



Folha de Dados

IDGED:

0012/04/01/A

LOTE:

0108

AUTOR:

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS – ENGESOFT

TÍTULO:

PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM GANGORRA EM GRANJA

SUBTÍTULO:

PROJETO EXECUTIVO VOLUME IV TOMO I DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO

SETEMBRO/1996

FOLHA DE DADOS - GED/SRH

TIPO DE DOCUMENTO: PROJETO

Identidade GED: 0012/04/01/10

Lote: 00108

Nº de Registro: 96/1411

Autores: ENGE SOFT/SRH/SOHIDRA/COGERH/PROURB-CE

Programa: PROURB

Título: Projeto executivo da barragem Gamouva

Sub-Título 1: Relatório geral

Sub-Título 2: Descrição geral do projeto

Nº de Páginas: 53 p

Volume: 4

Tomo: 1

Editor: E

Data de Publicação (mês/ano): Setembro/1996

Local de Publicação: Fortaleza

Localização da Obra

Tipo de Empreendimento:

<input type="checkbox"/> Barragem	<input type="checkbox"/> Açude	<input type="checkbox"/> Adutora	<input type="checkbox"/> Canal / Eixo de Transp.	<input type="checkbox"/> Outro
Rio / Riacho Barrado: <u>Riacho Gamouva</u>		Fonte Hídrica: _____		

Bacia: Cariri

Sub-bacia: _____

Municípios: Guaraná

Distrito: _____

Microregião: Interval de Carnacim e Cariri

Estado: Pernambuco

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 DA BARRAGEM GANGORRA

VOLUME IV - RELATÓRIO GERAL
TOMO 1 - DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO

Lote. 00108 - Prep () Scan () Index ()
Projeto Nº 11.1.04/01
Volume 1
Qtd A4 52 Qtd A3 3
Qtd A2 _____ Qtd A1 _____
Qtd A0 _____ Outros _____



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

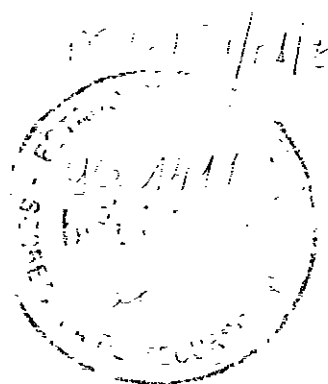
PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM GANGORRA

VOLUME IV - RELATÓRIO GERAL
TOMO 1 - DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO



000003

FORTALEZA
SETEMBRO/96



SUMÁRIO

SUMÁRIO

	página
APRESENTAÇÃO.....	5
1.0 - INTRODUÇÃO	7
1 1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO	9
2.0 - FICHA TÉCNICA.....	12
2.0 - Ficha Técnica.....	13
3.0 - ESTUDOS BÁSICOS.....	15
3 1 - Estudos Topográficos	16
3 2 - Estudos Geológicos e Geotécnicos	16
3 2 1 - Geologia local de superfície	16
3 2.2 - Investigações geotécnicas	18
3 3 - Estudos Hidrológicos	20
4.0 - CRITÉRIOS USADOS NA ESCOLHA DO PROJETO	24
4 1 - Condicionantes Geológicos Geotécnicos	25
4 2 - Arranjo Geral das Obras	26
4 3 - Escolha da Secção Tipo	27
4 4 - Escolha do Sangradouro	28
4.5 - Escolha da Tomada D'Água	29
5.0 - DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO	31

5 1 - Maciço	32
5 2 - Dique de Protecção	37
5 3 - Sangradouro	38
5 4 - Tomada D'água	43
6.0 - RELAÇÃO DE DESENHOS.....	45
7.0 - CRONOGRAMA DE CONSTRUÇÃO.....	47
8.0 - EQUIPAMENTO MÍNIMO PARA REALIZAÇÃO DA OBRA.....	50
9.0 - INSTALAÇÃO MÍNIMA PARA O CANTEIRO DE OBRAS.....	52

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

A EngeSoft - Engenharia e Consultoria Ltda apresenta, a Descrição Geral do Projeto correspondendo ao Tomo I do Relatório Geral do Projeto Executivo da Barragem Gangorra, objeto do contrato 05/96 firmado com a COGERH

Os estudos desenvolvidos na elaboração do projeto envolveram duas etapas sendo a primeira, denominada de Fase A nos termos de referência, relativa aos estudos básicos e concepção Nesta fase, já concluída e analisada pela SRH, foram produzidos os relatórios relacionados a seguir, que serviram de base para elaboração do Relatório Geral

- Relatório dos Estudos Preliminares,
- Relatório dos Estudos Básicos,
- Relatório de Concepção e Anteprojeto

1.0 - INTRODUÇÃO

1 0 - INTRODUÇÃO

A Região Hidrográfica do rio Coreaú drena uma área de aproximadamente 10 400 Km², englobando uma série de pequenas bacias independentes, das quais a do rio Coreaú se sobressai como a maior delas

A bacia do rio Coreaú, isoladamente, cobre uma superfície de 4 446 Km². Ela tem um nível muito precário de reservação, representado principalmente pelos acudes Várzea da Volta, e Diamante, situados nos municípios de Moraujo e Coreaú e acumulando 17,5 e 13,2 milhões de metros cúbicos respectivamente. Recentemente foi licitado pela SRH o Açude Angicos no Município de Coreaú, que deverá acumular cerca de 52 milhões de metros cúbicos

Com isso, praticamente todos os anos, no final do período seco a situação do abastecimento de água as populações ribeirinhas torna-se precária, tanto do ponto de vista da qualidade quanto da quantidade

A situação é tremendamente agravada, quando existe a sucessão de dois ou mais anos hidrológicamente deficientes. As cidades de Granja e Camocim se ressentem mais fortemente, destas condições adversas, por se situarem no trecho final do vale. A primeira, Granja, a pouco mais de 20 quilômetros da costa e a segunda situada no litoral mesmo, na foz do rio. Ambas sofrem as consequências da salinização do trecho final do rio devido a influência das marés. Esta influência se faz sentir até a cidade de Granja, na ponte ferroviária sob a qual existe uma soleira vertedora, de construção secular, denominada Lima Brandão, que demarca a zona de influência do mar. O riacho Gangorra, deságua no rio Coreaú cerca de 6 quilômetros a montante desta soleira e a barragem Gangorra, dista apenas 1,5 quilômetros da foz do riacho no rio

O projeto da barragem Gangorra está inserida nas metas do PROURB - Projeto de Desenvolvimento Urbano e Gestão dos Recursos Hídricos, e sua implantação visa, fundamentalmente, integrar e implementar ações que objetivam o desenvolvimento da infra-estrutura básica dos municípios circunvizinhos, notadamente Granja e Camocim

1.1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A Barragem Gangorra localiza-se no riacho do mesmo nome, afluente da margem esquerda do rio Coreaú, no município de Granja, Estado do Ceará

As coordenadas geográficas UTM de um ponto de referência do eixo barrável são 293 488,07 S e 9 654 092,65 W

O acesso ao local do sítio da barragem, a partir de Fortaleza, é feito através da BR-222 até o km 353, na localidade denominada Aprazível. A partir daí toma-se a CE-071, que liga Aprazível a Granja, percorrendo-se 88 km até a ponte sobre o riacho Gangorra. O local do barramento situa-se a 1,0 km a montante do referido ponto.

Nas Figuras 1.1 e 1.2 pode-se visualizar a localização da barragem no contexto municipal e regional, respectivamente.

