



**Companhia  
Energética de  
São Paulo**

---

***Controle de Qualidade da  
Construção de uma Barragem  
de Terra e Enrocamento***

***Diretoria de Engenharia e Construções  
Departamento de Obras I  
Residência Ilha Solteira e Três Irmãos***

***Controle de Qualidade da  
Construção de uma Barragem  
de Terra e Enrocamento***

***Ilha Solteira - SP  
1980***

Diretoria de Engenharia e Construções  
Departamento de Obras I  
Residência Ilha Solteira e Três Irmãos

FICHA CATALOGRÁFICA

C737c CESP - Controle de qualidade da construção de  
uma barragem de terra e enrocamento. Ilha  
Solteira-SP, 1980 69p.

1. Barragem-de-terra I. Duarte Neto, Theo-  
philo Garcez, II. Título.

CDU 627.824

*Por considerarmos premente a necessidade de se criar uma literatura técnica nacional que proporcione às futuras gerações de engenheiros melhores condições de adquirir os conhecimentos que a nossa geração e as que nos antecederam conquistaram pagando um alto preço em termos de tempo e esforço, temos incentivado os integrantes da Equipe desta Residência a somarem às suas atividades normais a tarefa de elaborarem trabalhos de real valor técnico para divulgação a todos os interessados.*

*Os resultados têm sido compensadores, como é o caso deste trabalho que estamos apresentando.*

*Elaborado pelo Eng<sup>o</sup> **Theophilo Garcez Duarte Neto**, supervisor de Seção do nosso Setor de Obras de Terra e Rocha, conquistou o 1<sup>o</sup> prêmio do 1<sup>o</sup> Concurso de Trabalhos Técnicos, promovido pela AECESP - Associação dos Engenheiros da CESP, organizado em 1979.*

*Ilha Solteira, 06 de dezembro de 1979*

**NÍVEO AURÉLIO VILLA**  
**ENGENHEIRO RESIDENTE**

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  01
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	

TERRA E ENROCAMENTO

**Í N D I C E**

1 - NOTA DO AUTOR .....	folha 02
2 - FINALIDADE .....	folha 03
3 - DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE CONTROLE .....	folha 03
4 - ENSAIOS DO CONTROLE DE QUALIDADE .....	folha 03
5 - ROTINA PARA TRATAMENTO DA ROCHA SUPERFICIAL DE FUNDAÇÃO .....	folha 05
6 - DISPOSIÇÕES DE CONTROLE A SEREM ADOTADOS COM MATERIAL A SER COMPACTADO NA BARRAGEM DE TERRA	folha 07
7 - AMARRAÇÃO DOS ENSAIOS .....	folha 32
8 - IDENTIFICAÇÃO DOS ENSAIOS .....	folha 32
9 - ROTINA PARA COPILAÇÃO E ELABORAÇÃO DO RELATÓ RIO DE ACOMPANHAMENTO MENSAL .....	folha 35
<b>A N E X O S</b> .....	folha 48

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  02
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	
<b>TERRA E ENROCAMENTO</b>	
<p>1 - NOTA DO AUTOR.</p> <p>A construção de uma barragem é condicionado por problemas inerentes a seu posicionamento, onde o processo executivo será delimitado pelas características geológicas, geotécnicas e climáticas do próprio local.</p> <p>Partindo desta premissa, verifica-se que para cada OBRA DE TERRA há uma solução diferente, determinando um controle de qualidade voltado para as diretrizes que norteiam o projeto.</p> <p>Este trabalho apresenta uma rotina para o controle de qualidade da construção e a elaboração do relatório de acompanhamento da Barragem Três Irmãos. Baseia-se na experiência adquirida pela Companhia Energética de São Paulo - CESP, complementada por outras empresas do Setor.</p> <p>Cabe ressaltar que a sistemática do controle executivo do maciço impermeável está fundamentada no método de liberação de praça através do ensaio de Pröctor Normal, o qual tem a secagem das amostras para o teor de umidade através da estufa de infra-vermelho, desenvolvido pela CESP e não pelo método de Hilf empregado por vários órgãos fiscalizadores.</p>	

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>		<b>FOLHA</b> 03
<b>OBRA:</b>	BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b>	CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	
TERRA E ENROCAMENTO		
<p>2 - FINALIDADE.</p> <p>A finalidade deste trabalho é sugerir uma direção básica na sistemática a ser utilizada nos controles construtivos, na copilação dos dados provenientes deste processo e na elaboração do relatório de acompanhamento da execução de uma OBRA DE TERRA.</p> <p>3 - DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE CONTROLE</p> <p>Qualidade final de uma Obra de Terra é o efeito do trabalho conjunto dos SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM e LABORATÓRIO DE SOLOS; enquanto o primeiro controla visualmente o processo executivo, o segundo verifica-o, determinando os parâmetros especificados.</p> <p>Para que não haja superposição nas áreas de supervisão, serão discriminados abaixo as áreas de atuação dos dois serviços:</p> <p>a) SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM.</p> <p>Supervisionará diretamente todos os processos construtivos tais como: o tratamento da rocha superficial de fundação, a exploração do empréstimo, carga e transporte do material, lançamento, espalhamento, homogeneização ou conseqüente umedecimento ou aeração e compactação dos materiais para construção das camadas do aterro, dos filtros, das transições e enrocamento da OBRA DE TERRA.</p> <p>b) SERVIÇO DE LABORATÓRIO DE SOLOS.</p> <p>Controlará todos os passos executivos acima citados através de ensaios laboratoriais onde definirão em termos qualitativos a aceitação do material ou do processo construtivo ou sua rejeição, através dos parâmetros especificados para elaboração da OBRA DE TERRA.</p> <p>4 - ENSAIOS DO CONTROLE DE QUALIDADE.</p> <p>O SERVIÇO DE LABORATÓRIO executará os seguintes ensaios laboratoriais para o controle de qualidade:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE ..... Método LSR-01</li><li>- DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE LIQUIDEZ ..... Método LSR-02</li></ul>		

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  04
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	

**TERRA E ENROCAMENTO**

- DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE PLASTICIDADE ..... Método LSR-03
- DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE REAL DOS GRÃOS ..... Método LSR-04
- ANÁLISE GRANULOMÉTRICA COM MATERIAL LAVADO  
NA PENEIRA Nº 200 ..... Método LSR-05
- ANÁLISE GRANULOMÉTRICA COM SEDIMENTAÇÃO ..... Método LSR-06
- ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO MATERIAL GRANU  
LAR PASSADO NA PENEIRA Nº 4 PROVENIENTE  
DO FILTRO, TRANSIÇÕES E ENROCAMENTO ..... Método LSR-07
- ENSAIO DE COMPACTAÇÃO ..... Método LSR-08
- ENSAIO DE PERMEABILIDADE COM CARGA CONS  
TANTE NO "APARATUS" DETERMINADO POR KA  
PETS KI ..... Método LSR-09
- ENSAIO DE PERMEABILIDADE COM CARGA VARIÁVEL .. Método LSR-10
- DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE APARENTE ATRAVÉS  
DO MÉTODO HIDROSTÁTICO ..... Método LSR-11
- DETERMINAÇÃO DAS DENSIDADES MÁXIMAS E MÍN  
IMAS ..... Método LSR-12
- MÉTODO PARA COLETA DE AMOSTRAS DEFORMADAS A  
TRAVÉS DE SONDAGEM A TRADO ..... Método LSC-01
- ENSAIO DE CONTROLE DE COMPACTAÇÃO I.V. .... Método LSC-02
- DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE "IN SITU" ATRAVÉS  
DA CRAVAÇÃO DO CILINDRO AMOSTRADOR ..... Método LSC-03
- DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE "IN SITU" ATRAVÉS  
DO FRASCO DE AREIA ..... Método LSC-04
- DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE "IN SITU" ATRAVÉS  
DO "DENSOMETER" ..... Método LSC-05
- DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE "IN SITU" ATRAVÉS  
DO VOLUME DE ÁGUA ..... Método LSC-06
- ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO MATERIAL GROSSO  
DAS TRANSIÇÕES E ENROCAMENTO ..... Método LSC-07

Os métodos citados estão impressos no manual de métodos de ensaios para o controle de qualidade da Obra de Terra, os quais complementam esta rotina e estão baseados nas formas da A.B.N.T., U.S.B.R., Corp of Engineers e A.S.T.M.

Os métodos se dividem em LSRC e LSC. A primeira sigla indica ensaios rotineiros que serão feitos no laboratório e a outra,

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  05
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	

**TERRA E ENROCAMENTO**

os que serão executados no campo.

**5 - ROTINA PARA TRATAMENTO DA ROCHA SUPERFICIAL DE FUNDAÇÃO.****5.1 - PROCEDIMENTOS.****- Rotina do SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM.**

Após a exposição da rocha de fundação será definido o tipo de tratamento a ser adotado.

Os procedimentos poderão variar em função do estado e grau de intemperização encontrados. O tratamento superficial da rocha de fundação da barragem poderá ser resumido em três procedimentos a serem adotados, os quais serão descritos abaixo:

**a) REGULARIZAÇÃO E LIMPEZA MANUAL.**

Caso a rocha superficial revelada pela escavação apresente taludes suaves, a regularização poderá ser feita através de equipamentos convencionais de terraplenagem.

Em contrário, deparando-se com taludes íngremes ou saliências de rocha dura, os quais não podem ser removidos pelos equipamentos de terraplenagem, deverão ser suavizados e retirados por meio de fogo cuidadoso, com pequenas razões de carregamento para evitar que as ondas de choques abalem a estrutura do maciço rochoso.

Todo e qualquer método empregado deve visar a maior regularização da área em tratamento, para maior eficiência de compactação entre o sistema maciço-fundação.

Após a regularização deve ser executada uma limpeza manual, onde a areia, pedregulhos e outros solos são removidos com vassoura e os trechos erodidos de rocha, escavados manualmente.

Os blocos de rocha mole são removidos a mão com a alavancas. As camadas moles de calda de cimento formadas durante a

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  06
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	

**TERRA E ENROCAMENTO**

execução da cortina são cortadas e removidas. Finalmente, a rocha deve ser limpa a mão e lavada com poderosos jatos de água para que se obtenha uma superfície tão limpa quanto possível.

**b) VEDAÇÃO DAS FRATURAS E PREENCHIMENTO DAS DEPRESSÕES.**

As depressões ou cavidades de área limitada podem ser preenchidas com solo compactado ou com concreto dental; se a base e as laterais dessas cavidades forem fendilhadas, as fraturas devem ser vedadas com uma calda de cimento, com relação A/C = 0,5 e devem ser preenchidas com argila compactada ou, se a superfície da rocha estiver cheia dessas depressões, deve-se construir uma laje de concreto em toda a área de contato com o maciço.

As fraturas superficiais devem ser preenchidas com uma argamassa que é lançada ou varrida para seu interior, previamente limpo. As fendas maiores podem ser preenchidas individualmente, enquanto que as menores, pouco espaçadas, são preenchidas pelo lançamento da argamassa em toda a superfície da rocha.

**c) COMPACTAÇÃO DO SOLO CONTRA A ROCHA.**

Se a superfície da rocha, após o tratamento, for suficientemente uniforme, o solo deve ser compactado diretamente por meio de rolos pesados. Se a superfície da rocha for tão irregular que não possibilite o uso de rolos pesados, deve-se compactar tão próximo da irregularidade quanto possível e completar a compactação com equipamento leve, pelo mesmo processo.

Nas depressões, cavidades e também na própria rocha regularizada deve-se compactar o material com compactadores manuais sempre no ramo úmido do Pröctor Normal, em torno de 1% com camada solta no máximo de 10cm e, antes do lançamento

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMAOS</b>	<b>FOLHA</b>  07
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	
<b>TERRA E ENROCAMENTO</b>	
<p>do material, deve-se molhar uniformemente a superfície da rocha.</p> <p>- Rotina do SERVIÇO DE LABORATÓRIO.</p> <p>Será controlado o GRAU DE COMPACTAÇÃO E O DESVIO DE UMIDADE onde foi lançado e compactado o material proveniente dos empréstimos, independente do volume compactado de amostragem.</p> <p>6 - DISPOSIÇÕES DE CONTROLE A SEREM ADOTADOS COM MATERIAL A SER COMPACTADO NA BARRAGEM DE TERRA.</p> <p>6.1 - MACIÇO IMPERMEÁVEL.</p> <p>6.1.1 - CONTROLE DE QUALIDADE DOS EMPRÉSTIMOS.</p> <p>- Rotina do SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM.</p> <p>Após escolha da área a ser explorada faz-se um exame final para detectar alguma mancha de umidade ou ocorrência de solo vegetal ou mesmo solo de alteração que possam contaminar o solo do empréstimo na hora de exploração e, em seguida, solicita-se a presença do laboratório para retirada da PRÉVIA DE UMIDADE. Após a liberação do local através do resultado PRÉVIA DE UMIDADE, libera-se para corte do material através de "motoscrapers" ou "loaders".</p> <p>O técnico responsável pelo empréstimo supervisionará o corte do material para que o equipamento não o aprofunde além da espessura liberada e também verificará continuamente o estado da drenagem das praças de exploração, pois, em caso de precipitação pluviométrica, irá influenciar a umidade do material a ser explorado.</p> <p>- Rotina do SERVIÇO DE LABORATÓRIO.</p> <p>Executará os ensaios de PRÉVIA DE UMIDADE através do ENSAIO DE CONTROLE DE COMPACTAÇÃO - Método LSC-02, que serão executados na praça de lançamento e no empréstimo, visando a determinação do desvio de umidade do material</p>	

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  08
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	

**TERRA-E ENROCAMENTO**

a ser explorado com relação a umidade ótima de compactação. A determinação do DESVIO DE UMIDADE  $\Delta h = h_E - \text{"hot"}$ , onde  $h_E$  é o teor de umidade determinado através da estufa de infra-vermelho da AMOSTRA REPRESENTATIVA retirada da praça a ser explorada e "hot" é a umidade ótima encontrada no ensaio de compactação com a determinação do teor de umidade através da estufa de lâmpadas de INFRA VERMELHO.

A AMOSTRA REPRESENTATIVA deve ser coletada em toda a extensão da praça a ser explorada, de modo que represente o estado geral da praça. No caso de exploração por motoscaper a profundidade do poço para retirada de amostra deve representar a altura de corte da lâmina da máquina e, caso sejam "loaders", a amostragem será realizada por sondagem a trado, retirando amostras de 0,5m em 0,5m, executadas em paralelo a frente livre da bancada de exploração.

O resultado da PRÉVIA UMIDADE deve ser encaminhado ao SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM através do anexo nº 01 - COMPROVANTE DE PRÉVIA DE UMIDADE e anotado no anexo CONTROLE DIÁRIO DA UMIDADE DO EMPRÉSTIMO.

O anexo nº 02 é o resumo da atividade dos turnos no empréstimo e servirá para orientar a terraplenagem na definição de praças a serem exploradas após as chuvas, a perda de umidade entre a exploração e o lançamento, determinando o desvio de umidade mínimo para que chegue à praça dentro da umidade especificada e posicionando turno a turno a situação das praças de exploração.

**6.1.2 - CONTROLE DE QUALIDADE DO LANÇAMENTO E COMPACTAÇÃO.**

- Rotina do SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM.

Deverá ser controlado o gradeamento superficial da camada subjacente para liberação da praça e lançamento

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  09
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	
<b>TERRA E ENROCAMENTO</b>	
<p>do material proveniente do empréstimo. O gradeamento deverá ser mais uniforme possível, evitando-se todo o tráfego desnecessário, pois este causará um selamento que será prejudicial ao contato entre as camadas.</p> <p>Após a verificação do gradeamento, libera-se para o lançamento com "motoscrapers" ou "vagões", fazendo um exame visual do material para detectar algum solo orgânico ou raízes e controle no tacto da umidade do material lançado.</p> <p>Em paralelo faz-se o controle de espessura solta, conjugando a velocidade de lançamento com abertura das caçambas para uma distribuição uniforme do material na praça, não deixando ultrapassar as alturas das cruzetas que regulam o nível da camada solta especificada.</p> <p>Em seguida, solicita-se a entrada da grade de disco para homogeneizar o material e, em sequência, o nivelamento é feito pela motoniveladora para deixar a camada solta na altura determinada pela cruzeta, tomando o cuidado para que a praça não fique abaulada, resultando espessuras maiores no seu centro.</p> <p>A etapa seguinte é a compactação da praça, onde deve ser controlado o número de passadas. A velocidade de translação e o peso do rolo compactador devem ser definidos ainda em aterro experimental. Ainda deve-se orientar, através de alinhamento de estacas, o percurso do compactador para que este não fique ziguezagueando e venha criar um heterogeneidade na compactação.</p> <p>Nas extremidades da praça onde a compactação é deficiente devido a queda da velocidade do compactador, serão necessárias passadas adicionais no sentido transversal numa largura, que é função do recobrimento total de uma passada de equipamento.</p>	

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  10
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	
<b>TERRA E ENROCAMENTO</b>	
<p>As extremidades necessitam de outro cuidado que são as emendas de praça, as quais devem sempre estar variando e nunca ficar fixas numa determinada estaca.</p> <p>Após as operações de compactação será feita a verificação da camada compactada através dos métodos, os quais serão descritos abaixo:</p> <p>- MÉTODO DO CONTROLE TOPOGRÁFICO DA ESPESSURA MÉDIA COMPACTADA.</p> <p>Em síntese o processo consiste na determinação da espessura média compactada através da contagem do número de camadas em uma determinada seção transversal no período entre dois nivelamentos topográficos.</p> <p>Deverão ser fixadas dez seções transversais de controle para que se tenha uma boa representatividade dos dados. O número de camadas compactadas entre os dois nivelamentos não deve ser superior a 10.</p> <p>O controle de uma determinada seção deve ser contínuo de tal forma que o nivelamento final para um determinado período seja como o inicial do período seguinte.</p> <p>Para a aplicação deste método deve-se ter cuidado na contagem do número de camadas compactadas no período entre os dois levantamentos topográficos, uma vez que qualquer erro na contagem de camadas acarreta resultados discrepantes o que invalida o processo. Assim sendo, para reduzir a possibilidade de erro, os dados deste controle devem ser anotados para posterior compilação no anexo nº 03.</p> <p>- MÉTODO DA MEDIDA DIRETA DA ESPESSURA ATRAVÉS DE POÇOS.</p> <p>Este método compreende a medida de, no mínimo, seis pontos definidos aleatoriamente na praça, abrindo-se,</p>	

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  11
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	

**TERRA E ENROCAMENTO**

nestes locais, pequenos poços até o fundo da camada, medindo-se diretamente a espessura; em seguida remove-se o piquete e preenche-se o poço com material.

A identificação do fundo da camada é feita através de piquetes de madeira amarrados topograficamente. Concluída a compactação, solicita-se da topografia a indicação dos locais dos piquetes.

Este método deverá ser distribuído em praça distinta de uma mesma camada, o qual apresenta as seguintes desvantagens: a necessidade constante de uma equipe de topografia, a não identificação do fundo da camada por erro da locação do piquete por equipamentos de terraplenagem. Por outro lado, como vantagens apresenta: a verificação aleatória da espessura da camada, a não interferência com a compactação da camada, pois os poços são executados enquanto se aguarda a realização dos ensaios de liberação da praça. No anexo nº 04 encontra-se a tabela para registro e copilação dos dados.

**6.1.3 - CONTROLE DE QUALIDADE NA EXECUÇÃO DO MACIÇO.****- Rotina para o SERVIÇO DE LABORATÓRIO.**

Terminada a compactação o SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM solicita a determinação do GRAU DE COMPACTAÇÃO E DESVIO DE UMIDADE, através da SOLICITAÇÃO DE ENSAIO, anexo nº 05.

