

GOVERNO DO ESTADO



**CEARÁ**

AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

**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  
BENGUÊ**

TOMO I

Relatório Geral do Projeto Executivo da Barragem

Volume 6 Síntese

AGUASOLOS

FORTALEZA- CE  
JUNHO DE 1998

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**  
**BENGUÊ**

**TOMO I**

**RELATÓRIO GERAL DO PROJETO**  
**EXECUTIVO DA BARRAGEM**

**VOLUME 6**  
**RELATÓRIO SÍNTESE**

Lote 00969 - Prep (S) Scan ( ) Index ( )  
Projeto Nº 00911011061B  
Volume 1  
Qtd A4 \_\_\_\_\_ Qtd. A3 \_\_\_\_\_  
Qtd A2 \_\_\_\_\_ Qtd A1 \_\_\_\_\_  
Qtd A0 \_\_\_\_\_ Outros \_\_\_\_\_

FORTALEZA  
JUNHO / 98



**PROJETO EXECUTIVO DA  
BARRAGEM BENGUÊ**

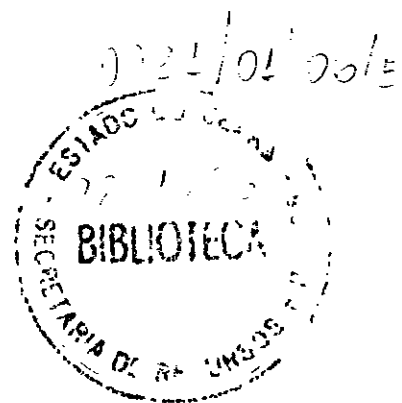
**TOMO I**

**RELATÓRIO GERAL DO PROJETO  
EXECUTIVO DA BARRAGEM**

**VOLUME 6  
RELATÓRIO SÍNTESE**

**FORTALEZA  
JUNHO/98**

000003



INDICE

000004

## ÍNDICE

<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>3</b>
<b>1 - INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO AO LOCAL DA BARRAGEM.....</b>	<b>8</b>
<b>3 - CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROJETO – FICHA TÉCNICA.....</b>	<b>11</b>
3 1 - CARACTERÍSTICAS GERAIS	12
3 2 - MACIÇO	12
3 3 - VERTEDOIRO	12
3 4 - TOMADA D'ÁGUA	13
3 5 - RESERVATÓRIO	13
<b>4 - LISTA DE DESENHOS .....</b>	<b>14</b>
<b>5 - SÍNTESE GERAL DO PROJETO .....</b>	<b>16</b>
5 1 - BARRAGEM DE TERRA	17
5 2 - VERTEDOIRO	20
5 3 - TOMADA D'ÁGUA	21
<b>6 - CRONOGRAMA DE CONSTRUÇÃO DAS OBRAS .....</b>	<b>23</b>
<b>7 - RESUMO DOS INVESTIMENTOS.....</b>	<b>26</b>
7 1 - QUADRO RESUMO DOS CUSTOS E SERVIÇOS DA OBRA	27

## APRESENTAÇÃO

## APRESENTAÇÃO

A documentação aqui apresentada compreende o Relatório Final do Projeto Executivo da Barragem Benguê, desenvolvido nos Termos do Contrato nº 021/97/PROURB/CE/COGERH, firmado entre a AGUASOLOS - Consultora de Engenharia Ltda e a SRH - Secretaria de Recursos Hídricos

O Projeto do Açude BENGUÊ faz parte de um Plano do Governo do Estado do Ceará, 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 BENGUÊ, com uma capacidade armazenável de 19.56 hm<sup>3</sup>, é um dos açudes escolhidos dentro do elenco de quarenta unidades previstas pelo referido Plano Estadual, devendo ter como função primordial o abastecimento de água da cidade de AIUABA e perenização do riacho Umbuzeiro para fins de irrigação

O projeto do Açude BENGUÊ compreende os seguintes estudos

- Projeto Executivo da Barragem,
- Projeto Executivo da Adutora de AIUABA,
- 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 - Quantitativos e Orçamentos,
- Volume 3 - Memória de Cálculo,
- Volume 4 - Especificações Técnicas,
- Volume 5 - Plantas,
- Volume 6 - Relatório Síntese.**

*Tomo II - Relatório dos Estudos Básicos,*

- Volume 1 - Estudos Topográficos,
- Volume 2 - Estudos Geológicos e Geotécnicos,
- Volume 3 - Estudos Hidrológicos

Tomo III - Relatório do Plano de Aproveitamento do Reservatório.

Volume 1 - Estudos Básicos.

Volume 2 - Relatório Geral

Tomo IV - Relatório dos Estudos Básicos da Adutora

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 do Projeto Executivo da Adutora.

