



# UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA

CAMPUS II – CAMPINA GRANDE – PB

ESTÁGIO SUPERVISIONADO

ALUNO: FLÁVIO CELESTINO

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
AVENIDA APRÍGIO VELOSO, 882 - Cx. Postal 518  
TELEX: 0832211 - FONE: (083) 321.7222  
58.100 - CAMPINA GRANDE – PB  
BRASIL



Biblioteca Setorial do CDSA. Outubro de 2021.

Sumé - PB




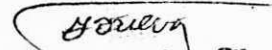
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DA PARAIBA

D E C L A R A Ç Ã O :

Declaramos, atendendo a pedido da parte interessada, que o senhor: Flavio Celestino, estagiou neste Departamento de Estradas de Rodagem da Paraíba ( D.E.R.-PB ), na qualidade de aluno do Curso de Engenharia Civil, da Universidade Federal da Paraíba, Campos de Campina Grande-Pb, exercendo suas atividades no Escritório de Fiscalização do 4º Distrito Geo-Administrativo, na Rodovia-BR-104 Trecho-Remígio-Barra de Santa Rosa, no período de 11 de janeiro/82 a 28 de fevereiro de 1.982.

Remígio, 01 de março de 1.982

  
ANTÔNIO DA CUNHA ARAÚJO  
ENG. CHEFE - MATR. 5158

  
Joel Venâncio da Silva  
Chefe da Seção Administrativa

Ilmo. Sr. Coordenador do Curso de Engenharia Civil  
Centro de Ciências e Tecnologia  
Universidade Federal da Paraíba  
CAMPINA GRANDE - PB

O aluno FLÁVIO CELESTINO, regularmente matriculado no curso de Engenharia Civil deste Centro sob o número de matrícula 7711002-0, vem mui respeitosamente requerer que Vossa Senhoria se digne apreciar o relatório anexo, referente ao estágio supervisionado pelo Professor FRANCISCO EDMAR BRASILEIRO, determinando, portanto, a quantidade de créditos que faz jus ao relatório e a avaliação do referente orientador do mesmo sobre a participação do aluno.

Nestes termos  
Pede deferimento

Esperança, 19 de março de 1982.

  
FLAVIO CELESTINO

## A P R E S E N T A Ç Ã O

Este relatório se compõe da descrição dos ensaios de índice suporte califórnia, compactação do solo, análise granulométrica do solo, por peneiramento, equivalente de areia e limite de liquidez, realizados na execução da obra estradal e que definem o tipo de solo por onde foi construída a estrada no trecho em análise. Possui, portanto tabelas anexas que caracterizam os dados colhidos e calculados de acordo com a norma.

Consta também de um relato completo de como se processou este período estagiário, o que contou com a participação do aluno em prática no campo e o que foi visto pelo menos no que se referiu às atividades da empresa. A aparelhagem utilizada, fornecida pelo DER, proporcionou, portanto, os dados necessários para o preenchimento da caderneta de campo e locação feita no trecho Remígio - Barra de Santa Rosa - BR-104, onde se executou a obra.

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

- Ao DER, na pessoa dos Engenheiros Antonio da Cunha Araújo e Herminio Soares que muito contribuíram ao grande êxito desse estágio, referente aos conhecimentos adquiridos no mesmo.
- À UFPB, através do coordenador Carlos Fernandes Medeiros Filho, do Curso de Engenharia Civil, que proporcionou a oportunidade de participação em estágio, e ao professor Francisco Edmar Brasileiro, cuja orientação foi de grande importância no decorrer do período.
- À ENARQ, pela aceitação e oportunidade de conhecimentos das atividades realizadas na empresa.
- À todos que direta ou indiretamente deram sua contribuição para a realização deste.

## O B J E T I V O

O estágio tem a finalidade de pôr o aluno em presença da prática, isto é, mostrar a sua responsabilidade e participação diante de uma obra em determinado ramo de seu curso. E o objetivo do relatório, portanto, é descrever e relatar o que foi colhido e realizado no período estagiário. Este determinado período de tempo põe o aluno a par do que foi executado na obra, os passos dados para tal realização, e as maneiras corretas de como se processam os mesmos para que se obtenha os resultados perfeitos da obra elaborada. O relatório é o documento probatório que fixa os conhecimentos adquiridos.

## I N D I C E

- Introdução	01
- Locação	02
- Nivelamento e Contra Nivelamento	02
- Seções Transversais	02
- Desenhos das Seções Transversais	03
- Cubação	03
- Levantamento Planimétrico	03
- Cálculo de Off - Set	04
- Explicação Geral	04
- Revestimento	06
- Processo de Imprimação	06
- Cortes	06
- Empréstimos	07
- Aterros	07

### ENSAIOS

- Compactação de Solos	08
- Determinação da Massa Específica Aparente do Solo "IN SITU" com emprego do Frasco de Areia	13
- Índice de Suporte California	17
- Análise Granulométrica de Solos por Peneiramento	22
- Equivalente de Areia	26
- Limite de Liquidez de Solos	31
- Conclusão	34



## I N T R O D U Ç Ã O

Para a construção de um trecho rodoviário, precisa-se levar em conta os passos que se fazem necessários em sua execução. Tem-se, primeiramente, o reconhecimento e a escolha da diretriz a seguir, que é feito pelo engenheiro da obra, acompanhado por um guia que conheça todos os caminhos da região. O reconhecimento é feito percorrendo-se a região e marcando-se as distâncias parciais aproximadas obtidas através da hora de partida e chegada, marcadas previamente, e anotando-se também as altitudes do caminho. Com isto, tem-se as possíveis diretrizes, e depois de feita a comparação dessas diretrizes, procede-se os trabalhos de exploração, que consiste num levantamento geral de uma determinada faixa de terreno por onde irá passar a estrada, e a distribuição de serviço será dividido em trechos que proporcionam a marcação de um alinhamento principal. Daí faz-se uma série de estudos que irão caracterizar o terreno e mostrar suas condições para a construção da obra. São feitos ensaios de granulometria, e equivalente de areia, etc., a fim de condicionar o tipo de material que será utilizado e que melhor se adapte às condições do terreno e da região para que a obra tenha duração máxima, em perfeitas condições de uso.

## LOCAÇÃO

A locação do eixo da estrada foi feita de 20 em 20 metros nas tangentes e 10 em 10 metros nas curvas.

Para facilitar o estaqueamento considerou-se um referencial de nível (RN) de 1000 em 1000 metros ao longo da estrada. Esse referencial é colocado, de preferência, em lugares visíveis e de difícil remoção, e tem por finalidade dar melhor orientação do eixo da rodovia, em determinadas estradas.

A numeração do estaqueamento foi feita em ordem decrescente, pois isso ocorreu devido melhores condições de locação do acampamento da construtora empreiteira (ENARQ).

A cada estaca longitudinal, marcou-se duas estacas transversais com distância simétrica de 2,50m definindo, portanto, os bordos da rodovia.

## NIVELAMENTO E CONTRA NIVELAMENTO

O nivelamento e contra nivelamento foi realizado geometricamente por meio de níveis de luneta, abrangendo todos os piques da locação da rodovia, levando em consideração que nos trechos retos de 20 em 20 metros e nos curvos de 10 em 10 metros.