O técnico do laboratório, encarregado da praça em questão, determina ALEATORIAMENTE O LOCAL DE AMOSTRAGEM, crava dois cilindros afastados entre si 4 diâmetros, eixo a eixo. Os cilindros deverão ser cravados após escavação suficiente para que o cilindro retire o material do fundo da camada compactada e, também,

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  12
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE  TERRA E ENROCAMENTO	

segundo a direção coincidente com a do deslocamento do equipamento de compactação e deverão seguir as normas para DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE "IN SITU" ATRAVÉS DA CRAVAÇÃO DO CILINDRO AMOS TRADOR - Método LSC-03. Em seguida, coleta-se um mínimo de 5kg de material à sua volta, acondicionando a amostra em recipiente apropriado para evitar a evaporação. É muito importante o uso do recipiente apropriado para evitar a evaporação. Para este fim poderá ser usado saco plástico ou balde plástico com tampa.

O transporte das amostras para a "guarita" deve ser o mais rápido possível, a fim de minimizar os efeitos de perdas da umidade das amostras. Por outro lado, deve ser evitado durante o transporte qualquer choque nos cilindros com as amostras "in situ".

Com as amostras "in situ" procede-se aos ensaios conforme a norma para ENSAIO DE CONTROLE DE COMPACTAÇÃO - Método LSC-02, onde determina-se os valores do GRAU DE COMPACTAÇÃO, DESVIO DE UMIDADE, PESO ESPECÍFICO DO ATERRO, PESO ESPECÍFICO MÁXIMO E UMIDADE ÓTIMA, através da estufa de lâmpadas INFRA-VERMELHO.

Com os valores do GRAU DE COMPACTAÇÃO e DESVIO DE UMIDADE determinados são encaminhados para o SERVIÇO DE TERREPLENAGEM através do comprovante DADOS DE ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO anexo nº 05.

Envia-se, no final do dia, o restante das amostras coletadas para DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE - Método LSR-01 ao laboratório central. Estas cápsulas deverão estar tampadas e seladas com fita adesiva e guardadas em ambiente fresco. Com os teores de umidade determinados faz-se a correção da umidade segundo o ENSAIO DE CONTROLE DE COMPACTAÇÃO - Método LSC-02.

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  13
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	

**TERRA E ENROCAMENTO**

A guarita deverá ter um livro de registro de ensaios, onde serão colocados todos os dados obtidos no ensaio, além da amarração topográfica do ensaio.

De forma a evitar que resultados inconsistentes de ensaios de campo sejam enviados ao SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM e posteriormente compilados, são estabelecidos a seguir os critérios a adotar em cada caso:

- CASO  $94\% < \text{GRAU DE COMPACTAÇÃO} < 107\%$ .

Não devem ser considerados valores individuais para cada cilindro "in situ", de grau de compactação inferiores a 94% ou superiores a 107%.

Neste caso, deverá ser cravado um terceiro ou quarto cilindro em substituição ao que obteve o valor inconsistente.

Exemplo:

GC 1 = 93,8% e GC 2 = 99,0%

GC 1 < 94,0% - DESPREZAR

Crava o GC<sub>3</sub> e obtém GC<sub>3</sub> = 98,1% e o resultado será a média GC = (GC<sub>2</sub> + GC<sub>3</sub>)/2.

Estes valores extremos são pré-fixados no início da construção em função da experiência de outras obras com materiais similares, podendo, portanto, os intervalos citados no parágrafo acima e abaixo ser mudados no decorrer da Obra.

- CASO DIFERENÇA ENTRE GRAU DE COMPACTAÇÃO < 6%.

Se com ambos cilindros os graus de compactação obtidos estiverem dentro da faixa acima ( $94\% < \text{GC} < 107\%$ ) mas a diferença entre eles for superior a 6%, será também cravado um 3º cilindro, considerando-se então

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  14
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	

**TERRA E ENROCAMENTO**

como grau de compactação médio o obtido com os dois resultados mais próximos.

Exemplo:

$$GC_1 = 95,4\% \quad GC_2 = 101,7\%$$

$GC_2 - GC_1 = 6,3\% > 6\%$  - cravar novo cilindro, no lugar do que foi DESPREZADO e obtêm

$$GC_3 = 100,3\%$$

$$GC_3 - GC_1 = 100,3 - 95,4 = 4,9\%$$

$$GC_2 - GC_3 = 101,7 - 100,3 = 1,4\%$$

Como  $1,4 < 4,9$ , o resultado do ensaio será a média  $GC = (GC_2 + GC_3)/2$ . A CRAVAÇÃO DO TERCEIRO CILINDRO DEVERÁ SER SEMPRE NA MESMA FAIXA DE COMPACTAÇÃO AMOSTRADA, OBEDECENDO AOS CRITÉRIOS DE ROTINA. Tal procedimento será acionado para qualquer amostragem na BARRAGEM DE TERRA. Sempre que ocorrer um dos casos expressos, o SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM deverá ser comunicado para que possa decidir sobre a conveniência ou não liberar sem resultado final do ensaio, devido ao tempo a mais sem liberação da praça.

Os parâmetros de compactação estão vinculados a metragem cúbica compactada e, geralmente, adota-se para início da construção a DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE COMPACTAÇÃO a cada  $500 \text{ m}^3$ . Após análises dos lotes iniciais de resultados será passado a  $1000 \text{ m}^3$  podendo haver mudança ainda caso for constatada homogeneidade na compactação.

Os valores do GRAU DE COMPACTAÇÃO e UMIDADE diferem de projeto a projeto em função dos materiais de construção encontrados, podendo variar em relação a MONTANTE e JUSANTE e, também, em relação do alçamento da Barragem, sendo sempre determinados pela Projetista.

Além da determinação dos parâmetros de liberação da

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  15
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	

**TERRA E ENROCAMENTO**

praça, deverão ser amostrados continuamente os fatores que determinam a homogeneidade do maciço e visam também à verificação do comportamento da obra em relação ao projeto. Esta amostragem está vinculada ao número do ensaio de liberação e será descrita abaixo a uma provável rotina.

A cada 10 (dez) ensaios de determinação do grau de compactação, na mesma faixa onde foram cravados os cilindros, retirar os blocos indeformados de 20 x 20cm de altura correspondente a espessura da camada. Estes blocos serão parafinados no campo e levados ao laboratório para 3 (três) determinações da densidade " in situ " do topo e da base, usando o método de ensaio para determinação da DENSIDADE APARENTE ATRAVÉS DO MÉTODO HIDROSTÁTICO - Método LSR-11 e umidade pelo método de DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE - Método LSR-01. A amostra deverá ser encaminhada ao laboratório através da ETIQUETA mostrada no anexo nº06, sendo definido na amostra MONTANTE, JUSANTE, TOPO e BASE. Cada BLOCO RECEBERÁ DO MESMO NÚMERO DE ENSAIOS DE LIBERAÇÃO TOMADO COMO BASE.

A cada 10(dez) ensaios de determinação do grau de compactação será coletada uma AMOSTRA DEFORMADA para execução no laboratório central dos ensaios de DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE LIQUIDEZ - Método LSR-02, DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE PLASTICIDADE - Método LSR-03; DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE REAL DOS GRÃOS - Método LSR-04, ANÁLISE GRANULOMÉTRICA COM SEDIMENTAÇÃO - Método LSR-06 e ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - Método LSR-08. Esta amostras levarão o MESMO NÚMERO DO ENSAIO DE LIBERAÇÃO e a amostra deverá pesar em torno de 10kg, devendo ser encaminhada junto com a ETIQUETA mostrada no anexo nº06.

A cada 50 (cinquenta) ensaios de determinação do grau

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  16
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	

**TERRA E ENROCAMENTO**

de compactação, extrair do mesmo local duas AMOSTRAS INDEFORMADAS uma de 30 x 30 x 30cm, outra de 20 x 20 x 20cm. Nas amostras deverão estar definidos MONTANTE, JUSANTE, TOPO e BASE. Cada bloco deverá receber o MESMO NÚMERO DO ENSAIO DE LIBERAÇÃO.

Tais blocos serão parafinados em campo e encaminhados ao laboratório central através da ETIQUETA anexo nº 06 Com o bloco de 20 x 20 x 20cm serão feitos três ensaios de permeabilidade no sentido vertical e horizontal segundo método do ENSAIO DE PERMEABILIDADE COM CARGA VARIÁVEL - Método LSR-10 e o outro bloco indeformado deverá ser encaminhado para ENSAIOS ESPECIAIS.

A extração das AMOSTRAS INDEFORMADAS OU DEFORMADAS, RETIRADAS A CADA 10 (DEZ) OU A CADA 50 (CINQUENTA) ensaios, DEVERÁ SER EFETUADA SE O ENSAIO DE LIBERAÇÃO FOR DE ROTINA, NÃO CONSIDERANDO SE FOR RECOMPACTAÇÃO OU DE CORREÇÃO DE UMIDADE.

Mensalmente ou em regiões da barragem onde os trabalhos ficarem paralisados temporariamente, serão abertos no maciço POÇOS DE INSPEÇÃO para verificação da homogeneidade do maciço. Estes poços deverão ter uma profundidade mínima em torno de 2m e de uma de suas paredes deverão ser extraídas duas AMOSTRAS INDEFORMADAS e uma AMOSTRA DEFORMADA no mesmo nível, sendo que a primeira com as dimensões de 30 x 30 x 30cm deverá ser parafinada e, posteriormente, enviada para ENSAIOS ESPECIAIS. Com a AMOSTRA DEFORMADA deverão ser feitos os ensaios de DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE LIQUIDEZ - Método LSR-02, DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE PLASTICIDADE - Método LSR-03, DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE REAL DOS GRÃOS Método LSR-04, ANÁLISE GRANULOMÉTRICA COM MATERIAL LAVADO NA PENEIRA Nº 200 - Método LSR-05, ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - Método LSR-08. Com a segunda amostra

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  17
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R.	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE  TERRA E ENROCAMENTO	

indeformada e parafinada, com 20 x 20 x 20 cm; serão feitos os 3 (três) ensaios de DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE APARENTE ATRAVÉS DO MÉTODO HIDROSTÁTICO - Método LSR-11. Cada AMOSTRA deverá ser identificada com NÚMERO DO POÇO, AFÁSTAMENTO, em metros, do eixo, indicando MONTANTE ou JUSANTE, COTA e na amostra deverá estar definido MONTANTE, JUSANTE, TOPO e BASE.

Deverão ser preparados os perfis das paredes dos poços, relatando os aspectos encontrados tais como: estratificação, variações de umidade, laminações, consistência, núcleos de baixa compactação, espessura das camadas, ligação das camadas, etc. Esta descrição deverá ser anotada na folha no anexo nº 07 - POÇO DE INSPEÇÃO sendo mais tarde completada com os resultados dos ensaios citados acima, os quais serão apresentados em relatório.

Deverã ser encaminhada ao Engenheiro Supervisor após o término dos dois turnos, diurno e noturno, logo no início do novo período de trabalho, a relação de todos ensaios feitos nas praças através do RESUMO DIÁRIO DOS ENSAIOS DE CONTROLE DE COMPACTAÇÃO, anexo nº 08.

Na primeira semana do mês, durante os turnos, deverá ser feito o CONTROLE DE TEMPOS DE ENSAIOS, anexo nº 09 e proceder a rotina conforme exposto no parágrafo acima. Esta verificação deve ser um controle dinâmico para dimensionar o tempo ideal entre o término da compactação e a liberação da praça.

- Rotina para o SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM.

Os valores de GRAU DE COMPACTAÇÃO e DESVIO DE UMIDADE serão fornecidos a este serviço através do anexo nº 05 que inclui os DADOS DOS ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO. Em função dos resultados deverá ser decidida a rejeição ou

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  18
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE  TERRA E ENROCAMENTO	

aceitação da praça em questão e, em caso de dúvida ainda em um local, deverá ser pedido um ENSAIO DE ATENDIMENTO.

Caso necessite de RECOMPACTAÇÃO deve-se solicitar passadas adicionais do rolo compactador; geralmente a metade do número de passadas especificadas para garantir a liberação da praça e, após isto, proceder a rotina de controle já exposta.

Caso o resultado apresente umidade excessiva, deverá ser aberta a camada com escarificador da "patrol" e aerada com grade de discos para perda da umidade. No caso de o material apresentar lado seco aplica-se idêntico tratamento sô que adicionando água após a mesma rotina de controle exposta acima para ambas as situações.

Após a liberação da praça, gradear e controlar através da reça constante para que a insolação não crie TRINCAS DE RESSECAMENTO e necessite de tratamento adicional, o que acarreta uma queda de qualidade na camada.

Após fixação da rotina de compactação, baseada num planejamento executivo das praças, esta deverá ser aferida continuamente na imposição deste e durante o tempo de aplicabilidade em toda primeira semana do mês, através do CONTROLE DE HORAS GASTAS NAS LIBERAÇÕES DE CAMADAS NA BARRAGEM DE TERRA, anexo nº 10.

6.1.4 - CONTROLE DE QUALIDADE DAS JUNTAS DE CONSTRUÇÃO.

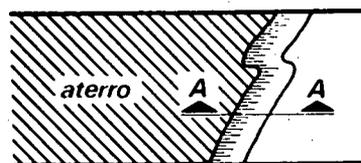
- Rotina do SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM.

O processo de construção de uma junta transversal de construção é definido por dois estágios. O primeiro estágio é a construção da própria junta transversal de construção e o segundo, a ligação desta com maciço em construção.

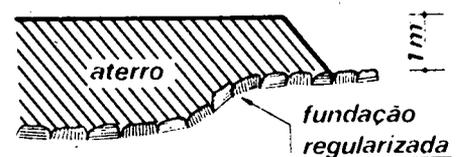
<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b> 19
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE TERRA E ENROCAMENTO	

A seguir será explanado como deverá ser sua construção e o controle do processo executivo de uma junta pela equipe de TERRAPLENAGEM.

A situação inicial exigida para início da junta transversal de construção é dada por uma FUNDAÇÃO REGULARIZADA com a execução de pelo menos 1,0m de ATERRO sobre a fundação.

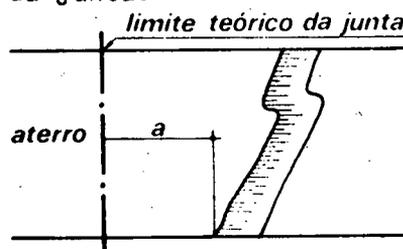


PLANTA ESQUEMÁTICA



SEÇÃO A-A

Após dadas as condições iniciais deve-se determinar o PÉ DO TALUDE TEÓRICO. O afastamento (a) do limite do aterro depende do tipo de compactador e necessita-se DETERMINAR TOPOGRAFICAMENTE a posição do TALUDE TEÓRICO da junta.



*Este dado será usado para orientação futura para ligação com o 2º estágio do maciço em construção.*

Após amarração topográfica, lançar a primeira camada, avançando uma distância (d) aquém do limite teórico. Esta distância, que é função do equipamento de compactação, tem de ser dimensionada para que se tenha uma eficiência total na compactação junto ao LIMITE TEÓRICO.

A compactação deve sempre avançar além do limite teórico e ser completada com passadas adicionais no sentido transversal, pois é uma extremidade de praça, onde geralmente a eficiência da compactação é menor devido

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R

ASSUNTO: CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE

FOLHA

20

## TERRA E ENROCAMENTO

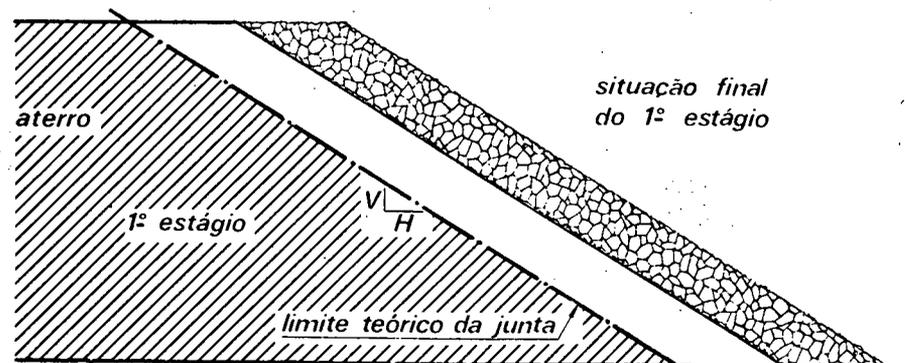
a redução de velocidade e passagem do rolo somente com os pneus dianteiros, no caso rolo autopropelido.

O lançamento das camadas subsequentes obedece a procedimentos determinados pela primeira camada. Para um bom controle convém sempre ter marcado nas laterais da praça o LIMITE TEÓRICO para que, em caso de dúvida, possa se materializar através de cal o limite da junta.

Após a junta ter atingido uma certa altura, no máximo dois metros, executar sua proteção com rocha alterada, ou qualquer material, para que não haja erosão no talude, não vindo, portanto, afetar as condições do maciço no LIMITE TEÓRICO.

Após a construção da JUNTA TRANSVERSAL DE CONSTRUÇÃO, o próximo passo será a execução do TRATAMENTO DA JUNTA para a LIGAÇÃO com o MACIÇO de 2º ESTÁGIO.

A primeira etapa é remover da rocha de proteção a uma altura entre 3 a 4m e, com auxílio da topografia, remover até uma altura qualquer a ser dimensionada, sendo função da velocidade de lançamento, o excesso de maciço, além do LIMITE TEÓRICO da junta, para que não haja exposição durante muito tempo as intempéries.



PERFIL ESQUEMÁTICO

Na parte exposta no limite teórico fazer uma inspeção rigorosa junto com o SERVIÇO DE LABORATÓRIO. Após

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  21
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	

**TERRA E ENROCAMENTO**

inspeção solicita da equipe do laboratório, através da SOLICITAÇÃO DE ENSAIO, anexo nº 05, a determinação dos PARÂMETROS DE COMPACTAÇÃO. No caso de RESULTADOS SATISFATÓRIOS liberar o trecho para LIGAÇÃO COM O 2º ESTÁGIO. No caso de RESULTADOS INSATISFATÓRIOS recuar 1,0m na HORIZONTAL O LIMITE TEÓRICO da junta, escavar até o mesmo e repetir a inspeção.

O trecho liberado para ligação DEVE SER GRADEADO E MANTIDO ÚMIDO para evitar TRINCAS DE RESSECAMENTO.

Após a inspeção rigorosa e liberação pela equipe do laboratório, através do comprovante DADOS DE ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO, anexo nº 05, inicia-se a ligação cortando com uma motoniveladora ou "scraper" de um degrau com 10cm de ALTURA, em toda extensão da junta onde houver a ligação com a camada em execução, com um patamar que varia em função da inclinação da junta.

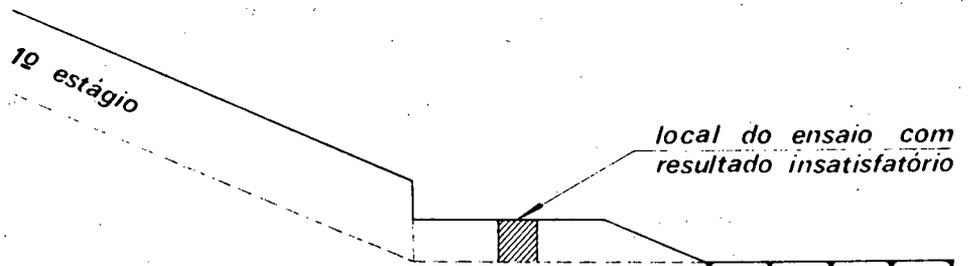
Solicitar neste patamar em ensaio para determinação dos PARÂMETROS DE COMPACTAÇÃO, através da SOLICITAÇÃO DE ENSAIO, anexo nº 05, e após o recebimento destes através do comprovante DADOS DE ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO, anexo nº 05, se for SATISFATÓRIO, liberar para o lançamento da camada do 2º ESTÁGIO.

