

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

PROFESSOR ORIENTADOR:

Francisco de Assis Quintans

ALUNO:

Raimilson Manuel Nascimento  
Inscrição: 7711009-8

CAMPINA GRANDE, MARÇO/1981.



Biblioteca Setorial do CDSA. Setembro de 2021.

Sumé - PB



D E C L A R A Ç Ã O

Declaramos para os devidos fins junto a Universidade Federal da Paraíba, que o Sr. Raimilson Manuel Nascimento prestou serviços nesse Departamento, sob o regime de estagiário, com as seguintes características:

1 - Período do Estágio

1º de dezembro de 1980 a 21 de março de 1981.

2 - Frequência

O estagiário trabalhou no regime de 08(oito) horas por dia, inclusive dando 04(quatro) horas nos dias de sábado no turno da manhã.

3 - Parecer sobre o Estagiário

O estagiário correspondeu plenamente às tarefas que lhes foram confiadas, as quais atribuímos os seguintes conceitos:

- a - Frequência ..... ótima ✓
- b - Pontualidade ..... bom ✓
- c - Responsabilidade nos trabalhos ... ótimo ✓
- d - Desempenhos na execução das tarefas ótimo ✓
- e - Aproveitamento do estágio ..... ótimo ✓

Campina Grande, 09 de março de 1981.

*Marcos dos Santos Victor*  
MARCONDES DOS SANTOS VICTOR  
Chefe - EF - BR-230 - Pocinhos

Ilmo. Sr.

Chefe do Departamento de Engenharia Civil do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba - Campus II - Campina Grande.

Raimilson Manuel Nascimento, aluno regularmente matriculado no curso de Engenharia Civil, sob o número 7711009-8, com estágio supervisionado no DER, Departamento de Estradas de Rodagem na Paraíba, solicita que Vossa Senhoria se digne a apreciar o relatório anexo, bem como o parecer do Professor Supervisor, Francisco de Assis Quintans, sobre o referido estágio.

Aproveito o ensejo e solicito que o mesmo seja encaminhado a quem de direito, para a atribuição do devido conceito e que se for o caso seja feita a contagem de créditos correspondentes.

Nestes Termos

Pede Deferimento

  
RAIMILSON MANUEL NASCIMENTO

## A G R A D E C I M E N T O S

Ao Engenheiro Marcondes do Santos Victor, pela oportunidade e insentivo que me concedeu para que eu pudesse realizar este estágio.

Ao Professor Francisco de Assis Quintans, pela orientação sincera, honesta e segura com que o mesmo me orientou.

A COBRAPA, na pessoa do Engenheiro Oton Amorim, pelo apoio que me dedicou.

Enfim agradeço a DEUS, por ter me dado saúde e confiança em mim mesmo, como também ter me concedido grandes amizades no período do estágio.

## Í N D I C E

### INTRODUÇÃO

- Consideração Gerais
- Situação e Importância da Rodovia
- Resumo do Projeto
- Modificação do Projeto
- Execução do Projeto

### PAVIMENTAÇÃO

- Base Estabilizada Granulometricamente
- Imprimação
- Tratamento Superficial Duplo
- Implantação de Paralelepípedos

### DRENAGEM

- Calhas, Sarjetas Revestidas e Entrada e Saídas D'água
- Banquetas
- Bueiros

### PROTEÇÃO DO CORPO ESTRADAL

- Proteção Vegetal

## C O N C L U S Ã O

### ANEXOS

- Ensaio de Laboratório e Resultados
- Esquema do Estequeamento e Quilometragem, Características Técnicas
- Seção Transversal de Terraplenagem e Seção Transversal da Rodovia
- Sarjeta Revestida Meio Fio com Linha D'água, Calha, Entrada e Saída D'água, Valetas de Proteção
- Extremidade de Bueiro Simples Tubular
- Alargamento de Aterro, Regularização e Controle de Erosões
- Proteção Vegetal
- Acesso à Pocinhos
- Greide e Planta da Rodovia

I N T R O D U Ç Ã O



Obs: Verba reativa  
do volume Francisco de Assis  
Bandeira Souza

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Este relatório refere-se a execução do Projeto de Engenharia para melhoramentos e Pavimentação da Rodovia PB-121, trecho BR-230 - Pocinhos, com uma extensão de 9,972Km.

SITUAÇÃO E IMPORTÂNCIA DA RODOVIA

O trecho compreende a ligação da cidade de Pocinhos com a BR-230.

Anteriormente o trecho apresentava uma plataforma com largura média de 5 metros com drenagem deficiente e sem revestimento primário.

O traçado foi aproveitado, com pequenas variantes de retificação.

RESUMO DO PROJETO

a - Projeto Geométrico

Foi efetuado para rodovia classe II, em região ondulada. Adotou-se como diretriz o traçado existente, efetuando-se pequenas variantes de retificação. O trecho tem extensão de 9.972Km.

b - Projeto de Terraplenagem

Dentro da concepção do projeto, foi feito o estudo de materiais para as camadas superiores da terraplenagem. Para corpo de aterro, foram indicados os materiais existentes na faixa de domínio, devido a boa qualidade dos mesmos.

c - Projeto de Drenagem

Matrícula 761.1395-6

Nele são apresentadas as soluções adotadas e suas justificativas, bem como o dimensionamento dos diversos dispositivos de drenagem.

#### d - Projeto do Pavimento

A plataforma final do pavimento, terá 8.80m de largura, constituída de faixa de rolamento, com duas pistas' de 3.30m e acostamentos de 1.10m.

A pista de rolamento terá seu revestimento em tratamento superficial duplo, enquanto que os acostamentos terão um tratamento superficial simples.

#### MODIFICAÇÃO DO PROJETO

*Foi imprimido*

Por circunstâncias financeiras, a execução não obedeceu ao projeto original, foram feitas modificações nas cotas do projeto e no tratamento superficial dos acostamentos.

A modificação nas cotas do projeto resultou de estudos feitos no corpo estradal existente, verificando-se ' que a sua resistência era capaz de suportar aos esforços que lheseram solicitados, possibilitou a colagem do greide da rodovia ao terreno, da seguinte maneira: fazendo uma modificação de 0,05m em 20m, no máximo, em relação à média das cotas vermelhas, em cada estaca, conseguimos calcular as novas cotas do projeto, ou seja cotas anteriores do projeto mais modificação é igual é igual às novas cotas de projeto.

#### EXECUÇÃO DO PROJETO

O eixo foi estaqueado de 20 em 20 metros nas tangentes e a cada 10 metros nos trechos em curvas.

A numeração do estaqueamento foi crescente, partindo da estaca 64 até a estaca 485 + 18,55, no início do

calçamento da cidade de Pocinhos. Foi também locada o acesso à Rodovia BR-230, com início na estaca 64 = 0 até a estaca 76 + 13,45, no eixo da BR-230.

As estacas intermediárias foram designadas pela mesma numeração da estaca anterior, mais a distância à mesma em metros.

O nivelamento do eixo foi feito geometricamente, com a utilização de níveis de luneta e miras, atingindo todos os piquetes da locação

As seções foram levantadas por meio de nivelamento geométrico, com 20m para cada lado, em todos os piquetes da locação.

Foram feitos tres bueiros, um simples, um duplo, e um triplo, e as pontas de todos os bueiros existentes.

Para a implantação da base, foi feita uma regularização no corpo estradal existente, em seguida foi executada a base, com as novas cotas de projeto.

A imprimação foi executada em seguida e finalmente foi dado o tratamento superficial duplo, só na pista de rolamento, já que, os acostamento são foram executados até a imprimação.

Em seguida foram implantadas as banquetas, as intradadas e saídas d'águas, as calhas e as valetas. As banquetas foram implantadas em aterro acima de 2 metros.

Na entrada de Pocinhos o revestimento foi feito em paralelepipedo.

A proteção vegetal foi aplicada nos grandes aterros.

Cada passo da execução está detalhadamente explicado a seguir.

P A V I M E N T A Ç Ã O

## BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE

### EXECUÇÃO

A execução compreendeu as operações de espalhamento, mistura e pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento dos materiais importados, realizados na pista, devidamente preparada na largura desejada, nas quantidades que permitiram após compactação atingir a espessura desejada.

Os materiais de base foram explorados, preparados e espalhados segundo as especificações complementares.

Quando houve necessidade de executar camadas de base com espessura final superior a 20cm, estas foram subdivididas em camadas parciais, numhuma delas excedeu a espessura de 20cm. A espessura mínima de qualquer camada foi de 10cm, após a compactação.

O grau de compactação foi, no mínimo 100% em relação à massa específica aparente, seca, máxima, obtida no ensaio DNER-ME 48-64, e a camada foi executada na umidade ótima do ensaio citado  $\pm 2\%$ .

### EQUIPAMENTO UTILIZADO

- Motonivelamento pesada, com esscarificador.
- Carro tanque distribuidor de água. ✓
- Rolos compactadores tipos liso-vibratório e pneumático.
- Grade de disco. ✓

### CONTRÔLE TECNOLÓGICO

Foram feitos os seguintes ensaios:

- Determinação de massa específica aparente "in situ", com espa

çamento máximo de 100m de pista.

- Uma determinação do teor de umidade a cada 100m.
- Ensaio de caracterização (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria), com espaçamento de no máximo 150m de pista.
- Um ensaio do índice suporte califórnia, com a energia de compactação do método DNER-ME 48-64, com espaçamento máximo de 300m de pista.
- Um ensaio de compactação, segundo o método DNER 48-64, para determinação da massa específica aparente, seca, máxima de 100m de pista, com amostras coletadas obedecendo a seguinte ordem: bordo direito, eixo, bordo esquerdo, eixo, bordo direito, etc..., a 60cm do bordo.
- Uma determinação do equivalente de areia, com espaçamento de 100m.

### CONTRÔLE GEOMÉTRICO

Após a execução da base, procedeu-se a relocação e nivelamento do eixo e dos bordos, permitindo as seguintes tolerancias:

a)  $\pm 10$ cm, quanto a largura da plataforma;

b) Até 20%, em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta.

Na verificação do desempenho longitudinal da superfície não se tolerou flechas maiores que 1,5cm, quando determinadas por meio de régua de 3m.

c) Não se tolerou nenhum valor individual de espessura fora do intervalo  $\pm 2$ cm, em relação à espessura do projeto.

## MEDIÇÃO

A camada de base foi medida por metro cúbico de material compactado, na pista, e, segundo a seção transversal do projeto.

## IMPRIMAÇÃO

Consistiu na aplicação de uma camada de material betuminoso sobre a superfície da base concluída, antes da execução do revestimento, com a finalidade de: aumentar a coesão da superfície da base pela penetração do material betuminoso empregado, promover condições de aderência entre a base e o revestimento e impermeabilizar a base.

## EQUIPAMENTO UTILIZADO

- Carro distribuidor
- Vassoura mecânica
- Vassouras manuais

## EXECUÇÃO

Após a conclusão da base, procedeu-se à varredura da superfície, de modo a eliminar o pó e o material solto existentes.

Aplicou-se, a seguir, o material betuminoso a dequado (CM 70) na temperatura de 60°C, na quantidade de 1,1 a 1,2 l/m<sup>2</sup> e de maneira mais uniforme.

Foi imprimida a pista inteira em um mesmo turno de trabalho, deixando-a interrompida ao tráfego, o tempo foi determinado pela capacidade de penetração do material betuminoso na base.

A fim de evitar a superposição, nos pontos i

nicial e final das aplicações, foram colocadas faixas de papel transversalmente, na pista, de modo que o início e o término da aplicação do material betuminoso situou-se sobre essas faixas, as quais foram retiradas.

As falhas existentes foram imediatamente corrigidas.

### CONTRÔLE DE QUALIDADE

Foi retirada amostras do material betuminoso e enviado para o laboratório do DER, pois o laboratório de campo não tinha condições.

Foram feitos os seguintes ensaios:

- 1 ensaio de viscosidade Saybolt-Furol, para todo carregamento que chega à obra;
- 1 ensaio do ponto de gulgor, para cada 100t;
- 1 ensaio de destilação, para cada 100t.

### CONTRÔLE DE TEMPERATURA

A temperatura de aplicação foi estabelecida para o tipo de material betuminoso em uso, que foi de 60°C.

### CONTRÔLE DE QUANTIDADE

Utilizou-se uma régua de ferro graduada, que dava, diretamente, pela diferença de altura do material betuminoso no tanque do carro distribuidor, antes e depois da operação, a quantidade de material consumido.

### MEDIÇÃO



A imprimação foi medida através da área executada, em metros quadrados.

## TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO

O tratamento superficial duplo, de penetração invertida, é um revestimento constituído de duas aplicações de material betuminoso, cobertas, cada uma, por agregado mineral.

A primeira aplicação do betume é feita diretamente sobre a base imprimada, e coberta imediatamente, com agregado graúdo, constituindo a primeira camada do tratamento. A segunda camada é semelhante a primeira, usando-se agregado miúdo.

O TSD foi executado sobre a base imprimada e de acordo com os alinhamentos, greide e seção transversão projetados.

## MATERIAIS

### - Materiais Betuminosos

O material betuminoso utilizado na primeira e segunda camada foi o cimento asfáltico de penetração 150/200.

### - Agregados

O agregado foi pedra britada, constituiu-se de partículas limpas, duras, duráveis, isentas de cobertura e torrões de argila.

A graduação dos agregados, para o TSD, obedeceu ao seguinte quadro:

PENEIRAS	mm	Percentagem passando, em peso		
		1 <sup>a</sup> Camada	2 <sup>a</sup> Camada	
			A	B
1"	25,4	100	-	-
3/4"	19,1	90-100	-	-
1/2"	12,7	20-55	100	-
3/8"	9,5	0-15	85-100	100
nº 4	4,8	0-5	10-30	85-100
nº 10	2,0	-	0-10	10-40
nº 200	0,074	0-2	0-2	0-2

### QUANTIDADES

As quantidades de agregado e de ligante betu-  
minoso foram:

Para 1<sup>a</sup> camada

Pedra britada -- 25Kg/m<sup>2</sup>

CAP 150/200 -- 1,1 a 1,2 l/m<sup>2</sup>

Temperatura de aplicação do CAP 150/200 - 180°C

Para 2<sup>a</sup> camada

Pedra britada -- 9Kg/m<sup>2</sup>

CAP 150/200 -- 1,4 l/m<sup>2</sup>

Temperatura de aplicação do CAP 150/200 - 180°C

### EQUIPAMENTO UTILIZADO

- Carro distribuidor
- Rolo Tandem, rolo pneumático
- Caçambas

- Distribuidor de agregados rebocável

## EXECUÇÃO

Antes de serem iniciadas as operações de execução do tratamento, procedeu-se a uma varredura da pista imprimada para eliminar todas as partículas de pó.

O material betuminoso foi aplicado de uma só vez em toda a largura da pista. O distribuidor foi ajustado e operado de modo que o material foi distribuído uniformemente na pista. Imediatamente após a aplicação do material betuminoso, o agregado foi uniformemente espalhado na quantidade indicada no projeto. A extensão do material betuminoso aplicado foi condicionado à capacidade de cobertura imediata com agregado. O agregado foi comprimido em sua largura total, a compressão foi interrompida antes do aparecimento de sinais de esmagamento do agregado. A compressão começou pelos bordos e progrediu para o eixo, nos trechos em tangente, e nas curvas, progrediu do bordo mais baixo para o bordo mais alto. Depois da compressão da 1ª camada, executou-se a segunda camada do mesmo modo.

## CONTRÔLE

Contrôle de qualidade do material betuminoso foram executados os seguintes ensaios:

- 1 ensaio de viscosidade Saybolt-Furol, para todo o carregamento que chegou a obra.
- 1 ensaio de ponto de fulgor, para cada 100t.
- 1 índice pfeiffer para cada 500t.
- 1 ensaio de espuma, para todo carregamento que chegou a obra.

### CONTRÔLE DE QUALIDADE DOS AGREGADOS

O agregado foi fornecido pelo DER, portanto, estava dentro das especificações exigidas.

### CONTRÔLE DE TEMPERATURA DE APLICAÇÃO DO LIGANTE BETUMINOSO

A temperatura foi verificada no caminhão distribuidor, imediatamente antes da aplicação.

### CONTRÔLE DE QUANTIDADE DO LIGANTE BETUMINOSO

O controle foi através de uma régua de ferro graduada, tal que forneceu, diretamente, por diferença de alturas do material betuminoso no tanque do carro distribuidor, antes e depois da operação, a quantidade do material consumido.

### CONTRÔLE GEOMÉTRICO

O controle geométrico no TSD, contou de uma verificação do acabamento da superfície. Esta foi feita com duas réguas, uma de um metro e outra de três metros de comprimento, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, respectivamente.

A verificação da superfície, entre dois pontos quaisquer de contato, não excedeu a 0,5cm, quando verificada com qualquer das duas réguas.

### MEDIÇÃO

O TDS foi medido através da área executada, em metros quadrados.

## IMPLANTAÇÃO DE PARALELEPÍPEDOS

### BASE PARA ASSENTAMENTO

Sobre o sub-leito preparado, foi espalhado uma camada solta uniforme de areia destinada a compensar as irregularidades e desuniformidades de tamanho dos paralelepípedos.

Sobre esta camada foram dispostas os paralelepípedos, que receberam o reguntamento e acabamento de acordo com o que vai adiante preceituado:

A areia empregada no colchão foi procedente de rio ou jazida, onde a mesma é constituída de particular limpas, duras e duráveis, preferivelmente, silicosas, isentas de torrões de terra e outras substâncias estranhas e satisfazendo a seguinte graduação:

Nº da Peneira	Diâmetro Nominal	% que passa
4	4,8 mm	100
200	0,074 mm	5 a 15

- A série de peneira utilizada foi a série normal
- O colchão de areia teve uma espessura de 0,10m.

### ASSENTAMENTO

As dimensões classificadas exigido nos paralelepípedos foram as seguintes:

Comprimento	-	17cm a 23cm
Largura	-	14cm a 17cm
Altura	-	11cm a 14cm

Os paralelepípedos foram assentados em fiadas, normalmente ao eixo da via ficando a maior dimensão na direção da fiada.

O acabamento foi de acordo com o projeto, sendo normalmente representado por uma parábola cuja flexa de (1/65) da largura do calçamento.

As juntas foram alternadas com relação as du as fiadas vizinhas de tal modo que cada junta ficou dentro do terço médio de paralelepípedos vizinhos, tendo no máximo 2cm de espessura.

Para colocação das linhas de referência, procedeu-se do seguinte modo: marcou-se o eixo da pista e cravou-se ao longo dos mesmos, ponteiros de aço, agastados entre si no máximo 10 metros com o giz e auxílio de régua e nível de pedreiro, marcou-se a cota correspondente a altura do eixo, referida ao nível do meio fio.

Fica assim, mais ou menos definida a seção transversal desejada. Distendeu-se fortemente um cordel pelas marcas de giz no ponteiro, as guias de meio-fio.

Outros cordões foram destinados entre o eixo e o meio-fio com espaçamento de 2,5 metros.

Depois de assentado os paralelepípedos foram socados com soquete de 30 a 40Kg.

A linha d'água apresentou largura de 1,00 metro além do meio-fio.

## REJUNTAMENTO

Depois de concluído o assentamento dos paralelepípedos, os mesmos foram reguntados com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, obedecendo as especificações da ABNT.

A argamassa aplicada foi razoavelmente plástica, a critério da fiscalização foi lançada em toda extensão e profundidade das juntas com irrigadores de eixo largo, facilitando assim a penetração com ferramentas apropriadas.

A medida que foi feito o enchimento das juntas. Cobria-se o calçamento com uma camada de areia sobre a

qual foram feitas sucessivas irrigações, durante aproximadamente des dias de modo a manter o calçamento sempre úmido. Em seguida a areia foi varrida, de maneira que a linha d'água apresentou-se de acordo com os perfis do projeto.

### PROTEÇÃO A OBRA

Durante todo o período de construção do pavimento e até o seu recebimento definitivo os trechos em construção do pavimento pronto, foram protegidos contra os elementos que pudessem danificá-los.

Durante o período que trata o item anterior, a firma empreiteira da obra, se encarregou de proteger o contêiner de serviço, mediante o uso de barricas ou cavaletes, bem como afixar placas informativas sobre o trecho em construção.

Após a conclusão da obra até a sua liberação, a pavimentação foi coberta com uma camada de areia úmida, com aproximadamente 3 centímetros, com a finalidade de auxiliar a cura do rejuntamento.



D R E N A G E M

## CALHAS, SARJETAS REVESTIDAS E ENTRADAS E SAÍDAS D'ÁGUA

### MATERIAIS

Todos os materiais empregados atenderam, integralmente, às especificações correspondentes adotados pelo DNER.

### CALHAS E ENTRADAS E SAÍDAS D'ÁGUA, PRÉ-MOLDADAS DE CONCRETO

As calhas e entradas e saídas d'águas obedeceram à especificações correspondentes da ABNT.

### SARJETAS E ENTRADAS E SAÍDAS D'ÁGUA, REVESTIDAS DE CONCRETO

O concreto para o revestimento de sarjetas, entradas e saídas d'água foi dosado racionalmente, para uma resistência à compressão aos 28 dias de 250Kg/cm<sup>2</sup>.

### EXECUÇÃO

As escavações foram executadas de acordo com os alinhamentos e cotas constantes do projeto.

As argamassas foram preparadas manualmente, da seguinte maneira:

A areia e o cimento foram misturados secos, até que a mistura estivesse com uma coloração uniforme, após o que se adicionou água, enquanto que continuava a mistura. A quantidade de água adicionada foi suficiente para a abtanção de uma argamassa de consistência tal que permitiu o manuseio e espalhamento fáceis com colher de pedreiro. A argamassa foi preparada nas quantidades requeridas, apenas, para uso imediato.