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



## 1 - INTRODUÇÃO

## 1 - INTRODUÇÃO

O presente relatório referente ao Projeto Executivo da Barragem Benguê foi elaborado em decorrência do Contrato firmado entre a Secretaria dos Recursos Hídricos - SOHIDRA e a Aguasolos - Consultora de Engenharia Ltda

A obra em questão debara barrar o riacho Umbuzeiro no extremo sul do Estado do Ceará no município de Aiuaba, possibilitando a criação de um reservatório com  $19.56 \times 10^6 \text{ m}^3$ , constituindo-se uma fonte de recursos hídricos para o abastecimento da localidade de Aiuaba e irrigação do vale a jusante

A barragem compreenderá um conjunto de obras, constituídas essencialmente por

- Maciço de terra homogênea com filtro vertical e horizontal, com trincheira de vedação sobre o substrato rochoso no trecho entre as estacas 22 + 0.00 e 37 + 0.00
- Sangradouro localizado na ombreira direita sobre rochas gnaissicas, com 150.00 metros de largura, com canal escavado a cota 446.00 e soleira Creager à cota 448.50
- Tomada d'água localizada na ombreira esquerda, estaca 26 + 5 00 sendo constituída de uma caixa de entrada, galeria e uma bacia de dissipação contendo um registro e uma valvula borboleta para controle da vazão

O presente relatório apresenta as informações e os resultados diretamente associados ao Projeto Executivo, visando a implantação e o aproveitamento da Barragem Benguê

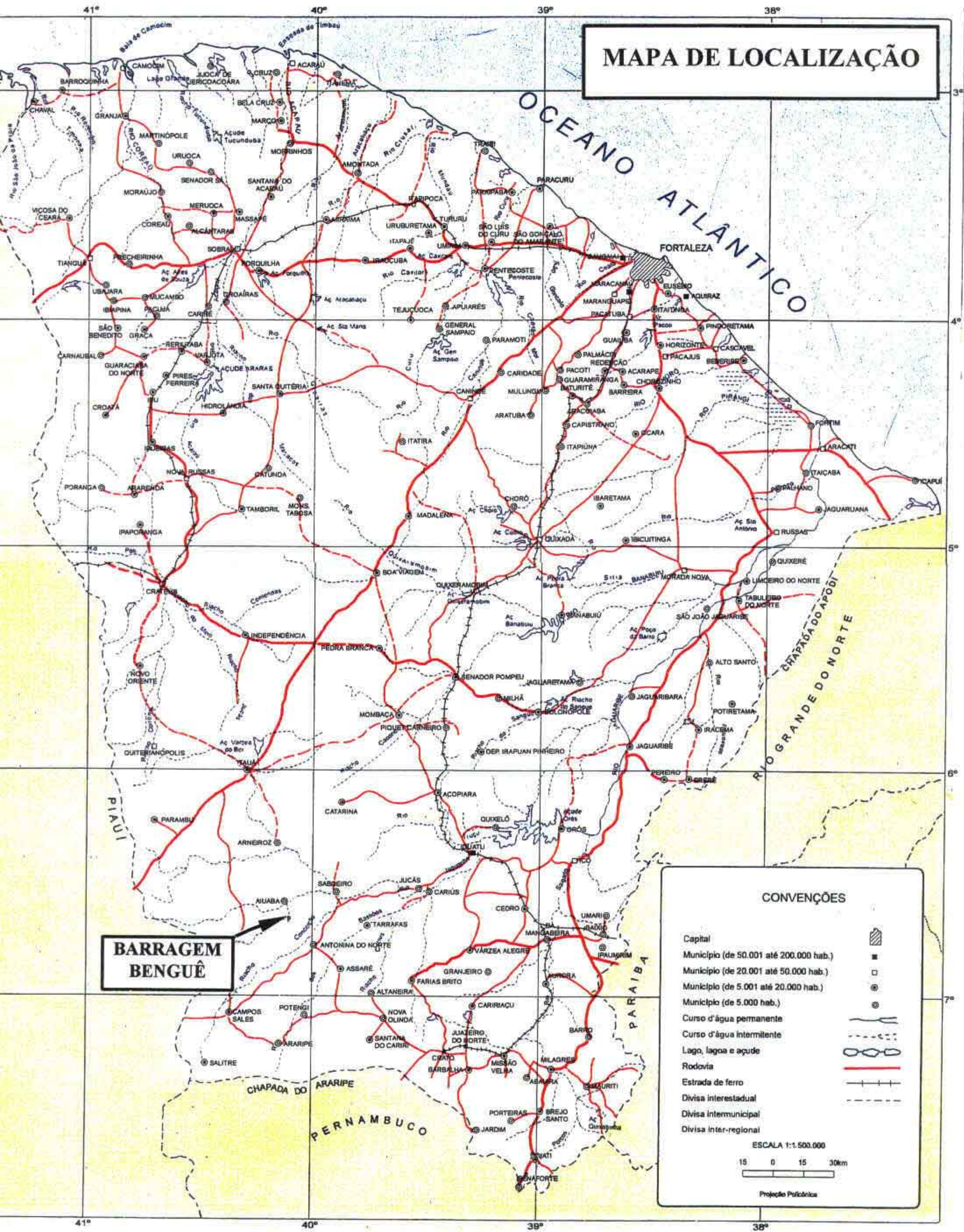
Apresenta-se uma ficha técnica, onde são apresentadas as características principais do empreendimento, incluindo áreas, cotas, volumes e parâmetros geométricos associados a cada um dos elementos constituintes do projeto