A compactação desta camada depende do tipo do equipamento. Sendo um rolo autopropelido, executa-se a compactação com o cilindro dianteiro do rolo, chegando até o trecho compactado do 1º ESTÁGIO e complementando a compactação do contato com passadas adicionais no sentido transversal, devido às deficiências já citadas.

No caso do ensaio ter apresentado resultado INSATISFATÓRIO, avançar o corte no interior do maciço do 1º ESTÁGIO, conforme indicado, a seguir.

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS	FOLHA 22
OBRA: BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
ASSUNTO: CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	

## TERRA E ENROCAMENTO

**- Rotina do SERVIÇO DE LABORATÓRIO.**

Já na fase de ligação, após remoção da proteção de rocha e retirado o excesso de maciço, além do TALUDE TEÓRICO, fazer, juntamente com o SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM, uma INSPEÇÃO VISUAL RIGOROSA DO TRECHO DESCOBERTO DA JUNTA, verificando se não existem NÚCLEOS DE BAIXA COMPACTAÇÃO, TRINCAS DE RESSECAMENTO e REGIÕES COM EXCESSO DE UMIDADE. Se a inspeção visual mostrar que o aspecto do maciço é SATISFATÓRIO, executar, após pedido de ensaio através da SOLICITAÇÃO DE ENSAIOS, anexo nº 05, no trecho preparado, um número destes que depende das dimensões da área a ser amostrada, os quais serão: DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE "IN SITU" ATRAVÉS DA CRAVAÇÃO DO CILINDRO AMOSTRADOR - Método LSC-03 e ENSAIO DE CONTROLE DE COMPACTAÇÃO - Método LSC-02. Os resultados de ensaio deverão ser enviados ao SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM através do comprovante de ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO, anexo nº 05.

Liberado o trecho descoberto da junta após o corte por motoniveladora ou motoscaper na base do PATAMAR, executar os ensaios solicitados pelo SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM através da SOLICITAÇÃO DE ENSAIOS, anexo nº05 sendo ensaios de DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE "IN SITU" ATRAVÉS DA CRAVAÇÃO DO CILINDRO AMOSTRADOR - Método LSC-03, bem como o ENSAIO DE CONTROLE DE COMPACTAÇÃO - Método LSC-02, cujos resultados deverão ser enviados ao SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM através do comprovante de DADOS DE ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO, anexo nº 05.

A rotina para a retirada de amostra na execução dos ensaios e o cálculo são PROCEDIDOS COMO ESTABELECE O

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  23
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	

**TERRA E ENROCAMENTO****ITEM 6.1.3 - CONTROLE DE QUALIDADE NA EXECUÇÃO DO MACIÇO.**

Somente a cravação dos cilindros não obedece à rotina, pois devem ser cravados a QUATRO DIÂMETROS ENTRE SI NO SENTIDO TRANSVERSAL.

Além da determinação dos parâmetros de compactação e do rigor no controle executivo da junta transversal de construção, deverá ser verificada a qualidade da junta transversal de construção através de POÇOS DE INSPEÇÃO.

OS POÇOS DE INSPEÇÃO deverão ser programados pelo Engenheiro Supervisor e sua execução deverá ser em função do critério de qualidade especificado para junta do aterro.

A programação deverá ser feita sempre com antecedência de cerca de 1,5m da cota prevista para a abertura do poço, já que será necessária a colocação de cal ou jornal ao longo dos degraus de ligação formados, de modo a facilitar a IDENTIFICAÇÃO DAS CAMADAS. As marcas de cal deverão ter uma largura de cerca de um metro, cuja locação será fornecida pela Topografia.

Após a inspeção visual nas paredes laterais do poços deverão ser extraídos, em duas profundidades, blocos indeformados de 20 x 20 x 20cm e de 30 x 30 x 30cm, abrangendo a junta entre os aterros de 1º e 2º ESTÁGIOS. As AMOSTRAS INDEFORMADAS deverão ser parafinadas e etiquetadas conforme procedimento usual.

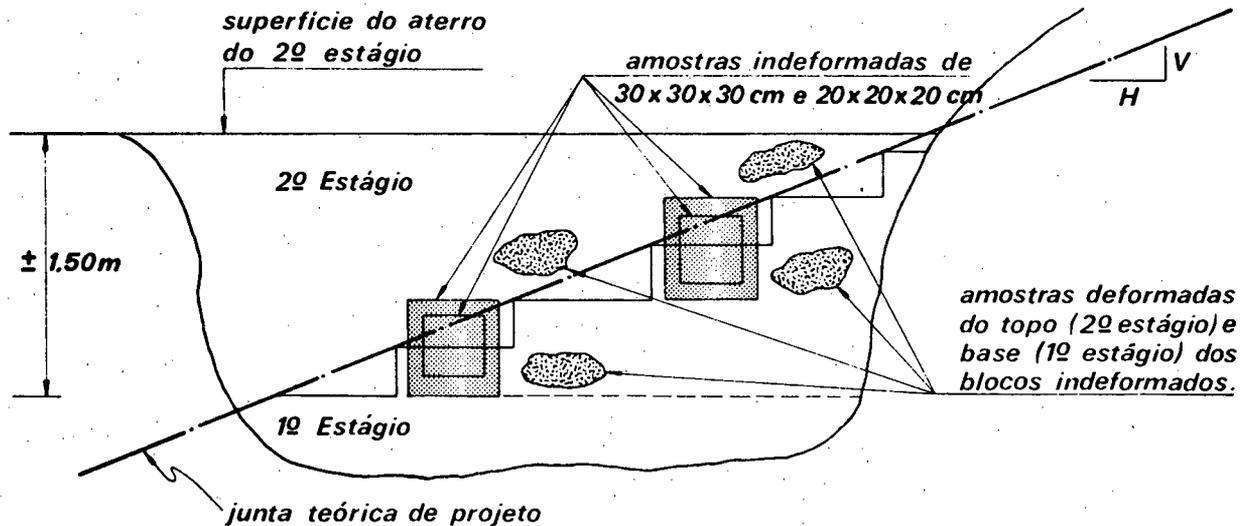
Serão retiradas ainda duas AMOSTRAS DEFORMADAS ao lado dos blocos, sendo cada uma representativa de um estágio, conforme indicado no croqui a seguir.

**RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS****OBRA:** BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R**ASSUNTO:** CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE

FOLHA

24

## TERRA E ENROCAMENTO



Com as AMOSTRAS DEFORMADAS executar os seguintes ensaios : DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE LIQUIDEZ - Método LSR-02, DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE PLASTICIDADE - Método LSR-03, DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE REAL DOS GRÃOS - Método LSR-04, ANÁLISE GRANULOMÉTRICA COM SEDIMENTAÇÃO - Método LSR-06, e ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - Método LSR-08. Com as AMOSTRAS INDEFORMADAS de 20 x 20 x 20cm executar ensaios do TOPO do 2º ESTÁGIO e da BASE DO 1º ESTÁGIO, DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE ATRAVÉS DO MÉTODO HIDROSTÁTICO - Método LSR-11 e a PERMEABILIDADE COM CARGA VARIÁVEL - Método LSR-10. AS AMOSTRAS INDEFORMADAS DE 30 x 30 x 30cm deverão ser enviadas para ENSAIOS ESPECIAIS.

**6.2 - FILTRO.****6.2.1 - CONTROLE DE QUALIDADE ANTES DA COMPACTAÇÃO.**

- Rotina do SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM.

A equipe de terraplenagem deverá controlar a exploração da jazida de areia ou carregamento no britador caso seja areia artificial, o lançamento na praça dentro da espessura solta definida pelas cruzetas e a não contaminação do material do filtro, bem como sua compactação controlando a velocidade do rolo liso

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  25
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	

**TERRA E ENROCAMENTO**

vibratório, inclusive a frequência de vibração e o número de passadas.

- Rotina do SERVIÇO DE LABORATÓRIO.

Caso seja exploração de jazida, a equipe do laboratório deverá amostrar o material de filtro antes proceder ao lançamento na barragem, retirando uma AMOSTRA REPRESENTATIVA em torno de 5kg para determinar se o material está dentro da FAIXA ESPECIFICADA PARA O MATERIAL DO FILTRO E O TEOR PULVERULENTO, através do ensaio de ANÁLISE GRANULOMÉTRICA. Se o material estiver dentro das especificações, liberar, caso contrário, mandar lançá-lo num provável monte de rejeito.

Se for areia artificial ou areia mista (areia artificial mais areia natural), processada através de um britador, deve ser coletada AMOSTRA REPRESENTATIVA, em torno de 5kg, na respectiva correia, que será enviada ao laboratório para verificar se a granulometria do material se encontra dentro da FAIXA ESPECIFICADA. Em seguida, proceder como foi exposto acima. Quando da coleta do material no britador, sempre que se puder esta deve ser feita na correia e não no monte devido à segregação ocorrida com a queda do material.

Após o lançamento do material no filtro, seja areia natural ou artificial, coletar de um LOCAL DEFINIDO ALEATORIAMENTE a amostra que será enviada ao laboratório através da ETIQUETA, anexo nº 11, para o ensaio de DETERMINAÇÃO DAS DENSIDADES MÁXIMAS E MÍNIMAS - Método LSR-12 e ensaio de ANÁLISE GRANULOMÉTRICA, onde novamente é verificada se a amostra se encontra dentro da FAIXA ESPECIFICADA PARA MATERIAL DO FILTRO. Em função deste resultado será mandado compactar ou retirar toda a camada lançada.

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  26
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	

**TERRA E ENROÇAMENTO****6.2.2 - CONTROLE DE QUALIDADE APÓS COMPACTAÇÃO.****- Rotina do SERVIÇO DE LABORATÓRIO.**

Após compactação do filtro, junto ou no MESMO LOCAL ONDE foram retiradas AS AMOSTRAS PARA DETERMINAÇÃO DAS DENSIDADES MÁXIMAS E MÍNIMAS, determinar a DENSIDADE "IN SITU" pelo método de ensaio para DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE "IN SITU" ATRAVÉS DO DENSOMETER - Método LSC-05, e pelo método de ensaio para DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE "IN SITU" ATRAVÉS DO FRASCO DE AREIA - Método LSC-04. O cálculo do GRAU DE COMPACIDADE será feito na guarita onde se encontram os resultados das DENSIDADES MÁXIMA E MÍNIMA enviadas pelo laboratório.

A utilização do DENSOMETER e do FRASCO DE AREIA para determinação da mesma DENSIDADE "IN SITU" é necessária no início da Obra, pois com o decorrer desta verifica-se o método que apresenta menor dispersão em relação ao GRAU DE COMPACIDADE e se adota como padrão até o final deste controle.

Com os valores do GRAU DE COMPACIDADE determinados são encaminhados ao SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM através do comprovante DADOS DE ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO, anexo nº 05.

De forma a evitar que resultados inconsistentes de ensaios de campo sejam enviados ao SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM e posteriormente compilados, são estabelecidos abaixo os critérios a adotar:

Deverão ser refeitos todos os ensaios que obtiverem valores de grau de compacidade inferiores a 40% ou superiores a 110%. Este intervalo pré-fixado é função da experiência em outras obras com material similar, podendo, portanto, este intervalo ser mudado no decorrer da Obra.

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  27
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE  TERRA E ENROCAMENTO	

Sempre que ocorrer este caso o SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM deverá ser comunicado para que possa decidir sobre a conveniência ou não de liberar sem o resultado final do ensaio, devido ao aumento do tempo para o ensaio de liberação. ESTE ENSAIO DEVERÁ SER FEITO A CERCA DE UM METRO DO ORIGINAL, não sendo necessária a repetição do ensaio pelo MÉTODO DO FRASCO DE AREIA - Método LSC-04 (no caso DENSOMETER ensaio padrão). Este procedimento será acionado para qualquer amostragem no FILTRO da Barragem de Terra.

O GRAU DE COMPACIDADE está vinculado a metragem cúbica compactada e sua determinação é geralmente adotada a cada 200 m<sup>3</sup> de areia natural ou artificial lançada no filtro HORIZONTAL a cada 100 m<sup>3</sup> de areia natural ou artificial lançada no filtro VERTICAL.

Os valores do GRAU DE COMPACIDADE diferem de projeto a projeto em função dos materiais de construção e podem variar em relação a seu posicionamento, seja no FILTRO VERTICAL ou HORIZONTAL e são sempre determinados pelo Projetista.

Além da determinação do parâmetro da compacidade, deverão ser amostrados os filtros continuamente para completa verificação dos critérios de projeto. Esta amostragem está vinculada diretamente ao número do ensaio de liberação e uma provável rotina será descrita abaixo.

A cada 10 (dez) ensaios de GRAU DE COMPACIDADE, do MESMO LOCAL ONDE FORAM RETIRADOS AS AMOSTRAS PARA DETERMINAÇÃO DAS DENSIDADES MÁXIMAS E MÍNIMAS retirar amostras para execução de TRÊS ENSAIOS DE PERMEABILIDADE pelo método de ensaio de PERMEABILIDADE COM CARGA CONSTANTE NO APARATUS DETERMINADO POR KAPETSKI -

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS		FOLHA 28
OBRA:	BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
ASSUNTO:	CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	

## TERRA E ENROCAMENTO

Método LSR-09, cuja amostra de PERMEABILIDADE deverá ter a mesma DENSIDADE que é determinada pelo método de AMOSTRAGEM "IN SITU".

A amostra deverá ser encaminhada ao laboratório através da ETIQUETA mostrada no anexo nº 11, na qual deverá estar definido o LOCAL, ESTACA e AFASTAMENTO AO EIXO DEFININDO MONTANTE OU JUSANTE. CADA AMOSTRA RECEBERÁ O MESMO NÚMERO DO ENSAIO DE LIBERAÇÃO TOMADO COMO BASE.

Deverá ser encaminhado ao Engenheiro Supervisor após término dos dois turnos, diurno e noturno, logo no início do novo período de trabalho a relação de dados dos ensaios feitos nas praças, através do RESUMO DIÁRIO DOS ENSAIOS EM MATERIAIS GRANULARES, anexo nº 12.

Na primeira semana do mês, durante os turnos, deverá ser feito o CONTROLE DE TEMPO DE ENSAIOS, anexo 09, e proceder à rotina conforme exposto parágrafo acima. Tal verificação deve ser um controle dinâmico para dimensionamento do tempo ideal entre o término da compactação e a liberação da praça.

- Rotina do SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM.

O valor do GRAU DE COMPACIDADE será fornecida a este SERVIÇO através do anexo nº 05, que inclui os DADOS DO ENSAIO DO GRAU DE COMPACIDADE. Em função dos resultados deverá ser decidido sobre a rejeição ou aceitação da praça em questão e, em caso de dúvida, deverá ser refeito o ensaio conforme citado acima.

Caso necessite de RECOMPACTAÇÃO, deve-se solicitar passadas adicionais do rolo compactador, o que, geralmente, deve ser a metade do número de passadas especificadas para garantir a liberação da praça e após solicitar rotina de controle exposta acima.

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  29
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	

**TERRA E ENROCAMENTO****6.3 - TRANSIÇÕES E ENROCAMENTO.****6.3.1 - CONTROLE DE QUALIDADE ANTES DA COMPACTAÇÃO.****- Rotina do SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM.**

A equipe de terraplenagem deverá controlar a exploração na jazida de cascalho para transição e no caso de enrocamento, verificar a qualidade da rocha na bancada de escavação.

O lançamento, tanto das transições como do enrocamento, procede-se na praça dentro da espessura solta definida pelas cruzetas. Evitar a contaminação dos materiais de transição pelo solo adjacente. Em função do tipo de lançamento poderá haver segregação do material nas ligações entre as transições e o enrocamento e para saná-la deverá ser previsto um método de espalhamento que resulte numa transição entre os diferentes materiais. Os blocos maiores que a dimensão máxima especificada para enrocamento devem ser empurradas para a provável ZONA DE GRANDES BLOCOS.

A compactação será procedida com o rolo liso vibratório especificado para cada tipo de material, controlando-se a velocidade, a frequência de vibração e o número de passadas.

**- Rotina do SERVIÇO DE LABORATÓRIO.**

A equipe do laboratório deverá amostrar os materiais das transições antes de proceder ao lançamento na barragem, retirando uma AMOSTRA REPRESENTATIVA em torno de 50kg para verificar se os materiais de transições estão dentro da FAIXA ESPECIFICADA PARA AS TRANSIÇÕES, através do ensaio de ANÁLISE GRANULOMÉTRICA. Caso o material esteja DENTRO DA FAIXA ESPECIFICADA deve ser LIBERADO. Na

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  30
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	

**TERRA E ENROCAMENTO**

hipótese de não adentrar a faixa, se for material explorado na jazida, deve ser lançado no bota-fora e, se for material processado no britador, será lançado num provável rejeito.

Se as transições foram processadas através do britador deverão ser colhidas as AMOSTRAS REPRESENTATIVAS em torno de 50kg nas respectivas correias e enviadas ao laboratório para verificar se a granulometria do material se encontra dentro da FAIXA ESPECIFICADA e, após isto, procede-se como foi exposto acima. Quando se coletar o material no britador sempre que possível fazê-lo na correia e não no monte formado abaixo da bica devido a segregação ocorrida com a queda do material.

Após a liberação do material avisar o SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM para que proceda o lançamento e compactação do material.

O material para o enrocamento, após liberação pela GEOLOGIA, poderá ser submetido a lançamento e compactação sem o controle do laboratório de solos:

**6.3.2 - CONTROLE DE QUALIDADE APÓS COMPACTAÇÃO.****- Rotina do SERVIÇO DE LABORATÓRIO.**

Na zona de transição e enrocamento, o controle será por amostragem da densidade "in situ", onde deverá ser dada prioridade a transições e depois ao enrocamento dependendo ainda da velocidade do lançamento dos materiais mais nobres.

