



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
EXECUÇÃO E MONITORAMENTO DO CAMPO DE
PROVAS

1230-NTC-2001-04-02-001-R02
RECIFE-PE

C O N S Ó R C I O

TECHNE • PROJETEC • BRLi

Agosto - 2008



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 EXECUÇÃO E MONITORAMENTO DO CAMPO DE PROVAS

1230-NTC-2001-04-02-001-R02
RECIFE-PE

C O N S Ó R C I O

TECHNE • PROJETEC • BRLi

Agosto - 2008



SUMÁRIO

1.	APRESENTAÇÃO	1
2.	OBJETIVO	1
3.	JUSTIFICATIVA.....	1
4.	CARACTERIZAÇÃO DO CONGLOMERADO	1
5.	SERVIÇOS A SEREM EXECUTADOS	2
5.1	EXECUÇÃO DAS CAMADAS.....	3
5.1.1	Camadas a Serem Compactadas com 06 e 08 Passadas do Rolo Pe de Carneiro Vibratório.	3
5.1.2	Camadas a serem compactadas com 06 e 08 passadas do Trator de Esteira.	3
6.	MONITORAMENTO.....	4
7.	ENSAIOS A SEREM EXECUTADOS.....	4
8.	PARAMETROS A SEREM DEFINIDOS, DADOS E INFORMAÇÕES A SEREM LEVANTADOS.....	5

ANEXOS

1. Anexo I – Especificações Técnicas para Aplicação de Solo-Cimento em Taludes;
2. Anexo II – Especificações Técnicas para Implantação do Aterro Experimental.

1. APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta os procedimentos, desenhos e especificações relativos a execução e monitoramento do Campo de Provas para testes de utilização e proteção do conglomerado ocorrente em trechos do segmento de obras do Eixo Leste do PISF, mais especificamente entre o terço final no Canal de Aproximação e a Estação de Bombeamento EBV-3.

2. OBJETIVO

A execução e monitoramento do Campo de Provas têm como objetivos precípuos a obtenção de parâmetros e informações confiáveis do comportamento do conglomerado, quanto aos seguintes aspectos:

- Estabilidade dos taludes remanescentes das escavações do conglomerado no Canal de Aproximação, nos segmentos de canais entre a EBV-1 e a EBV-3 onde há ocorrência dessa formação e nos sítios das Estações de Bombeamento EBV-1 e EBV-3;
- Regularização dos taludes remanescentes de escavações nas partes a serem revestidas com manta e concreto nos canais;
- Utilização dos materiais do conglomerado nos aterros de canais e, eventualmente, nos maciços das barragens;
- Estabilização dos taludes externos dos aterros dos canais e barragens;
- A classificação da categorial do material quanto ao processo de escavação, para efeito de medição dos serviços a serem executados;
- A metodologia construtiva a ser utilizada na escavação, seleção de material, homogeneização, compactação e proteção das obras.

3. JUSTIFICATIVA

A execução do Campo de Provas para obtenção de resultados práticos de tratamento e aproveitamento dos materiais do conglomerado, justifica-se plenamente, por se tratar de material não convencional a ser disponibilizado na obra em grandes quantidades, resultantes das escavações a serem feitas nos sítios do Canal de Aproximação, nos Forebays de Montante e Jusante das EBs, nos sítios das Estações de Bombeamento EBV-1 e EBV-3 e em segmentos do Canal entre as duas estações. Por outro lado, os taludes que remanescerão das escavações e dos próprios aterros e que permanecerão expostos à intempéries, demandam uma solução de proteção contra os processos erosivos, especificamente testada para esse tipo de material.

4. CARACTERIZAÇÃO DO CONGLOMERADO

Segundo os estudos geológicos e geotécnicos realizados quando da elaboração do Projeto Básico, “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, mgmatitos, 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”.

