



**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**

# ***ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS PARA EXECUÇÃO DOS ATERROS COM CONGLOMERADO***

1230-EST-2001-04-02-001-R01

RECIFE-PE

C O N S Ó R C I O

TECHNE • PROJETEC • BRLi

Novembro - 2008



**PROJETEC**





**MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL**  
Secretária de Infra-estrutura Hídrica

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

**Projeto Executivo do Lote C – Eixo Leste**

# **ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS PARA EXECUÇÃO DOS ATERROS COM CONGLOMERADO**

1230-EST-2001-04-02-001-R01

RECIFE-PE


C O N S Ó R C I O  
  
TECHNE • PROJETEC • BRLi

**Novembro-2008**



<b>Título</b> <p style="text-align: center;"><b>Especificações Técnicas Especiais para Execução dos Aterros com Conglomerado</b></p>																														<b>Número</b> <p style="text-align: center;"><b>1230-EST-2001-04-02-001</b></p>										<b>Folha 1/1</b>	
Esta folha índice indica em que revisão está cada folha na emissão citada																																									
Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7						
1		X							36									71								106															
2		X							37									72								107															
3		X							38									73								108															
4		X							39									74								109															
5									40									75								110															
6									41									76								111															
7									42									77								112															
8									43									78								113															
9									44									79								114															
10									45									80								115															
11									46									81								116															
12									47									82								117															
13									48									83								118															
14									49									84								119															
15									50									85								120															
16									51									86								121															
17									52									87								122															
18									53									88								123															
19									54									89								124															
20									55									90								125															
21									56									91								126															
22									57									92								127															
23									58									93								128															
24									59									94								129															
25									60									95								130															
26									61									96								131															
27									62									97								132															
28									63									98								133															
29									64									99								134															
30									65									100								135															
31									66									101								136															
32									67									102								137															
33									68									103								138															
34									69									104								139															
35									70									105								140															

01	13/11/2008	José Cláudio Accioly	E		Emissão Inicial

Rev.	Data	Por	Em.	Aprov.	Descrição das revisões
<b>TIPO DE EMISSÃO</b>					
(A) Preliminar			(E) Para Construção		(I) de Trabalho
(B) Para Aprovação			(F) Conforme Comprado		( )
(C) Para Conhecimento			(G) Conforme Construído		( )
(D) Para Cotação			(H) Cancelado		( )

## SUMÁRIO

1. ESCAVAÇÃO DO MATERIAL .....	1
2. MANIPULAÇÃO DO MATERIAL .....	2
3. PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS .....	2
4. ATERRO COMPACTADO - PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS .....	2
5. CONTROLE DE CONSTRUÇÃO .....	3

## 1. ESCAVAÇÃO DO MATERIAL

- I. O material a ser usado nos aterros do forebay de jusante da EBV-1 e os aterros de canais entre esta estação de bombeamento e a barragem Areias, é constituído por conglomerados de origem sedimentar;
- II. Estratigraficamente, estes conglomerados pertencem a Formação Salvador e caracterizam a fase rift do processo evolutivo da bacia marcada pela atividade das falhas de suas bordas, enquanto que os arenitos, siltitos e folhelhos/argilitos também ocorrentes na região, integram a Formação São Sebastião;
- III. Os conglomerados são polimíticos, com matriz argilo-arenosa mal selecionada, na qual encontram-se imersos seixos e blocos dos litotipos que compõem o embasamento cristalino, representados por gnaisses, migmatitos, granitos, anfíbolitos e quartzitos. São seixos e blocos arredondados, sub-arredondados a sub-angulosos, com dimensões variando de centimétricas a decimétricas e, mais raramente, métrica;
- IV. As escavações deverão ser efetuadas mediante uma combinação de métodos que envolvam o emprego direto de escavadeiras, escarificação, com utilização de escarificadores pesados acoplados a tratores de esteira, eventual utilização de explosivos e outros processos equivalentes, de conformidade com a aprovação da fiscalização, uma vez que o processo de escavação determina a classificação do material;
- V. Estão incluídos nesta categoria os blocos de rocha, os matacões e as pedras de diâmetro superior a 15 cm e igual ou inferior a 1 m, desde que ultrapasse 40% do volume total escavado, não inferior à 10.000 m<sup>3</sup> em trechos contínuos;
- VI. Para serviços de escarificação deverão ser empregados tratores de esteira tipo CAT D-8, ou similar, acoplados a escarificadores de um ou mais dentes, dependendo do serviço e do material a escavar. Só serão permitidos escarificadores movidos por sistema hidráulico;
- VII. A direção de escarificação deverá ser programada com vistas a otimizar a operação de carregamento e considerando as características estruturais do material a escavar;
- VIII. Sempre que possível, a escarificação deverá ser feita segundo um plano inclinado e descendente, para que se aproveite a componente do peso do trator;
- IX. O espaçamento máximo de escarificação será de 1,5 m;
- X. Quando a escarificação for executada com um só dente e caso não se consiga alcançar toda a área do projeto, os limites das áreas das escavações deverão ser escarificadas com o canto da lâmina do trator, que será equipada com um dente especial para este tipo de serviço. O material escarificado será removido para pilhas de estoque, bota-fora ou aterros em construção de acordo com o planejamento do CONSTRUTOR.