As calhas foram assentadas firmemente em terreno apiloado, de modo que as bolsas ficaram voltadas para o lado ascendente dos taludes. Seu rejuntamento foi feito com argamassa de cimento e areia, ao traço 1:4.

As entradas e saídas d'água foram premoldadas ou executadas, na obra, em concreto.

### MEDIÇÃO

As calhas foram medidas pelo comprimento, em metros lineares, acompanhando suas declividades.

Nas medições das valetas, o volume escavado, foram determinados, em cada piquete, a largura do fundo, a largura da boca, a profundidade e a classificação do material escavado.

As entradas e saídas d'água foram medidas por unidade executada.

### BANQUETAS

As banquetas foram pré-moldadas, segundo as especificações da ABNT.

### EXECUÇÃO

As banquetas obedeceram à forma, dimensões, alinhamento e cotas estabelecidas no projeto.

As banquetas foram rejuntadas com argamassa de cimento, no traço 1:4.

### MEDIÇÃO

As banquetas foram medidas pelo comprimento ' determinado, em metros lineares, acompanhando suas declividades.

### BUEIROS DE GREIDE

### MATERIAIS

- Tubos de concreto armado de diâmetro de 0,80 m e 1.00m.

- O material de rejuntamento foi argamassa de cimento e areia, no traço 1:4.

- O material empregado na construção de calçadas, testas e alas foi concreto simples, que atendeu às prescrições e exigências previstas nas normas da ABNT.

### EXECUÇÃO

As escavações foram executadas de acordo com a largura, cotas e alinhamentos indicados em projeto.

O fundo das cavas foram compactados para receber os tubos, em conformidade com as cotas e alinhamento indicados no projeto.

As calçadas foram feitas em concreto simples' no traço recomendado no projeto.

As juntas foram preenchidas com argamassa de cimento e areia em traço 1:4.

Os tubos foram assentados de modo que a bolsa de cada unidade ficou sempre na posição de mentante, em relação ao escoamento das águas.

A cava foi reaterrada, compactada a 100% da massa específica aparente máxima.

## MEDIÇÃO

Os tubos foram medidos pelo comprimento, em metros lineares, executados de conformidade com o projeto.

Os volumes escavados foram medidos em metros cúbicos.

Os volumes de concreto, em metros cúbicos.

PROTEÇÃO DO CORPO ESTRADAL

## PROTEÇÃO VEGETAL

A proteção vegetal consiste na utilização de vegetais diversos com a finalidade de preservar as áreas expostas do corpo estradal, dando-lhe condições de resistência à erosão.

## EXECUÇÃO

No projeto foi utilizada mudas.

Inicialmente, o solo foi preparado segundo as exigências das especificações do DNER.

Depois as mudas foram plantadas intercaladas, com um afastamento de 0,20m uma das outras. A irrigação foi feita com equipamento apropriado, e era processada à medida que as mudas eram plantadas.

## MEDIÇÃO

A medição dos serviços foi determinada, em metros quadrados, pela área efetivamente tratada.

C O N C L U S Ã O



## CONCLUSÃO

O estágio supervisionado, é seguramente muito importante para o aluno, pois, futuramente, não estará na condição de estagiário, mas, como engenheiro, arcando com certas responsabilidades.

✓ Ao participar de um estágio, temos a oportunidade de por em prática toda a teoria assimilada nas salas de aula.

✓ Com isto, começamos a adquirir certa experiência, pois, deparamos com problemas reais referentes a nossa vida profissional.

Enfim, podemos concluir que o estágio supervisionado nos dá uma visão geral do tipo de trabalho que iremos desempenhar na nossa profissão, como também, experiência para melhor desempenho de tarefas.

A N E X O S

off: Nos foi identificada<sup>o</sup>  
com provas da execução de  
ensaios, nem ~~for~~ pouco  
os cálculos.  
off

Ensaio de Laboratório e Resultados

**LIMITE DE LIQUIDEZ DE SOLOS**

MÉTODO DE ENSAIO

DNER-ME 44-71

**1 OBJETIVO**

Este Método tem por objetivo fixar o modo pelo qual se determina o limite de liquidez de solos.

**2 DEFINIÇÕES**

Para os fins deste Método serão adotadas as seguintes definições:

**2.1 LIMITE DE LIQUIDEZ**

Limite de liquidez é o teor de umidade do solo com o qual se unem, em um centímetro de comprimento, os bordos inferiores de uma canelura, feita em uma massa de solo colocada na concha de um aparelho normalizado (concha de Casagrande), sob a ação de 25 golpes desse aparelho.

O limite de liquidez marca a transição do estado plástico ao estado líquido.

Representa-se por LL e exprime-se em percentagem.

**2.2 CURVA DE FLUIDEZ**

Curva de fluidez é a curva resultante da representação gráfica da relação dos teores de umidade, marcados em abscissas, com os números de golpes correspondentes, marcados em ordenadas.

Emprega-se em abscissas uma escala aritmética e em ordenadas uma escala logarítmica. Utilizando-se esta representação obtém-se uma reta.

**3 APARELHAGEM**

A aparelhagem necessária é a seguinte:

a) Aparelho com as características e dimensões indicadas na Fig. 1;

b) cinzel com as características e dimensões indicadas na Fig. 1;

c) balança sensível a 0,01 g;

d) estufa capaz de manter a temperatura entre 105°C - 110°C;

e) recipiente para guardar amostras sem perda de umidade antes das pesagens;

f) cápsula de porcelana com capacidade de 500 ml;

g) espátula com lâmina flexível de cerca de 8 cm de comprimento e 2 cm de largura;

h) pinça para retirar objetos da estufa;

i) cronômetro para intervalo de tempo de até 30 minutos com precisão de 1 segundo.

**4 AMOSTRA**

Da amostra obtida de acordo com o item 4.d do Método DNER-ME 41-63, "Preparação de Amostras de Solos para Ensaio de Caracterização", tomam-se cerca de 70 g.

**5 CALIBRAÇÃO DO APARELHO CASAGRANDE**

O aparelho deverá ser calibrado do seguinte modo:

a) Suspender a concha;

b) colocar o centro do calibrador (cabo do cinzel) no ponto de contato da concha com a base do aparelho, apoiando a concha sobre o calibrador;

c) desapertar os parafusos 1 e 2;

d) girar a manivela do aparelho, acionando simultaneamente o parafuso 3, até o instante em que o excêntrico apenas raspe o suporte da concha, sem suspendê-la;

e) apertar os parafusos 1 e 2.

**HISTÓRICO:**

Este Método, aprovado pelo CA em 9-7-71, cancela e substitui o DNER-DPT M 44-64  
Processo 23.824/71

**MODIFICAÇÕES:**

Revisto e incluída a alternativa do LL com duas determinações; modificação da designação para DNER-ME 44-71.

A altura de queda da concha deve ser constante e igual a 1 cm.

NOTA — O pino que liga a concha ao dispositivo de sustentação não deve estar muito gasto; os parafusos que prendem a concha ao dispositivo de sustentação devem estar bem apertados; a concha do aparelho não deve apresentar sulco devido ao uso prolongado do cinzel; o cinzel deve ser inspecionado para verificação das dimensões especificadas.

## 6 ENSAIO

a) Colocar a amostra na cápsula de porcelana referida em 3.f, acrescentar 15 a 20 cm<sup>3</sup> de água destilada e homogeneizar a mistura de solo e água com a espátula. Posteriores adições de água serão da ordem de 1 a 3 cm<sup>3</sup>, procedendo-se a perfeita homogeneização da mistura que deverá apresentar-se como uma massa plástica. Nunca usar a concha do aparelho para homogeneização da mistura.

b) Tomar uma porção suficiente da mistura preparada, colocando-a na concha em torno do ponto correspondente ao de contato entre a concha e a base do aparelho. Espalhar a seguir a massa plástica, de tal modo que a mesma ocupe aproximadamente 2/3 da superfície da concha. Empregar o menor número possível de passadas da espátula, para evitar formação de bolhas de ar no interior da massa. Alisar com a espátula a massa de solo, até que esta se apresente com 1 cm de espessura no ponto de máxima espessura. O excesso da massa de solo deve ser retirado da concha do aparelho e colocado na cápsula de porcelana, antes referida.

c) Produzir uma canelura na massa de solo segundo o plano de simetria do aparelho, usando o cinzel, de tal modo que a espessura da massa na parte central seja de 1 cm (ver Fig. 2).

NOTA — Para uso do cinzel, observar o seguinte: I) Solos Argilosos: o cinzel deverá ser passado uma única vez, pressionando-se a ponta do mesmo contra a concha, de modo a se obter uma canelura regular, limpa e com as dimensões da seção transversal do cinzel. II) Solos arenosos: o cinzel deverá ser passado diversas vezes, de modo a abrir progressivamente a canelura. Na última passada, o cinzel deverá ser apertado contra a concha a fim de ser obtida uma canelura como exigido em I.

d) Golpear contra a base do aparelho, pelo acionamento da manivela, a concha contendo a massa de solo, com a velocidade de duas voltas por segundo, até que os dois bordos inferiores da canelura se unam na extensão de 1 cm.

NOTA — Não será permitido girar a manivela estando a mão do operador sobre a base do aparelho.

e) Transferir com a espátula, para o recipiente referido em 3.e, uma porção de solo colhida de ambos os lados da canelura, e transversalmente a ela, abrangendo a porção em que se verificou a união dos bordos; pesar imediatamente o conjunto recipiente mais solo, levando-o, a seguir, para uma estufa a 105°C - 110°C, para determinação da umidade. As pesagens são com aproximação de 0,01 g.

Determinar a umidade pela fórmula:

$$h = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100$$

em que:

$h$  = teor de umidade, em porcentagem;

$P_h$  = peso do material úmido;

$P_s$  = peso do material seco em estufa a 105°C - 110°C, até constância de peso.

Fazem-se pesadas com aproximação de 0,01 g.

f) Retirar o material remanescente na concha, transferindo-o para a cápsula de porcelana.

g) Repetir as operações descritas em 6.b a 6.f, pelo menos mais três vezes, com adições de água gradativamente crescentes; objetiva esse procedimento obter massas de solo de consistências que permitam pelo menos uma determinação do número de golpes em cada um dos seguintes intervalos: 25 - 35, 20 - 30 e 15 - 25.

## 7 RESULTADO

Os valores de umidade e número de golpes serão representados em um sistema de eixos ortogonais, no qual as ordenadas (em escala logarítmica) são os números de golpes e as abscissas (em escala aritmética) os correspondentes teores de umidade.

Pelos pontos lançados no gráfico será

traçada uma reta, tão próxima quanto possível de pelo menos três pontos.

O limite de liquidez, expresso em teor de umidade, será o valor da abscissa do ponto da reta correspondente à ordenada de 25 golpes.

#### MÉTODO ALTERNATIVO

#### 8 AMOSTRA

A amostra será obtida de acordo com o que prescreve o item 4.

#### 9 ENSAIO

O procedimento do ensaio será idêntico ao descrito nos itens 6.a a 6.f.

Deverão ser feitas duas determinações distintas atendendo ao intervalo de 15 a 40, para o número de golpes, e de 20 % a 150 %, para as umidades.

#### 10 RESULTADO

O limite de liquidez será determinado pela fórmula :

$$LL = h_n \left( \frac{n}{25} \right)^{0,121}$$

em que :

$n$  — número de golpes

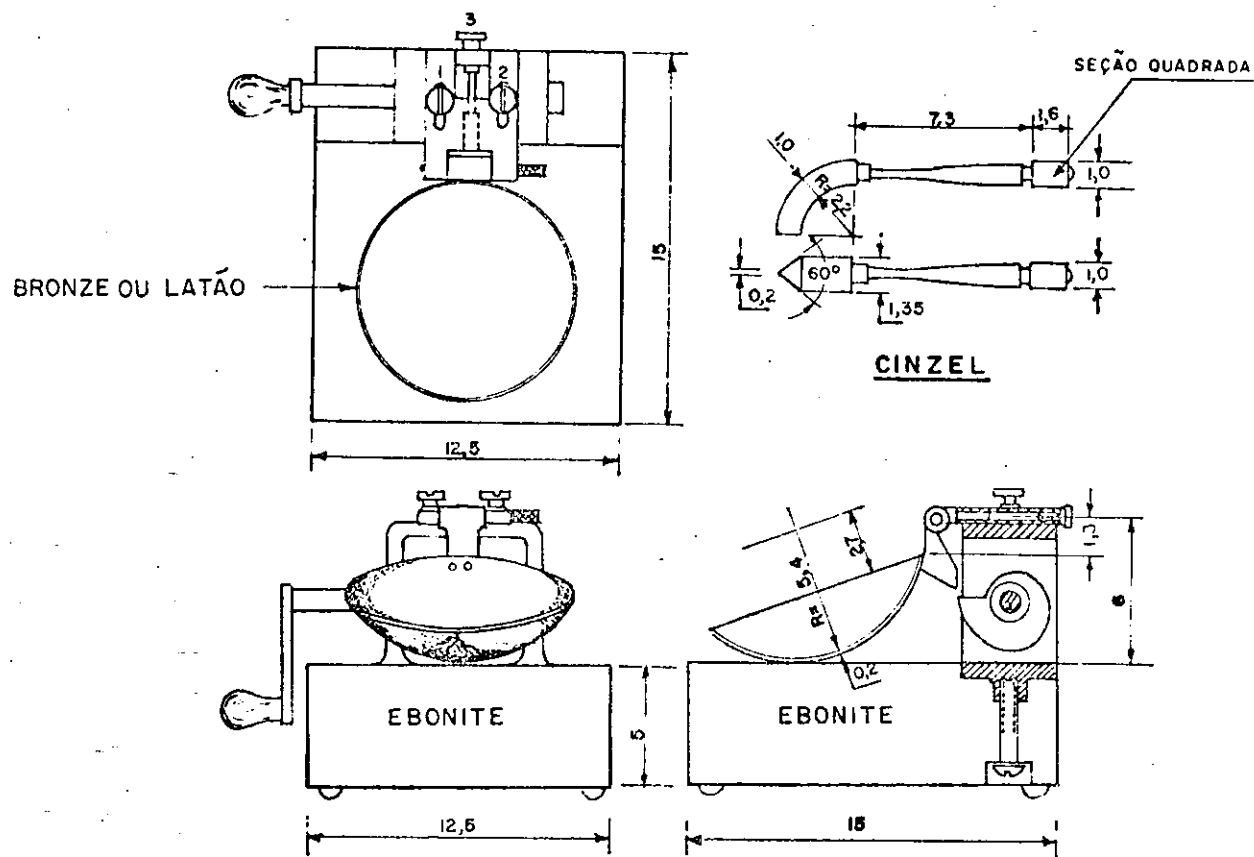
$h_n$  — umidade encontrada

ou pelo ábaco da Fig. 3.

Os valores encontrados nas duas determinações não devem diferir de um por cento.

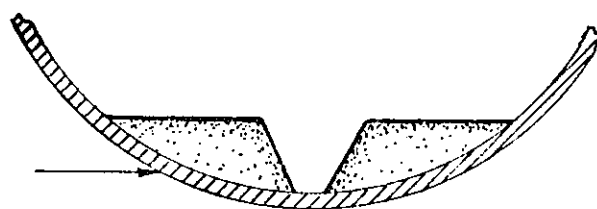
O limite de liquidez será a média aritmética das duas determinações

# APARELHO DE CASAGRANDE PARA DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE LIQUIDEZ

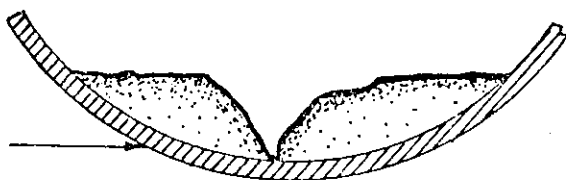


DIMENSÕES EM cm

FIG. 1

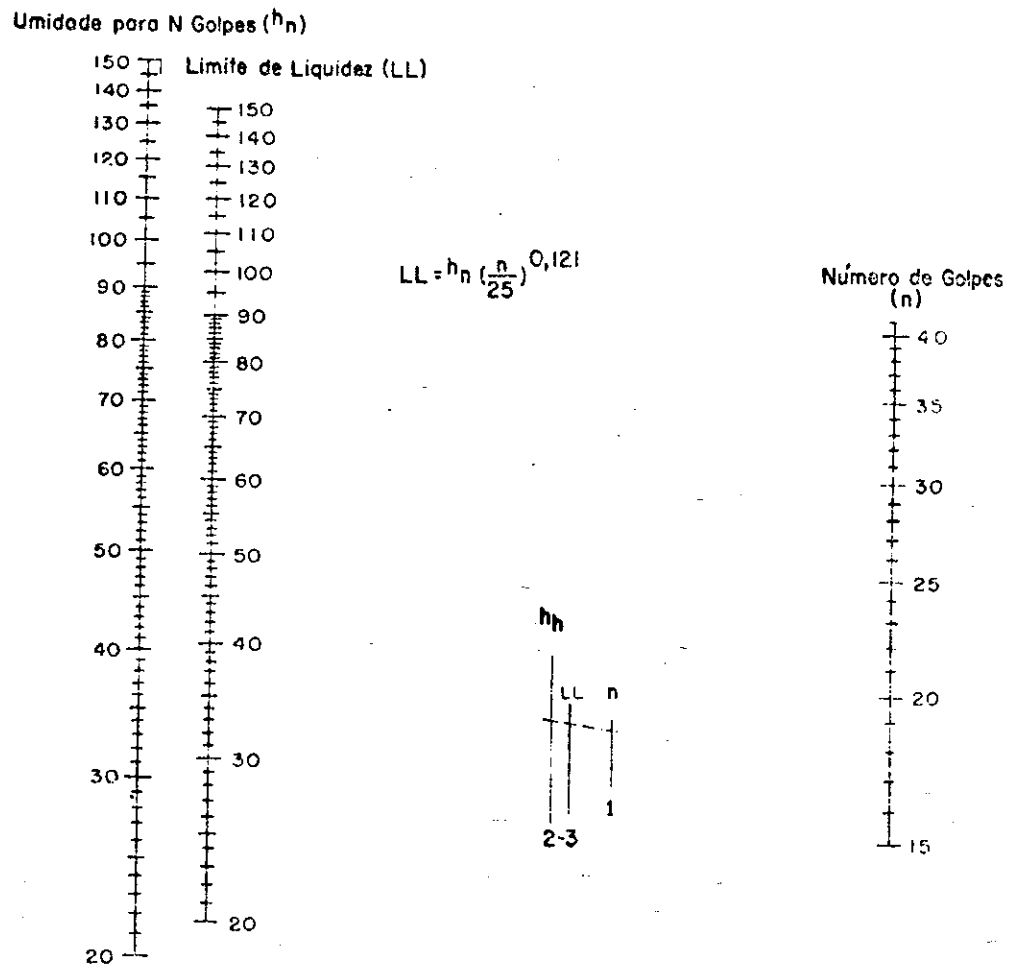


ANTES DO ENSAIO



DEPOIS DO ENSAIO

FIG. 2



ÁBACO PARA DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE LIQUIDEZ  
(MÉTODO ALTERNATIVO)

FIG. 3



## II – MÉTODOS E INSTRUÇÕES DE ENSAIOS

## COMPACTAÇÃO DE SOLOS

Método de Ensaio  
DNER – ME 48-64

Método B

## 1. OBJETIVO

Este Método fixa o modo pelo qual se determina a correlação entre o teor de umidade de solo e sua massa específica aparente, quando a fração de solo que passa na peneira de 19 mm é compactada.

## 2. APARELHAGEM

A aparelhagem necessária é a seguinte:

- a) repartidor de amostras de 2,5 cm de abertura;
- b) balança com capacidade de 10 kg, sensível a 5 g;
- c) balança com capacidade de 1 kg, sensível a 0,1 g;
- d) peneiras de 19 mm e de 4,8 mm, de acordo com a especificação "Peneiras de malhas quadradas para análise granulométrica de solos", ABNT EB-22R;
- e) cápsula de porcelana ou alumínio com capacidade de 75 ml;
- f) estufa capaz de manter a temperatura entre 105° e 110° C;
- g) molde cilíndrico metálico de 15,20 cm de diâmetro interno e 17,80 cm de altura; cilindro complementar e base metálica com dispositivo para a fixação ao molde (fig. 1);
- h) soquete cilíndrico de face inferior plana e peso de 4,5 kg, equipado com dispositivo para controle de altura de queda (Fig. 2);
- i) disco espaçador com 15,00 cm de diâmetro e 6,40 cm de altura (fig. 3);
- j) espátula com lâmina flexível de cerca de 8 cm de comprimento e 2 cm de largura;
- k) régua de aço biselada de cerca de 30 cm de comprimento;
- l) extrator de amostras do molde cilíndrico;
- m) almofariz e mão de gral recoberta de borracha, com a capacidade para 5 kg de solo.

## 3. AMOSTRA

- a) A amostra recebida será seca ao ar, destorroada no almofariz pela mão de gral, homogeneizada e reduzida, com o auxílio do repartidor de amostras ou por quarteamento, até se obter uma amostra representativa de 6 000 g, para solos siltosos ou argilosos e 7 000 g, para solos arenosos ou pedregulhosos;
- b) passa-se esta amostra representativa na peneira de 19 mm; havendo material retido nessa peneira, procede-se à substituição do mesmo por igual quantidade em peso do material passando na de 19 mm e retido na de 4,8 mm, obtido de outra amostra representativa conforme a alínea a.