A DENSIDADE "IN SITU", deverá ser feita na transição com gabarito metálico de 1,0m x 1,0m e no enrocamento com gabarito metálico de 1,4m x 1,4m. A determinação deste parâmetro será regido pelo método: DETERMINAÇÃO DA

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  31
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	
<b>TERRA E ENROCAMENTO</b>	
<p>DENSIDADE "IN SITU" ATRAVÉS DO VOLUME DE ÁGUA - Método LSC-06 e com materiais retirados do furo; serão feitas: ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO MATERIAL GROSSO DAS TRANSIÇÕES E ENROCAMENTO - Método LSC-07 e ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO MATERIAL GRANULAR PASSADO NA PENEIRA Nº 4 PROVENIENTE DA TRANSIÇÃO E ENROCAMENTO - Método LSR-07. Para as transições deve-se utilizar uma AMOSTRA REPRESENTATIVA DE NO MÍNIMO 500kg e para o enrocamento DE NO MÍNIMO 700 kg.</p> <p>Os resultados encontrados com a DENSIDADE "IN SITU" devem ser encaminhados ao SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM, logo após a execução do ensaio, caso seja encontrado algum resultado fora dos valores especificados.</p> <p>A DENSIDADE "IN SITU" está vinculada a metragem cúbica em alguns projetos, podendo variar dando prioridade aos materiais mais nobres, pois os resultados das DENSIDADES "IN SITU" são muito discutíveis e talvez, o que mais possa interessar é a homogeneidade das curvas granulométricas em relação aos critérios que foram dimensionados, dados pelas FAIXAS ESPECIFICADAS. Nesse aspecto é bom lembrar que antes do lançamento é feita uma verificação diária e contínua de sua variação granulométrica e o material somente é liberado dentro das especificações.</p> <p>Outro aspecto importante é, quando se executa a abertura dos poços na DENSIDADE "IN SITU", descrever a disposição do estado da estrutura do material.</p> <p>Os parâmetros da DENSIDADE "IN SITU" diferem de projeto a projeto em função dos materiais de construção que são caracterizados pela geologia local e geralmente são especificados pela Projetista.</p>	

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  32
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	
<b>TERRA E ENROCAMENTO</b>	
<p>Os resultados da ANÁLISE GRANULOMÉTRICA, feitos com o material retirado do poço na execução do ensaio de DENSIDADE "IN SITU", irão controlar os procedimentos do lançamento do material, mostrando ou não ocorrência de segregação.</p> <p>- Rotina do SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM.</p> <p>Em função dos resultados dos ensaios para verificação do estado da DENSIDADE nas transições e enrocamento, a equipe de terraplenagem pedirá ou não uma compactação adicional, solicitando passadas complementares do equipamento especificado, o que é feito geralmente na metade do número de passadas especificadas.</p> <p>7 - AMARRAÇÃO DOS ENSAIOS.</p> <p>QUALQUER ENSAIO EXECUTADO NA BARRAGEM DEVERÁ SER AMARRADO TOPOGRAFICAMENTE, ISTO É, DEVERÁ SER DETERMINADA A COTA, ESTACA E O AFASTAMENTO, SITUANDO O ENSAIO EM RELAÇÃO ÀS POSIÇÕES DE MONTANTE E JUSANTE DA OBRA.</p> <p>8 - IDENTIFICAÇÃO DOS ENSAIOS.</p> <p>Todo ensaio executado na BARRAGEM DE TERRA será identificado por símbolos ALFA-NUMÉRICO; a sigla alfabética identificará a região de amostragem numa sequência crescente dos números naturais. Por exemplo, o DÉCIMO ENSAIO EXECUTADO NA FUNDAÇÃO LEVARÁ A IDENTIFICAÇÃO 10 F.</p> <p>a) ENSAIOS ROTINEIROS EXECUTADOS NA FUNDAÇÃO SERÃO IDENTIFICADOS PELOS NÚMEROS NATURAIS SEGUIDOS DA LETRA <b>F</b> (FUNDAÇÃO);</p> <p>b) ENSAIOS ROTINEIROS EXECUTADOS NO MACIÇO SERÃO IDENTIFICADOS PELOS NÚMEROS NATURAIS SEGUIDOS DA LETRA <b>M</b> (MACIÇO);</p>	

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  33
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	

**TERRA E ENROCAMENTO**

- c) ENSAIOS ROTINEIROS EXECUTADOS NO FILTRO VERTICAL SERÃO IDENTIFICADOS PELOS NÚMEROS NATURAIS SEGUIDOS DAS LETRAS **FV** (FILTRO VERTICAL);
- d) ENSAIOS ROTINEIROS EXECUTADOS NO FILTRO HORIZONTAL SERÃO IDENTIFICADOS PELOS NÚMEROS NATURAIS SEGUIDOS DAS LETRAS **FH** (FILTRO HORIZONTAL);
- e) ENSAIOS ROTINEIROS EXECUTADOS NO ENROCAMENTO SERÃO IDENTIFICADOS PELOS NÚMEROS NATURAIS SEGUIDOS DA LETRA **E** (ENROCAMENTO);
- f) ENSAIOS ROTINEIROS EXECUTADOS NAS TRANSIÇÕES SERÃO IDENTIFICADOS PELOS NÚMEROS NATURAIS SEGUIDOS DA LETRA **T** (TRANSIÇÃO);
- g) ENSAIOS ROTINEIROS EXECUTADOS NAS JUNTAS TRANSVERSAIS DE CONSTRUÇÃO SERÃO IDENTIFICADOS PELOS NÚMEROS NATURAIS SEGUIDOS DA LETRA **J** (JUNTA).

Os ensaios de RECOMPACTAÇÃO, válidos para toda rotina acima, serão identificados e numerados após a recompactação acrescentando-se a letra **R** A PRIMEIRA RECOMPACTAÇÃO, **R2** A SEGUNDA RECOMPACTAÇÃO e assim sucessivamente. VER EXEMPLOS:

10 MR DÉCIMO ENSAIO DO MACIÇO COM RECOMPACTAÇÃO;  
21 FVR 2 - VIGÉSIMO PRIMEIRO ENSAIO DO FILTRO VERTICAL E  
NECESSITOU DA SEGUNDA RECOMPACTAÇÃO.

Os ensaios de CORREÇÃO DE UMIDADE têm validade para as rotinas da FUNDAÇÃO E MACIÇO e serão identificados e numerados após correção de umidade, acrescentando-se a letra **H** A PRIMEIRA CORREÇÃO DE UMIDADE, **H<sub>2</sub>** A SEGUNDA CORREÇÃO DE UMIDADE e assim sucessivamente, VER EXEMPLOS:

9 MH2 - NONO ENSAIO DO MACIÇO COM A SEGUNDA CORREÇÃO DE  
UMIDADE  
12 FH - DÉCIMO SEGUNDO ENSAIO COM CORREÇÃO DE UMIDADE.

Os ensaios de VERIFICAÇÃO têm validade para todas as rotinas

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  34
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	

**TERRA E ENROCAMENTO**

expostas. Este tipo de ensaio deverá ser executado apenas com a finalidade de VERIFICAR A CONFIABILIDADE DOS VALORES OBTIDOS NO ENSAIO ORIGINAL. Exemplos típicos são os casos  $94\% < \text{GRAU DE COMPACTAÇÃO} < 107\%$ , e também se os resultados que estiverem na faixa  $94\% < \text{GC} < 107\%$ , porém a diferença entre eles for superior a 6% e o GRAU DE COMPACTIDADE INFERIOR a 40% ou SUPERIOR a 110%. AOS NOVOS ENSAIOS SERÃO ACRESCIDOS A LETRA V A PRIMEIRA VERIFICAÇÃO, V2 A SEGUNDA VERIFICAÇÃO e assim sucessivamente. VER EXEMPLOS:

- 8 FVV - OITAVO ENSAIO DO FILTRO VERTICAL COM VERIFICAÇÃO;
- 14 FV2 - DÉCIMO QUARTO ENSAIO DA FUNDAÇÃO COM A SEGUNDA VERIFICAÇÃO.

Os ensaios de ATENDIMENTO serão executados nas rotinas do MACIÇO FUNDAÇÃO e FILTROS. Sua finalidade é TIRAR A DÚVIDA. EM LOCAIS ESPECÍFICOS, os quais serão identificados após execução do ensaio e numerados acrescentando-se a letra A. VER EXEMPLOS:

- 10 AF - DÉCIMO ENSAIO DE ATENDIMENTO NA FUNDAÇÃO;
- 21 AFV - VIGÉSIMO PRIMEIRO ENSAIO DE ATENDIMENTO NO FILTRO VERTICAL.

Os ensaios de PRÉVIA DE UMIDADE serão executados na praça de lançamento e no EMPRÉSTIMO durante o tratamento da camada e ESCAVAÇÃO DO EMPRÉSTIMO, visando a DETERMINAÇÃO DO DEVIÓ DE UMIDADE com relação a UMIDADE ÓTIMA DE COMPACTAÇÃO. Estes ensaios identificados e numerados acrescentando-se a LETRA P, e outra letra após P, indicando a origem onde foi feita a PRÉVIA. VER EXEMPLO:

- 10 PE - DÉCIMA PRÉVIA NO EMPRÉSTIMO;
- 2 PF - SEGUNDA PRÉVIA NA FUNDAÇÃO;
- 13 PM - DÉCIMA TERCEIRA PRÉVIA NO MACIÇO.

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R

ASSUNTO: CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE

FOLHA

35

## TERRA E ENROCAMENTO

## 9 - ROTINA PARA COPILAÇÃO E ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO MENSAL.

## 9.1 - INTRODUÇÃO.

Nos itens deste capítulo será apresentada uma tentativa de como elaborar um RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO E A COPILAÇÃO dos diversos parâmetros provenientes do controle de qualidade, resumindo-os num gráfico através da ESTATÍSTICA, para que se possa proceder a uma análise rápida e precisa dos diversos valores determinados.

## 9.2 - CRITÉRIOS BÁSICOS.

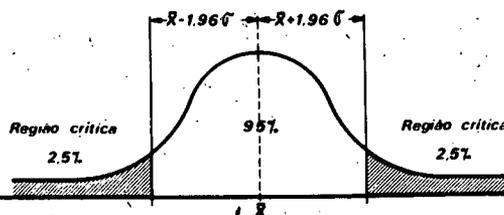
A variação dos parâmetros geotécnicos determinada pelos processos executivos e norteadas pela heterogeneidade dos diversos materiais de construção empregado será analisada através da ESTATÍSTICA, com bases nos princípios da MÉDIA ( $\bar{X}$ ) e o DESVIO PADRÃO ( $\sigma$ ).

Dados a MÉDIA ( $\bar{X}$ ) e o DESVIO PADRÃO ( $\sigma$ ) tem-se definida a DISTRIBUIÇÃO DE UM DETERMINADO UNIVERSO.

O PRINCÍPIO DO CRITÉRIO ESTATÍSTICO é a descrição das ocorrências dentro de um determinado universo devido a atuação conjunta das CAUSAS ALEATÓRIAS, o que vem caracterizar uma DISTRIBUIÇÃO NORMAL.

A DISTRIBUIÇÃO NORMAL é caracterizada por uma curva que possui uma forma SIMÉTRICA EM SINO onde o valor central é a ( $\bar{X}$ ), cujo outro parâmetro de definição é o DESVIO PADRÃO ( $\sigma$ ).

A ANÁLISE ESTATÍSTICA será alicerçada numa CONFIABILIDADE DE 95% (Probabilidade de 95%), que os valores fora dos LIMITES DE CONFIANÇA dados pelos COEFICIENTES DE STUDENT ( $t_p$ ), através das expressões  $\bar{X} - t_p \sigma$  a  $\bar{X} + t_p \sigma$ , onde  $t_p$ , no caso é igual 1,96. Para grande número de amostras delimitam nas caudas simétricas da curva de sino a sua PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA, no caso é 2,5 em cada 100.



<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  36
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE TERRA E ENROCAMENTO	

### 9.3 - FUNDAÇÃO.

#### 9.3.1 - COPILAÇÃO DOS PARÂMETROS PROVENIENTES DO CONTROLE DE QUALIDADE DA FUNDAÇÃO.

Os valores resultantes do controle de qualidade da compactação dos materiais para a fundação são distintos em relação do maciço impermeável e devem ser analisados em função dos valores especificados para esta finalidade.

Como o material da fundação de uma barragem recebe diversos tipos de compactação em função do estado da regularização da rocha superficial e o solo a ser compactado necessita de umidade ligeiramente superior a especificada para o maciço. Devem ser controlados apenas os parâmetros de compactação tais como: GRAU DE COMPACTAÇÃO e o DESVIO DE UMIDADE, através da MÉDIA ( $\bar{X}$ ) e o DESVIO PADRÃO ( $\sigma$ ) dos valores acumulados do trecho da barragem dada como FUNDAÇÃO.

### 9.4 - MACIÇO IMPERMEÁVEL.

#### 9.4.1 - COPILAÇÃO DOS MATERIAIS DE EMPRÉSTIMO.

Os parâmetros resultantes e oriundos da rotina exposta no item 6.1.3 - CONTROLE DE QUALIDADE NA EXECUÇÃO DO MACIÇO, no parágrafo que determina "A cada 10 (dez) determinação do grau de compactação será coletada uma AMOSTRA DEFORMADA ..., os resultados da DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE LIQUIDEZ - Método LSR-02, DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE PLASTICIDADE - Método LSR-03, DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE REAL DOS GRÃOS - Método LSR-04, ANÁLISE GRANULOMÉTRICA COM SEDIMENTAÇÃO - Método LSR-06 e ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - Método LSR-08", devem ser plotados no gráfico de CARACTERÍSTICAS DO MATERIAL DO EMPRÉSTIMO, anexo nº 13 da seguinte maneira:

##### a) GRÁFICO DE GRANULOMETRIA.

Com os valores retidos ou passados obtidos nas diversas

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R

ASSUNTO: CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE

FOLHA

37

## TERRA E ENROCAMENTO

peneiras através da ANÁLISE GRANULOMÉTRICA, calcula-se para cada peneira a MÉDIA ( $\bar{X}$ ) e o DESVIO PADRÃO ( $\sigma$ ) dos valores acumulados e, em função dos números de valores e do GRAU DE CONFIANÇA 95%, determina-se o valor do coeficiente de STUDENT ( $t_p$ ), através da equação  $\bar{X} \pm \sigma t_p$  determina-se os limites da FAIXA DE OCORRÊNCIA DAS CURVAS GRANULOMÉTRICAS, com 95% de CONFIANÇA.

## b) GRÁFICO DE PLASTICIDADE.

Com os resultados dos ensaios de LIMITE DE LIQUIDEZ e PLASTICIDADE, calcular o ÍNDICE DE PLASTICIDADE ( $IP=LL-LP$ ) e após plotá-los no citado gráfico. Os valores acumulados de mês a mês deverão ser representados pela envolvente da nuvem de pontos correspondentes e os resultados do período em relatório deverão aparecer através da caracterização pontual.

Junto ao eixo de variação dos LIMITES DE LIQUIDEZ deverão estar representadas as ocorrências destes em cada classe de 5% (ver nota 3 do anexo nº 13).

## c) GRÁFICO DE COMPACTAÇÃO.

Com os resultados da DENSIDADE REAL DOS GRÃOS deve-se calcular as CURVAS DE SATURAÇÃO (para 80%, 85%, 90% e 95% de saturação) através do valor médio das DENSIDADES REAIS DOS GRÃOS encontrados. Após isto deverão ser plotados os valores do ENSAIO DE COMPACTAÇÃO no gráfico, materializando-os através da representação pontual e assim sucessivamente para determinação da variação do peso específico aparente seco máximo e umidade ótima no empréstimo.

## d) GRÁFICO DE PERMEABILIDADE.

No mesmo item 6.1.3, no parágrafo - "A cada 50 (cinquenta) ... duas AMOSTRAS INDEFORMADAS uma de

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  38
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	

**TERRA E ENROCAMENTO**

30 x 30 x 30cm outra de 20 x 20 x 20 cm ... na segunda amostra indeformada os resultados dos ENSAIOS DE PERMEABILIDADE COM CARGA VARIÁVEL - Método LSR-10 nos sentidos VERTICAL e HORIZONTAL, devem ser plotados no gráfico VARIAÇÃO DA PERMEABILIDADE os valores MÁXIMO e MÍNIMO nos dois sentidos.

O gráfico CARACTERÍSTICAS DO MATERIAL DO EMPRÉSTIMO deve ser confeccionado tantas vezes quanto forem os empréstimos ou materiais de distintos parâmetros geotécnicos encontrados numa mesma área de exploração.

9.4.2 - CONTROLE DINÂMICO DO PROCESSO EXECUTIVO ATRAVÉS DOS PARÂMETROS DE COMPACTAÇÃO.

O controle dinâmico do processo executivo será elaborado através dos parâmetros de compactação e representará o produto final do maciço compactado, imediatamente após a realização do ensaio, onde serão distinguidos os fatores assinaláveis como a diversificação no equipamento de compactação, os materiais utilizados no maciço provenientes de diferentes áreas de exploração, tratamentos adicionais tais como: recompactação e correção de umidade e os fatores climáticos que influenciarão durante o período de construção da barragem.

O gráfico RESUMO DOS ENSAIOS DE LIBERAÇÃO - ACOMPANHAMENTO DINÂMICO - anexo nº 14, apresenta gráficos sobrepostos da variação do GRAU DE COMPACTAÇÃO, DESVIO DE UMIDADE, PESO ESPECÍFICO APARENTE SECO DO ATERRO E UMIDADE DO ATERRO. Estes gráficos apresentam nos seus extremos, em ordenadas, o intervalo de VARIAÇÃO DA MÉDIA ( $\bar{X}$ ) e DESVIO PADRÃO ( $\sigma$ ) referente a cada caso e, na sua abscissa, apresenta evolução de cada parâmetro citado acima, em relação a cada período e quantidade de amostras, as quais podem variar em função do maior número de ensaios que se obtém com o

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b> 39
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	

**TERRA E ENROCAMENTO**

desenrolar da construção. Nesses gráficos serão plotados a MÉDIA ( $\bar{X}$ ) e o DESVIO PADRÃO ( $\sigma$ ) referente ao lote de ensaios tabelados no gráfico base.

O gráfico-base situado abaixo deve estar caracterizando todas as variáveis que irão influenciar na análise dos parâmetros de compactação tais como:

a) PERÍODO.

É o intervalo de tempo em dias utilizado para reunir número de ensaios suficientes em função do lote estipulado.

b) EQUIPAMENTO DE COMPACTAÇÃO.

Deve-se distinguir todos os equipamentos que tiveram participação no conjunto de ensaios pertencentes ao mesmo lote durante o intervalo de tempo especificado acima, relacionando o número de ensaios de liberação de cada rolo compactador. VER EXEMPLO no anexo nº 14.

c) EMPRÉSTIMOS.

Deve-se distinguir todos os empréstimos ou do mesmo empréstimo as diferentes classes de materiais que participaram no lote de ensaio durante o intervalo de tempo, ou seja, relacionando o número de ensaios de liberação com a origem do material. VER EXEMPLO no anexo nº 14.

d) ENSAIOS.

Deve identificar o lote de ensaios de liberação através da sequência de numeração de rotina em função dos números de ensaios com que irá ser feita a análise. Determinar quantas CORREÇÕES DE UMIDADE (H) e RECOMPACTAÇÕES (R) houve neste lote de ensaios. VER EXEMPLO no anexo nº 14.

Na confecção do quadro de resumo de ENSAIOS DE LIBERAÇÃO,

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  40
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE  TERRA E ENROCAMENTO	

nas NOTAS GERAIS, deve-se explanar os diversos tópicos que complementam o quadro, em função do controle adotado em campo. No anexo nº 14 está exemplificado um quadro baseado no controle descrito para maiores esclarecimentos deste item.

9.4.3 - COMPARAÇÃO INFRA-VERMELHO - PRŒCTOR.

Comparação I.V. - PrŒctor é a aferição do ensaio de compactação de PrŒctor Normal com as amostras para teor de umidade secando em estufa de lâmpadas INFRA-VERMELHO (I.V.) em relação ao ensaio de compactação PRŒCTOR NORMAL com as amostras para teor de umidade secando em estufa convencional com temperatura de  $105^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ .

Como a liberação das camadas compactadas sera feita através de I.V. e o método de secagem poderá causar uma dispersão nos resultados em relação ao sistema convencional, deve-se controlar esta variação, pois pode se incidir em erros no controle dos critérios de compactação.

Após procedimentos estabelecido no ENSAIO DE CONTROLE DE COMPACTAÇÃO I.V. - Método LSC-02 e ENSAIO PARA DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE "IN SITU" ATRAVÉS DA CRAVAÇÃO DO CILINDRO AMOSTRADOR - Método LSC-03, para retirada de no mínimo quatro cápsulas para determinação do teor de umidade, provenientes das amostras retiradas nos cilindros amostradores e das amostras do cilindro de PrŒctor, sendo duas para determinação através da estufa de I.V. e as outras duas através da estufa CONVENCIONAL.