Em seguida é apresentada uma síntese descritiva do Projeto Executivo da barragem, onde são apresentadas 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 obra situa-se na localidade de Agua Branca a aproximadamente 4.0 km da sede do Município de Aiuba. O acesso a cidade de Aiuba, partindo-se de Fortaleza e feito através da BR-116 até o Município de Ico. Deste segue-se pela CE-084 até o Município de Iguatu. O trajeto até esta cidade pode ser feito também pela CE-013 até Quixada e CE-021 até Iguatu. A partir desta, segue-se até a cidade de Antonina do Norte pela CE-184, tomando-se daí, 42 km de estrada carroçável até o Município de Aiuba. Apresenta-se a seguir o Mapa de Localização da Barragem Benguê (Ver figura a seguir)



### **3 - CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROJETO – FICHA TÉCNICA**

### 3 - CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROJETO – FICHA TÉCNICA

#### 3.1 - CARACTERÍSTICAS GERAIS

Localização	Aiuaba-Ce
Sistema	Jaguaribe
Rio Barrado	Umbuzeiro
Area da bacia hidráulica	347.927 ha
Area da bacia hidrográfica	1 062.30 km <sup>2</sup>
Vazão regularizada f=90%	0,199 m <sup>3</sup> /s
Precipitação média anual	577,0 mm
Nível d'água máximo	450,20 m

#### 3.2 - MACIÇO

Tipo	Aterro homogêneo
Cota do coroamento	452,00
Altura máxima	23,61 m
Largura do coroamento	6,00 m
Largura máxima na base	100,00 m
Volume de material	195 747,10 m <sup>3</sup>
Taludes	
Montante	Talude 2 (H) 1 (V), cota 452,00 ate a cota 443,00. Talude 2,5 (H) 1 (V), cota 443,00 ate o terreno natural
Jusante	Talude 2 (H) 1 (V), a partir do coroamento da barragem, cota 452,00 ate a cota 440,00. Desta cota ate a 434,00, com um enrocamento de pé embutido no maciço da barragem, com berma de 4,00 metros e talude 1,5 (H) 1 (V)

#### 3.3 - VERTEDOURO

Tipo	Perfil Creager
Cota da soleira	448,50
Largura maxima	150,00 m
Vazão efluente (TR = 1 000 anos)	1 020,44 m <sup>3</sup> /s
Vazão efluente (TR = 10 000 anos)	1 343,79 m <sup>3</sup> /s
Vazão afluente (TR = 1 000 anos)	1 085,00 m <sup>3</sup> /s
Vazão afluente (TR = 10 000 anos)	1 395,00 m <sup>3</sup> /s
Lâmina de sangria	2,14 m
Volume de corte	47 690,80 m <sup>3</sup>

### 3.4 - TOMADA D'ÁGUA

Tipo	Galeria
Cota do porão	438.00
Diâmetro do tubo	500 mm
Comprimento da tubulação	83.50 m
Estaca	26+5.00
Ângulo em relação ao eixo	67.84°
Vazão regularizada	0.199 m <sup>3</sup> /s

### 3.5 - RESERVATÓRIO

Volume de acumulação	19 560 000 m <sup>3</sup>
Volume morto	1 305 613 m <sup>3</sup>
Nível mínimo operacional	438.288
Cota do N A máximo operacional	448.50



#### 4 - LISTA DE DESENHOS

## 4 - LISTA DE DESENHOS

### BARRAGEM BENGUÊ

- 01/18 – PLANTA GERAL DA BACIA HIDRAULICA
- 02/18 – PLANTA E PEFIL GEOLOGICO/GEOTECNICO DA BARRAGEM E SANGRADOURO
- 03/18 – LOCALIZAÇÃO E ACESSO DAS OCORRÊNCIAS
- 04/18 – ARANJO GERAL DA BARRAGEM
- 05/18 – SEÇÕES-TIPO MACIÇO DA BARRAGEM
- 06/18 – SEÇÕES TRANSVERSAIS DIQUE - EST 10 A 13 E MACIÇO DA BARRAGEM - EST 16 A 23
- 07/18 – SEÇÕES TRANSVERSAIS MACIÇO DA BARRAGEM – EST 24 A 30
- 08/18 – SEÇÕES TRANSVERSAIS MACIÇO DA BARRAGEM – EST 31 A 39
- 09/18 – PLANTA DE ESCAVAÇÃO PERFIL LONGITUDINAL E CORTES DA TOMADA D AGUA
- 10/18 – CORTES E DETALHES DA TOMADA D AGUA
- 11/18 – TOMADA D AGUA - FÔRMAS
- 12/18 – TOMADA D AGUA - ARMADURA
- 13/18 – PLANO DE ESCAVAÇÃO DO VERTEDOURO
- 14/18 – PERFIL CREAGER
- 15/18 – BACIA HIDRAULICA – ARTICULADA 01
- 16/18 – BACIA HIDRAULICA – ARTICULADA 02
- 17/18 – BACIA HIDRAULICA – ARTICULADA 03
- 18/18 – BACIA HIDRAULICA – ARTICULADA 04