5. SERVIÇOS A SEREM EXECUTADOS

O Campo de Provas será executado em área já escolhida na visita de campo realizada em local a ser escolhido pelo Batalhão do Exército, responsável pela execução dos trabalhos, segundo decisão tomada na reunião do dia 07/08/08, com coordenação da Gerenciadora do PISF e participação da empresas Projetista (Consórcio TECHNE-PROJETEC – BRLi), Supervisoras (DUCTOR e ENGER) e Construtoras (Camargo Correa e Encalso). Serão utilizados os taludes das escavações do Canal de Aproximação para realização dos testes de contenção e regularização desses taludes e os materiais já escavados no Canal de Aproximação, para execução do aterro experimental.

Os serviços a serem executados nas duas praças do Campo de Provas, são os seguintes:

Serviços relacionados com os testes de proteção e regularização de taludes:

- 01 talude de 1V:1,5H com dimensões de 3,40m de base e 5,00m de altura, sendo três faixas de 1,00m de largura de solo-cimento e dois drenos fingers de concreto poroso com 0,20m de largura (ver Desenho 1230-DES-2001-04-02-001-R00). Serão seguidas as especificações técnicas do item 7.1, Relatório R17, Tomo II do Projeto Básico e as especificações e desenhos de implantação apresentados em anexo. Outros dois taludes com as mesmas dimensões, deverão ser regularizados, um com concreto projetado e outro com concreto poroso (traços a serem definidos de conformidade com os agregados a serem escolhidos e ensaiados);
- 01 talude de 1V:1H, com 3,0 m de base e 5,0 m de altura, revestido com tela de polipropileno (ver Desenho 1230-DES-2001-04-02-001-R00). Devem ser observadas as especificações técnicas, item 5.9, Relatório R17, Tomo II, do Projeto Básico. A escolha das telas a serem testadas, caberá à Gerenciadora;
- 01 talude de 1V:1H, com 3,0m de base e 5 m de altura, a ser deixado exposto às intempéries;
- Outro talude, de 1V:1,65H a 1,7H, altura de 4,00m e largura de 5,00m e colocação de uma bica corrida, para cobrir e regularizar as irregularidades da superfície de escavação e posterior colocação de uma camada de pedrisco, espessura uniforme e suficiente para cobrir e eliminar saliências poteagudas de pedras da bica corrida. Implantação da manta de geomembrana de PEAD, 1,0 mm, sobre a superfície regularizada de pedrisco. Caso haja necessidade, fazer a colocação de manta de geotextil, gramatura equivalente a OP 40 da BIDIM, ou colocação de manta de geomembrana PVC com dupla face de geotextil, gramatura equivalente a OP 40 da BIDIM;
- Talude de 1V:1,65H a 1,7H, com 5,0m de altura e 8,0 de largura, com lançamento de 0,20m de transição e, sobre ela, o espalhamento de 0,30m de enrocamento fino de proteção.

Serviços relacionados com os testes em aterro experimental:

- 02 aterros compactados (um compactado com trator de esteira e outro com rolo vibratório tipo “pé de carneiro”) utilizando materiais do conglomerado, cada um com

dimensões de 40 m de comprimento e 30 m de largura. Na referida reunião de 07/08/08, foi proposto um terceiro aterro com rolo liso vibratório. Esses aterros serão executados de conformidade com o que segue:

5.1 EXECUÇÃO DAS CAMADAS

5.1.1 Camadas a Serem Compactadas com 06 e 08 Passadas do Rolo Pe de Carneiro Vibratório

- 01 Camada com 60 cm de espessura, eliminando-se blocos com até 45 cm de diâmetro;
- 01 Camada com 50 cm de espessura, eliminando-se blocos com até 35 cm de diâmetro;
- 02 Camadas com 40 cm de espessura, eliminando-se blocos com até 25 cm de diâmetro.

5.1.2 Camadas a serem compactadas com 06 e 08 passadas do Trator de Esteira

- 01 Camada com 60 cm de espessura, eliminando-se blocos com até 45 cm de diâmetro;
- 01 Camada com 50 cm de espessura, eliminando-se blocos com até 35 cm de diâmetro;
- 02 Camadas com 40 cm de espessura, eliminando-se blocos com até 25 cm de diâmetro.