## SEÇÕES TRANVERSAS

As seções transversais foram locadas por nivelamento geométrico, locadas em cada estaca.

## DESENHOS DAS SECÇÕES TRANSVERSAIS

O desenho da seção transversal é feito em papel milimetrado, mostrando assim como se apresenta cada seção ao longo da rodovia. Ela é feita através de levantamentos planimétricos, para fornecer as limitações da largura da rodovia, dando assim condições de calcular aterros e cortes durante cada camada ao longo da rodovia, ou seja cubação dos volumes de cortes e aterros.

## CUBAÇÃO

Faz-se a topografia dos trabalhos feitos em campo, anotando cortes e aterros em sua caderneta de campo, colhendo assim todos os dados necessários do levantamento. Após tomados estes dados em campo leva-se para o escritório a fim de traçar em papel milimetrado o greide dos determinados cortes e aterros, para uma posterior cubação.

A cubação é feita através dos desenhos das seções transversais tirando a área de cada seção. Daí faz-se o somatório total dos cortes e aterros dando assim o volume total acumulado e retirado.

## LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO

O levantamento planimétrico é feito ao longo da rodovia tomando uma faixa de domínio de 15 metros em cada lado da rodovia. Essas áreas após serem definidas são cercada em toda sua extensão com arame farpado para melhor segurança da rodovia.

## CÁLCULO DO OFF-SET

O off-set nos fornece elementos necessários para execução dos cortes e aterros ao longo da rodovia.

Podemos definir o off-set como sendo a projeção horizontal medida desde o final da plataforma até o ponto em que o talude atingir o terreno natural, isto é realizado para ambos os lados da pista, sendo obtidos o off-set esquerdo e direito.

Quando se refere a inclinação temos que o off-set em cortes é  $3/2$  e em aterro  $2/3$ .

## EXPLANAÇÃO GERAL

- Regularização
- Sub-base
- Base
- Pavimento

## REGULARIZAÇÃO

Através de análise, como resistência do solo, tamanho de grãos etc. Faz-se um prévio estudo do terreno que irá definir uma estrada, tendo-se assim uma informação acêrca do solo em que se irá trabalhar, para daí se processar o reforço do sub-leito.

Se a regularização for em terreno virgem tem-se então em primeira mão o desmatamento do terreno afim de se processar a regularização do mesmo. Se for em um leito de uma antiga rodovia se processará quase que identico ao terreno virgem, levando em conta apenas certas considerações como arrançamento, escarificação, etc.

Em síntese a regularização consiste em retirar a primeira camada de solo existente, isso devido não ser um solo apropriado, como também conter muitas substâncias orgânicas no solo.

Após feito esse processo faz-se a escarificação no solo com máquinas apropriadas removendo todo o material, procurando limpar o mais que possível através de termos chamados tombos. Depois de feito tal processo faz-se a compactação em camadas de 20 em 20 cm até obter o nível desejado para alcançar o reforço do sub-leito.

#### SUB-BASE

Na superfície do reforço do sub-leito estradal é feito uma escarificação na sua superfície para melhor aderência dos solos entre a próxima camada que irá receber que no caso é a sub-base.

Ela é feita em cima desse sub-leito com a finalidade de oferecer melhor consistência ao pavimento, pois ele requer maiores cuidados tais como material compactação, etc.

#### BASE

É nesse estágio em que tanto o material utilizado como também a compactação requer todos os cuidados possíveis, pois devido ela estar diretamente ligado ao pavimento irá receber maior reforço tanto assim que o material utilizado tem que ser de ótima qualidade apropriada as suas exigências ou seja material de certa granulometria pedregulhosa devido oferecer melhor índice de compactação.

## REVESTIMENTO

O revestimento contava com uma pista' de rolamento de 4 metros de largura, possuindo portanto do is metros de faixa de trafego com uma inclinação de 2% do eixo da rodovia até o acostamento sendo classificada assim como rodovia de 2<sup>a</sup> categoria.

Já o acostamento possuia 0,50m de largura com uma inclinação de 5% para cada lado da rodovia.

## PROCESSO DE IMPRIMAÇÃO

Concluida a base estar assim a rodovia preparada para receber as camadas asfalticas na seguinte ' ordem:

1) Solta-se uma primeira camada de asfalto seguida por outra de brita levando assim um determinado tratamento de brita durante um certo período de tempo

2) Após esse intervalo de tempo varre-se com vassoras mecânicas para uma outra camada de asfalto a 180°C seguida de outra camada de brita passando antes e após um rolo compactador liso para melhor penetração da brita com tratamento de asfalto, só então podemos liberar' o trafego com mais uma forma de aderencia entre brita e asfalto.

## CORTES

Os cortes requer escavação do material que constitui o terreno natural, ao longo do eixo e no interior dos limites das seções do projeto, que definem o corpo estradal.

Quanto as operações dos cortes, temos:

- Escavação dos materiais constituintes do terreno natural até o greide da terraplenagem indicado no projeto.

- Transporte dos materiais escavados para aterros e bota-fora.

- Remoção do material de pessima qualidade ao preparo das funções de aterro.

- Os volumes que iam sendo retirado provenientes de levantamento topográficos iam sendo somados semanalmente para posterior comparação com o volume total do projeto elaborados por firmas consultoras.

#### EMPRESTIMOS

As escavações de empréstimos ocorrem devido a escassez de material destinados a aterros, isso devido a qualidade de material retirado dos cortes serem insuficientes, como também podendo ocorrer de o material não ser de ótima qualidade.

Acontecendo falta de material são estabelecidas jazidas de solos com um prévio análise do solo que se quer utilizar.

#### ATERROS

Os aterros requer material quer provenientes de corte, quer provenientes de empréstimos de jazidas, isso devido ter que preencher a cota estabelecida pelo projeto.

E N S A I O S



# C O M P A C T A Ç Ã O   D E   S O L O S

## MÉTODOS DE ENSAIOS

### 1 - Objetivo

Este método fixa o modo pelo qual se determina a correlação entre o teor de umidade do 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) Reparador de amostra de 2,5cm de abertura.

b) Balança com capacidade de 10 Kg sensível a 5g.

c) Balança com capacidade de 1 Kg sensível a 0,1g.

d) Peneiras de 19 mm e de 4,8 mm de acordo com a especificação: "Peneiras de malhas quadradas para análise granulométrica de solos".

e) Capsula de porcelana com capacidade de 75 ml.

f) Estufa capaz de manter a temperatura entre 105° e 110°C.

g) Molde cilíndrico metálico de 15,24 cm de diâmetro interno e 17,78 cm de altura: cilindro complementar e base metálica com dispositivo para a fixação ao molde.

h) Soquete cilíndrico de face inferior plana e peso de 4,536Kg equipado com dispositivo para controle de altura de queda.

i) Disco espaçador com 15,08 cm de diâmetro e 6,35 cm de altura.

j) Espátula com lâmina flexível de cerca de 8 cm de comprimento de 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 a mão de gral recoberta de borracha com a capacidade para 5Kg de solo.