## 5 - SÍNTESE GERAL DO PROJETO

L-969 F-20

**CARACTERÍSTICAS DA BARRAGEM**

**MACIÇO**

TIPO: MACIÇO HOMOGENEO  
 ALTURA: 25,61 m  
 VOLUME: 185.707,10 m<sup>3</sup>  
 COTA DO CORDOEME: 432,00

**SANGRADOURO**

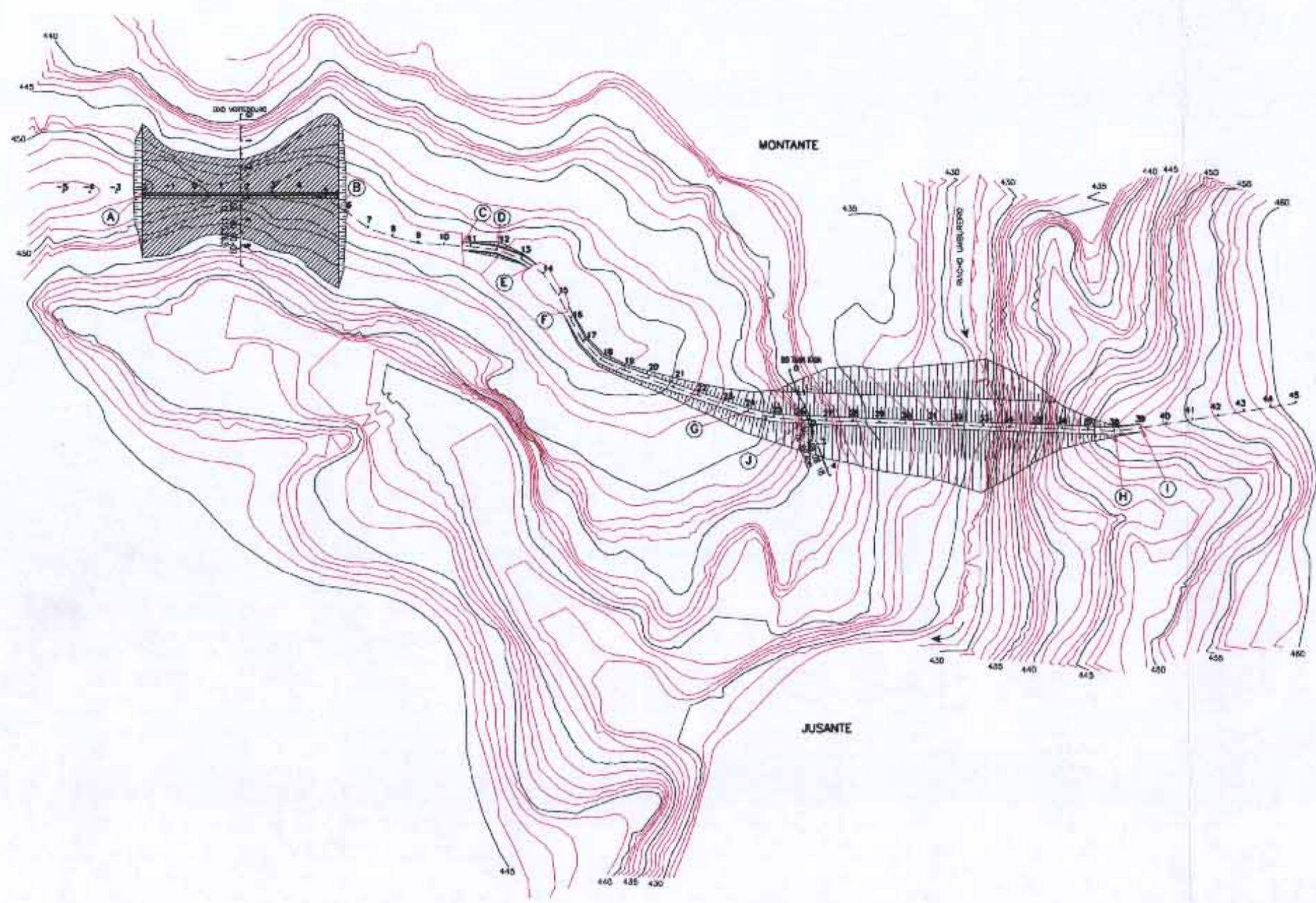
TIPO: PORTA CRANER  
 LARGURA: 100,00  
 COTA DA SOLEIRA: 448,00  
 LARGURA DE SAÍDA: 2,14m - 1.000s.

**TOMADA D'ÁGUA**

TIPO: GALERIA  
 EXTENSÃO: 83,50m  
 DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO: 500 mm  
 COTA DO EIXO: 438,00

**HIDRÁULICA**

VOLUME ACUMULADO: 18.560.000,00 m<sup>3</sup>  
 VAZÃO REGULADA: 0,199 m<sup>3</sup>/s  
 VOLUME MORTO: 1.305.813,00 m<sup>3</sup>  
 NÍVEL MÍNIMO OPERACIONAL: 438,20