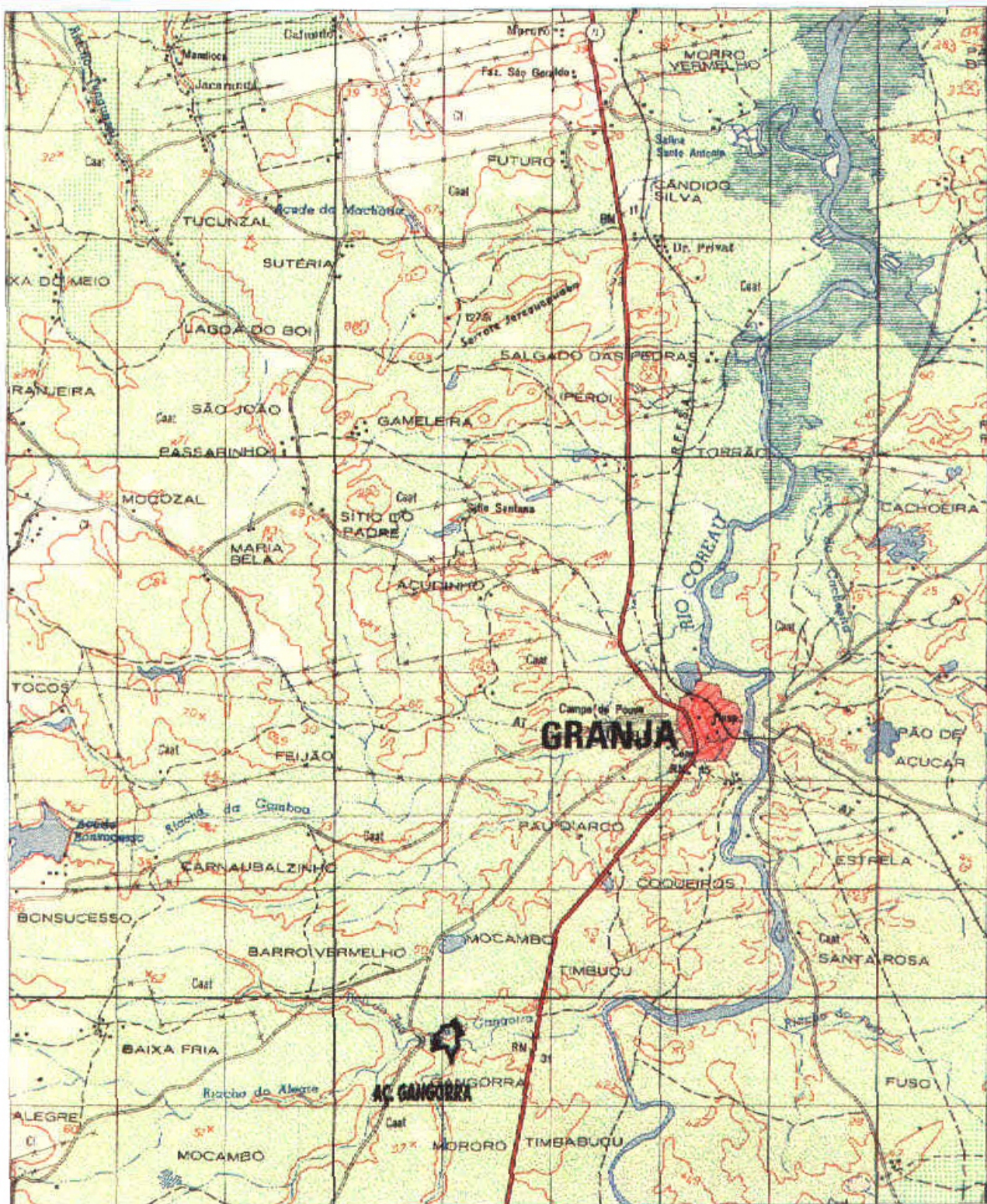


FIGURA - 1.1

MAPA DE LOCALIZAÇÃO NO CONTEXTO DO MUNICÍPIO

000012

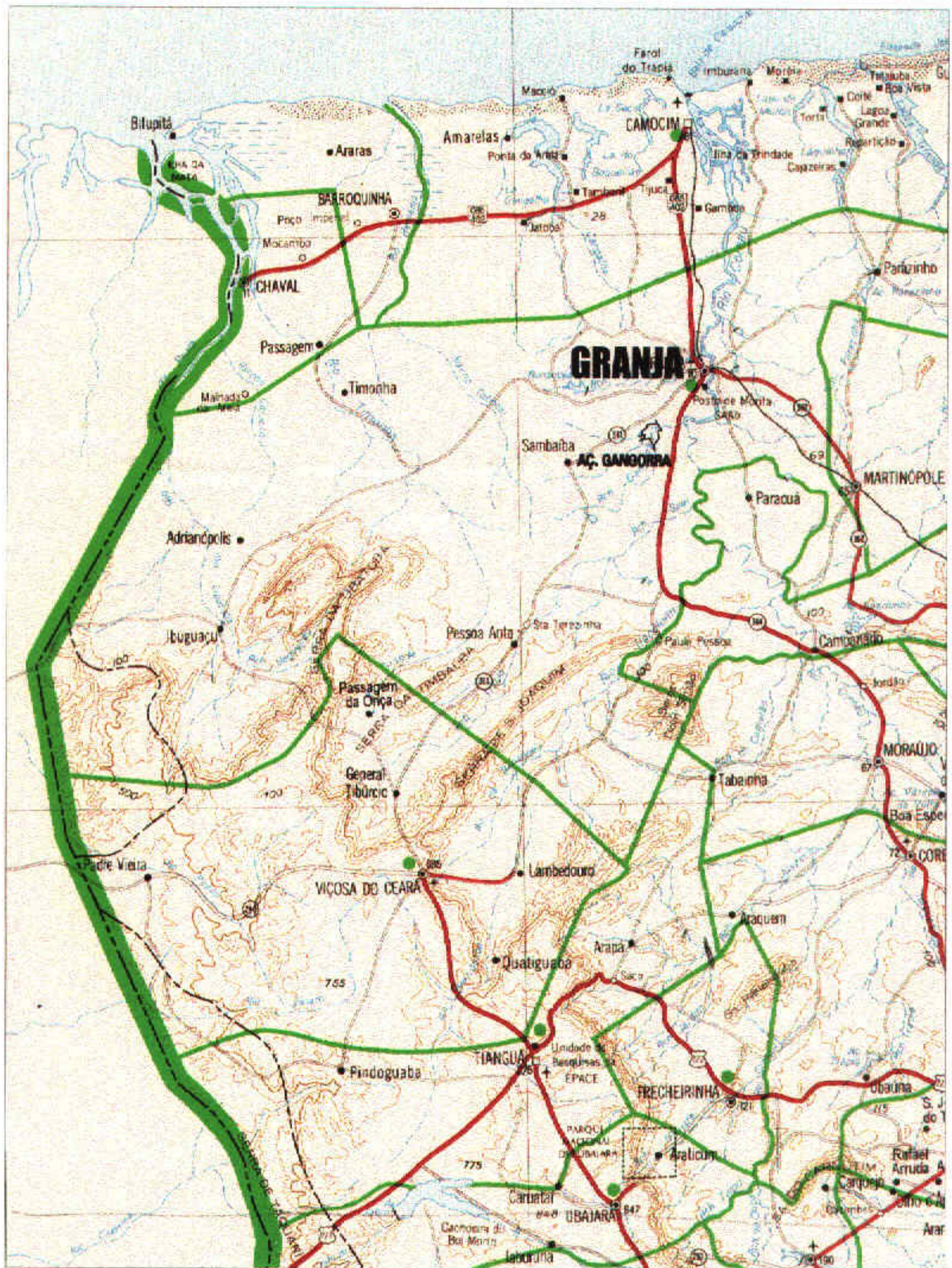


FIGURA -1.2

MAPA DE LOCALIZAÇÃO NO CONTEXTO REGIONAL

000013

1

2.0 - FICHA TÉCNICA

2.0 - FICHA TÉCNICA

As principais características técnicas das obras são resumidas a seguinte

a) - Localização

• Riacho	.Gangorra
• Sistema	Coreaú
• Município	Granja
• Estado	Ceará

b) - Características Gerais

• Área de Drenagem	105,00 Km ²
• Área do reservatório (cota 38,00)	851,00 ha
• Volume morto (cota 29,70)	2,50x10 ⁶ m ³
• Volume Útil	43,70x10 ⁶ m ³
• Volume Máximo	46,20x10 ⁶ m ³
• N A Máximo Normal	38,00
• N A Máximo Maximorum	39,20
• N A Mínimo Operacional	29,70
• Vazão Regularizada com 100% de Garantia	0,213 m ³ /s

c) Barragem Principal

• Tipo	Terra homogênea
• Cota do Coroamento	41,00
• Altura Máxima	20,66m
• Comprimento da Crista	1 033m
• Largura da Crista	6,00m
• Volume de Aterro Macico	462 800,00m ³
• Aterro Fundação (cut-off)	35.765,00m ³
• Filtros	39 756,00m ³

Transições	13 722,00m ³
Enrocamentos	48 594,00m ³
• Volume Total da Barragem	600.637,00m ³
• d) Dique de Proteção	
• Tipo	Terra Enrocamento
• Cota do Coroamento	30,00
• Altura Máxima	2,70m
• Comprimento da Crista	245,00m
• Largura da Crista	6,00m
• Volume de Terra	3 870m ³
Enrocamento	1 275,00m ³
Total	5.145,00m ³
Escavação	1 690,00m ³
c) Sangradouro	
• Tipo	Canal escavado em rocha
• Cota da Soleira	38,00
• Largura	40,00
• Vazão Efluente (TR - 1 000 anos)	76,60m ³ /s
• Lâmina d'água máxima	1,20m
• Volume de Corte	20 090,00m ³
f) Tomada d'água	
• Tipo	Galeria
• Número de Conduto	1,00
• Diâmetro do Conduto	φ 800 mm
• Comprimento do Conduto	53,00m
• Cota de Montante da Galeria	29,70
• Vazão Máxima	0,60m ³ /s

3.0 - ESTUDOS BÁSICOS

3.0 - ESTUDOS BÁSICOS

Os estudos básicos realizados para elaboração do projeto Executivo da barragem Gangorra, objetivaram alcançar os dados e parâmetros a partir da caracterização dos aspectos topográficos, Hidrológicos, geológicos e geotécnicos e demais conceitos que permitiram a definição de uma concepção técnica e econômica final para a construção da obra

Os estudos básicos foram apresentados em relatórios específicos sendo os principais resultados obtidos resumidos a seguir

3 1 - ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

Os estudos topográficos realizados consistiram do levantamento da bacia hidráulica do reservatório, do eixo barrável, do local do sangradouro e das áreas de empréstimos