## 4. ENSAIO

- a) Fixa-se o molde à base metálica, ajusta-se o cilindro complementar e apoia-se o conjunto em base plana o firme. Compacta-se no molde o material com o disco espaçador, com fundo falso, em cinco camadas iguais, de forma a se ter uma altura total de solo de cerca de 12,5 cm, após compactação; cada camada receberá 26 golpes do soquete, caindo de 45,70 cm, distribuídos uniformemente sobre a superfície da camada;
- b) remove-se o cilindro complementar, tendo-se antes o cuidado de destacar com a espátula o material a ele aderente. Com uma régua de aço rasa-se o material na altura exata do molde e determina-se com a aproximação de 5 g o peso do material úmido compactado mais o molde; por dedução do peso do molde determina-se o peso do material úmido compactado.  $P'_h$ ;
- c) remove-se o corpo de prova do molde e retira-se de sua parte central uma amostra representativa de cerca de 100 g para a determinação da umidade. Pesa-se esta amostra e seca-se em estufa a 105° - 110° C, até constância de peso. Fazem-se as pesadas com a aproximação de 0,1 g;

## HISTÓRICO:

Aprovado pelo CA em 16/04/64  
Proc. 68.217/60

## MODIFICAÇÕES:

d) desmancha-se novamente o material, junta-se água e torna-se a homogenizar. Compacta-se esse material de acordo com a alínea a e procedem-se as operações das alíneas b e c;

e) repetem-se essas operações para teores crescentes de umidade, tantas vezes quantas necessárias para caracterizar a curva de compactação. Em geral, 5 vezes.

## 5. CÁLCULOS

*Umidade* — a partir do item 4 c, calculam-se os teores da umidade (h) referentes a cada compactação, pela fórmula:

$$h = \frac{P_h \cdot P_s}{P_s} \times 100$$

em que:

- h — teor de umidade em percentagem;
- $P_h$  — peso do solo úmido;
- $P_s$  — peso de solo seco em estufa 105° - 110° C, até constância de peso.

6 a) *Massa específica aparente do solo seco compactado* — calcula-se primeiramente a massa específica aparente do solo úmido, após cada compactação, pela fórmula:

$$\mu_h = \frac{P'_h}{V}$$

em que:

- $\mu$  — massa específica aparente do solo úmido em g/cm<sup>3</sup>;
- $P'_h$  — peso do solo úmido compactado, obtido como indicado no item 4b, em g;
- V — volume do solo compactado, em cm<sup>3</sup> (capacidade do molde).

b) determina-se a seguir a massa específica aparente do solo seco, após cada compactação, pela fórmula:

$$\mu_s = \mu_h \times \frac{100}{100 + h}$$

- $\mu_s$  — massa específica aparente do solo seco, em g/cm<sup>3</sup>;
- $\mu_h$  — massa específica aparente do solo úmido, em g/cm<sup>3</sup>;
- h — teor de umidade do solo compactado, obtido como indicador no item 5.

## 7. RESULTADOS

a) *Curva de compactação* — desenha-se a curva de compactação marcando-se, em ordenadas, as massas específicas aparentes do solo seco  $\mu_s$  e, em abscissas, os teores de umidade correspondentes, h;

b) *Massa específica aparente máxima do solo seco* — este valor é determinado pela ordenada máxima da curva de compactação;

c) *Umidade ótima* — é o valor da abscissa correspondente, na curva de compactação, ao ponto de massa específica aparente máxima do solo seco.

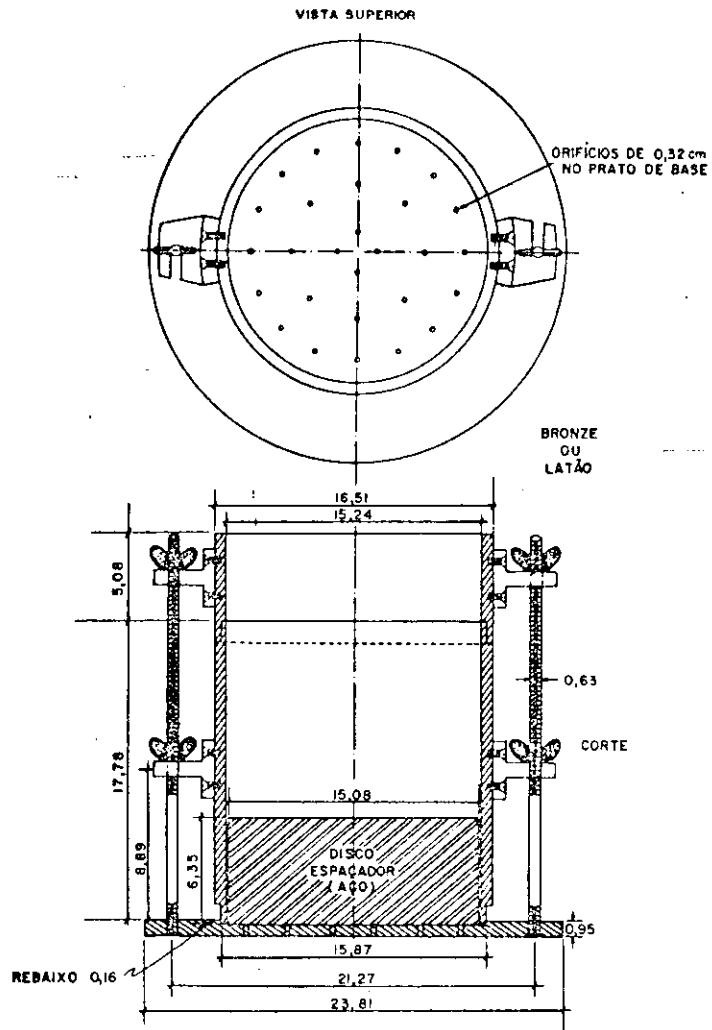


FIG.1 MOLDE CILÍNDRICO, CILINDRO COMPLEMENTAR E BASE METÁLICA

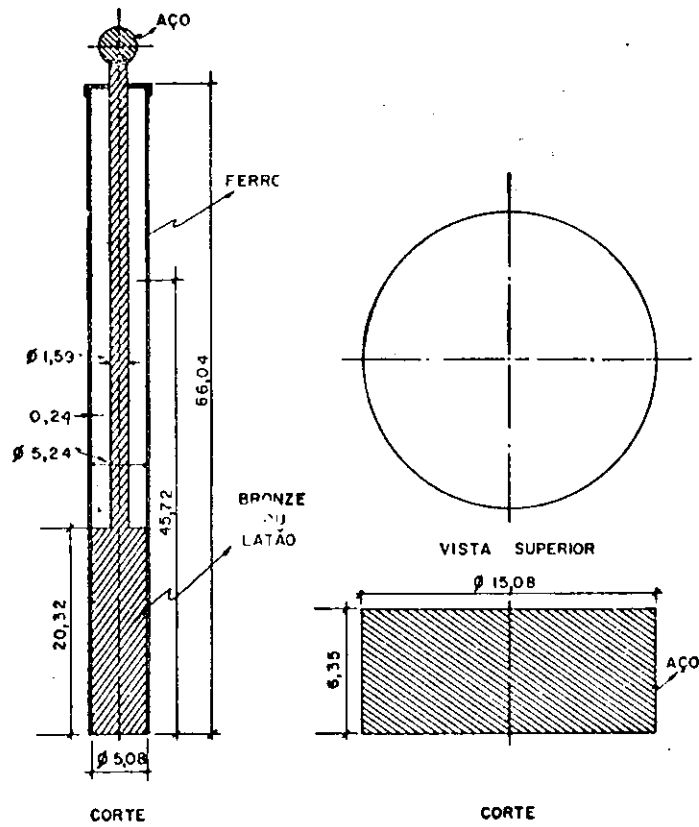


FIG.2 SOQUETE

FIG.3 DISCO ESPAÇADOR

COTAS EM CENTÍMETROS

## ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA DE SOLOS

Método de Ensaio  
DNER — ME 50-64

## 1. OBJETIVO

Este Método permite determinar o valor relativo do suporte de solos pelo ensaio de amostra deformada moldada na umidade ótima obtida em um dos ensaios de compactação de solos; DPT M 47 ou DPT M 48.

## 2 APARELHAGEM

A aparelhagem necessária é a seguinte:

a) conjunto de bronze ou latão, constituído de molde cilíndrico com 15,24 cm de diâmetro interno e 17,78 cm de altura, com entalhe superior externo em meia espessura; cilindro complementar com 5,08 cm de altura, com entalhe inferior interno em meia espessura, e prato de base perfurado com 24 cm de diâmetro, com dispositivo para fixação do molde cilíndrico antes referido (fig. 1);

b) disco espaçador maciço, de aço, com 15,08 cm de diâmetro e 6,35 cm de altura (fig. 2);

c) soquete cilíndrico de bronze ou latão, para compactação, de face inferior plana, de altura de queda de 45,72 cm, com 4,536 kg de peso e 5,08 cm de diâmetro de face inferior (fig. 3);

d) prato perfurado de bronze ou latão, com 14,92 cm de diâmetro e 5 mm de espessura, com haste central de bronze ou latão, ajustável, constituída de uma parte fixa rosqueada e de uma camisa rosqueada internamente e recartilhada externamente, com a face superior plana para contato com o extensômetro (fig. 4);

e) tripé porta-extensômetro, de bronze ou latão, com dispositivo para fixação do extensômetro (fig. 5);

f) disco anelar de aço para sobrecarga, dividido diametralmente em duas partes, com 2,268 kg de peso total, com diâmetro externo de 14,92 cm e diâmetro interno de 5,39 cm (fig. 6);

g) extensômetro com curso mínimo de 10 mm, graduado em 0,01 mm;

h) prensa para determinação do Índice de suporte Califórnia (fig. 7) composta de:

I - quadro formado por base e travessa de ferro fundido e 4 tirantes de aço, apresentando a travessa um entalhe inferior para suspensão de um conjunto dinamométrico:

II - macaco de engrenagem, de operação manual por movimento giratório de uma manivela, com duas velocidades, acompanhado de um prato reforçado ajustável ao macaco, com 24 cm de diâmetro, para suportar o molde;

III - conjunto dinamométrico com capacidade para 4 000 kg, sensível a 2,5 kg, constituído por: anel de aço com dimensões compatíveis com a carga acima apresentada, com dispositivo para se fixar ao entalhe da travessa; extensômetro graduado em 0,001 mm, fixo ao centro do anel, para medir encurtamento diametrais; pistão de penetração (fig. 8), de aço, com 4,96 cm de diâmetro e altura de  $\pm 19$  cm, variável, dependendo das condições de ensaio, com dispositivo para fixá-lo à parte inferior do anel; e extensômetro graduado em 0,01 mm, com curso maior que 12,70 mm, fixo ao pistão, de maneira que seu pino se apóie no bordo superior do molde;

i) extrator de amostras de molde cilíndrico, para funcionamento por meio de macaco hidráulico, com movimento alternativo de uma alavanca;

j) balde de chapa de ferro galvanizado com capacidade de cerca de 20 litros, com fundo de diâmetro mínimo de 25 cm;

k) papel de filtro circular de cerca de 15 cm de diâmetro;

l) balança com capacidade de 20 kg, sensível a 5 g.

## 3. AMOSTRA

a) A amostra recebida será seca ao ar, destorroada no almofariz pela mão de gral, homogenizada e reduzida, com o auxílio de repartidor de amostras ou por quartearamento, até se obter uma amostra representativa de 6 000 g, para solos siltosos ou argilosos a 7 000 g, para solos arenosos ou pedregulhosos;

b) passa-se esta amostra representativa na peneira de 19 mm; havendo material retido nessa peneira, procede-se à substituição do mesmo por igual quantidade em peso do material passando na de 19 mm e retido na de 4,8 mm, obtido de outra amostra representativa conforme a alínea a.

## HISTÓRICO:

Aprovado pelo CA em 16/04/64  
Proc. 68.217/60

## MODIFICAÇÕES:

## 4. ENSAIO

O ensaio compreende:

- a) preparação da amostra para o ensaio;
- b) moldagem do corpo de prova;
- c) expansão;
- d) penetração.

## PREPARAÇÃO DA AMOSTRA PARA O ENSAIO

A moldagem do corpo de prova para o ensaio do índice de suporte Califórnia é feita na umidade ótima obtida no ensaio de compactação que for adotado:

CASO I - Método DPT M 47-64 ou

CASO II - Método DPT M 48-64.

A quantidade de água a adicionar à amostra representativa do solo obtida conforme o item 3, para que seja moldado na umidade ótima dos ensaios já citados, será calculada como segue abaixo:

Sendo  $P_h$  o peso do solo úmido (da amostra representativa) e  $h_1$  a umidade higroscópica do solo a ser ensaiado, o peso do solo seco,  $P_s$ , será:

$$P_s = P_h \times \frac{100}{100 + h_1}$$

Sendo  $h_{ot}$  umidade ótima obtida no ensaio de compactação, o peso da água ( $P_a$ ) a adicionar será:

$$P_a = \frac{P_s (h_{ot} - h_1)}{100}, \text{ em g/cm}^3$$

correspondendo, portanto, a um volume de água ( $V_a$ )

$$V_a = \frac{P_s (h_{ot} - h_1)}{100 \cdot \delta_a}, \text{ em cm}^3$$

onde:

$\delta_a$  é a massa específica da água, que poderá ser considerada no ensaio igual a  $1 \text{ g/cm}^3$ .

Adiciona-se este volume de água calculado à amostra representativa do solo e homogeneiza-se.

## MOLDAGEM DO CORPO DE PROVA

CASO I — Proceder-se-á à moldagem do corpo de prova no molde cilíndrico indicado na figura 1, compactando-se o solo na umidade ótima do ensaio de compactação DPT M 47-64, em 5 camadas, com 12 golpes por camada, empregando-se o soquete de 4,536 kg, caindo da altura de 45,72 cm. Prende-se o molde com o cilindro complementar ao prato-base, coloca-se o disco espaçador dentro do molde, em cima do prato-base, sobre põe-se ao disco espaçador um papel de filtro com 15 cm de diâmetro e inicia-se a compactação do solo. A seguir, com uma porção da amostra excedente da compactação, determina-se a umidade de moldagem que poderá variar de  $\pm 0,5\%$  da obtida no ensaio de compactação. O Caso I se refere a moldagem de corpo de prova de material de subleito.

CASO II — Proceder-se-á à moldagem do corpo de prova compactando-se o solo na umidade ótima do ensaio de compactação DPT M 48-64, com 26 golpes por camada, mantidas as demais condições do Caso I. O Caso II se refere a moldagem de corpo de prova de material de base e sub-base.

A massa específica aparente do solo seco, correspondente ao corpo de prova moldado conforme os casos I ou II, será calculada pela fórmula:

$$\mu_s = \mu_h \times \frac{100}{100 + h}, \text{ em g/cm}^3$$

em que:

- $\mu_s$  — massa específica aparente do solo seco, em  $\text{g/cm}^3$ ;
- $\mu_h$  — massa específica aparente do solo úmido, em  $\text{g/cm}^3$ ;
- $h$  — umidade de moldagem do corpo de prova, podendo diferir  $\pm 0,5\%$  do teor ótimo de umidade.

**EXPANSÃO**

Terminada a moldagem, o disco espaçador será retirado; o molde invertido e fixado ao prato-base.

No espaço deixado pelo disco espaçador será colocada a haste de expansão com os pesos anelares que equivalem ao peso do pavimento. Esta sobrecarga não poderá ser menos do que 4,536 kg.

Adapta-se, ainda, na haste de expansão um extensômetro fixo ao tripé porta-extensômetro, colocado no bordo superior do cilindro, destinado a medir as expansões ocorridas, que deverão ser anotadas de 24 em 24 horas, em percentagens da altura inicial do corpo de prova.

O corpo de prova deverá permanecer imerso em água durante 4 dias.

Terminado o período de embebição, o molde com o corpo de prova será retirado da imersão e deixado escoar durante 15 minutos, pesando-se a seguir o conjunto, após o que o corpo de prova estará preparado para o ensaio de penetração.

O cálculo da expansão e da água absorvida durante a embebição será feito obedecendo o quadro abaixo:

1	2	3	4	5	6
Data	Hora	Tempo decorrido	MOLDE Nº		
			Leitura	Diferença de leituras	Expansão
Peso do molde e solo úmido, após embebição, g.					
Peso da água absorvida, g.					

As colunas apresentadas no quadro anterior indicam:

Coluna 1 – data do início do ensaio;

Coluna 2 – hora das leituras efetuadas no extensômetro;

Coluna 3 – tempo decorrido entre as leituras do extensômetro, que deverão ser de 24 em 24 horas;

Coluna 4 – leitura do extensômetro;

Coluna 5 – diferença das leituras efetuadas de 24 em 24 horas;

Coluna 6 – percentagem de expansão relativa à altura inicial do corpo de prova.

**PENETRAÇÃO**

O ensaio de penetração é realizado em uma prensa conforme especificada no item 2 h.

Coloca-se no topo do corpo de prova, dentro do molde cilíndrico, uma sobrecarga igual à utilizada no ensaio de expansão. Esta sobrecarga, como no ensaio de expansão, não poderá ser inferior a 4,536 kg.

Leva-se esse conjunto ao prato da prensa e faz-se o assentamento do pistão de penetração no solo através da aplicação de uma carga de aproximadamente 4,5 kg, controlada pelo deslocamento do ponteiro do extensômetro do anel dinamométrico; zeram-se, a seguir, os extensômetros do anel dinamométrico e o que mede a penetração do pistão no solo. Aciona-se a manivela da prensa (dispositivo micrométrico) com a velocidade de 0,05 pol/min. Cada leitura considerada no extensômetro do anel é função de uma penetração do pistão no solo e de um tempo especificado para o ensaio. Assim, tem-se:

Tempo	Penetração	Leitura no extensômetro do anel
min	pol.	mm
0,5	0,025	—
1,0	0,050	—
1,5	0,075	—
2,0	0,100	—
3,0	0,150	—
4,0	0,200	—
6,0	0,300	—
8,0	0,400	—
10,0	0,500	—

As leituras efetuadas no extensômetro do anel medem seus encurtamentos diametrais provenientes da atuação das cargas.

No gráfico de aferição do anel tem-se a correspondência entre as leituras lidas no extensômetro do anel e as cargas atuantes.

### CÁLCULOS

Tempo em minutos	Penetração		Pressão padrão kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N.º			
	mm	pol.		Leituras no extensômetro mm	Pressão kg/cm <sup>2</sup>		I.S.C. %
					Calculada	Corrigida	
0,5	0,63	0,025	—	—	—	—	
1,0	1,27	0,050	—	—	—	—	
1,5	1,90	0,075	—	—	—	—	
2,0	2,54	0,100	70	—	—	—	
3,0	3,81	0,150	—	—	—	—	
4,0	5,08	0,200	105	—	—	—	
6,0	7,62	0,300	132	—	—	—	
8,0	10,16	0,400	161	—	—	—	
10,0	12,70	0,500	182	—	—	—	

As colunas acima indicadas fornecem:

Coluna 1 — Tempo;

Coluna 2 — penetração ocorrida no tempo especificado;

Coluna 3 — pressão padrão, que é correspondente a um determinado tipo de pedra britada que apresenta índice de suporte Califórnia de 100%;

Coluna 4 — leituras no extensômetro do anel;

Coluna 5 — pressão correspondente às leituras do anel no gráfico de aferição do mesmo;

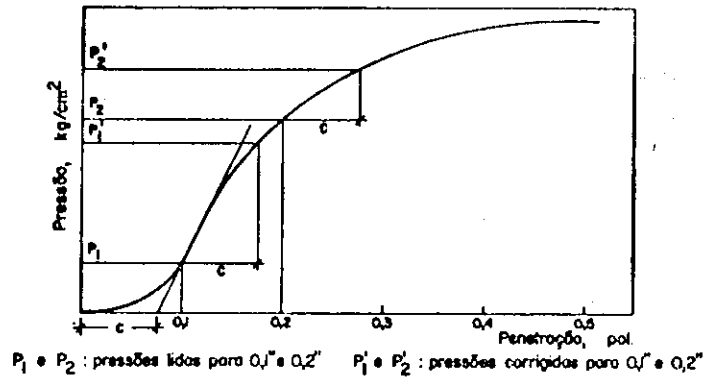
Coluna 6 — pressão corrigida;

Coluna 7 — o índice de suporte Califórnia (ISC).

A pressão corrigida (coluna 6) pode ser obtida pela correção da curva pressão-penetração. Consiste em ajustar o ponto zero da curva a fim de corrigir os efeitos provenientes da irregularidade da superfície do corpo de prova.

Apresentando a curva pressão-penetração um ponto de inflexão, traça-se uma tangente à curva nesse ponto até que a mesma intercepte o eixo das abscissas; a curva corrigida será então esta tangente mais a porção convexa da curva original, considerada a origem mudada para o ponto em que a tangente corta o eixo das abscissas; seja  $c$  a distância deste ponto à origem dos eixos. Soma-se às abscissas dos pontos correspondentes às penetrações de 0,1" e 0,2" a distância  $c$ , com o que se determina, na curva obtida, os valores correspondentes das novas ordenadas, as quais representam os valores das pressões corrigidas para as penetrações antes referidas.

A correção pode ser obtida como mostra o gráfico seguinte:



**RESULTADO**

O Índice de suporte Califórnia (ISC) é obtido pela fórmula:

$$ISC\% = \frac{\text{pressão calculada ou pressão corrigida}}{\text{pressão padrão}} \times 100$$

O Índice de suporte Califórnia final será o maior dos valores obtidos nas penetrações de 0,1 e 0,2 polegadas.