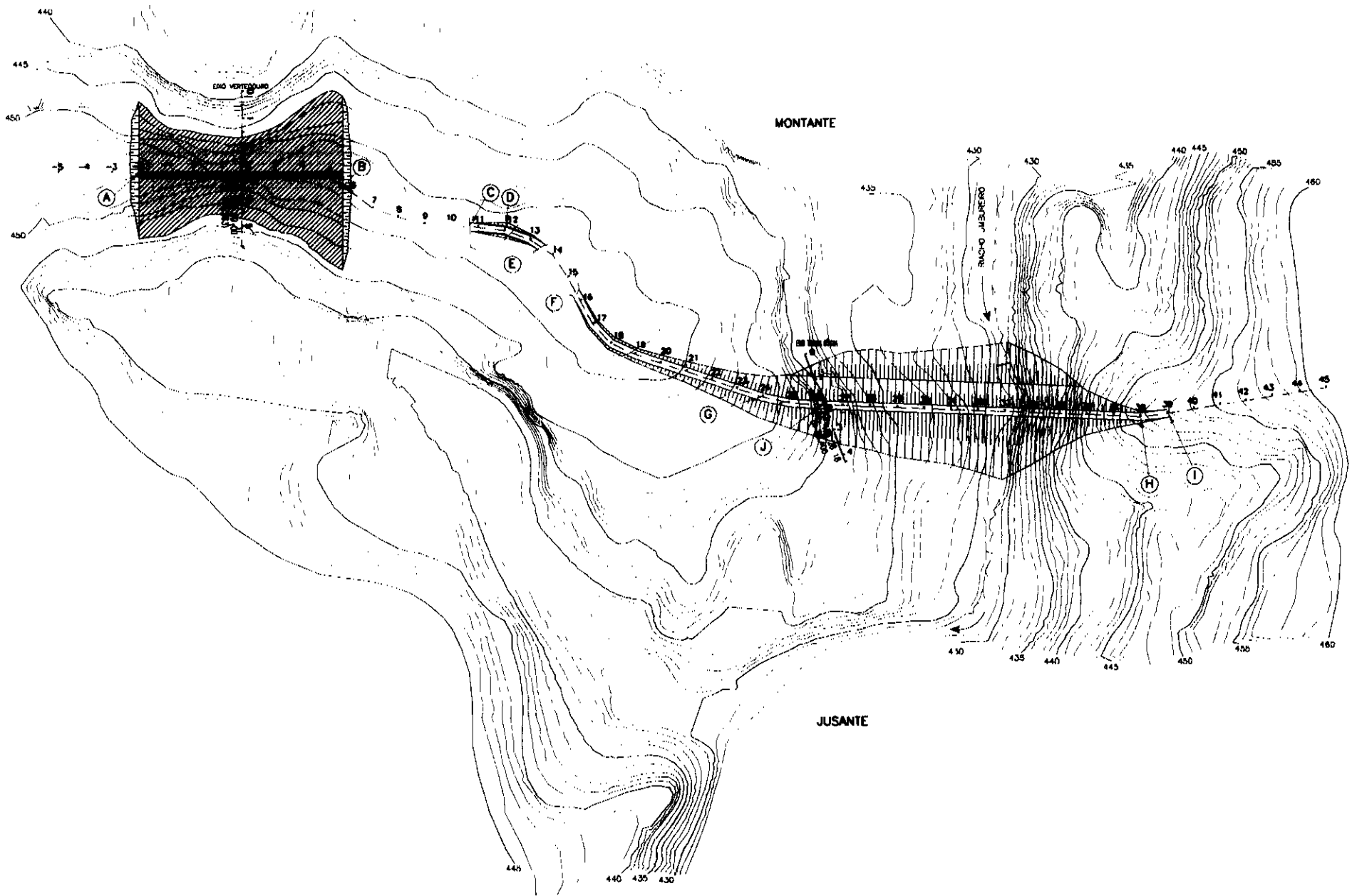
**ARRANJO GERAL DA BARRAGEM**  
 ESC. 1:4000

LOCAÇÃO DAS OBRAS			
PONTO	OBRA	ESTACA	OBSERVAÇÕES
A	VERTIGUARO	-2+0,00	LIMITE DIREITO
B	VERTIGUARO	8+10,00	LIMITE ESQUERDO
C	DIQUE AUXILIAR	10+15,75	LIMITE DIREITO
D	DIQUE AUXILIAR	13+8,75	LIMITE ESQUERDO
E	DIQUE AUXILIAR	12+0,00	INFLXÃO DE 168°
F	BARRAGEM PRINCIPAL	15+7,10	CAMBEIRA DIREITA
G	BARRAGEM PRINCIPAL	24+0,00	INFLXÃO DE 174°
H	BARRAGEM PRINCIPAL	38+0,00	INFLXÃO DE 171°
I	BARRAGEM PRINCIPAL	38+0,00	CAMBEIRA ESQUERDA
J	TOMADA D'ÁGUA	36+5,00	ESCORVIDADE DE 87°

000020

LEGENDA:	NOTAS: INSTRUMENTO E COTAÇÃO EM METROS MÉTRICO DA ACTIVA	DESENHOS DE REFERÊNCIA:	REVISÕES			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 BARRAGEM BENCUE LOCALIDADE DE AJABA ARRANJO GERAL DA BARRAGEM AGUASOLIS CONSULTORIA DE ENGENHARIA LTDA
			Nº	NATUREZA DA REVISÃO	DATA	

CARACTERÍSTICAS DA BARRAGEM	
<b>MACIÇO</b>	
TIPO: MACIÇO HOMOGÊNIO	
ALTURA: 25,81 m	
VOLUME: 185.707,10 m <sup>3</sup>	
COTA DO CORNAMENTO: 452,00	
<b>SANGRADOURO</b>	
TIPO: TIPO B (BARRAGEM)	
LARGURA: 150,00	
COTA DA SOLTEIRA: 448,50	
LARGURA DE SANGRIA: 1,14 m	1.000
<b>TOMADA D'ÁGUA</b>	
TIPO: GALERIA	
EXTENSÃO: 83,50m	
DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO: 500 mm	
COTA DO LIXO: 438,00	
<b>HIDRÁULICA</b>	
VOLUME ACUMULADO: 19.560.000,00 m <sup>3</sup>	
VAZÃO REGULADA: 0,199 m <sup>3</sup> /s	
VOLUME MORTO: 1.505.615,00 m <sup>3</sup>	
NÍVEL MÍNIMO OPERACIONAL: 438,29	