A cartografia elaborada a partir dos levantamentos topográficos permitiram o sequenciamento das fases posteriores dos estudos, notadamente àquelas relacionadas com os estudos Hidrológicos, as investigações geotécnicas e com a concepção do projeto

Os desenhos relativos aos levantamentos topográficos são apresentados no Volume II - Relatório dos Estudos Básicos, Tomo 1 - Estudos Topográficos

3 2 - ESTUDOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS

3.2.1 - Geologia local de superfície

Na região do empreendimento, em particular nos locais da barragem, sangradouro e tomada d'água foram efetuadas observações geológicas mais detalhadas, identificando-se dois tipos principais de unidades geológicas, como pode ser observado no mapa geológico local mostrado na Figura 3 1 a seguir

As duas unidades geológicas identificadas no sítio barrável foram

- a) Os gnaisses, pertencentes ao embasamento cristalino e composto por rochas metafóricas pré-cambrianas existentes ao longo do eixo barrável em forma de pequenos afloramentos e blocos de rocha, apresentando alinhamento estrutural predominantemente na direção nordeste-sudeste em conformação com o alinhamento estrutural regional

Sobre a rocha de fundação (gnaisse), existe um solo de alteração, configurando um manto de intemperismo, com profundidade variável, atingindo 12,30 metros (SM-1/Est 56) na ombreira direita Ver Desenho nº 06 - seção Geológica/Geotécnica do Boqueirão no Volume IV, Tomo 4 - Desenhos do Projeto

A rocha existente no sítio barrável, apresenta ótimas condições para suporte de esforços de compressão

- b) Os aluviões estão distribuídos na planície aluvionar e na calha principal do riacho Gangorra

O depósito aluvionar é composto principalmente por areias de granulação fina, argilas e siltes com presença de pedregulhos

Os sedimentos da calha do rio são constituídos de areia de granulação variando de fina a grossa, com presença de pedregulhos, seixos rolados e matéria orgânica.

3.2 2 - Investigações geotécnicas

O depósito aluvionar está restrito ao fundo do vale e, segundo as investigações realizadas ao longo do eixo topográfico, apresenta profundidade máxima na estaca 28 de 5,00 m (SM-5), sendo constituído em toda sua extensão essencialmente por sedimentos inconsolidados, variando entre areias finas e médias a siltes e argilas compactas com pedregulhos de seixos

os valores de SPT obtidos nos ensaios realizados no aluvião, variam entre 2 e 47 golpes (SM-4 e SM-5), onde os valores baixos são observados em superfície e crescentes com o aumento de profundidade

Os valores encontrados nos ensaios de infiltração no aluvião variam entre $K = 2,0 \times 10^{-5}$ (SM-4/Est 38) a $K = 6,5 \times 10^{-4}$ cm/seg (SM-5/Est 28)

Abaixo do aluvião e acima do topo rochoso, existe um solo residual de composição predominante argilo-siltoso com pedregulho e muito compacto, proveniente da decomposição e alteração da rocha de fundação (gnaisse) Neste intervalo os valores do SPT são mais elevados

O solo residual possui espessura considerável, no entanto, a resistência nesta camada é elevada e crescente com o aumento da profundidade Os valores do SPT variam do topo para a base de 27 a 45/5 golpes no trecho central (SM-4 a SM-7), 22 a 45/4 golpes na ombreira esquerda (SM-8) e de 4 a 45/14 golpes na ombreira direita (SM-1 a SM-3)

A infiltração na camada de solo residual possui valores considerados baixos, sendo o menor valor de $K = 4,5 \times 10^{-6}$ cm/seg (SM-8) e o maior valor $K = 3,6 \times 10^{-4}$ cm/seg (SM-5) e a média em torno de 5×10^{-5} cm/seg

A rocha de fundação é caracterizada como um gnaisse, onde o percentual de recuperação para os três primeiros metros perfurados (topo rochoso) nas ombreiras, variando entre 5 e 28% e perda d'água específica variando entre 0,404 a 1,901 l/min/m/kg/cm² (sm-3, sm-7 e sm-8)

A recuperação abaixo dos três primeiros metros perfurados em rocha no trecho das ombreiras é mais elevada variando entre 43 a 100%, e perda d'água específica entre 0,148 a 0,424 l/min/m/kg/cm², como pode ser observado nas sondagens (SM-3/Est 47), (SM-7/Est 16) e (SM-8/Est 6)

O trecho compreendido entre 9,18 a 13,68 m (SM-3/Est 47) na ombreira direita, apresentou perda d'água total, onde o mesmo, é composto por um veio de pegmatito muito alterado e extremamente fraturado, passando a um gnaisse medianamente alterado e muito fraturado com recuperação variando entre 16 a 44%

No trecho central a recuperação da rocha nos três primeiros metros perfurados é elevado atingindo 69 a 98% e perda d'água específica entre 0,114 e 0,353 l/min/m/kg/cm². Abaixo dos três metros iniciais em rocha, a recuperação varia de 94 a 100% e a perda d'água específica entre 0,019 e 0,961 l/min/m/kg/cm², ver sondagens (SM-4/Est 38), (SM-5/Est.28) e (SM-6/Est 22)

As sondagens realizadas no local do sangradouro (ombreira esquerda), mostram o topo rochoso na cota 40,32, com recuperação elevada entre 63 e 87% (SM-II / Est - 7) e (SM-9 / Est -4) Esta última apresentando perda d'água total durante a perfuração na profundidade de 11,30 m

O perfil da rocha no sentido longitudinal do sangradouro considerando um afastamento do eixo transversal para montante e jusante de 60,00 m, mostra o topo rochoso oscilando entre as cotas 35,68 a 40,32, (ver sondagens SP-1 a SP-5 e SM-11)

Maiores informações sobre as investigações geotécnicas podem ser obtidas no Volume II - Relatório dos Estudos Básicos, Tomo 2 - Estudos Geológicos - Geotécnicos.

Tais estudos envolveram também a identificação, a caracterização e a quantificação das materiais de empréstimo para execução da obra. Na Figura 3.2 pode-se visualizar a localização das áreas de empréstimo em relação ao eixo da barragem e o quadro 3.1 apresenta o resumo das características dos materiais de empréstimos destinadas a construção do maciço da barragem.

3.3 - ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os estudos hidrológicos foram desenvolvidos visando a caracterização do regime pluviométrico da região, das chuvas médias e intensas, da determinação de deflúvios e descargas máxima, e da definição das vazões regularizadas e da capacidade do reservatório.

A capacidade de acumulação do reservatório, para a soleira do sangradouro na cota 38,00 m é de $46,15 \times 10^6 \text{m}^3$, a descarga máxima para $T_r = 1\ 000$ anos é de $76,60 \text{m}^3/\text{s}$ para uma largura do sangradouro de 40,00 m

Os estudos hidrológicos são apresentados no Volume II - Relatório dos Estudos Básicos Tomo 3 - Estudos Hidrológicos

