

GOVERNO DO ESTADO



CEARÁ

AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

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

PROJETO EXECUTIVO E PLANO DE APROVEITAMENTO
DA BARRAGEM FAÉ E PROJETO EXECUTIVO
DA ADUTORA DE QUIXELÔ

PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM FAÉ

TOMO IV - RELATÓRIO GERAL DO PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM

VOLUME 6 - RELATÓRIO DE SÍNTESE

VBA

CONSULTORES

FORTALEZA
AGOSTO DE 1999

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 E PLANO DE APROVEITAMENTO DA BARRAGEM FAÉ E PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE QUIXELÔ

BARRAGEM

PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM FAÉ

TOMO IV

RELATÓRIO GERAL DO PROJETO
EXECUTIVO DA BARRAGEM

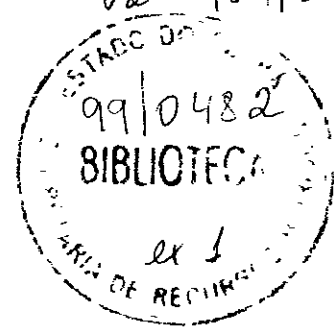
VOLUME 6

RELATÓRIO DE SÍNTESE



Lote: 02580 - ~~Proj~~ (X) ~~Scan~~ (X) Index ()
Projeto N° 02431041061B
Volume _____ = FORTALEZA
Qtd A4 31 Qtd A3 _____
Qtd A2 2 Qtd A1 _____ = AGOSTO/99
Qtd A0 _____ Outros _____

0243/04/06/B



APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

Este conjunto de documentos se constitui no Relatório Final do Projeto Executivo e Plano de Aproveitamento da Barragem Faé e da Adutora de Quixelô, desenvolvido no âmbito do contrato nº 34/97/PROURB/CE, firmado entre a VBA CONSULTORES, e SRH – SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

O Projeto do Açude Faé se insere no contexto do PROURB/CE - PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO, que se encontra em fase de implementação pelo Governo do Estado do Ceará, em parceria com o Banco Mundial

O PROURB é constituído por dois segmentos básicos

- de ações no setor de urbanismo, com a implantação de projetos Habitar, em municípios selecionados, para população de baixa renda,
- de ações no setor hídrico, com a implantação de açudes e adutoras associadas para abastecimento d'água de populações urbanas, dentro de uma adequada Política de Recursos Hídricos para o Ceará

O Açude Faé, com 23,37 hm³, é um dos açudes escolhidos dentro do elenco de quarenta unidades previstas no PROURB, devendo ter como função primordial o abastecimento da cidade de Quixelô e a perenização do Riacho Faé

O Projeto do Açude Faé compreende, de fato, os seguintes estudos.

- Projeto Executivo da Barragem,
- Projeto Executivo da Adutora de Quixelô;
- Plano de Aproveitamento do Açude, com identificação dos usos programados para o reservatório, em especial a irrigação de áreas propícias e a piscicultura, incluindo a avaliação econômica dos empreendimentos

No global, este Relatório Final está composto dos seguintes documentos

Tomo I Relatório dos Estudos Preliminares

Tomo II Relatório dos Estudos Básicos

- Volume 1 Estudos Topográficos
- Volume 2 Estudos Geológico-geotécnicos
- Volume 3 Estudos Hidrológicos

Tomo III Relatório de Concepção Geral

Tomo IV 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 - Relatório de Síntese

Tomo V Relatório do Plano de Aproveitamento do Reservatório

Tomo VI Relatório da Análise Econômica

Tomo VII Relatório do Projeto Executivo da Adutora

- Volume 1 - Descrição Geral do Projeto
- Volume 2 - Memorial de Cálculo
- Volume 3 - Quantitativos e Especificações Técnicas
- Volume 4 - Orçamento
- Volume 5 - Plantas

O Relatório Geral do Projeto Executivo da Barragem constitui o Tomo IV, no qual se insere o Volume 6 – Relatório de Síntese. Este Volume apresenta uma síntese das informações constantes nos demais relatórios do Tomo IV e uma descrição sumária do projeto

ÍNDICE

000006

ÍNDICE

	página
APRESENTAÇÃO.....	2
1 - INTRODUÇÃO	7
2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO.....	9
3 - CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROJETO.....	12
3 1 - FICHA TÉCNICA	12
3 1 1 - <i>Características Gerais</i>	<i>12</i>
3 1 2 - <i>Barragem</i>	<i>12</i>
3 1 3 - <i>Vertedouro</i>	<i>13</i>
3 1 4 - <i>Tomada d'Água</i>	<i>13</i>
3 2 - DESCRIÇÃO DO PROJETO	13
3 2 1 - <i>Barragem</i>	<i>13</i>
3 2 2 - <i>Vertedouro</i>	<i>18</i>
3 2 3 - <i>Tomada d'Água</i>	<i>19</i>
4 - QUANTITATIVOS E ORÇAMENTO.....	22
4 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	22
4 2 - PLANILHAS DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS	22
4 3 - DETALHAMENTO DOS QUANTITATIVOS E ORÇAMENTO	22
5 - CRONOGRAMA FÍSICO.....	29
5 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	29
5 2 - CRONOGRAMA FÍSICO	29
APÊNDICE A - CURVA COTA X ÁREA X VOLUME.....	32

1 - INTRODUÇÃO

1 - INTRODUÇÃO

A Barragem Faé se constitui em importante elemento da infra-estrutura hídrica do Município de Quixelô-CE. Sua seleção prioritária no PROURB decorreu dos grandes benefícios que deverá acarretar para a região circunvizinha à sede do Município, cuja disponibilidade hídrica é atualmente inferior às demandas e potencialidades locais.

A Barragem propriamente dita compreenderá um conjunto de obras constituído, basicamente, por um maciço de terra compactada, com 329,0 m de extensão, 20,0 m de altura máxima e coroamento na cota 244,70, por um canal vertedouro com 80,0 m de largura, na margem direita (com soleira fixada na cota 241,0), no qual é prevista a construção de um cordão de fixação para regularização do nível de acumulação do reservatório, e por uma tomada d'água tipo galeria, com conduto de 600 mm de diâmetro e controle de saída a jusante. A obra visará atender o abastecimento humano da cidade de Quixelô-Ce, bem como permitirá o desenvolvimento de atividades associadas ao turismo, piscicultura, irrigação e aproveitamento agrícola das vazantes nas margens do lago.

O reservatório a ser formado terá 23,4 milhões de metros cúbicos de capacidade de acumulação máxima, possibilitando o estabelecimento de uma descarga regularizada de 0,29 m³/s.

O presente relatório tem como objetivo a apresentação de informações e resultados diretamente associados ao Projeto Executivo da Barragem Faé, envolvendo aspectos hidrológicos, geológico-geotécnicos e econômicos.

Inicialmente, são descritos a localização e os meios de acesso ao local da barragem.

