

# Projeto de Integração do Rio São Francisco

COM AS BACIAS DO NORDESTE SETENTRIONAL - PISF

NOTA TÉCNICA  
ABRIL 2010

ESCAVAÇÕES COM USO DE EXPLOSIVOS

1711-NTC-0090-92-02-001-R00

Projeto  
**São Francisco**  
Água a quem tem sede

BRASÍLIA - DF

NT/PISF/BSB / 002-10

## NOTA TÉCNICA

### 1. DADOS GERAIS

**Assunto:** Segurança de escavações a céu aberto com utilização de explosivos no âmbito do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias do Nordeste Setentrional - PISF.

**Programa:** PBA – item 02 – Plano Ambiental da Construção

**Localização:** Eixos Norte e Leste, Trecho I, II e V.

### 2. INTRODUÇÃO

De acordo com as diretrizes apresentadas no Programa Ambiental Básico - item 02 – Plano Ambiental da Construção, durante a fase de implantação do empreendimento, que envolverá escavações necessárias para o desvio do rio (ensecadeiras), tomadas d'água de adução, canais, túneis, execução de fundações de barragens, vertedouro e estações (elevatórias e de bombeamento), serão necessárias, além das escavações, explosões para abertura do túnel e das fundações das estruturas, que provocarão um grande volume de deslocamento de solo e rochas, sendo necessária a criação de bota-foras.

Para prevenir situações de riscos no trabalho, devem ser cumpridas as exigências legais em vários níveis, desde a sinalização, passando pelas medidas de prevenção coletiva e individual, pela formação e informação dos trabalhadores, pelos serviços de segurança, higiene e saúde no trabalho.

A segurança de escavações a céu aberto, principalmente no que diz respeito às escavações com explosivos, deve ser realizada de forma rigorosa e obedecendo aos dispositivos legais e normas técnicas vigentes, a fim de evitar a ocorrência de incidentes e acidentes que possam comprometer a saúde e segurança dos trabalhadores e colaboradores na frente de obra, bem como da população e demais técnicos que atuam na implantação do PISF.

### 3. SEGURANÇA DE ESCAVAÇÕES A CÉU ABERTO COM UTILIZAÇÃO DE EXPLOSIVOS

Com finalidade de reforçar a importância das práticas de proteção e precaução visando a segurança no trabalho em operações de escavações de rocha com uso de explosivos são



apresentados a seguir os procedimentos estabelecidos pela Norma Técnica da ABNT NBR 9061/1985 – Segurança de escavação a céu aberto, pela Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho e Emprego NR-18 e diretrizes do PBA item 02 – Plano Ambiental da Construção do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias do Nordeste Setentrional.

### **1. Escavação em rocha**

A escavação em rocha ou desmonte é feita com técnicas específicas e pode ser executada a frio (sem a utilização de explosivos) com o fissuramento prévio ou a fogo (com a utilização de explosivos).

No início das obras, deve-se realizar trabalhos para confirmação do perfil rochoso e da cubagem prevista, evitando-se surpresas quanto a quantidade de rochas, visando confirmar o cálculo da cubagem e a dimensão do bota-fora a ser utilizado.

### **2. Uso de explosivos – cuidados necessários**

Os principais acessórios de detonação utilizados são: estopim, espoleta comum, espoleta elétrica, cordel detonante e acendedores.

O armazenamento, manuseio e o transporte de explosivos devem obedecer estritamente aos regulamentos ditados pelo Ministério do Exército. Os explosivos e espoletas devem ser conservados em suas embalagens originais. As espoletas devem ser guardadas em depósitos separados dos explosivos, cordéis e retardadores.

A escavação com emprego de explosivos só deve ser executada sob orientação e controle de pessoas especializadas e autorizadas após terem sido observados todos os dispositivos de segurança, visando a proteção do elemento humano, da obra, e das propriedades públicas e particulares.

Em todas as detonações deve ser respeitado o limite máximo da quantidade de explosivo que pode ser detonado por meio de retardo (carga máxima por espera), a fim de evitar danos causados pelas vibrações provenientes da onda de choque propagada através da rocha às construções existentes nas proximidades. Esta carga deve ser determinada através de testes com emprego de vibrógrafos, para registro das vibrações ou fixada por meio de valores obtidos em obras similares para o mesmo tipo de material escavado.