Procede-se a liberação através da estufa de I.V. e a conferência do ensaio de liberação através das cápsulas secas na estufa CONVENCIONAL, calculando-se novamente os parâmetros de compactação.

Para controle de dispersão ocorrida, devido diferença na secagem, é feita a COMPARAÇÃO I.V. - PRŒCTOR - anexo nº 15

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS	FOLHA 41
OBRA: BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
ASSUNTO: CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	

## TERRA E ENROCAMENTO

onde é verificada através do GRAU DE COMPACTAÇÃO e do DESVIO DE UMIDADE obtidos pelos dois processos de secagem, calculando a MÉDIA ( $\bar{X}$ ) e o DESVIO PADRÃO ( $\sigma$ ), dos valores acumulados durante os períodos de amostragem.

O DESVIO DE UMIDADE será calculado para ambos os casos, através da diferença da UMIDADE MÉDIA DOS DOIS CILINDROS AMOSTRADORES pela UMIDADE ÓTIMA ( $\Delta h\% = h \text{ CIL} - \text{"hot"}$ )

O GRAU DE COMPACTAÇÃO será calculado para ambos os casos através da relação da DENSIDADE "IN SITU" SECA-MÉDIA DOS DOIS CILINDROS AMOSTRADORES pelo PESO ESPECÍFICO APARENTE SECO MÁXIMO ( $GC\% = \gamma_s \text{ cil} / \gamma_s \text{ máx}$ ).

No anexo nº 15, o gráfico de COMPARAÇÃO I.V. - PRÓCTOR, encontra um exemplo para maiores esclarecimentos.

#### 9.4.4 - ANÁLISE DO EQUIPAMENTO DE COMPACTAÇÃO.

Análise da eficiência do rolo compactador será feita através de três gráficos: o primeiro apresenta uma relação entre determinações de GRAU DE COMPACTAÇÃO E DESVIO DE UMIDADE, efetuados após as passadas do equipamento, sem considerar os efeitos de RECOMPACTAÇÃO (R) e de CORREÇÃO DE UMIDADE(H).

O segundo e terceiro gráficos, analisam o gradiente de compactação entre o topo da camada e a base, estando vinculados aos parâmetros provenientes da rotina do item 6.1.3 - CONTROLE DE QUALIDADE NA EXECUÇÃO DO MACIÇO, no parágrafo que determina " A cada 10 (dez) ensaios de determinação do grau de compactação, na mesma faixa onde foram cravados os cilindros, retirar blocos indeformados de 20 x 20cm de altura correspondentes a espessura da camada... três determinações da densidade "in situ" do topo e da base pelo método de ENSAIO PARA DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE APARENTE ATRAVÉS DO MÉTODO HIDROSTÁTICO - Método LSR-11 ... CADA BLOCO RECEBERÁ O MESMO NÚMERO DO

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  42
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	
<b>TERRA E ENROCAMENTO</b>	
<p>ENSAIO DE LIBERAÇÃO TOMADO COMO BASE". A ANÁLISE DO EQUIPAMENTO DE COMPACTAÇÃO DEVERÁ SER FEITA PARA OS DIVERSOS EMPRÉSTIMOS OU DIFERENTES MATERIAIS PROVENIENTES DA MESMA JAZIDA.</p> <p>O primeiro gráfico deverá ser feito computando todos os valores de GRAU DE COMPACTAÇÃO E DESVIO DE UMIDADE, conforme expresso acima, dividindo em classes de desvio de umidade e calcular a MÉDIA (<math>\bar{X}</math>), o DESVIO PADRÃO (<math>\sigma</math>), os limites da faixa de OCORRÊNCIA DOS VALORES INDIVIDUAIS COM 95% de CONFIANÇA e FAIXA DE OCORRÊNCIA COM 95% de CONFIANÇA DA MÉDIA (<math>\bar{X}</math>) para diversos valores do GRAU DE COMPACTAÇÃO.</p> <p>O DESVIO DE UMIDADE será calculado através da diferença da UMIDADE MÉDIA DOS DOIS CILINDROS AMOSTRADORES pela UMIDADE ÓTIMA. Estas UMIDADES SÃO referentes a AMOSTRA SECA NA ESTUFA CONVENCIONAL.</p> <p>O GRAU DE COMPACTAÇÃO será calculado através da relação da DENSIDADE "IN SITU" MÉDIA DOS DOIS CILINDROS AMOSTRADORES pelo PESO ESPECÍFICO APARENTE SECO MÁXIMO e as conversões de ÚMIDO para SECO das DENSIDADES serão feitas com UMIDADES referentes a AMOSTRA SECA NA ESTUFA CONVENCIONAL.</p> <p>O segundo e o terceiro são gráficos distintos, onde mostrarão a variação do GRAU DE COMPACTAÇÃO DO TOPO E DA BASE através da MÉDIA (<math>\bar{X}</math>) e DESVIO PADRÃO (<math>\sigma</math>) dos valores acumulados e distribuídos em classe dentro do intervalo de variação pertinente a cada valor.</p> <p>OS GRAUS DE COMPACTAÇÃO DO TOPO E DA BASE serão calculados relacionando os resultados médios da DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE APARENTE ATRAVÉS DO MÉTODO HIDROSTÁTICO PARA O TOPO E BASE COM O PESO ESPECÍFICO APARENTE SECO MÁXIMO, do ensaio de liberação TOMADO COMO REFERÊNCIA, com as amostras para umidade seca na estufa CONVENCIONAL.</p> <p>No anexo nº16, o quadro ANÁLISE DO EQUIPAMENTO DE</p>	

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  43
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	

**TERRA E ENROCAMENTO**

COMPACTAÇÃO encontra-se um exemplo para maiores esclarecimentos.

**9.4.5 - CONTROLE DAS ESPESSURAS COMPACTADAS.**

Com dados provenientes da rotina do item 6.1.2 - CONTROLE DE QUALIDADE DO LANÇAMENTO E COMPACTAÇÃO - no parágrafo que determina "Após as operações de compactação será feita a verificação da camada compactada através de dois métodos..." Análise do primeiro método - CONTROLE TOPOGRÁFICO DA ESPESSURA MÉDIA COMPACTADA, consiste na determinação do parâmetro em questão através da contagem do número de camadas em uma determinada seção transversal no período entre dois nivelamentos topográficos, ou seja, diferença de cota entre os dois nivelamentos divididos pelo número de camadas. No anexo nº 17, o quadro CONTROLE DE ESPESSURA MÉDIA COMPACTADA, encontra-se um exemplo para maiores esclarecimentos.

O segundo método MEDIDA DIRETA DA ESPESSURA ATRAVÉS DE POÇOS, é procedido calculando a MÉDIA das seis determinações que é considerada como o valor REPRESENTATIVO DA CAMADA e, com os resultados acumulados das diversas amostragens, obtém-se análise das variações dos valores através das MÉDIAS ( $\bar{X}$ ) e o DESVIO PADRÃO ( $\sigma$ ). Nas amostragens mensais e acumuladas, no anexo nº 18 é apresentado o quadro do CONTROLE DA ESPESSURA DA CAMADA COMPACTADA para maiores esclarecimentos.

**9.4.6 ANÁLISE DOS POÇOS DE INSPEÇÃO.**

No item 6.1.3 - CONTROLE DE QUALIDADE NA EXECUÇÃO DO MACIÇO, no parágrafo que determina "mensalmente ou em regiões da barragem onde os trabalhos ficarão paralisados temporariamente, serão abertas no maciço POÇOS DE INSPEÇÃO ... DUAS AMOSTRAS INDEFORMADAS e uma AMOSTRA DEFORMADA, no mesmo nível, sendo que a primeira indeformada, com as

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  44
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	
TERRA E ENROCAMENTO	
<p>dimensões de 30 x 30 x 30cm deverá ser parafinada sendo, posteriormente enviada para ENSAIOS ESPECIAIS, e com a AMOSTRA DEFORMADA deverão ser feitos ensaios de DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE LIQUIDEZ - Método LSR-02, DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE PLASTICIDADE - Método LSR-03, DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE REAL DOS GRÃOS - Método LSR-04, ANÁLISE GRANULOMÉTRICA COM MATERIAL NA PENEIRA Nº 200 - Método LSR-05 e ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - Método LSR-08. Com a segunda AMOSTRA INDEFORMADA de 20 x 20 x 20cm serão feitos os três ensaios para DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE APARENTE ATRAVÉS DO MÉTODO HIDROSTÁTICO - Método LSR-11 ...".</p> <p>Com os resultados de ensaios provenientes desta rotina acima são complementadas as informações do anexo nº 07, ANÁLISE DO POÇO DE INSPEÇÃO, citado no capítulo anterior, o qual já possui a DESCRIÇÃO DO POÇO, feito anteriormente na abertura deste.</p> <p>9.4.7 - CONTROLE DA JUNTA DE CONSTRUÇÃO.</p> <p>O controle da junta ou das juntas construtivas resume-se no controle estatístico dos PARÂMETROS DE COMPACTAÇÃO, através da MÉDIA (<math>\bar{X}</math>) e o DESVIO PADRÃO (<math>\sigma</math>) dos valores acumulados do controle de qualidade da junta ou das distintas juntas e também do CONTROLE TOPOGRÁFICO, que será feito semanalmente, plotando num gráfico onde está desenhada a projeção do talude cujos pontos determinam topograficamente para verificação entre o PROJETO e sua EXECUÇÃO.</p> <p>Devem ser analisados os POÇOS DE INSPEÇÃO NA JUNTA, conforme rotina exposta no item 9.4.6 - ANÁLISE DOS POÇOS DE INSPEÇÃO, completando com resultado dos ensaios a descrição do poço.</p> <p>9.5 - FILTRO.</p> <p>a) Resumo dos ensaios nos filtros.</p>	

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  45
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	

**TERRA E ENROCAMENTO**

O resumo dos ensaios no filtro depende diretamente dos parâmetros provenientes das rotinas empreendidas no item nº 6.2.1 - CONTROLE DE QUALIDADE ANTES DA COMPACTAÇÃO - no parágrafo "Após o lançamento do material no filtro ... LOCAL DEFINIDO ALEATORIAMENTE - amostra que será enviada para o laboratório ... para o ensaio de DETERMINAÇÃO DAS DENSIDADES MÁXIMAS e MÍNIMAS - Método LSR-12 e o ensaio de ANÁLISE GRANULOMÉTRICA ..." e no item 6.2.2 - CONTROLE DE QUALIDADE APÓS COMPACTAÇÃO - nos parágrafos "Após compactação do filtro, JUNTO OU NO MESMO LOCAL ... determinar a DENSIDADE "IN SITU" pelo método de ensaio para DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE "IN SITU" ATRAVÉS DO DENSOMETER - Método LSC-05 e pelo Método de ensaio para DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE "IN SITU" ATRAVÉS DO FRASCO DE AREIA - Método LSC-04. O cálculo do GRAU DE COMPACIDADE...

"A cada dez ensaios de GRAU DE COMPACIDADE, do MESMO LOCAL ONDE FORAM RETIRADAS AS AMOSTRAS PARA DETERMINAÇÃO DAS DENSIDADES MÁXIMAS E MÍNIMAS, retirar amostras para a execução de TRÊS ENSAIOS DE PERMEABILIDADE pelo método de ensaio de PERMEABILIDADE COM CARGA CONSTANTE ATRAVÉS DO APARATUS DETERMINADO POR KAPETSKI ..."

O controle dos ensaios do filtro deverá ser feito através do controle estatístico, determinando a MÉDIA ( $\bar{X}$ ) e o DESVIO PADRÃO ( $\sigma$ ) dos valores acumulados, distribuídos no intervalo de variação dos seguintes parâmetros: DENSIDADE MÁXIMA e MÍNIMA, DENSIDADE DE "IN SITU" (DENSOMETER ou FRASCO DE AREIA) e o GRAU DE COMPACIDADE. Também deverá ser controlada a VARIAÇÃO DA GRANULOMETRIA em relação a FAIXA ESPECIFICADA, através da MÉDIA ( $\bar{X}$ ) e o DESVIO PADRÃO ( $\sigma$ ) dos materiais retidos (ou passados) por peneira, estabelecendo a faixa de ocorrência das curvas granulométricas com 95% DE CONFIANÇA.

Para os valores da PERMEABILIDADE deverão ser quantificados

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  46
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	

**TERRA E ENROCAMENTO**

os extremos da variação ou sejam o VALOR MÁXIMO E MÍNIMO, dada pela amostragem pertinente à MÉDIA dos TRÊS ENSAIOS de PERMEABILIDADE conforme rotina especificada.

No anexo nº 19 - CONTROLE DOS ENSAIOS NO FILTRO, está exemplificado como devem ser copilados os parâmetros, caso o controle da DENSIDADE "IN SITU" seja pelo dispositivo "DENSOMETER". Havendo variação no tipo de areia e variação na amostragem final (caso FRASCO DE AREIA) ou posicionamento VERTICAL OU HORIZONTAL deve-se fazer mais de um CONTROLE DOS ENSAIOS DO FILTRO.

**9.6 - TRANSIÇÃO E ENROCAMENTO.****a) RESUMO DOS ENSAIOS NA TRANSIÇÃO E ENROCAMENTO.**

O resumo dos ensaios na transição depende diretamente dos resultados oriundos das rotinas empreendidas no item 6.3.2 - CONTROLE DE QUALIDADE APÓS COMPACTAÇÃO - No parágrafo "A DENSIDADE "IN SITU", deverá ser feita na transição ... e a ANÁLISE GRANULOMÉTRICA do material compactado ..."

O controle dos ensaios na transição e enrocamento deverá ser feito através do controle estatístico, determinando a MÉDIA ( $\bar{X}$ ) e o DESVIO PADRÃO ( $\sigma$ ) dos valores acumulados distribuídos no intervalo de variação dos seguintes parâmetros, DENSIDADE "IN SITU" DA TRANSIÇÃO E DO ENROCAMENTO, o controle da VARIAÇÃO GRANULOMÉTRICA em relação a FAIXA ESPECIFICADA, através da MÉDIA ( $\bar{X}$ ) e o DESVIO PADRÃO ( $\sigma$ ) DOS materiais retidos (ou passados) por peneira, estabelecendo a faixa de ocorrência das curvas granulométricas com 95% de CONFIANÇA.

No anexo nº 20 - TRANSIÇÃO E ENROCAMENTO - CONTROLE DE ENSAIOS, é apresentado um quadro para maiores esclarecimentos.

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS	FOLHA 47
OBRA: BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
ASSUNTO: CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE TERRA E ENROCAMENTO	

#### 9.7 - CONTROLES GERAIS DE VERIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO.

##### a) CONSIDERAÇÕES GERAIS.

O controle de produção das diversas frentes, tais como: Lançamento de argila, filtro, transição e enrocamento, deve ser exercido em função da PROGRAMAÇÃO estabelecida pelo planejamento do construtor, construindo um gráfico que confronte esta PROGRAMAÇÃO preparada com o executado no período na frente de serviço.

A produção do Empreiteiro depende diretamente da imponderabilidade das condições atmosféricas. Partindo deste princípio é necessário acompanhar também a precipitação pluviométrica durante os dias do mês, para que se possa aferir a sua capacidade de execução.

Com o controle de todos esses parâmetros tem-se um retrato da capacidade real de trabalho do Empreiteiro.

Verificando-se ineficiência deste nas diversas frentes e solicita-se uma programação mais exequível com a realidade.

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>	<b>FOLHA</b>  48
<b>OBRA:</b> BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b> CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE	

TERRA E ENROCAMENTO

## ANEXOS

<b>SEQUÊNCIA DE ANEXOS</b>	
<b>ANEXO Nº</b>	<b>FOLHA Nº</b>
01	49
02	50
03	51
04	52
05	53
06	54
07	55
08	56
09	57
10	58
11	59
12	60
13	61
14	62
15	63
16	64
17	65
18	66
19	67
20	68

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS		FOLHA 49
OBRA:	BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
ASSUNTO:	CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE TERRA E ENROCAMENTO	

 Companhia Energética de São Paulo	<b>LABORATÓRIO DE SOLOS</b> <b>COMPROVANTE DE PRÉVIA DE UMIDADE</b>
	SETOR OBRAS DE TERRA - EUI

ENSAIO Nº: 10 PE LOCAL: E. MARGEM ESQUERDA DATA: 15 / 6 / 79  
 ETAPA: 4 PISTA: 1 ΔH: + 0,5

<u>João</u> LAB. DE CAMPO	<u>Luiz</u> RECEBIDO	OBS. : _____
------------------------------	-------------------------	--------------

 Companhia Energética de São Paulo	<b>LABORATÓRIO DE SOLOS</b> <b>COMPROVANTE DE PRÉVIA DE UMIDADE</b>
	SETOR OBRAS DE TERRA - EUI

ENSAIO Nº: 25 PE LOCAL: E. MARGEM DIREITA DATA: 5 / 6 / 79  
 ETAPA: 2 PISTA: 4 ΔH: - 0,4

<u>Redes</u> LAB. DE CAMPO	<u>Antonio</u> RECEBIDO	OBS. : _____
-------------------------------	----------------------------	--------------

 Companhia Energética de São Paulo	<b>LABORATÓRIO DE SOLOS</b> <b>COMPROVANTE DE PRÉVIA DE UMIDADE</b>
	SETOR OBRAS DE TERRA - EUI

ENSAIO Nº: 28 PE LOCAL: E. MARGEM ESQUERDA DATA: 31 / 5 / 79  
 ETAPA: 3 PISTA: 11 ΔH: + 0,9

<u>Carlos</u> LAB. DE CAMPO	<u>Fernando</u> RECEBIDO	OBS. : _____
--------------------------------	-----------------------------	--------------

 Companhia Energética de São Paulo	<b>LABORATÓRIO DE SOLOS</b> <b>COMPROVANTE DE PRÉVIA DE UMIDADE</b>
	SETOR OBRAS DE TERRA - EUI

ENSAIO Nº: 47 PE LOCAL: E. MARGEM DIREITA DATA: 2 / 6 / 79  
 ETAPA: 1 PISTA: 3 ΔH: 0,0

<u>Jorge</u> LAB. DE CAMPO	<u>Mário</u> RECEBIDO	OBS. : _____
-------------------------------	--------------------------	--------------



RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS		FOLHA  51
OBRA:	BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
ASSUNTO:	CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE TERRA E ENROCAMENTO	

	<b>SEÇÃO DE OBRA DE TERRA E ACESSO</b>
	SETOR: OBRAS DE TERRA - EUI

**BARRAGEM DE TERRA**  
**CONTROLE DE ESPESSURA MÉDIA COMPACTADA NO NÚCLEO**  
**ESTACA 83+00**

DATA	TURNO	EIXO ► AFASTAMENTO JUSANTE — AFASTAMENTO MONTANTE ◀ EIXO									
		100		80		60		40		20	
30/5	D	1		1		1		1		1	
30/5	N	1		1		2		1		2	
31/5	D	2		1		2		1		1	
31/5	N	1		1		1		1		2	
1/6	D	1		1		1		1		1	
1/6	N	1		1		1		1		1	
2/6	D	1		1		1		1		1	
2/6	N	1		2		1		1		1	

LEVANTAMENTOS	AFASTAMENTO DO EIXO EM METROS				
	20	40	60	80	100
COTA INICIAL	281,800	281,750	281,653	281,550	281,500
COTA FINAL	282,790	282,678	282,544	282,558	282,445
DIF DE COTA	0,990	0,928	0,891	1,008	0,945
Nº DE CAMADAS	10	8	9	9	9
ESP MÉDIA (cm)	9,90	11,6	9,9	11,2	10,5

DATA INICIAL 30 / 5 / 79 DATA FINAL 2 / 6 / 79

OBS: \_\_\_\_\_

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS		FOLHA 52
OBRA:	BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
ASSUNTO:	CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE TERRA E ENROCAMENTO	

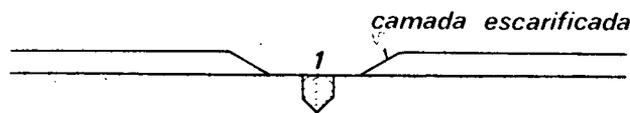
**BARRAGEM DE TERRA**

**MÉTODO DA MEDIDA DIRETA DA ESPESSURA ATRAVÉS DE POÇOS**

DATA	TURNO		PRAÇA	MEDIDA						ESPESSURA MÉDIA
	Diurno	Noturno								
17,6,79	Diurno	X	Est. 83+4	14,8	15,6	16,2	14,7	15,1	14,9	15,2
	Noturno		Est. 87+10							
17,6,79	Diurno	X	Est. 101+6	15,1	14,6	14,8	14,9	15,3	14,5	14,9
	Noturno		Est. 106+5							
17,6,79	Diurno	X	Est. 120+0	15,3	14,2	14,8	15,6	14,9	15,0	14,9
	Noturno		Est. 128+0							
17,6,79	Diurno		Est. 140+0	14,8	15,6	16,1	14,7	14,5	15,2	15,1
	Noturno	X	Est. 145+0							
17,6,79	Diurno		Est. 108+0	14,3	15,7	15,3	14,9	14,7	14,8	14,9
	Noturno	X	Est. 114,50							
17,6,79	Diurno		Est. 65+0	14,7	15,1	15,3	16,1	14,5	14,3	15,0
	Noturno	X	Est. 69+15							
1-1	Diurno		Est.							
	Noturno		Est.							