## **2. MANIPULAÇÃO DO MATERIAL**

- I. Os materiais (conglomerado) deverão ter um primeiro tratamento no local das escavações que servirão de jazidas. Neste tratamento inicial o material será gradeado, eliminando-se pedras de tamanho maior que 20 cm. O material deverá ser transportado na umidade natural;
- II. Será também definido o equipamento de compactação que, de conformidade com o aterro experimental executado pelo Exército neste material, deverá ser um rolo pé-de-carneiro vibratório, de peso estático de 5,0 ton;
- III. Especial atenção deve ser dada à segregação do material (blocos de rocha envolvidos na matriz de solo), tanto na ocasião da deposição na pilha de estoque, quanto na descarga na praça do aterro. Deve-se, no caso, observar as alturas de lançamentos dos materiais e propor formas alternativas de lançamento de forma a se evitar a segregação.

## **3. PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS**

- I. O material será escavado nas jazidas indicadas e em locais de escavação obrigatória utilizando tratores de esteira do tipo CAT D-8, ou similar, providos de dentes escarificadores ou retro-escavadeiras hidráulicas. Estes materiais apresentam blocos e torrões duros disseminados em matriz de solo e serão utilizados para execução de maciços compactados;
- II. Os materiais serão lançados inicialmente em leiras com 50 cm de espessura sendo rebaixadas para 25 cm de espessura, e feita remoção dos blocos de rocha com diâmetro superior a 20 cm;
- III. Esta remoção pode se feita manualmente ou utilizando motoniveladoras providas de lâminas em forma de pente com distância entre os dentes de 15 cm ou 20 cm conforme o caso. Dependendo da quantidade de blocos existentes e a necessidade de maior produtividade poderá ser necessária a utilização de equipamentos do tipo Grizzly.

## **4. ATERRO COMPACTADO - PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS**

- I. Os solos vegetais de decape das áreas de empréstimo e escavações obrigatórias deverão ser estocados em local a ser aprovado pela FISCALIZAÇÃO para utilização na recomposição das áreas afetadas pelas escavações, salvo aquelas que se situam em locais de cortes para construção de outras obras e reservatórios, onde a recomposição será dispensada;
- II. Os materiais locais em geral se encontram com umidade natural abaixo da umidade ótima de compactação. O controle da umidade dos solos a serem empregados na construção deverá ser feito sistematicamente, a critério da FISCALIZAÇÃO e sempre que houver alteração nas condições;
- III. A escolha da metodologia de correção da umidade dos materiais será de responsabilidade exclusiva do CONSTRUTOR, podendo ser através de inundação das áreas de escavação, correção na praça de lançamento dos materiais, emprego de

usinas móveis de homogeneização ou outro processo que se mostrar eficiente. A obtenção de água necessária a correção de umidade deverá ser de competência exclusiva do CONSTRUTOR, podendo ser através de perfuração de poços, transporte de açudes, cacimbas locais ou mediante captação em cursos d'água e transporte por caminhões pipa;

- IV.** Os lançamentos dos materiais deverão ser executados em camadas horizontais nas praças liberadas pela FISCALIZAÇÃO, após demarcação de espessuras em toda faixa lateral com cruzetas de 20 em 20 m, com dimensões máximas de aproximadamente 30 m de largura por 400 m de comprimento;
- V.** A espessura da camada lançada não deverá exceder os 20 cm, podendo ser aumentada para 25 cm, desde que seja demonstrada a conveniência técnica através de ensaios. O material lançado deverá ser espalhado e nivelado convenientemente de maneira a obter uma superfície plana e de espessura constante de camada de solo solto, a ser compactado. Estes valores poderão ser alterados pela FISCALIZAÇÃO, caso os resultados dos ensaios de controle indiquem gradientes de compactação entre o topo e a base da camada compactada, incompatíveis com a qualidade que o maciço deverá apresentar;
- VI.** Deverão ser observados os seguintes requisitos na execução do aterro:
- A umidade do aterro, a ser verificada em todos os pontos de controle, deverá estar situada entre  $-1,5\%$  e  $+1,5\%$ , sendo  $0\%$  a umidade ótima determinada no Ensaio de Proctor, realizado com material da matriz do conglomerado (material que passa na #4);
  - O grau de compactação mínimo deverá atingir 98% e médio de 100%, determinado pelo processo do poço escavado e preenchido com água, conforme descrito a seguir.