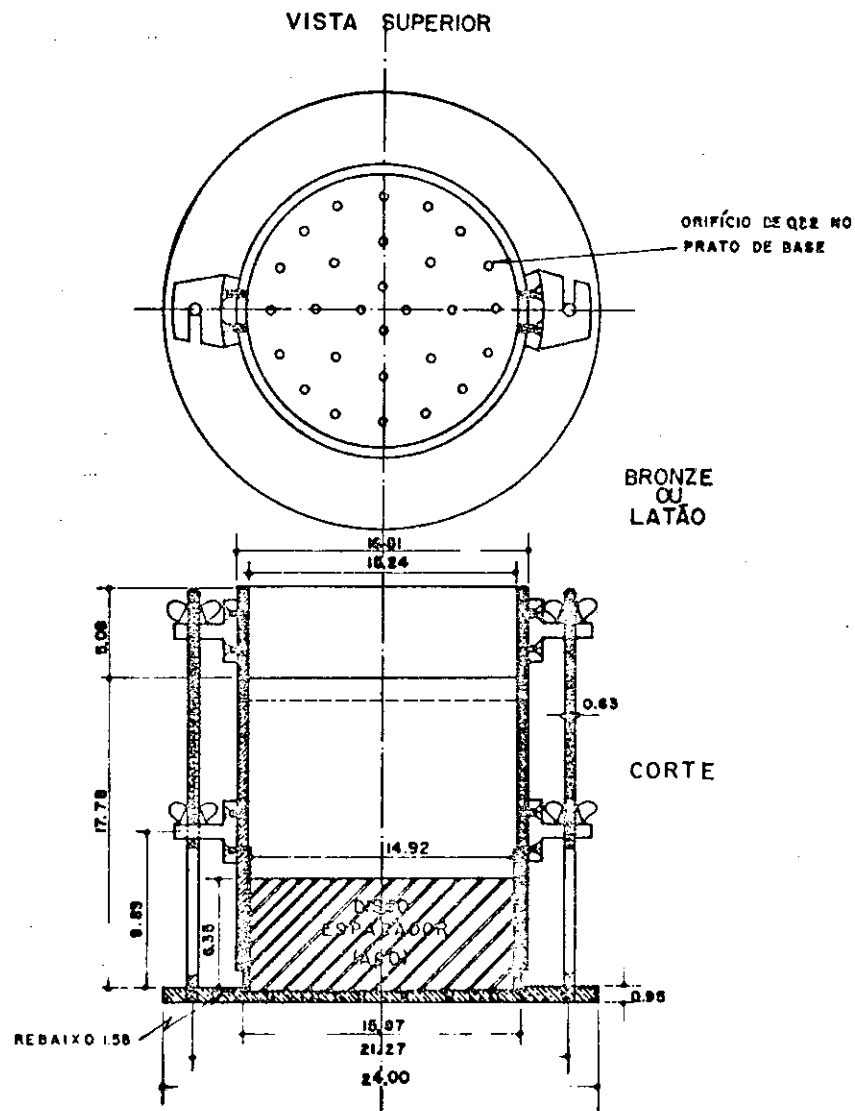
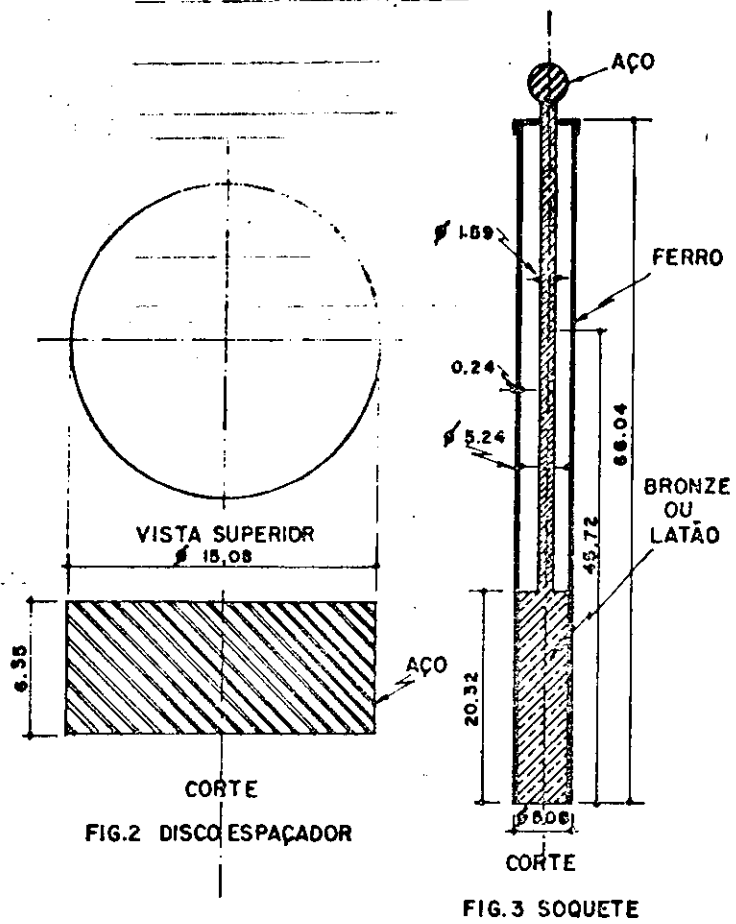


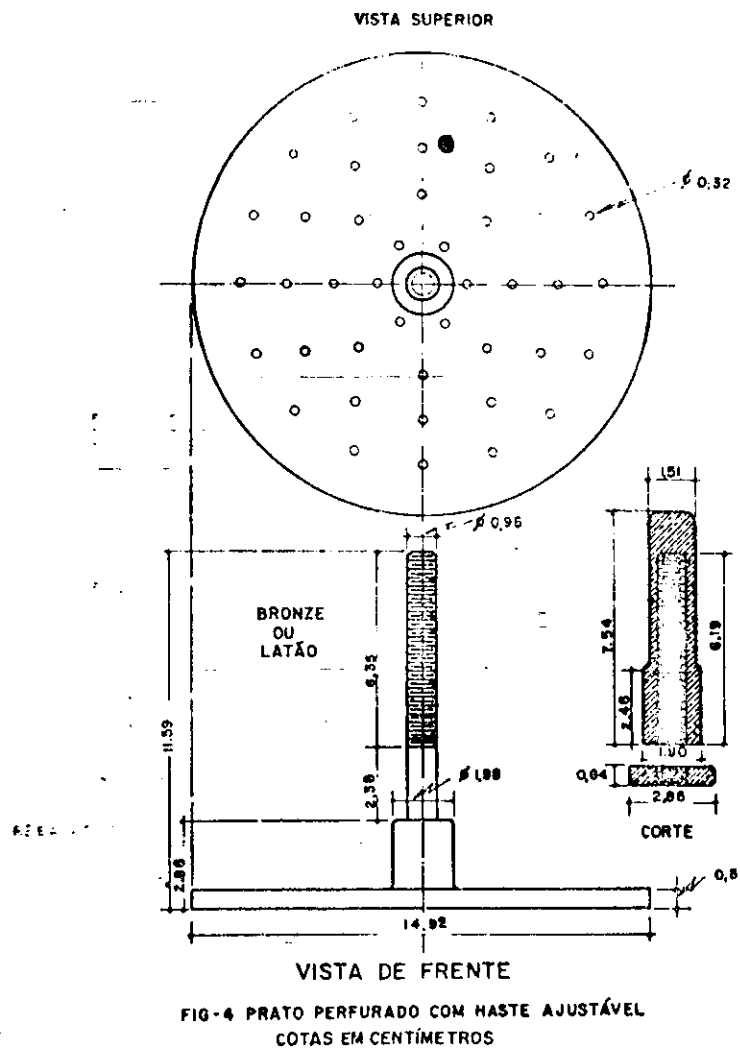
FIG 1- MOLDE CILINDRICO, CILINDRO COMPLEMENTAR E BASE METÁLICA

COTAS EM CENTÍMETROS





COTAS EM CENTÍMETROS



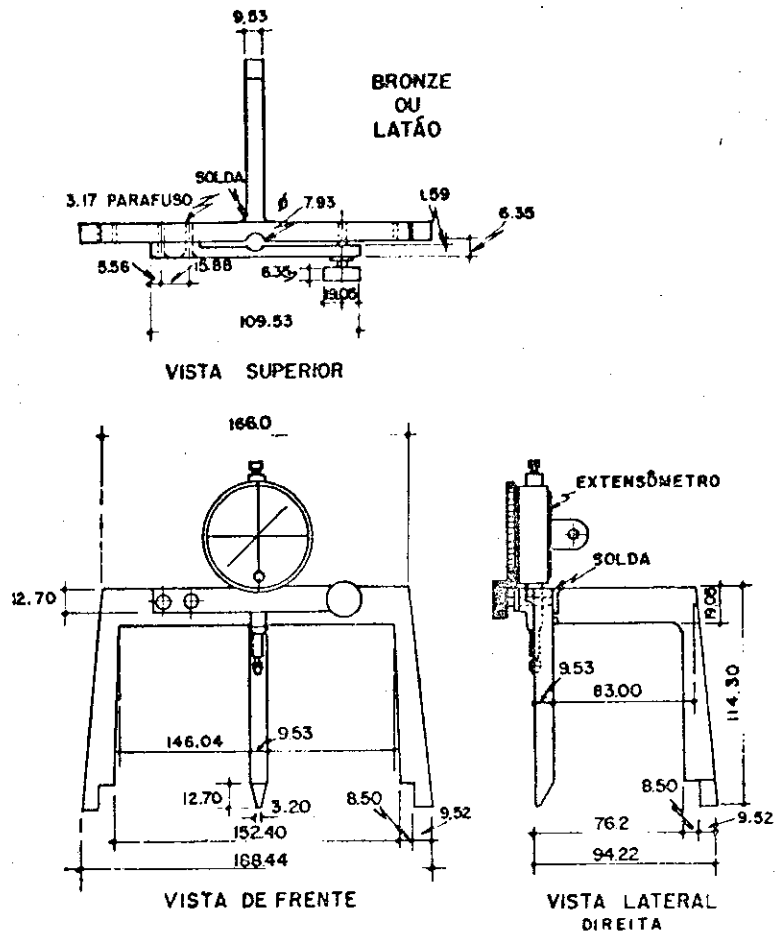


FIG. 5- TRIPÊ PORTA-EXTENSÔMETRO

COTAS EM MILÍMETROS

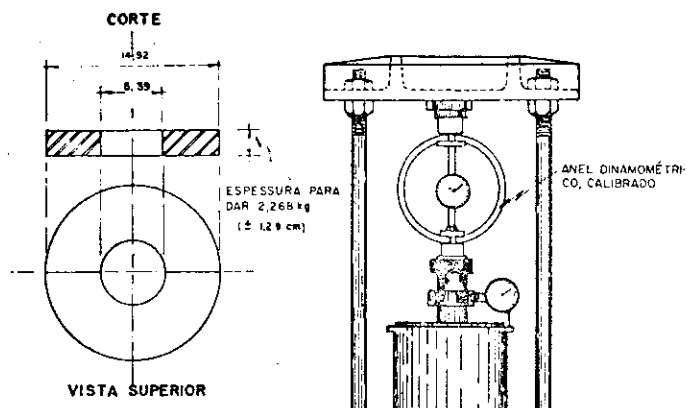


FIG-6 DISCO ANELAR

FIG. 7- PRENSA PARA DETERMINAÇÃO DO I.S.C.

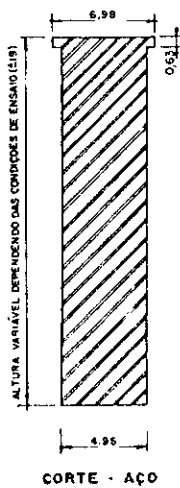


FIG. 8- PISTÃO DE PENETRAÇÃO

COTAS EM CM

## II – MÉTODOS E INSTRUÇÕES DE ENSAIOS

## DETERMINAÇÃO DA UMIDADE PELO MÉTODO EXPEDITO "SPEEDY"

Método de Ensaio  
DNER – ME 52-64

## 1. OBJETIVO

Este Método fixa o modo pelo qual se determina a umidade de solos e de agregados miúdos pelo emprego do aparelho "Speedy". A umidade se determina, por este processo, pela pressão do gás resultante da ação da água contida na amostra sobre o carbureto de cálcio que se introduz no aparelho.

## 2. APARELHAGEM

A aparelhagem necessária é a seguinte:

- a) conjunto "Speedy" (fig. 1);
- b) ampolas com cerca de 6,5 g de carbureto de cálcio ( $\text{CaC}_2$ ).

## 3. AMOSTRA

O peso da amostra a ser utilizada é estimado pela umidade que se admite a amostra possuir, de acordo com a Tabela seguinte:

Umidade estimada, %	Peso da amostra, g
5	20
10	10
20	5
30 ou mais	3

## 4. ENSAIO

- a) Pesa-se a amostra e coloca-se-a na câmara do aparelho "Speedy";
- b) introduz-se na câmara duas esferas de aço, seguidas da ampola de carbureto de cálcio, deixando-a deslizar com cuidado pelas paredes da câmara, a fim de evitar que se quebre;
- c) fecha-se o aparelho, agita-se-o repetidas vezes para quebrar a ampola, o que se verifica ter ocorrido pelo surgimento da pressão assinalada no manômetro;
- d) lê-se a pressão manométrica após esta se apresentar constante, o que indica que toda a água existente na amostra reagiu com o carbureto;

NOTA – Se a leitura manométrica for menor do que  $0,2 \text{ kg/cm}^2$ , o ensaio deve ser repetido com peso de amostra imediatamente superior ao empregado, conforme item 3. Se a leitura for maior do que  $1,5 \text{ kg/cm}^2$ , repete-se o ensaio com um peso imediatamente inferior.

- e) entra-se na tabela de aferição própria do aparelho com a leitura manométrica e o peso da amostra utilizada no ensaio; obtém-se a percentagem de umidade em relação à amostra total úmida.

Para determinar a umidade  $h$ , em relação ao peso do solo seco, utiliza-se a fórmula:

$$h = \frac{h_1}{100 - h_1} \times 100$$

em que:

- $h$  – teor de umidade em relação ao peso do solo seco, em percentagem;  
 $h_1$  – umidade dada pelo aparelho "Speedy" em relação à amostra total úmida, em percentagem.

## HISTÓRICO:

Aprovado pelo CA em 16/04/64  
Proc. 18.769/64

## MODIFICAÇÕES:

APARELHO "SPEEDY" PARA DETERMINAÇÃO DE UMIDADE

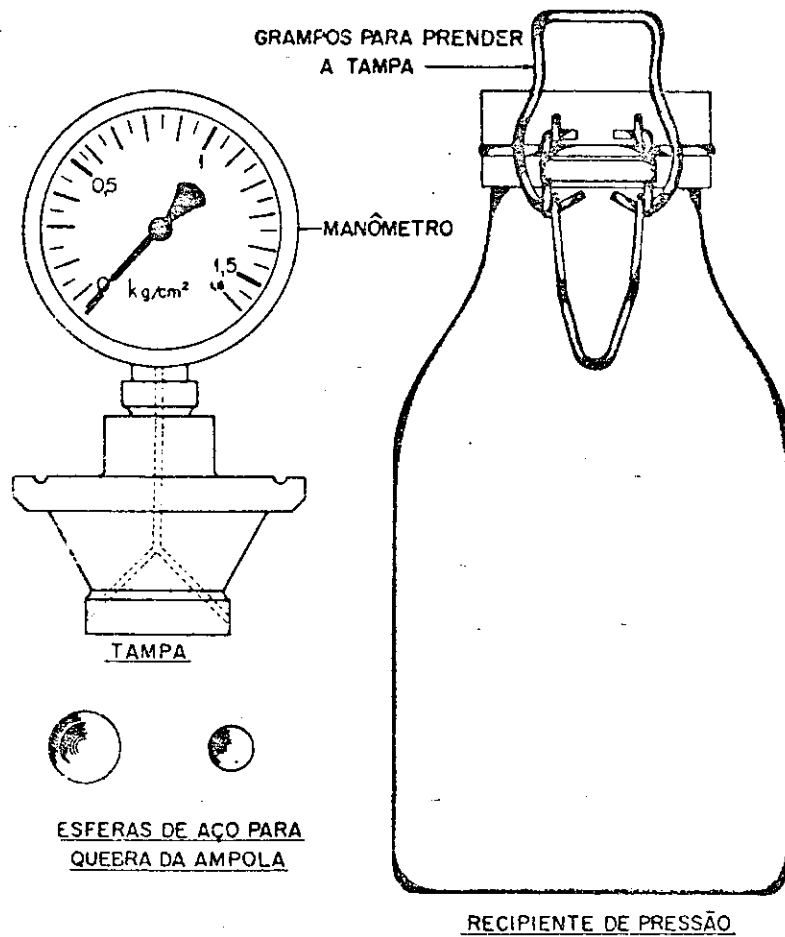


Fig. - 1

**ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DE SOLOS POR PENEIRAMENTO**

Método de Ensaio  
DNER – ME 80-64

**1. OBJETIVO**

Este Método fixa o modo pelo qual se procede à análise granulométrica de solos por peneiramento.

**2. APARELHAGEM**

A aparelhagem necessária é a seguinte:

- a) peneiras de 50 - 38 - 25 - 19 - 9,5 - 4,8 - 2,0 - 1,2 - 0,6 - 0,42 - 0,30 - 0,15 - e 0,075 mm, inclusive tampa e fundo, de acordo com a especificação "Peneiras de malhas quadradas para análise granulométrica de solos", ABNT EB-22R;
- b) agitador para peneiras, com dispositivo para fixação desde uma peneira até seis, inclusive tampa e fundo;
- c) repartidores de amostras de 1,3 e 2,5 cm de abertura;
- d) balança com capacidade de 200 g sensível a 0,01 g;
- e) balança com capacidade de 1 kg, sensível a 0,1 g;
- f) balança com capacidade de 5 kg, sensível a 5 g;
- g) estufa capaz de manter a temperatura entre 105° e 110° C;
- h) cápsula de porcelana com capacidade de 500 ml;
- i) almofariz e mão de gral recoberta de borracha, com capacidade de 5 kg de solo;
- j) recipiente cilíndrico, aberto, com capacidade de 5 litros, munido de bico vertedor, para desagregar por lavagem a amostra de solo;
- l) pá de mão de forma arredondada, com lâmina de alumínio;
- m) tabuleiro de chapa de ferro galvanizado, com 50 cm x 30 cm x 6 cm de altura;
- n) aparelho secador com lâmpada de infravermelho, para secagem de amostras de solos ou outro dispositivo para o mesmo fim.

**3. AMOSTRA**

a) A amostra de solo como recebida do campo deverá ser seca ao ar ou pelo uso de aparelho secador, de modo que a temperatura da amostra não exceda 60° C, a menos que experiência prévia tenha mostrado que uma maior temperatura não mudará as características do solo. A seguir, desagregam-se completamente os torrões no almofariz com a mão de gral recoberta de borracha ou com auxílio de dispositivo mecânico, de maneira que evite reduzir o tamanho natural das partículas individuais do solo;

b) reduz-se todo o material preparado segundo a alínea a, com o auxílio do repartidor de amostras ou pelo quarteamento, até se obter uma amostra representativa de cerca de 1 500 g, para solos argilosos ou siltosos e de 2 000 g, para solos arenosos ou pedregulhosos; do restante do material é separada uma porção para determinação da umidade higroscópica, conforme o item 4;

c) o peso da amostra representativa obtido na alínea b, com aproximação de 5 g, é anotado como peso total da amostra seca ao ar;

**HISTÓRICO:**

Aprovado pelo CA em 16/04/64  
Proc. 18.769/74

**MODIFICAÇÕES:**

## 4. UMIDADE HIGROSCÓPICA

Tomam-se cerca de 50 g de material seco ao ar que passa na peneira de 2,0 mm e determina-se sua umidade pela fórmula:

$$h = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100$$

em que:

- h — teor de umidade, em percentagem;
- $P_h$  — peso do material úmido;
- $P_s$  — peso do material seco em estufa a 105°–110° C, até constância de peso.

Fazem-se as pesagens com a aproximação de 0,01 g.

## 5. ENSAIO

a) Coloca-se a amostra representativa obtida segundo o item 3 no recipiente referido no item 2), com água esfregando-a com as mãos a fim de desagregar os torrões de solo existentes. Verte-se a amostra com a água de lavagem através das peneiras de 2,0 mm e de 0,075 mm, colocadas uma sobre a outra, tomando-se a precaução de remover para as citadas peneiras, com auxílio de jato de água, o material que ainda permanecer no recipiente. A peneira de 2,0 mm é usada somente com o objetivo de evitar que o material de diâmetro maior venha sobrecarregar a de 0,075 mm, danificando sua malha.

Transfere-se novamente as frações da amostra retidas nas peneiras mencionadas, sempre com auxílio do jato de água, para o recipiente e repetem-se as operações de lavagem no recipiente e nas peneiras, como antes descritas, até que a água de lavagem se apresente limpa;

b) as frações da amostra retidas nas peneiras de 2,0 mm e de 0,075 mm, após lavadas, com água corrente, diretamente nestas peneiras, serão transferidas, com auxílio de jato de água, para a cápsula de porcelana de 500 ml, e secas em estufa a 105°–110° C até constância de peso;

c) procede-se, a seguir, ao peneiramento do material seco contido na cápsula de porcelana, na série desejada de peneiras, constituída das peneiras escolhidas dentre as referidas no item 2a; pesam-se com a aproximação de 0,1 g as frações da amostra retidas nas peneiras consideradas.

## 6. CÁLCULOS E RESULTADOS

a) *Peso da amostra total seca* — somam-se os pesos das frações da amostra retidas na peneira de 2,0 mm e nas de maior abertura de malha;

b) da diferença entre o peso total da amostra seca ao ar (amostra representativa, item 3) e o peso obtido na alínea a resulta o peso da fração da amostra seca ao ar, que passa na peneira de 2,0 mm;

c) o produto do peso obtido na alínea b pelo fator de correção  $\frac{100}{100 + h}$ , em que h é a unidade higroscópica,

obtida segundo o item 4, é o peso da fração da amostra seca que passa na peneira de 2,0 mm;

d) a soma dos pesos obtidos nas alíneas a e c será o peso da amostra total seca.