**CONTROLE EFETUADO**

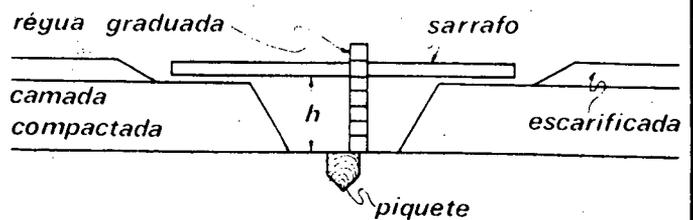
1-SITUAÇÃO INICIAL - Praça compactada e liberada para novo lançamento.



superfície compactada      piquete de madeira com 5 cm de altura.

- Escolha de 6 pontos na praça, cravando-se em cada ponto um piquete de madeira de tal forma que o topo do piquete coincidissem com a superfície compactada.
- Amarração topográfica da posição dos 6 piquetes cravados.

2-SITUAÇÃO FINAL - Nova camada lançada e compactada.



- Indicação dos locais dos piquetes pela topografia.
- Execução nos locais indicados, de pequenos poços até que seja encontrado o topo do piquete.
- Medição com auxílio de um sarrafo e uma régua, de espessura da camada compactada.
- Remoção do piquete e preenchimento do poço com material.

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>		<b>FOLHA</b>  53
<b>OBRA:</b>	BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b>	CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE TERRA E ENROCAMENTO	

**BARRAGEM DE TERRA**

**SOLICITAÇÃO DE ENSAIO DE COMPACTAÇÃO** **SÉRIE MACIÇO**

Limite da praça - Estacas 118+4,0 a 126+0  
 Afastamentos 2,0M a 3,0M

1ª Compactação  Recompactação  Umidade   
 Verificação  Empréstimo M.E.

Espessura da camada solta (cm) 20  
 Equip. compactação RC Nº de passadas 6  
 Data 15 / 6 / 79 Hora 14:00 Assinatura Alberto

**DADOS DE ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - SERVIÇO DE LABORATÓRIO**

Ensaio Nº 1108M Estaca 118+19 Cota 295,674 Afast. 16,0M  
 Desvio (hc-hot) + 0,3 % Compactação 99%  
 Data 15 / 6 / 79 Hora 14:45 Assinatura Pedro

Ensaio Nº \_\_\_\_\_ Estaca \_\_\_\_\_ Cota \_\_\_\_\_ Afast. \_\_\_\_\_  
 Desvio (hc-hot) \_\_\_\_\_ % Compactação \_\_\_\_\_  
 Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Hora \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Ensaio Nº \_\_\_\_\_ Estaca \_\_\_\_\_ Cota \_\_\_\_\_ Afast. \_\_\_\_\_  
 Desvio (hc-hot) \_\_\_\_\_ % Compactação \_\_\_\_\_  
 Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Hora \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

**DESPACHO DO SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM**

Liberado  Recompactar  Corrigir umidade   
 Verificar o ensaio   
 Obs. \_\_\_\_\_ Assinatura João

**BARRAGEM DE TERRA**

**SOLITAÇÃO DE ENSAIO DE COMPACIDADE** **SÉRIE FILTRO VERTICAL**

Limite da praça - Estacas 60+5 a 70+5  
 Afastamentos 0,5M a 0,5M

1ª Compactação  Recompactação  Umidade   
 Verificação  Empréstimo \_\_\_\_\_

Espessura da camada solta (cm) 30  
 Equip. compactação RV Nº de passadas 6  
 Data 15 / 6 / 79 Hora 16:00 Assinatura Alberto

**DADOS DE ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - SERVIÇO DE LABORATÓRIO**

Ensaio Nº 715 FV Estaca 63+10 Cota 295,768 Afast. 0,7M  
 Desvio (hc-hot) \_\_\_\_\_ % Compactação \_\_\_\_\_  
 Data 15 / 6 / 79 Hora 16:30 Assinatura João

Ensaio Nº \_\_\_\_\_ Estaca \_\_\_\_\_ Cota \_\_\_\_\_ Afast. \_\_\_\_\_  
 Desvio (hc-hot) \_\_\_\_\_ % Compactação \_\_\_\_\_  
 Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Hora \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Ensaio Nº \_\_\_\_\_ Estaca \_\_\_\_\_ Cota \_\_\_\_\_ Afast. \_\_\_\_\_  
 Desvio (hc-hot) \_\_\_\_\_ % Compactação \_\_\_\_\_  
 Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Hora \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

**DESPACHO DO SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM**

Liberado  Recompactar  Corrigir umidade   
 Verificar o ensaio   
 Obs. \_\_\_\_\_ Assinatura João

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS		FOLHA 54
OBRA:	BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
ASSUNTO:	CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE TERRA E ENROCAMENTO	

BARRAGEM DE TERRA		
ENSAIO Nº 1110		
ESTACA 115+0 AFAST. 35,0M		
COTA 299,350 DATA 16/6/79		
TURNO	<del>Diurno</del>	Noturno
AMOSTRA	<del>Deformada</del>	Indeformada
<p>ENSAIOS A EXECUTAR</p> <p>Densidade hidrost.</p> <p>Perm. Vert. e horizontal</p>		
		<p><i>Carlos</i></p> <p>Operador</p>

BARRAGEM DE TERRA		
ENSAIO Nº 950		
ESTACA 14+5 AFAST. 6,0J		
COTA 301,752 DATA 17/6/79		
TURNO	Diurno	<del>Noturno</del>
AMOSTRA	Deformada	<del>Indeformada</del>
<p>ENSAIOS A EXECUTAR</p> <p>Limites Liq. e Plasticidade</p> <p>Anal. Gran. Lavado # 200</p> <p>Proctor Normal.</p>		
		<p><i>Carlos</i></p> <p>Operador</p>

BARRAGEM DE TERRA		
ENSAIO Nº		
ESTACA	AFAST.	
COTA	DATA	
TURNO	Diurno	Noturno
AMOSTRA	Deformada	Indeformada
<p>ENSAIOS A EXECUTAR</p>		
		<p>Operador</p>

BARRAGEM DE TERRA		
ENSAIO Nº		
ESTACA	AFAST.	
COTA	DATA	
TURNO	Diurno	Noturno
AMOSTRA	Deformada	Indeformada
<p>ENSAIOS A EXECUTAR</p>		
		<p>Operador</p>

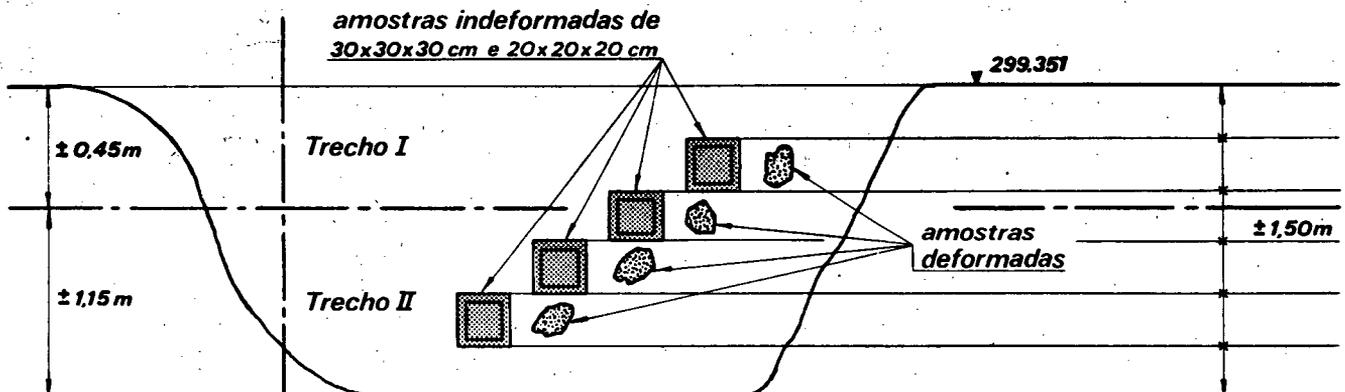
<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>		<b>FOLHA</b>  55
<b>OBRA:</b>	BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b>	CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE TERRA E ENROCAMENTO	

**ENSAIOS COM AMOSTRAS COLETADAS EM POÇOS DE INSPEÇÃO**

Data: \_\_\_\_\_ Poço: \_\_\_\_\_ Barragem: \_\_\_\_\_ Empréstimo: \_\_\_\_\_  
 Estaca: \_\_\_\_\_ Afastamento: \_\_\_\_\_ Cota do Aterro: \_\_\_\_\_

BLOCO Nº	PROFUNDIDADE DO TOPO DO BLOCO (cm)	DENSIDADE HIDROSTÁTICA		COMPACTAÇÃO PROCTOR NORMAL		CONSISTÊNCIA		DENSIDADE DOS GRÃOS	ANÁLISE GRANULOMÉTRICA PERCENTAGEM RETIDA ACUMULADA POR PENEIRA						
		$\gamma_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	h (%)	$\gamma_s$ máx. (g/cm <sup>3</sup> )	h <sub>ot</sub> (%)	LL (%)	LP (%)		10	20	40	60	100	140	200
1	298,992	1,991	10,0	1,989	11,2	42	15	2,71	0,5	1,5	2	5	31	45	50
2	298,955	1,982	11,2	1,980	10,5	41	12	2,69	1,0	1,5	3	6	29	42	52
3	298,921	1,999	9,5	1,991	9,1	39	13	2,68	1,5	3,0	5	8	31	45	55
4	297,885	2,021	9,8	1,992	9,2	40	14	2,70	0,5	1,0	2	4	29	43	49

**CROQUI DO POÇO**



**DESCRIÇÃO DO POÇO**

O exame visual define no poço dois trechos distintos:

- a) O trecho I, apresenta compactação e umidade homogêneas em toda extensão examinada.
- b) O trecho II, apresenta uma umidade homogênea, camadas um pouco espessas e alguns lugares com laminações ocasionais.

**ANÁLISE DO POÇO DE INSPEÇÃO**

**CONTROLE DE QUALIDADE DAS BARRAGENS**

RESUMO DIÁRIO DOS ENSAIOS DE CONTROLE DE COMPACTAÇÃO DATA: 16/1/79

SETOR OBRAS DE TERRA - EUI

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R

ASSUNTO: CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE TERRA E ENROCAMENTO

FOLHA

56

ENSAIO	LOCALIZAÇÃO						EQUIP COMPACT.		G.C.	ΔH	EMP. PRÉST.	CORREÇÃO	OBSERVAÇÕES
	Nº	Turno	Hora	Estaca	Afast.	Cota	Tipo	Nº Pass.					
1105M	D	8:00	60+5	35,0J	290,63M	RC	6	99,1%	+0,1	ME	OK		
1106M	D	8:15	68+5	30,0J	290,60Z	RC	6	98,2%	0,0	ME	OK		
1107M	D	10:30	115+6	7,0J	289,99J	RC	6	100,1%	+1,2%	ME	H		
1108M	D	10:45	118+7	15,0M	289,98Z	RC	6	101,8%	+0,5%	ME	OK		
1107H	D	12:00	115+6	7,0J	289,99J	RC	6	99,0%	+0,8%	ME	H	Necessário abrir camada	
1109M	D	13:30	90+11	25,0M	291,003	RC	6	97,0%	+0,4%	MD	OK		
1110M	P	14:00	96+5	10,0J	291,008	RC	6	99,3%	-0,2%	MD	OK		
1111M	N	19:00	40+5	3,0M	290,256	RC	6	98,6%	0,0%	MD	OK		
1112M	N	19:30	45+0	20,0J	290,230	RC	6	99,4%	+0,1%	MD	OK		
836F	N	20:00	2+0	15,0J	286,430	SAPO	-	101,0%	+0,8%	MD	OK		
837F	N	20:15	15+5	56,0M	285,906	SAPO	-	100,6%	+0,9%	ME	OK		
1113M	N	23:00	70+5	15,0M	290,960	RC	6	94,5%	-0,7%	ME	R		
1114M	N	23:45	73+6	6,0M	289,993	RC	6	94,7%	-0,6%	ME	R		
1114MR	N	2:15	70+6	6,0M	289,993	RC	6	98,0%	-0,4%	ME	OK		
1113MR	N	2:30	73+8	15,0M	290,960	RC	6	96,0%	-0,3%	ME	OK		





RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS		FOLHA 59
OBRA:	BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
ASSUNTO:	CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE TERRA E ENROCAMENTO	

<b>BARRAGEM DE TERRA MATERIAIS PERMEÁVEIS</b>			
ENSAIO Nº 556 FV			
ESTACA 85+6 AFAST. 5,0M			
COTA 295,715 DATA 14/6/79			
TURNO	Diurno	<del>Noturno</del>	
MATERIAL	<del>A</del>	T F G	E
ENSAIOS A EXECUTAR Dens. Máx. e Mín. Granulometria Permeabilidade			
			<u>João</u> Operador

<b>BARRAGEM DE TERRA MATERIAIS PERMEÁVEIS</b>			
ENSAIO Nº 757 FH			
ESTACA 87+00 AFAST. 14,0J			
COTA 280,115 DATA 14/6/79			
TURNO	<del>Diurno</del>	Noturno	
MATERIAL	<del>A</del>	T F G	E
ENSAIOS A EXECUTAR Dens. Máx. e Mín. Granulometria Permeabilidade			
			<u>João</u> Operador

<b>BARRAGEM DE TERRA MATERIAIS PERMEÁVEIS</b>			
ENSAIO Nº			
ESTACA		AFAST.	
COTA		DATA	
TURNO	Diurno	Noturno	
MATERIAL	A	T F G	E
ENSAIOS A EXECUTAR			
			_____ Operador

<b>BARRAGEM DE TERRA MATERIAIS PERMEÁVEIS</b>			
ENSAIO Nº			
ESTACA		AFAST.	
COTA		DATA	
TURNO	Diurno	Noturno	
MATERIAL	A	T F G	E
ENSAIOS A EXECUTAR			
			_____ Operador



RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R

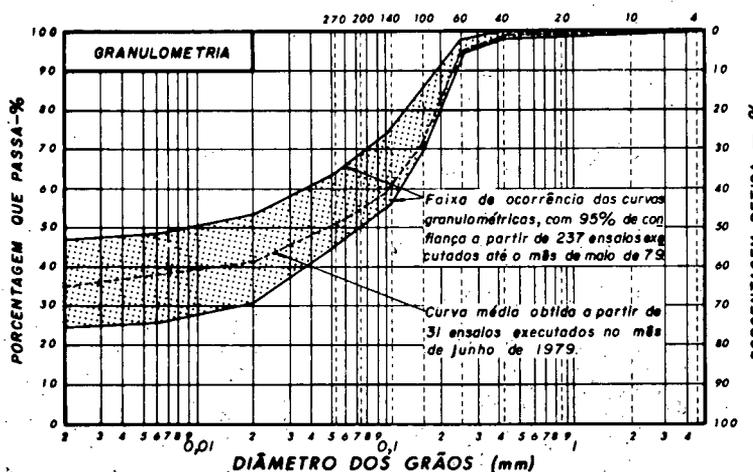
ASSUNTO: CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE TERRA E ENROCAMENTO

FOLHA

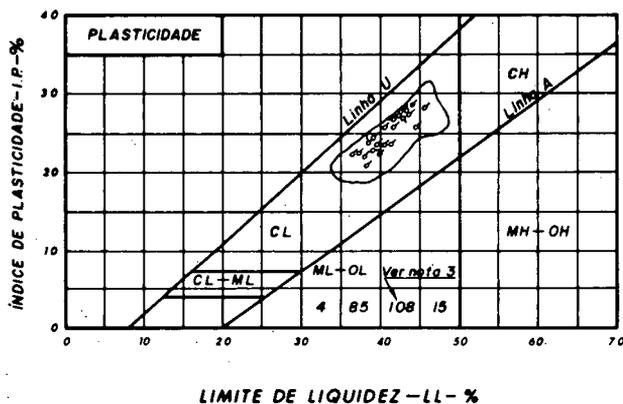
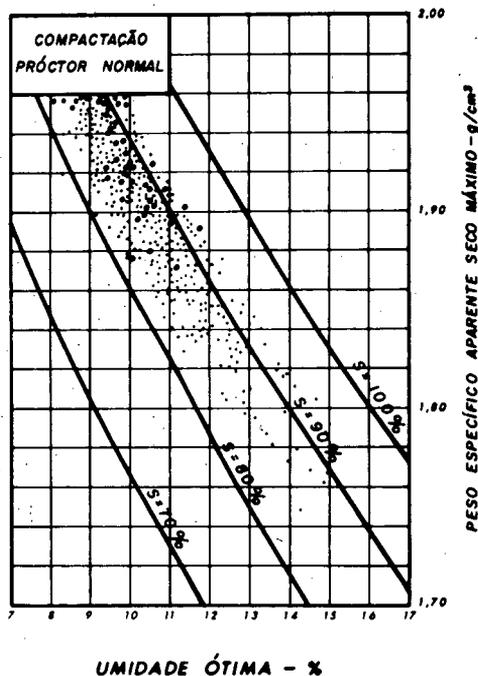
61

**BARRAGEM DE TERRA**

**PENEIRAS ASTM**



ABNT	ARÉILA	SILTE	AREIA FINA	AREIA MÉDIA	AREIA GROSSA	PEDREG.
MIT		SILTE	AREIA FINA	AREIA MÉDIA	AREIA GROSSA	PEDREGULHO



ENSAIOS	PERMEABILIDADE HORIZONTAL	PERMEABILIDADE VERTICAL
VALOR MÁXIMO	$4,2 \times 10^{-5}$	$8,7 \times 10^{-6}$
VALOR MÍNIMO	$3,7 \times 10^{-6}$	$1,7 \times 10^{-6}$

**NOTAS GERAIS**

- As curvas de saturação foram traçadas considerando-se o valor médio de 2,71 (mín=2,65 e máx=2,76) para a densidade dos grãos.
- A linha U ("Ultimate Line") representa o limite, no gráfico de plasticidade, para todos os tipos de solos já ensaiados.
- Os números indicados representam a ocorrência dos ensaios de LL em cada classe de 5% (40% a 45%, etc)
- Resultados dos ensaios de permeabilidade executados até o mês de maio de 1979.