LOCAÇÃO DAS OBRAS			
PONTO	OBRA	ESTACA	OBSERVAÇÕES
A	VERTICEDURO	-2+0,00	LIMITE DIREITO
B	VERTICEDURO	5+10,00	LIMITE ESQUERDO
C	DIQUE AUXILIAR	10+15,75	LIMITE DIREITO
D	DIQUE AUXILIAR	13+8,75	LIMITE ESQUERDO
E	DIQUE AUXILIAR	12+0,00	INFLIXÃO DE 180°
F	BARRAGEM PRINCIPAL	15+7,10	OMBREIRA DIREITA
G	BARRAGEM PRINCIPAL	24+0,00	INFLIXÃO DE 174°
H	BARRAGEM PRINCIPAL	48+0,00	INFLIXÃO DE 171°
I	BARRAGEM PRINCIPAL	78+0,00	OMBREIRA ESQUERDA
J	TOMADA D'ÁGUA	78+5,00	INCLINAÇÃO DE 67°

**ARRANJO GERAL DA BARRAGEM**  
ESC. 1/4000

000020

ECONOMIA	NOTAS DIMENSÕES EM METROS NÍVEL EM METER	DESENHOS DE REFERÊNCIA	REVISÕES		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
			Nº	NATUREZA DA REVISÃO	
					PROJETO BARRAGEM BENGUE LOCALIDADE DE AJUBÁ <b>ARRANJO GERAL DA BARRAGEM</b> ALIA CONSULTORIA DE ENGENHARIA LTDA

## 5 - SÍNTESE GERAL DO PROJETO

O projeto da Barragem Benguê, em função das condições geológicas e geotécnicas locais, apresenta situações convencionais dentro dos padrões técnicos de obras que normalmente se tem desenvolvido na região Nordeste

O "lay-out" espacial das obras está apresentado, de forma reduzida, na planta 04/18, enquanto o detalhamento de todos os elementos técnicos constituintes do projeto pode ser melhor visualizado no volume 5 do Relatório Geral - Plantas

As características das obras definidas nesta etapa de projeto são as seguintes

### 5.1 - BARRAGEM DE TERRA

O maciço compactado da barragem foi projetado dentro dos seguintes critérios básicos

- a) Balanceamento dos materiais de construção disponíveis no local.
- b) Estabilidade em relação a qualquer tipo de solicitação que possa ocorrer durante o processo construtivo e de operação.
- c) Cota da crista compatível com os resultados dos estudos hidrológicos/hidráulicos, ou seja 452,00

O material de construção básico para a execução das obras de terra é uma areia silto-argilosa com pedregulho fino, classificada como SM, com boas condições de exporação e características de trabalhabilidade satisfatórias

As fundações da barragem consideram a remoção dos solos superficiais promovendo a regularização da superfície de assentamento do maciço

Na ombreira direita, no trecho entre as estacas 10+0,00 e 13+0,00, será construído um pequeno dique, e as escavações nesta área deverão ter espessura de 0,50 m ou rocha sã e/ou alterada

Ainda na ombreira direita, entre as estacas 13+0,00 e 16+0,00, será efetuada apenas uma limpeza superficial para locação do eixo pois trata-se de um trecho situado acima da cota de coroamento (452,00)

Da estaca 16+0.00 à estaca 37+0.00, a seção-tipo final consta de uma barragem de terra homogênea, com filtro horizontal e vertical com espessura de 1,00 m, enrocamento tipo "rip-rap" a montante com  $D_{max} = 0,50m$ , transição de montante com  $D_{max} = 0,30m$ , enrocamento de jusante com  $D_{max} = 0,30m$  da cota de coroamento (452,00) até o dreno de pé a jusante tipo "rock-fill", sobre o topo rochoso

Estas estruturas serão assentadas sobre uma fundação escavada a uma profundidade mínima de 1,50 m e/ou  $SPT \geq 7$ , exceto quando a superfície rochosa apresentar profundidades inferiores a especificada. Este tipo de escavação deverá ser empregado no trecho entre as estacas 27 + 0,00 e 34 + 10,00 e entre os off-sets de montante e jusante. Neste trecho será escavado uma trincheira de vedação que deverá ser aprofundada até o topo rochoso.

Ainda dentro da seção-tipo, como detalhe técnico, podemos citar a trincheira de vedação prolongada em profundidade por uma cortina de injeções exploratórias.

O sistema de drenagem interna é constituído de um filtro vertical e um tapete drenante horizontal instalado no contato do maciço de jusante com sua fundação.

O filtro vertical controla as eventuais percolações que venham a ocorrer no maciço, impedindo que o fluxo venha a saturar o maciço e aflorar no talude de jusante. O topo do filtro vertical foi fixado na cota 448,50, compatível com o nível máximo do reservatório, de maneira a captar eventuais percolações que normalmente se formam nas cotas mais altas dos maciços.

Durante a construção, o filtro vertical auxilia na dissipação das pressões neutras construtivas. Foi dimensionado com largura de 1,00 m, em areia compactada em camadas de 0,50 m, mais sob o aspecto de facilidade construtiva que pelo aspecto quantitativo.