### 3 - Amostra

a) A amostra recebida será seca ao ar destorroada no laboratório pela mão de gral, homogeneizada e reduzida com o auxílio do repartidor de amostras ou por quarteamento até se obter uma amostra representativa de 6000g para solos silteosos ou argilosos e 7000g para solos arenosos ou pedregulhosos.

b) Passa-se esta amostra representativa na peneira de 19 mm havendo material retido nessa peneira. Procede-se a substituição do mesmo por igual quantidade em peso do material passando nas peneiras de 19 mm e na de 4,8 mm, obtido de outra amostra representativa.

### 4 - Ensaio

a) Fixa-se o molde a base metálica ajusta-se o cilindro complementar e apoia-se o conjunto em base plana e 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 12 golpes do soquete caindo de 45,72 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 a exata do molde e determina-se com aproximação de 5g o peso do material unido compactado mais o molde, por redução do peso do molde determina-se o peso do material úmido compactado.

c) Remove-se o corpo de prova do molde e retira-se de sua parte central uma amostra representativa de cerca de 100g para a determinação da umidade. Pesa-se esta amostra e seca-se em estufa a  $105^{\circ}$  -  $110^{\circ}\text{C}$  até constância do peso. Fazem-se as pesadas com aproximação de 0,1g.

d) Desmancha-se novamente o material, juntam-se água e torna-se a homogeneizar. 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 - Umidade

A partir do item 4.c calculam-se os teores de umidade (h) referentes a cada compactação pela fórmula:

$$h = \frac{Ph - Ps}{Ps} \cdot 100$$

onde:

h = teor de umidade em percentagem

Ph = peso do solo unido

Ps = peso do solo em estufa a  $105^{\circ}$  -  $110^{\circ}\text{C}$  até constan

cia do peso.

## 6 - Massa específica aparente do solo sêco compactado

a) Calcula-se primeiramente a massa específica aparente do solo umido, após cada compactação pela formula:

$$\gamma_h = \frac{P'h}{V}$$

onde:

$\gamma_h$  = massa específica aparente do solo umido em g/cm<sup>3</sup>

P'h = peso do solo umido compactado, obtido como indicado no item 4.b 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 sêco, após cada compactação, pela formula:

$$\gamma_s = \gamma_h \cdot \frac{100}{100 + h}$$

onde:

$\gamma_s$  = massa específica aparente do solo sêco em g/cm<sup>3</sup>

$\gamma_h$  = massa específica aparente do solo umido em g/cm<sup>3</sup>

h = teor de umidade do solo compactado, obtido como indicado no item 5.

## 7 - Curva de compactação

Desenha-se a curva de compactação marcando-se ordenadas, os massas específicas aparentes do solo sêco  $\gamma_s$  e em abscissas os teores de umidade correspondentes h.

### a) MASSA ESPECÍFICA APARENTE MÁXIMA DO SOLO SÊCO

Este valor é determinado pela ordenada máxima da curva de compactação.

b) UMIDADE ÓTIMA

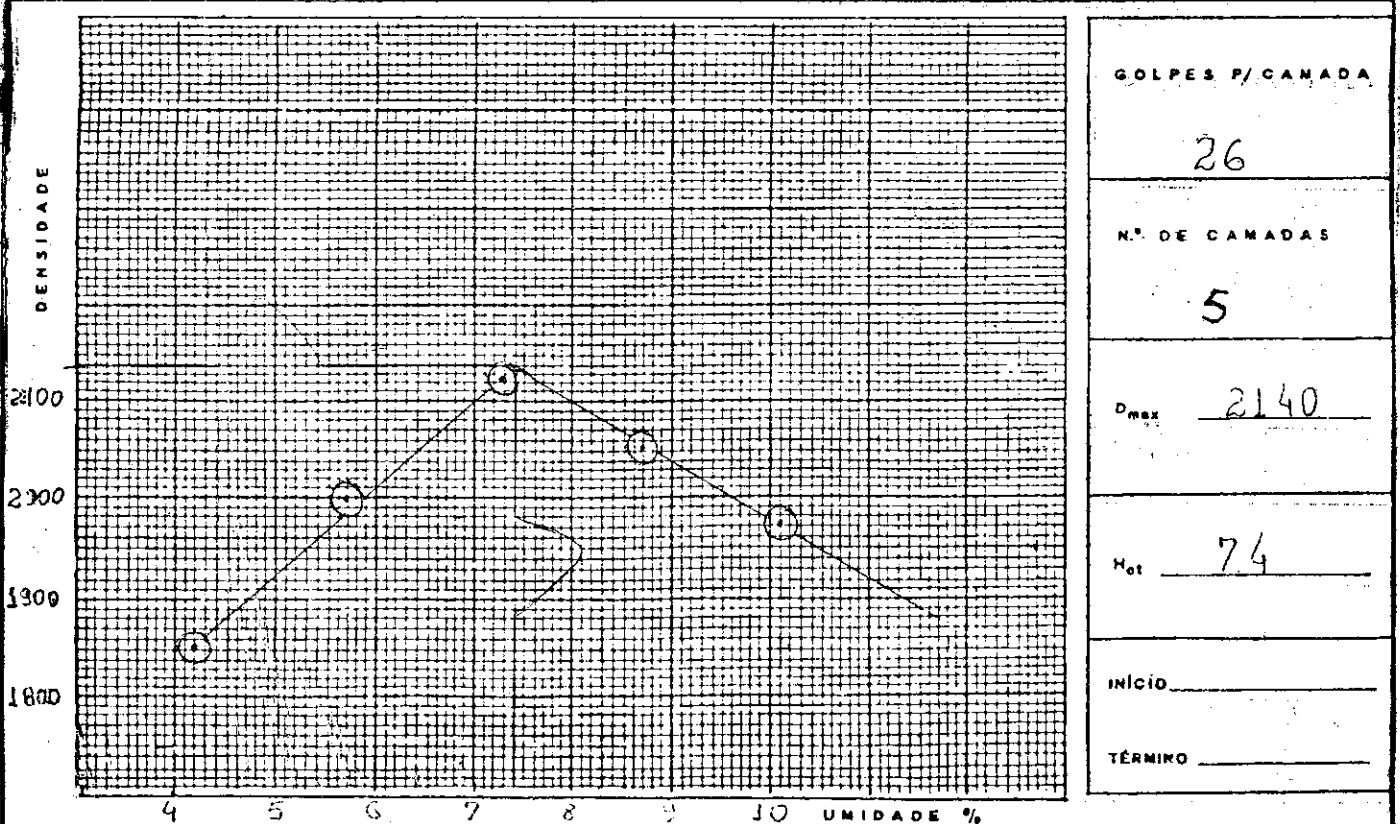
É o valor a abscissa correspondente na curva de compactação, ao ponto de massa específica aparente máxima do solo seco.