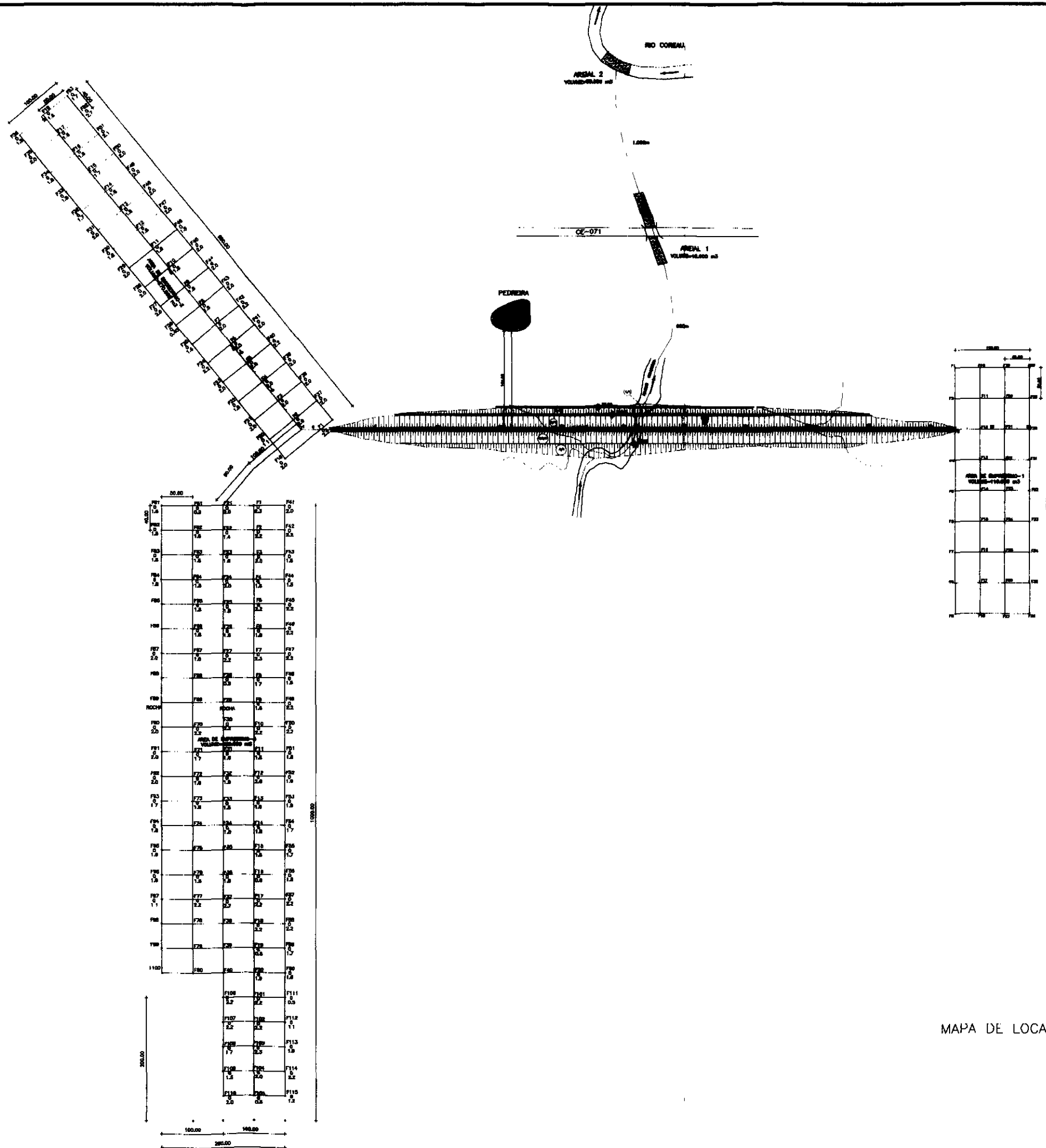


FIGURA 3.2
 MAPA DE LOCALIZACAO DAS ARFAS DE EMPRESTIMO
 SEM ESCALA

000024

QUADRO 3 1 - RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS DE EMPRÉSTIMOS PARA O MACIÇO

	VALOR	PLASTICIDADE			COMPACTAÇÃO		CLASSIFICAÇÃO (USC)	VOLUME DISPONÍVEL (m ³)	DISTÂNCIA MÉDIA (Km)
	LIMITE	LL	LP	IP	δ _{sm} (g/cm ³)	het (%)			
ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 01	MÁX	39	25	17	1 800	14,2	SC	110 000	0,70
	MÍN	30	16	9	1 600	11,6			
	MÉD	34	22	13	1 730	13			
ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 02	MÁX	42	26	16	1,950	16,5	SC - CL	270 000	0,95
	MÍN	28	20	08	1,700	09,5			
	MÉD	34	22	12	1,785	13,9			
ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 03	MÁX	54	43	19	1,850	18,8	SC - CL	320 00	1,40
	MÍN	28	12	09	1,630	14,0			
	MÉD	38	24	13	1,722	15,8			

000025

4 0 - CRITÉRIOS USADOS NA ESCOLHA DO PROJETO

4.0 - CRITÉRIOS USADOS NA ESCOLHA DO PROJETO

A definição do projeto executivo da Barragem Gangorra, baseou-se nos dados obtidos nos diversos estudos realizados e desenvolvidos no campo, em laboratório e no escritório, os quais foram analisados e interpretados conjuntamente a fim de se obter a otimização das obras, atendendo aos objetivos preconizados pelo PROURB

As investigações de campo desenvolvidas durante a evolução do projeto, compreenderam os estudos topográficos e geológicos do sítio barrável e da bacia hidráulica e os estudos geotécnicos de superfície e subsuperfície

Os estudos em laboratório compreenderam a caracterização dos diversos materiais para o emprego na construção das obras, e os desenvolvidos no escritório constaram da análise destes materiais, suas potencialidades e distâncias de transporte, que em conjunto com o conhecimento das fundações através das sondagens realizadas e dos estudos hidrólogos, hidráulicos e topográficos, forneceram os critérios a serem tomados na escolha do projeto

4.1 - CONDICIONANTES GEOLÓGICOS GEOTÉCNICOS

Conforme mostrados nos Estudos Básicos Volume II, Tomo 2 - Estudos Geológicos/Geotécnicos, a região de implantação das obras possui uma caracterização comum sob o aspecto geológico em obras existentes no embasamento cristalino, pois o local de implantação da barragem é constituído na sua totalidade por rochas gnáissicas e migmatitos granitóides, encoberto por solo residual de alteração verificado nas partes altas (ombreiras) e por sedimentos inconsolidados aluviais nas partes baixas (fundo de vale)

Os gnáisses são pertencentes ao complexo Granja e estão presentes por toda a área em estudo São afloramentos de rocha sã, de cor cinza apresentando bandamento típico dos gnaisses cristalinos e bancadas acima da superfície

Quanto ao aspecto geomecânico, o substrato rochoso no local de implantação das obras apresenta em seu topo (3 a 4 metros iniciais) rocha muito alterada, muito a

extremamente fraturada, muito a medianamente coerente, com fraturas geralmente preenchidas, podendo ocorrer pontos localizados em que as fraturas se encontrem abertas

As características mecânicas do substrato rochoso abaixo dos 3 a 4 metros iniciais do topo, apresentam valores mais elevados, ou seja, rocha sã, pouco a medianamente fraturada e coerente

A condutividade hidráulica do maciço rochoso de uma maneira geral apresenta valores baixos, no entanto, podemos considerar para o topo rochoso (3 a 4 metros iniciais) entre baixa e média. Abaixo do topo rochoso pode ser considerada baixa, tendo em vista o sistema de fraturas, indicando que, em sua maioria são preenchidas, podendo ocorrer trechos localizados com perda d'água total (SM-3/Est 47) .

4.2 - ARRANJO GERAL DAS OBRAS

Na definição do arranjo geral das obras, foram considerados principalmente os condicionantes topográficos e geotécnicos das fundações do eixo da barragem, do local do sangradouro e da tomada d'água

Foram analisados duas opções para o posicionamento das estruturas do sangradouro e da tomada d'água, buscando identificar a melhor situação em relação as características técnicas gerais dos locais das obras

Procurou-se desenvolver o projeto com o objetivo de se conseguir o maior aproveitamento hídrico da bacia, para atender toda a demanda de abastecimento da população da cidade de Camocim e das populações ribeirinhas com irrigação dos solos existentes a jusante ao longo do vale

Os fatores limitantes para o posicionamento do sangradouro na ombreira esquerda, foi a profundidade do topo rochoso se encontrar acima da cota prevista para soleira do sangradouro e a topografia mais favorável

A tomada d'água foi posicionada na estaca 49 na ombreira direita, devido a um menor profundidade da rocha no local. A cota de montante foi fixada na 29,70 para um volume morto na ordem de $2,50 \times 10^6 \text{ m}^3$

O arranjo geral das obras ficou definido por um maciço de terra que se desenvolve ao longo de um eixo reto, um sangradouro situado na ombreira esquerda e uma tomada d'água posicionada na ombreira direita

4.3 - ESCOLHA DA SEÇÃO TIPO

A escolha da seção tipo do maciço foi definida em função dos condicionamentos geotécnicos das fundações da barragem, topográficas do eixo e das características geotécnicas dos materiais de construção, suas localizações e disponibilidades

A seção tipo ficou caracterizada por uma seção trapezoidal com o maciço constituído a montante por material areno argiloso tipo SC, proveniente da área de empréstimo 01 encontrado na ombreira direita. Na parte jusante do maciço será empregado um solo areno argiloso com pedregulho tipo SC - CL proveniente dos empréstimos 02 e 03 situados na ombreira esquerda

A jusante a seção possui taludes 2,0,1,0 (H V) partindo da cota do coroamento até a cota 30,00, por onde se desenvolve uma berma com 2,50 m de largura, a partir desta, o talude continua o mesmo até a cota 25,00, onde será construída uma berma no topo do enrocamento de pé com 2,00 m de largura que segue com talude 1,5 1,0 (H V) até o terreno natural

A superfície do talude de jusante deverá ser protegido por uma camada de 1,00 m de espessura de solo proveniente dos empréstimos 02 e 03, particularmente da parte superficial destas áreas que são constituídas por solos pedregulhos e argilosos. Esta camada dará uma maior proteção contra erosão superficial

A seção possui a montante taludes de 2,5 1,0 (H V) do coroamento até a cota 30,00 e desta 3,0 1,0 (H V) até o terreno natural. A proteção deste talude deverá ser

feita por uma camada de 1,00 m de espessura. Esta camada deverá ser constituída de 0,30 m de transição de brita corrida, sob 0,70 m de enrocamento externo, obedecendo as especificações de exploração e de execução.

A seção possui um filtro vertical situado no início do talude de jusante, com o topo na cota 39,00 e 1,00 m de espessura, estando este ligado em toda sua extensão a um filtro horizontal também com 1,00 m de espessura que se estende sobre a linha de escavação de 0,30 m até o encontro com o dreno de pé.

Ao longo de toda a extensão do maciço, deverá ser escavada uma trincheira de vedação do tipo "cut-off" com 6,00 m de largura na base, taludes para escavação 1,0 1,0 (H V) e profundidades variadas de acordo com a linha de escavação da trincheira. Ver Desenhos nº 02 e 05 do Volume IV, Tomo 4 - Desenhos do Projeto.