Em seguida, é apresentada uma Ficha Técnica na qual são mostradas as características principais do empreendimento, incluindo áreas, cotas, volumes e parâmetros geométricos associados a cada um dos elementos constituintes do projeto.

Posteriormente, apresenta-se uma descrição sumária de cada uma das obras associadas à implantação do reservatório, com ênfase nas características técnicas e construtivas individuais, visando facilitar o acesso a informações relevantes sobre o Projeto Executivo.

Finalizando, são apresentados os quantitativos e custos de construção da barragem, seguidos de um cronograma de implantação dos serviços.

2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO AO LOCAL DA BARRAGEM

000010

2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A barragem em estudo tem sua construção prevista para um local do Riacho Faé situado ao norte da sede do Município de Quixelô-Ce, em um trecho a montante do Povoado de Carnaubinha. A ligação entre o aglomerado urbano e a área da barragem é feita através do trecho inicial, de 16,5 km, da estrada vicinal que liga esta cidade ao Município de Acopiara. Esta estrada, com 47 km de extensão total, nasce no setor norte da sede do Município de Quixelô e termina na rodovia CE-021, em um cruzamento situado a 9,0 km ao sul da Cidade de Acopiara.

O acesso a Quixelô, partindo-se de Fortaleza, pode ser feito, sobre rodovias pavimentadas, seguindo-se duas diferentes trajetórias: a primeira envolve um percurso total de 470 km, passando pelos municípios de Pacajus, Russas, Jaguaribe, Icó e Iguatu, e pelas rodovias BR-116 (402 km, até a cidade de Icó), CE-184 e CE-021, a segunda trajetória, de menor extensão total (384 km), inicia-se na BR-116 (76 km) e abrange trechos das rodovias BR-122, CE-013 e CE-021, passando pelas cidades de Pacajus, Quixadá, Quixeramobim, Mombaça e Acopiara (esta última situada a 336 km da capital do Estado).

Na Figura 2.1 é apresentado um mapa de localização e acesso à área de implantação do novo reservatório.

3 - CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROJETO

3 - CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROJETO

3 1 - FICHA TÉCNICA

3 1 1 – CARACTERÍSTICAS GERAIS

- Localização. Sítio Carnaubinha – Quixelô-Ce
- Sistema Jaguaribe
- Curso d'água barrado Riacho Faé
- Área da bacia hidrográfica: 309,0 km²
- Área da bacia hidráulica: 572,39 ha
- Capacidade do reservatório: 23,4 hm³
- Volume Morto 0,63 hm³
- Cota do NA máximo operacional: 241,00
- Cota do NA máximo de cheia (T.R = 1.000 anos): 243,43
- Cota do NA mínimo operacional: 232,00
- Vazão regularizada (f = 90%): 0,292 m³/s
- Precipitação média Anual: 777 mm
- Volume afluente médio anual 23,9 hm³
- Vazão média: 0,76 m³/s

3 1 2 - BARRAGEM

- Tipo terra homogênea (*cut-off*)
- Altura máxima. 20,0 m
- Largura máxima da base 88,84 m
- Extensão pelo coroamento 329,0 m
- Cota do coroamento. 244,70 m
- Borda livre (revanche): 3,70 m
- Folga da barragem 1,27 m
- Volume do maciço: 192 028 m³
- Talude
 - montante 1 2,5
 - jusante 1-2 (com berma de 3,0 m na cota 236,70 m)

3.1.3 - VERTEDOIRO

- Tipo canal em rocha, na cota 241,0 , com cordão de fixação em concreto ciclópico
- Largura 80,0 m
- Comprimento 180,0 m
- Lâmina máxima de sangria (T R = 1 000 anos): 2,43 m
- Vazão de projeto (T R = 1 000 anos) 426,4 m³/s
- Velocidade máxima de escoamento (T R = 1 000 anos) 2,19 m/s
- Volume de Corte: 98.850 m³

3.1.4 - TOMADA D'ÁGUA

- Tipo: galeria com controle de jusante
- Comprimento total: 90,7 m
- Diâmetro: 600 mm
- Cota da geratriz inferior a montante 229,80 m
- Cota da geratriz inferior a jusante: 229,30 m

3.2 – DESCRIÇÃO DO PROJETO

O conjunto de obras necessárias à implantação da Barragem Faé compreende um maciço de terra compactada com 329,0 m de extensão, 20,0 m de altura máxima e coroamento na cota 244,70; um canal vertedouro com 80,0 m de largura, na margem direita (com soleira fixada na cota 241,0), no qual é prevista a construção de um cordão de fixação para regularização do nível de acumulação do reservatório; e por uma tomada d'água tipo galeria, com conduto de 600 mm de diâmetro e controle de saída a jusante.

A distribuição espacial de todas as obras a serem construídas é apresentada na Figura 3.1. O detalhamento de todos os elementos constituintes do projeto pode ser visualizados no Volume 5 do Relatório Geral - Plantas. Apresenta-se, a seguir, uma descrição individual de todas as obras projetadas.

3.2.1 - BARRAGEM

O aterro compactado que proporcionará a formação do novo reservatório tem sua construção prevista para um boqueirão situado em área próxima ao Povoado de Carnaubinha (no Município de Quixelô - Ce), ocupando uma área na qual o terreno aluvionar apresenta menor largura (aproximadamente 100,0 m).

O projeto prevê a construção do aterro compactado a partir da exploração dos materiais de empréstimo provenientes da jazida de solo JS-1, da jazida de areia JA-1 (situada no Rio Jaguaribe) e utilizando-se o material rochoso proveniente da escavação do vertedouro. No caso de escassez de material construtivo durante a fase de implantação do projeto, são deixados, como reserva técnica, os volumes de material existentes nas jazidas JS-2 (solo) e JP-1 (pedra).

O detalhamento da seção-tipo da barragem, apresentada na Figura 3.2, é decorrente das características geotécnicas do terreno de fundação e da disponibilidade de materiais construtivos na região.

Com relação ao terreno de fundação, as características relacionadas com o comportamento, sob o ponto de vista de engenharia, dos solos que compõem o depósito aluvionar em estudo, bem como as profundidades do estrato rochoso e da superfície freática normalmente observadas naquele local, ensejaram a concepção de um projeto de barragem convencional, no qual prevê-se a construção de um maciço de terra compactada associado a uma trincheira de vedação (*cut-off*).

