



Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará

Folha de Dados

IDGED:

0000430003

TÍTULO:

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA: PROJETO EXECUTIVO

SUBTÍTULO:

RELATÓRIO GERAL

PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

PROJETO EXECUTIVO

VOLUME I - RELATÓRIO GERAL

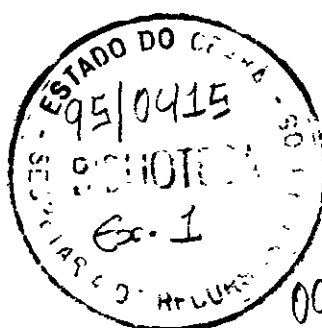
TOMO I

Lote 00305 - Prep () Scan () Index ()
Projeto Nº 0.045/01/01
Volume 1
Qtd A4 _____ Qtd A3 _____
Qtd A2 _____ Qtd A1 _____
Qtd A0 _____ Outros _____

UEZ/88

Serviços Integrados de Assessoria e Consultoria Ltda.





SUMÁRIO

0043/01/01

000003



SUMÁRIO

TOMO I

	PÁGINAS
1 - INTRODUÇÃO	05
2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO	12
3 - CRITÉRIOS USADOS NA ESCOLHA DO PROJETO	15
3.1 - CONDICIONANTES GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS	16
3.2 - ARRANJO GERAL DAS OBRAS	17
3.3 - ESCOLHA DA SEÇÃO TIPO	19
3.4 - ESCOLHA DO SANGRADOURO	20
3.5 - ESCOLHA DA TOMADA D'ÁGUA	22
4 - DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO	23
4.1 - MACIÇO	24
4.1.1 - Barragem principal	25
4.1.2 - Diques	27
4.2 - SANGRADOURO	28
4.3 - TOMADA D'ÁGUA	30
5 - CRONOGRAMA DE CONSTRUÇÕES	31
6 - QUANTITATIVOS E CUSTOS	34
7 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS PARA EXECUÇÃO DAS OBRAS DO AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA	45
7.1 - GENERALIDADES	46



	PÁGINAS
7.2 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA CONSTRUÇÃO DAS OBRAS DE TERRA E ENROCAMENTO	46
7.2.1 - Objetivos	46
7.2.2 - Limpeza geral da área	46
7.2.3 - Escavações e preparo das fundações	47
7.2.4 - Execução do maciço de terra e enrocamento .	50
7.2.5 - Controle tecnológico	60
7.3 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA EXECUÇÃO DAS OBRAS DE CONCRETO	61
7.3.1 - Objetivos	61
7.3.2 - Escavação e preparo das fundações	61
7.3.3 - Liberação das fundações	63
7.3.4 - Especificação para preparo e execução de concreto simples e armado	63
7.4 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO	72
7.4.1 - Objetivos	72
7.4.2 - Injeções para tratamento de fundação em rocha	72
8 - EQUIPAMENTO MÍNIMO PARA REALIZAÇÃO DOS TRABALHOS	80
9 - INSTALAÇÃO MÍNIMA PARA O CANTEIRO DA OBRA	82



TOMO II

10.1 - MEMÓRIAS DOS CÁLCULOS

10.1 - MACIÇO

 10.1.1 - Maciço - parâmetros geométricos

 10.1.2 - Maciço - cálculos do filtro e transições

 10.1.3 - Maciço - estabilidade dos taludes

10.2 - SANGRADOURO

 10.2.1 - Sangradouro - cálculos hidráulicos

 10.2.2 - Sangradouro - estabilidade dos muros

 10.2.3 - Sangradouro - cálculos estruturais

10.3 - TOMADA D'ÁGUA

 10.3.1 - Tomada d'água - cálculos hidráulicos

 10.3.2 - Tomada d'água - cálculos estruturais



1 - INTRODUÇÃO

000007



1 - INTRODUÇÃO

O relatório do projeto executivo do Açude Público Frecheirinha, elaborado em decorrência da Tomada de Preço nº 18/87 - DGO-G, estabelecido entre o DNOCS - DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS E A SIRAC - SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASSESORIA E CONSULTORIA LTDA, tem como objetivo a consolidação de dados e estudos existentes sobre a região, a explanação detalhada das obras projetadas e dos critérios de cálculo das mesmas, bem com emissão de um orçamento global das obras aqui descritas.

A obra em questão barra o Rio Caiçara, localizado ao Norte do Estado do Ceará, próximo a cidade de Frecheirinha, possibilitando a criação de um reservatório de $85 \times 10^6 \text{ m}^3$, que irá constituir-se numa fonte para a irrigação de uma extensa área aluvionar no Vale do Rio Caiçara, a jusante da barragem, bem como reforçar o abastecimento de água para as cidades circunvizinhas.

A necessidade de armazenamento de água na região foi identificada durante o desenvolvimento do Estudo de Viabilidade do Vale do Coreaú, que identificou entre as manchas de solos irrigáveis no vale, uma a jusante da localidade de Frecheirinha, denominada mancha de Frecheirinha, com um potencial de solo irrigável de aproximadamente 3.000ha, que necessitaria de uma disponibilidade hídrica de $100 \times 10^6 \text{ m}^3$, para o seu aproveitamento com um nível de garantia de 95%.

Durante os estudos topográficos, realizados no desenvolvimento do Projeto Executivo do Açude Público Frecheirinha foi identificada a existência de uma linha de transmissão, de alta tensão, de propriedade da CHESF, que ficaria submersa caso se projetasse a obra com um volume de acumulação de $100 \times 10^6 \text{ m}^3$, conforme solicitado no Estudo de Viabilidade do Vale do Coreaú.



Procurou-se, portanto, desenvolver o projeto buscando o máximo aproveitamento dos recursos hídricos e topográficos da bacia, considerando, entretanto, os limites técnicos e econômicos identificados e a existência das torres da CHESF.

As principais características técnicas das obras podem ser resumidas nos seguintes aspectos básicos:

a) LOCALIZAÇÃO

- Rio: Rio Caiçara
- Município: Frecheirinha
- Estado: Ceará

b) CARACTERÍSTICAS GERAIS

- Área de drenagem: 197 Km²
- Área do reservatório(cota 133,00m) 1090 ha
- Volume morto do reservatório(cotas: 108,00/121,53m): 11x10⁶m³
- Volume útil do reservatório (cotas: 121,53/133,00m): 74x10⁶m³
- Volume máximo do reservatório: 85x10⁶m³
- N.A máximo normal: 133,00m
- N.A máximo maximorum: 133,63m
- N.A mínimo operacional: 121,53m



08

C) BARRAGEM PRINCIPAL

- Tipo:	Aterro zoneado
- Cota do coroamento:	135,50m
- Altura máxima:	27,50m
- Comprimento da crista:	615,0m
- Largura da crista:	7,00m
- Volume total do maciço:	1.108.950m ³

D) DIQUE 1

- Tipo:	Aterro homogêneo
- Cota do coroamento:	135,50m
- Altura máxima:	2,14m
- Comprimento da crista:	30,00m
- Largura da crista:	4,00m
- Volume total do maciço:	480m ³

E) DIQUE 2

- Tipo:	Aterro homogêneo
- Cota do coroamento:	135,50m
- Altura máxima:	1,32m

000010



09

- Comprimento da crista: 50,0m
- Largura da crista: 4,00m
- Volume total do maciço: 230m³

F) DIQUE 3

- Tipo: Aterro homogêneo
- Cota do coroamento: 135,50m
- Altura máxima: 5,28m
- Comprimento da crista: 63,00m
- Largura da crista: 4,00m
- Volume total do maciço: 3.300m³

G) DIQUE 4

- Tipo: Aterro homogêneo
- Cota do coroamento: 135,50m
- Altura máxima: 4,90m
- Comprimento da crista: 155,00m
- Largura da crista: 4,00m
- Volume total do maciço: 5.420m³

000011



H) DIQUE 5

- Tipo:	Aterro homogêneo
- Cota do coroamento:	135,50m
- Altura máxima:	6,30m
- Comprimento da crista:	290,00m
- Largura da crista:	4,00m
- Volume total do maciço:	14.650m ³

I) SANGRADOURO

- Tipo:	labirinto
- Cota da soleira:	133,00m
- Largura:	100m
- Vazão efluente (TR= 1000 anos):	528,8m ³ /s
- Lâmina d'água máxima:	0,63m

J) TOMADA D'ÁGUA

- Tipo:	Torre e conduto forçado
- Número de conduto:	01
- Diâmetro do conduto:	1.200mm



11

- Comprimento do conduto:

105m

- Vazão máxima:

3,4m³/s

- Vazão Regularizável

1,21m³/s

000013



2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

000014



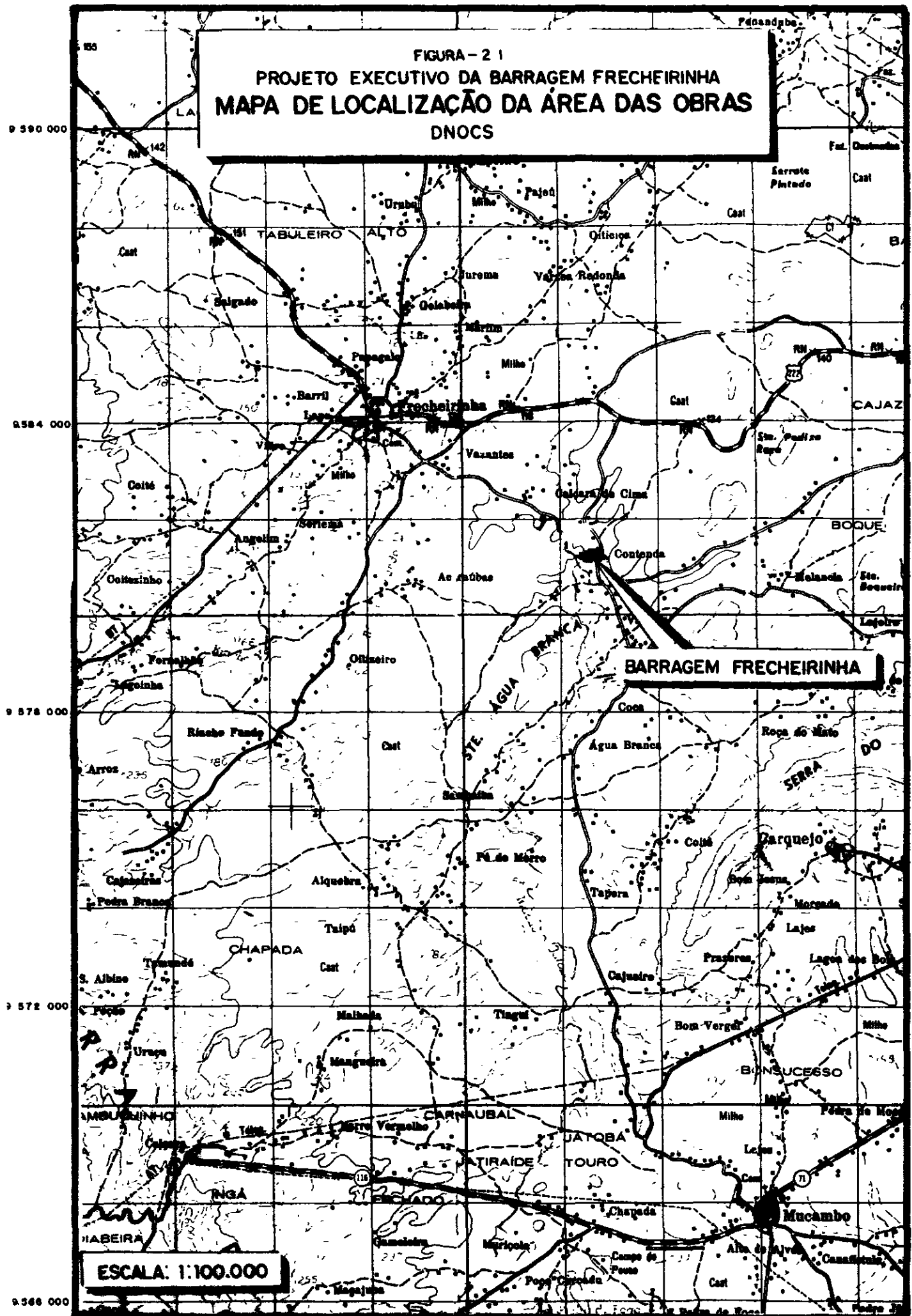
2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O Açude Público Frecheirinha está localizado no Rio Caiçara, distando de aproximadamente 3,5 km da cidade de Frecheirinha, e ligada a esta por uma estrada carroçável que se inicia próximo a ponte da BR - 222 sobre o rio Caiçara, que segue até a localidade de Contendas.