Os cálculos relativos a estabilidade dos taludes e do fluxo d'água pelo maciço da barragem, podem ser verificados no Volume IV, Tomo 2 - Memória de Cálculo.

4.4 - ESCOLHA DO SANGRADOURO

A concepção do sangradouro da barragem Gangorra partiu da análise dos dados relativos aos estudos hidrológicos, das características geotécnicas da fundação e topográficas do local.

Os estudos hidrológicos definiram uma vazão de projeto de 76,60 m³/s, relativa a um período de recorrência de 1 000 anos, conforme mostrado no Volume II, Tomo 3 - Estudos Hidrológicos.

O local mais adequado para o posicionamento do sangradouro é no alto topográfico da ombreira esquerda, onde a restituição à calha principal do rio necessita de uma pequena proteção evitando o fluxo d'água para o pé da barragem, todavia, as condições, geológicas/Geotécnica e topográficas são as mais favoráveis, ressaltando ainda a pequena lâmina de sangria máxima.

4.5 - ESCOLHA DA TOMADA D'ÁGUA

Para a escolha do local de implantação da Tomada d'água, tomou-se como fatores limitantes a topografia no eixo do boqueirão e a profundidade da rocha ao longo do mesmo

O tomada d'água foi posicionada na ombreira direita, estaca 49 do eixo topográfico

O projeto da estrutura segue as recomendações exigidas pelo Banco Mundial e é um modelo já aprovado pelo Painel de Inspeção de Segurança de Barragens do PROURB

Na figura 4.1 apresentada a seguir pode-se visualizar o arranjo geral das obras componentes da barragem gangorra

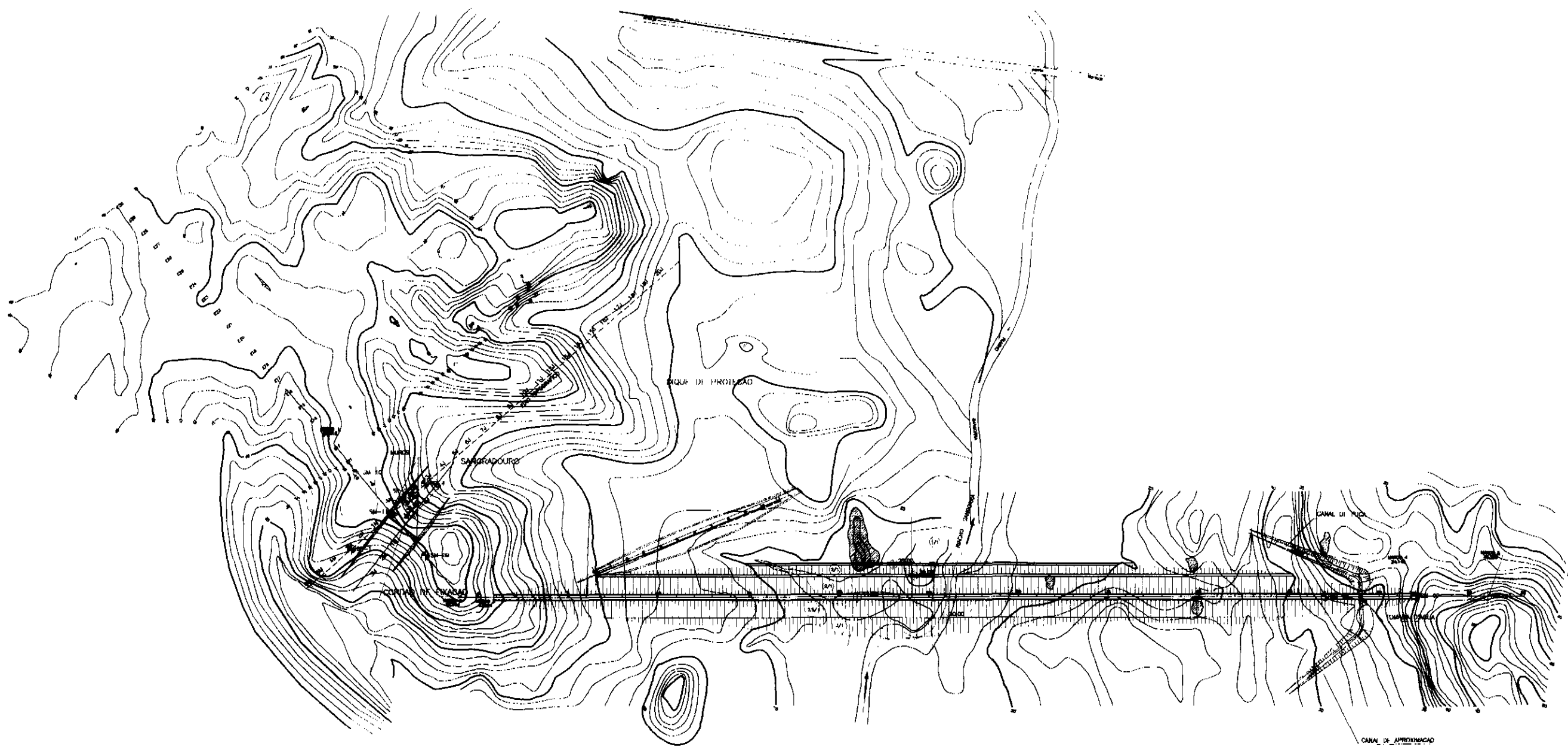


FIGURA 4.1
ARRANJO GERAL DAS OBRAS
ESCALA 1/5000

000032

5 0 - DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO

5.0 - DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO

A Barragem Gangorra é composta por um conjunto de obras constituídas pela barragem de terra, uma tomada d'água sob o maciço, um sangradouro escavado em rocha na ombreira esquerda e um dique de terra-enrocamento a jusante do sangradouro protegendo o pé da barragem

A posição espacial das obras pode ser visualizado no Desenho nº 01 - Arranjo Geral das Obras no Volume IV, Tomo 4 - Desenhos do Projeto

A seguir são descritas as diversas obras que compõem a barragem destacando-se aí princípios técnicos adotados na concepção individual de cada uma delas

5.1 - MACIÇO

O maciço se desenvolve ao longo de um eixo reto, com seção trapezoidal, coroamento com 6,00 m de largura na cota 41,00. A inclinação do talude de montante é 2,5 : 1,00 (H : V) do coroamento até a cota 30,00, e a partir desta 3,00 : 1,00 (H : V) até o terreno natural. Este talude será protegido por uma camada composta de 0,30 m de espessura, constituída de brita corrida que servirá de transição entre o núcleo e o enrocamento externo com 0,70 m de espessura.

A jusante a inclinação dos taludes é 2,00 : 1,00 (H : V) do coroamento até a cota 30,00, por onde se desenvolve uma berma estabilizadora de 2,50 m de largura, continuando o mesmo talude até a cota 25,00, onde se desenvolve uma berma de 2,00 m no topo do "ROCK-FILL" central, e a partir desta 1,50 : 1,00 (H : V) até o terreno natural. Este talude será protegido por uma camada de 1,00 m de espessura do coroamento até a cota 25,00, que dará maior proteção contra erosão superficial, e será constituída de solo pedregulhoso e argiloso, proveniente da superfície dos empréstimos AE-02 e AE-03.

Além da camada superficial descrita acima o talude de jusante terá uma drenagem superficial, constituídas de rápidos de descida, calha coletora na berma cota 30,00 e calhas de ombreiras.

A disposição na área do talude e as dimensões da drenagem, podem ser visualizados no Desenho nº 18 do Volume IV, tomo 4 - Desenhos do Projeto

A distribuição dos materiais na seção do maciço terroso foi obtido com base nas disponibilidades dos empréstimos e de suas características geotécnicas, resultando no emprego do material do empréstimo AE-01 na parte de montante do maciço e os materiais provenientes dos empréstimos AE-02 e AE-03 na parte de jusante

A seções tipo podem ser visualizadas no Desenho nº 03 do volume IV, Tomo 4- Desenhos do Projeto

As características granulométricas e de execução dos diversos materiais que serão empregados nas obras podem ser verificados respectivamente no Volume II, Tomo 2 - Estudos Geológicos/Geotécnicos e Volume IV, Tomo 2 - Memorial de Cálculo e no Volume IV, Tomo 3 - Quantitativos e Especificações Técnicas

Em toda a extensão do maciço será escavada uma trincheira de vedação, do tipo "cut-off", partindo-se da cota do coroamento com base constante de 5,00 m de largura e profundidade constante de 1,00 m compreendendo o trecho das ombreiras, e na parte central baixa a escavação segue a linha de profundidade do aluvião ou topo do solo residual, com base constante de 6,00 m de largura

A profundidade máxima da trincheira é atingida no trecho central do eixo, cuja camada aluvionar apresenta uma espessura de 5,00 m A trincheira será escavada com talude de 1,00 1,00 (H V) e terá constante 6 00 m de base sobre o solo residual

Os limites da escavação podem ser visualizados nos desenhos nº 02 e 05 do volume IV, Tomo 4- Desenhos do Projeto

A drenagem interna do maciço será feita por um filtro do tipo chaminé com 1,00 m de espessura determinada com a análise de fluxo através do maciço O topo do filtro vertical deverá atingir a cota 39,00 em toda a extensão da barragem A partir da base do filtro chaminé e por toda a extensão da superfície de jusante da barragem será

executado um filtro horizontal do tipo tapete drenante com 1,00 m de espessura se prolongando até o "rock-fill"

O "rock-fill" tem uma geometria trapezoidal na seção máxima, com 2,00 m de largura na cota 25,00 e inclinação de 1,50 : 1,00 (H : V) para o lado de jusante e 1,00 : 1,00 (H : V) para o lado de montante, estando sua base aprofundada em 1,30 m a partir do terreno natural. Nas ombreiras, o "rock-fill" será triangular com altura fixada em 1,00 m e inclinação igual a seção máxima.