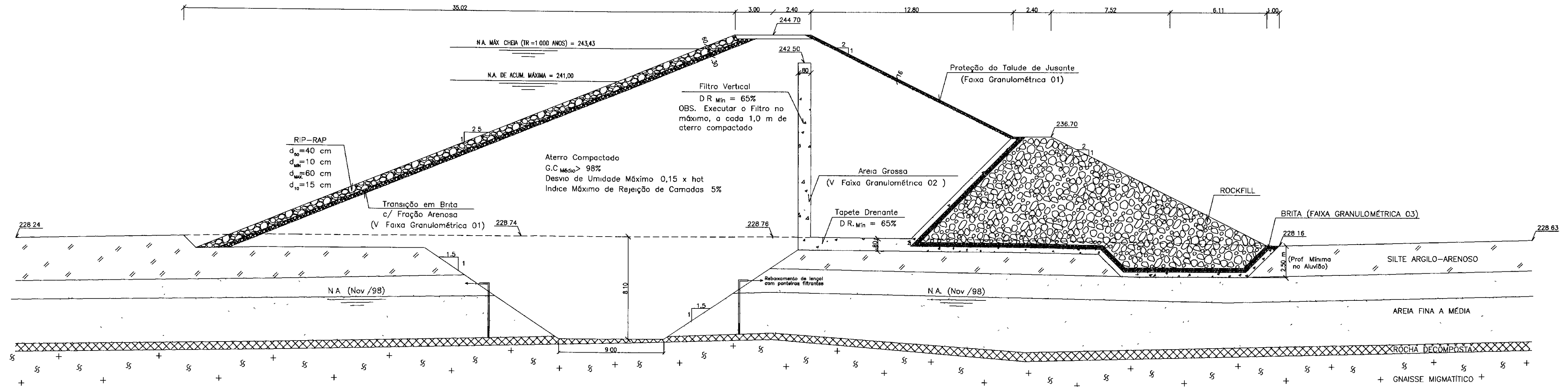
No que diz respeito à disponibilidade de materiais construtivos, as jazidas terrosas, arenosas e pétreas investigadas na região permitiram o dimensionamento de uma seção de terra homogênea com sistema de drenagem interna, enrocamento de pé a jusante e *rip-rap*.

De acordo com o dimensionamento efetuado (ver Memória de Cálculo), o sistema de drenagem interna será constituído por um filtro chaminé, com largura de 1,0 m e topo na cota 242,50 (1,50 m acima da cota de soleira do vertedouro e 0,93 m abaixo do N.A. máximo milenar), e um tapete drenante, com 1,0 m de espessura, que se estende pela região de jusante, desde o filtro chaminé até o enrocamento de pé (*rockfill*). O enrocamento de jusante, com cota de topo constante (236,70 m), será construído após a realização de uma escavação mínima de 2,5 m no terreno natural do aluvião (visando conectar o *rockfill* com a camada arenosa subjacente a estrato superficial argilosa) 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).

Todo o sistema de drenagem, incluindo filtro chaminé, tapete drenante e *rockfill* deverá ser construído conforme detalhes apresentados no Volume 5 do Relatório Geral, utilizando-se, quando indicado, pedra ou areia limpa (menos de 5% em peso da fração granulométrica que passa na peneira 200) retiradas das jazidas de material descritas no Relatório dos Estudos Geológico-geotécnicos, de acordo com as faixas granulométricas especificadas no Volume 2 - Memória de Cálculo.

Nas áreas onde o topo rochoso abaixo do solo superficial é encontrado em níveis inferiores à cota de acumulação do reservatório (241) será escavada uma trincheira de vedação total (tipo *cut-off*), garantindo o assentamento do aterro impermeável sobre o estrato rochoso. A trincheira será preenchida com solo compactado, em procedimento que seguirá rigorosamente as especificações estabelecidas para o material areno-argiloso (ver Volume 3 do Relatório Geral).

SEÇÃO TRANSVERSAL COM DETALHES (EST. 14)
Escala: 1/200



000018

Figura 3.2
BARRAGEM FAÉ - SEÇÃO TIPO (EST. 14)

ESCALA: 1/200

O desenho de projeto BF-IV-5-10/13 indica a extensão lateral e a profundidade a ser alcançada pela trincheira de vedação. Durante as escavações, serão feitos os ajustes necessários de forma a atender ao seguinte critério: a trincheira deverá atravessar todas as camadas de solo ou zonas com materiais rochosos apresentando condutividade hidráulica superior a 10^{-5} cm/s, de modo que a permeabilidade do terreno de fundação remanescente seja compatível com a do solo compactado.

A trincheira de vedação da Barragem Faé deverá se estender da Estaca 2 + 5,0, na ombreira esquerda, até a Estaca 17 + 5,0, na ombreira direita. A largura da trincheira varia de 4,0 m, nos trechos mais altos, até 10,0 m, nos trechos inferiores, próximos ao terreno aluvionar. Com relação às profundidades de escavação, estas variam de 0,5 m, em áreas próximas a afloramentos rochosos em terrenos de ombreira, a 8,50 m, em áreas do depósito aluvionar.

Deverá ainda ser executada uma cortina exploratória de injeções com calda de cimento, sendo a mesma constituída, inicialmente, de uma linha de injeção com furos primários, com espaçamento de 12,0 m entre cada furo. Os detalhes executivos encontram-se descritos no Volume 3 - Quantitativos e Especificações Técnicas, enquanto um esquema da distribuição das injeções é apresentado no desenho BF-IV-5-10/13, incluso no Volume 5 do Relatório Geral. Foi introduzida nas especificações técnicas, face à imprevisibilidade das condições do estrato rochoso diante da campanha de prospeções executada, uma flexibilidade decisória por parte da fiscalização que poderá ampliar ou reduzir, com base nos ensaios a serem ainda executados, as dimensões e o alcance da cortina.

Os taludes do maciço de terra foram dimensionados de modo a 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 rebaixamento rápido), finalizando com uma verificação de estabilidade à qual foram incorporados efeitos decorrentes de um eventual abalo sísmico. Os cálculos de verificação de estabilidade acima mencionados foram realizados com o emprego do Método de Bishop (em computador) e encontram-se descritos no Volume 2 - Memória de Cálculo. Na Tabela 3.1 são apresentados os fatores de segurança críticos obtidos nos estudos de estabilidade.

Os taludes do Maciço Principal, após atenderem aos critérios de projeto relacionados com a transição tapete-barragem e, posteriormente, serem submetidos aos testes de estabilidade, ficaram assim definidos (na maior parte do aterro compactado):

- Montante 1,2,5
- Jusante 1,2,0 (com berma na cota 236,70)

A proteção do talude de montante será feita através de *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 do Volume 2 - Memória de Cálculo. Já o talude de jusante terá sua proteção efetuada através da execução de uma camada de brita graduada e da implantação de um sistema de calhas para coleta de águas superficiais. As características de ambos os taludes podem ser visualizadas no Volume 5 - Plantas.

Tabela 3 1 - Fatores de segurança críticos obtidos nas análises de estabilidade

CONDIÇÃO DE SOLICITAÇÃO	TALUDE DE ANÁLISE	FATOR DE SEGURANÇA
Final de Construção	Montante	1,561
	Jusante	1,472
Reservatório Cheio	Jusante	1,617
Rebaixamento Rápido	Montante	1,107
Abalo sísmico c/ reservatório cheio	Jusante	1,129

Com relação ao terreno de fundação, deverá ser realizado o tratamento, limpeza e regularização da superfície rochosa da fundação do *cut-off*. Este serviço deverá ser realizado por intermédio da remoção de blocos de rocha ou de saliências na superfície da fundação, preenchimento eventual de cavidades com concreto dental, limpeza com jateamento de ar, etc., de modo a proporcionar a obtenção de taludes ou superfícies em rocha que apresentem contornos suaves.

