



Biblioteca Setorial do CDSA. Outubro de 2021.

Sumé - PB

0. Í N D I C E

1. INTRODUÇÃO

2. OBJETIVOS DA REALIZAÇÃO DO ESTÁGIO

3. A EMPRESA

4. NATUREZA DO ESTÁGIO

5. ELEMENTOS DE DRENAGEM

6. ACOMPANHAMENTO DOS TRABALHOS
 - 6.1. PARTICIPAÇÃO
 - 6.2. NA TOPOGRAFIA (PARTICIPAÇÃO)
 - 6.2.1. NO CAMPO
 - 6.2.1.1. NIVELAMENTO
 - 6.2.1.2. SECÇÕES TRANSVERSAIS
 - 6.2.2. NO ESCRITÓRIO
 - 6.2.2.1. DADOS TOPOGRÁFICOS
 - 6.2.2.2. MAPA DE CUBAÇÃO
 - 6.2.3. NO LABORATÓRIO (ENSAIOS)
 - 6.2.3.1. COMPACTAÇÃO DE SOLOS
 - 6.2.3.2. ÍNDICE DE SUPORTE CALIFORNIA DE SOLOS
 - 6.2.3.3. LIMITE DE LIQUIDEZ DE SOLOS
 - 6.2.3.4. LIMITE DE PLASTICIDADE DE SOLOS
 - 6.2.3.5. ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DE SOLOS POR PENEIRAMENTO
 - 6.2.3.6. DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA APARENTE DO SOLO, "IN SITU", COM EMPREGO DO FRASCO DE AREIA
 - 6.2.3.7. EQUIVALENTE DE AREIA

7. CONCLUSÃO

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório, trata da execução da Rodovia BR-104, trecho Jacu-Barra de Santa Rosa, este já concluído, e o trecho Barra de Santa Rosa-Remígio, em fase de execução, tendo este último uma extensão de 45 Km.

A Rodovia ora construída, está sendo executada pela ENARQ - Engenharia e Arquitetura, sob a supervisão do DER-PB.

Quanto ao nosso trabalho, isto é, como estagiário, é de fiscalizar a execução da obra, e de conservar sempre atualizado o quadro de controle, e ainda dar quantitativos ao cronograma físico da obra.

Durante o estágio, contamos com a colaboração e incentivo de professores, colegas, parentes e amigos. Sem a ajuda destes não seria possível a conclusão do mesmo com o êxito desejado.

Aos professores e orientadores que no decorrer do curso e estágio nos assistiram, não medindo esforços para nos oferecer um bom rendimento profissional, o nosso agradecimento.

Também ao pessoal administrativo, colegas ou quaisquer outras pessoas que de uma maneira direta ou indireta tenham contribuído para a conquista do nosso objetivo, nosso cordial agradecimento pela cooperação e amizade que nos foi dispensada.

2. OBJETIVO DA REALIZAÇÃO DO ESTÁGIO

O Estágio Supervisionado, tem por finalidade, a aproximação do aluno à sua vida profissional, como também, a oportunidade do aluno por em prática, conhecimentos teóricos recebidos na própria escola e ainda aproximar o aluno do pessoal que faz estradas (relacionamento), ou seja: Laboratoristas, Topógrafos, Operários, etc.

O estágio também nos dá a oportunidade de testar nossos conhecimentos, e ainda assimilar novos conhecimentos práticos.

3. A E M P R E S A: D.E.R.-PB

O Departamento de Estradas e Rodagens da Paraíba, tem por finalidade, administrar e fiscalizar a execução de estradas e rodagens, em todo o Estado da Paraíba.

09122706/0001-091

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DA PARAÍBA
D. E. R. - PB.

Av. Duarte Silveira, s/n

C. E. P. 58.000

1090 PESSOA - PB.

D E C L A R A Ç Ã O

Declaramos, atendendo a pedido da parte interessada, que o Sr. Manoel Hostio Filho, 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 (UFPB), exercendo suas atividades no Escritório de Fiscalização do 4º Distrito Geo-Administrativo, da Rodovia PB-137/149 - Trecho JACU-BARRA DE SANTA ROSA, no período de 26/01 à 09/03/81.

