



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

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

BARRAGEM BRAÚNAS

***ESPECIFICAÇÃO PARA INJEÇÕES DE
CALDA DE CIMENTO***

**1230-EST-2105-04-02-001-R02
RECIFE-PE**

C O N S Ó R C I O

TECHNE • PROJETEC • BRL

Janeiro - 2009





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

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

BARRAGEM BRAÚNAS

ESPECIFICAÇÃO PARA INJEÇÕES DE CALDA DE CIMENTO

1230-EST-2105-04-02-001-R02

RECIFE-PE

C O N S Ó R C I O

TECHNE • PROJETEC • BRLi

Janeiro- 2009



SUMÁRIO

1	INJEÇÃO DE CALDA DE CIMENTO NOS PREPAROS DE FUNDAÇÕES.....	1
1.1	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS.....	1
1.1.1	Aspectos Gerais.....	1
2	EQUIPAMENTOS.....	1
3	MATERIAIS DE INJEÇÃO	1
4	PERFURAÇÃO E LAVAGEM DOS FUROS	1
5	SEQÜÊNCIA DE PERFURAÇÃO E INJEÇÃO	2

1 INJEÇÃO DE CALDA DE CIMENTO NOS PREPAROS DE FUNDAÇÕES

1.1 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

1.1.1 Aspectos Gerais

As injeções deverão ser executadas conforme indicado nos desenhos de projeto e nestas Especificações Técnicas, sendo que os arranjos adotados poderão ser modificados e/ou complementados mediante solicitação prévia da FISCALIZAÇÃO, em função das condições geológico-geotécnicas observadas.

Os tipos de injeção projetados e finalidades compreendem:

- a) Injeção de impermeabilização - visa diminuir a condutividade hidráulica do maciço rochoso por meio de uma cortina constituída de uma ou mais linhas de injeção.
- b) Injeção de consolidação - visa o preenchimento de fraturas ou cavidades naturais ou zonas de excessivo fraturamento no maciço rochoso de fundação das estruturas de concreto.
- c) Injeção de enchimento - visa preencher os vazios entre o concreto e a rocha no caso de túneis revestidos por concreto.

2 EQUIPAMENTOS

Os equipamentos devem ser dimensionados para atingir os objetivos definidos no projeto e atender o cronograma da obra, sendo obrigatório atender os seguintes requisitos:

- Capacidade de injetar até 150 l/min a uma pressão de 1,5 mpa;
- Tubulações com diâmetro interno mínimo de 38 mm;
- Possibilitar a execução de injeção simultânea;
- Dispor de um circuito de retorno para controle da calda e da pressão de injeção;
- Possibilitar a execução de ensaios de injeção.

3 MATERIAIS DE INJEÇÃO

A calda deverá ser constituída basicamente, de água e cimento, podendo receber a adição de areia, aditivos e outros materiais considerados necessários. Os diferentes materiais utilizados pelo CONSTRUTOR deverão atender às diretrizes contidas nestas Especificações Técnicas. As dosagens das caldas serão determinadas pela FISCALIZAÇÃO em função das absorções, fixando, a princípio, a relação água/cimento (A/C) variando entre 0,5 e 0,7 (em peso) e no caso de argamassa, a relação cimento/areia/água na proporção 2:1: 1 (em peso).

4 PERFURAÇÃO E LAVAGEM DOS FUROS

As perfurações deverão ser executadas nos locais e nas inclinações indicadas nos desenhos de projeto com diâmetro mínimo de 7,5 cm através de equipamentos de roto-

percussão. Nos furos de reconhecimento e verificação deverão ser utilizados equipamentos rotativos com diâmetro NX, quando deverão ser recuperados os testemunhos de sondagem.

Os furos deverão ser lavados com jatos de água e ar, aplicados até que a água retorne limpa e sem detritos. Não serão permitidos os usos de graxa e de outros lubrificantes e, também, de lamas durante a perfuração.

Em furos determinados nos Desenhos de Projeto e onde solicitado pela FISCALIZAÇÃO, deverão ser realizados ensaios de perda d'água segundo especificações da ABGE - Boletim 02, Nov/75 - Ensaios de Perda d'Água sob Pressão - Diretrizes.

5 SEQUÊNCIA DE PERFURAÇÃO E INJEÇÃO

A sequência de perfuração e injeção deverá obedecer ao método da diminuição progressiva de espaçamento, definindo os furos primários ou de 1ª ordem; os furos secundários ou de 2ª. ordem e sucessivamente os furos de ordem superior. As injeções deverão ser iniciadas pelos furos de 1ª ordem e sucessivamente pelos furos de ordem superior. Nenhum furo de ordem superior deverá ser perfurado antes do término das injeções dos furos de ordem inferior. Em função das absorções registradas, por decisão da FISCALIZAÇÃO, os serviços de injeção poderão ser cancelados.

As injeções deverão ser executadas em trechos ascendentes de 3 m, obrigatoriamente coincidentes aos trechos de ensaios de perda d'água, quando existirem. Quando as condições do maciço rochoso não permitirem injeções por trechos ascendentes, a critério da FISCALIZAÇÃO, poderão ser realizadas injeções por trechos descendentes.

A pressão máxima de injeção deverá ser determinada pela seguinte equação:

$$P = 0,25 \times h \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

onde:

h = altura em metros, medida na vertical, entre a boca do furo e a profundidades do ponto médio entre os obturadores.

Caso ocorra surgência de calda de cimento em furos ainda não injetados, a injeção deverá ser paralisada temporariamente e os furos obturados para reiniciar os serviços com injeção simultânea.

A injeção da calda de cimento de cada trecho deverá ser iniciada com relação A/C = 0,7 (em peso) até uma absorção de 300 kg de cimento; em seguida, passando para relação 0,6 até uma absorção de 500 kg e por fim, com relação 0,5 até a absorção de mais 1.000 kg de cimento. Alcançados esses valores, a injeção deverá ser interrompida por um período de 3 h e depois retomada, observando os mesmos critérios até atingir a pressão estabelecida. Caso não seja estabelecida a pressão determinada, a FISCALIZAÇÃO poderá optar pela utilização de caldas com areia.

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.