Com o objetivo de permitir o monitoramento das pressões neutras que serão geradas em decorrência do enchimento do reservatório, deverão ser executados, após a construção do aterro, os serviços de instrumentação geotécnica associados ao projeto de implantação do barragem, que consistem na instalação de medidores de nível d'água e de piezômetros de tubo aberto (tipo Casagrande) em locais indicados pela Fiscalização.

3.2.2 - VERTEDEIRO

A concepção do vertedouro da Barragem de Faé decorreu dos Estudos de Concepção apresentados no Volume 1 do Relatório Geral, no qual foram considerados aspectos hidrológicos e geotécnicos.

O sangradouro teve sua localização definida na sela topográfica situada à margem direita do Riacho Faé, junto à ombreira direita da barragem, e seu projeto foi elaborado visando satisfazer às seguintes condições:

- permitir uma segura restituição do fluxo ao leito do rio;
- evitar um possível retorno do fluxo ao pé dos maciços;
- permitir fácil acesso ao local para inspeções e manutenção.

Foi dimensionado, com base nos resultados obtidos nos estudos supracitados, um vertedouro tipo canal, com 80 metros de largura, no qual é prevista a construção de um cordão de fixação em concreto ciclópico (com 0,80 m de largura e 1,0 m de profundidade) para regularização da superfície de acumulação do reservatório.

A soleira do vertedouro foi fixada na cota 241,0, o que proporcionará a formação de um reservatório com capacidade de acumulação máxima de 23,4 hm³.

Os estudos hidrológicos indicaram uma vazão de projeto igual a 426,4 m³/2, relativa a um período de recorrência milenar.

As características do vertedouro e do cordão de fixação associado podem ser visualizadas no Volume 5 - Plantas

3 2.3 - TOMADA D'ÁGUA

A Tomada d'Água do Açude Faé, cujo perfil longitudinal é apresentado na Figura 3 3, constitui-se de galeria posicionada na Estaca 7 do maciço de terra compactada, com tubulação de 600 mm de diâmetro em aço carbono (calculado em função da vazão regularizada utilizando-se a fórmula do diâmetro econômico LANCASTRE, conforme apresentado no Volume 2 - Memória de Cálculo)

Este dispositivo, com nível da geratriz inferior a montante estabelecido na cota 229,80, foi dimensionado para dar vazão a uma descarga regularizada de 0,29 m³/s. O nível de água mínimo operacional do reservatório foi fixado na cota 232,0, assegurando, assim, uma submergência mínima da boca de entrada da tubulação para evitar a formação de vórtices.

O controle da tomada d'água é feito a jusante, através do registro dotado de volante com redutor para evitar o rápido fechamento e a possibilidade de ocorrência de golpe de aríete

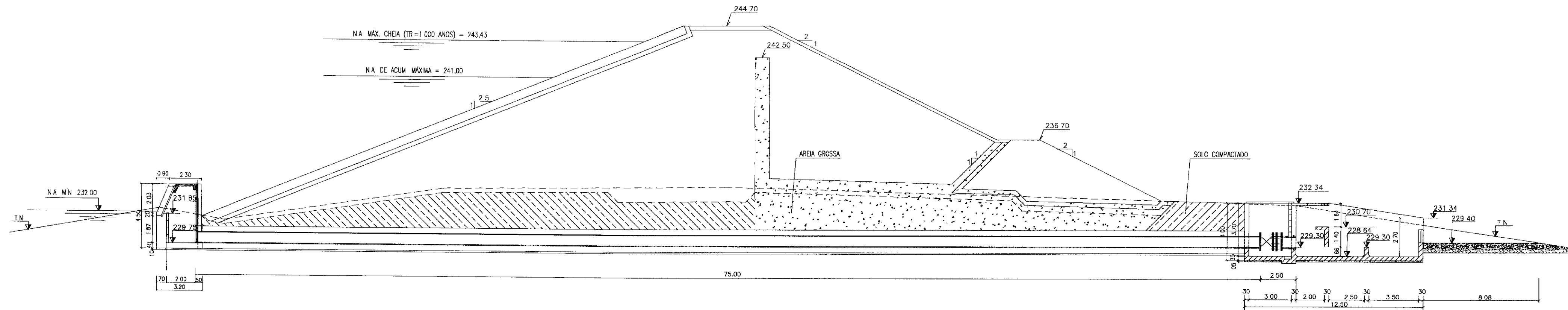
A jusante, na saída da tubulação, foi projetada uma estrutura de dissipação do tipo "Bacia de Impacto", de acordo com o modelo padronizado apresentado na obra *Design of Small Dams*, do *Bureau of Reclamation*.

A manutenção e limpeza da grade de entrada da tomada d'água deverão ser executadas periodicamente pela Proprietária 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

As características da Tomada D'água podem ser visualizadas nas Plantas BF-IV-5-12/13 e BF-IV-5-13/13 do Volume 5 - Plantas



TOMADA D'ÁGUA - PERFIL LONGITUDINAL (SEÇÃO 07)
Escala 1/200

000022

Figura 3.3
TOMADA D'ÁGUA
PERFIL LONGITUDINAL (EST. 07)

ESCALA . 1/200

CAPÍTULO 4 - QUANTITATIVOS E ORÇAMENTO

4 – QUANTITATIVOS E ORÇAMENTO

4.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Este Capítulo apresenta os quantitativos e o orçamento do Projeto Executivo do Açude Faé, compreendendo as estradas de acesso, os trabalhos preparatórios, a barragem, o sangradouro, as injeções de impermeabilização, a tomada d'água, o desmatamento racional da bacia hidráulica, e os serviços no sangradouro do Açude Angicos (rebaixamento da soleira e construção de passagem molhada)

Os custos unitários, que já incluem montagem e BDI, foram fornecidos pela SRH. No caso de alguns itens que não constavam na tabela da SRH, foram adotados os preços da CAGECE e pesquisados valores de mercado. Todos os custos referem-se a março de 1999.

4.2 - PLANILHAS DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS

Na Tabela 4.1 são apresentados os quantitativos, seção por seção, dos principais serviços e materiais necessários à construção do maciço de terra compactada que dará origem ao Açude Faé.

4.3 - DETALHAMENTO DOS QUANTITATIVOS E ORÇAMENTO

Os quadros, a seguir, apresentam o detalhamento dos quantitativos de serviços de engenharia e os custos associados à construção da Barragem Faé.