Observa-se que na ocasião da visita de campo, discutiu-se a utilização de revestimento com vegetação a ser testada na proteção de taludes, através do plantio da Macambira. No entanto, procedeu-se a uma pesquisa sobre os resultados da utilização dessa espécie nativa da região em outros locais de obras similares e, após análise dos resultados alcançados, optou-se pela exclusão dessa solução, pelos seguintes motivos:

- 1) A Macambira foi testada pela CODEVASF na proteção de taludes dos Projetos de Irrigação Tourão e Pontal, não tendo apresentado resultados satisfatórios pela inadequação de utilização da planta;
- 2) A proteção dos taludes do PISF utilizando essa espécie, demandaria uma quantidade significativa de solo vegetal e de mudas a serem obtidas mediante a sua extração do meio natural o que implicaria em impacto ambiental. O procedimento para essa extração teria que ser avaliado e, posteriormente, autorizado pelo órgão ambiental;
- 3) Os resultados a serem obtidos com a utilização da Macambira só poderão ser confirmados após um longo período de observação. Assim, duas alternativas à decisão do uso ou não dessa espécie na proteção de taludes podem ser:
 - a) ampliar a consulta sobre as vantagens da utilização da Macambira (inclusive de custos). O DER/PE vem utilizando a Macambira há anos;

- b) ampliar a consulta junto a outros órgãos, inclusive órgãos de pesquisa agrícola, sobre outras alternativas de proteção vegetal experimentadas na região.

Com relação aos testes a serem feitos com a tela de polipropileno, faz-se as seguintes observações:

- O Projeto Básico especifica a utilização de tela de polipropileno para proteção dos taludes e discrimina o fornecimento de geogrelhas. Trata-se de materiais de características diferenciadas, sendo a utilização da tela mais indicada para o caso de proteção dos taludes remanescentes do conglomerado;
- As telas de proteção de taludes podem ser fornecidas por diversos fabricantes, sendo aconselhável a Gerenciadora convidar esses fabricantes para, mediante suas expensas, testarem seus materiais no Campo de Provas do Projeto.

6. MONITORAMENTO

O monitoramento do Campo de Provas será feito por profissionais experientes que acompanharão o processo de implantação, realização de ensaios e posterior elaboração de relatório contendo os resultados finais e indicações de procedimentos construtivos a serem seguidos na implantação das obras.

O Campo de Provas deverá ser mantido durante todo o período de execução das obras do trecho onde ocorre o conglomerado.

A execução do Campo de Provas e a realização de testes e ensaios deverá ser acompanhado por um engenheiro geotécnico de reconhecida experiência em obras, que deverá assinar o Relatório Final com os demais participantes

7. ENSAIOS A SEREM EXECUTADOS

- 01 Ensaio de Proctor Normal na Matriz do Conglomerado em cada camada executada;
- 01 Ensaio de Determinação de Peso Específico (com abertura de poço e substituição do volume por areia ou água);
- Penetrometria na matriz compactada (Proctor e Campo);
- Cisalhamento Direto “in situ” do maciço compactado;
- Cisalhamento Direto em Laboratório da Matriz Compactada;
- Ensaios gerais de caracterização.

Os ensaios deverão ser feitos em cada camada compactada. Pode-se, no entanto, no transcorrer dos trabalhos, proceder-se a uma eleição das camadas a serem ensaiadas, escolhendo-se o tipo de ensaio por camada.