# ENARQ

## ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO

RODOVIA BR-104	TRECHO: Remígio - Barra	REGISTRO: 4276
PROC. (SL - JAZ - AT) JAZ → 1923	LOCAL (JURO - EST - LADO) EST. 1939	PROFUNDIDADE: 0,70
NATUREZA: OPERADOR:	CALCULISTA: VISTO:	LABORATÓRIO: D.E.R.
CÁPSULA N.º		MOLDE N.º 24
PESO BRUTO ÚMIDO	g	VOLUME DO MOLDE 2080 cm <sup>3</sup>
PESO BRUTO SECO	g	PESO DO MOLDE 4330 g
TARA DA CÁPSULA	g	PESO DO SOQUETE 4500 g
PESO DA AGUA	g	ESPESSURA DO DISCO ESPACADOR 1/5 poleg
PESO DO SOLO SECO	g	
UMIDADE	%	
UMIDADE MÉDIA	%	

SÉRIE N.º	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO DO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE DO SOLO ÚMIDO Kg/m <sup>3</sup>	DETERMINAÇÃO DA UMIDADE							UMIDADE MÉDIA %	DENSIDADE DO SOLO SECO Kg/m <sup>3</sup>
				CÁPSULA N.º	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO BRUTO SECO	PESO DA CÁPSULA	PESO DA AGUA	PESO DO SOLO SECO	UMIDADE %		
1	8350	4020	1933	341	50,0					48,0	4,2	1855
2	8730	4400	2115	317	50,0					47,3	5,7	2001
3	9070	4740	2249	354	50,0					46,8	7,3	2124
4	9000	4670	2245	383	50,0					46,0	8,7	2065
5	8850	4520	2173	339	50,0					45,4	10,1	1974
6												



GOLPES P/ CAMADA	26
N.º DE CAMADAS	5
D <sub>max</sub>	2140
H <sub>ot</sub>	74
INÍCIO	
TÉRMINO	

OBSERVAÇÕES: PEDRA 2700 Kg

BASE

**DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA APARENTE DO SOLO "IN SITU" COM EMPREGO DO FRASCO DE AREIA**

**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 sub-leito e as 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 rêsca para se atarrachar ao frasco.
- 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.
- c) Pá de mão.
- d) Balança com capacidade de 10kg, sensível a 1g.
- e) Recipiente que permite guardar amostra sem perda de unidade, antes de sua pesagem.
- f) estufa capaz de manter a temperatura entre 105° - 110° C.
- g) Balança com a capacidade de 1kg, sensível a 0,1g.
- h) Areia (fração compreendida entre 0,8 mm e 0,6 mm) lavada seca e de massa específica aparente a.

3 - Determinação do peso da areia correspondente ao volume do funil e do rebaixo do orifício da 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 2.b e esta sobre a 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 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 ao 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  $P_5$ .

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:

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

onde:

$\gamma_a$  = massa específica aparente da areia ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )

$P_6$  = valor obtido na alinea "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 100g deste solo e determina-se o umidade ( $h$ ) pelo processo da estufa, do "speedy" ou do álcool.

e) Pesa-se o conjunto frasco - funil, estando o funil 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:

$$P_9 = P_7 - P_3$$

7 - Peso da areia que enche a cavidade do solo ( $P_{10}$ )

Determina-se pela diferença entre o peso da areia deslocada ( $P_9$ ) e o peso da areia determinada (conforme o item 3 ( $P_3$ )).

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

8 - Massa específica aparente do solo úmido "in situ" ( $\gamma_n$ )

Obtem-se pela fórmula:

$$\gamma_n = h \cdot \frac{100}{100 + h}$$

9 - Massa específica aparente do solo seco "in situ" ( $\gamma_s$ )

Obtem-se pela fórmula:

$$\gamma_s = \gamma_n \cdot \frac{100}{100 + h}$$

10 - Grau de compactação

Obtem-se o grau de compactação pela fórmula:

$$GC = \frac{\gamma_s}{\gamma_{sl}} \cdot 100$$

onde:

s = massa específica do solo seco "in situ"

sl = massa específica aparente do solo seco obtido em laboratório, de acordo com o método exigido para a obra.

**ENARQ**

## DENSIDADE "IN SITU" MÉTODO DO FRASCO DE AREIA

RODOVIA BR-104		TRECHO Remigio - Barra				SUB-TRECHO	
CAMADA DO PAVIMENTO Base		EST. 1306 a 1337		EST.		CALCULISTA	
OPERADOR		VISTO				LABORATÓRIO DER.	

CAMADA		Nº						
FURO		Nº	197	198	199	200	201	202
PROFUNDIDADE (cm)	DE	—	0	0	0	0	0	0
	A	—	20	20	20	20	20	20
DATA		—						
ESTACA			1310	1315	1320	1325	1330	1335
POSIÇÃO		E-X-D	X	E	X	D	X	E
Pêso do Frasco com Areia	ANTES	A	6000	6000	6000	6000	6000	6000
	DEPOIS	B	3220	2220	3120	3300	2850	3000
	DIFERENÇA	A-B	2620	3720	2880	2700	3150	3000
FUNIL		Nº	01	03	02	01	03	02
PÊSO DA AREIA NO FUNIL (g)		c	480	700	480	480	700	480
PÊSO DA AREIA NO FURO (g)		A-B-C-P	2140	3080	2400	2220	2450	2520
DENSIDADE DA AREIA (g/dm³)		d	1308	1308	1308	1308	1308	1308
VOLUME DO FURO (dm)		$V = \frac{P}{d}$	1636	2355	1835	1697	1873	1927
UMIDADE		hZ	6.6	6.4	6.4	6.6	6.9	7.5
PÊSO DO SOLO UMIDO (g)		Ph	3810	4920	4080	3930	4320	4410
PESO DO SOLO SECO (g)		$P_s = \frac{P_h}{100 + h}$	3574	4624	3835	3687	4041	4102
DENSIDADE DO SOLO SECO (g/dm³)		$D_s = \frac{P_s}{V}$	2184	1963	2090	2172	2158	2129
ENSAIO LABORATÓRIO	REGISTRO	N						
	DENS. MÁXIMA (g/dm³)	Dm	2088	2085	2100	2100	2095	2090
	UMIDADE ÓTIMA	hZ	7.9	6.8	7.2	7.0	6.7	7.2
GRAU DE COMPACTAÇÃO		$X = \frac{D_s}{D_m}$	105	94	100	103	103	102

U M I D A D E							
CÁPSULA		Nº					
PÊSO DO SOLO UMIDO (g)		Ph					
PÊSO DO SOLO SECO (g)		Ps					
PÊSO DA ÁGUA (g)		$P_a = P_h - P_s$					
UMIDADE		$hZ = \frac{P_a}{P_s}$					

OBSERVAÇÕES							

## INDICE DE SUPORTE CALIFORNIA DE SOLOS

### 1 - Objetivo

Este método permite determinar o valor relativo do suporte de solos pelo ensaio de amostra deformada, moldada da umidade ótima obtida em um dos ensaios de compactação de solos.

### 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 entalhe inferior interno de meia espessura e prato de base perfurada com 24cm de diâmetro, com dispositivo para fixação do molde cilíndrico antes referido.

b) Disco espaçador maciço de aço com 15,08 cm de diâmetro e 6,35 cm de altura.