## **5. CONTROLE DE CONSTRUÇÃO**

- I.** Para aterros compactados com conglomerados, a execução dos ensaios de densidade “in situ” poderá ser utilizado o método do volume de água, o qual consiste na escavação de um poço no material compactado, usando-se como gabarito um anel metálico de 35 cm de diâmetro e profundidade de 18 cm, fixado à superfície do terreno. O volume do material é medido revestindo-se o furo e o anel com uma folha de plástico e enchendo-se este volume com água de um tambor graduado até o nível indicado por um pino de referencia fixo. O poço deve atravessar toda a camada compactada e ter forma cilíndrica;
- II.** A amostra coletada é armazenada num recipiente provido de tampa, sendo levada para o laboratório para a determinação do seu peso e teor de umidade, após o que será submetida a uma análise granulométrica por peneiramento;
- III.** Com o objetivo de se desenvolver uma metodologia para o controle de compactação desse material, deverá ser estabelecida uma rotina de ensaios complementares ao ensaio “in situ” como especificado anteriormente, coletando-se uma amostra do material adjacente ao furo para ensaio de compactação realizando ensaio de compactação sobre material onde pedras maiores do que 5 cm são eliminados por catação manual;



- IV.** O ensaio de compactação será realizado no cilindro maior do ensaio CBR utilizando o soquete pequeno do ensaio Proctor Normal, com a mesma energia/cm<sup>3</sup> deste ensaio.
- V.** Deverão ser realizados pelo menos dois ensaios por camada (GC e desvio de umidade);
- VI.** O Relatório do controle tecnológico consistirá de tabela de resultados mensais e de controle estatístico mensal e acumulado.

### **OBSERVAÇÕES:**

- I.** Estas especificações se baseiam em parâmetros obtidos da execução do Aterro Experimental executado pelo 1º Batalhão de Engenharia do Exército e monitorado pelas empresas Supervisoras DUCTOR - Implantação de Projetos S/A e ENGER – Engenharia S/A, apresentados no Relatório 1365-REL-2601-04-72-001-R01;
- II.** Considera-se que o referido aterro experimental não explorou todas as possibilidades de otimização técnica e de economicidade construtiva uma vez que:
- A adoção de uma camada de 20 cm, geralmente praticada em aterros comuns de solos deve ser melhor investigada quando se trata de um material não convencional formado por blocos de rochas envolvido em matriz de solo, como é o caso do conglomerado, exigindo, dessa forma, testes complementares;
  - A camada de 20 cm implica na exclusão de todos os blocos maiores de 15 cm existente no conglomerado, provocando uma custosa separação e bota-fora desses blocos;
  - Na operação de eliminação dos blocos acima de 15 cm de diâmetro, muitos desses blocos em alto estado de alteração serão excluídos, quando poderiam ser utilizados nos aterros sob forma de solo, quando desagregado no processo de compactação;
  - Assim, sugere-se que as construtoras dos lotes 13 e 9 executem outros aterros de modo a confirmar os parâmetros já medidos no aterro executado pelo exercito e proceda à verificação de outras possibilidades construtivas, quais sejam:
    - Execução de camadas de 30 cm de espessura com passadas de rolo liso vibratório, com peso de 10,0 ton;
    - Execução de camadas de 40 cm de espessura com passadas de rolo liso vibratório, com peso de 10,0 ton;
    - Verificar, após a homogeneização da umidade nas camadas lançadas de 20, 25, 30 ou 40 cm, antes da compactação, se a umidade está no intervalo especificado, hót – 1,5% a hót +1,5 %, em toda camada. Regiões da camada preparada que não estiver no intervalo de umidade especificada não atingirá a compactará como desejado.
  - Uma passada é definida como uma cobertura completa, abrangendo a totalidade da superfície e com uma superposição de 30 cm entre faixas de compactação adjacentes. Será exigido um mínimo de 8(oito) passadas completas (ida e volta) para cada camada;
  - A critério da fiscalização, o aterro experimental poderá ser incorporado ao aterro projetado.