**Tabela 4 1 - Planilha de Quantitativos
Barragem Faé**

Seção	Dist (m)	Expurgo		Escavação		Ateno Impermeável		RIP-RAP				Filtro / Tapete Drenante / Transição				Proteção Jusante		Rockfill	
		Área	Volume	Área	Volume	Área	Volume	Enrocamento		Transição		Área		Brita		Brita c/ fração arenosa		Enrocamento	
								Área	Volume	Área	Volume	Área	Volume	Área	Volume	Área	Volume	Área	Volume
S1 + 13 00	--																		
S2	7 00	3 01 m²	10 54 m³	-	-	4,84 m²	16,94 m³	0,99 m²	3,47 m³	0,66 m²	2,31 m³					0 44 m²	1 54 m³		
S3	20,00	6 68 m²	96 90 m³	1 73 m²	17 30 m³	43 89 m²	487 30 m³	5 06 m²	60 50 m³	2 75 m²	34,10 m³	3,74 m²	37 40 m³			1 65 m²	20 90 m³		
S4	20,00	10,24 m²	169 20 m³	1 71 m²	34 40 m³	100 21 m²	1 441 00 m³	8 69 m²	137 50 m³	4 51 m²	72,60 m³	9,35 m²	130 90 m³			2,86 m²	45 10 m³		
S5	20,00	13,10 m²	233,40 m³	1,83 m²	35,40 m³	165 77 m²	2 659 80 m³	11,88 m²	205,70 m³	6 16 m²	106 70 m³	14,74 m²	240,90 m³			3 96 m²	68 20 m³	-	
S6	20,00	15 02 m²	281 20 m³	18 99 m²	188,20 m³	249 51 m²	4 152,80 m³	16,72 m²	286,00 m³	8,47 m²	146,30 m³	30,14 m²	448 80 m³	5 43	54 30	4 14 m²	81 00 m³	12,55	125 50
S7	20 00	20 06 m²	350 80 m³	19,70 m²	366,90 m³	359,71 m²	6 092 20 m³	24 09 m²	408,10 m³	12 32 m²	207 90 m³	33 52 m²	636,60 m³	6 74 m²	121 70 m³	4 14 m²	82 80 m³	37 07 m³	496 20 m³
S8	20 00	20,15 m²	402,10 m³	48 69 m²	683 90 m³	451 88 m²	8 115,90 m³	25 52 m²	496 10 m³	12 87 m²	251,90 m³	36,49 m²	700 10 m³	8 56 m²	153 00 m³	4 14 m²	82 80 m³	71 81 m³	1 088 80 m³
S9	20 00	22 53 m²	426 80 m³	58 73 m²	1 074 20 m³	544 39 m²	9 962,70 m³	27,28 m²	528,00 m³	13,75 m²	266,20 m³	39 53 m²	760 20 m³	11 23 m²	197,90 m³	4 14 m²	82 80 m³	140 47 m³	2 122 80 m³
S10	20,00		225 30 m³	151 54 m²	2 102,70 m³	775 70 m²	13 200 90 m³	35,09 m²	623 70 m³	17 60 m²	313,50 m³	44,39 m²	839,20 m³	14 81 m²	260 40 m³	4 14 m²	82 80 m³	176 00 m³	3 164 70 m³
S11	20 00		-	172 22 m²	3 237 60 m³	811 53 m²	15 872,30 m³	31 79 m²	668,80 m³	16,06 m²	336,60 m³	48 70 m²	930 90 m³	18 56 m²	333 70 m³	4 14 m²	82 80 m³	274 03 m³	4 500 30 m³
S12	20,00	-	-	271,12 m²	4 433,40 m³	773 26 m²	15 847 90 m³	30 36 m²	621,50 m³	15 29 m²	313 50 m³	47 77 m²	964,70 m³	17 60 m²	361 60 m³	4 14 m²	82 80 m³	253 32 m³	5 273 50 m³
S13	20 00	-	-	313 08 m²	5 842 00 m³	779 48 m²	15 527,40 m³	29,48 m²	598 40 m³	14 74 m²	300,30 m³	42 97 m²	907 40 m³	13,54 m²	311 40 m³	4 14 m²	82 80 m³	155 93 m³	4 092 50 m³
S14	20 00	-	-	276 43 m²	5 895 10 m³	766 39 m²	15 458,70 m³	30,03 m²	595,10 m³	15,07 m²	298,10 m³	43,29 m²	862,60 m³	14,10 m²	276 40 m³	4 14 m²	82 80 m³	159 04 m³	3 149 70 m³
S15	20 00		-	221 03 m²	4 974,60 m³	761 28 m²	15 276 70 m³	31,46 m²	614,90 m³	15,84 m²	309,10 m³	45,50 m²	887 90 m³	18 96 m²	330 60 m³	4 14 m²	82 80 m³	193 81 m³	3 528 50 m³
S16	20,00	23 69 m²	236 90 m³	30,90 m²	2 519,30 m³	417 60 m²	11 788 80 m³	32 01 m²	634,70 m³	15 84 m²	316,80 m³	32 13 m²	776 30 m³	5 01	239 70 m³	4 14 m²	82 80 m³	18 49	2 123 00 m³
S17	20 00	9 37 m²	330,60 m³	12,81 m²	437,10 m³	66 55 m²	4 841,50 m³	7 92 m²	399,30 m³	4,07 m²	199,10 m³	4 62 m²	367,50 m³		50,10	2 31 m²	64 50 m³	-	184 90
S18	20,00	4 20 m²	135 70 m³	-	128,10 m³	3 30 m²	698 50 m³	3 19 m²	111,10 m³	1,32 m²	53,90 m³		46 20 m³			0 33 m²	26 40 m³		
S18 + 2,00	2 00	0,00 m²	4 20 m³	-	-	-	3 30 m³		3 19 m³		1 32 m³					-	0 33 m³		
TOTAL			2 903,64 m³		31 970,20 m³		141 444,64 m³		6 996,06 m³		3 530,23 m³		9 537,60 m³		2 690,80 m³		1 135,97 m³		29 850,40 m³