Durante a execução de escavações, devem ser efetuadas medidas de controle dos efeitos das vibrações sobre estruturas vizinhas, para verificar se os limites de carga por espera adotados estão seguros. Devem, ainda, ser considerados os efeitos da onda de choque transmitida

através do ar sobre as estruturas.

Nenhum fogo pode, em hipótese alguma, ser detonado sem que o plano geral de execução dos serviços e o esquema de fogo específico tenham sido aprovados. Tais planos devem ser efetuados para cada detonação contendo todos os elementos necessários para a sua perfeita caracterização, tais como: quantidade, disposição, diâmetros, comprimento e inclinação dos furos, altura da bancada, tipo de explosivos e acessórios, carga de fundo, carga de coluna, carga total, sequência de detonação, carga por espera, modo de iniciação, volume *in situ* localização do fogo, dispositivos de proteção contra lançamentos ou projeção de fragmentos, data e hora prevista para detonação.

As detonações deverão ser executadas em horários preestabelecidos, programados no Plano de Fogo com, pelo menos, 24 horas de antecedência. A Fiscalização, as equipes envolvidas na frente de obra e a comunidade vizinha também deverá ser comunicada da detonação com a mesma antecedência.

No horário das detonações, deverá ser acionada uma sirene em toda a área em torno de 300 m do ponto de detonação, a qual deverá ser evacuada. As detonações deverão ser executadas no horário compreendido entre as 10 e as 17 horas.

O responsável deve-se ater às condições atmosféricas para realizar as detonações, sendo proibido realizá-las quando a atmosfera encontrar-se efetivamente carregada, evitando assim a detonação acidental provocada por descarga elétrica atmosférica.

Em zona urbana a frente da bancada, em cada detonação, deve ser coberta por meio de redes de cabos de aço, correntes, lonas ou pneus, de modo a evitar o lançamento de fragmentos de rocha sobre pessoas ou edificações vizinhas. Este cuidado também deverá ser adotado no caso de haver moradores nas proximidades da área a ser escavada.

Antes do início da perfuração da rocha, deve ser verificado com cuidado a existência de explosivos não detonados oriundos de fogos anteriores no local da perfuração. No caso de existência de restos de explosivos, estes devem ser afastados cuidadosamente por pessoal habilitado, com jato d'água ou saca, observando que o material deve ser inerte, tipo alumínio ou cobre.

### **3. Detonação**

Se a detonação for iniciada com espoletas elétricas de retardo, não é permitido que as ligações ou o tronco principal cheguem a uma distância menor que 10m de linhas elétricas, de qualquer

tipo, e devem estar à distância segura de água corrente ou empoçada. Todos os cabos não podem ter emendas. Durante o carregamento os fios das espoletas devem ser mantidos em curto, até o momento do uso.

A utilização de espoleta elétrica, quando conjuntamente na obra forem utilizados radiotransmissores móveis com potência inferior a 50W e frequência superior a 30MHz (radiotransmissores instalados em carros), só é permitida a uma distância mínima de 15m do transmissor ou de estrada trafegada por carros com rádio. Devem ser colocadas placas e aviso para desligar o rádio, em lugar bem visível, a uma distância de 150m do local do carregamento.

Podem ser usadas espoletas elétricas de alta ou baixa sensibilidade e micro ou macroespera, ligadas em série ou série-paralelo, mas nunca exclusivamente em paralelo.

No caso em que o exame rigoroso do circuito não permita localizar e corrigir qualquer defeito de ligação devem ser cuidadosamente retirados os tampões dos furos com jatos d'água e espingarda, e os furos com espoletas falhas são outra vez escorvados na parte superior da carga com um novo circuito de espoletas.

No caso de utilização de cordel detonante, este não deve ser aprovado quando se apresentar danificado mecanicamente ou por óleo, umidade, querosene ou gasolina.

As ligações devem ser feitas de acordo com as instruções do fornecedor, utilizando as conexões por eles indicadas. O tronco principal de detonação deve ser colocado em forma de anel, de modo que a detonação alcance cada fileira sempre pelos dois lados.

#### **4. Evacuação e vigilância do local do fogo**

Na obra devem ser instalados os devidos sinais de alerta em número e tamanho adequados, sobre a realização de escavação a fogo. Esta sinalização deve estar claramente visível por todos que entrem na área ou passem perto da obra.

