



MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
Secretaria de Infra-estrutura Hídrica

**Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias
Hidrográficas do Nordeste Setentrional**

Projeto Executivo do Lote C - Eixo Leste

NOTA TÉCNICA

BARRAGEM BRAÚNAS

***PROGRAMAÇÃO PARA INJEÇÕES DE
CALDA DE CIMENTO***

**1230-NTC-2105-04-02-001-R03
RECIFE-PE**

C O N S Ó R C I O

TECHNE • PROJETEC • BRL

Janeiro - 2009



PROJETEC





MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL

Secretaria de Infra-estrutura Hídrica

**Projeto de Integração do Rio São Francisco com
Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional**

Projeto Executivo do Lote C – Eixo Leste

NOTA TÉCNICA

BARRAGEM BRAÚNAS

PROGRAMAÇÃO PARA INJEÇÕES DE CALDA DE CIMENTO

1230-NTC-2105-04-02-001-R03

RECIFE-PE

C O N S Ó R C I O

TECHNE • PROJETEC • BRLi

Janeiro- 2009



SUMÁRIO

1	OBJETO	1
1.1	INJEÇÕES EXPLORATÓRIAS	1
1.2	INJEÇÕES DE VEDAÇÃO	1
2	GEOMETRIA DO TRATAMENTO.....	1
2.1	LOCALIZAÇÃO	1
2.2	PROFUNDIDADE	1
2.2.1	Eixo da Barragem Principal, Trecho no Cristalino.....	1
2.2.2	Dique	2
2.2.3	Tomada D'Água	2
2.3	GEOMETRIA.....	2
2.3.1	Eixo Principal	2
2.3.2	Dique	2
2.3.3	Tomada D'Água	2
3	NORMAS E DIRETRIZES GERAIS.....	2
4	EXECUÇÃO DAS INJEÇÕES	2
4.1	INJEÇÕES EXPLORATÓRIAS E CORTINA DE INJEÇÕES	2
4.1.1	Furos a Injetar	3
4.1.2	Seqüência de Furação e Injeção	3
4.1.3	Método de Perfuração e Diâmetro dos Furos.....	3
4.1.4	Pressão de Injeção	4
4.1.5	Composição da Calda	4
4.1.6	Critério de Paralisação da Injeção	4
4.1.7	Furos de Controle.....	4

1 OBJETO

O objeto desta Nota Técnica é o tratamento de sub-superfície das fundações da barragem principal, ombreiras e dique auxiliar da barragem BRAÚNAS, cujo objetivo é esclarecer o plano para impermeabilizar, até os limites técnicos e economicamente viáveis, as fundações da referida barragem, por meio de injeção de calda de cimento.

O tratamento de sub-superfície constará de injeção exploratória a partir das quais será detalhado o plano de injeção de vedação cujas finalidades são:

1.1 INJEÇÕES EXPLORATÓRIAS

Obtenção de dados complementares como as características de permeabilidade e injetabilidade da fundação a partir dos quais será detalhado o plano definitivo do tratamento projetado.

1.2 INJEÇÕES DE VEDAÇÃO

Obstruir os caminhos preferenciais de percolação por substituição, preenchimento e impregnação, reduzindo e regularizando as vazões de infiltração pela fundação, objetivando eliminar eventuais riscos de erosões e homogeneizar as fundações quanto a percolação.

2 GEOMETRIA DO TRATAMENTO

2.1 LOCALIZAÇÃO

As áreas a serem tratadas localizam-se em duas regiões distintas – eixo da barragem principal e eixo do dique auxiliar, além das injeções de colagem da tomada d'água, a saber:

- Eixo principal : estaca 3 a estaca 16 (trecho no cristalino);
- Eixo principal – Estaca 16 a estaca 29 (trecho do contato geológico cristalino/conglomerado);
- Dique – Estaca 4 a estaca 23;
- Colagem : em toda a extensão da galeria de tomada d'água;
- Deve-se injetar a partir da camada de rocha alterada. Do terreno natural até a referida camada será feito apenas a obturação.

2.2 PROFUNDIDADE

2.2.1 Eixo da Barragem Principal, Trecho no Cristalino

- Furos Exploratórios – 10,00m (estaca 3 a estaca 16);
- Furos Exploratórios : 20,00m (trecho do contato geológico cristalino/conglomerado); (estaca 16 a estaca 29).

2.2.2 Dique

- Furos Exploratórios – 6,00 m.

2.2.3 Tomada D'Água

- Furos primários – 6,0 m.

2.3 GEOMETRIA

2.3.1 Eixo Principal

- Número de Linhas: 3;
- Espaçamento interlinhas: 3,0 m;
- Afastamento interfuros: 10,00m (trecho entre estacas 16 a 29);
- Afastamento interfuros: 20,00m, (trecho entre as estacas 3 a 16).

2.3.2 Dique

- Número de linhas.....1;
- Afastamento interfuros.....20,00 m.