A cidade de Frecheirinha localiza-se na região norte do Estado e sua distância até Fortaleza é de 290 Km. O acesso ao município, partindo de Fortaleza é feito através da BR - 222.

O mapa de localização da área das obras é mostrado a seguir na Figura 2.1.

FIGURA - 2 1
 PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM FRECHEIRINHA
 MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DAS OBRAS
 DNOCS



ESCALA: 1:100.000



3 - CRITÉRIOS USADOS NA ESCOLHA DO PROJETO

000017



3 - CRITÉRIOS USADOS NA ESCOLHA DO PROJETO

A definição do projeto final das obras do Açude Público Frecheirinha baseou-se nos dados obtidos dos estudos realizados em campo, em laboratório e escritório, que foram analisados e estudados conjuntamente a fim de se obter uma otimização das obras.

As investigações de campo desenvolvidas durante a evolução do projeto, compreendem os estudos geológicos, os estudos topográficos da bacia hidráulica e os estudos geotécnicos de superfície e subsuperfície. Os estudos em laboratório compreendem os estudos de geotecnia, e os desenvolvidos no escritório constam dos estudos hidrológicos e hidráulicos, os quais se baseiam nas condições topográficas da região.

3.1 - CONDICIONANTES GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS

Conforme mostrado nos "Estudos Básicos", Volume II, a região de implantação das obras apresenta uma situação relativamente simples sob o aspecto geológico, pois a mesma é representada na sua grande maioria, por ardósias da Formação Caiçara e, secundariamente, por arenitos da Formação Coreaú.

As ardósias da Formação Caiçara estão presentes por toda a área em estudo. Apresentam-se em forma de espessos pacotes de cor avermelhada, laminada e clivagem ardosiana bem desenvolvida. Esta rocha desagrega-se facilmente em placas lisas segundo uma direção preferencial de clivagem. Apresenta geralmente composição argilosa e siltosa e é bastante sedosa ao tato.

Os arenitos se apresentam em uma estreita faixa de domínio ao longo de uma crista alinhada, geralmente em forma de blocos rolados com dimensões que variam desde blocos centimétricos até matações.



Sob o aspecto geomecânico, o substrato rochoso na área de implantação das obras se apresenta mediantemente fraturado, com fraturas geralmente preenchidas, podendo ocorrer pontos específicos em que as fraturas se encontram abertas.

No tocante ao aspecto hidráulico, o maciço rochoso, de uma maneira geral, apresenta características de transmissibilidade hidráulica de baixa a média, apesar dos sistemas de fratura e planos de clivagem existentes, indicando que, em sua grande maioria, se encontram geralmente preenchidas, podendo ocorrer, entretanto, trechos localizados com alta transmissibilidade. Os valores das perdas d'água são mostrados no item 4.1. dos "Estudos Básicos", Volume II.

3.2 - ARRANJO GERAL DAS OBRAS

Para a definição do arranjo geral das obras foram considerados os condicionamentos topográficos da bacia hidráulica, geotécnicos do local de implantação das obras e analisadas diversas opções de distribuição das estruturas, sangradouro e tomada d'água, buscando um posicionamento favorável para as mesmas, em relação às características técnicas gerais do local da obra.

Procurou-se desenvolver o projeto com o objetivo de se conseguir o maior aproveitamento da região irrigável, explorando ao máximo sua capacidade de acumulação.

Durante o desenvolvimento do projeto, identificaram-se vários fatores limitantes que dificultaram a definição das obras, que são os seguintes:

- a) Vários pontos de fugas onde deveriam ser construídas barragens auxiliares;



- b) Ombreira direita com geometria delgada na sua parte superior, que necessitaria de injeções de impermeabilização para evitar eventuais fluxos d'água;
- c) Existência, na área de montante, de uma linha de transmissão, de alta tensão, da CHESF com torre na cota mínima: 130,89m

Destes fatores foi considerado decisivo, na definição da cota da soleira e nível máximo maximum, a existência da linha de transmissão da CHESF.

Estudou-se para a soleira do sangradouro uma cota que interferisse ao mínimo com as torres de transmissão existentes, considerando, entretanto, a necessidade de um aproveitamento máximo dos recursos hídricos da bacia hidrográfica.

A soleira do sangradouro ficou definida na cota 133,0m com lâmina máxima de 133,63m, ocorrendo, portanto, uma interferência das águas do açude nas seguintes torres, por ocasião da sangria com a lâmina máxima:

Torre nº	Cota da base Torre	Lâmina d'água
118/3	133,35m	0,28m
120/1	130,89m	2,74m
120/2	133,40m	0,23m

O arranjo geral das obras ficou definido por um maciço que se desenvolve ao longo de um eixo curvo, por 5 diques projetados sobre os pontos de fuga, sendo um na ombreira esquerda e os demais na direita, por uma tomada d'água situada na ombreira esquerda e por um sangradouro localizado na ombreira direita.



Os aspectos gerais da bacia hidráulica, bem como a curva cota x área x volume e a declividade do Rio Caiçara, são mostrados no desenho 01, "Bacia Hidráulica Reduzida, perfil do Rio e curva cota x área x volume", do Volume III, Tomo I, "Desenhos do Projeto".

A bacia hidráulica, com a locação das torres de transmissão da CHESF, é mostrada nos desenhos 27/1 a 27/5, "Bacia Hidráulica" do Volume III, Tomo I, "Desenhos do Projeto".

3.3 - ESCOLHA DA SEÇÃO TIPO

Na escolha das seções tipo dos maciços da barragem principal e dos 5 (cinco) diques foram consideradas as características técnicas do substrato rochoso das respectivas fundações e os condicionamentos topográficos dos eixos dos maciços, além das características geotécnicas dos materiais de empréstimo e suas disponibilidades.

A seção tipo da barragem principal ficou caracterizada por um núcleo de material argiloso, encontrado em abundância na região, encoberto nos espaldares de montante e jusante por solo de alteração de ardósia e/ou ardósia alterada, que será retirada da limpeza e escavação do sangradouro. A proteção dos taludes de montante e a jusante será efetuada por uma camada de enrocamento e transição, e a drenagem interna será feita por um filtro vertical e horizontal, terminando em um "rock-fill", no pé do talude de jusante.

Ao longo de toda a extensão do maciço será escavada uma trincheira de vedação até atingir o substrato rochoso, a fim de interceptar o pacote aluvionar.

No eixo da trincheira de vedação e do sangradouro será executada uma cortina de injeção de impermeabilização, com três linhas de injeção, com o objetivo de reduzir as características



de transmissibilidade hidráulica do maciço rochoso da fundação.

O maciço dos diques será do tipo aterro homogêneo constituído de ardósia alterada, com proteção de montante efetuada por um rip-rap, e um dreno de enrocamento no pé do talude de jusante.

Os cálculos relativos aos parâmetros geométricos do maciço, aos filtros e transições, bem como verificação de estabilidade dos taludes são apresentados nos itens 10.1.1 a 10.1.3, do capítulo 10, deste volume.

3.4 - ESCOLHA DO SANGRADOURO

A concepção do sangradouro do Açude Público Frecheirinha partiu da análise dos dados relativos aos estudos hidrológicos, às condições geométricas da bacia hidráulica, às características geotécnicas da fundação e aos estudos dos diversos tipos de estruturas de sangradouro.

Os estudos hidrológicos definiram uma vazão de projeto de $528,8\text{m}^3/\text{s}$, relativa a um período de recorrência de 1000 anos, conforme mostrado no capítulo 5, do Volume II, "Estudos Básicos".

Para a localização do sangradouro foram analisados os 5 pontos de fuga da bacia hidráulica, considerando, entretanto, que o sangradouro deveria satisfazer às seguintes condições:

- a) Permitir uma restituição do fluxo ao leito do rio;
- b) Desviar o fluxo da planície aluvionar, evitando sua inundação;
- c) Não inundar estradas existentes;
- d) Evitar um possível retorno do fluxo ao pé da barragem.



Os pontos de fuga da bacia hidráulica não se mostraram favoráveis à implantação do sangradouro, pois além de não preencherem os requisitos acima, o substrato rochoso de suas fundações apresentam características de resistência desfavoráveis.

O local mais adequado para a localização do sangradouro foi um alto topográfico, na ombreira direita, onde a restituição à calha do rio é imediata, as condições geotécnicas são favoráveis e o fluxo é encaixado diretamente na calha do rio, não afetando a zona aluvionar. Para a implantação do sangradouro, haverá uma escavação de material ardosiano, que será totalmente aproveitado no corpo do maciço, e de rocha arenítica, que será utilizada nas zonas de enrocamento e transição.

As condições limitantes para a definição do tipo de sangradouro foram:

- a) Lâmina de sangria mínima possível, a fim de evitar a interferência da água nas torres de transmissão da CHESF;
- b) Estrutura com largura limitada, de forma a "encaixar" na topografia do local escolhido.

Foram estudados os sangradouros do tipo "Soleira espessa", "Perfil Creager" e "Labirinto", sendo que, para uma lâmina de sangria em torno de 0,7m, seria necessária uma largura de aproximadamente 510m para "Soleira Espessa", 430m para "Perfil Creager" e de 100m no "Labirinto". A estrutura que melhor se encaixou nas condições topográficas do local foi LABIRINTO, sendo portanto definida a largura do sangradouro em 100m, e uma lâmina máxima de sangria de 0,63m.

O desenvolvimento da hidráulica do sangradouro bem como os cálculos estruturais do mesmo, são apresentados nos



itens 10.2.1 e 10.2.3, do capítulo 10, do Tomo II, deste Volume.

3.5 - ESCOLHA DA TOMADA D'ÁGUA

Para a escolha do local e tipo da tomada d'água, tomou-se como base os dados hidráulicos da bacia e geotécnicos do eixo, além de levar em consideração as dimensões das manchas irrigáveis a jusante da obra.

A tomada d'água está posicionada na ombreira esquerda, com o objetivo de facilitar a locação de um futuro canal até a mancha de aluvião de Frecheirinha, sem a necessidade de atravessar o curso d'água principal.

A estrutura é composta de torre com comporta, de onde se fará a manutenção do sistema hidromecânico de jusante, uma galeria de concreto estrutural com uma tubulação de 1,20m de diâmetro, uma bacia de dissipação e um registro para controle de vazão, localizado a jusante.

As memórias dos cálculos hidráulicos e estruturais da tomada d'água são apresentadas nos itens 10.3.1 e 10.3.2, do capítulo 10, deste volume.



4 - DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO

000025



4 - DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO

O projeto final do Açude Público Frecheirinha consta de um grupo de obras que foram projetadas para trabalhar de forma integrada, a fim de conferir ao conjunto a eficiência programada quando da concepção das obras.

O conjunto de obras consta de um maciço principal, de terra, zoneado, com 615m de extensão, que se desenvolve ao longo de um eixo curvo com coroamento na cota 135,50m; de cinco diques projetados sobre os pontos de fuga da bacia hidráulica, sendo o dique 1 localizado na ombreira esquerda e os demais na ombreira direita, de um sangradouro do tipo labirinto com 100m de largura e soleira na cota 133,00m, e de uma tomada d'água do tipo galeria localizada na ombreira esquerda.

A distribuição espacial das obras pode ser visualizada no Desenho 05, "Arranjo Geral das Obras", do Volume III, Tomo I, "Desenhos do Projeto".

4.1 - MACIÇO

As obras de terraplenagem do Açude Público Frecheirinha compreendem 6 maciços: o da barragem principal, que é zoneado com 27,50m de altura máxima e 615m de extensão, o maciço do dique 1 que se estende ao longo de 30m e tem uma altura máxima de 2,14m, o do dique 2 com 50m de extensão e 1,32m de altura máxima, o do dique 3 que se desenvolve ao longo de 63m e tem altura máxima de 5,28m, o do dique 4 com 155m de extensão e altura máxima de 4,90m e do dique 5, que é o maior, com 6,30m de altura máxima e 290m de extensão.