Durante o carregamento, o local deve ser abandonado por todo pessoal não diretamente ligado à operação. Deve ser completamente evacuada uma área mínima limitada por 500m a jusante e 500m a montante, 10 minutos antes da detonação. Nos caminhos de acesso devem ser colocados elementos do serviço de segurança com bandeira vermelhas.

O aviso final de detonação é feito por meio de sirene, de intensidade de som, tal que seja ouvido em todos os setores de obra e vizinhança, deve ser efetuado segundo o esquema seguinte:

- 10 min antes do fogo: um apito de 10s,
- 5 min antes do fogo: dois apitos de 10s, com 5s de intervalos entre os apitos,
- 1 min antes do fogo: três apitos de 10s, com 5s de intervalo entre os apitos.

Logo após a detonação são liberados os caminhos de acesso. Somente após 5 min da detonação é permitido o acesso ao local de detonação.

O retorno de moradores aos locais de residência somente poderá ocorrer quando houver a constatação de não haver mais a dispersão de micro-partículas do solo (poeira) no ar.

Os explosivos e espoletas não utilizados devem ser recolhidos após cada fogo aos seus respectivos depósitos. Os resíduos de explosivos não explodidos, como as espoletas que falham, são destruídos mediante explosão em local afastado, conforme legislação específica.

#### **5. Tráfego na área de escavação**

Os pontos de acesso de veículos, equipamentos e pessoas à área de escavação devem ter sinalização de advertência permanente.

O tráfego próximo às escavações deve ser desviado. Quando não for possível, deve ser reduzida a velocidade dos veículos.

A fim de garantir maior segurança e efetiva liberação da área de fogo os responsáveis pela detonação e liberação da área deverão utilizar equipamentos de comunicação.

#### **4. ASPECTOS LEGAIS / CONCEITUAIS**

Também fazem parte dos aspectos legais da escavação a céu aberto de rochas com explosivos a regulamentação do Ministério do Exército sobre o uso de explosivos (o R-105) e ainda deverão ser observadas as seguintes diretrizes:

- Norma Regulamentadora para Explosivos - Portaria nº 3.214 do Ministério do Trabalho;
- Normas de Segurança para Armazenamento, Descontaminação e Distribuição de Explosivos do Ministério do Exército.

No que diz respeito a ruídos e vibrações, diversas são as normas e recomendações aplicáveis para diferentes tipos de ambientes, dentre as quais se destacam:

- ISO (International Standard Organization) - R 1996 (1971) e R 1999 (1975);
- BS (British Standard) - BS 4141 (1967);
- NFS (Association Française de Normalization) - NFS 31-010 (1974);
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) - NBR 10151 e 10152;
- IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente) - Resoluções CONAMA 001 e 002, de 17/8/1990.

Essas normas consideram os parâmetros que influenciam o desconforto, inclusive quanto à variação dos níveis e das horas em que ocorre a exposição das pessoas.

Todas essas normas deverão ser de conhecimento obrigatório das Empresas Construtoras e Supervisoras.

## 5. CONCLUSÃO

Cabe ressaltar que durante as escavações com a utilização de explosivos as medidas de segurança devem ser adotadas com muito rigor. Para garantir a segurança dos trabalhadores nas frentes de obra do Projeto, dos demais técnicos que atuam na implantação do PSIF e da comunidade que se encontra nas proximidades das Obras de modo a evitar que incidentes decorrentes de falhas no procedimento de detonação e segurança ocorram, reforça-se a necessidade de adoção incondicional dos procedimentos estabelecidos pela Norma Técnica da ABNT NBR 9061/85 e Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho e Emprego NR-18 que tratam da Segurança de escavação a céu aberto e Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção.

Brasília – DF, 14 de abril de 2010.

Técnicos responsáveis:

  
Aurimar Cavalcante Rodrigues  
Engenheiro Ambiental  
CMT Engenharia

  
Ligia Silva Viveiros  
Engenheira Ambiental  
CMT Engenharia

De acordo:

  
Rafael Brant de Almeida Castro  
Engenheiro Ambiental  
Coordenador Setorial – Brasília - DF  
CMT Engenharia

  
João Bosco Senra  
Coordenador Geral PISF  
CMT Engenharia