NOTA — Despreza-se, neste método, a umidade das frações de solo acima de 2,0 mm.

7. *Percentagem da amostra total seca retida em cada peneira* — com o peso da fração retida em cada uma das peneiras, obtido conforme o item 5c, calcula-se a percentagem em relação ao peso da amostra total seca;

8. *Percentagem acumulada de material seco em cada peneira* — obtém-se somando-se a porcentagem retida nesta peneira às percentagens retidas nas peneiras de aberturas maiores.

9. *Percentagem de material seco passando em cada peneira* — obtém-se subtraindo-se de 100 a percentagem acumulada em cada peneira, obtida conforme o item anterior.

## II – MÉTODOS E INSTRUÇÕES DE ENSAIOS

## LIMITE DE PLASTICIDADE DE SOLOS

MÉTODO DE ENSAIO  
DNER – ME 82-63

## 1. OBJETIVO

Este Método fixa o modo pelo qual se determina o limite de plasticidade de solos.

## 2. APARELHAGEM

A aparelhagem necessária é a seguinte:

- a) cápsula de porcelana com capacidade de 500 ml;
- b) espátula com lâmina flexível de cerca de 8 cm de comprimento e 2 cm de largura;
- c) placa de vidro de superfície esmerilhada;
- d) cilindro de comparação de 3 mm de diâmetro e cerca de 10 cm de comprimento;
- e) recipientes que permitam guardar amostras sem perda de umidade antes de sua pesagem
- f) balança com capacidade de 200 g, sensível a 0,01 g;
- g) estufa capaz de manter a temperatura entre 105° e 110° C.

## 3. AMOSTRA

Da amostra obtida de acordo com o item 4 do método "Preparação de amostras de solos para ensaios de caracterização", DPT M 41, tomam-se cerca de 50 g.

## 4. ENSAIO

a) Coloca-se a amostra na cápsula e junta-se água destilada em quantidade suficiente para se obter massa plástica. Deve-se adicionar a água aos poucos, misturando-se continuamente com a espátula até completa homogeneização da massa;

b) separam-se cerca de 20 g da massa obtida como descrito na alínea a, modelando-a na forma elipsoidal. Rola-se esta massa entre os dedos e a face esmerilhada da placa de vidro, com pressão suficiente, a fim de moldá-la na forma de um cilindro de diâmetro uniforme. O número de rolagens deverá estar compreendido entre 80 e 90 por minuto, considerando-se uma rolagem como o movimento da mão para a frente e para trás, retornando ao ponto de partida.

Quando o diâmetro do cilindro de solo atingir 3 mm, quebra-se-o em seis ou oito pedaços; amassa-se, a seguir, com os dedos, os referidos pedaços até se obter uma massa de forma elipsoidal. Procede-se novamente à rolagem até formar um cilindro de 3 mm de diâmetro, juntando, amassando e rolando, repetidamente, até que o cilindro de solo desagregue sob a pressão requerida para a rolagem e não seja mais possível formar um novo cilindro com o solo. A desagregação pode ocorrer quando o cilindro de solo apresentar um diâmetro maior do que 3 mm. Este deve ser considerado um estágio final satisfatório, tendo em vista que o solo foi antes rolado até atingir a forma de um cilindro de 3 mm de diâmetro.

A desagregação manifestar-se-á diferentemente, conforme o tipo do solo. Alguns solos se desagregarão em numerosos pequenos aglomerados de partículas. Outros, poderão formar uma camada externa, tubular, que começa a desagregar em ambas as pontas, progredindo em direção ao meio e, finalmente, o cilindro rompe em vários pedaços pequenos. Solos muito argilosos requerem mais pressão da mão para a deformação do cilindro, particularmente quando se aproxima do limite de plasticidade, quando, então, o cilindro parte-se em uma série de segmentos, com a forma de tubo, cada um com cerca de 6 a 10 mm de comprimento. Dificilmente o operador poderá produzir a desagregação do cilindro exatamente com 3 mm de diâmetro, a não ser reduzindo o número de rolagens, a pressão da mão, ou ambos e continuando a operação, sem deformação posterior, até que o cilindro se desagregue.

É permitido, entretanto, reduzir a quantidade total de deformações, no caso de solos pouco plásticos fazendo com que o diâmetro inicial da massa de solo de forma elipsoidal se aproxime dos requeridos 3 mm de diâmetro final;

## HISTÓRICO:

Aprovado pelo CA em 16/04/64  
Proc. 18.769/64

## MODIFICAÇÕES:

h) c) ao se fragmentar o cilindro, transferem-se imediatamente os seus pedaços para o recipiente e determina-se a umidade pela fórmula:

$$h = \frac{P_h - P_s}{P_s}$$

em que:

h — teor de umidade, em percentagem;

P<sub>h</sub> — peso do material úmido;

P<sub>s</sub> — peso do material seco em estufa a 105° - 110° C, até constância de peso.

Fazem-se as pesagens com a aproximação de 0,01 g;

d) repetem-se as operações anteriores até que se obtenham 3 valores que não difiram da respectiva média de mais de 5%.

## 5. RESULTADO

O limite de plasticidade é expresso pela média dos teores de umidade obtidos como foi indicado.

NOTAS: 1 - Calcula-se o índice de plasticidade de um solo pela diferença numérica entre o limite de liquidez e o limite de plasticidade;

2 - quando o limite de liquidez ou limite de plasticidade não puderem ser determinados, anota-se o índice de plasticidade como NP (não plástico);

3 - quando o solo for extremamente arenoso, o ensaio do limite de plasticidade deve ser feito antes do ensaio do limite de liquidez. Se o limite de plasticidade não puder ser determinado, anotar ambos como NP (não plástico);

4 - quando o limite de plasticidade for igual ou maior do que o limite de liquidez anota-se o índice de plasticidade como NP (não plástico).

## 6. REFERÊNCIA

A elaboração deste Método foi realizada tomando-se como referência:

- DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE PLASTICIDADE DE SOLOS  
- ABNT MB-31-69
- DETERMINING THE PLASTIC LIMIT OF SOILS  
- AASSH TD - T - 90-70



## DETERMINAÇÃO DA UMIDADE PELO MÉTODO EXPEDITO DO ÁLCOOL

Método de Ensaio  
DNER – ME 88-64

## 1. OBJETIVO

Este Método fixa o modo pelo qual se determina a umidade de solos e de agregados miúdos pelo emprego de álcool etílico.

A umidade se determina pela adição de álcool à amostra e sua posterior queima.

NOTA – Este Método é empregado quando autorizado pela Fiscalização da obra.

## 2. APARELHAGEM

A aparelhagem necessária é a seguinte:

- a) balança com capacidade de 200 g, sensível a 0,01 g;
- b) cápsula metálica de fundo perfurado e suporte (figura);
- c) espátula de aço com lâmina flexível com ponta arredondada com cerca de 8 cm de comprimento e 2 cm de largura;
- d) pinça metálica;
- e) álcool etílico;
- f) peneira de 2,0 mm, de acordo com a Especificação "Peneiras de malhas quadradas para análise granulométrica de Solos", ABNT EB-22R.

## 3. AMOSTRA

Tomam-se cerca de 50 g do solo a ser ensaiado, passando na peneira de 2,0 mm.

## 4. ENSAIO

- a) Pesa-se a cápsula e suporte ( $P_1$ );
- b) deposita-se na cápsula a amostra, tendo-se o cuidado de a espalhar em toda superfície;
- c) determina-se o peso da cápsula com a amostra úmida, inclusive o suporte ( $P_2$ );
- d) despeja-se quantidade adequada de álcool etílico na amostra, revolvendo-a com a espátula e inflamando a seguir o álcool; repete-se esta operação três vezes;
- e) pesa-se a cápsula com o solo seco e o suporte ( $P_3$ ).

## 5. CÁLCULOS

- a) Determina-se o peso da amostra úmida pela diferença  $P_2 - P_1 = P_h$ ;
- b) determina-se o peso da amostra seca pela diferença  $P_3 - P_1 = P_s$ ;
- c) determina-se a umidade pela fórmula:

$$h = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100$$

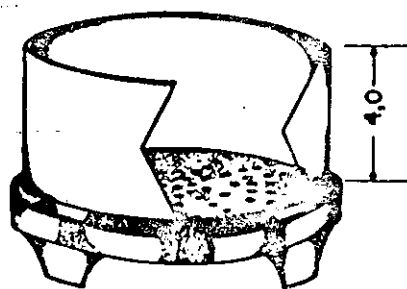
em que:

- h – umidade, em percentagem;  
 $P_h$  – peso da amostra úmida;  
 $P_s$  – peso da amostra seca.

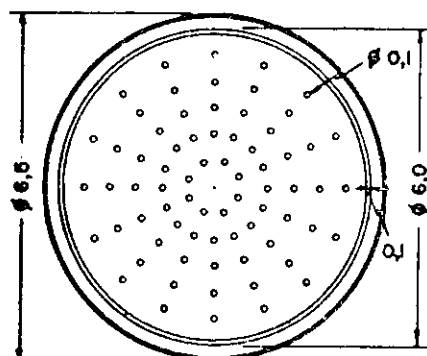
## HISTÓRICO:

Aprovado pelo CA em 16/04/64  
Proc. 18.769/64

## MODIFICAÇÕES:



PERSPECTIVA



VISTA DE CIMA

COTAS em cm

**CÁPSULA METÁLICA DE FUNDO PERFURADO PARA DETERMINAÇÃO DA UMIDADE PELO PROCESSO DO ÁLCOOL**

**6. REFERÊNCIA**

A elaboração deste Método foi realizada tomando-se como referência:

- NORMA PARA DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE DE SOLOS - LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL DE LISBOA (L.N.E.C.) - S.2-53.

## II – MÉTODOS E INSTRUÇÕES DE ENSAIOS

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA APARENTE DO SOLO,  
"IN SITU", COM EMPREGO DO FRASCO DE AREIAMétodo de Ensaio  
DNER – ME 92-64

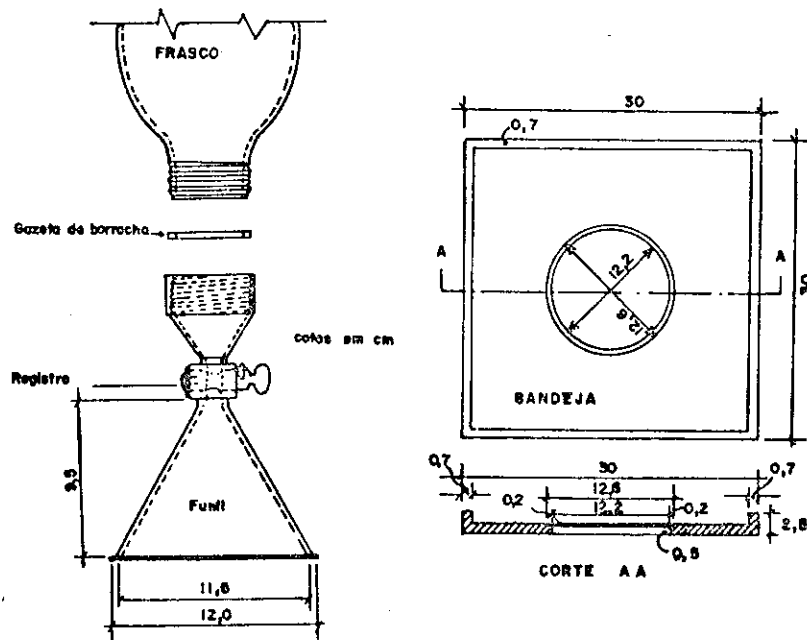
## 1. OBJETIVO

Este Método fixa o modo pelo qual se determina, por intermédio do frasco de areia, a massa específica aparente do solo, "in situ". Aplica-se ao subleito e às diversas camadas de solo do pavimento.

## 2. APARELHAGEM

A aparelhagem necessária é a seguinte:

- a) Frasco de vidro, metálico ou de plástico, com 3,5 litros de capacidade, dotado de gargalo rosqueado e funil provido de registro e de rosca para se atarraxar ao frasco, de acordo com a figura;
- b) bandeja quadrada de alumínio com cerca de 30 cm de lado, com bordos de 2,5 cm de altura, com orifício circular no centro, dotado de rebaixo para apoio do funil referido no item anterior, de acordo com a figura;
- c) pá de mão;
- d) balança com capacidade de 10 kg, sensível a 1 g;
- e) talhadeira de aço com 30 cm de comprimento;
- f) martelo de 1 kg;
- g) recipiente que permita guardar amostra sem perda de umidade, antes de sua pesagem;
- h) estufa capaz de manter a temperatura entre 105° e 110° C, ou instrumental que permita a determinação da umidade segundo os métodos DPT M 52 e DPT M 88;
- i) balança com a capacidade de 1 kg, sensível a 0,1 g;
- j) areia (fração compreendida entre 0,8 mm e 0,6 mm) lavada, seca e de massa específica aparente  $\mu_a$ , determinada conforme o item 4.



## HISTÓRICO:

Aprovado pelo CA em 16/04/64  
Proc. 18.769/64

## MODIFICAÇÕES:

## 3. ENSAIO

## DETERMINAÇÃO DO PESO DA AREIA CORRESPONDENTE AO VOLUME DO FUNIL E DO REBAIXO DO ORIFÍCIO NA BANDEJA.

- a) Monta-se o conjunto frasco + funil, estando o frasco cheio de areia, e pesa-se ( $P_1$ );
- b) instala-se o conjunto frasco + funil sobre a bandeja citada em 2b e esta sobre uma superfície plana; abre-se o registro, deixando a areia escoar livremente até cessar o seu movimento no interior do frasco; fecha-se o registro, retira-se o conjunto frasco + funil, e pesa-se o conjunto frasco + funil, estando o frasco com a areia restante ( $P_2$ );
- c) o peso da areia deslocada, que encheu o volume do funil e do rebaixo do orifício da bandeja, será:

$$P_3 = P_1 - P_2$$

4. DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA APARENTE DA AREIA,  $\mu_a$ .

- a) Monta-se o conjunto frasco + funil, estando o frasco cheio de areia, e pesa-se ( $P_4$ );
- b) coloca-se o conjunto frasco + funil sobre a bandeja e esta sobre o bordo de um cilindro, com volume V conhecido, tendo 10 a 15 cm de altura e diâmetro igual ou menor do que o orifício circular da bandeja; abre-se o registro, deixando a areia escoar livremente até cessar o seu movimento no interior do frasco e fecha-se o registro; retira-se o conjunto frasco + funil, estando o frasco com a areia restante, pesando-o ( $P_5$ );
- c) o peso da areia que encheu o cilindro será:

$$P_6 = P_4 - P_5 - P_3$$

onde:

$P_3$  — é o valor obtido conforme o item 3;

d) a massa específica aparente da areia será:

$$\mu_a = \frac{P_6}{V}$$

onde:

$\mu_a$  — massa específica aparente da areia ( $\text{g}/\text{cm}^3$ );

$P_6$  — valor obtido na alínea c) (g);

V — volume do cilindro ( $\text{cm}^3$ ).

## 5. DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA APARENTE DO SOLO, "IN SITU".

- a) limpa-se a superfície do solo onde será feita a determinação, tornando-a, tanto quanto possível plana e horizontal;
- b) coloca-se a bandeja nessa superfície e faz-se uma cavidade cilíndrica no solo, limitada pelo orifício central da bandeja e com profundidade de cerca de 15 cm;
- c) recolhe-se na bandeja o solo extraído da cavidade, pesando-o ( $P_h$ );
- d) tomam-se, imediatamente, cerca de 100 g deste solo e determina-se a umidade (h) pelo processo da estufa, do "Speedy" ou do álcool;
- e) pesa-se o conjunto frasco + funil, estando o frasco cheio de areia e pesa-se ( $P_7$ );
- f) instala-se o conjunto frasco + funil, de modo que o funil fique apoiado no rebaixo do orifício da bandeja. Abre-se o registro do frasco, deixando a areia escoar livremente até cessar o seu movimento no interior do frasco. Fecha-se o registro, retira-se o conjunto frasco + funil, pesando o conjunto com a areia que nele restar ( $P_8$ ).

## 6. CÁLCULOS E RESULTADOS

*Peso da areia deslocada ( $P_9$ )* — determina-se pela diferença:

$$P_9 = P_7 - P_8$$

7. *Peso da areia que enche a cavidade no solo ( $P_{10}$ )* — determina-se pela diferença entre o peso da areia deslocada ( $P_9$ ) e o peso da areia determinado conforme o item 3 ( $P_3$ ):

$$P_{10} = P_9 - P_3$$

8. *Massa específica aparente do solo úmido "in situ" ( $\mu_h$ )* obtém-se pela fórmula:

$$\mu_h = \mu_a \cdot \frac{P_h}{P_{10}}$$

9. *Massa específica aparente do solo seco, "in situ" ( $\mu_s$ )* obtém-se pela fórmula:

$$\mu_s = \mu_h \cdot \frac{100}{100 + h}$$

#### GRAU DE COMPACTAÇÃO

10. Obtém-se o grau de compactação pela fórmula:

$$GC = \frac{\mu_s}{\mu_{sl}} \times 100$$

em que:

$\mu_s$  = massa específica aparente do solo seco, "in situ";

$\mu_{sl}$  = massa específica aparente do solo seco, obtida em laboratório, de acordo com o método exigido para a obra.

#### 11. REFERÊNCIA

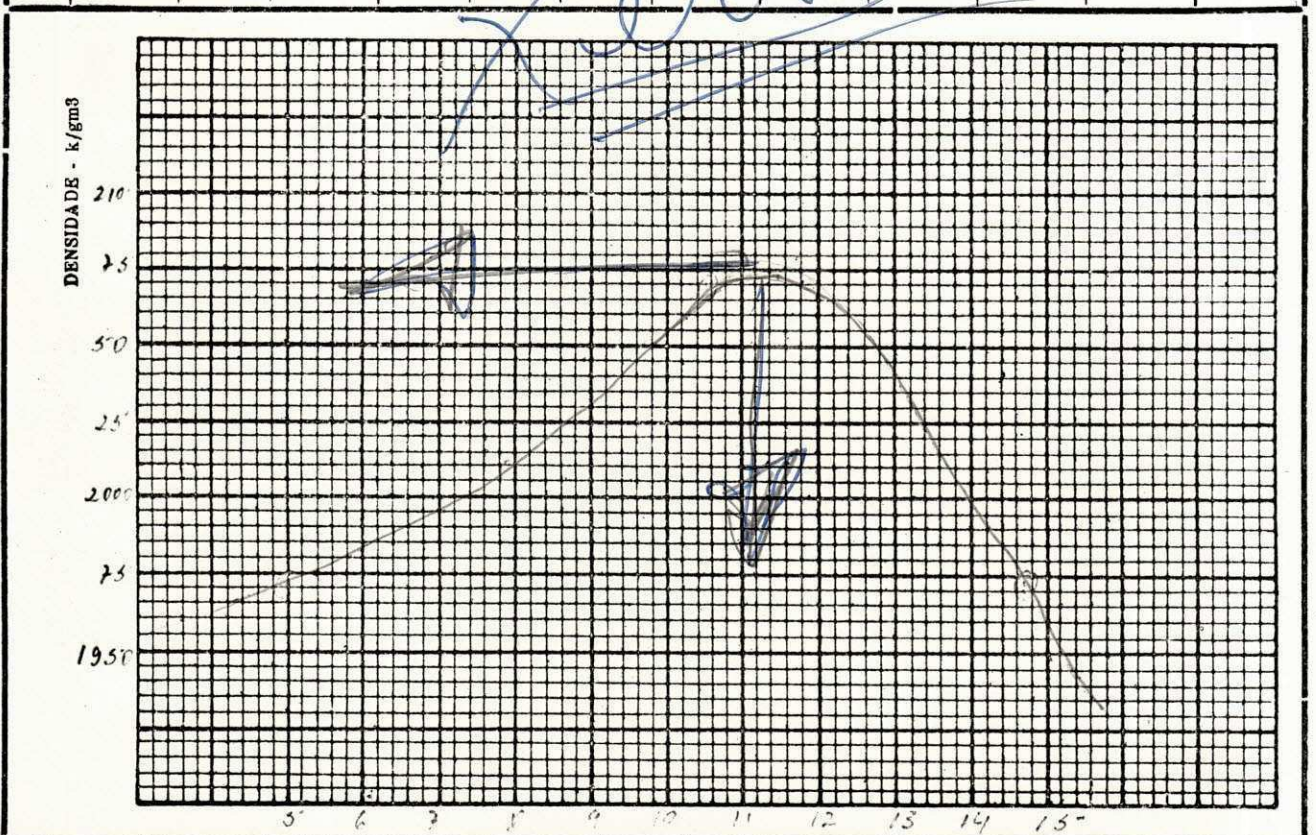
A elaboração deste Método foi realizada tomando-se como referência:

– DENSITY OF SOIL IN PLACE BY THE SAND-CONE METHOD ASTM D 1556-58 T



Umidade Higroscópica	%	%	Molde N.*	05	Densidade Máxima
Capsula - N.*	29		Volume do Molde	2108	2074 kg/m <sup>3</sup>
Peso Bruto Úmido	21,72		Peso do Molde	4380	
Peso Bruto Seco	21,10		Peso do Soquete	4536	Umidade Ótima
Peso Bruto Seco	0,32		Espessura do Disco Espaçador	2 1/2"	
Peso da Capsula	6,00		Golpes/Camada	26	11,5%
Peso da Água			N.º de Camadas	05	
Peso do Solo Seco	1540				
Umidade - %					
Umidade Média	2,0				