O tapete drenante horizontal, constituído de uma camada de areia compactada com 1,00 m de espessura, dá continuidade ao filtro vertical, coletando as águas de infiltração provenientes da fundação e as conduz para fora da área da barragem através do dreno de pé (cota 434,00 a 440,00). A partir da elevação 444,00 em direção à cota 448,50, o filtro horizontal é caracterizado como dreno cego, de comprimento variável, em direção ao talude de jusante.

O gradiente hidráulico, no sentido longitudinal e da ordem de 1.000 vezes maior que no sentido transversal, logo o fluxo se dará preferencialmente no sentido

longitudinal, com a saída pelas seções mais inferiores, onde existe o coletor final - enrocamento de pe

Na escolha dos taludes levou-se em consideração as características da fundação da barragem, além de outros elementos, como o material argiloso disponível para a construção do maciço (tipo SM da Classificação Unificada de Solos) e a altura da barragem em 23.61 m

- Montante Talude de 2 (H) 1 (V), a partir da cota 452.00m até a cota 443,00m,  
Talude de 2,5 (H) 1 (V), a partir da cota 443.00m até o terreno natural (428,39 m)
- Jusante Talude de 2 (H) 1 (V), a partir do coroamento da barragem, cota 452.00m até a cota 440.00m, com um enrocamento de pe da cota 434,00m à cota 440.00m (variável), embutido no maciço, com talude 1,5(H) 1(V)

A largura adotada para a crista do maciço é de 6,00 metros para toda a barragem, com inclinação de 2% para montante, facilitando a drenagem superficial com escoamento das águas para montante. Foi projetada uma camada de 0,20 m constituída por cascalho fino, com função de acabamento e proteção do maciço

Na região das ombreiras, o modelo utilizado segue o mesmo critério da seção-tipo do leito do rio, exceto no trecho entre as estacas 16+0,00 a 21+0,00 e 37+0,00 a 39+0,00, onde verificou-se uma cota de escavação superior à cota 448,50, não necessitando a execução do filtro vertical e do dreno horizontal. Nos locais onde a escavação não ultrapassou a 0,50m de profundidade, a seção será totalmente assentada sobre rocha alterada e/ou sã, não existindo trincheira de vedação

O trecho entre as estacas 13+0,00 e 16+0,00 apresentou cota do terreno natural acima da cota do coroamento (452,00), devendo ser executada apenas um desmatamento parcial para a locação do eixo

## 5.2 - VERTEDOURO

Na definição do sangradouro, foram considerados os dados relativos aos estudos hidrológicos (ver quadro das características hidráulicas a seguir), as condições geotécnicas e geométricas da ombreira, e do volume de rocha a ser escavado na sua implantação



O vertedouro está localizado na ombreira direita, em uma sela topográfica entre as estacas -2+0.00 e 6+0.00, tendo sua forma em perfil Creager com soleira a cota 448.50, com largura de 150.00 metros, permitindo na cota máxima uma vazão para um período de retorno de 1 000 anos, de 1 020.44 m<sup>3</sup>

O vertedouro escolhido foi do tipo perfil Creager por oferecer garantia do tipo do fluxo d'água para a vazão prevista, com uma lâmina máxima de sangria em torno de 2.14 m. Geometricamente, a área mostrou-se extremamente favorável, permitindo que o volume escavado em material de 3ª categoria fosse maior que o previsto para as obras. O produto da escavação será utilizado para a construção dos enrocamentos de montante e jusante, bem como para agregados nas obras de concreto, por se tratar de rocha sã, pouco alterada, propícia para tais fins.

A vazão de sangria deverá fluir sobre rocha gnáissica sã, que confere ao conjunto do sangradouro uma estrutura sólida sem riscos de erosão.

A jusante do sangradouro existe um canal de fuga natural que irá direcionar as águas para fora da área da barragem. Neste canal existem vários afloramentos de rocha gnáissica sã, com pequeno grau de fraturamento, que servirão de dissipador de energias, diminuindo os efeitos erosivos na calha e encostas do canal, evitando que o fluxo retorne ao leito do rio com velocidades que possibilitem a erosão do pacote aluvionar.

### QUADRO DAS CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS

COTA DA SOLEIRA	TR (ANOS)	LARGURA SANGRADOURO (m)	VAZÃO AFLUENTE (m <sup>3</sup> /s)	VAZÃO EFLUENTE (m <sup>3</sup> /s)	LÂMINA MÁXIMA DE SANGRIA (m)
448.50	1 000	150.00	1 085.00	1 020.44	2.14
	10 000		1 395.00	1 343.79	2.57

### 5.3 - TOMADA D'ÁGUA

A tomada d'água foi projetada para dar fluxo a uma vazão capaz de atender as necessidades hídricas para irrigar as manchas de aluvião a jusante do barramento.

A mesma foi locada em relação ao eixo da barragem com uma inflexão de 67,84°, a estaca 26+5.00, com a finalidade de minimizar as escavações para implantação da estrutura, bem como reduzir o volume de concreto de regularização.