Volume Total do Maciço 195 186 m³

000025



PLANILHA DE ORÇAMENTO
PROJETO BARRAGEM FAÉ
LOCALIZAÇÃO. QUIXELÔ - CE

ITEM	SERVIÇOS	UNID	QUANT	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL	TOTAL DO ITEM
01	ADMINISTRAÇÃO E FISCALIZAÇÃO					
01 01	Instalação e manutenção do acampamento	m²	300,00	250,00	75 000,00	76 920,00
01 02	Placas alusivas à obra	m²	64,00	30,00	1 920,00	
02	TRABALHOS PREPARATÓRIOS					
02 01	Estradas de acesso com faixa de domínio de 10,0 m e pista de rolamento de 6,0 m , com 0,20 m de espessura mínima revestida em piçarra compactada, com valetas de drenagem, incluindo obras d'arte e aterros associados	km	15,00	7 783,97	116 759,55	544 279,75
02 02	Melhoramento de estrada existente, incl regulariz e revestim de piçarra com esp = 0,20 m	km	13,00	2 335,19	30 357,47	
02 03	Caminhos de serviço com pista de rolamento de 6,0 m	km	25,00	1 398,00	34 950,00	
02 04	Desmatamento e destocamento da área da barragem, sangradouro e empréstimos	ha	65,00	780,00	50 700,00	
02 05	Expurgo de material nas áreas da barragem e empréstimos, com bota-fora de até 0,30 km, medido no corte	m³	40 903,00	1,91	78 124,73	
02 06	Desmatamento racional da bacia hidráulica	ha	520,00	444,60	231 192,00	
02 07	Cerca de arame, confeccionada com estacas de madeira de 2,20 m a cada 1,5 m, 6 fios	m	600,00	3,66	2 196,00	
03	BARRAGEM					
03 01	Escavação, carga, transporte e descarga com bota-fora até 300m, de material de 1ª categoria da fundação	m³	18 700,00	1,72	32 164,00	
03 02	Escavação, carga, transporte e descarga com bota-fora até 300m, de material de 2ª categoria da fundação	m³	2 170,00	2,63	5 707,10	
03 03	Escavação, carga, transporte e descarga com bota-fora até 300m, de material de 3ª categoria da fundação	m³	200,00	12,40	2 480,00	
03 04	Escavação, carga, transporte e descarga de material de 1ª categoria da fundação com rebaixamento de lençol freático e bota-fora de 0,30 km	m³	9 500,00	5,58	53 010,00	
03 05	Escavação, carga, transporte e descarga de material de 2ª categoria da fundação com rebaixamento de lençol freático e bota-fora de 0,30 km	m³	1 400,00	6,81	9 534,00	
03 06	Preparo, limpeza e tratamento superficial de fundação em rocha	m²	4 900,00	4,49	22 001,00	
03 07	Escavação, carga, transporte e descarga de material de 1ª categoria das jazidas até 0,30 km	m³	145 000,00	1,92	278 400,00	
03 08	Espalhamento, umedecim e compactação dos solos selecionados na fundação e barragem	m³	145 000,00	0,90	130 500,00	
03 09	Fornecimento, inclusive extração, carga, transporte, descarga, espalhamento e adensamento de areia para transição do rip-rap, dreno horizontal, filtro vertical e transição do rockfill	m³	9 540,00	3,04	29 001,60	

000026



PLANILHA DE ORÇAMENTO
PROJETO BARRAGEM FAÉ
LOCALIZAÇÃO QUIXELÔ - CE

ITEM	SERVIÇOS	UNID	QUANT	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL	TOTAL DO ITEM
03 10	Fornecimento, inclusive extração, britagem, carga, transporte, descarga e compactação de brita p/ camadas de transição	m³	1 950,00	17,40	33 930,00	
03 11	Britagem, lançamento, espalhamento e compactação de brita p/ camadas de transição, com aproveitamento de material rochoso das escavações obrigatórias	m³	6 050,00	5,00	30 250,00	
03 12	Fornecimento, inclusive extração, carga, transporte, descarga, espalhamento e compactação de enrocamento	m³	3 600,00	14,66	52 776,00	
03 13	Lançamento, espalhamento e compactação de enrocamento no rip-rap e rockfill, com aproveitamento de material rochoso das escavações obrigatórias	m³	33 100,00	2,26	74 806,00	
03 14	Momento extraordinário de transporte de solo	m³ x km	215 000,00	0,33	70 950,00	
03 15	Momento extraordinário de transporte de brita	m³ x km	9 075,00	0,40	3 630,00	
03 16	Momento extraordinário de transporte de enrocamento	m³ x km	49 650,00	0,55	27 307,50	
03 17	Acabamento externo da barragem, incl limpeza e regularização contínua dos taludes durante e ao final do período construtivo, incl recomposições diversas	m²	18 125,00	1,85	33 531,25	
03 18	Fornecimento e assentamento de meio-fio de concreto simples (montante e jusante) para o coroamento da barragem, incl descidas p/ montante e pintura a cal, 3 demãos	m³	780,00	11,39	8 884,20	
03 19	Revestimento do coroamento com pedrisco ou cascalho, espessura de 0,30 m, inclusive extração, carga, descarga, transporte, espalhamento e compactação c/ rolo liso	m³	650,00	6,35	4 127,50	
03 20	Calhas pluviais para as ombreiras em pedra rejuntada com argamassa no traço 1 3, compl, executada conforme projeto, incl pintura a cal 3 demãos	m	260,00	4,74	1 232,40	
03 21	Fornecimento e instalação de piezômetros tipo Casagrande/medidores de nível d'água	ud	10,00	1 750,00	17 500,00	
03 22	Confeção e instalação de referência de nível fixa tipo bench-mark em ombreiras	ud	2,00	541,00	1 082,00	
03 23	Fornecimento e instalação de régua limnométrica, em perfil de alumínio e comprimento de 1,0 m	ud	20,00	60,00	1 200,00	
03 24	Confeção de letreiro "SRH - SOHIDRA - COGERH" em alvenaria, chapisco e reboco no talude de jusante, com caracteres de 3,0 m x 2,0 m, compl executado, incl pintura a óleo, 3 demãos	ud	1,00	2 500,00	2 500,00	926 504,55