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

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, recartilhada externamente com a face superior plana para contato com o estersômetro.

e) Tripé, porta-extensômetro, de bronze ou latão, com dispositivo para fixação do extensômetro.

f) Disco anelar de aço para sobrecarga dividido diametralmente em duas partes, com 2,268Kg de peso total com diâmetro externo de 14,92 cm e diâmetro interno de 5,39 cm.

g) Extensômetro com curso mínimo de 10 mm graduado em 0,01 mm.

h) Prensa para determinação do índice de suporte califórnia composto de:

I) Quadro formado por base e travessa de ferro fundido e 4 tirantes de aço apresentando o 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 4.000kg sensível a 2,5Kg constituído por: anel de aço com dimensões compatíveis com 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 encurtamentos diametraes; pistão de penetração de aço com 4,96 cm de diâmetro e com uma altura de cerca de 19 cm variável conforme as condições de ensaio, fixo a parte inferior do anel; e extensômetro graduado em 0,01 mm, com curso maior que 12,70 mm fixo lateralmente ao pistão de maneira que seu pino se apoie no borde superior do molde.

i) Extrator de amostra do molde cilíndrico para funcionamento por meio de macaco hidráulico, com movimento alternado 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 20kg, sensível a 5g.

### 3 - Amostra

a) A amostra recebida será seca ao ar deformada 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 6000g para solos siltosos ou argilosos de 7000g para solos arenosos ou pedregulhosos.

b) Passa-se esta amostra representativa na peneira de 19 mm, havendo material retido nessa peneira, procede-se a 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".

c) Repetem-se as operações referidas nas alíneas "a" e "b" tantas vezes quantos corpos de prova tiverem a ser moldados, geralmente cinco.

### 4 - Ensaio

a) Moldagem do corpo de prova. Fixa-se o molde a sua base metálica. Ajusta-se o cilindro complementar e apoia-se o conjunto em base plana e firme. Compacta-se no molde o material referido no item 3 com o disco espaçador especificado no item 2b com o funfo falso, em cinco camadas iguais de forma a se ter uma altura total de solo de cerca de 12,5 cm após a compactação. Cada camada

receberá 12 golpes do pé (caso de material de sub-base e base) caindo de 45,72 cm distribuídos uniformemente sobre a superfície da camada.

b) Remove-se o cilindro complementar, tendo-se antes o cuidado de destacar, com o auxílio de uma faca, o material a ele aderente. Com uma régua rígida biselada rasa-se o material na altura exata do molde e determina-se com aproximação de 5g o peso do material úmido compactado.

c) Retira-se o material excedente da moldagem uma amostra representativa de cerca de 100g para a determinação da unidade. pesa-se esta amostra e seca-se em estufa a 105° - 110°C até constância de peso e fazem-se as pesagens com aproximação de 0,1g.

Calcula-se a unidade do corpo de prova moldado pela fórmula:

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

onde:

h = unidade em percentagem

P<sub>h</sub> = peso do material úmido

P<sub>s</sub> = peso do material seco

d) Repetem-se estas operações a, b e c para teores crescentes de unidade, utilizando amostras de solos não trabalhadas, tantas vezes quantas necessárias para caracterização da curva de compactação. Estes corpos de prova moldados serão utilizados nos ensaios de expansão e penetração.

5 - Cálculo da massa específica aparente do solo seco

6 cálculo da massa específica aparente do solo seco compactado de cada corpo de prova moldado co-

mo descrito no ítem 4 na unidade b, é feito como segue:

a) Determina-se primeiramente a massa específica aparente umida ( $\gamma_h$ ) de cada corpo de prova, pela formula:

$$\gamma_h = \frac{Ph}{V} \quad \text{em g/cm}^3$$

onde: Ph = peso do solo compactado em g.

V = volume do solo umido compactado em  $\text{cm}^3$ .

b) A seguir se obtém a massa específica aparente do solo sêco compactado ( $\gamma_s$ ) pela formula:

$$\gamma_s = h \frac{100}{100-h} \quad \text{em g/cm}^3$$

onde: h = teor de umidade do solo compactado.



## ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DE SOLOS POR PENEIRAMENTO

### 1 - Objetivo

Este método fixa o modo pelo qual se procede a 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 - 0,3 - 0,15 e 0,075 mm. Peneiras de malhas quadradas para análise granulométrica de solos.

b) Agitador para peneiras, com dispositivo para fixação desde uma peneira até seis, inclusive tampa e fundo.

c) Repartidores de amostra de 1,3 e 2,5 cm de abertura.

d) Balança com capacidade de 1kg sensível a 5g.

e) Balança com capacidade de 200g sensível a 0,01g.

f) Estufa capaz de manter a temperatura entre 105° e 110°C.

g) Capsula de porcelana com capacidade de 500ml.

h) Almofariz e mão de gral recoberta de borracha, com capacidade de 5kg de solo.

i) Recipiente cilíndrico, aberto com capacidade de 5 litros, munido de bico vertedor, para desagregar por lavagem a amostra de solo.

j) Tabuleiro de chapa de ferro galvanizado, com 50cm X 30cm X 6cm de altura.

### 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 de solo.

b) Reduz-se todo o material preparado segundo a alinea "c" com o auxílio do repartidor de amostras ou pelo quarteamento, até se obter uma amostra representativa de cerca de 1500g para solos argilosos ou siltosos e de 2000g para solos arenosos ou pedregulhosos, do restante do material é separado uma porção para determinação da unidade higroscópica, conforme o item 4.

c) O peso da amostra representativa obtido na alinea "b", com aproximação de 5g, é anotado como peso total da amostra seca ao ar.

### 4 - Unidade higroscópica

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

$$h = \frac{Ph - Ps}{Ps} \cdot 100$$

onde h = teor de umidade em percentagem

Ph = peso do material úmido

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

## 5 - Ensaio

a) Coloca-se a amostra representativa obtida segundo o ítem 3 no recipiente referido no ítem 2j com água esfregando-a com a mão afim de desagregar os torrões de solos 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 um 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 diametro maior venha sobrecarregar a de 0,075 mm, danificando sua malha.

Tranfere-se as frações da amostra retidas nas peneiras mencionadas, sempre com o auxilio do jato d'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 na peneiras de 2,0 mm e de 0,075 mm, após lavadas, com água corrente, diretamente nestas peneiras, serão transferidas, com o auxílio de jato d'água, para cápsula de porcelana de 500ml, e sêcas em estufas de 105° - 110°C até constância de peso.

c) Procedo-se, a seguir, ao peneiramento do material seco contido na cápsula de porcelana, na série desejada de peneiras, constituída de peneiras escolhidas dentre as referidas do ítem 2a, pesam-se com a aproximação de 0,1g as frações da amostra retidas nas peneiras consideradas.

## 6 - Cálculos e resultados

a) Peso da amostra total sêca - 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 de uma amostra seca ao ar ( amostra representativa, ítem 3) e o peso obtido na alinea "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 alinea "b" pelo fator de correlação  $\frac{100}{100-h}$ , em que h é a unidade higroscópica, obtida segundo o ítem 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.

7 - Porcentagem da amostra total seca retida em cada peneira.

Com o peso da fração retida em cada uma das peneiras, obtido conforme o ítem 5c, calcula-se a porcentagem em relação ao peso da amostra total seca.

8 - Porcentagem Acumulada de material seco em cada peneira

Obtem-se somando-se a porcentagem retida nesta peneira com as porcentagens retidas nas peneiras de aberturas maiores.

9 - Porcentagem de material seco passando em cada peneira

Obtem-se subtraindo-se de 100 a porcentagem acumulada em cada peneira, obtida conforme o ítem anterior.