**LEGENDAS**

- Pontos máximos das parábolas dos ensaios de Próctor Normal com reuso, executados até o mês de maio de 1979.
- Pontos máximos das parábolas dos ensaios de Próctor Normal com reuso, executados no mês de junho de 1979.
- Envolvente de 195 ensaios de plasticidade executados até o mês de maio de 1979.
- Ensaio de plasticidade executado em junho de 1979.

**CARACTERÍSTICAS DO MATERIAL DO EMPRÉSTIMO**

**RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS**

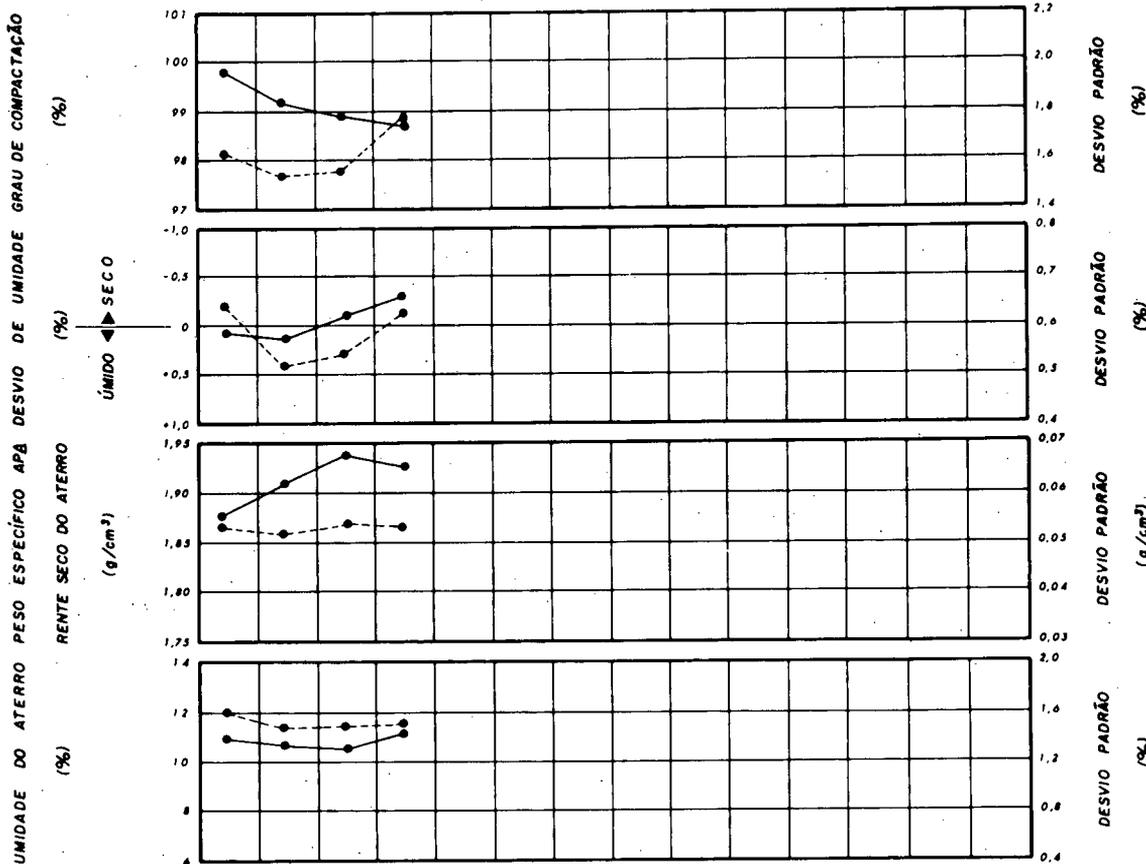
**OBRA:** BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R

**ASSUNTO:** CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE TERRA E ENROCAMENTO

FOLHA

62

**BARRAGEM DE TERRA**



PERÍODO	19-1-79	01-6-79	29-6-79	02-7-79	
	01-6-79	29-6-79	02-7-79	10-8-79	
EQUIPAMENTO DE COMPACTAÇÃO	305 RC 95 RV	362 RC 38 RV	376 RC 24 RV	384 RC 16 RV	
EMPRÉSTIMOS	205 ME 193 MD	306 ME 94 MD	40 ME 320 MD	41 ME 359 MD	
ENSAIOS	INTERVALOS	116 515	515 914	914 1313	1313 1712
	H	20	10	21	19
	R	35	40	29	37

**NOTAS GERAIS**

1- Os gráficos deste anexo foram elaborados a partir de lotes de ensaios de Pródctor Normal que liberaram camadas. Representam, portanto, o produto final do maciço compactado, imediatamente após a realização do ensaio.

2- Nas linhas referentes a Equipamentos de Compactação e a Empréstimos, a convenção utilizada é a seguinte:

- nRC - significa que, no lote de ensaios, a camada executada em camadas compactadas com o rolo compactador tal.
- RV - rolo liso vibratório.
- nMD - significa que, no lote de ensaios, a camada executada em camadas compactadas com material proveniente da AE Margem Direita.
- ME - Margem Esquerda.

3- Ensaios do tipo H são os executados após a compactação de camadas retrabalhadas, por problema de umidade.

Ensaios do tipo R são os executados após recompactação de uma camada não liberada no ensaio original.

4- O peso específico aparente, seco do aterro é de terminado em cada ensaio através da cravação de 2 cilindros "in situ".

5- A unidade do aterro é a unidade média das 16 are de umidade da amostra dos 2 cilindros "in situ" cravados para determinação do peso específico aparente seco do aterro.

6- O desvio de umidade é a diferença entre a unidade do aterro e a unidade ótima do ensaio de liberação.

7- Características dos equipamentos de compactação:

EQUIP.	FABRICANTE	TIPO	PESO ESPECÍFICA	VELOCIDADE MÁX.
RV		TAMPING LISO VIBR.	20 t	17 km/h
			9 t	4,5 km/h

8- Resultados Médios:

PARÂMETROS	CC	AA	ATERRO	ATERRO
AGOSTO 77	99,3	-0,2	1,921	11,2

**LEGENDA**

- Média
- - - - Desvio padrão

**RESUMO DOS ENSAIOS DE LIBERAÇÃO ACOMPANHAMENTO DINÂMICO**

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R

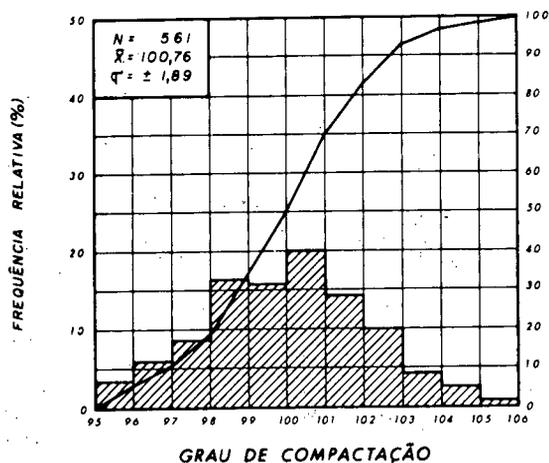
ASSUNTO: CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE TERRA E ENROCAMENTO

FOLHA

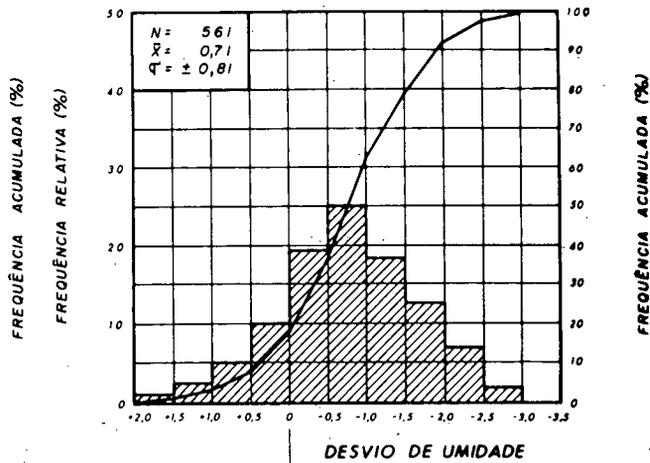
63

**BARRAGEM DE TERRA**

ENSAIOS DE PRÓCTOR

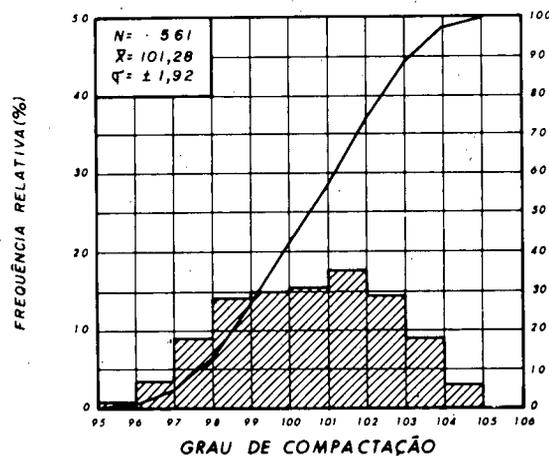


$$C_p = \frac{\sum s_{cil}}{\sum s_{máx}} (\%)$$

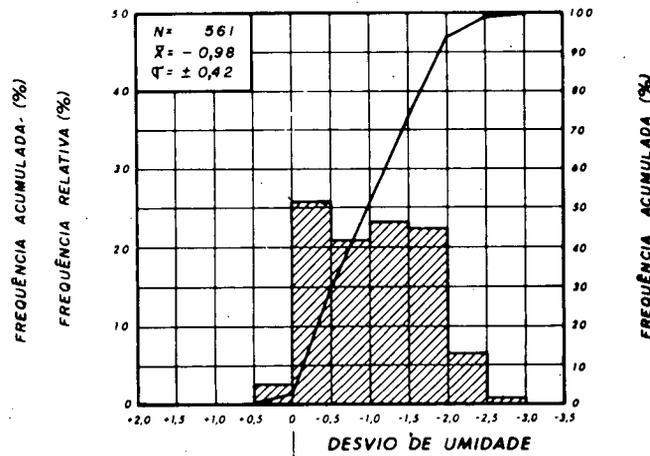


$$\Delta h_p = h_{cil} - h_{of} (\%)$$

ENSAIOS DE I.V.



$$C_{IV} = \frac{\sum s_{cil}}{\sum s_{máx}} (\%)$$



$$\Delta h_{IV} = h_{cil} - h_{of} (\%)$$

NOTAS GERAIS

1- Os gráficos apresentados neste desenho se referem apenas aos ensaios que liberaram camadas.

2- Os ensaios foram realizados no laboratório de campo. Os ensaios de Próctor Normal são os mesmos que liberaram a camada através do I.V. e corrigido pela Estufa Convencional.

3- O peso específico aparente do aterro, seco ou úmido, foi determinado através da cravação de 2 cilindros cortantes, dispostos longitudinalmente e a uma distância de cerca de 30 a 40cm entre si.

4- As especificações técnicas recomendam, em relação ao ensaio de Próctor Normal (P):

- Grau de compactação  
 $C_p > 95\%$
- Desvio de umidade  
 $+0,5\% > \Delta h_p > -2,0\%$

5- O maciço está sendo controlado através de ensaios de I.V. a cada 1000 m<sup>2</sup> compactados aproximadamente. No momento, as correções I.V.-Próctor utilizadas são as seguintes:

- Grau de compactação  
 $GC_p = GC_{IV} - 0,3\%$
- Desvio de umidade  
 $\Delta h_p = \Delta h_{IV} + 0,25\%$

LEGENDA

— Curva de frequência acumulada referente a 561 pares de ensaios executados até junho de 1979.

CONVENÇÕES

- N — Número de ensaios
- $\bar{X}$  — Média
- $\sigma$  — Desvio padrão

**COMPARAÇÃO I.V.-PRÓCTOR**

**RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS**

**OBRA:** BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R

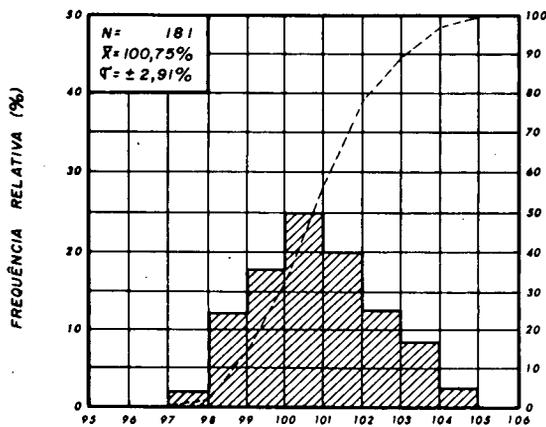
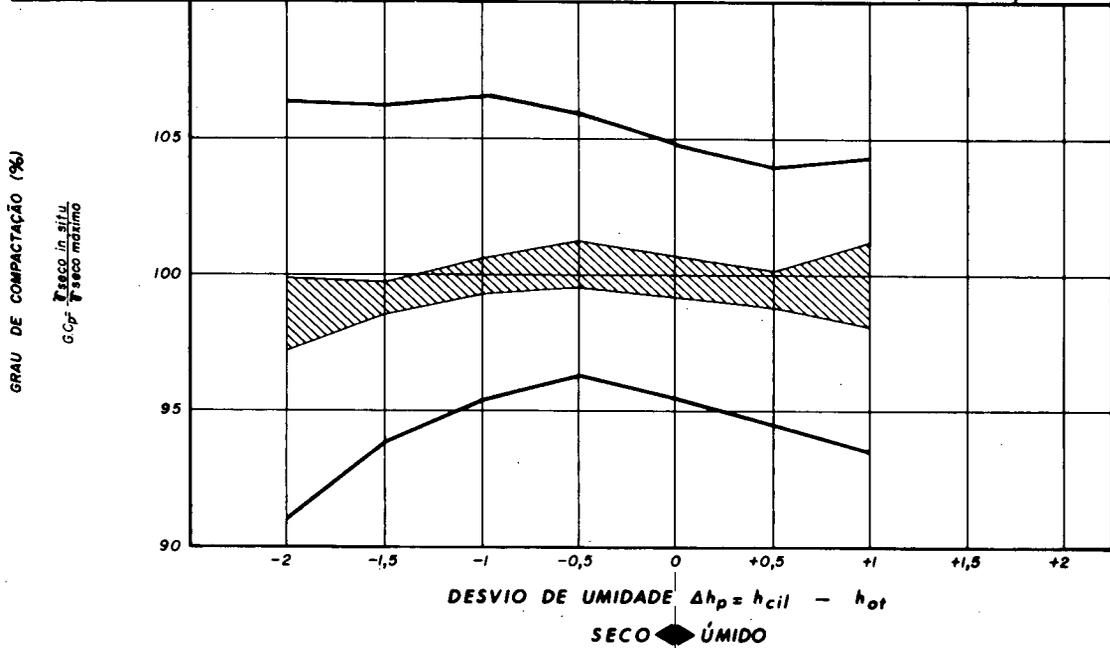
**ASSUNTO:** CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE TERRA E ENROCAMENTO

FOLHA

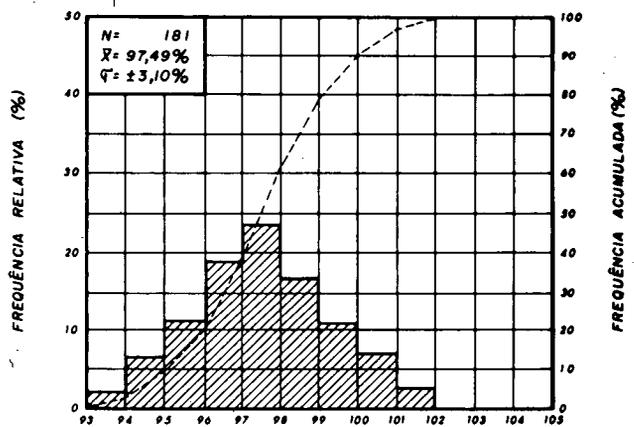
64

**BARRAGEM DE TERRA**

RECOMPACTAÇÕES	1	5	28	37	32	9	3		
OCORRÊNCIAS	10	42	315	672	525	190	65		
CLASSES	-2,25	-1,75	-1,25	-0,75	-0,25	+0,25	+0,75	+1,25	+1,75



**GRAU DE COMPACTAÇÃO - TOPO**



**GRAU DE COMPACTAÇÃO - BASE**

**NOTAS GERAIS**

- Os dados para a elaboração do gráfico foram obtidos a partir de 1819 ensaios de Práctor Normal, efetuados após 8 passadas do rolo "tamping" RC-20 de 20t de peso e velocidade máxima de compactação de 17 km/h, no período entre 5/78 e 6/79. Não foram considerados, portanto, os ensaios de recompactação ou correção de umidade que são executados quando a camada não é liberada com o primeiro ensaio.
- As especificações técnicas exigem, em relação ao ensaio de Práctor Normal (P):
  - Grau de Compactação  $C_p > 95\%$
  - Desvio de umidade  $+0,5\% < \Delta h_p < -2,0\%$
- O grau de compactação topo e base são determinados a cada 10 (dez) ensaios de liberação, e as amostras indetormadas são retiradas da mesma faixa de compactação, onde foram cravados os dois cilindros amostradores.

Não serão considerados, portanto, os ensaios de recompactação ou correção de umidade que venham ocorrer na faixa amostrada.