Sera formada por estrutura de captação, uma tubulação de ferro fundido envolvida em concreto armado, com diâmetro de 500 mm e registros para controle de saída, uma bacia de dissipação e um canal de fuga. Ela sera esconsa ao eixo com ângulo de inflexão de  $67.84^\circ$ . Seu comprimento sera aproximadamente 83.50 m.

A montante da tubulação haverá uma grade de proteção, enquanto que a jusante foi prevista uma válvula tipo borboleta para funcionar como valvula de guarda e um registro de gaveta na sua extremidade.

## 6 - CRONOGRAMA DE CONSTRUÇÃO DAS OBRAS

## 6 - CRONOGRAMA DE CONSTRUÇÃO DAS OBRAS

Previu-se de acordo com as dimensões das obras da Barragem Benguê e com as características climáticas da região, um prazo de 9 meses para a conclusão das obras, em que deverá ser observada a sequência de execução dos serviços a fim de se obter um máximo aproveitamento do tempo e uma eficiência completa no andamento das obras

Considerou-se na concepção do cronograma de construção que as obras de terraplenagem têm seu andamento prejudicado no período chuvoso do ano, devendo portanto ser executadas no período de estiagem, ao passo que os trabalhos de concretagem poderão ser desenvolvidos em qualquer período do ano

Assim sendo, o ideal é que a obra se inicie no final do período chuvoso, por volta do mês de maio ou junho e se prolongará até os meses de dezembro ou janeiro, quando se inicia uma nova época de precipitações pluviométricas

Alem de implantação do canteiro de obras e abertura dos caminhos de serviços, serão realizados os seguintes serviços

- Limpeza geral da área de implantação das obras.
- Implantação dos sistemas de esgotamento do nível freático para escavação das trincheiras no trecho do leito do rio.
- Escavação das trincheiras drenantes e de vedação.
- Início das escavações do sangradouro,
- Escavação da tomada d'água,
- Escavação da trincheira de vedação, 'cut off', nas ombreiras.
- Injeção de cimento no trecho das obras de terra e tomada d'água.
- Concretagem do conduto forçado, caixa de entrada e bacia de dissipação.
- Beneficiamento das rochas das escavações para se obter os materiais de transição,
- Execução das trincheiras drenantes e da trincheira de vedação até o nível do rio,
- Proteção das trincheiras, com uma camada de material de bota-fora, para enfrentar o período de cheia do rio,
- Desativação dos sistemas de esgotamento.
- Retirada do material de proteção das trincheiras.
- Beneficiamento dos materiais de transição do maciço,
- Conclusão dos serviços de injeção de cimento,
- Execução do maciço, no trecho do leito do rio e ombreiras.
- Escavação final do sangradouro

O cronograma de construção, em que são citados os serviços das obras com seus prazos mínimos de execução bem como o período do ano apropriado para desenvolvimento das atividades, é mostrado, no Quadro 6.1 a seguir

**QUADRO 6.1**

ITEM	ATIVIDADES	CRONOGRAMA FÍSICO								
		MESES								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Instalação do Canteiro de Obras	■								
2	Manutenção do Canteiro de Obras, Estrada de Acesso e Caminhos de Serviço		■	■	■	■	■	■	■	■
3	Mobilização do Equipamento	■	■							
4	Construção da Estrada de Acesso e Caminhos de Serviço	■	■	■						
5	Limpeza do Local da Barragem e Empréstimo		■	■	■					
6	Escavação e Tratamento da Fundação da Barragem		■	■	■					
7	Limpeza e Escavação da Tomada D'Água				■	■				
8	Limpeza e Escavação do Sangradouro				■	■	■			
9	Concretagem da Tomada D'Água				■	■	■	■	■	■
10	Execução do Maciço da Barragem Principal			■	■	■	■	■	■	■
11	Aquisição e Instalação do Equipamento Hidromecânico								■	■
12	Desmatamento Racional da Bacia Hidráulica								■	■
13	Acabamento e Limpeza da Obra									■

## 7 - RESUMO DOS INVESTIMENTOS

## 7 - RESUMO DOS INVESTIMENTOS

Os quantitativos e o orçamentos do projeto executivo da Barragem Bengué, são apresentados a seguir, em forma de planilhas, onde são mostrados os quantitativos, os preços unitarios e os preços globais dos diversos itens de construção

Todos os volumes indicados nas planilhas foram medidos nas seções, para os materiais lançados e compactados, e no corte para os volumes escavados

Os preços unitários utilizados são originarios de uma Tabela de Preços e Serviços fornecida pela SRH - Secretaria de Recursos Hidricos, acrescentado um BDI de 30%

### 7.1 - QUADRO RESUMO DOS CUSTOS E SERVIÇOS DA OBRA

**QUADRO 1 - RESUMO DOS CUSTOS E SERVIÇOS DA OBRA**

ITEM	DISCRIMINACAO DOS SERVICOS	TOTAIS (R\$)
1	ADMINISTRAÇÃO E FISCALIZAÇÃO	76 920,00
2	TRABALHOS PREPARATÓRIOS	444 310,96
3	BARRAGENS PRINCIPAL E AUXILIARES ( A. B. C )	1 285 439,39
4	SANGRADOURO	602 913,68
5	MUROS DE CONTENÇÃO	8 322,13
6	INJEÇÕES DE IMPERMEABILIZAÇÃO	79 560,00
7	TOMADA D'AGUA	230 243,28
	<b>Total Geral</b>	<b>2.727.709,44</b>