8. PARAMETROS A SEREM DEFINIDOS, DADOS E INFORMAÇÕES A SEREM LEVANTADOS

- Determinação das curvas de compactação nas diversas camadas com determinação da umidade ótima;
- Determinação do ângulo de cisalhamento e tensão-deformação dos maciços;
- Classificação do material a ser escavado (1ª, 2ª. Categoria, ou intermediária), pelo método de medição de volume de matriz e volume de blocos rochosos em vários pontos do conglomerado já escavados. Definir critério de classificação segundo quantitativos de matriz e blocos. Exemplo: mais de 50% de matriz: material de 1ª; mais de 50% de blocos rochosos: material de 2ª. Deve-se observar o grau de dificuldade para realização das escavações. A observação das escavações no conglomerado em andamento pelo Batalhão de Engenharia do Exército, poderá ser considerada também na classificação do material;
- Avaliação das dificuldades de separação do material rochoso por diâmetro dos blocos e, se necessário, a composição do custo;
- Melhor e mais econômica condição de regularização de taludes;
- Determinação da proteção dos taludes remanescentes de cortes, observando-se o custo e a eficácia. Simulações de processos erosivos, como aspersão de água sobre o talude remanescente e a simples observação dos taludes já executados pelo Exército e submetidos às chuvas ocorrentes na região, informações suficientes para se determinar o grau de erodibilidade do conglomerado;
- Tratamento e Proteção de taludes externos não compactados (utilização de material rochoso expurgado do processo de seleção de blocos na proteção desses taludes);
- Metodologia de aplicação de água e homogeneização das camadas a serem compactadas;
- Determinação dos procedimentos construtivos.

Anexo I

Especificações Técnicas para Aplicação de Solo-Cimento em Taludes

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA APLICAÇÃO DE SOLO-CIMENTO EM TALUDES

1 OBJETIVO

As presentes especificações apresentam as diretrizes técnicas no que se refere aos testes para execução de uma camada de revestimento em solo-cimento sobre taludes, para protegê-los contra a erosão, e ainda a regularização dos taludes do maciço rochoso para assentamento das estruturas de revestimento do canal em concreto.

2 GENERALIDADES

A simulação será efetuada no próprio talude do canal na parte exposta a erosões onde o talude é de 1V:1H. Nesse mesmo talude será feito um retaludamento com inclinações de 1V:1,5H para simulação do talude do canal revestido.

O solo-cimento, para revestimento de taludes, será constituído por uma mistura íntima de solo, cimento e água, em proporções determinadas em ensaios prévios de laboratórios e executado conforme estabelecido no item 7.1 do Tomo II – Especificação e Normas de Medição e Pagamento, R-17, Trecho V- Eixo Leste.

3 MATERIAIS

Os materiais serão os seguintes:

- CIMENTO PORTLAND – Deverá obedecer às exigências da ABNT;
- ÁGUA – Deverá ser isenta de teores de sais, ácidos, álcalis, matéria orgânica e outras substâncias prejudiciais;
- SOLO – Os solos adequados são os chamados solos arenosos, ou seja, aqueles que apresentem uma mistura em torno de 70% de areia e 30% de silte e argila.

4 EQUIPAMENTO

Para execução dos testes de revestimento de taludes com solo-cimento, são indicados os seguintes equipamentos e ferramentas: Betoneira, enxadas, enxadões, pás, baldes, picaretas, carrinhos de mão, padiola, soque de compactação, plataforma de lançamento e regularização do solo, cobrindo o talude e outra plataforma que garanta perfeita compactação da camada de solo cimento.

5 EXECUÇÃO

5.1 ALINHAMENTO E FORMAS

Serão utilizadas guias de madeira nas laterais das faixas de solo-cimento, e fixadas nos taludes de modo a definir a espessura da camada. Essas guias servirão, também, de apoio às formas, denominadas temporariamente fixas que se deslocarão de baixo para cima no talude, fazendo um espalhamento inicial da mistura. O Desenho 1230-DES-2001-04-02-003-R00 apresenta detalhe das guias e formas.

5.2 PREPARO DO TALUDE

As superfícies dos taludes deverão apresentar-se planas, sem ressaltos, nem cavidades. Os ressaltos que subsistirem, se forem terrosos, deverão ser raspados com enxadões ou

outro equipamento apropriado. Se forem rochosos, nos taludes expostos, não deverão ser removidos. Se for na região de canal revestido deverá atender as condições de alinhamento do projeto.