PONTO	Peso Bruto Úmido	Peso do Solo Úmido	Densidade do Solo Úmido	DETERMINAÇÃO DA UMIDADE							UMIDADE MÉDIA o/o	Densidade do Solo Seco km/m <sup>3</sup>
				Capsula N.º	Peso Bruto Úmido	Peso Bruto Seco	Peso da Capsula	Peso da Água	Peso do Solo Seco	Umidade o/o		
1	8750	4370	2073	4	23,64	24,75	6,80	0,89	17,95	5,0	1974	
2	8950	4570	2167	7	20,75	19,65	5,80	1,30	13,85	7,9	2009	
3	9150	4820	2286	10	19,00	17,75	5,90	1,25	11,85	10,5	2069	
4	9150	4770	2263	1	21,59	19,60	6,17	1,99	13,50	14,7	1972	
5												
6												
7												



Rodovia:	Trecho:	Sub-Trecho
Pb-121	BR-250 - FELICIAHOS	
Proced.: Saib.-Subleito	Localiz.: Furo-Estaca	Lado E-X-D
CR11111	319	
Profund.: -cm-	Registro N.*	
	1360	
Laboratório:	Operador:	Data:
D.E.R.		05/02/81
		Calculista:
		Visto:
(B.H.S.O.)		
COMPACTAÇÃO		

Capsula N.º	11	Capsula N.º	2105	200
Peso Bruto Úmido	50,00	Peso Bruto Úmido		
Peso Bruto Seco	49,15	Peso Úmido	2000,00	100,00
Peso da Capsula		Peso Retido na Pen. N.º 10		
Peso da Água		Peso Úmido Pass, Pen. N.º 10		
Peso do Solo Seco		Peso Seco Pen. N.º 10		
Umidade		Peso da Amostra Seca	2	3
Umidade Média	1,6			

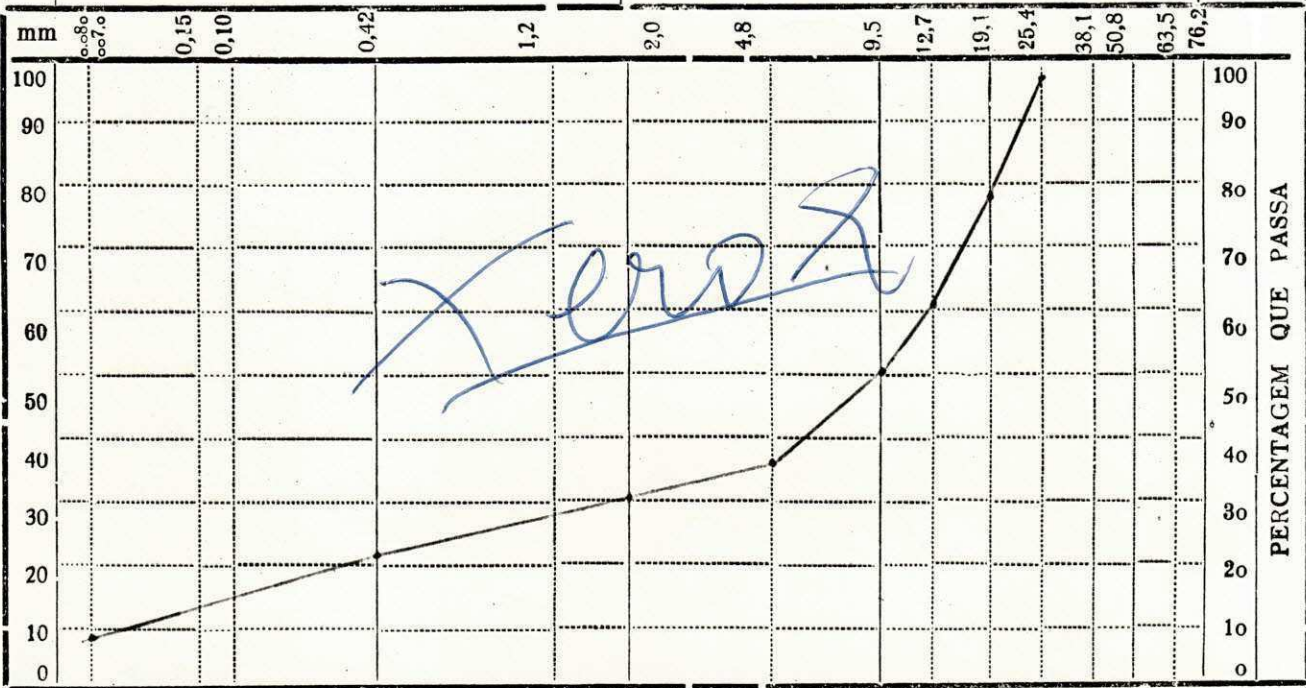
**PENEIRAMENTO**

1968,50 98,43

AMOSTRA TOTAL	Peneiras		Peso Retido Parcial	Peso Que Passa Acumulado	o/O Que Passa Am. Total	Peneira	CONSTANTES
	Pol	mm	Col. 1	Col. 2	Col. 3	Pol.	
	31/2"	88,9				31/2"	Col. 3-K1 - Col. 2
	3"	76,2				3"	K1 - $\frac{100}{2}$
	2 1/2"	63,5				2 1/2"	Col. 6-K2-Col. 5
	2"	50,8				2"	K2 - $\frac{4}{3}$ - 0,307
	1 1/2"	38,1				1 1/2"	Faixa "C" da Aasho
	1"	25,4	43,0	1905,50	97,8	1"	Observações
	3/4"	19,1	383,0	1542,50	78,4	3/4"	
	1/2"	12,7	338,5	1204,00	61,2	1/2"	
	3/8"	9,5	215,0	989,00	50,2	3/8"	
	N.º 4	4,8	272,5	716,50	36,4	N.º 4	
	N.º 10	2,0	122,9	593,6	430,2	N.º 10	
			Col. 4	Col. 5	Col. 6		
AMOSTRA PARCIAL	N.º 40	0,42	29,80	68,63	21,1	N.º 40	
	N.º 80	0,18				N.º 80	
	N.º 200	0,074	38,35	30,28	9,3	N.º 200	

**AREIA**

**PEDREGULHO**



Pol. 200	100	80	40	16	10	4	3/8	1/2	3/4	1 1/2	2	2 1/2	3
Rodovia: PB-121	Trecho: BR-230 - Pombal	Sub-Trecho:											
Proced.: Saib.-Subleito	Localiz.: Furo-Estaca 440	Lado E-X-D	Profund.: -cm-	Registro N.* 143.									
Laboratório: DER	Operador:	Data: 06-02-81	Calculista:	Visto:									

**GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO**

"BASE"



Registro		N.º					
Furo		N.º					
Profundidade -cm-	De	-	0	0	0	0	0
	A	-	20	18	20	19	18
Data		-					
Estaca		-	425	430	435	440	445
Posição		E-X-D	x	0	x	e	x
PESO DO FRASCO COM AREIA	Antes	A	7000	7000	7000	7000	7000
	Depois	B	4800	4750	5050	4650	4950
	Diferença	A-B	2120	2250	1950	2350	2050
Funil		N.º	02	02	02	02	02
Peso da Areia no Funil (g)		C	616	616	616	616	616
Peso da Areia no Furo (g)		A-B-C-P	1504	1634	1334	1734	1434
Densidade da Areia (g/dm3)		d	1281	1281	1281	1281	1281
Volume do Furo (dm3)		$v = \frac{P}{d}$	1174	1276	1041	1354	1119
Umidade		h%	4,5	4,1	5,2	4,7	4,4
Peso do Solo Úmido (g)		Ph	2560	2770	2320	3020	2460
Peso do Solo Seco (g)		$P_s = \frac{P_h}{100+h}$	2459	2661	2205	2875	2350
Dens. do Solo Seco (g/dm3)		$D_s = \frac{P_s}{V}$	2095	2085	2118	2123	2100
ENSAIO LABORATÓRIO	Registro	N.º					
	Dens. Máxima (g/dm3)	Dm	2060	2060	2060	2060	2060
	Umidade Ótima	H%	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8
Grau de Compactação		$\% \frac{D_s}{D_m}$	102%	101%	103%	103%	102%
UMIDADE							
Capsula		N.º					
Peso do Solo Úmido (g)		Phl					
Peso do Solo Seco (g)		Psl					
Peso da Água		Pa-Phl-Psl					
Umidade		$h\% = \frac{P_a}{P_{sl}}$					
Observações:							
Rodovia	Trecho:	Sub-Trecho					
121	BR 230 - POEIMTAS						
Procedência:	Operador:	Calculista:	Visto				
REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO			DENSIDADE "IN SITU" MÉTODO DO FRASCO DE AREIA				

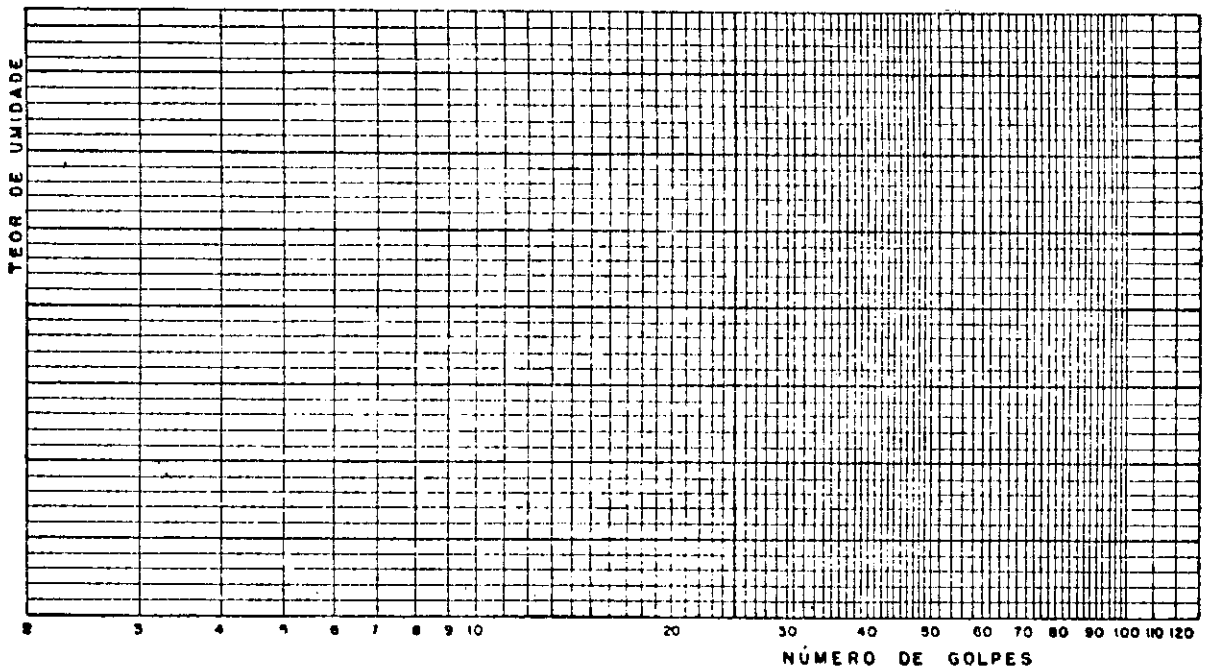


OBRA N.º 040 RODOVIA 1000  
 TRECHO 1000 REG. N.º 100  
 PROCEDENCIA (Sub-leito ou jazida) 1000  
 LOCALIZAÇÃO (Estaca ou furo) 1000  
 PROFUNDIDADE (cm) LABORATÓRIO  
 OPERADOR \_\_\_\_\_ CALCULO \_\_\_\_\_ VISTO \_\_\_\_\_

COBRAPA

**LIMITE DE LIQUIDEZ**

1	Cápsula	N.º						LL — ..... %
2	Golpes	N.º						
3	Peso bruto úmido	gr						<u>150.00</u>
4	Peso bruto seco	gr						DATA INICIAL
5	Peso da cápsula	gr						DATA FINAL
6	Peso da água	3-4						OPERADOR
7	Peso do solo seco	4-5						CALCULISTA
8	Umidade %	$\frac{6}{7} \times 100$						



**LIMITE DE PLASTICIDADE**

1	Cápsula	N.º						LP — ..... %
2	Peso bruto úmido	gr						IP = LL-LP — .... %
3	Peso bruto seco	gr						DATA INICIAL
4	Peso da cápsula	gr						DATA FINAL
5	Peso da água	2-3						OPERADOR
6	Peso do solo seco	4-3						CALCULISTA
7	Umidade %	$\frac{6}{6} \times 100$						

**LIMITE DE CONTRAÇÃO**

1	Cápsula	N.º						LC — ..... %
2	Peso bruto úmido	gr/cm³						RC — ..... %
3	Peso bruto seco	gr						DATA INICIAL
4	Peso da cápsula	gr						DATA FINAL
5	Peso do solo seco	gr						
6	Volume do Solo Seco	4-5						
7	Umidade %	cm³						
8	Limite de contração	$\frac{7}{9} - \frac{1}{2} \times 100$						

Companhia Brasileira de Pavimentação cgc 10.787.349 - Insc. 18.1.001.01140.7 - fones: 24.5932 e 24.5937 - praça do Carmo, 30 - e-ft. Igarassu s./902 a 905 - Insc. 18.1.001.01140.7 - Insc. 18.1.001.01140.7

Esquema do Estaqueamento e Quilometragem, Características  
Técnicas



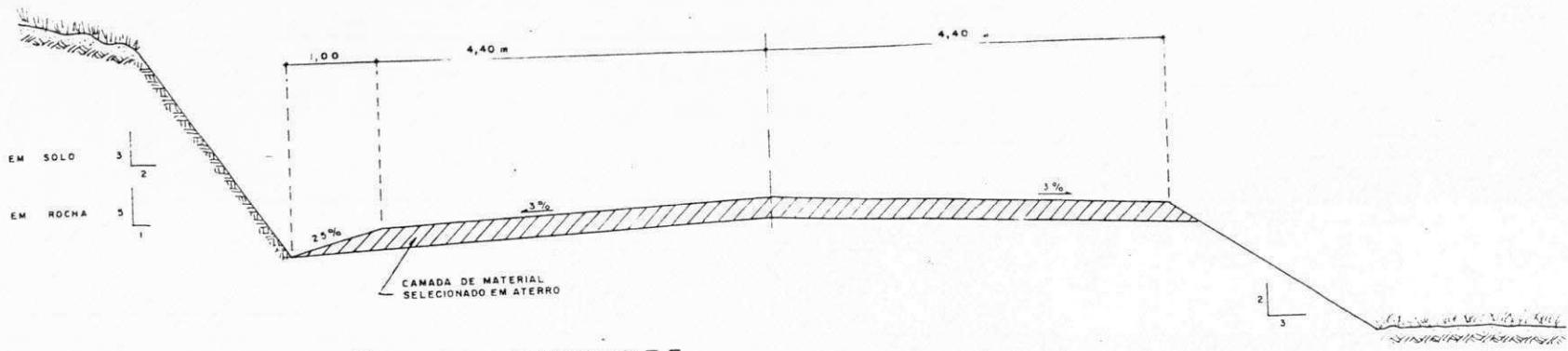
COMPRIMENTO DO TRECHO = 9.972 m

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE POCINHOS DO ESTADO DA PARAIBA	ELABORADO PELA: D. E. P.	PB-121 TRECHO: BR-230—POCINHOS	ESQUEMA DO ESTAQUEAMENTO E QUILOMETRAGEM	CÓDIGO
DER - PB				DATA:

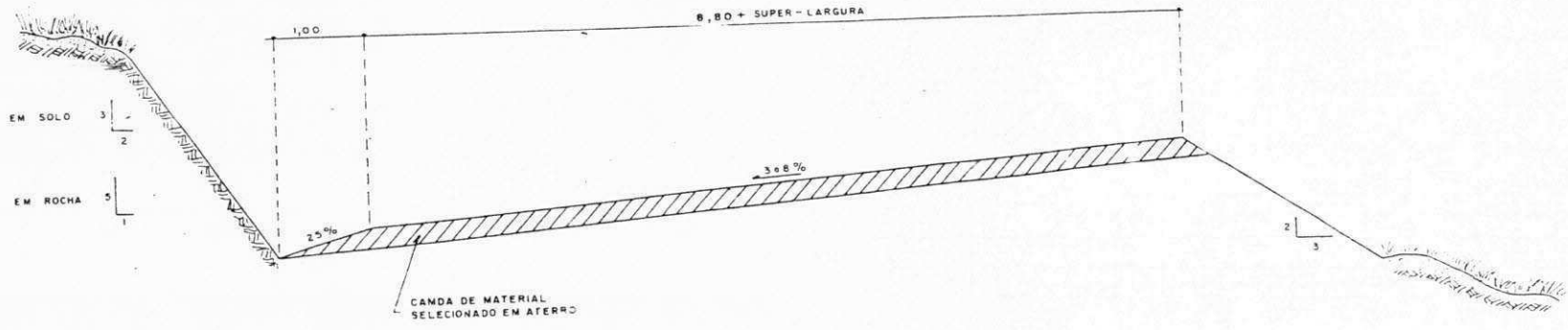
SUB-TRECHO	DESIGNAÇÃO		ACESSO		PB-121	
	LOCALIZAÇÃO (km)					
	EXTENSÃO (km)		1,533		8,438	
CLASSE			III		III	
FAIXA DE DOMÍNIO	(m)		40m		40	
EXTENSÃO TOTAL	* (m)		1.533,45		8.438,55	
EXTENSÃO EM CURVA	(m)		215,27		1.047,16	
% DE EXTENSÃO EM CURVA			14		12	
RAIOS DE CURVA	110	FREQUÊNCIA	1		-	
	200	EXTENSÃO	20,02		-	
	201	FREQUÊNCIA	1		9	
	600	EXTENSÃO	195,25		732,34	
	601	FREQUÊNCIA			4	
	1000	EXTENSÃO			270,16	
	>1000	FREQUÊNCIA			1	
	>1000	EXTENSÃO			44,66	
NÚMERO DE CURVAS POR km			1,33		1,55	
EXTENSÃO DA MAIOR TANGENTE (m)			724,47		1.196,40	
DECLIVIDADE MÁXIMA %			2,68		5,9	
COMP TOTAL DECLIVIDADE MAX (m)			133,45		500	
EXTENSÃO DA MAIOR RAMPA (m)			540		780	
EM RAMPA	INCLINAÇÃO	RAMPA	FREQUÊNCIA	EXTENSÃO	FREQUÊNCIA	EXTENSÃO
		0,1 - 2,0	3	940	8	3.338,55
		2,1 - 4,0	2	593,45	6	2.480
		4,1 - 6,0			6	2.620
		6,1 - 8,0				
		8,0 - 10,0				
		> 10,0				
EM NÍVEL			0			

ELABORADO POR DIVISÃO DE PROJETO E APROVADO POR	ELABORADO POR DIVISÃO DE PROJETO E APROVADO POR	PB-121 TRECHO BR-230 - POCINHOS	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	P-
D E P				

Seção Transversal da Terraplenagem e Seção Transversal da  
Rodovia

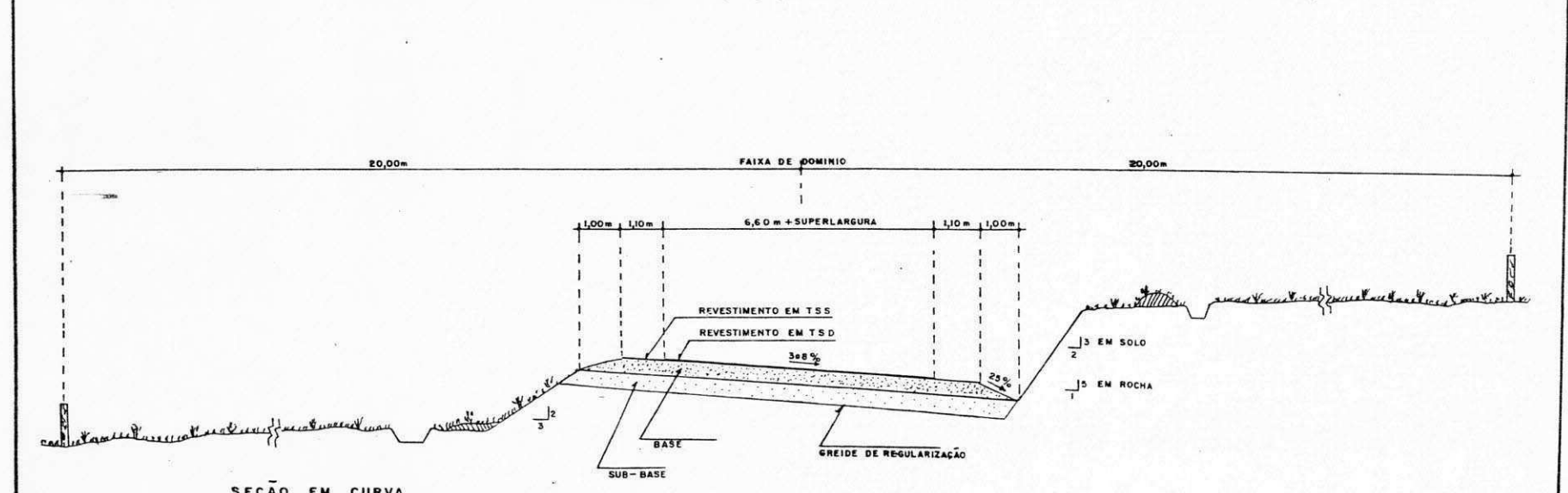
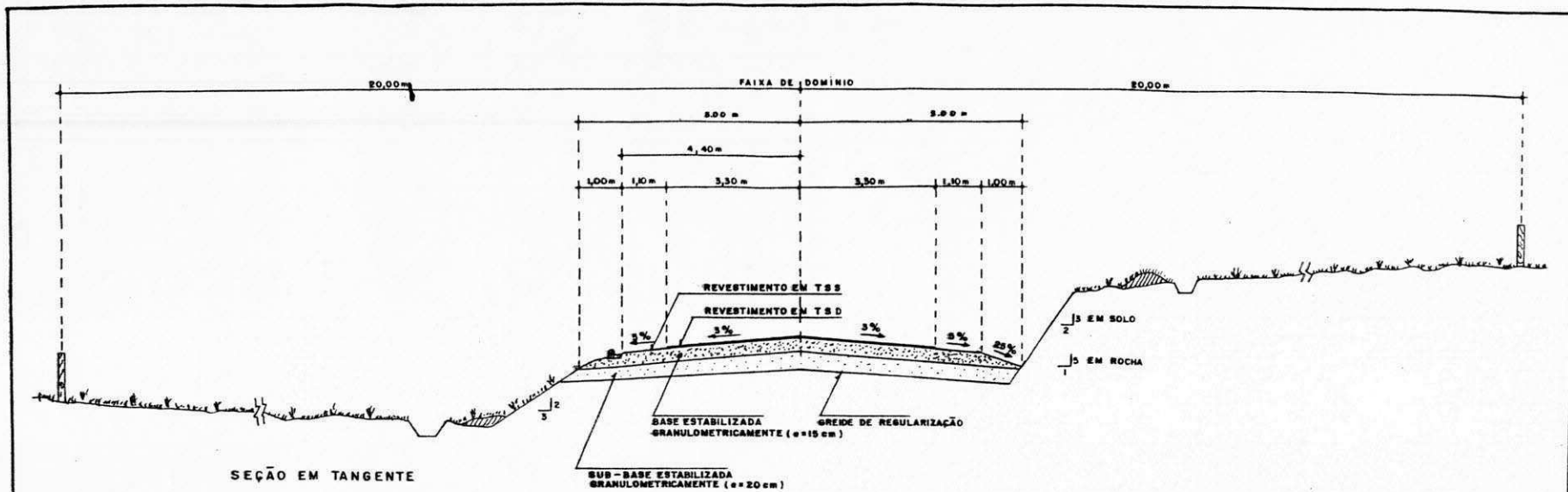