A superfície de contato do "rock-fill" com o maciço será preenchida por materiais com granulometrias graduadas equivalentes a brita e areia.

No eixo da trincheira poderá ser executada uma cortina de impermeabilização, composta a princípio por uma linha de injeção de cimento, com profundidade de $2/3 h$, onde h é a coluna d'água no ponto a ser injetado. A zona de fundação a ser injetado cimento corresponde ao trecho compreendido entre as estacas 15 e 42 do eixo da trincheira escavada.

Os detalhes Executivos do tratamento da fundação são apresentados no Volume IV, Tomo 3 - Quantitativos e Especificações Técnicas e o Plano de Impermeabilização da Fundação no Volume IV, Tomo 2 - Memória de Cálculo.

A seguir é apresentado um resumo sobre a análise de fluxo pela fundação e dimensionamento do filtro de areia e um resumo sobre a estabilidade do maciço projetado.

A análise de fluxo consiste na estimativa da vazão que percolará através do maciço terroso para o dimensionamento do filtro e determinação da linha freática.

A estimativa da vazão total que percola através do núcleo terroso é efetuada por método analítico, onde a partir de dados do boqueirão, da seção tipo do maciço e dos materiais do núcleo e da fundação da barragem obtidas nos ensaios de infiltração apresentados nos estudos geotécnicos, determinou-se que o núcleo é da ordem de 50 vezes mais impermeável que a fundação. Desta forma a perda de carga dá-se quase que inteiramente pelo "Cut-off".

Se considerarmos hipoteticamente e a favor da segurança uma carga hidráulica de 24,00 m, atuando ao longo de todo o "cut-off" da fundação com extensão de 2,00 m e largura constante de 5,00 m de base, teremos uma vazão da ordem de $Q = 4,09 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{ano}$

Este volume que percola pelo maciço e fundação, corresponde a aproximadamente 1,1% do volume que evapora anualmente e o mesmo funciona como uma descarga regularizada de fundo do açude. Conclui-se portanto, que quanto ao gradiente hidráulico, os cálculos indicam valores aceitáveis quanto a espessura adotada para a trincheira de vedação.

Segundo Cruz (1996) em 100 Barragens Brasileiras a largura da base do "Cut-off" deverá ser de 0,25 da diferença de carga entre montante e jusante. Como a diferença de carga é da ordem de 18,00 m, a largura de "cut-off" seria de 4,50 m, no caso adotamos 6,00 m.

Quanto ao dimensionamento da espessura do filtro, segundo Cedergrem (Apud Lambe & Whitman, 1978) o gráfico adotado pelos mesmos considerando o coeficiente de permeabilidade da areia de 10^{-4} cm/s e uma carga hidráulica de 18,00 m, a espessura do filtro seria de 0,36 m. Por razões construtivas, adotou-se uma espessura de 1,00 m para o filtro chaminé e para o tapete drenante, o que é uma medida mais que suficiente para garantir a drenagem.

A linha freática foi definida utilizando a equação da parábola de Kozeny (Carvalho, 1983) e considerando uma anisotropia no material devido ao efeito da compactação. A tabela abaixo mostra os valores encontrados e o transformado devido ao efeito de anisotropia.

Xz	X(m)	Y(m)
0,00	0,00	14,97
0,83	2,50	15,78
1,67	5,00	16,56
2,50	7,50	17,29
3,33	10,00	18,00

Para a análise da estabilidade do maciço da Barragem Gangorra foi utilizado o método de Bishop Simplificado, que é o método de equilíbrio limite mais consagrado, pois permite o cálculo do fator de segurança (FS) para uma superfície genérica, ou seja, não necessariamente circular

A definição da geometria dos taludes foi feita com base em estudos prévios em obras já construídas com tipos similares dos materiais pelo DNOCS

A seção considerada para análise, foi a da estaca 28 por apresentar maior altura combinada com a maior espessura do pacote aluvionar

Os materiais constituintes do maciço, considerados relevantes na análise, foram os materiais dos empréstimos, areia do filtro e o enrocamento do rock-fill. Os parâmetros destes materiais foram obtidos de ensaios de cisalhamento direto lento para o solo dos empréstimos, correlação do SPT para o material da fundação e de fontes bibliográficas para as demais

Apesar de não ser muito habitual, foi afetuada uma análise considerando os efeitos de um possível abalo sísmico na região. Esta inclusão foi considerada pelo fato da ocorrência significativa de abalos sísmicos com epicentros no estado, com magnitude atingindo valores de 5,2 na escala Richter

O Quadro 5.1 apresenta um resumo das análises, com o valor mínimo do fator de segurança obtidos para cada caso analisado

QUADRO 5.1 - RESUMO DOS CÁLCULOS DA ESTABILIDADE

CASO	TALUDE	FS MIN. OBTIDO	FS MIN. ADMISSÍVEL	OBSERVAÇÕES
Final de Construção	Montante	2,016	1,3	Núcleo Ru = 0,15 (Cruz, 1995)
	Jusante	1,541	1,3	
Reservatório Cheio	Jusante	1,564	1,5	Superfície de deslizamento composta e não circular
		1,502 *		
		1,467 *		
		1,382 *		
Rebaixamento Rápido	Montante	1,460	1,1	Rebaixamento até a cota 24,00
Abalo Sísmico (Reservatório Cheio)	Jusante	1,093	1,0	Coef de Abalo Sísmico Horizontal = 0,15

* *Análise posterior da estabilidade do aterro*

Na análise posterior da estabilidade do aterro, foi adotado considerando para o aluvião de fundação, coesão nula e ângulo de atrito variando entre 27° e 30°, conforme tabela acima

Observa-se que os fatores de segurança obtidos são superiores aos usualmente admitidos para obras de barragens. No entanto, na análise posterior realizada considerando coesão nula e ângulo de atrito $\leq 29^\circ$ os valores obtidos são inferiores ao usualmente admissível para este caso, entretanto, a experiência adquirida em obras equivalentes e dos consultores do PISB, pode-se considerar valores aceitáveis

Os cálculos relativos a Análise de Fluxo e Dimensionamento do Filtro de Areia, bem como a Análise da Estabilidade do Maciço encontram-se detalhados no Volume IV - Relatório Geral, Tomo 2 - Memória de Cálculo

5.2 - DIQUE DE PROTEÇÃO

Na margem esquerda a jusante da barragem, será construído um dique de proteção evitando que o fluxo d'água do sangradouro se direcione para o pé da barragem

Este dique possui uma seção trapezoidal, sendo construído de terra-enrocamento e coroamento com 6,00 m de largura na cota 30,00. O talude de montante deverá ter 1,50 : 1,00 (H : V) composto de enrocamento e no talude de jusante 2,00 : 1,00 (H : V) de terra

O dique deverá ser construído do material de bota-fora provenientes das escavações obrigatórias do sangradouro, da fundação da barragem e do local de implantação da tomada d'água

O pequeno maciço deverá ser construído sem controle de compactação, contudo, deverá seguir alguns critérios de colocação e espalhamento dos materiais escavados configurando um bota-fora arrumado seguindo a geometria da seção tipo definida

O Desenho nº 09 do Volume IV, Tomo 4 -Desenhos do Projeto, mostram a seção tipo e seções transversais do Dique de Proteção

5.3 - SANGRADOURO

O sangradouro está projetado na ombreira esquerda, sendo do tipo soleira espessa, com 40,00 m de largura escavado em rocha composto por um canal de aproximação de 50,00 de extensão, um cordão de fixação com soleira na cota 38,00 ligado nas extremidades por muros laterais de proteção e um Canal de fuga de 50,00 m de extensão

O nível da soleira do sangradouro foi determinada a partir dos estudos hidrológicos e econômicos, levando-se em conta as características topográficas e geotécnicas do local, das potencialidades da bacia hidrográfica bem como das características da bacia hidráulica e da necessidade de armazenamento d'água máximo possível, oferecendo 100% de garantia ao objetivo maior que é o abastecimento a população da cidade de Camocim e o excedente, com 90% de garantia, para um plano de aproveitamento com irrigação a jusante da barragem

No quadro 5 2 pode-se observar o resumo da simulação realizada para diversas cotas de sangria, considerando quatro larguras diferentes para as opções de vertedouro escavado em rocha e em perfil Creager