Sulcos de erosão existentes deverão ser preenchidos com solo-cimento (obturação).

5.3 PREPARO DA MISTURA

As proporções dos componentes da mistura serão determinadas em laboratório. Em princípio o cimento deverá entrar na mistura em uma quantidade que varia de 5% a 10% do peso do solo, o suficiente para estabilizá-lo e conferir-lhe as propriedades de resistência desejada para o composto.

O solo a ser utilizado na mistura deverá ser estocado nas proximidades do local de trabalho. Recomenda-se a retirada das partículas indesejáveis de solo. A mistura será executada com o emprego de betoneira ou manualmente, e as quantidades de solo, medidas em volume com o auxílio de recipientes de dimensões previamente determinadas, serão relacionados a um saco de cimento (50kg).

A quantidade de água, calculada em função dos elementos fornecidos pela dosagem da mistura, será medida em volume e adicionada à mistura de solo com cimento, previamente homogeneizada. Procede-se, imediatamente a operação de mistura dos materiais.

5.4 TRANSPORTE E LANÇAMENTO DA MISTURA

Os materiais serão misturados até atingir cor uniforme. A mistura será transportada por carrinho de mão ou outra forma que atenda as necessidades do projeto. O solo-cimento deve ser aplicado imediatamente, não sendo permitido que decorram mais de três horas entre o momento de incorporação do cimento e o acabamento do revestimento.

A mistura deve ser aplicada sobre o talude com a forma temporariamente fixa, movida de baixo para cima, a partir do pé em direção à crista do mesmo, de forma a obter-se a seção projetada.

5.5 COMPACTAÇÃO E ACABAMENTO

É de suma importância a execução desta etapa do serviço, à qual devem ser dispensados essenciais cuidados. A compactação da camada de solo cimento, executada conforme descrito no item 5.4, deverá ser feita vigorosamente até atingir grau de compactação próximo de 98%. O tempo consumido nesta operação deverá ser o estritamente necessário, para que ela se realize antes que se inicie a pega do cimento.

A compactação será executada a partir do pé do talude, em direção à crista, por meio de soquetes manuais ou mecânicos.

5.6 PROTEÇÃO E CURA

O revestimento executado deverá ser coberto, durante sete dias, com uma camada de terra de 5 cm de espessura, ou de outro material, a fim de protegê-lo contra a perda rápida de umidade, durante o período de cura. Nesta fase, o revestimento deve ser mantido úmido, por meio de irrigação.

Anexo II

Especificações Técnicas para Implantação do Aterro Experimental

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA IMPLANTAÇÃO DO ATERRO EXPERIMENTAL

1 OBJETIVO

Para um melhor conhecimento das condições de uso como aterro compactado do material sedimentar denominado “conglomerado”, a ser liberado pelas escavações obrigatórias, a partir da captação no lago de Itaparica e estendendo-se até as proximidades da barragem de Mandantes, foi imaginada uma área de testes para este material denominada de Aterro Experimental, a ser localizada preferencialmente no próprio local de aterro para o canal. Esta área de testes servirá para a determinação da espessura da camada fofa antes da compactação, o teor de umidade a usar, o número de passadas do rolo, assim como suas condições de trabalho, as quais serão acompanhadas.

2 O MATERIAL

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 integram a Formação São Sebastião.

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, anfibolitos e quartzitos.

São seixos e blocos arredondados, sub-arredondados a sub-angulosos, com dimensões variando de centimétricas a decimétricas e, mais raramente, métrica.

3 MANIPULAÇÃO DO MATERIAL

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 dimensões superiores a 20 cm. O material deverá ser transportado na umidade natural.