SEÇÃO EM TANGENTE



SEÇÃO EM CURVA

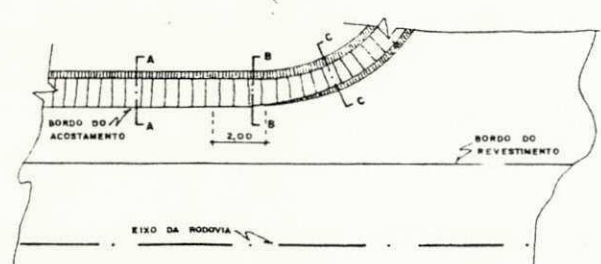
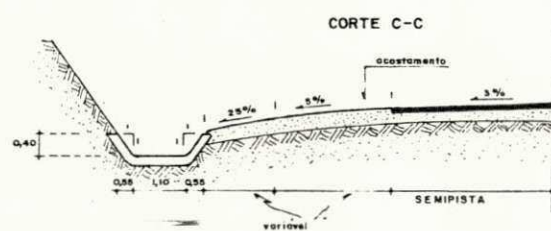
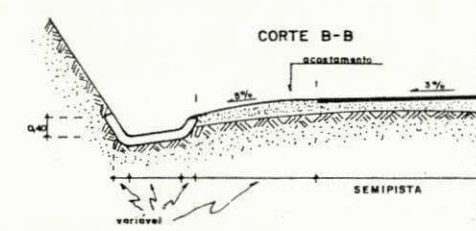
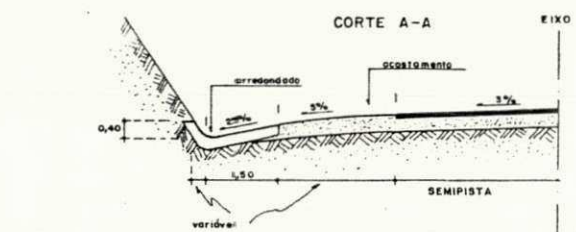
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DA PARAIBA DER - PB	ELABORADO PELA DIVISÃO DE ESTUDOS E PROJETOS DEP	RODOVIA - PG 121 TRECHO BR - 230 POCINHOS	SEÇÃO TRANSVERSAL DA TERRAPLENAGEM		CODIGO T.P - 01
					DATA



DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DA PARAIBA	ELABORADO PELA DIVISÃO DE ESTUDOS E PROJETOS	PB-121 TRECHO: BR-230-POCINHOS	SEÇÃO TRANSVERSAL DA RODOVIA	CÓDIGO PG-01
DER-PB	D. E. P.			DATA:

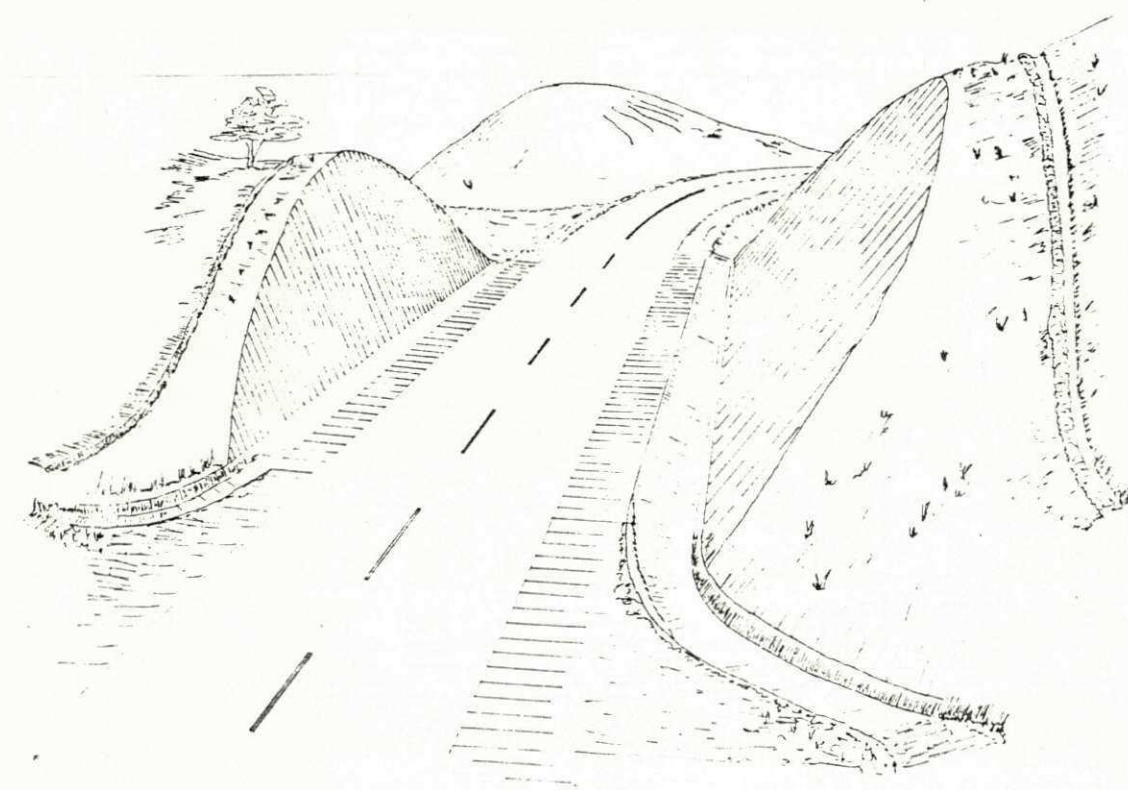


Sarjeta Revestida Meio Fio com Linha D'água, Calha, Entrada  
e Saída D'água, Valetas de Proteção

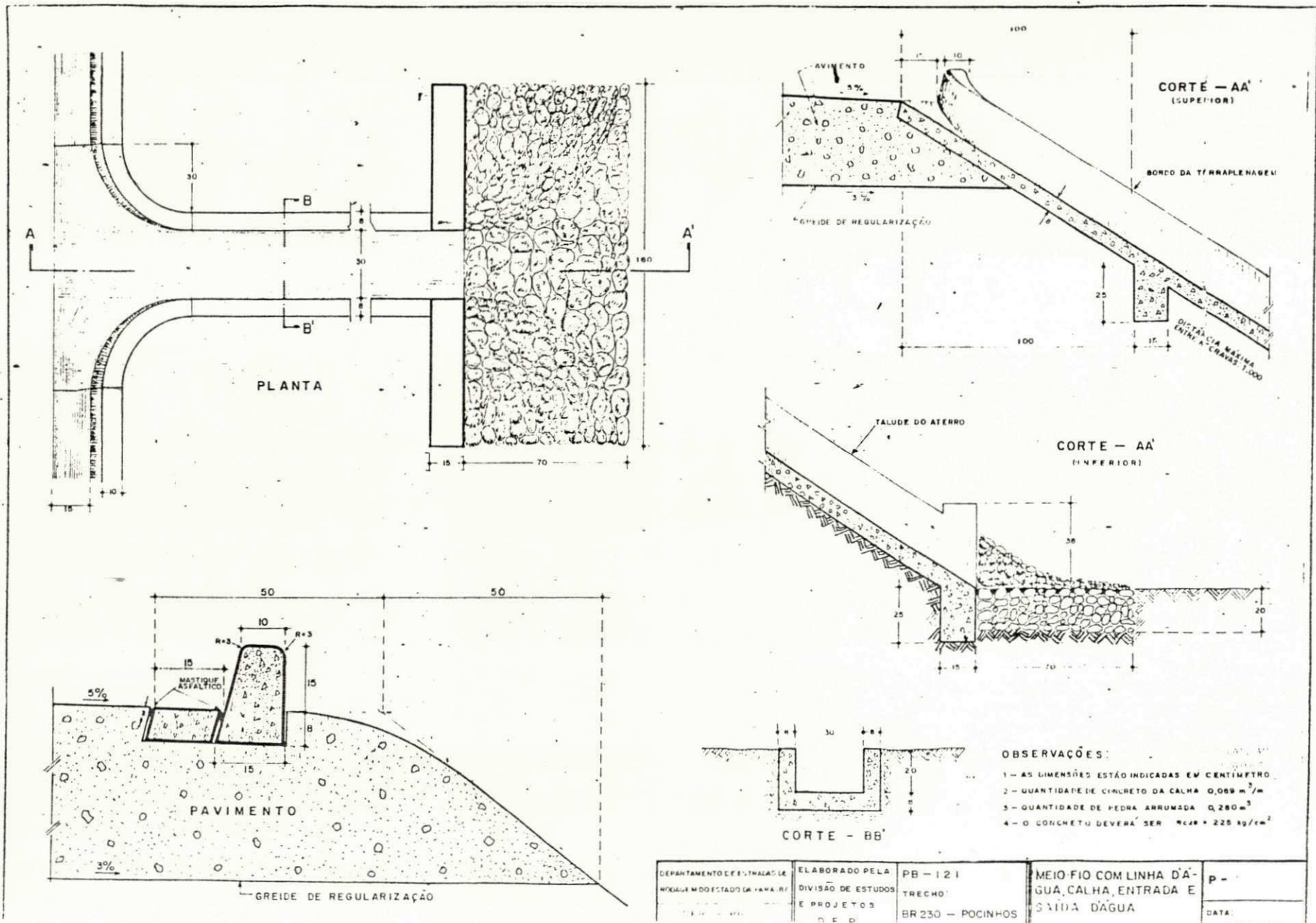


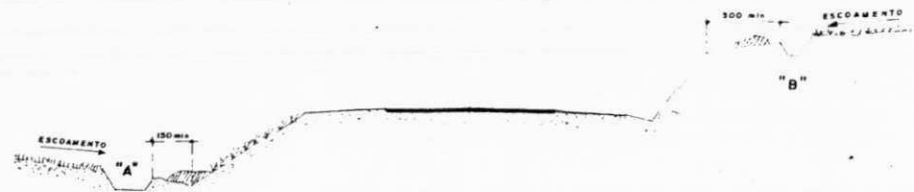
OBS 1) - A SARJETA SERÁ CONSTRUÍDA EM CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND COM  $f_{ck} = 225 \text{ kg/cm}^2$  E 0,08m DE ESPESURA QUANTIDADE 2,05 m<sup>2</sup>/m

2) - AS DIMENSÕES ESTÃO INDICADAS EM METRO



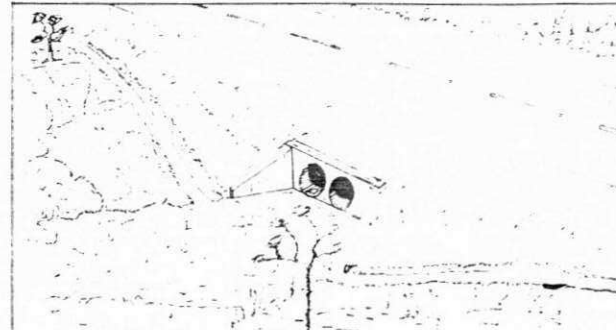
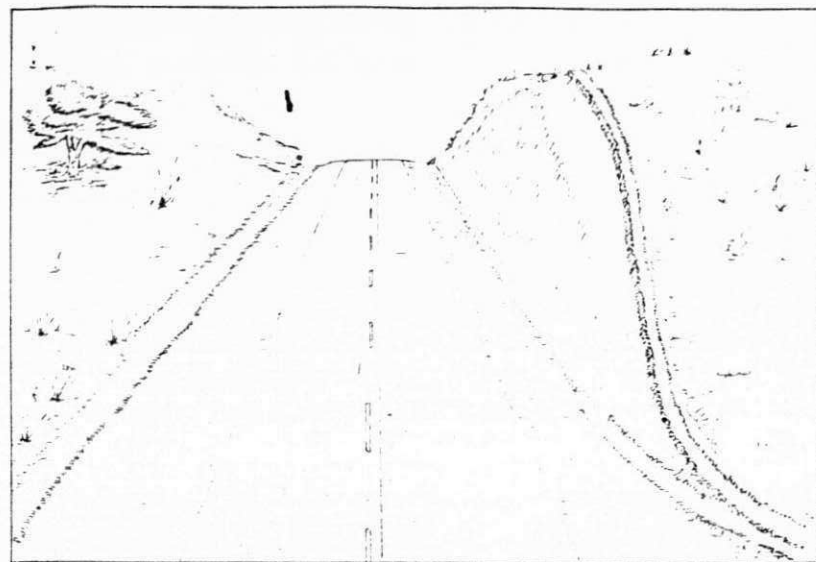
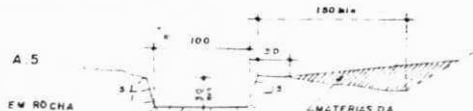
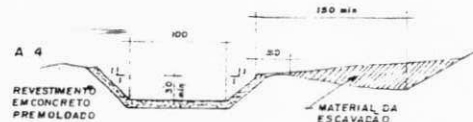
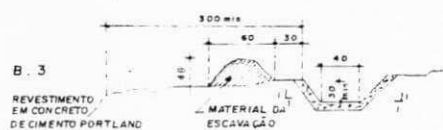
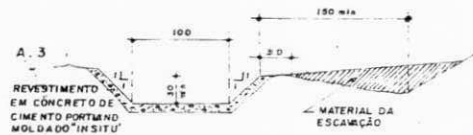
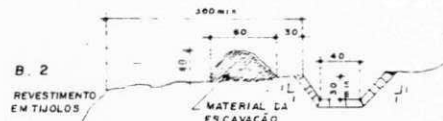
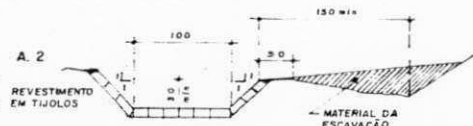
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE ROÇAGEM DO ESTADO DA PARAIBA	ELABORADO PELA DIVISÃO DE ESTUDOS E PROJETOS D.E.P.	PB-121 TRECHO: BR230 - POCINHOS	SARJETA REVESTIDA	P -
DER-PB				DATA





"A" VALETAS DE PROTEÇÃO EM ATERRO

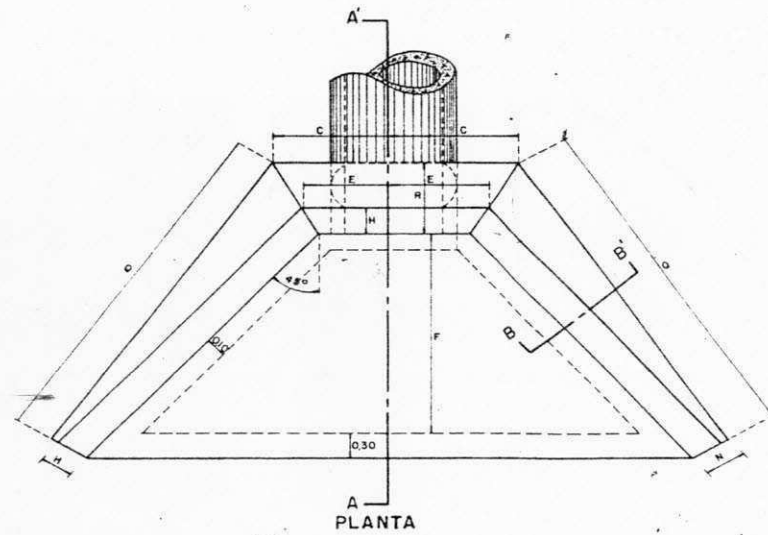
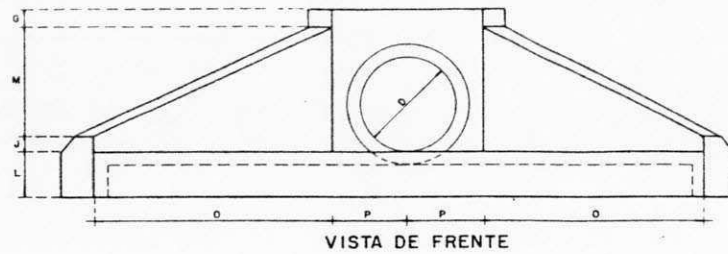
"B" VALETAS DE PROTEÇÃO EM CORTE



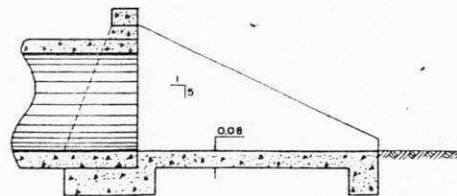
- 1- AS DIMENSÕES ESTÃO INDICADAS EM CENTÍMETROS
- 2- PARA OS TIPOS A.1 E B.1 O REVESTIMENTO VEGETAL DEVERÁ SE ESTENDER 1 METRO PARA CADA LADO, ALÉM DOS BORTOS
- 3- PARA OS TIPOS A.2 E B.2 O REVESTIMENTO SERÁ EM 2 CAMADAS DE TIJOLOS MÓDICO REJUNTADA COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA AO TRAÇO DE 1:4 E REVESTIDA COM A MESMA ARGAMASSA, NA ESPESURA DE 2CM
- 4- PARA OS TIPOS A.3 E B.3 O REVESTIMENTO SERÁ EM CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND, COM  $f_{ck} = 225 \text{ kg/cm}^2$ , MOLDADO "INSITU", COM ESPESURA DE 8CM
- 5- AS LAJOTAS DE CONCRETO PREMOLDADO TERÃO ESPESURA MÍNIMA DE 5CM (A.4 E B.4)
- 6- O MATERIAL PROVENIENTE DA ESCAVAÇÃO DEVERÁ SER COLADO NA POSIÇÃO INDICADA NO DESENHO, CONFORMADO E COMPACTADO MANUALMENTE

QUANTIDADES PARA AS DIMENSÕES MÍNIMAS	"A" VALETAS DE PROTEÇÃO EM ATERRO			"B" VALETAS DE PROTEÇÃO EM CORTE				
	TIPO	REVESTIMENTO VOLUME (m <sup>3</sup> /m)	REVESTIMENTO ÁREA (m <sup>2</sup> /m)	ESCAVAÇÃO (m <sup>3</sup> /m)	TIPO	REVESTIMENTO VOLUME (m <sup>3</sup> /m)	REVESTIMENTO ÁREA (m <sup>2</sup> /m)	ESCAVAÇÃO (m <sup>3</sup> /m)
	A.1				B.1			
	A.2				B.2			
	A.3				B.3			
	A.4				B.4			
	A.5				B.5			

Extremidade de Bueiro Simples Tubular



CORTE A - A'



CORTE B - B'

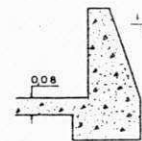


TABELA I

COMP.	DIMENSÕES EM METRO			
	$\phi = 0,60$	$\phi = 0,80$	$\phi = 1,00$	$\phi = 1,20$
C	0,58	0,77	0,95	1,10
D	0,60	0,80	1,00	1,20
E	0,48	0,64	0,80	0,92
F	0,90	1,20	1,50	1,80
G	0,12	0,15	0,15	0,15
H	0,20	0,25	0,30	0,30
J	0,12	0,15	0,15	0,15
L	0,30	0,40	0,45	0,45
M	0,72	0,95	1,15	0,15
N	0,22	0,28	0,33	0,33
O	0,90	1,20	1,50	1,80
P	0,38	0,50	0,63	0,75
Q	1,75	2,32	2,87	3,35
R	0,34	0,44	0,53	0,57

TABELA II

BUEIROS	VOLUME DE CONCRETO POR EXTREMIDADE - m <sup>3</sup>						
	ESCONSIDADE						
	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
$\phi = 0,60$	1,659	1,659	1,656	1,652	1,646	1,637	1,628
$\phi = 0,80$	2,214	2,212	2,209	2,203	2,195	2,183	2,167
$\phi = 1,00$	3,692	3,690	3,684	3,672	3,656	3,635	3,606
$\phi = 1,20$	4,867	4,863	4,854	4,837	4,813	4,780	4,738

TABELA III

ÁREA APROXIMADA DAS FORMAS - m <sup>2</sup>			
$\phi = 0,60$	$\phi = 0,80$	$\phi = 1,00$	$\phi = 1,20$
4,80	6,35	8,85	11,90

TABELA IV

VOLUME DE CONCRETO DA FUNDAÇÃO P/L = 1,00				
BUEIROS	$\phi = 0,60$	$\phi = 0,80$	$\phi = 1,00$	$\phi = 1,20$
SIMPLES	2,233	2,979	4,233	5,250

O B S E R V A Ç Õ E S

- 1 - USAR CONCRETO CICLÓPICO, CONTENDO 70% DE CONCRETO  $R_{c28} = 225 \text{ Kg/cm}^2$  E 30% DE PEDRA DE MÃO.
- 2 - O ASSENTAMENTO DOS TUBOS SERÁ FEITO SOBRE SOLO APOIADO A 95% OU MAIS DA MASSA ESPECÍFICA APARENTE MÁXIMA SECA DO ENSAIO DNER-ME 47/64. O SOLO DEVERÁ SER APOIADO EM CAMADAS DE 20cm / DE ESPESSURA.
- 3 - AS DIMENSÕES SÃO EM METRO.