# ENARQ

## GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO

RODOVIA BR-104	TRECHO Remígio - Barra	REGISTRO 4276
PROCEDÊNCIA (SL, JAZ, AT, ETC.) JAZ - 1923	LOCAL (FURO, EST., LADO) Est. 1939	PROFUNDIDADE em 0.70
OPERADOR	CALCULISTA	LABORATÓRIO D.E.R.
DATA	VISTO	

UMIDADE	%	%	AMOSTRA	TOTAL	PARCIAL
CÁPSULA N.º	87		CÁPSULA N.º	518	513
PESO BRUTO ÚMIDO	50,0		PESO BRUTO ÚMIDO		
PESO BRUTO SECO			PESO ÚMIDO	211500	100
TARA DA CÁPSULA			PESO RETIDO NA PEN. 10		
PESO DA ÁGUA			PESO ÚMIDO PASS. PEN. 10		
PESO DO SOLO SECO	49,5		PESO SECO PASS. PEN. 10		
UMIDADE			PESO DA AMOSTRA SECA	14851	311485
UMIDADE MÉDIA	11,0				

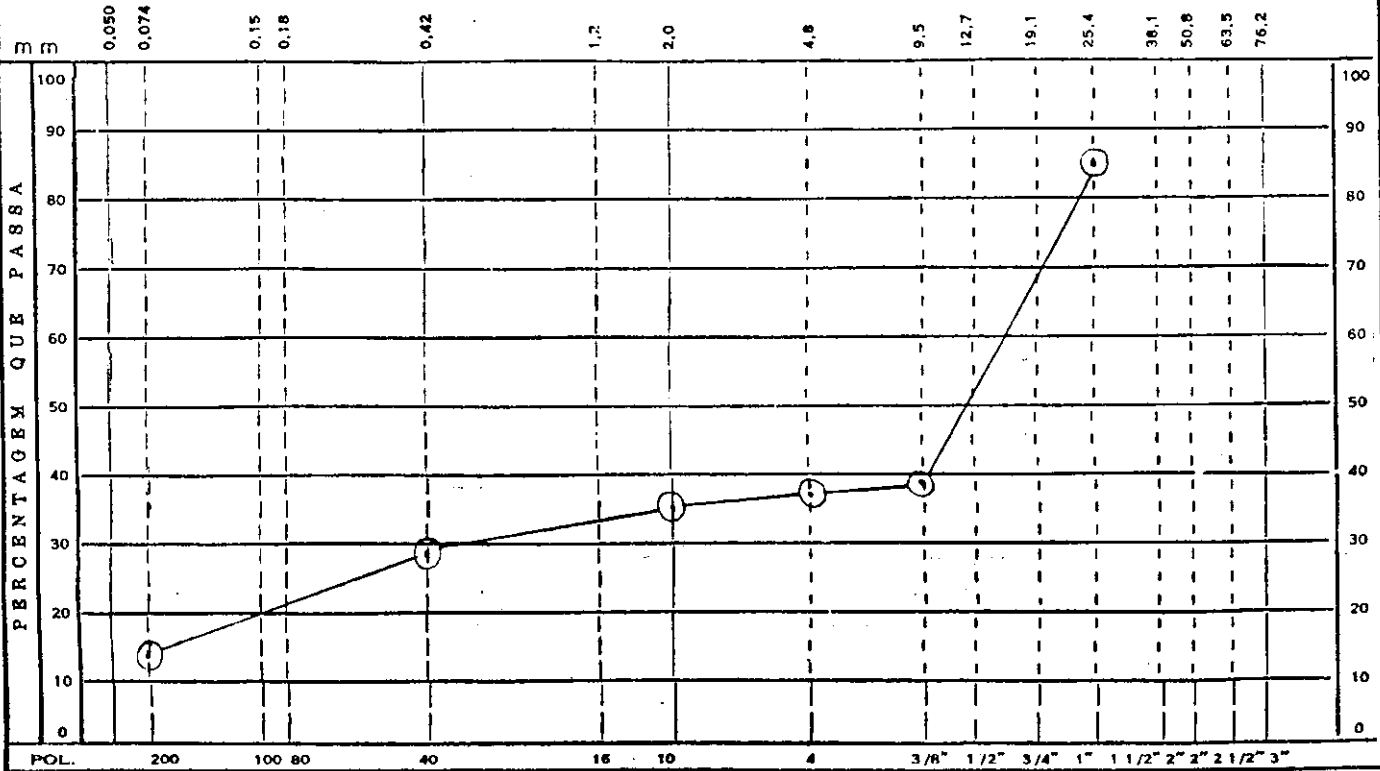
### PENEIRAMENTO

PENEIRAS							PESO QUE PASSA ACUMULADO			% QUE PASSA AM TOTAL		CONSTANTES	
AMOSTRA TOTAL	Pol.	mm	COL. 1	COL. 2	COL. 3	Pol.	K 1 = $\frac{100 + \boxed{1}}{\boxed{2}}$ = 0,67	K 2 = $\frac{\boxed{4}}{\boxed{3}}$ = 0,023	2/3 DA N.º 40 = 19	RETIDO EM 2" = 0	OBSERVAÇÕES		
	3"	76,2				3"							
	2 1/2"	63,5				2 1/2"							
	2"	50,8				2"							
	1 1/2"	38,1				1 1/2"							
	1"	25,4	216,0	12691	85%	1"							
	3/4"	19,1				3/4"							
	1/2"	12,7				1/2"							
	3/8"	9,5	7070	5621	38%	3/8"							
	N.º 4	4,8	15,3	5451	36%	N.º 4							
N.º 10	2,0	30,0	5151	435%	N.º 10								
AMOSTRA PARCIAL			COL. 4	COL. 5	COL. 6								
	N.º 40	0,42	20,0	1285	29%	N.º 40							
	N.º 80	0,16				N.º 80							
	N.º 200	0,074	68,5	605	14%	N.º 200							

AREIA FINA

AREIA GROSSA

PEDREGULHO



## E Q U I V A L E N T E   D E   A R E I A

### 1 - Objetivo

Este método fixa o modo pelo qual se determina o equivalente de solos ou de agregados miúdos.

### 2 - Definições

O equivalente de areia ( $E_a$ ) é uma relação volumétrica que corresponde a razão entre a altura do nível superior da suspensão argilosa de uma determinada quantidade de solo ou de agregado miúdo numa proveta, em condições estabelecidas pelo método.