000027

PLANILHA DE ORÇAMENTO
PROJETO BARRAGEM FAÉ
LOCALIZAÇÃO QUIXELÓ - CE

ITEM	SERVIÇOS	UNID	QUANT	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL	TOTAL DO ITEM
04	SANGRADOURO					
04 01	Escavação, carga, descarga e transporte até 0,30 km de material de 1ª categoria	m³	17 750,00	1,72	30 530,00	
04 02	Escavação, carga, descarga e transporte até 0,30 km de material de 2ª categoria, não utilizável no maciço da barragem	m³	24 250,00	2,63	63 777,50	
04 03	Escavação, carga, descarga e transporte até 0,30 km de material de 3ª categoria	m³	59 650,00	12,40	739 660,00	
04 04	Escavação manual em material de 2ª categoria	m³	25,00	8,20	205,00	
04 05	Escavação localizada em material de 3ª categoria	m³	65,00	18,72	1 216,80	
04 06	Concreto ciclópico para regularização (200 kg de cimento/m³) com até 30% de pedra de mão	m³	65,00	118,23	7 684,95	
04 07	Concreto simples com 250 kg de cimento/m³, incluindo forma, colocação e desforma	m³	8,00	155,55	1 244,40	
04 08	Fornecimento e montagem de junta Fungenband tipo O-22	m	20,00	19,10	382,00	
04 09	Concreto armado, fck = 150 kg/cm², incluindo forma, escoramento, armação, lançamento e desforma	m³	50,00	489,30	24 465,00	
04 10	Alvenaria de pedra argamassada (cimento e areia 1 4) com até 30% de pedra de mão, totalmente executada, incl forma e desforma	m³	150,00	103,24	15 486,00	884 651,65
05	INJEÇÕES DE IMPERMEABILIZAÇÃO					
05 01	Sondagem à percussão	m	20,00	35,00	700,00	
05 02	Perfuração com equipamento rotativo DN NX	m	63,00	140,00	8 820,00	
05 03	Perfuração para injeção de cimento nas áreas de fundação em rocha, com equipamento roto-percussivo DN 2 1/2"	m	621,00	55,00	34 155,00	
05 04	Ensaio de Perda d'água (LUGEON), complet executado (5 estágios)	ud	30,00	60,00	1 800,00	
05 05	Fornecimento e injeção de cimento para impermeabilização da rocha da fundação	kg	18 630,00	1,75	32 602,50	78 077,50
06	TOMADA D'ÁGUA					
06 01	Escavação, carga, descarga e transporte até 0,30 km de material de 1ª categoria, não utilizável no maciço da barragem	m³	120,00	1,72	206,40	
06 02	Escavação, carga, descarga e transporte com bota-fora até 0,30 km de material de 2ª categoria, não utilizável no maciço da barragem	m³	250,00	2,63	657,50	
06 03	Escavação, carga, descarga e transporte até 0,30 km de material de 3ª categoria	m³	800,00	12,40	9 920,00	
06 04	Escavação manual em material de 1ª categoria, inclusive carga, descarga e transporte até 0,30 km	m³	50,00	6,12	306,00	
06 05	Escavação manual em material de 2ª categoria	m³	60,00	8,20	492,00	
06 06	Escavação localizada em material de 3ª categoria	m³	100,00	18,72	1 872,00	
06 07	Aterro compactado manualmente e com "sapo mecânico" utilizando solo argiloso (jazidas)	m³	350,00	4,73	1 655,50	

000028



PLANILHA DE ORÇAMENTO
PROJETO BARRAGEM FAÉ
LOCALIZAÇÃO QUIXELÔ - CE

ITEM	SERVIÇOS	UNID	QUANT	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL	TOTAL DO ITEM
06 08	Fornecimento, inclusive extração, carga, transporte, descarga, espalhamento e adensamento de areia para o reaterro da trincheira	m³	250,00	3,04	760,00	
06 09	Fornecimento, inclusive extração, carga, transporte, descarga, espalhamento e compactação de enrocamento	m³	50,00	13,13	656,50	
06 10	Concreto ciclópico para regularização (200 kg de cimento / m³) com até 30% de pedra de mão	m³	20,00	118,23	2 364,60	
06 11	Concreto armado, fck = 150 kg/cm², incluindo forma, escoramento, armação, lançamento e desforma	m³	230,00	489,30	112 539,00	
06 12	Grade de aço inox da obra de montante, inclusive confecção e instalação, 3 módulos de 3,0 x 0,5 m, conforme desenho de projeto específico	cj	1,00	1 710,00	1 710,00	
06 13	Grade p/ proteção da caixa de registros, unidade articulada com três módulos, padrão COGERH	cj	1,00	5 850,00	5 850,00	
06 14	Junta Fungenband tipo O-22, fornecimento e montagem	m	30,00	19,10	573,00	
06 15	Fornecimento e montagem de mastique betuminoso, balde de 20,0 kg, carbolástico nº 3 ou similar	ud	3,00	71,40	214,20	
06 16	Stop-log, fornecimento e montagem	ud	1,00	8 750,00	8 750,00	
06 17	Fornecimento e montagem de tubulação em aço carbono, espessura 3/8", DN 600 mm	m	76,00	630,00	47 880,00	
06 18	Tubo de aço carbono DN 2", fornecimento e montagem	m	3,50	50,00	175,00	
06 19	Registro de gaveta com flanges e volante DN 600 mm, fornecimento e montagem	ud	1,00	14 793,20	14 793,20	
06 20	Junta de desmontagem com trava axial DN 600 mm, fornecimento e montagem	ud	1,00	719,16	719,16	
06 21	Válvula borboleta com flanges DN 600 mm, fornecimento e montagem	ud	1,00	8 943,00	8 943,00	
06 22	Valvula de esfera DN 2", com flanges, anel e disco de aço inoxidável, fornecimento e montagem	ud	1,00	40,61	40,61	
06 23	Fornecimento e assentamento tubo PVC 100 mm	m	50,00	3,58	179,00	
06 24	Fornecimento e assentamento tubo poroso D=0,20 m	m	35,00	19,87	695,45	
06 25	Caixa de alvenaria/reboco com tampa de concreto e fundo de brita dimensões 60 x 60 x 60 cm	ud	3,00	73,18	219,54	
06 26	Vertedouro em chapa de aço conforme projeto padronizado, padrão COGERH, completam executado, inclusive revestimento em coaltar epóxi	ud	1,00	4 345,24	4 345,24	
06 27	Escada de ferro, tipo marinho, para obras de montante e jusante, inclusive pintura anti-ferruginosa, conforme projeto	ud	2,00	120,00	240,00	226 756,90
	VALOR DO ORÇAMENTO				>	R\$ 2 737.190,35

000029



CAPÍTULO 5 - CRONOGRAMA FÍSICO

5 – CRONOGRAMA FÍSICO

5.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

O Cronograma Físico para a construção da Barragem Faé foi desenvolvido com base no estabelecimento de um prazo de 12 meses para a execução da obra, incluindo-se o período de maior intensidade de chuvas