A descrição detalhada de cada maciço acima citado, com suas características gerais, é apresentada a seguir.



4.1.1 - Barragem principal

O maciço da barragem se desenvolve sobre um eixo que é reto no trecho central e curvo nas ombreiras, com concavidade voltada para jusante. A escolha do eixo curvo partiu da necessidade de um melhor engastamento do maciço com a ombreira direita, em face de sua esbeltez.

O maciço é de terra zoneada, com seção trapezoidal com 7,0m da largura e coroamento na cota 135,50m. A inclinação do talude de montante é 2,5 : 1,0(H:V) e do talude de jusante é de 2,5 : 1,0(H:V) acima da cota 120,0m e abaixo desta passa a ser 1,5 : 1,0(H:V).

Foram projetadas bermas estabilizadoras, com largura de 6,0m, nos taludes de montante e jusante. A berma de montante está fixada na cota 122,0m e a de jusante na cota 120,0m, abaixo da qual se forma o "rock-fill".

No trecho central da barragem será feita remoção de uma camada de 1,0m do material aluvionar de baixa resistência, para posterior implantação do maciço.

O zoneamento do maciço foi obtido com base nas disponibilidades dos materiais de empréstimo e de suas características geotécnicas; resultando em um maciço com núcleo central impermeável, de material proveniente da área de empréstimo 2, caracterizado como SC, segundo classificação USC, que é envolvido por solo de alteração e/ou ardósia alterada nos paramentos de montante e jusante, proveniente das áreas de empréstimo 1,3 e 4 e escavação do sangradouro.

Em toda extensão do maciço será escavada uma trincheira de vedação, do tipo "cut-off", até atingir o substrato rochoso, atingindo, portanto, sua profundidade máxima no trecho central do eixo, cuja camada aluvionar apresenta uma espessura de 8,0m. O

000027



"cut-off" será escavado com talude de 1,5:1,0(H:V) e terá 10,0m de base sobre o substrato.

As características do maciço podem ser visualizadas nos Desenhos 06, "Barragem Principal - Seções Tipo do Maciço" e 07, "Barragem Principal-Seções Transversais do Maciço", do Volume III, Tomo I, "Desenhos do Projeto".

No eixo da trincheira será executada uma cortina de impermeabilização, composta por 3 linhas de injeção, com profundidade de 2/3h, onde h é a coluna d'água no ponto a ser injetado. A cortina será executada ao longo do maciço e se estenderá por toda a ombreira direita e sangradouro. Os detalhes executivos do tratamento da fundação são apresentados no Capítulo 7, "Especificações Técnicas", e os detalhes de distribuição das injeções podem ser vistos no Desenho 08, "Barragem Principal - Injeções de Impermeabilização", do Volume III, Tomo I, "Desenhos do Projeto".

A drenagem do maciço será feita por um filtro do tipo chaminé com largura de 1,50m e topo na cota 134,0m, e por um filtro horizontal que encobre toda a extensão de jusante, a partir do filtro "chaminé", indo até o "rock-fill".

O "rock-fill" tem uma geometria trapezoidal com 6,0m de largura na cota 120,0m e inclinação de 1,5:1,0(H:V) para os lados de montante e jusante, sendo sua base aprofundada até o substrato rochoso. Nas ombreiras, o "rock-fill" será triangular com altura fixada em 1,50m e inclinação para os lados de montante de 1,5:1,0(H:V).

A superfície de contato do "rock-fill" com a ardósia será preenchida por materiais com granulometria graduada (brita e areia).



A proteção do maciço contra chuva, erosão e movimento das ondas será feita por um "rip-rap" de 1,50m de espessura para o talude de montante e de 1,0m para o talude de jusante.

Com o objetivo de acompanhar a evolução das linhas de percolação pelo maciço e fundação, bem como verificar o funcionamento do filtro horizontal, está prevista a instalação de piezômetros do tipo tubo aberto, em duas seções do trecho central do maciço, conforme mostrado no Desenho 09, "Barragem Principal-Instrumentação", do Volume III, Tomo I, "Desenhos do Projeto".

A amarração do maciço pode ser materializada a partir dos marcos topográficos existentes, o marco SO-HD, na ombreira direita e os marcos V-S26 e S32, na ombreira esquerda.

Partindo do marco SO-HD, que será chamado estaca 0 da linha de base, e visando o marco V-S26 ou S32, com um ângulo de 310° define-se a direção da linha de base maciço, que após o caminhamento de 104,40m (estaca 5+4,40m) sofre uma inflexão de 50° para a direita, com curva de raio de 223,89m e pontos de tangência nas estacas 0 e 10 + 8,80m; após o caminhamento de 505,60m (estaca 30+10m) nesta nova direção, a linha de base sofre uma nova inflexão, também para direita, de 50° , com curva de concordância de raio de 223,89m e pontos de tangência nas estacas 25+5,60m e 35+14,40m.

4.1.2 - Diques

Ao longo dos cinco (05) pontos de fuga, identificados na topografia da bacia hidráulica, foram projetados aterros homogêneos com coroamento na cota 135,50m.

A seção tipo dos maciços dos diques é do tipo homogênea formada por ardósia alterada, proveniente das áreas de empréstimo 1,3 e 4, e escavação do sangradouro.



Geometricamente os diques 1 e 2 são semelhantes com 4m de largura no coroamento, taludes de montante e jusante com inclinação 1,5:1,0(H:V) e proteção do talude de montante efetuada por um rip-rap com 0,50m de espessura.

Os diques 3,4 e 5 também têm uma crista com 4,0m de largura, taludes de montante e jusante com inclinação 2,0:1,0 (H:V), apresentam um dreno no pé do talude de jusante com 1,0m de altura e proteção do talude de montante caracterizada por um "rip-rap" de 0,50m de espessura.

Os Desenhos 10,11 e 12 do Volume III, Tomo I, "Desenhos do Projeto", apresentam as características gerais das seções tipo dos diques, bem como um arranjo geral dos mesmos vistos em planta.

4.2 - SANGRADOURO

Dos diversos tipos de sangradouros estudados para o Açude Público Frecheirinha, o que apresentou um melhor rendimento e uma melhor adaptação às condições da obra foi o do tipo labirinto. O labirinto é caracterizado por apresentar, em planta, uma soleira, cuja linha se desenvolve de forma irregular, normalmente definindo módulos de forma poligonal, que se repete em número de 12,5. A soleira é constituída por muros verticais com espessura de 0,50m e altura variando de 2,50m a 4,00m com a parte superior apresentando um perfil semi-circular para o lado de montante.

O labirinto, dimensionado para a vazão milenar de 528,8m³/s, tem uma largura de 100m, uma laje de fundo com inclinação de 0,075m/m para jusante, a fim de aumentar a velocidade de saída e evitar o afogamento da estrutura, e tem uma lâmina máxima de sangria de 0,63m.



Ao final da estrutura do labirinto, segue um canal "rápido" com largura constante de 100m e inclinação de 0,17m/m, acompanhando parcialmente a superfície do terreno onde o sangradouro foi projetado. Na cota 109,0m, onde termina o canal rápido foi projetada uma bacia de dissipação com 26m de comprimento, 2m de profundidade e um perfil Creager na saída, permitindo assim a restituição ao leito do rio, de um fluxo paralelo ao fundo do mesmo com uma velocidade máxima de 1,78m/s.

A escavação do canal do sangradouro pode ser visualizada em planta e cortes no Desenho 13, "Sangradouro - Planta de Escavação e Cortes", do Volume III, Tomo II, "Desenhos do Projeto".

Ao longo de toda a extensão do sangradouro, desde o início do labirinto, passando pelo canal "rápido", bacia de dissipação até o "Perfil Creager", foram projetados muros de proteção, que são do tipo estrutural com alturas determinadas em função da lâmina d'água nos canais. A distribuição dos muros ao longo dos canais com os respectivos detalhes são mostrados no Desenho 14, "Sangradouro - Perfil Longitudinal e Detalhes dos Muros de Proteção", do Volume III, Tomo II, "Desenhos do Projeto".

Os detalhes construtivos do labirinto e Perfil Creager são apresentados no Desenho 15, "Sangradouro - Detalhes do Labirinto e Perfil Creager", do Volume III, Tomo II, "Desenhos do Projeto".

Os detalhes da drenagem do canal rápido, bem como da estrutura do labirinto, lajes e muros são mostrados nos Desenhos 16 a 23 do Volume III, Tomo II, "Desenhos do Projeto".

A amarração do sangradouro está materializada a partir da linha de base do maciço, já definida, que irá se prolongar da estaca 0 à estaca (-1), que com ângulo de 230°, com a linha de base, define-se a direção da linha perpendicular ao eixo do



sangradouro. Da estaca (-1) caminha-se 50m na direção anteriormente definida, onde encontra-se a estaca 0+11m (montante) do estaqueamento do sangradouro.

4.3 - TOMADA D'ÁGUA

A tomada d'água foi projetada na estaca 30+6,5m, ombreira esquerda, com a finalidade de conferir ao rio um fluxo regular, por todos os períodos do ano, e uma vazão necessária à irrigação das manchas aluviais a jusante do barramento.

Levando-se em consideração as dimensões da obra e a vazão máxima necessária nos momentos de maior demanda, vazão de pico de 3,4m³/s, definiu-se a tomada d'água do tipo galeria com um conduto de 1.200mm de diâmetro e 105m de extensão.

A montante da galeria há um canal de aproximação escavado na cota 120,00m, e uma torre de concreto de 15m de altura, onde será instalada a comporta. Na boca de entrada da galeria há uma grade de ferro destinada à proteção do conduto.

A jusante da galeria há uma bacia de dissipação com 12,0m, onde se encontra o registro para controle da vazão, seguido de um canal de fuga.

A estrutura da galeria é apresentada no Desenho 24 "Tomada d'água - Perfil Longitudinal e Estrutura da Galeria", do Volume III, Tomo II, e a estrutura da torre e bacia de dissipação são apresentadas nos Desenhos 25 e 26, respectivamente.



5 - CRONOGRAMA DE CONSTRUÇÃO

000033



5 - CRONOGRAMA DE CONSTRUÇÃO

O cronograma de construção das obras do Açude Público Frecheirinha foi elaborado com o objetivo de orientar a firma Executante quanto a sequência de execução de cada serviço e seus períodos adequados. A concepção do cronograma baseou-se na observação da região quanto a intensidade de chuva nos diversos períodos do ano. O cronograma deverá ser observado em suas etapas de trabalho, a fim de que as obras tenham um bom desenvolvimento como um todo.

O cronograma foi definido basicamente em duas etapas bem características, quais sejam, períodos de estiagem e períodos de chuva. Programou-se o início da execução das obras para o mês de maio, final do período chuvoso, e o término no mês de dezembro do ano seguinte.

Buscou-se dentro dos limites de tempo e do clima, encaixar as obras de terraplenagem nos períodos secos do ano, e para o período chuvoso trabalhos tais como escavação em rocha, tratamento de fundação e concretagem.

No Quadro 5.1, apresentado a seguir, é mostrado o cronograma de construção com os diversos serviços e seus respectivos tempos de execução.



6 - QUANTITATIVOS E CUSTOS

000035

QUADRO - 5 1
CRONOGRAMA DE SERVIÇOS

SERVIÇOS	MESES																			
	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
INSTALAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS	█	█																		
MOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS	█	█	█																	
LIMPEZA DO LOCAL DA BARRAGEM E EMPRESTIMOS		█	█																	
ESCAVAÇÃO DA TRINCHEIRA DE VEDAÇÃO		█	█																	
INJEÇÕES DE IMPERMEABILIZAÇÃO			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
LIMPEZA E ESCAVAÇÃO DA TOMADA D'ÁGUA			█	█																
LIMPEZA E ESCAVAÇÃO DO SANGRADOURO			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
CONCRETAGEM DA TOMADA D'ÁGUA				█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
EXPLORAÇÃO DAS ÁREAS DE EMPRÉSTIMOS JAZIDAS E PEDREIRAS		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
EXECUÇÃO DA TRINCHEIRA DE VEDAÇÃO					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
CONCRETAGEM DO SANGRADOURO						█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
EXECUÇÃO DO MACIÇO CENTRAL E OMBREIRAS						█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
INSTALAÇÕES DOS EQUIPAMENTO HIDRO MECÂNICOS																		█	█	█
ACABAMENTO DAS OBRAS																			█	█



6 - QUANTITATIVOS E CUSTOS

O orçamento do Açude Público Frecheirinha é apresentado a seguir sob forma de planilhas contendo discriminação de serviços, quantitativos, preços unitários e preços globais de cada item de construção.