### 3 - Aparelhagem

A aparelhagem necessária é a seguinte:

a) Peneira de 4,8 mm, de acordo com a especificação peneiras de malhas quadradas para análise granulométrica de solos.

b) Proveta cilíndrica, transparente de vidro ou material plástico de 32 mm de diâmetro interno e cerca de 43 cm de altura, graduada de 2 em 2 mm, até pelo menos 38 cm, a partir da base, ou apresentando dois círculos de referência a 16 cm e a 38 cm, respectivamente da base.

c) Tubo lavador de cobre ou latão de 6,4 mm de diâmetro externo e 50 cm de comprimento. A extremidade inferior é fechada em forma de cunha, tendo dois orifícios de 1 mm de diâmetro perfurados na faces da cunha e junto a ponta.

d) Garrafão com capacidade de 5 litros dotado de sifão constituído de rolha de borracha com dois furos e de um tubo de cobre dobrado. O garrafão é colocado

90cm acima da mesa de trabalho.

e) Tubo de borracha de 5mm de diametro interno com uma pinça de Mohr ou dispositivo similar para interromper o escoamento. Este tubo é usado para ligar o tubo lavador ao sifão.

f) Pistão constituído por uma haste metálica de 46cm de comprimento, tendo na extremidade inferior uma sapata cônica de 25,4mm de diametro. A sapata possui três pequenos parafuso de ajustagem que permitem controla-la com folga na proveta. Um disco perfurado, que se adapta ao topo da proveta, serve de guia para a haste. Um lastro cilindrico é preso a extremidade da haste para completar ao pistão o peso de 1kg.

g) Recipiente de medida, com capacidade de 88ml.

h) Funil para colocar o solo na proveta.

#### 4 - Reagentes e soluções

a) Soluções concentradas - Para 5 litros de solução condensada prepara:

557g de cloreto de cálcio anidro.

25,10g (2010ml) de glicerina U.S.P.

57,5g (55ml) de solução de formaldeido

a 40% em volume.

Dissolver o cloreto de cálcio em 2 litros de água destilada, agitando energicamente a solução. Esfriar a solução e filtra-la através de papel whatman nº 12 ou equivalente. Adicionar a glicerina e o formaldeido a solução com água destilada ou água corrente limpa.

b) Solução de trabalho.- Dividir 125ml da solução concentrada em água destilada ou água corrente

limpa até completar 5 litros, misturando cuidadosamente. A água duvidosa deve ser verificada comparando-se os resultados dos ensaios de equivalente de areia em amostras idênticas, empregando-se soluções preparadas com a água duvidosa e com água destilada.

#### 5 - Amostra

A amostra é obtida com o material que passa na peneira de 4,8 mm, se a amostra inicial não estiver úmida deverá ser umedecida antes do peneiramento. Se o agregado grão apresentar finos aderentes que não desprendam durante o peneiramento, deve-se seca-lo e esfregá-lo com as mãos, juntando-se os finos resultantes ao material que passou na peneira.

#### 6 - Ensaio

a) Abre-se a pinça do tubo de ligação. Adiciona-se o sifão soprando-se no topo do garrafão que contém a solução, através de um pequeno tubo. Verificada o escoamento da solução fecha-se a pinça.

b) Sifona-se a solução de trabalho para a proveta, até atingir o traço de referência a 10cm da base.

c) Transfere-se para a proveta, com o auxílio do funil o conteúdo de um recipiente de medida cheio de amostra preparada e rasada a superfície o conteúdo do recipiente correspondente a cerca de 110g de material solto. Bate-se o fundo da proveta firmemente com a palma da mão várias vezes, afim de deslocar as bolhas de ar e ajudar a molhar a amostra. Deixa-se a seguir, a proveta em repouso durante 10 minutos.

d) Após o período de 10 minutos, tapa-



se a proveta com a rolha de borracha e agita-se a mesma vigorosamente, num movimento alternado horizontalmente. Executam-se 90 ciclos em aproximadamente 30 segundos, com um deslocamento de cerca de 20 cm. Cada ciclo compreende um movimento completo de vai-vém a fim de agitar satisfatoriamente a amostra.

e) Retira-se a rolha e introduz-se o tubo lavador lavam-se as paredes rapidamente e imediatamente insere-se o tubo até o fundo da proveta. Quando o líquido atingir o círculo de referencia superior da proveta (a 38 cm da base) suspende-se o tubo lavador lentamente sem parar o escoamento e de tal modo que aquele nível se mantenha aproximadamente constante. Regula-se o escoamento pouco antes de se retirar completamente o tubo a ajusta-se o nível naquele traço de referência. Deixa-se repousar 20 minutos sem perturbação qualquer vibração ou movimento da proveta durante esse período interferirá com a velocidade normal de sedimentação da argila em suspensão e será causa de erro no resultado.

f) Após o período de 20 minutos, determina-se o nível superior da suspensão argilosa. Lê-se com precisão de 2 mm.

g) Introduz-se o pistão cuidadosamente na proveta até assentar completamente na areia. Gira-se a haste ligeiramente, sem empurra-la para baixo. até que um dos parafusos de ajustagem torne-se visível. Nesta posição desloca-se o disco que corre na haste até que ele assente na boca da proveta, fixando-se a haste por meio de um parafuso nele existente. Determina-se o nível do centro de um dos parafusos de ajustagem e adota-se como leitura correspondente ao nível superior da areia. Esta pode ser também determinado medindo-se a distância entre o topo do disco que se apoia na boca da proveta e a base inferior do peso

cilindrica e subtraindo-se desta, a mesma distância, medida quando a sapata está assente no fundo da proveta.

## 7 - Cálculos

Calcula-se o E.A. como se segue:

$$\text{E.A.} = \frac{\text{Leitura no topo da areia}}{\text{Leitura no topo da argila}} \times 100$$

ou

$$\text{E.A.} = \frac{K - d_2}{380 - d_1} \times 100$$

onde:

$d_1$  = Distância do traço de referencia superior da proveta ao nível da suspensão argilosa em mm.

$d_2$  = Distância do topo de disco que se apoia na boca da proveta à base inferior do cilindro do pistão quando a sapata estiver apoiada na areia, em mm.

K = Constante do aparelho quando a sapata do pistão estiver assente no fundo da proveta, em mm.

## LIMITE DE LIQUIDEZ DE SOLOS

### 1.- Objetivo

Este método fixa o modo pelo qual se determina o limite de liquidez de solos

### 2 - Aparelhagem

A aparelhagem necessária é a seguinte:

a) Aparelho de Casagrande, calibrado para que a altura de queda da concha seja de 1cm.

b) Cinzeiros para solos argilosos e para solos arenosos.

c) Balança com capacidade de 200g, sensível a 0,01g.

d) Estufa com capacidade de manter a temperatura entre 105° e 115°C.

e) Recipientes que permitam guardar amostras sem perda de unidade antes de sua pesagem.

f) Cápsulas de porcelana com capacidade de 500ml.

g) Espátula com lâmina flexível de cerca de 3 cm de comprimento e 2 cm de largura.

### 3 - Amostras

Da amostra obtida, de acordo com o item 5b do método "Preparação de amostras de solos para ensaios de caracterização DPT M 41", tomam-se cerca de 70g.

### 4.- Ensaio

a) Coloca-se a amostra na cápsula e junta-se água destilada em quantidade suficiente para se obter uma massa plástica. Deve-se adicionar a água aos pou

cos, misturando-se continuamente com a espátula, até completa homogeneização da massa.

b) Transfere-se com a espátula parte da massa assim obtida para a concha do aparelho, moldando-a a tal maneira que em sua parte central, a espessura seja de aproximadamente 1cm.

c) Com um dos cinzéis ( o julgado mais adaptável ao tipo de solo em ensaio), divide-se a massa de solo em duas partes, abrindo-se uma canelura em seu centro normalmente a articulação da concha.

d) Coloca-se cuidadosamente a concha no aparelho e logo a seguir golpeia-se, acionando a manivela, a razão de duas voltas por segundo, até que as bordas inferiores a canelura unam em um centimetro de comprimento anota-se o número de golpes.

e) Transfere-se imediatamente uma pequena quantidade do material de junto às bordas que se uniram para o recipiente e determina-se a umidade pela fórmula:

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

onde:

h = teor de umidade em porcentagem

P<sub>h</sub> = peso do material úmido

P<sub>s</sub> = peso do material seco

## 5 - Resultado

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

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 o li

mite de plasticidade não puderem ser determinados, anota-se o índice de plasticidade como não plástico.