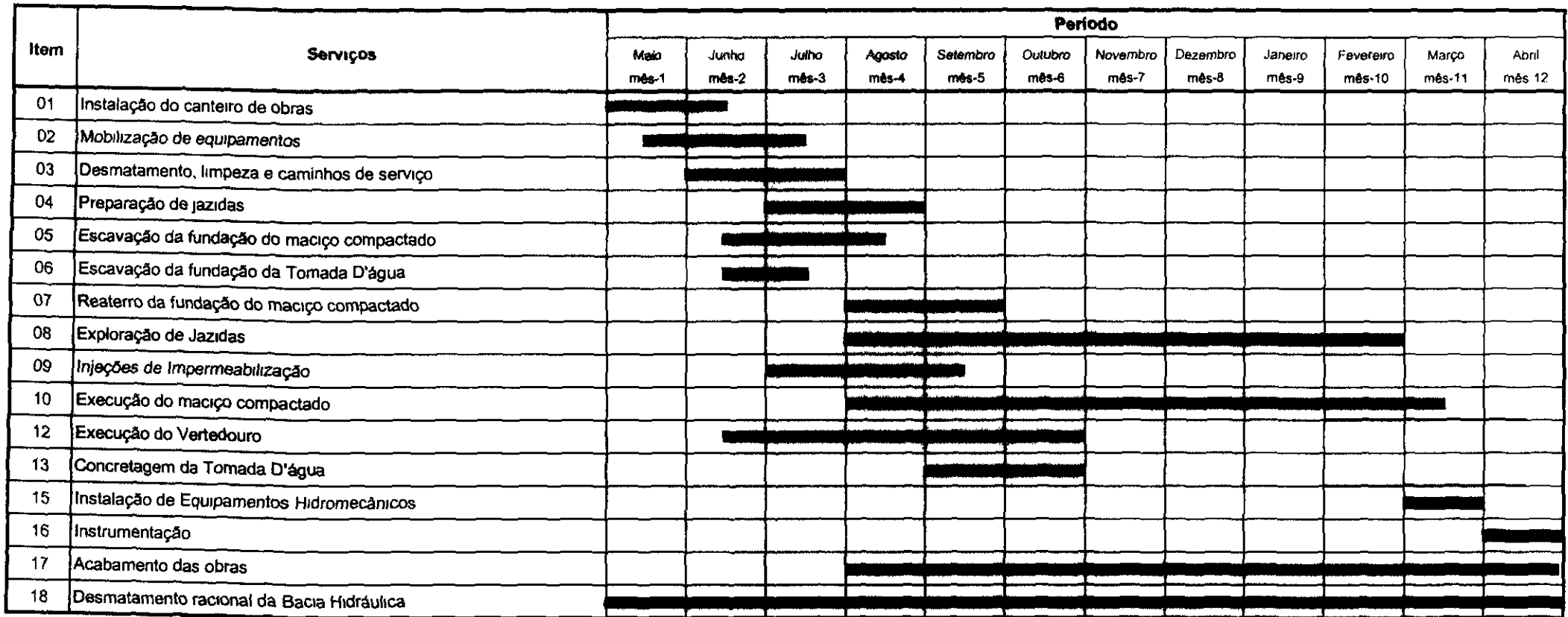
Foi considerado, na elaboração do cronograma, que a estação chuvosa na região ocorre entre os meses de janeiro e junho, e que entre os meses de fevereiro e maio a pluviosidade é mais intensa

Os 12 meses disponíveis conterão um período seco (meses de agosto a dezembro) e um período com maior probabilidade de ocorrência de chuvas (meses de janeiro a junho)

5.2 - CRONOGRAMA FÍSICO

A partir da realização de uma análise detalhada do Projeto Executivo, foi elaborado o cronograma físico de execução das atividades, apresentado na Figura 5.1. No Quadro 5.1 constam, para o mesmo período (mês a mês), as precipitações médias na bacia do Açude Faé, demonstrando a influência da pluviosidade no desenvolvimento dos serviços.

FIGURA 5.1
CRONOGRAMA FÍSICO - BARRAGEM FAÉ



QUADRO 5.1
PRECIPITAÇÕES MÉDIAS

Discriminação	Período											
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Precipitação Média (mm)	84,0	134,0	207,0	174,0	90,0	30,0	14,0	6,0	8,0	13,0	13,0	28,0

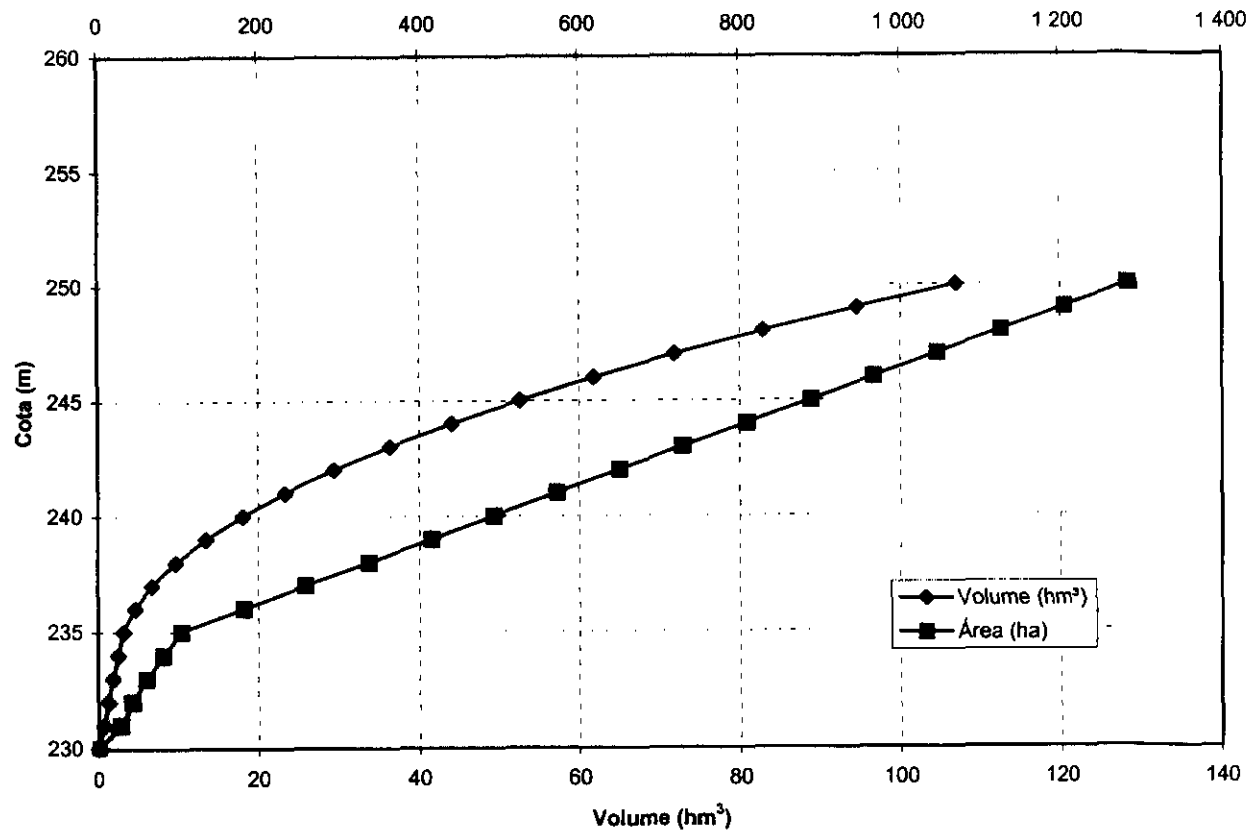
000032

APÊNDICE A

Cota x Área x Volume

Volume (hm ³)	Área (ha)	Cota (m)
0,00	0,00	230
0,63	28,31	231
1,26	43,10	232
1,89	60,98	233
2,52	81,95	234
3,15	103,93	235
4,60	181,61	236
6,78	259,44	237
9,75	337,44	238
13,50	415,59	239
18,04	493,91	240
23,37	572,39	241
29,48	651,02	242
36,39	729,82	243
44,09	808,77	244
52,59	887,89	245
61,88	967,17	246
71,97	1 046,60	247
82,86	1 126,20	248
94,55	1 205,95	249
107,04	1 285,87	250

Açude Faé
Curva Cota x Área x Volume
Área (ha)



000034