Com base na simulação realizada, pode-se fazer uma análise preliminar do custo total da barragem em função do nível do sangradouro, e tendo em vista que o objetivo principal do barramento é o abastecimento humano, utilizou-se referência na análise a garantia de 100%

QUADRO 5.2 - LARGURA DO SANGRADOURO X VAZÃO X COTA

COTA (Zw)	LARGURA (m)	Qout (m ³ /s)	COTA DE SANGRIA (m)	LÂMINA (m)
35	30	92,64	36,66	1,66
	40	113,90	36,57	1,57
	50	132,64	36,50	1,50
	60	150,28	36,44	1,44
36	30	77,76	37,47	1,47
	40	95,79	37,40	1,00
	50	111,75	37,33	1,33
	60	126,06	37,28	1,28
37	30	72,03	38,40	1,40
	40	89,59	38,34	1,34
	50	105,33	38,28	1,28
	60	119,66	38,24	1,24
38	30	61,51	39,26	1,26
	40	76,60	39,20	1,20
	50	90,00	39,16	1,16
	60	102,16	39,12	1,12
39	30	76,93	40,14	1,14
	40	96,15	40,09	1,09
	50	113,67	40,05	1,05
	60	130,06	40,02	1,02
40	30	56,14	40,93	0,93
	40	70,15	40,89	0,89
	50	82,86	40,85	0,85
	60	94,42	40,82	0,82

L = Largura do Vertedouro

Qout = Vazão de Saída m³/s

Qin = Vazão afluente m³/s

Zw = Cota da soleira do sangradouro

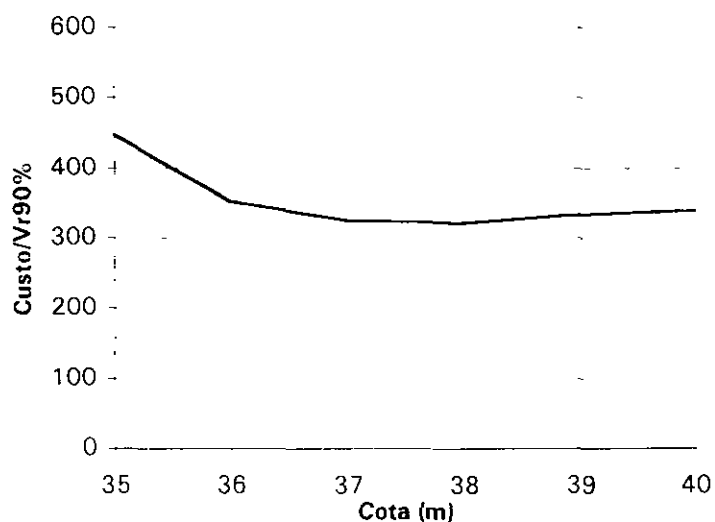
000041

O quadro 5.3 mostra o custo do barramento por volume regularizado com 100% de garantia e a figura 5.1 representa a relação custo por Volume regularizado (VR-100) em função da cota de sangria

QUADRO 5.3 - CUSTO DE BARRAGEM X VOLUME REGULARIZADO X COTA

COTA	Qr 100%	CUSTO (M R\$)	CUSTO/VR 100
35	0,133	1 872	446,32
36	0,176	1 953	351,87
37	0,200	2 050	325,03
38	0,213	2 160	321,56
39	0,224	2 353	333,09
40	0,236	2 520	338,60

Figura 5.1 - Custo do barramento por volume regularizado 90% de garantia



Analisando a figura 5.1, observa-se que a menor relação entre o custo da barragem e o volume regularizado anualmente com 100% de garantia (VR-100) é situada com o nível do sangradouro na cota 38,00. Nesta cota a capacidade de acumulação do reservatório atingirá o máximo de $46,16 \times 10^6 \text{ m}^3$, fornecendo uma vazão regularizada de $0,213 \text{ m}^3/\text{s}$.

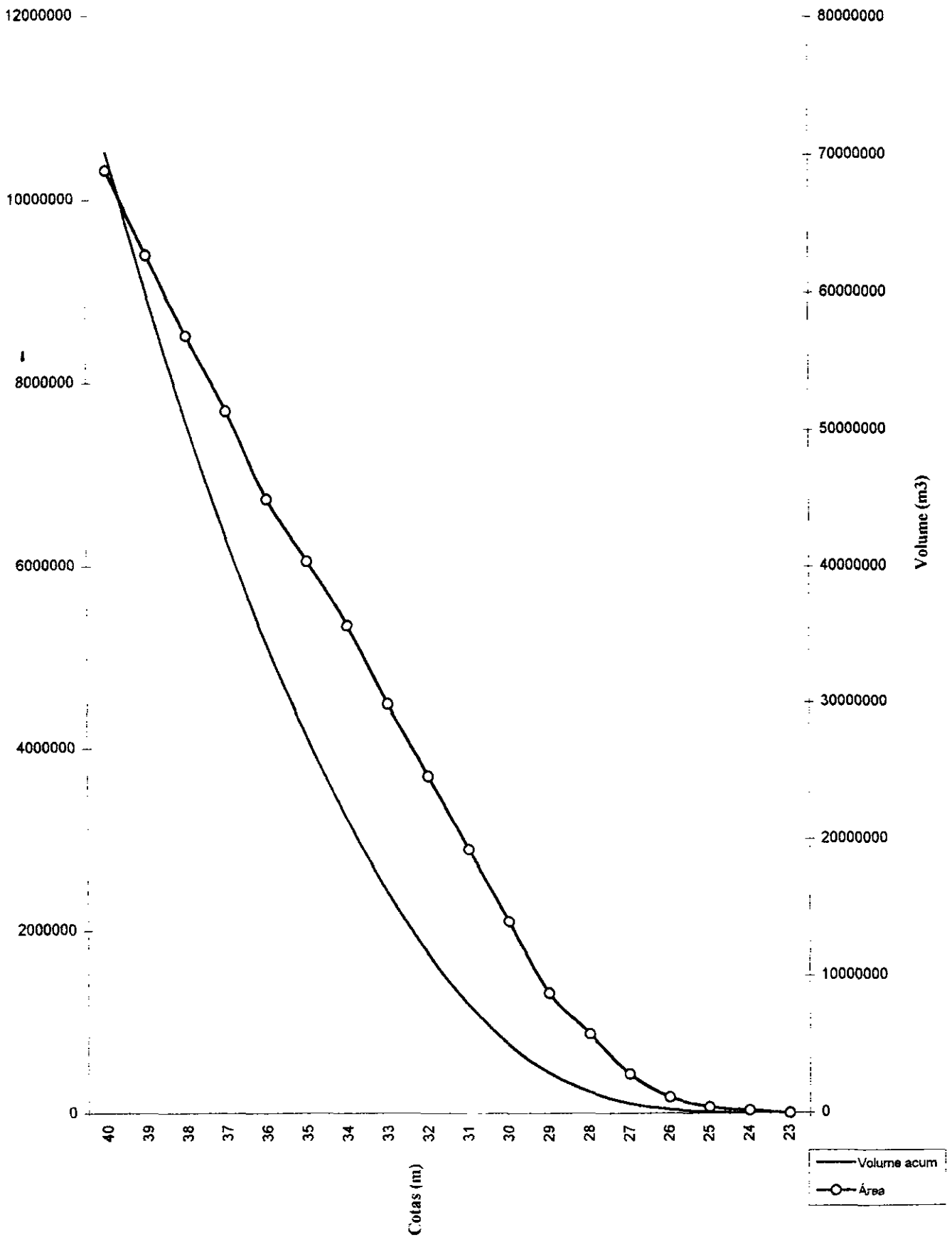
Levando-se em consideração os fatores acima, e de acordo com os dados da curva cota x área x volume apresentados no Quadro 5.4 e Figura 5.2,, definiu-se para a soleira do sangradouro a cota 38,00, a qual corresponde ao armazenamento ótimo para o reservatório

O canal do sangradouro será escavado em sua maior parte em rocha gnáissica resistente. A vazão de sangria é de 76,60 m³/s para uma lâmina máxima de 1,20 m, e esta deverá fluir sobre a superfície da rocha sem revestimento e prevê-se, baseado nas características da rocha, que não ocorrerão de imediato, processos erosivos significativos

QUADRO 5.4 - DADOS DO GRÁFICO COTA X ÁREA X VOLUME

COTA	ÁREA (m²)	VOLUME ACUM. (m³)
23	0,00	
24	31 028,86	15 514,43
25	67 465,81	64 761,77
26	178 874,99	187 932,17
27	423 218,48	488 978,90
28	865 562,69	1 133 369,49
29	1 313 899,00	2 223 100,33
30	2 097 493,90	3 928 796,78
31	2.892 553,33	6 423 820,40
32	3 695 398,69	9 717 796,41
33	4 485 979,99	13 808 485,75
34	5 353 415,57	18 728 183,53
35	6 055 332,23	24 432 557,43
36	6 731 930,91	30 826 189,00
37	7 697 512,71	38 040 910,81
38	8 512 221,08	46 145 777,70
39	9 399 333,83	55.101 555,16
40	10 325 353,55	64 963 898,85