Os preços unitários utilizados tiveram como base a Tabela de Preços e serviços da Secretaria de Recursos Hídricos (SRH), julho/93 e consultas a fornecedores e firmas especializadas.

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

É apresentado a seguir o quadro resumo, com os valores das principais estruturas das obras, bem como seu valor global, e serão apresentadas, em seguida, as planilhas com os quantitativos, preços unitários e preços globais dos diversos itens de construção.

**QUADRO RESUMO DOS PREÇOS**

ITEM	SERVIÇO	PREÇOS
01	INSTALAÇÃO E MOBILIZAÇÃO	7.613.371.000,00
02	BARRAGEM PRINCIPAL	522.082.465.392,00
03	SANGRA DOURO	214.224.194.607,00
04	TOMADA D'ÁGUA	34.004.843.556,30
05	INJEÇÕES DE IMPERMEABILIZAÇÃO	33.473.665.846,00
06	DIQUES	5.216.394.481,17
07	SUPERVISÃO E ACOMPANHAMENTO	24.498.448.046,00
TOTAL GERAL		841.113.382.929,00

PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
 DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
 2ª DIRETORIA REGIONAL
 QUADRO DE QUANTITATIVOS E PREÇOS

DÓLAR= Cr\$ 71.153,00

OBRA: AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA
 LOCAL: FRECHEIRINHA - CEARÁ

PREÇOS DE JULHO DE 1993

ITEM	ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO Cr\$	PREÇO TOTAL Cr\$
1	INSTALAÇÃO E MOBILIZAÇÃO				
1.1	INSTALAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS	vb	1,0	2.490.355.000,00	2.490.355,000,00
1.2	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO	vb	2,0	2.490.355.000,00	4.980.710.000,00
1.3	DIVULGAÇÃO	vb	1,0	142.306.000,00	142.306.000,00
	TOTAL DO ITEM-1				7.613.371.000,00
2	BARRAGEM				
2.1	SERVIÇOS PRELIMINARES				
2.1.1	Estrada de acesso	km	2,0	45.879.454,40	91.758.908,80
2.1.2	Caminhos de serviço	km	5,8	22.939.727,20	133.050.417,76
2.1.3	Desmatamento e destocamento do local da barragem, diques, sangradouro e jazidas	ha	113,0	46.350.487,26	5.237.605.060,38
2.1.4	Expurgo nas áreas de implantação da barragem, diques, sangradouro e jazidas	m³	226.000,0	108.152,56	24.442.478.560,00
2.2	FUNDAÇÃO				
2.2.1	Escavação mecânica em material de 1ª categoria com bota-fora de até 0,30 km	m³	165.447,0	96.768,08	16.009.988.531,80
2.2.2	Escavação mecânica em material de 2ª categoria com bota-fora de até 0,30 km	m³	41.362,0	148.709,77	6.150.933.506,74
2.2.3	Escavação mecânica em material de 3ª categoria com bota-fora de até 0,30 km	m³	-	640.377,00	-

Todos os volumes foram medidos na seção.

PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
 DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
 2ª DIRETORIA REGIONAL
 QUADRO DE QUANTITATIVOS E PREÇOS

OBRA: AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA
 LOCAL: FRECHEIRINHA - CEARÁ

PREÇOS DE JULHO DE 1993

ITEM	ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO Cr\$	PREÇO TOTAL Cr\$
2.3	MACIÇO				
2.3.1	Escavação, carga, transporte, lançamento, espalhamento e compactação de material de 1ª categoria até uma distância de 0,30 km	m ³	416.000,0	227.689,60	94.718.873.600,00
2.3.2	Escavação, carga, transporte, lançamento, espalhamento e compactação de material de 2ª categoria até uma distância de 0,30 km	m ³	375.000,0	297.419,54	111.532.327.500,00
2.3.3	Escavação, carga e transporte em material de 3ª categoria, da pedra para o maciço a uma distância de até 0,30 km	m ³	203.600,0	640.377,00	130.380.757.200,00
2.3.4	Transporte complementar de material de 1ª categoria	m ³ /km	208.000,0	35.576,50	7.399.912.000,00
2.3.5	Transporte complementar de material de 3ª categoria	m ³ /km	1.119.800,0	46.960,98	52.586.905.404,00
2.3.6	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria para central de britagem a uma distância de até 0,30 km (pedreira)	m ³	30.350,0	687.040,15	20.851.668.552,50
2.3.7	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria, do sangradouro e ombreiras, para o maciço a uma distância de até 0,30 km	m ³	23.000,0	640.377,00	14.728.671.000,00
2.3.8	Beneficiamento, carga, transporte e lançamento, espalhamento e compactação de material transição à uma distância de até 0,30 km	m ³	30.350,0	711.530,00	21.594.935.500,00

Todos os volumes foram medidos na seção.

PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL
QUADRO DE QUANTITATIVOS E PREÇOS

OBRA: AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA
LOCAL: FRECHEIRINHA - CEARÁ

PREÇOS DE JULHO DE 19 93

ITEM	ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO Cr\$	PREÇO TOTAL Cr\$
2.3.9	Lançamento, espalhamento e compactação de material de 3ª categoria	m³	229.600,0	15.576,60	3.576.387.360,00
2.3.10	Escavação, carga, transporte, lançamento espalhamento e compactação de material de 1ª categoria para filtro a uma distância de até 0,30 km	m³	58.000,0	113.185,61	6.564.765.380,00
2.3.11	Regularização dos taludes	m²	76.000,0	51.230,16	3.893.492.160,00
2.3.12	Fio de pedra	m	1.230,0	1.778.825,00	2.187.954.750,00
	TOTAL DO ITEM-2	-	-	-	522.082.465.392,00
3	SANGRADOURO				
3.1	ESCAVAÇÃO				
3.1.1	Escavação mecânica, carga e transporte material de 1ª categoria com bota-fora até 0,30 km	em de m³	20.300,0	96.768,00	1.964.390.400,00
3.1.2	Escavação mecânica, carga e transporte material de 2ª categoria com bota-fora até 0,30 km	em de m³	-	148.709,77	-
3.1.3	Escavação mecânica, carga e transporte material de 3ª categoria com bota-fora até 0,30 km	em de m³	-	640.377,00	-

Todos os volumes foram medidos na seção.

PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
 DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
 2ª DIRETORIA REGIONAL
 QUADRO DE QUANTITATIVOS E PREÇOS

OBRA: AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA
 LOCAL: FRECHEIRINHA - CEARÁ

PREÇOS DE JULHO DE 1993

ITEM	ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO Cr\$	PREÇO TOTAL Cr\$
3.2	CONCRETO				
3.2.1	Concreto, fck=150 kgf/cm ² , para utilização no labirinto, canal, bacia de dissipação e muros, com forma.	m ³	5.631,54	22.031.103,39	124.069.039.985,00
3.2.2	Concreto ciclópico, com 12% da pedra de mão, para o perfil Creager	m ³	1.100,00	4.822.038,81	5.304.242.691,00
3.2.3	Concreto simples para regularização	m ³	115	3.557.650,00	409.129.750,00
3.2.4	Ferro CA-50B	kg	364.128,00	144.094,80	52.468.951.334,40
3.2.5	Aço para ancoragem	kg	38.627,00	82.636,21	3.191.988.883,67
3.2.6	Perfuração para ancoragem, Ø = 2"	m	9.923,00	2.612.252,30	25.921.379.572,90
3.2.7	Argamassa para fixação da ancoragem	m ³	16,00	2.913.253,73	46.612.059,68
3.3	DRENAGEM				
3.3.1	Areia para drenagem subsuperficial	m ³	2.083,00	158.463,02	330.078.470,66
3.3.2	Pedrisco para drenagem superficial	m ³	44,00	174.342,05	7.671.050,20
3.3.3	Tubo PVC rígido, perfurado para drenagem Ø = 150 mm (6m)	ud	40	3.454.727,78	138.189.111,20
3.3.4	Tubo PVC rígido Ø =150 mm(6m)	ud	9	3.109.255,00	27.983.295,00
3.3.5	Tubo PVC rígido Ø =300 mm(6m)	ud	21	3.719.437,77	78.108.193,17
3.3.6	Lona plástica	m ²	11.900,00	22.389,06	266.429.814,00
	TOTAL DO ITEM-3				214.224.194.607,00

Todos os volumes foram medidos na seção.

PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL
QUADRO DE QUANTITATIVOS E PREÇOS

OBRA: AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA
LOCAL: FRECHEIRINHA - CEARÁ

PREÇOS DE JULHO DE 1993

ITEM	ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO Cr\$	PREÇO TOTAL Cr\$
4	TOMADA D'ÁGUA				
4.1	ESCAVAÇÃO				
4.1.1	Escavação mecânica em material de 1ª categoria com bota-fora de até 0,30 km	m³	60,0	96.768,08	5.806.084,80
4.1.2	Escavação mecânica em material de 2ª categoria com bota-fora de até 0,30 km	m³	25,0	148.709,77	3.717.744,25
4.1.3	Escavação mecânica em material de 3ª categoria com bota-fora de até 0,30 km	m³	-	640.377,00	-
4.1.4	Juntas Fugenband	m	57,6	2.761.447,93	159.059.400,70
4.2	CONCRETO				
4.2.1	Concreto, fck = 150 kgf/cm², para a galeria, torre e bacia de dissipação, com forma	m³	640,0	22.031.103,39	14.099.906.169,60
4.2.2	Concreto ciclópico	m³	-	-	-
4.2.3	Concreto simples para regularização	m³	18,0	3.557.650,00	64.037.700,00
4.2.4	Ferro CA-50B	kg	44.165,0	144.094,80	6.363.946.842,00
4.3	EQUIPAMENTO MECÂNICO				
4.3.1	Tubos de aço de Ø = 1200 mm	m	105,0	24.042.213,78	2.524.432.446,90
4.3.2	Registro de acionamento direto, volante e "by-pass" de 1200 mm com redutor de engrenagem	ud	01	4.380.167.167,96	4.380.167.167,96

Todos os volumes foram medidos na seção.

000043 11

PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
 DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
 2ª DIRETORIA REGIONAL
 QUADRO DE QUANTITATIVOS E PREÇOS

OBRA: AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA
 LOCAL: FRECHEIRINHA - CEARÁ

PREÇOS DE JULHO DE 1993

ITEM	ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO Cr\$	PREÇO TOTAL Cr\$
4.3.3	Comporta quadrada de 1200 mm, fluxo único, mod. CQU, Barbará, com pedestal de suspensão simples, luvas para haste, 15,0 m de haste de prolongamento 1 3/4" com 4 mancais para guia	ud	01	6.403.770.000,00	6.403.770.000,00
	TOTAL DO ITEM-4	-	-	-	34.004.843.556,30
5	INJEÇÕES DE IMPERMEABILIZAÇÃO				
5.1	PERFURAÇÃO				
5.1.1	Perfuração para injeção com equipamento rotopercussivo	m	7.595	2.612.252,28	19.840.056.066,60
5.1.2	Perfuração com sondagem rotativa Ø BX	m	1.898	5.336.475,00	10.128.629.550,00
5.1.3	Perfuração com sondagem rotativa Ø NX	m	250,0	8.327.680,92	2.081.920.230,00
5.2	CALDA IMPERMEABILIZANTE				
5.2.1	Cimento para nata impermeabilizante	sc	500,0	2.846.120,00	1.423.060.000,00
	TOTAL DO ITEM-5	-	-	-	33.473.665.846,60

Todos os volumes foram medidos na seção.