Será também definido o equipamento de compactação, que pelas características do material, deverá ser um rolo liso vibratório, de peso estático no entorno de 10 t. Caso haja outro tipo de equipamento disponível na obra, poderá ser preparada outra pista experimental para testes.

4 ENSAIOS EXPEDITOS DE CAMPO

Para 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 50 cm de diâmetro 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. 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.

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

1230-NTC-2001-04-02-001-R02

“in situ” como especificado anteriormente, coletando-se uma amostra do material adjacente ao furo para ensaio de compactação PROCTOR NORMAL com a fração de material passado na peneira nº 4.

5 ATERRO EXPERIMENTAL

Caso haja necessidade, a umidificação dos materiais a serem compactados mecanicamente, deverá ser efetuada por caminhões-pipa equipados com barras aspersoras que permitam a aplicação uniforme de água na área a ser regada e o controle de aspersão durante a operação. Não serão permitidos equipamentos de aspersão com vazamentos que possam prejudicar os aterros.

Para gradeamento, escarificação, homogeneização ou aeração de camadas a serem compactadas, será empregada grades de disco, escarificadores de motoniveladora ou outro equipamento aprovado pela FISCALIZAÇÃO. A eficiência dos equipamentos será constantemente avaliada e aprovada, sendo a EMPREITEIRA responsável pela troca ou reforma dos acessórios e equipamentos que não mais atenderem às Especificações para a execução dos aterros.

Os parâmetros de compactação, ou seja, desvio de umidade e grau de compactação, são referidos ao ensaio de compactação PROCTOR NORMAL, sem reuso do material, conforme a NBR-7182 da ABNT.

No momento da compactação, a umidade do material deverá estar compreendida entre a faixa de -2% a +2% em relação à umidade ótima. O conjunto de ensaios representativo de um trecho do maciço poderá conter 10% dos ensaios fora da faixa especificada, mas a liberação de uma camada com umidade fora da faixa só poderá ser feita quando o grau de compactação desta camada estiver acima do mínimo especificado.

Em termos de grau de compactação o maciço deve atender aos seguintes requisitos:

- $GC_{\text{mínimo}} = 95\%$
- $GC_{\text{médio}} \geq 98\%$
- 90% dos valores dos ensaios referentes a um trecho do maciço, devem estar compreendidos na faixa de 95% a 102%.

6 EQUIPAMENTOS

A seguir sugere-se uma lista de equipamentos mínimos a serem disponibilizados:

EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS À EXECUÇÃO		
ATERRO EXPERIMENTAL		
ITEM	EQUIPAMENTO	QUANTIDADE
1	Trator de esteira com potência igual ou superior a 170HP	1
2	Pá carregadeira frontal com 170HP	1
3	Motoniveladora com 120HP	1
4	Grade de disco	1
5	Rolo compactador pé de carneiro e liso, vibratório	2
6	Caminhão basculante com capacidade para 10m ³	5
7	Retroescavadeira CAT 320-B ou similar	1
8	Caminhão pipa	1

7 CRITÉRIOS DE EXECUÇÃO

Na execução do aterro experimental sugerem-se as seguintes indicações:

- Será escolhida uma área de 30 m x 40 m, aproximadamente, cuidadosamente demarcada em local próximo a jazida (escavações) e no local do próprio trecho de aterro do canal;
- Inicialmente deverão ser usadas camadas soltas de 20, 30 e 40 cm e cada camada deverá ser compactada em faixas paralelas e submetidas a 4, 6, 8 e 10 passadas do equipamento em observação;
- Serão compactadas três ou quatro camadas com teor de umidade 3 ou 4% inferior ao ótimo determinado em laboratório, mantendo-se constante a espessura das camadas, o peso dos rolos e o número de passadas;
- A umidade será controlada durante o espalhamento do material;
- Após a compactação das três ou quatro camadas serão executados os ensaios julgados necessários pela FISCALIZAÇÃO, à razão de um grupo de ensaios para cada 100 a 150m² de área de aterro;
- Serão compactadas outras três ou quatro camadas com teor de umidade ligeiramente mais alto (1 a 2%) que anteriormente usado, mantendo-se o mesmo rolo, a mesma espessura de camada e o mesmo número de passadas; Repetindo-se a seqüência prevista nos itens anteriores, verifica-se o peso específico aparente seco do material compactado e se ele apresenta um acréscimo ou um decréscimo com o seu aumento da umidade.