Gráfico Cota x Área x Volume



000041

Por esta razão foi projetado apenas com um ralo cordão de fixação, ligando os pequenos muros laterais para medida de vazão

A memória de cálculo do sangradouro é apresentada no Volume IV, tomo 2 - Memória de Cálculo

Os Desenhos n^{os} 10, 11 e 12 do Volume IV, Tomo 4 - Desenhos do Projeto, mostram os detalhes do sangradouro e suas estruturas

5.4 - TOMADA D'ÁGUA

A tomada d'água, localizada na ombreira direita foi projetada na estaca 49,00 do eixo topográfico da barragem, e consta de uma caixa de entrada com grade de proteção, de uma galeria de 53 m de extensão, com tubulação de 0,80 m de diâmetro, dois registros a jusante para o controle de vazão e manutenção, e de uma bacia de dissipação a jusante

Para o posicionamento da tomada d'água foi levado em conta o local de assentamento da estrutura de concreto, posicionando-a onde a rocha apresenta-se menos profunda segundo as sondagens realizadas no eixo, e características de suporte favoráveis. No entanto, não descartamos a possibilidade de um outro posicionamento desta estrutura ao longo do eixo da barragem, visto que, quando for feita a limpeza do eixo e realizado a escavação da fundação da trincheira, teremos outras informações geotécnicas do local

Levando-se em conta as dimensões da obra e a vazão máxima necessária nos momentos de maior demanda, vazão de pico de 0,213 m³/s com 100% de garantia, definiu-se a tomada d'água do tipo galeria com conduto de 800 mm de diâmetro, permitindo um escoamento acima da vazão máxima necessária a jusante

Toda a estrutura da caixa de entrada, galeria e bacia de dissipação será construída com concreto estrutural assentado em rocha

A montante na caixa de entrada, existe uma ranhura para fechar a entrada d'água na galeria, que serve para manutenção quando for necessária

A montante da galeria há um canal de aproximação escavado na cota 28,00. A entrada da boca da galeria foi fixada na cota 29,70, o que representa um volume morto em torno de $2,5 \times 10^6 \text{ m}^3$.

A memória dos cálculos estruturais e hidráulicos da tomada d'água encontram-se no Volume IV, Tomo 2 - Memória de Cálculo.

Os detalhes da tomada d'água, são apresentados nos Desenhos de nºs 13 a 17 do Volume IV, tomo 4.

6 0 - RELAÇÃO DE DESENHOS

BARRAGEM GANGORRA
RELAÇÃO DOS DESENHOS

Desenho	01	-	Maciço - Arranjo Geral das Obras
Desenho	02	-	Maciço - Perfil Longitudinal do Boqueirão
Desenho	03	-	Maciço Secções Tipo - Detalhes
Desenho	04	-	Localização das Investigações e Amarração das Obras
Desenho	05	-	Planta de Escavação da Fundação
Desenho	06	-	Geologia/Geotecnia - Seção Geológica/Geotécnica do Boqueirão
Desenho	07	-	Localização dos Materiais de Construção (Empréstimos)
Desenho	08/1	-	Maciço - Seções Transversais 02 a 10
Desenho	08/2	-	Maciço - Seções Transversais 11 a 15
Desenho	08/3	-	Maciço - Seções Transversais 16 a 20
Desenho	08/4	-	Maciço - Seções Transversais 21 a 23
Desenho	08/5	-	Maciço - Seções Transversais 24 a 26
Desenho	08/6	-	Maciço - Seções Transversais 27 a 30
Desenho	08/7	-	Maciço - Seções Transversais 31 a 33
Desenho	08/8	-	Maciço - Seções Transversais 34 a 36
Desenho	08/9	-	Maciço - Seções Transversais 37 a 40
Desenho	08/10	-	Maciço - Seções Transversais 41 a 44
Desenho	08/11	-	Maciço - Seções Transversais 45 a 52
Desenho	09	-	Dique de Protecção - Secções Tipo e Seções Transversais
Desenho	10	-	Sangradouro - Planta Baixa e Perfil Longitudinal
Desenho	11	-	Sangradouro - Seções Transversais (escavação) Detalhe do cordão de fixação
Desenho	12	-	Sangradouro - Seção Geológica/Geotécnica
Desenho	13	-	Tomada D'água - Planta Baixa e Cortes
Desenho	13A	-	Tomada D'água - Boca de Montante e Bacia de Dissipação, Detalhe da Grade
Desenho	14	-	Tomada D'água - Seções Transversais (escavação)
Desenho	15	-	Tomada D'água - Formas
Desenho	16	-	Tomada D'água - Armadura - Boca de Montante e Galeria
Desenho	17	-	Tomada D'água - Armadura (bacia de dissipação)
Desenho	18	-	Sistema de Drenagem Superficial - Planta Baixa e Detalhes
Desenho	19	-	Bacia Hidráulica - Escala 1 10 000
Desenho	20/1	-	Bacia Hidráulica - Escala 1.5.000
Desenho	20/2	-	Bacia Hidráulica - Escala 1 5 000
Desenho	20/3	-	Bacia Hidráulica - Escala 1 5 000
Desenho	20/4	-	Bacia Hidráulica - Escala 1.5.000
Desenho	20/5	-	Bacia Hidráulica - Escala 1 5 000

1

7.0 - CRONOGRAMA DE CONSTRUÇÃO

7 0 - CRONOGRAMA DE CONSTRUÇÃO

Considerando o porte das obras envolvidas na implantação da barragem Gangorra e as condições climáticas da região, previu-se um prazo de execução de 1,0 ano, com início em março e término em fevereiro

O cronograma de execução, no qual são citados os serviços das obras com seus prazos mínimos de conclusão, bem como o período do ano apropriado para o desenvolvimento das atividades é mostrada no quadro 7 1

Tendo em vista que o período de concentração das chuvas na região são os meses de fevereiro a abril, os serviços relacionados com as obras de terraplenagem não devem ser programados com intensidade para execução neste período

QUADRO 7.1 - BARRAGEM GANGORRA: CRONOGRAMA DE CONSTRUÇÃO

SERVIÇOS	MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Instalação do Canteiro de Obras	■	■										
Mobilização de Pessoal e Equipamentos	■	■										
Desmatamento e Limpeza do Local da Barragem e Áreas de Empréstimos		■	■	■								
Escavação da Trincheira de Vedação e Fundação da Barragem				■	■	■	■					
Escavação da Tomada D'agua						■	■					
Escavação do Sangradouro						■	■	■				
Concretagem da Tomada D'agua							■	■	■			
Exploração das Áreas de Empréstimos, Jazidas e Pedreiras			■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Execução da Trincheira de Vedação e Tratamento da Fundação				■	■	■	■					
Execução do Maciço Central e Ombreiras				■	■	■	■	■	■	■	■	
Instalação dos Equipamentos da Tomada D'água											■	■
Acab e Limpeza Final das Obras e Desmobilização											■	■

000051

1

8.0 - EQUIPAMENTO MÍNIMO PARA REALIZAÇÃO DA OBRA

8 0 - EQUIPAMENTO MÍNIMO PARA REALIZAÇÃO DA OBRA

- 02 (dois) - Tratores de Esteiras com capacidade mínima de 270 HP,
- 02 (dois) - Tratores de Esteira com capacidade mínima de 140 HP,
- 02 (duas) - Pás Carregadeiras com capacidade mínima de 2 1/4 Jd3,
- 02 (duas) - Pás Carregadeira com capacidade mínima de 1 3/4 Jd3,
- 02 (dois) - Motoniveladora com potência mínima de 115 HP,
- 03 (três) - Rolos pés-de- carneiro vibratório, com capacidade mínima de 8 a 10 toneladas, impacto dinâmico,
- 22 (vinte e dois) Caminhões basculantes com capacidade mínima de 4 m³
- 03 (três) - Compactador tipo Sapo,
- 03 (três) - Trator de pneus, com capacidade mínima de 100 HP,
- 03 (três) - Grades de disco
- 06 (dois) - Caminhões tanque, com capacidade mínima de 6 000 litros,
- 04 (quatro) - Betoneiras, com capacidade mínima de 320 litros,
- 03 (três) - Vibradores de imersão, tipo agulha, variando de 35 a 500 mm de diâmetro,
- 04 (quatro) - Conjuntos Moto-bombas,
- 02 (dois) - Compressores de ar, com capacidade mínima de 500 pcm,
- 04 (quatro) - Mateletes de 24 kg
- 01 (uma) - Perfuratriz, tipo ROC-601 ou similar,
- 01 (um) - Equipamento para injeção de cimento

9.0 - INSTALAÇÃO MÍNIMA PARA O CANTEIRO DE OBRAS

9 0 - INSTALAÇÃO MÍNIMA PARA O CANTEIRO DE OBRAS

- 1 - Escritório da Administração,
- 2 - Laboratório de solo e concreto
- 3 - Depósito de cimento,
- 4 - Central de britagem,
- 5 - Oficina mecânica,
- 6 - Almoxarifado,
- 7 - Carpintaria,
- 8 - Ferraria,
- 9 - Armazém de Moldagem,
- 10 - Alojamento para pessoal de apoio,
- 11 - Eletrificação
- 12 - Escritório de supervisão