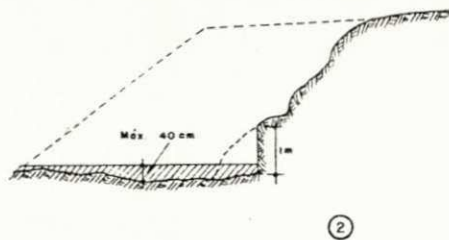
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DA PARAIBA	ELABORADO PELA DIVISÃO DE ESTUDOS E PROJETOS	PB - 121 TRECHO BR230 - POCINHOS	EXTREMIDADE DE BUEIRO SIMPLES TUBULAR	P - DATA
DER - PB	DEP			

Alargamento de Aterro, Regularização e Contrôles de Erosões

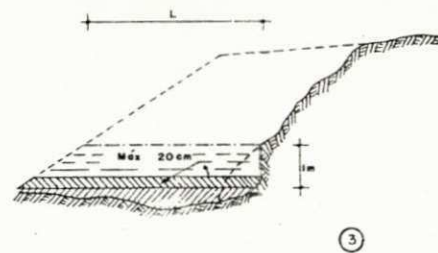
-MARCAÇÃO DO "OFFSET"



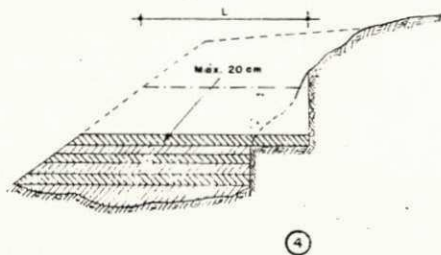
-LIMPEZA DA SAIA DO ATÉRRO E DO TERRENO ONDE SERÁ EXECUTADO O ALARGAMENTO, CORTE DA SAIA E REGULARIZAÇÃO DO TERRENO NATURAL, COMPACTAÇÃO DA 1ª CAMADA.



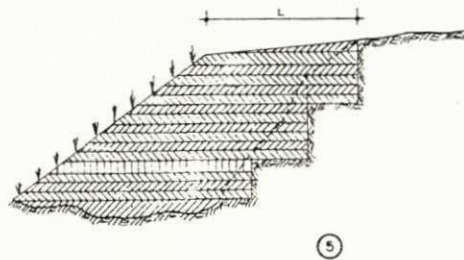
-EXECUÇÃO DA 2ª CAMADA COM MATERIAL DE EMPRÉSTIMO OU CORTE, PROCESSAMENTO IDÊNTICO ATÉ QUE A LARGURA "L" SEJA A MÍNIMA NECESSÁRIA PARA OPERAÇÃO DE EQUIPAMENTO.



EXECUÇÃO DE NOVO CORTE NO ATÉRRO EXISTENTE; PROCESSAMENTO IDÊNTICO ATÉ QUE A LARGURA "L" ATINJA O MÍNIMO PARA O TRABALHO DO EQUIPAMENTO; PROSSEGUIMENTO ATÉ ATINGIR AS COTAS DA PLATAFORMA (NOTA DE SERVIÇO)



REVESTIMENTO VEGETAL DA SAIA DO ATÉRRO



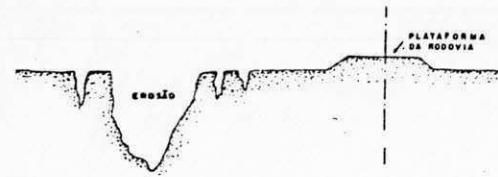
OBSERVAÇÕES

- 1 { NA EXECUÇÃO DA PRIMEIRA CAMADA DE REGULARIZAÇÃO SOBRE O TERRENO NATURAL, SERÁ PERMITIDA UMA ALTURA MÁXIMA DE 40 cm, APÓS COMPACTAÇÃO.
- 2 { CADA CAMADA SERÁ COMPACTADA
- 3 { O MATERIAL PROVINIENTE DE CADA CORTE DEVERÁ SER UTILIZADO NAS CAMADAS A COMPACTAR.
- 4 { SOMENTE APÓS A COMPACTAÇÃO DE TODAS AS CAMADAS DE UM DEGRÁU É QUE SERÁ EXECUTADO UM NOVO CORTE.
- 5 { ESTE PROCESSO DEVERÁ TAMBÉM SER UTILIZADO NO REPARO MECANIZADO DE TALUDES ERODIDOS OU AFETADOS POR ESCORREGAMENTO.

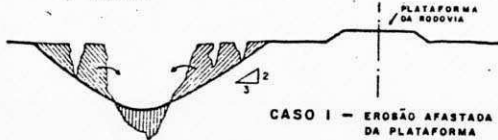
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DA PARAIBA	ELABORADO PELA DIVISÃO DE ESTUDOS E PROJETOS	PB - 121 TRECHO: BR-230-POCINHOS	ALARGAMENTO DE ATÉRRO	p -
DER - PB	D.E.P.			DATA



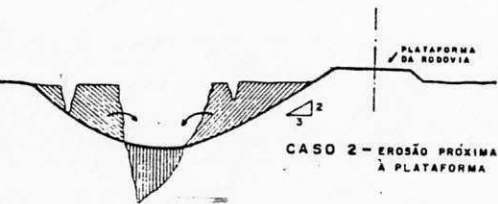
## REGULARIZAÇÃO DE GRANDES EROSÕES



FASE 1- PROCEDER A REGULARIZAÇÃO DOS TALUDES DA EROSÃO, UTILIZANDO O MATERIAL REMOVIDO NO ATERRO DO FUNDO DA VALA.

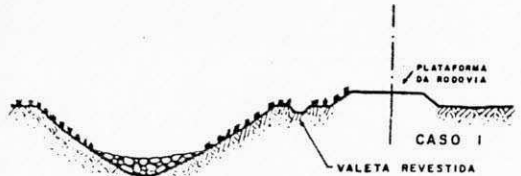


CASO 1 - EROSÃO AFASTADA DA PLATAFORMA

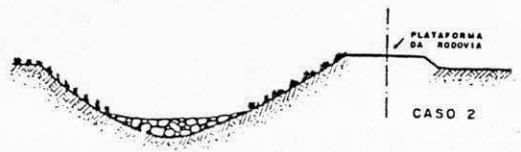


CASO 2 - EROSÃO PRÓXIMA À PLATAFORMA

FASE 2- EXECUTAR A GRAMAGEM DOS TALUDES E CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS SUCESSIVAS DE PEDRA ARRUMADA NO FUNDO DA VALA E VALETA REVESTIDA.

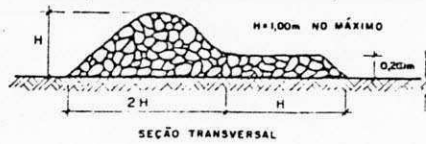


CASO 1  
VALETA REVESTIDA



CASO 2

### DETALHE DE BARRAGEM DE PEDRA ARRUMADA



SEÇÃO TRANSVERSAL



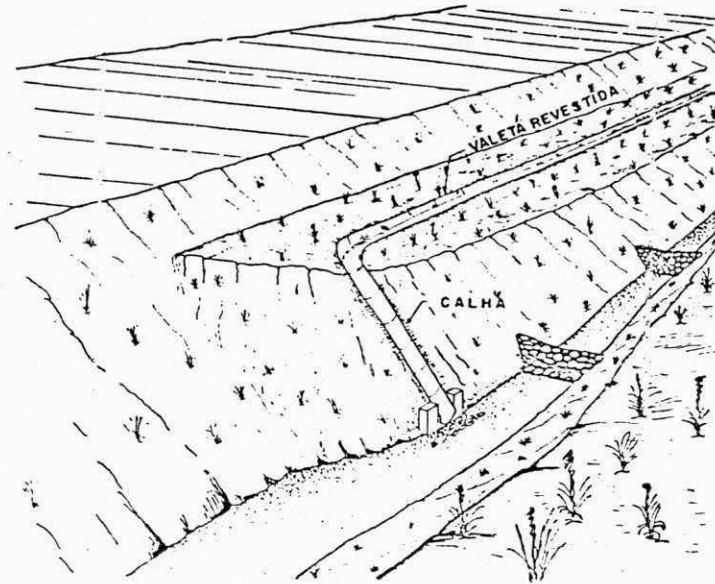
ESPAÇAMENTO ENTRE AS BARRAGENS



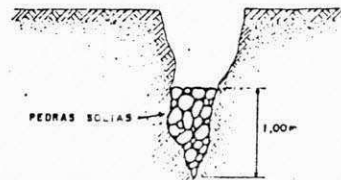
SEÇÃO LONGITUDINAL

- OBS. 1- O ESPAÇAMENTO ENTRE AS BARRAGENS SUCESSIVAS DEVERÁ SER TAL QUE HAJA UMA RAMPA DE 2% ENTRE A BASE DE UMA E O CORDOAMENTO DA SEGUINTE.  
 2- AS PEDRAS DEVERÃO TER PÉSO DE 30 A 50kg.  
 3- O LEITO NO LOCAL DAS BARRAGENS DEVE SER COMPACTADO NA ESPESURA DE 20cm.

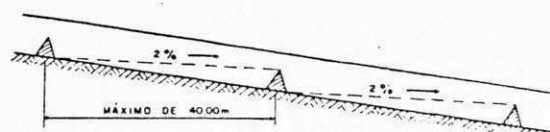
## PERSPECTIVA



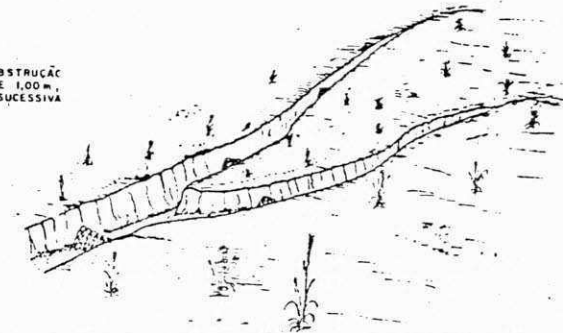
## REGULARIZAÇÃO DE PEQUENAS EROSÕES



DEVERÁ SER EFETUADA A OBSTRUÇÃO DAS EROSÕES NA ALTURA DE 1,00m, SOB A FORMA DE BARRAGEM SUCESSIVA



MÁXIMO DE 40,00m



## PERSPECTIVA

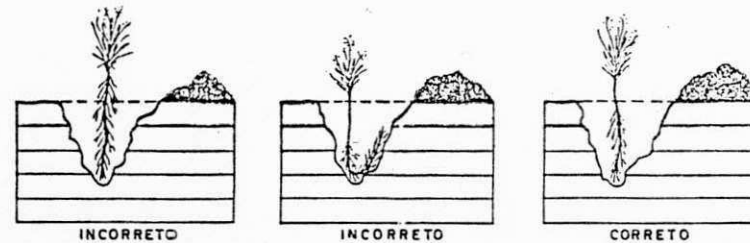
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RUDAGEM/DEPTA. DE TERRAPLENAGEM	ELABORADO PELA DIVISÃO DE ESTUDOS E PROJETOS	PB-121 TRECHO BR230 - POÇINHOS	REGULARIZAÇÃO E CONTROLE DE EROSÕES	p- LATA
---	--	--------------------------------	-------------------------------------	------------

Proteção Vegetal

O REVESTIMENTO VEGETAL DOS TALUDES SERÁ EXECUTADO POR MEIO DE MUDAS, LEIVAS OU HIDROSSEMEADURA. O PROCESSO A SER UTILIZADO NOS CORTES SERÁ SEMPRE A HIDROSSEMEADURA. NOS ATERROS, O PROCESSO SERÁ DEFINIDO PELA FISCALIZAÇÃO. OS PROCEDIMENTOS PARA A EXECUÇÃO, SERÃO OS SEGUIN-  
TES:

### 1 - PLANTIO DE MUDAS

SERÁ DE ACORDO COM O ESQUEMA ABAIXO:



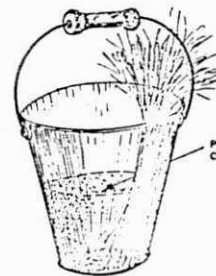
PLANTIO DAS MUDAS



AFASTAMENTO DAS MUDAS



INCORRETO



CORRETO

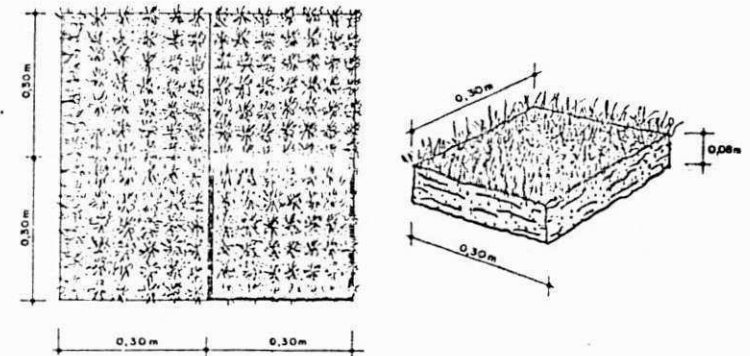
TRANSPORTES DAS MUDAS NO CAMPO

AS COVAS SERÃO PREENCHIDAS COM SOLO ORGÂNICO, ADICIONANDO-SE 5g, POR COVA, DE FERTILIZANTE DO TIPO SUPER-FOSFATO SIMPLES. SERÃO FEITAS IRRIGAÇÕES SEMANALMENTE E, UMA VEZ POR MÊS, DURANTE 6 MESES, A IRRIGAÇÃO SERÁ COM UMA SOLUÇÃO DE ÁGUA E URÉIA A 2%, A UMA RAZÃO DE 5 LITROS DE ÁGUA/m<sup>2</sup>.

### 2 - PLANTIO POR LEIVAS

AS LEIVAS SERÃO PREPARADAS EM SEMEITEIRAS. A LEIVA SERÁ CONSTITUÍDA POR: 1 PARTE DE TERRA VEGETAL, 2 PARTES DE SOLO ARGILOSO, E SUPER-FOSFATO SIMPLES, DE MODO A FORNECER UMA CONCENTRAÇÃO DE 50 g/m<sup>2</sup>.

O TRANSPORTE DOS BLOCOS DE MUDAS PARA O TALUDE SERÁ DE ACORDO COM O ESQUEMA ABAIXO. APÓS O PLANTIO, O TALUDE SERÁ IRRIGADO SEMANALMENTE, E, UMA VEZ POR MÊS, DURANTE 6 MESES, A IRRIGAÇÃO SERÁ COM UMA SOLUÇÃO DE ÁGUA E URÉIA A 2%, A UMA RAZÃO DE 5 LITROS D'ÁGUA/m<sup>2</sup>.



### 3 - HIDROSSEMEADURA

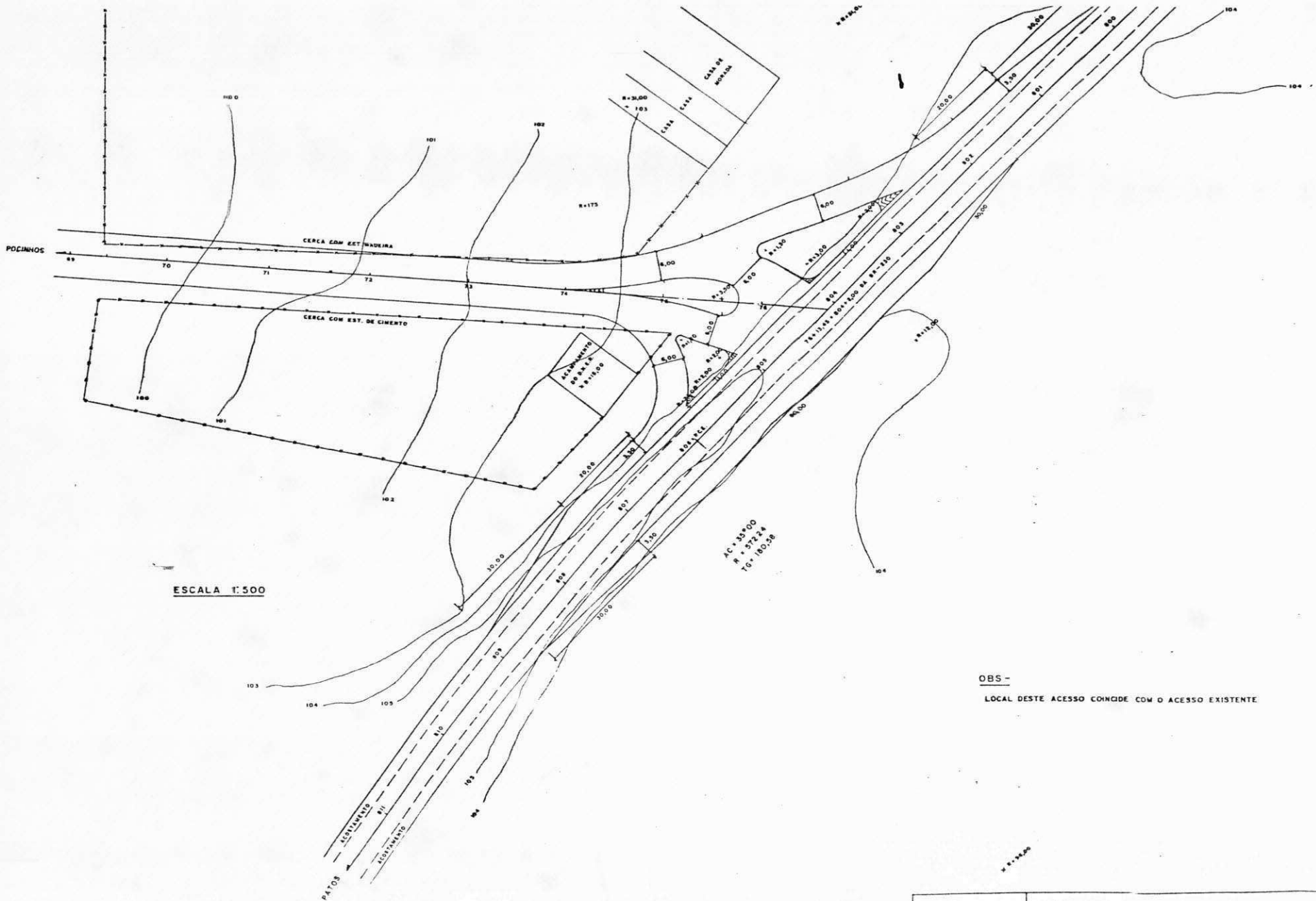
OS TALUDES DE CORTE ONDE SERÁ ADOPTADA A HIDROSSEMEADURA, NÃO DEVERÃO RECEBER ACABAMENTO COM LÂMINA DE MOTONIVELADORA.

A HIDROSSEMEADURA OBEDECERÁ AS SEGUINTE ETAPAS:

- APLICAÇÃO DA SOLUÇÃO COM SEMENTES, FERTILIZANTES, MATERIAL, ANTI-EROSIVO E DEFENSIVOS, SE NECESSÁRIO, EM TAXAS APROVADAS PELA FISCALIZAÇÃO, PARA CADA TIPO DE SOLO
- APLICAÇÃO DE UMA CAMADA DE FENO (MULCHING) E EMULSÃO ASFÁLTICA.
- IRRIGAÇÃO SEMANAL E, UMA VEZ POR MÊS, DURANTE 6 MESES, A IRRIGAÇÃO SERÁ COM UMA SOLUÇÃO DE ÁGUA E URÉIA A 2%, A UMA RAZÃO DE 5 LITROS D'ÁGUA/m<sup>2</sup>.

DEPARTAMENTO DE ESTUDOS DE MATERIAIS DE ESTADUA E FERRUGEM	ELABORADO PELA DIVISÃO DE ESTUDOS E PROJETOS	PB - 121 TRECHO	PROTEÇÃO VEGETAL	P -
---	--	--------------------	------------------	-----

Acesso à Pocinhos



ESCALA 1:500

OBS -  
LOCAL DESTA ACESSO COINCIDE COM O ACESSO EXISTENTE

RODOVIA PB-121		ACCESSO A POCINHOS			
DER		TRECHO BR-230 - POCINHOS			
		PROJETO	ESTACA	RATA	P.42.

Greide e Plnata da Rodovia