000044 42

PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL
QUADRO DE QUANTITATIVOS E PREÇOS

OBRA: AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA
LOCAL: FRECHEIRINHA - CEARÁ

PREÇOS DE JULHO DE 1993

ITEM	ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO Cr\$	PREÇO TOTAL Cr\$
6	DIQUES				
6.1	MACIÇO				
6.1.1	Escavação mecânica em material de 1ª categoria com boca-fora de até 0,30 km	m³	2.900	96.768,08	280.627.432,00
6.1.2	Escavação, carga, transporte, lançamento, espalhamento e compactação de material de 2ª categoria até uma distância de 0,30 km	m³	21.545	148.709,77	3.203.951.994,65
6.1.3	Escavação, carga e transporte em material de 3ª categoria da pedra para o maciço a uma distância de até 0,30 km	m³	2.278	640.377,00	1.458.778.806,00
6.1.4	Escavação, carga e transporte em material de 3ª categoria para central de britagem a uma distância de até 0,30 km (pedreira)	m³	127	687.040,15	87.254.099,05
6.1.5	Beneficiamento, carga, transporte, lançamento, espalhamento e compactação de material de transição à uma distância de até 0,30 km	m³	127	711.530,00	90.364.310,00
6.1.6	Lançamento, espalhamento e compactação de material de 3ª categoria	m³	2.278	35.576,50	81.043.267,00
6.1.7	Escavação, carga, transporte, lançamento, espalhamento e compactação de material de 1ª categoria para filtro a uma distância de até 0,30 km	m³	127	113.185,61	14.374.572,47
	TOTAL DO ITEM 6				5.216.394.481,17
	TOTAL DOS ITENS 1, 2, 3, 4, 5, 6	-	-	-	816.614.934.882,00

Todos os volumes foram medidos na seção.

000045 43

PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
 DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
 2ª DIRETORIA REGIONAL
 QUADRO DE QUANTITATIVOS E PREÇOS

OBRA: AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA
 LOCAL: FRECHEIRINHA - CEARÁ

PREÇOS DE JULHO DE 1993

ITEM	ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO Cr\$	PREÇO TOTAL Cr\$
7	SUPERVISÃO E ACOMPANHAMENTO				
7.1	SUPERVISÃO E ACOMPANHAMENTO DOS TRABALHOS DE IMPLANTAÇÃO DA OBRA (3% DO VALOR GLOBAL)	vb	-	-	24.498.448.046,00
	TOTAL DO ITEM-7	-	-	-	24.498.448.046,00
	TOTAL GERAL	-	-	-	<u>841.113.382.928,00</u>

Todos os volumes foram medidos na seção.

000046 44



**7 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS PARA
EXECUÇÃO DAS OBRAS DO AÇUDE
PÚBLICO FRECHEIRINHA**

000047



7 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS PARA EXECUÇÃO DAS OBRAS DO AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

7.1 - GENERALIDADES

As obras a que se referem as presentes especificações compreendem as obras civis e hidromecânicas do Açude Público Frecheirinha.

As presentes especificações têm por objetivo o estabelecimento das condições técnicas básicas, que deverão ser obedecidas durante a construção das obras, a fim de garantir o comportamento das mesmas de acordo com as hipóteses de projeto traduzidas, e em parâmetros assumidos nos cálculos.

7.2 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA CONSTRUÇÃO DAS OBRAS DE TERRA E ENROCAMENTO

7.2.1 - Objetivos

As presentes especificações têm por objetivo o estabelecimento das Condições Técnicas Básicas que, juntamente com os Desenhos de Projeto e Instruções Complementares de Campo da Projetista e da Fiscalização, deverão ser obedecidas durante a construção das Obras de Terra e Enrocamento.

7.2.2 - Limpeza geral da área

A limpeza consistirá na remoção de todo o material, de origem vegetal de dentro da área a ser designada pela Fiscalização. A limpeza incluirá, onde necessário, as operações de desmatamento, destocamento e remoção de detritos de origem vegetal de forma que a superfície resultante se apresente completamente livre de qualquer detrito.



Por desmatamento entende-se a derrubada, remoção e transporte de todas as árvores, arbustos, capoeiras e macegas existentes na área. O destocamento significa a remoção dos tocos e raízes existentes dentro da área designada pela Fiscalização.

O material removido na operação de limpeza deverá ser transportado para locais previamente indicados pela Fiscalização. As madeiras aproveitáveis, a critério da Fiscalização, deverão ser depositadas pela Executante em locais apropriados a serem também indicados pela Fiscalização, ficando as mesmas à disposição desta. O restante, após colocado nos locais indicados, será queimado ou enterrado. Em nenhuma hipótese será permitido o lançamento de galhos, troncos, raízes ou detritos provenientes de operação de limpeza, no leito do rio.

As áreas a serem limpas serão as correspondentes àquelas em que realizar-se-ão as escavações programadas ou as que serão utilizadas como empréstimo, bota-fora ou destinadas à estocagem. Além disso, a Executante deverá limpar, às suas expensas, a região em que instalar seu canteiro de serviço. Os limites das áreas a serem limpas estenderão dez (10) metros além das linhas de demarcação das escavações, saias de aterro, pilhas de agregados ou bota-foras.

O acabamento das áreas sujeitas a operação de limpeza consistirá em regularização do terreno, de forma que este se mantenha estável e com drenagem adequada, para evitar a formação de bolsões onde possa haver acumulação de água.

7.2.3 - Escavações e preparo das fundações

Todas as escavações deverão ser levadas até as linhas, declividades e taludes mostrados nos desenhos de projeto ou indicados pela Fiscalização, e acompanhadas por técnicos da Projetista.



Essas profundidades foram fixadas com base na interpretação dos resultados das investigações de subsuperfície, que poderão ser alteradas durante a construção, objetivando que sejam alcançadas as condições previstas nas especificações.

Os limites das escavações poderão ser alterados pela Projetista e Fiscalização em função das condições locais, caso a rocha e/ou outros materiais, apresentem características diferentes das previstas nas considerações do projeto e nos desenhos.

7.2.3.1 - Fundações das ombreiras

As escavações deverão compreender a remoção dos solos húmidos, bem como os matacões soltos ou parcialmente enterrados, areias e siltes inconsolidadas e camadas de solos compressíveis, até a exposição do substrato terroso de fundação, composto por um silte arenoso.

O material a ser removido deverá ser depositado em bota-foras ou depósitos, como determinado pela Fiscalização.

Após a remoção dos materiais indesejáveis, será regularizado e compactado o terreno, nas regiões entre os blocos ou onde ocorrerem solos, antes de receber a primeira camada de material do maciço.

Na região central do maciço, deverá ser assegurada uma perfeita ligação entre a fundação e o núcleo, sem planos preferenciais de percolação, através da abertura de uma trincheira de vedação ("cut - off"), até atingir rocha alterada pouco decomposta ou rocha sã, por toda a extensão do núcleo.

7.2.3.2 - Fundação do leito do rio

A escavação na região específica do leito principal do



rio, onde ocorrem os depósitos aluviais, compreenderá a remoção dos materiais acima do substrato rochoso, ao longo de toda a base do maciço, procurando, assim, promover uma homogeneização da área de apoio da barragem, conforme os desenhos de projeto, uma vez que estes materiais não apresentam características favoráveis de fundação.

Na região do núcleo central deverá ser assegurada uma perfeita ligação entre o maciço e a fundação, através da abertura de uma trincheira de vedação até atingir a rocha sã, por toda extensão do núcleo.

Toda a fundação deverá ser submetida à Fiscalização para mapeamento e liberação, antes do lançamento de qualquer camada de aterro, filtro ou transição.

7.2.3.3 - Trincheira de vedação (Barragem Central)

Na base da trincheira de vedação a rocha deverá ser limpa com jato de ar e/ou água, e as reentrâncias e/ou saliências da superfície da rocha de fundação deverão ser aparadas, ou então, o espaço sob as mesmas, preenchido com concreto ou argamassa, de modo que nenhuma superfície de fundação tenha declividade maior que 0,75 horizontal para 1,0 vertical; mediante aprovação da Fiscalização, os recessos poderão ser enchidos com concreto dental. Se num plano próximo da vertical, forem encontradas falhas ou camadas de material decomposto ou de qualquer forma inaceitável como fundação, estas deverão ser escavadas a uma profundidade de, pelo menos, um (1,0) metro e preenchidas com concreto dental, ou como determinar a Fiscalização; e em nenhum caso esta escavação deverá se estender a uma profundidade superior ao dobro da largura da falha ou camada escavada.

Após o tratamento localizado das irregularidades da rocha de fundação, toda a superfície que ficará em contato com o



núcleo impermeável deverá ser recoberta por uma camada de concreto de regularização com uma espessura de 5 a 7cm.

Em seguida a rocha de fundação deverá ser tratada com injeções de cimento para impermeabilização, segundo as Especificações constantes do item 7.4.1.

7.2.3.4 - Desmoronamentos

A Executante deverá tomar todas as providências para evitar a ocorrência de desmoronamentos. Caso estes ocorram, a reparação dos danos e a retirada do material resultante serão feitas pela Executante e às suas expensas.

7.2.3.5 - Utilização e rejeição do material escavado

Todo o material aproveitável retirado das escavações programadas, deverá ser usado na construção da barragem durante as operações de escavação, e será lançado nos locais definitivos sem estocagem intermediária, a não ser quando expressamente determinado pela Fiscalização. O material não aproveitável deverá ser depositado em bota-foras que serão formados em áreas aprovadas pela Fiscalização. Esses bota-foras deverão, uma vez completados, ser estáveis e apresentar taludes uniformes e regulares.

Todos os materiais oriundos das escavações e que possam ser utilizados no maciço da barragem, deverão ter seu aproveitamento direto das escavações para o maciço, necessitando portanto de uma programação conjunta dos trabalhos de escavação e construção do maciço.

7.2.4 - Execução do maciço de terra e enrocamento

Antes de se iniciar a construção do Maciço de Terra e Enrocamento deverão estar concluídos todos os serviços relativos



à escavação, preparo e tratamento das fundações.

O maciço da barragem será construído de acordo com os desenhos de projeto, as presentes especificações e instruções complementares de campo emitidas pela Projetista e Fiscalização.

7.2.4.1 - Materiais para o maciço

Na construção do maciço da barragem serão empregados os materiais provenientes da alteração da ardósia e coluvionares das áreas de empréstimo estudadas, os materiais arenosos da jazida de areia e os materiais rochosos que serão obtidos a partir das escavações em rochas, necessária para a implantação das estruturas do sangradouro, bem como das pedreiras selecionadas.

7.2.4.1.1 - Solos de alteração da ardósia e coluvionares

Para a construção do maciço propriamente dito está prevista a utilização dos solos de alteração da ardósia sobre rochas ardosianas, de composição areno-argilosa e/ou os solos coluvionares que ocorrem a jusante do barramento.

7.2.4.1.1.1 - Solos de alteração da ardósia

A aplicação destes solos, provenientes das áreas de empréstimos 1, 3 e 4 é indicada no desenho C6, onde mostra os locais específicos de aplicação dos materiais.

As características geotécnicas destas áreas, suas localizações e seus volumes disponíveis são apresentados no Volume II - Estudos Básicos, e nos desenhos de projeto.

Imediatamente antes da exploração destas áreas de empréstimo, deverão ser realizados estudos visando a caracterização e seleção dos materiais a serem lançados no maciço.



Somente serão considerados liberados para exploração e lançamento os materiais que atenderem às seguintes características:

a) Zona a montante do filtro vertical

- umidade ótima maior ou igual a 11%
- percentagem de grãos passando na peneira 200 maior ou igual a 10
- deverão ser plásticos, pois materiais considerados não plásticos não serão usados.

b) Zona a jusante do filtro vertical

- umidade ótima maior ou igual a 11%
- percentagem de grão passando na peneira 200 maior ou igual a 10
- deverão ser plásticos, pois materiais considerados não plásticos serão usados com restrições.

7.2.4.1.1.2 - Solos coluvionares

A aplicação destes solos, provenientes da área de empréstimo 2, é indicada no desenho 06, onde mostra os locais de aplicação dos materiais.

As características geotécnicas desta área, sua localização e seu volume disponível são apresentados no Volume II - Estudos Básicos e nos desenhos de projeto.

Imediatamente antes da exploração desta área de empréstimo, deverão ser realizados estudos visando a



caracterização e seleção dos materiais a serem lançados no maciço.

Somente serão considerados liberados para exploração e lançamento os materiais que atenderem às seguintes características:

a) Zona do núcleo central

- umidade ótima maior ou igual a 10%
- percentagem de grãos passando na peneira 200 maior ou igual a 10
- deverão ser plásticos, pois materiais considerados não plásticos não serão usados.