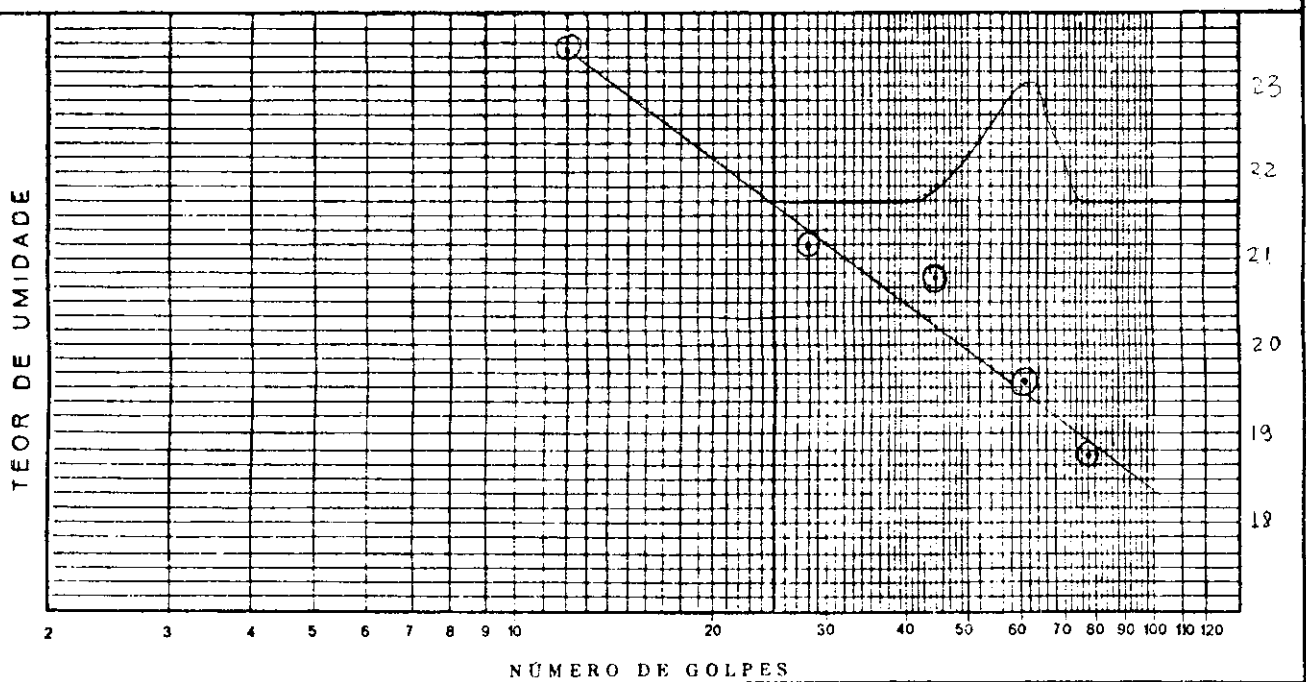
3) Quando o solo for extremamente arenoso o ensaio de limite de plasticidade deve ser feito antes do ensaio de limite de liquidez. Se o limite de plasticidade não puder ser determinado, anota-se ambos como não plástico.

4) Quando o limite de plasticidade for igual ou maior que o limite de liquidez, anota-se o índice de plasticidade como não plástico.

RODOVIA BR - 104	TRECHO Remígio - Barra	REGISTRO 5043
PROCEDENCIA (SL, JAZ, AT, ETC) Jaz. Est. 280	LOCAL (FURO, EST., LADO) Est. 950	PROFUNDIDADE (cm)
OPERADOR DATA	CALCULISTA VISTO	LABORATÓRIO D.E.R

### LIMITE DE LIQUIDEZ

		340	357	329	338	335	OBSERVAÇÕES
1	CÁPSULA N.º						
2	N.º DE GOLPES	12	28	45	61	78	
3	PESO BRUTO ÚMIDO	13,70	20,38	17,26	17,57	16,19	
4	PESO BRUTO SECO	16,90	17,60	15,07	15,45	15,33	
5	TARA DA CÁPSULA	4,89	4,50	4,52	4,62	4,44	M.S
6	PESO DA ÁGUA	2,80	2,78	2,19	2,12	1,86	
7	PESO DO SOLO SECO	12,01	13,10	10,55	10,83	9,89	
8	UMIDADE	23,3	21,2	20,8	19,6	18,8	



### LIMITE DE PLASTICIDADE

1	CÁPSULA N.º	367	359	360	361	326	LL	21,6	%
2	PESO BRUTO ÚMIDO	9,35	8,48	9,02	8,25	8,35	LP	16,6	%
3	PESO BRUTO SECO	9,12	7,96	8,44	7,71	7,80	IP	5,0	%
4	TARA DA CÁPSULA	4,67	4,62	4,65	4,50	4,50	LC		%
5	PESO DA ÁGUA	0,73	0,52	0,58	0,54	0,55			
6	PESO DO SOLO SECO	4,45	3,34	3,79	3,21	3,30			
7	UMIDADE	16,4	15,6	15,3	16,7	16,7			

### FATORES DE CONTRAÇÃO

1	NÚMERO DA CÁPSULA			7	VOLUME DA CÁPSULA		
2	PESO BRUTO ÚMIDO			8	VOL. DO MERCURIO DESLOC.		
3	PESO BRUTO SECO			9	MUDANÇA DE VOLUME cm3		
4	PESO DA CÁPSULA			10	PERCENTAGEM DA ÁGUA		
5	PESO DA ÁGUA			11	PERC. DA MUDANÇA DE VOL.		
6	PESO DO SOLO SECO			12	LIMITE DE CONTRAÇÃO		
L. C. MÉDIA _____							

## C O N C L U S ã O

Ao término deste estágio, conclui que foi de grande utilidade no que diz respeito a prática do programa cumprido em Estradas e Transportes, Mecânica dos solos e Pavimentação, disciplinas vistas no curso de Engenharia Civil. Estive em contato com o laboratório de solos no campo, e o terreno natural da estrada, tendo-se portanto maior noção de topografia, cálculo de seções transversais e longitudinais, cálculo do volume de cortes e aterros, fazendo assim com que houvesse uma ampla visão sobre a construção de uma rodovia.

Posso acrescentar de que houve grande aproveitamento de conhecimentos humanos, isto é, um bom relacionamento entre os membros da equipe de trabalho, propondo assim maior experiência sobre pessoas e suas maneiras de relacionamento.

Portanto, asseguro de que este estágio foi de grande importância na aprendizagem da vida prática.