**LEGENDAS**

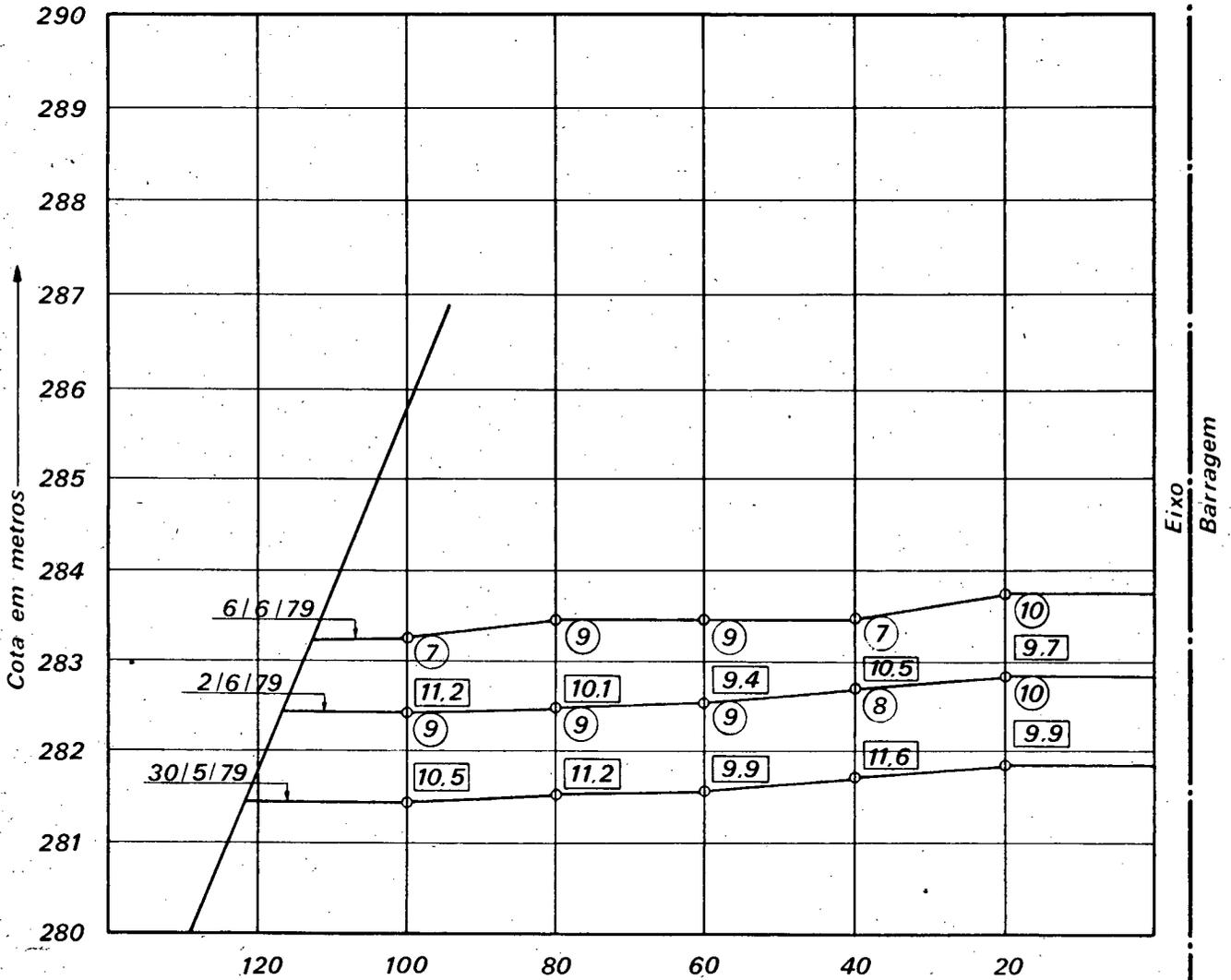
- Limites da faixa de ocorrência dos valores individuais com 95% de confiança.
- ▨ Faixa de ocorrência das médias, com 95% de confiança.
- Curva de frequência acumulada referente a 181 pares de ensaios executados até junho de 1979.
- ▨ Histogramas

**ANÁLISE DO EQUIPAMENTO DE COMPACTAÇÃO MATERIAL DO EMPRÉSTIMO - MARGEM DIREITA**

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS		FOLHA 65
OBRA:	BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
ASSUNTO:	CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE TERRA E ENROCAMENTO	

**BARRAGEM DE TERRA**

ESTACA - 83+00



AFASTAMENTO PARA MONTANTE DO EIXO EM METROS

○ - NÚMERO DE CAMADAS

□ - ESPESSURA MÉDIA COMPACTADA (cm)

**CONTROLE DE ESPESSURA MÉDIA COMPACTADA**

RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS

OBRA: BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R

ASSUNTO: CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE TERRA E ENROCAMENTO

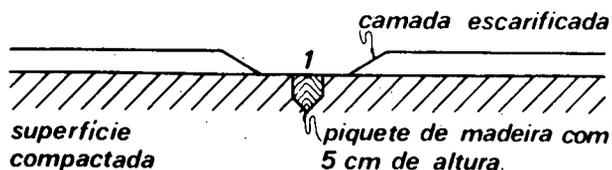
FOLHA

66

**BARRAGEM DE TERRA**

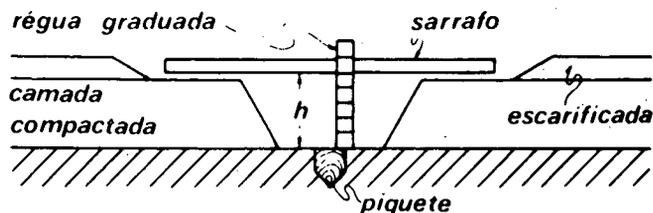
**CONTROLE EFETUADO**

1-SITUAÇÃO INICIAL - Praça compactada e liberada para novo lançamento.

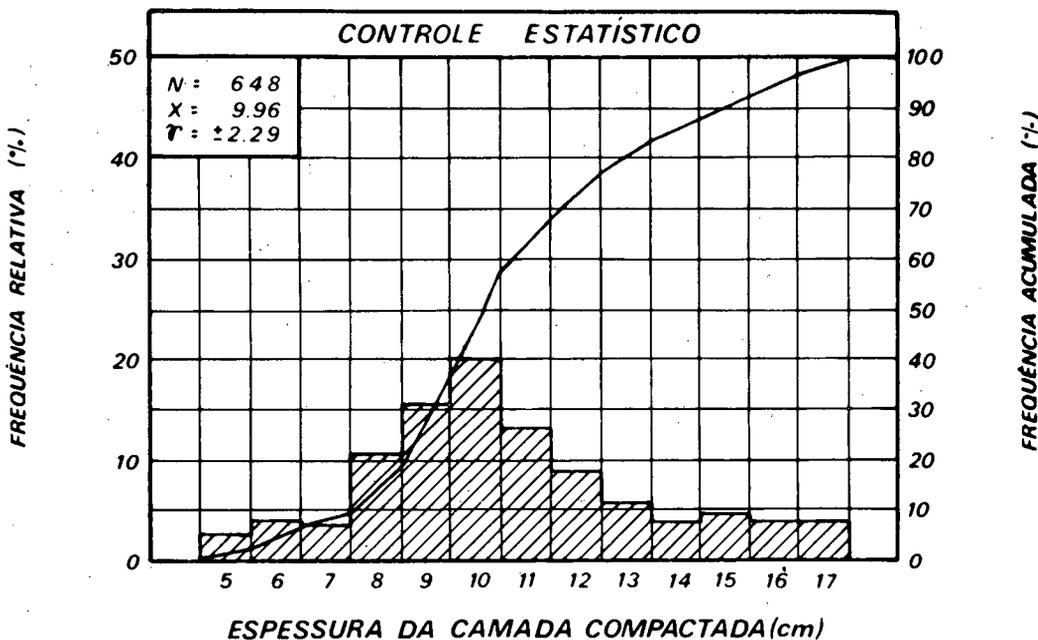


- Escolha de 6 pontos na praça, cravando-se em cada ponto um piquete de madeira de tal forma que o topo do piquete coincidissem com a superfície compactada.
- Amarração topográfica da posição dos 6 piquetes cravados.

2-SITUAÇÃO FINAL - Nova camada lançada e compactada.



- Indicação dos locais dos piquetes, pela topografia.
- Execução nos locais indicados, de pequenos poços até que seja encontrado o topo do piquete.
- Medição com auxílio de um sarrafo e uma régua, de espessura da camada compactada.
- Remoção do piquete e preenchimento do poço com material



**RESUMO**

MÊS/ANO	MENSAL			ACUMULADO		
	N	$\bar{x}$	T	N	$\bar{x}$	T
OUT /78	45	10,75	± 2,44	45	10,75	±2,41
NOV /78	56	10,29	± 2,49	101	10,42	±2,45
DEZ /78	58	10,15	± 2,33	159	10,50	±2,48
JAN /79	79	9,51	± 2,25	238	10,20	±2,31
FEV /79	150	10,29	± 2,34	388	10,10	±2,32
MAR/79	46	9,86	± 2,08	434	10,02	±2,29
ABR /79	136	9,56	± 1,90	570	9,94	±2,21
MAI /79	78	10,09	± 2,61	648	9,96	±2,29

CONVENÇÕES

N - Média dos 6 pontos na praça

$\bar{x}$  - Média

T - Desvio padrão

**CONTROLE DE ESPESSURA DA CAMADA COMPACTADA**

**RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS**

**OBRA:** BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R

**ASSUNTO:** CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE TERRA E ENROCAMENTO

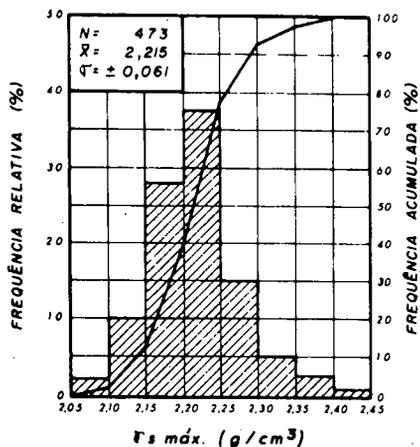
FOLHA

67

**BARRAGEM DE TERRA**

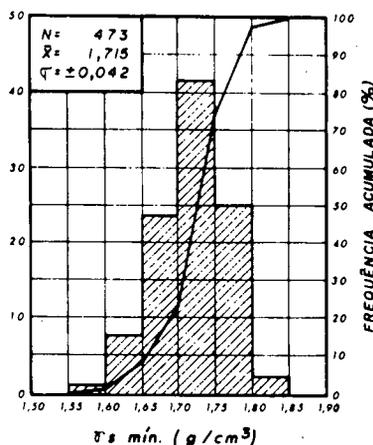
**PESO ESPECÍFICO APARENTE SECO MÁX.**

(U.S.B.R.-DESIGNATION E-12)



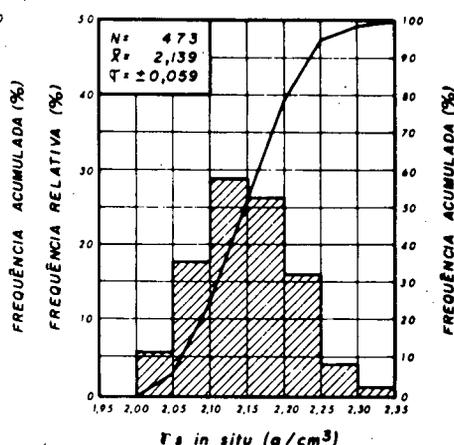
**PESO ESPECÍFICO APARENTE SECO MÍN.**

(U.S.B.R.-DESIGNATION E-12)

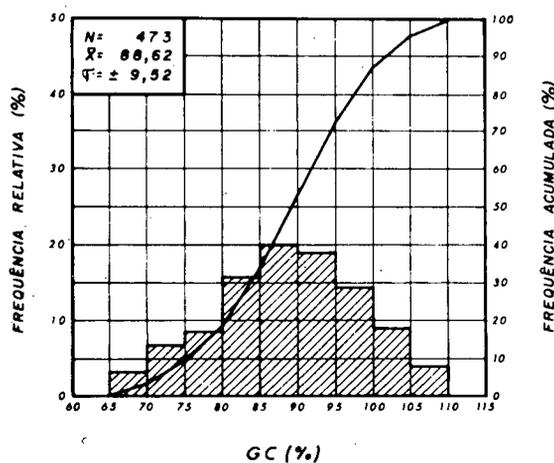


**PESO ESPECÍFICO APARENTE SECO DO ATERRO**

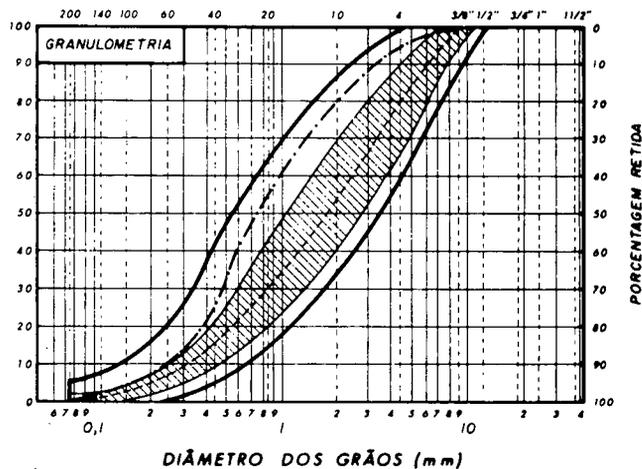
(DENSOMETER)



**GRAU DE COMPACIDADE**



**PENEIRAS - ASTM**



**NOTAS GERAIS**

1-Para a elaboração dos histogramas, foram empregados apenas os ensaios que liberaram amostras.

2-As características gerais do filtro da Barragem de Terra são:

- espessura máxima solta da camada: 30cm.
- equipamento de compactação: rolo liso vibratório de 5,9t de peso estático e velocidade máxima de 4,5 km/h.
- compactação relativa mínima especificada: 65 %.

3-Em cada ensaio no laboratório, os valores de  $\gamma_{s\text{máx}}$  e  $\gamma_{s\text{mín}}$  são obtidos a partir de 3 determinações, tomando-se o maior dos 3 resultados de  $\gamma_{s\text{máx}}$  e o menor dos 3  $\gamma_{s\text{mín}}$ .

4-Ensaio de permeabilidade executado em amostras retiradas do mesmo local e com a mesma densidade encontrada no ensaio de liberação.

VARIÇÃO DA PERMEABILIDADE	
Valor Máximo	$1,2 \times 10^{-1}$
Valor Mínimo	$0,3 \times 10^{-3}$

**CONVENÇÕES**

- N — Número de ensaios
- $\bar{X}$  — Média
- $\sigma$  — Desvio padrão

**LEGENDAS**

**Histogramas**

— Curva acumulada até o mês anterior

**Granulometria**

□ Faixa especificada para o filtro

▨ Faixa de ocorrência das curvas granulométricas com 95 % de confiança, obtida a partir de 473 ensaios executados até o mês de junho de 1979.

--- Curva média da faixa de ocorrência

--- Curva média mais fina admissível.

**CONTROLE DOS ENSAIOS NO FILTRO**

**RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS**

**OBRA:** BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R

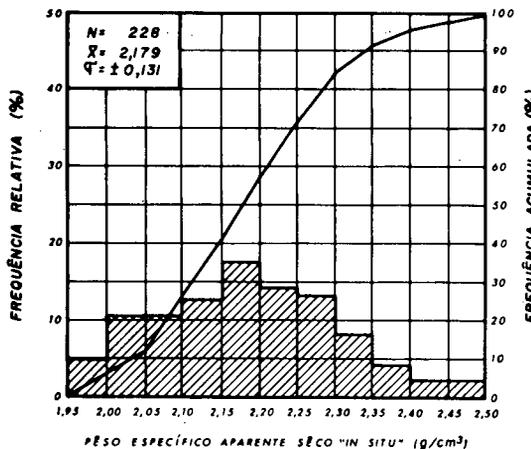
**ASSUNTO:** CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE TERRA E ENROCAMENTO

**FOLHA**

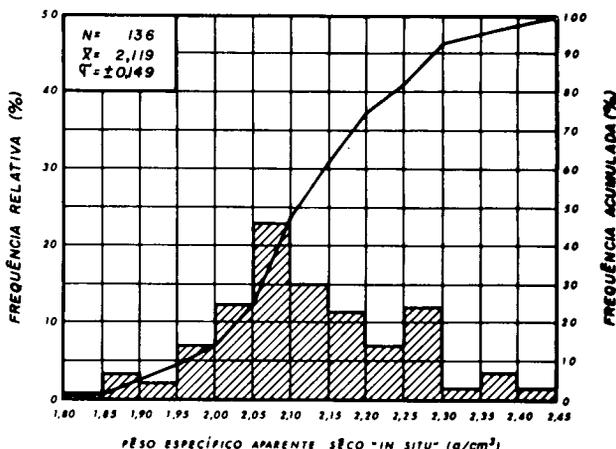
**68**

**BARRAGEM DE TERRA**

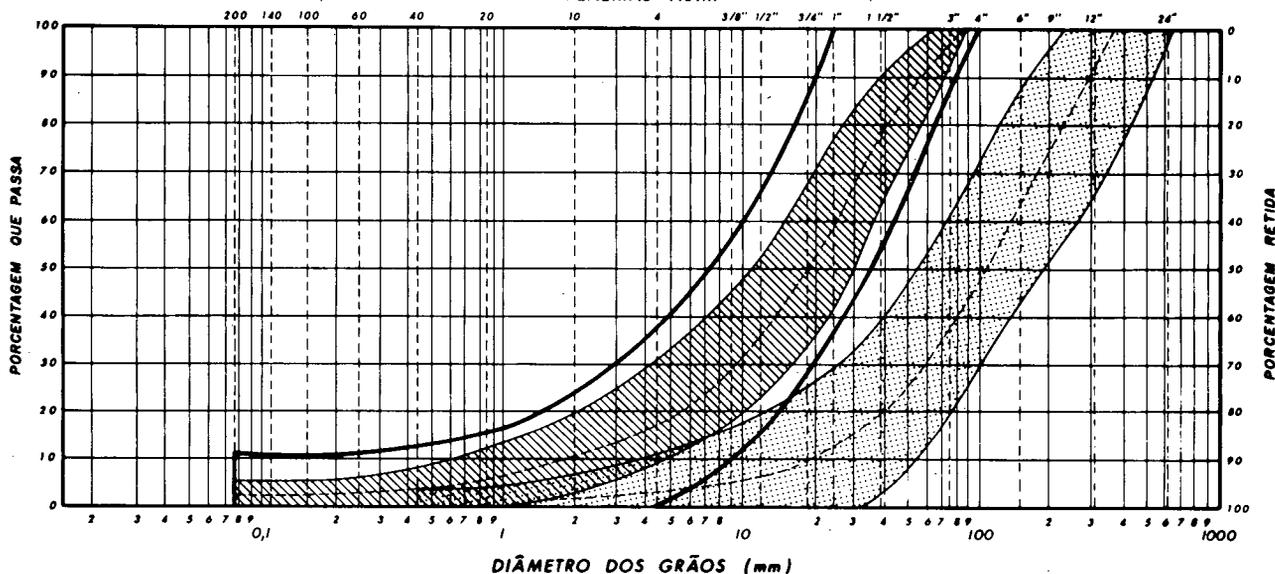
**TRANSIÇÃO**



**ENROCAMENTO**



**GRÁFICO DE GRANULOMETRIA PENEIRAS-ASTM**



**NOTAS GERAIS**

1- Os ensaios para determinação do peso específico aparente seco "in situ" foram executados pelo método do volume d'água, em poços de 1,0x1,0x0,3m (transição) ou de 1,4x1,4x0,6m (enrocamento).

2- Os equipamentos em geral utilizados para a compactação das zonas de transição e enrocamento são os rolos lisos vibratórios autopropelidos, com 13t de peso total estático. A velocidade de compactação máxima especificada é de 4,5 km/h.

**LEGENDAS**

**Histogramas**

— Curva de frequência acumulada obtida a partir de 228 ensaios de transição e 136 de enrocamento executados até o mês de junho de 1979.

**Granulometria**

▨ Faixa de ocorrência das curvas granulométricas de enrocamento, com 95% de confiança, obtida a partir de 136 ensaios executados no manto compactado até o mês de junho de 1979.

▨ Idem, transição a partir de 228 ensaios.

--- Curvas médias das faixas de ocorrência indicadas.

□ Faixa especificada para cada material.

**CONVENÇÕES**

N — Número de ensaios

$\bar{X}$  — Média

S — Desvio padrão

**TRANSIÇÃO E ENROCAMENTO-CONTROLE DOS ENSAIOS**

<b>RESIDÊNCIA ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS</b>		<b>FOLHA</b>  69
<b>OBRA:</b>	BARRAGEM TRÊS IRMÃOS - EUI/R	
<b>ASSUNTO:</b>	CONTROLE DE QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE  TERRA E ENROCAMENTO	
<p>ESTE TRABALHO FOI PREPARADO NA RESIDÊNCIA DE ILHA SOLTEIRA DIRETORIA DE ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES</p> <p>TRABALHARAM NA SUA ELABORAÇÃO</p> <p>Sérgio Gehre Ferreira - EUI/T Silson Ferreira Peixoto - EUI/T Erlon Batista Nogueira - EUI/T Osterno Antonio de Souza - EUI/T Ronivaldo Sebastião Tiago - EUI/T</p> <p>IMPRESSO NA SEÇÃO DE ARTES GRÁFICAS - CESP - ILHA SOLTEIRA</p>		