7.2.4.1.2 - Transição fina (areia)

Para a zona de transição fina de areia compactada, será utilizada a areia existente na jazida identificada.

Sua característica granulométrica é apresentada no Volume II - Estudos Básicos, e no desenho 06, do Volume III, Tomo I.

7.2.4.1.3 - Transições

Para a construção das zonas de transições, está previsto o beneficiamento através da britagem da rocha arenítica, proveniente das escavações obrigatórias e das pedreiras.

As características granulométricas básicas destes materiais são apresentadas no desenho 06, do Volume III, Tomo I.



7.2.4.1.4 - Enrocamento

Nas zonas de enrocamento será aplicada rocha proveniente das escavações e pedreiras, sendo que nas proximidades das transições os materiais a serem lançados deverão possuir uma porcentagem maior de finos.

No restante das aplicações deve apenas ser observado que a granulometria do material lançado seja contínua.

7.2.4.2 - Construção do maciço

O processo de construção consiste em depositar os materiais nos locais convenientes, segundo suas características e indicações do projeto, lançá-los e espalhá-los com espessuras pré-determinadas, corrigir a umidade, quando necessário, e fazer a compactação obedecendo a especificação ou instruções de campo.

7.2.4.2.1 - Núcleo impermeável

O núcleo impermeável deverá apresentar características de resistência, deformabilidade e permeabilidade, que permitam ao mesmo a plenitude de suas funções. Estas características deverão ser obtidas através do controle da variação de umidade e grau de compactação.

7.2.4.2.1.1 - Lançamento e espalhamento

O lançamento das camadas de solo serão sempre em camadas horizontais e dispostas em faixas paralelas ao eixo da barragem.

O trajeto do equipamento de transporte do material, quando passar na zona de material impermeabilizador, deverá ser mudado frequentemente, a fim de evitar um excesso prejudicial de compactação.



Este trajeto deverá ser sempre paralelo ao eixo da barragem a fim de que, no caso de produzir uma estratificação nesta direção, seja menor o perigo de infiltração.

Deve ser prevista a drenagem natural do maciço impermeável, a fim de evitar que as águas da chuva elevem a umidade além dos limites prescritos.

Quando esta drenagem for insuficiente, os trabalhos serão interrompidos a fim de permitir a evaporação. Quando uma forte chuva for prevista deverá ser passado, sobre o maciço, um rolo liso ou de pneus, a fim de aumentar a estanqueidade superficial. A superfície do aterro será inclinada para montante de 4%, ou menos, quando o trabalho estiver sujeito a interrupções em virtude de chuvas fortes. Serão necessários cuidados especiais a fim de que seja assegurado um espalhamento uniforme entre as diversas camadas lançadas. Uma vez dispostos os solos em camadas uniformes a umidade deverá ser medida e corrigida.

7.2.4.2.1.2 - Espessuras das camadas, número de passagem do rolo, umidade e grau de compactação

A espessura máxima das camadas, bem como o número de passadas do equipamento de compactação, no maciço impermeável, será determinada conforme os equipamentos a serem empregados em função dos resultados obtidos no início dos trabalhos.

Inicialmente será adotada a espessura de material solto de 25 cm, que será lançada com controle lateral de espessuras por intermédio de cruzetas. Estas deverão ser consideradas como controle orientativo e preliminar da espessura das camadas, a serem confirmadas pelos ensaios de controle.

O controle efetivo deverá ser realizado pelo Executante por meio de nivelamento de vários pontos da praça, a cada dez camadas sucessivas.



O número de passadas, para os diversos equipamentos, é definido no item 4.2.1.4 desta especificação.

O teor de umidade situar-se-á ao redor da ótima do Proctor Normal, com uma faixa de tolerância de 1,5% abaixo até 0,5% acima da ótima. Os materiais que se encontrarem na barragem com umidade fora destes limites serão submetidos a rega ou secamento antes da compactação.

O grau de compactação deverá ser o mínimo de 95%, ficando a média em torno de 98%; quando não atingido o valor mínimo a camada deverá ser recompactada. O número de camadas rejeitadas, retrabalhadas e recompactadas não deverá exceder a 5%, considerando o intervalo de 80 ensaios de controle.

7.2.4.2.1.3 - Ligação entre as camadas

Para assegurar uma boa ligação entre as camadas do maciço é necessário que os materiais em contacto estejam nas mesmas condições de umidade, e que seja escarificada a superfície da camada compactada antes da colocação de nova camada. As rugosidades, deixadas pelos rolos de compactação, que penetrem uns 3cm na camada compactada são suficientes. Entretanto, grande parte dessa rugosidade é, muitas vezes, suprimida pela passagem dos equipamentos de transporte, devendo, então, as trilhas deixadas por estes equipamentos serem revolvidas por uma grade de disco até uma profundidade de três a oito centímetros ou escarificadas.

7.2.4.2.1.4 - Equipamento de compactação

A compactação pode ser feita por meio de sapos, rolos pé-de-carneiro, rolos vibratórios ou rolos de impacto (Tamping).

O sapo mecânico ou pneumático só será usado nos locais inacessíveis a outros tipos de compactadores.



A fixação do número de passadas dos equipamentos será feita na fase inicial da compactação do aterro, e deverá ser reavaliada após os primeiros resultados obtidos.

Como sugestão inicial, recomenda-se 10 passadas com o rolo pé-de-carneiro, e 8 passadas para os rolos vibratórios ou rolos de impacto.

Quando indicado o rolo pé-de-carneiro, o pé desse rolo deve penetrar pelo menos até 3/4 da espessura da camada fofa por ocasião da primeira passagem do rolo, a fim de assegurar a compactação da parte inferior da camada e permitir boa aderência com a camada subjacente.

A velocidade de deslocamento do rolo compactador não deve exceder a 5 km/h para o rolo pé-de-carneiro e vibratório e 15 a 20 km/h para os rolos de impacto.

7.2.4.2.1.5 - Núcleo impermeável

O material para o núcleo impermeável da Barragem deverá ser obtido da área de empréstimo indicada no desenho de projeto, e devidamente compactado de acordo com as especificações vigentes.

A umidade será corrigida antes da compactação. O acréscimo de água, quando necessário, poderá ser feito por meio de carros pipas aspersores ou mangueiras. Em seguida a esta operação, se necessário, a camada de terra será destorroada e pulverizada por meio de grade de discos que, simultaneamente, uniformizará a umidade.

A critério da Fiscalização, sempre que for mais econômico deve-se corrigir o teor da umidade desejado no próprio empréstimo irrigando a superfície, quando o material não absorver água rápida e uniformemente será prático molhar a face do terreno



a medida que se for fazendo a escavação.

Neste caso a correção da umidade, no local da construção, se limitará às perdas por evaporação.

Na hipótese de o material no empréstimo ter teor de umidade mais elevado do que o apropriado para utilização na obra, a Executante procederá a aeração e secagem na área de empréstimo através de drenagens, escarificação e/ou revolvimento por meio de grades de discos.

Os valores das umidades ótimas, densidades secas máximas e características granulométricas são apresentados no desenho 04, do Volume III, Tomo I.

7.2.4.2.1.6 - Material de filtro

A zona de Transição Fina deve ter o coeficiente de permeabilidade bastante superior ao do maciço impermeável da barragem, a fim de que a linha freática sofra uma queda apreciável ao passar da zona impermeável para a zona permeável.

A compactação desse material será realizada em camadas não superiores a 50 cm, com saturação completa e com emprego de equipamentos vibratórios.

Especificamente o material de filtro deverá ser composto por areias puras com granulometria contínua. A compactação relativa mínima a obter em ensaios de controle para este tipo de material será de 65%.

Os valores das densidades máximas e mínimas deverão ser determinados no início dos trabalhos, e sistematicamente aferidos durante a construção.

As características granulométricas destes materiais são



apresentadas no desenho 06, do Volume III, Tomo I.

7.2.4.2.1.7 - Zona de transição

A zona de transição deverá ser composta por uma faixa granulométrica previamente definida, e constituída de fragmentos de rocha sã com elevada resistência a abrasão e a decomposição química.

A compactação desses materiais será realizada em camadas não superiores a 50 cm, com emprego de equipamentos vibratórios.

Especificamente os materiais de transição deverão ser compostos por materiais britados, isentos de material pulverulento com granulometria contínua.

As características granulométricas deste materiais são apresentadas no Desenho 06 do Volume III, Tomo I.

7.2.4.2.1.8 - Enrocamento

Para execução do enrocamento deverão ser utilizados materiais provenientes das escavações e pedreiras, constituídos de fragmentos de rocha sã com elevadas resistência a abrasão e a decomposição.

Para assegurar uma livre drenagem, as quantidades de fragmentos de rochas ou outros materiais finos não devem ser introduzidos além daquelas necessárias para encher os vazios maiores, evitando ainda a possibilidade de carreamento dos finos e descalçamentos de blocos.

O lançamento destes materiais será sempre efetuado sobre o talude ou nas bordas da camada que está sendo lançada.



O diâmetro médio e máximo das pedras, será especificado em função do local de aplicação e das suas características básicas necessárias.

A compactação será realizada em camadas não superiores a 1,0 metro, com emprego de equipamento vibratório pesado do tipo CA-25 ou equivalente, com um mínimo de 4 passadas, acompanhando a subida do maciço.

Deverá ser lançada de modo a ser obtida uma camada homogênea e sem segregação.

A característica granulométrica deste material deve obedecer ao seguinte critério:

D(50) menor ou igual a 30 cm e D(máx) menor ou igual a 80 cm.

7.2.5 - Controle tecnológico

O controle de qualidade deverá ser feito por pessoal da Fiscalização, através de acompanhamento e inspeção visual e táctil permanente das diversas operações de escavação, lançamento, espalhamento, homogeneização e compactação. Este acompanhamento de campo será complementado com realização de poços de inspeção e ensaios geotécnicos de controle, objetivando um registro do acompanhamento técnico.

Os métodos a serem empregados no controle tecnológico da obra são:

- Para o núcleo impermeável o controle tecnológico será realizado através de ensaio Hilf-Proctor, com uma frequência de ensaio a cada 300 m³ de aterro compactado, ou no mínimo 2 ensaios por camada. Estes dados deverão ser tratados estatisticamente a cada 80



ensaios, onde será analisado o comportamento do grau de compactação e do desvio de umidade;

- Para o material do filtro o controle será realizado através da determinação da compacidade relativa;
- Para os materiais de transição e enrocamento o controle será realizado através dos métodos construtivos e do número de passadas do equipamento de compactação.

A análise dos resultados obtidos fornecerá subsídios para eventuais determinações de novas rotinas de trabalho em substituição a presente especificação.

A Fiscalização deverá manter no canteiro da obra um laboratório equipado que permita a realização de ensaios de Caracterização Completa, Limites de Attemberg, Hilf-Proctor, Proctor-Normal, Permeabilidade e Densidade Relativa.

7.3 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA EXECUÇÃO DAS OBRAS DE CONCRETO

7.3.1 - Objetivos

As presentes especificações têm por objetivo o estabelecimento das Condições Técnicas Básicas, que juntamente com os desenhos de projeto e instrução complementares de campo da Fiscalização e da Projetista, deverão ser obedecidas na execução de todos os trabalhos relativos às estruturas de concreto simples e armado.

7.3.2 - Escavação e preparo das fundações

As escavações das áreas das fundações das estruturas de concreto deverão seguir as indicações das linhas, declividades e taludes mostrados nos desenhos de projeto ou indicado pela Fiscalização.



Na escavação a fogo será de total responsabilidade do Executante o correto manuseio dos explosivos e a execução dos trabalhos de escavação.

Durante as escavações, à medida em que se aproxima dos limites finais, os métodos de fogo serão correspondentemente modificados de modo a preservar a integridade da superfície final, em função de sua utilização posterior. As últimas explosões não devem causar trincas ou qualquer outra alteração às superfícies finais o que poderia torná-las impróprias para a utilização prevista.

As superfícies laterais, verticais ou inclinadas, das escavações em sua linha final, deverão ser escavadas com o emprego de fogo cuidadoso, através do método de pré-fissuramento ou pós-fissuramento.