No caso de ocorrer acréscimo, compactam-se mais três ou quatro camadas adotando-se um teor de umidade de 1 a 2% inferior às das três primeiras camadas para repetir o ensaio.

Obtém-se então uma curva de compactação do rolo, a qual será comparada com a curva da compactação obtida em laboratório pelo ensaio normal de compactação de solos. No caso de comparação das curvas de compactação indicar excesso ou falta de esforço compactante serão repetidas as operações de aterro experimental, alterando-se o número de passagens do rolo, ou preferivelmente seu lastro, até que se cheque às condições de trabalho mais econômicas capazes de conferir ao material o grau de compactação exigido nas presentes ESPECIFICAÇÕES.

8 CONTROLE DE EXECUÇÃO

As experiências feitas no aterro de testes devem ser registradas pela Fiscalização.

O registro incluirá o número de camadas colocadas, as espessuras das camadas espalhadas, o teor de umidade em que os materiais foram compactados, o peso e tipo do rolo usado e suas condições (se sujo ou limpo), o efeito da compactação sobre os materiais (ondulações do terreno, rebaixamento da camada após os diferentes números de passagens do rolo) e a localização das jazidas de origem dos materiais usados.

Testar os rolos para verificar se eles satisfazem os requisitos especificados.

Determinar a espessura de espalhamento necessária da camada a ser compactada de modo que, com a compactação, apresente a espessura especificada, após determinado

número de passagens do rolo e manter esta espessura enquanto o número de passagens for o mesmo.

Compactar outras 3 ou 4 camadas com teor de umidade ligeiramente mais alto (1 a 2%) que o anteriormente usado, mantendo-se o mesmo rolo, a mesma espessura de camada e o mesmo número de passadas. Os testes de densidade de campo serão novamente realizados.

Verificado que o peso específico aparente seco da parte do solo compactado no campo, passado na peneira nº 4, apresenta um acréscimo com o aumento do teor de umidade, o teste deve ser repetido com umidade 1 a 2% mais alta. Se no acréscimo de umidade resultar num decréscimo de peso específico, novas camadas devem ser compactadas ligeiramente mais secas e repetidos os testes.

Caberá a FISCALIZAÇÃO fazer um relatório completo dos métodos e resultados obtidos no qual devem constar:

- Local do aterro experimental;
- Número de camadas compactadas;
- Espessura antes da compactação;
- Umidade do material durante a compactação;
- Uniformidade das camadas espalhadas;
- Espessura das camadas após a compactação;
- Descrição completa do rolo usado;
- Condições do rolo (desgaste, sugeira, etc.);
- Comportamento do material durante a compactação;
- Número de passadas do rolo;
- Relação umidade-peso específico de laboratório (curva de compactação);
- Relação umidade-peso específico de campo (curva de compactação);
- Sumário dos testes de densidade de campo, realizados;
- Comparação dos pesos específicos de campo e laboratório.

9 ENSAIOS COMPLEMENTARES

Após o estabelecimento das condições de compactação do aterro para atender as condições especificadas de máxima densidade e conseqüentes mínimos recalques, deverão ser realizados ensaios complementares de permeabilidade e cisalhamento.

A determinação da permeabilidade poderá ser feita através de ensaios de infiltração em poços abertos no aterro.

A resistência ao cisalhamento, que definirá a inclinação dos taludes para os aterros, será determinada através de ensaios em amostras coletadas no aterro.

Esses ensaios especiais serão especificados posteriormente, dependendo do comportamento do material depois da compactação e deverá ser conduzido por especialista em geotecnia.