2.3.3 Tomada D'Água

- Número de linhas.....1;
- Afastamento interfuros.....3,00 m

3 NORMAS E DIRETRIZES GERAIS

- As normas e diretrizes gerais aqui estabelecidas poderão sofrer alterações durante o transcorrer dos trabalhos, mediante a análise dos resultados obtidos.
- A Empreiteira deverá estar suficiente equipada desde o início dos trabalhos para que seja atendido o cronograma estabelecido.
- As injeções exploratórias serão executadas na linha de eixo de modo que venham fazer parte da cortina de vedação.
- A cortina de vedação, se necessária, será basicamente um complemento das exploratórias e poderá ser constituídas por 1 ou mais linhas de injeções.

4 EXECUÇÃO DAS INJEÇÕES

4.1 INJEÇÕES EXPLORATÓRIAS E CORTINA DE INJEÇÕES

São consideradas injeções exploratórias aquelas espaçadas de acordo com o item 2.3.1, na linha do eixo da barragem principal e 20,00 no dique auxiliar, conforme desenhos de projeto. Para efeito de classificação as injeções espaçadas de X em X metros no eixo

serão consideradas primárias e aquelas situadas ao lado das primárias e espaçadas de X/2 em X/2 metros, serão consideradas secundárias.

Dependendo do resultado das injeções exploratórias, primárias e secundárias poderão ser necessárias injeções terciárias espaçadas de X/4 metros que complementarão a linha.

4.1.1 Furos a Injetar

Deverão ser perfurados e injetados todos os furos exploratórios até as profundidades indicadas no item 2.2, seguindo o procedimento discutido a seguir.

- a) Sempre que qualquer trecho de furo exploratório, até 10m e de 10 a 20 metros de profundidade, ocorrer absorção de Calda respectivamente superior a 20kg e de 200 kg de cimento/metro, os primários e secundários adjacentes deverão ser aprofundados de 6,00m.
- b) Sempre que em qualquer trecho de furos primários ou secundários, entre 10 e 20 metros de profundidade, ocorrer absorção de calda superior a 100 kg de cimento/metro os primários e secundários adjacentes deverão ser aprofundados até 3,00 metros abaixo do trecho que indicou tal absorção.

Furos terciários adjacentes também deverão ser executados sempre que qualquer trecho do furo secundário ocorrer:

- c) Absorção superior a 100 kg de cimento/metro, entre 10 e 20 metros de profundidade.

A profundidade para essas condições será de 3 metros abaixo do trecho que indicou tal absorção.

4.1.2 Seqüência de Furação e Injeção

As injeções deverão ser executadas na seguinte ordem: furos exploratórios – primários – secundários – terciários. A critério da fiscalização, para evitar mobilização do equipamento de perfuração e injeção, os serviços podem avançar em frentes de aproximadamente 20 metros com a cortina concluída, desde que obedecidos os seguintes requisitos: perfurar e injetar segundo a ordem estabelecida no início deste item.

Somente executar furo de uma determinada ordem, decorridos um tempo mínimo de 2 horas após a pega da calda das injeções adjacentes. Durante a operação de injeção em um furo não poderá haver outro aberto ou em execução numa distância mínima de 12 metros.

4.1.3 Método de Perfuração e Diâmetro dos Furos

Em princípio os furos serão injetados de maneira ascendente, em trechos de 3 a 4 metros de comprimento utilizando-se obturadores.

Os furos deverão ser executados com equipamento a roto-percussão e o diâmetro mínimo dos furos deverá ser de 3" (três polegadas).

4.1.4 Pressão de Injeção

A pressão manométrica máxima de injeção a ser aplicada deverá ser $P=0,25H$, sendo "P" a pressão em kg/cm² e "H" a profundidade em metros contada a partir da boca do furo.

4.1.5 Composição da Calda

A calda a ser injetada constará basicamente de água, cimento e bentonita, podendo receber a adição de areia, aditivos e outros materiais considerados necessários.

As dosagens das caldas serão determinadas pela em função das absorções, fixando, a princípio, a relação água/cimento (A/C) variando entre 2:1 a 0,7:1 e/ou 0,5:1 (em peso).

As ressurgências de calda durante a injeção em qualquer furo, caso ocorram, deverão ser tamponadas ou calafetadas com estopa, cunha de madeira ou outro meio eficaz.

4.1.6 Critério de Paralisação da Injeção

A rejeição fica caracterizada quando o furo não absorver quantidade de calda superior a 1 litro por minuto durante 10 minutos ou houver recusa total da calda durante 5 minutos, mantida a pressão máxima correspondente.

Verificada esta situação, o registro na boca do furo será fechado até que ocorra a dissipação natural da pressão. Em seguida o obturador será deslocado para o trecho seguinte.

4.1.7 Furos de Controle

Para verificação de eficiência das injeções, deverão ser executados furos de controle acompanhados de ensaios de perda de água sob pressão, numa linha a uma distancia mínima de 6,0m para montante em relação ao eixo principal das injeções, com furos espaçados de 20,0m.

Deve-se atingir uma permeabilidade, no máximo, de 10-5 cm/seg. após a verificação o trecho será liberado para execução.