Após as escavações nos limites e nas cotas dos desenhos de projeto, ou na indicada pela Fiscalização, as superfícies devem ser limpas com jato de ar, para a remoção da poeira, da lama, dos fragmentos de rocha, etc, para a Fiscalização examinar se são aceitáveis como fundações para as estruturas permanentes.

Caso a fundação nos níveis indicados nos desenhos de projetos não seja considerada satisfatória pela Fiscalização, a Executante deverá aprofundar as escavações até novos níveis e limpar a superfície para inspeção. Este procedimento deverá ser repetido até que seja atingida uma fundação satisfatória.

A superfície final da fundação deverá ser regularizada com o preenchimento das irregularidades por concreto, e o mesmo deverá ter características semelhantes às do concreto da estrutura que aí será assentada.

As superfícies verticais ou inclinadas poderão ser protegidas e/ou regularizadas através de argamassa projetada a critério da Fiscalização.



As áreas de fundação das estruturas deverão ser lavadas e limpas por meio de jato de água e/ou ar, e o Executante deverá evitar a ocorrência de água estagnada nas áreas de fundações.

7.3.3 - Liberação das fundações

Todas as superfícies finais de escavação, após a limpeza e preparo das mesmas, deverão ser vistoriadas e liberadas para lançamento pela Projetista e Fiscalização.

7.3.4 - Especificação para preparo e execução de concreto simples e armado

7.3.4.1 - Normas para concretagem

Serão obedecidas as Normas Brasileiras para execução do concreto e escolha dos materiais necessários tais como brita, areia, cimento, água e aditivos.

A composição do concreto será obtida por qualquer método de dosagem racional, sendo de responsabilidade da Executante.

A Executante manterá no canteiro da obra um laboratório equipado para ensaios dos corpos de prova retirados durante as concretagens.

Os corpos de prova de concreto serão moldados em cilindros de 15 x 30 cm de acordo com as prescrições das N.B.

Serão utilizados na obra três tipos de concreto:

- Concreto tipo A para as estruturas de concreto armado. Este concreto terá um teor de cimento mínimo de 300 kg/m³ e fator água-cimento não superior a 0,60, de modo a satisfazer a resistência à ruptura



de 150 kg/cm². A resistência à ruptura dos corpos de prova aos 28 dias, será função do tipo de controle utilizado durante a concretagem;

- Concreto tipo B para as camadas de regularização do terreno. Este concreto terá um teor de cimento de 160 kg/m³ e fator água-cimento em torno de 0,80. A resistência da ruptura desse concreto deverá ser 80kg/cm²;
- Concreto tipo C. Concreto massa para o perfil de Creager do sangradouro com teor de cimento mínimo de 200 kg/m³ e fator água-cimento em torno de 0,80. A resistência à ruptura desse concreto deverá ser 100 kg/cm².

Na dosagem da água de amassamento será levada em consideração a umidade dos agregados inertes, principalmente da areia que será determinada pelo aparelho "speedy moisture tester" ou por outros processos expeditos usuais.

Sempre que for necessário, a Fiscalização poderá exigir o emprego de mais de uma qualidade de areia.

Quando houver mudança da qualidade dos agregados, determinar-se-á, novamente, a composição do traço mais adequado para conseguir-se um concreto com as qualidades exigidas pelo projeto.

Quando for necessário, o agregado graúdo deverá ser regado, repetidamente, pelo menos 24 horas antes da sua aplicação, de maneira a manter a sua superfície úmida.

7.3.4.2 - Ensaio tecnológicos

Deverá ser feita uma série de 3 corpos de prova para



cada 50 m³ de concreto tipo A e de 1 corpo de prova para cada 50m³ de concreto tipo C. Os corpos de prova serão confeccionados e terão sua cura de acordo com o NB-2 e NB-3 da ABNT e segundo as normas a seguir.

O resultado dos ensaios será a média das resistências dos 3 cilindros a menos que um deles mostre sinais evidentes de irregularidade na colheita, na moldagem ou no método de ensaios, casos em que o resultado será dado pelos dois corpos de prova restantes.

No caso em que dois corpos de prova sejam considerados defeituosos, o resultado ao ensaio não será considerado.

Os ensaios serão feitos, normalmente, a 28 dias mas podem ser adotadas provas a 3 e 7 dias a critério da Fiscalização.

Se a média de resistência à compressão de um número de 30 corpos de prova, determinada em laboratório, for inferior ao número admissível fixado para a resistência a 28 dias de determinada classe de concreto, a Fiscalização poderá exigir uma variação na proporção dos materiais do concreto a ser usado na parte restante da estrutura. Poderá também ser exigido o emprego de aditivos ou variações nas condições de temperatura, de umidade ou da cura do concreto. Poderá ser exigida em certos casos a demolição de certas partes da estrutura onde for constatada resistência média a compressão inferior à mínima estabelecida.

As tensões mínimas de ruptura em função das quais serão determinadas as resistências médias e ruptura de corpos de prova a 28 dias serão:

- Concreto Tipo A R = 150 kg/cm²

- Concreto Tipo C R = 100 kg/cm²



7.3.4.3 - Cimento Portland

O cimento Portland, conforme as normas da ABNT/EB-1, será adotado para toda a estrutura de concreto.

Na eventualidade dos agregados, em parte ou na totalidade, serem quimicamente ativos, a percentagem de alcalinos de cimento não deverá ultrapassar a 0,6%.

Não poderá ser empregado cimento proveniente de limpeza de sacos ou embalagens ou de sacos rasgados ou molhados durante o transporte.

O cimento deverá ser colocado em depósitos secos e ventilados de modo que seja consumido segundo a ordem de chegada.

O cimento não deverá permanecer armazenado por mais de 90 dias e as pilhas não deverão ter mais de 12 sacos.

7.3.4.4 - Água

Deverá ser limpa e isenta de quantidades inadmissíveis de silte, matéria orgânica, óleo, álcali, sais, despejos de esgotos e outras substâncias nocivas.

Os agregados (areia e brita), deverão obedecer às prescrições das Normas da ABNT (EB-4, NB-8 e NB-10).

Os montes de agregados deverão ter boas condições de drenagem impedindo-se a introdução de materiais estranhos e modificação da granulometria.

7.3.4.5 - Preparo do concreto

Os componentes do concreto serão introduzidos conjunta e gradualmente na betoneira, podendo parte da água ser colocada



depois de terminada a carga dos outros materiais.

O tempo de mistura na betoneira deverá ser, no mínimo, 1,5 minutos, depois da carga. A água deverá ser totalmente introduzida na betoneira antes que tenha decorrido 1/4 do tempo total da mistura.

As betoneiras poderão descarregar diretamente no recipiente de transporte.

Será tomado especial cuidado em toda a manipulação de concreto para que não haja segregação dos seus componentes nem perda excessiva de água por evaporação, sendo permitido uma redução máxima de 2,5 cm no abatimento do ensaio de consistência no cone de Abrans, para o percurso do concreto da betoneira à posição definitiva nas fôrmas.

O concreto será transportado da betoneira para as fôrmas tão rapidamente quanto praticável, por métodos que impeçam a segregação ou perda de ingredientes, o tempo máximo entre a mistura e o lançamento deverá ser de 45 minutos.

7.3.4.6 - Vibração

O concreto deverá ser vibrado até que se obtenha a máxima densidade evitando-se a criação de vazios e bolhas de ar na sua massa. A vibração deverá ser realizada por vibradores pneumáticos ou elétricos com dimensões apropriadas para o tamanho da peça que está sendo concretada. Será mantido o vibrador na massa de concreto até que apareça a nata na superfície, momento em que deverá ser retirado e mudado de posição.

Os vibradores de imersão deverão trabalhar com uma frequência mínima de 6.000 vibrações/minuto.

Não deverão ser utilizados vibradores de superfície e



ou de fôrmas.

7.3.4.7 - Cura do concreto

A superfície do concreto será protegida, adequadamente, contra a ação nociva do sol e da chuva, de águas em movimento e de agentes mecânicos e não será deixada secar desde o lançamento até, pelo menos, 7 dias após, de acordo com a NB-1 da ABNT.

As fôrmas de madeira que permaneçam no local, deverão ser mantidas úmidas até o final da cura para evitar a abertura de juntas e o conseqüente secamento local do concreto. A água usada para cura deverá satisfazer as mesmas exigências de água usada para misturar o concreto.

Todas as superfícies do concreto deverão ser mantidas úmidas durante 7 dias ou conforme estabelecer a Fiscalização.

7.3.4.8 - Formas

As formas deverão ter resistência suficiente, para suportar as pressões resultantes do lançamento do concreto.

Deverão ser mantidas rigidamente na posição correta para não sofrer deformações e suficientemente estanques de modo a impedir a perda de nata de concreto.

No momento da concretagem a superfície das formas deverá estar livre de incrustações, de nata ou outros materiais estranhos.

A superfície que receberá o concreto deverá ser aplainada e untada com óleo especial para formas ou óleo de carter usado a fim de evitar a aderência do concreto.



7.3.4.9 - Armadura

As barras de aço para as armaduras de concreto seguirão as prescrições das Normas da ABNT.

Os depósitos de vergalhões deverão ser dispostos em áreas adequadas de modo a permitir a armação das diversas partidas, tipos de aço e diâmetros diversos.

As barras de armaduras serão colocadas cuidadosamente e ligadas nos cruzamentos por arame de ferro doce. Devem ficar firmemente nas posições indicadas nos desenhos do projeto e, quando necessário, serão usados distanciadores ou suportes próprios de acordo com a NB-1.

7.3.4.10 - Transporte

Os métodos e equipamentos para o transporte bem como o tempo decorrido nessa operação devem ser de tal forma que não provoquem a segregação dos agregados nem que ocorra perda no "slump" em valor superior a 2,5 cm.

7.3.4.11 - Lançamento

Nenhuma concretagem poderá ser realizada sem a presença da Fiscalização.

As superfícies de rocha ou de concreto endurecido devem ser previamente limpas e umedecidas. O lançamento será procedido de um recobrimento preliminar dessas superfícies por uma camada de argamassa cuja espessura será, aproximadamente, de 6 a 100 mm. A argamassa deverá ter a mesma composição de argamassa deste concreto. Este concreto deverá ser lançado quando esta argamassa ainda estiver plástica.

A argamassa deve possuir os mesmos fatores água-cimento e aditivos, bem como as qualidades de cimento e areia utilizados



no traço do concreto, excedendo-se apenas quando a Fiscalização determinar, por escrito, o emprego de outro traço.

As superfícies de um concreto que já tenha começado a secar e não requeiram novo tratamento de limpeza, devem ser conservadas úmidas por algumas horas, preferivelmente durante a noite, antes do lançamento de nova camada.

De modo algum poderá ser colocado um concreto em local onde exista água acumulada formando poça.

A altura de queda livre de um concreto lançado deverá ser inferior a 1,5 metro, procurando-se sempre obter condições para que seja a menor possível. Para isso devem ser utilizadas caçambas, guias ou calhas que dirijam o concreto para o local em que ficarão na forma, no local definitivo.

O concreto deve penetrar em todas as reentrâncias das formas, tomando-se para isso providências necessárias.

A separação da argamassa pode ser minimizada evitando-se ou controlando movimentos laterais do concreto durante as operações de manipulação ou colocação.

Para conseguir os melhores resultados de vibração, as espessuras das camadas depositadas sucessivamente devem estar entre os limites:

- de 30 cm a 50 cm para concreto estrutural;
- de 40 cm a 50 cm para concreto massa.

A vibração do concreto deve ser efetuada tão logo seja colocado nas formas, de modo a permitir ao vibrador penetrar na massa com o esforço do seu peso próprio.

O concreto utilizável deve apresentar uma redução de



altura, da ordem de 6 cm, no teste de "slump". Qualquer concreto que já tenha atingido "pega" deve ser rejeitado.

Após o espalhamento no local da forma, a vibração deve ser efetuada antes da passagem de aparelhos ou dispositivos que alisem a superfície aparente da camada, não permitindo endurecimento preliminar de qualquer parte da massa a vibrar.

Nos locais em rampa, a concretagem deve ser procedida das partes altas para as inferiores, facilitando a remoção dos excessos de massa.

A qualidade do concreto é melhorada com a redução do fator água-cimento. Entretanto isso resulta mais da redução da quantidade de água do que do aumento da quantidade de cimento.

Para uma mesma quantidade de cimento por metro cúbico de concreto, as limitações do fator água-cimento ficam condicionadas:

- A menor redução de altura no teste de "slump";
- O diâmetro máximo prático do agregado graúdo;
- A menor porcentagem de areia compatível com uma boa trabalhabilidade do concreto;
- A menor proporção de ar aprisionado na massa curada.

O concreto deve ser colocado no local exato onde ficará na peça em construção, para evitar seu deslocamento e, conseqüentemente, variação do seu fator água-cimento ou segregação dos seus materiais.

Os métodos e equipamentos empregados no lançamento do concreto não devem permitir a formação de concentrações de



agregados graúdos separados da argamassa. Ocorrendo tal situação, essas concentrações devem ser corrigidas antes do concreto vibrado.

7.4 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO

7.4.1 - Objetivos

As presentes especificações têm por objetivo estabelecer as condições técnicas a serem observadas na execução do tratamento do maciço rochoso de fundação das estruturas de concreto e da barragem de terra.

7.4.2 - Injeções para tratamento de fundação em rocha

Será executado na área da barragem, ao longo da trincheira de vedação, e na área do sangradouro e tomada d'água, o tratamento do maciço rochoso através de injeções de cimento, conforme mostra o desenho 09, do Volume III, Tomo I.

Os detalhes executivos referentes aos serviços de injeção de impermeabilização e de consolidação, serão apresentados no escopo desta especificação de maneira genérica, devendo ser detalhada e otimizada através de instruções de campo, a serem elaboradas pela Fiscalização a partir das condições geológicas locais, quando da abertura da fundação do maciço, da tomada d'água e do sangradouro.

A Fiscalização poderá variar o espaçamento, cancelar ou solicitar a execução de furos adicionais em função dos resultados obtidos nos furos iniciais.

7.4.2.1 - Injeção de cimento

Está prevista a execução de uma cortina de injeção, ao longo do núcleo central na barragem central e ombreiras, nas



fundações do sangradouro e da tomada d'água.

A distribuição espacial dos furos, sequência de injeções, trechos de injeção e profundidade final são apresentados no desenho 09, do Volume III, Tomo I.

Deverão ser executados, em conformidade com esta especificação e com as instruções de campo a serem emitidas, os seguintes serviços.

- Limpeza adequada da superfície da rocha no local das injeções, para facilitar a execução dos demais serviços e permitir o controle de eventual saída de calda na superfície;
- Realização de uma camada de concreto de regularização, com espessura de 5 a 10 cm, ao longo do trecho a ser injetado;
- Execução de furos por perfuratrizes pneumáticas com os diâmetros especificados;
- Lavagem dos furos com jatos alternados de ar e água sob pressão contínua;
- Ensaio de perda d'água;
- Injeção de caldas de cimento com dosagens diversas nas fraturas e nas descontinuidades do maciço rochoso, através dos furos e com diferentes pressões.

7.4.2.1.1 - Equipamento

A Executante deverá instalar uma central de injeção em local adequado e previamente aprovado pela Fiscalização, contendo no mínimo o seguinte:



- Depósito de cimento e aditivos;
- Misturador para preparação de calda;
- Tanque de manutenção de calda, provido de agitador com escala de volumes (precisão de 10 l);
- Relógio de horas com leitura de minutos;
- Estoque de medidores, a saber, manômetros (até 10 kg/cm², com leituras de 0,5 kg/cm² e até 3 kg/cm², com leituras de 0,25 kg/cm²) e hidrômetros devidamente calculados;
- Bomba para injeção (capacidade mínima para injetar 100 l de calda de argamassa por minuto, a 10 kg/cm², em furos distantes até 200 m da central);
- Estabilizador de pressão;
- Tubulação e/ou mangueiras;
- Obturadores de vários diâmetros e tipos (couro, borracha e pneumático), para garantir a vedação de qualquer trecho de furo.

7.4.2.1.2 - Localização e características geométricas dos furos para injeção

A localização e as características geométricas dos furos para injeção serão fornecidas em detalhe nos desenhos de projeto, e serão complementados com as instruções de campo da Fiscalização, elaboradas na obra.



7.4.2.1.2.1 - Número de linhas e furos de injeção

Inicialmente está prevista a realização de três linhas de injeção na parte central do núcleo da barragem, espaçadas entre si de 1,50 metros e denominadas de linha primária, secundária e terciária.

Cada linha deverá conter os furos de ordem única e espaçados a cada 3,0 metros. O desenho 09, do Volume III, Tomo I, mostra o esquema geral de distribuição das linhas e dos furos.

Os furos da linha terciária deverão ser desencontrados dos furos das linhas primária e secundária, e deverão formar com os mesmos um triângulo equilátero, conforme mostrado no Desenho de projeto.

A técnica de execução será injetar cada linha individualmente em ordem cronológica. Assim, numa primeira etapa, serão injetados os furos da linha primária, na etapa seguinte, os furos da linha secundária, e finalmente os furos da linha terciária.

Os furos da linha terciária só serão injetados nos trechos onde o furo ou furos da linha secundária apresentarem valores de perda d'água específica maiores que 7,0 l/min/m/kg/m² (0,7 Lugeon).

7.4.2.1.2.2 - Profundidade dos furos

Todos os furos terão profundidades variáveis, em função da altura da coluna d'água (h), no ponto a ser injetado. A profundidade máxima dos furos será então especificada como sendo 2/3 da altura da coluna d'água (2/3 h).

7.4.2.1.3 - Ensaio de perda d'água

Deverão ser realizados ensaios de perda d'água em 5



estágios em furos a serem injetados, pelo método descendente em trechos de 3,0 metros de comprimento, ou através de emprego de obturadores duplos.

A pressão máxima adotada deverá ser de 0,25 kg/cm² por cada metro de profundidade.

A pressão mínima adotada deverá ser 0,10 kg/cm² e a intermediária a metade da máxima.

7.4.2.1.4 - Técnica de injeção

As injeções deverão ser realizadas pelo método ascendente.

Será injetada inicialmente a linha primária, após a secundária e finalmente a terciária.

As injeções serão iniciadas após a conclusão completa do furo, incluindo os ensaios de perda d'água.

As injeções, salvo orientação contrária da Fiscalização, deverão ser iniciadas com emprego de calda com uma relação água:cimento, em peso, compatível com os resultados dos ensaios de perda d'água, conforme o Quadro abaixo.

VALORES DA PERDA D'ÁGUA EM l/min/m/kg/cm ²	RELAÇÃO (EM PESO) ÁGUA:CIMENTO
< 7(0,7 LUGEON)	5:1
> 7(0,7 LUGEON) < 50(5 LUGEON)	2:1
> 50(5 LUGEON) < 100(10 LUGEON)	1:1
> 100(10 LUGEON)	0,7:1
	0,5:1



Se o trecho injetado atingir a pressão especificada, será mantido o traço até a rejeição de calda pelo furo, no entanto, se após a injeção de 5 sacos de cimento (250 kg), não for atingida a pressão especificada para o trecho, a relação água/cimento será alterada a cada 5 sacos de cimento (250 kg) injetado, até que, se necessário, se atinja a relação 0,5:1. Não se conseguindo atingir a pressão especificada, a injeção deverá ser interrompida por cerca de 3 horas, após o que o furo deverá ser lavado e a injeção reiniciada. Após este procedimento, o furo deverá ser paralisado quando absorver um total de 10 sacos de cimento (500 kg).

As injeções serão executadas pelo método ascendente a intervalos de 3m. A Fiscalização poderá, entretanto, determinar injeção no sentido descendente ou em trechos mais curtos, se as condições do maciço rochoso aconselharem essa técnica.

Sempre que um furo de injeção da linha secundária apresentar valores de perda d'água específica maiores que 7,0 l/min/m/kg/cm² (0,7 Lugeon) serão localizados, perfurados e injetados os furos da linha terciária próximo ao mesmo.

7.4.2.1.5 - Pressões de injeção

A pressão de injeção a ser aplicada será de 0,25 kg/cm² por metro de profundidade, medido na vertical, a contar da boca do furo até o fundo do trecho a ser injetado.

7.4.2.1.6 - Finalização da injeção num trecho de furo

Num trecho de um determinado furo, a injeção sob uma certa pressão será encerrada quando for constatada a "nega" da calda. Segundo o critério adotado, fica entendido que "nega" é uma absorção de calda inferior a 30 litros/20 min.



7.4.2.1.7 - Furos de controle

O objetivo da execução de furos de controle será o de permitir avaliar a eficiência das operações de injeção.

Os furos de controle serão indicados pela Fiscalização, e deverão ser em maior número nas regiões que registrarem grandes absorções de calda de cimento.

O critério de aceitação do tratamento será a obtenção de uma permeabilidade compatível com a de projeto.

Nos furos de controle serão executados ensaios de perda d'água, segundo as diretrizes para execução de ensaios de perda d'água sob pressão publicada pela ABGE.

Após o término do ensaio da perda d'água os furos de controle com perda d'água específica maior que $7,0 \text{ l/min/m/kg/cm}^2$ (0,7 Lugeon) serão injetados.

7.4.2.1.8 - Equipe de trabalho

O chefe e membros da equipe de injeção deverão possuir comprovada experiência em trabalhos dessa natureza e competência para garantir o bom andamento dos serviços, bem como a adequada manutenção dos equipamentos.

Tal equipe deverá controlar a velocidade de circulação de calda no circuito de injeção, evitando a deposição de cimento no interior das tubulações, conexões e tanques, sendo responsável também pela proteção dos manômetros contra deposição de cimento.

7.4.2.1.9 - Registro de dados

Todas as informações de interesse da injeção serão registradas em Boletins de Campo adequados, onde conste pelo



menos o seguinte:

- Nome do chefe e dos membros da equipe;
- Designação do furo e do trecho injetado;
- Composição da calda nos vários estágios;
- Pressão de injeção medida na boca do furo;
- Absorção de cimento em kg/m.



8 - EQUIPAMENTO MÍNIMO PARA REALIZAÇÃO DOS TRABALHOS

000082

**AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA****EQUIPAMENTO MÍNIMO PARA REALIZAÇÃO DOS TRABALHOS**

- 02 (DOIS) - Tratores de Esteiras com capacidade mínima de 270 HP;
- 01 (UM) - Trator de Esteira com capacidade mínima de 140 HP;
- 02 (DOIS) - Pás Carregadeiras com capacidade mínima de 2 1/4 Jd3;
- 01 (UM) - Motoniveladora com potência mínima de 115 HP;
- 20 (VINTE) - Caminhões basculantes com capacidade mínima e 4m³;
- 02 (DOIS) - Rolos pés-de-carneiro vibratório, com capacidade mínima de 8 a 10 toneladas, impacto dinâmico;
- 02 (DOIS) - Compactores tipo Sapo;
- 04 (QUATRO) - Grades de disco;
- 02 (DOIS)) - Tratores de pneus, com capacidade mínima de 100 HP;
- 02 (DOIS) - Caminhões tanques, com capacidade mínima de 6.000 litros;
- 04 (QUATRO) - Betoneiras, com capacidade mínima de 320 litros;
- 04 (QUATRO) - Vibradores de imersão, tipo agulha, variando de 35 a 500mm de diâmetro;
- 04 (QUATRO) - Conjuntos Moto-bombas;
- 02 (DOIS) - Compressores de ar, com capacidade mínima de 500 pcm;
- 01 (UM) - Compressor de ar, portátil, com capacidade mínima de 250pcm;
- 04 (QUATRO) - Marteletores de 24 km;
- 01 (UMA) - Perfuratriz, tipo ROC-601 ou similar;
- 01 (UM) - Equipamento para injeção de cimento.



9 - INSTALAÇÃO MÍNIMA PARA O CANTEIRO DA OBRA

000084

**AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA****INSTALAÇÃO MÍNIMA PARA O CANTEIRO DA OBRA**

- 01 - Escritório da Administração
- 02 - Laboratório de solo e concreto
- 03 - Depósito de cimento
- 04 - Central de britagem
- 05 - Posto de abastecimento de combustível
- 06 - Oficina mecânica
- 07 - Almoxarifado
- 08 - Carpintaria
- 09 - Ferraria
- 10 - Armação e moldagem
- 11 - Alojamento para pessoal de apoio
- 12 - Eletrificação
- 13 - Escritório da Supervisão.