Barra de Santa Rosa, 09 de março de 1.981


Joel Venâncio da Silva
Chefe da Seção Administrativa


Armando Duarte Marinho
ENG. CHEFE - MAT. 2198

4. NATUREZA DO ESTÁGIO

O Estágio Supervisionado, realizou-se com observações, experiências em laboratório e no campo, levantamentos topográficos (nivelamento, seccionamento, cálculos, desenhos, etc.) nos quais contávamos com dois orientadores.

A carga orária do estágio foi de 240 horas, além de trabalhos extras, tais como: pesquisas, experiências, cálculos, etc.

5. ELEMENTOS DE DRENAGEM

OBJETIVO:

A finalidade deste trabalho, é mostrar todos os elementos de drenagem.

CARACTERÍSTICAS:

Neste trabalho, são mostrados e detalhados os elementos a serem construídos nas vias do projeto (rodovia), tais como: sarjeta, calhas de escoamento (em planta baixa e cortes), canalização da drenagem e acostamento (nesta rodovia quase que não existe acostamento).

6.2 ACOMPANHAMENTO DOS TRABALHOS

Citarei a seguir, os trabalhos que realizei e acompanhei, direta ou indiretamente, participando ativamente dos mais variados trabalhos, os quais passarei a relatar:

6.1 Participei ativamente dos trabalhos de conclusão do trecho da BR-104 (Jacu-Barra de Santa Rosa), no qual tive a oportunidade de ver a imprimeção e tratamento.

A Rodovia pavimentada não é de primeira classe, a qual não é constituída de acostamento, e sua largura é de apenas 11m, a rodovia é constituída de sargeta, banquetas, bueiros (simples, duplos e triplos) e pontes.

6.2 Na Topografia, participei:

6.2.1 No Campo

6.2.1.1 Nivelamento

O nivelamento foi feito em todos os piquetes do alinhamento principal. A referência de nível é tomada de um ponto de cota conhecido. Ao longo do terreno, já tinha os RN em pontos conhecidos. Os RN eram colocados de quilômetro em quilômetro.

O alinhamento principal tinha seu nivelamento feito por um nivelamento e contra-nivelamento, sendo este último destinado a controle de serviço (no caso, nosso trabalho).

A turma de nivelamento era composta por: 1 nivelador, 1 auxiliar, 2 porta miras.

(Vide caderneta anexa).

6.2.1.2 Secções Transversais

As secções transversais nos trabalhos de exploração, são tiradas a clinômetro, medindo-se as distâncias a trena. As leituras são feitas de estaca em estaca (20 em 20m) e com distâncias de eixo variáveis, conforme a topografia do terreno.

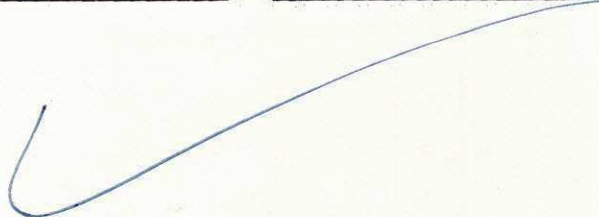
Os clinômetros utilizados eram de dupla e simples vista (ré e vante).

A turma do seccionamento era composta de: 1 seccionista e um auxiliar, 2 medidores de secção e 2 foiceiros.

(Vide caderneta anexa).

NIVELAMENTOS

ESTACAS	VISADAS		ALTURA DO INSTRUMENTO	ALTITUDES	OBSERVAÇÕES
	RE	AVANTE			
2508		2209		448.432	448458
D 580		2339		448.302	448293
E 580		2330		448.311	448293
2509		2230		448.411	448404
D 580		2421		448.220	448239
E 580		2388		448.253	448239
2510		2221		448.420	448443
D 580		2358		448.283	448278
E 580		2380		448.261	448278
2511		3699		448.513	448576
D 550		3810		448.402	448411
E 550		3810		448.402	448411



6.2.2 No Escritório

6.2.2.1 De posse dos dados topográficos anteriormente citados, no Escritório nós calculávamos os cortes, aterros e preenchíamos as diversas cadernetas e mapas. Feito isto, executávamos em papel milimetrado, o perfil transversal da estrada, e o perfil transversal do terreno. Em seguida lançávamos o talude da estrada, que em corte era 3:2 e nos aterros 2:3. ✓

Uma vez lançado o talude, calculávamos os cortes ou aterros, conforme o caso. anexo 1

6.2.2.2 Mapa de Cubação

Os elementos calculados (aterros e cortes) vão sendo registrados no mapa de cubação, conforme modelo anexo, onde a cubação foi feita pelo método. ✓

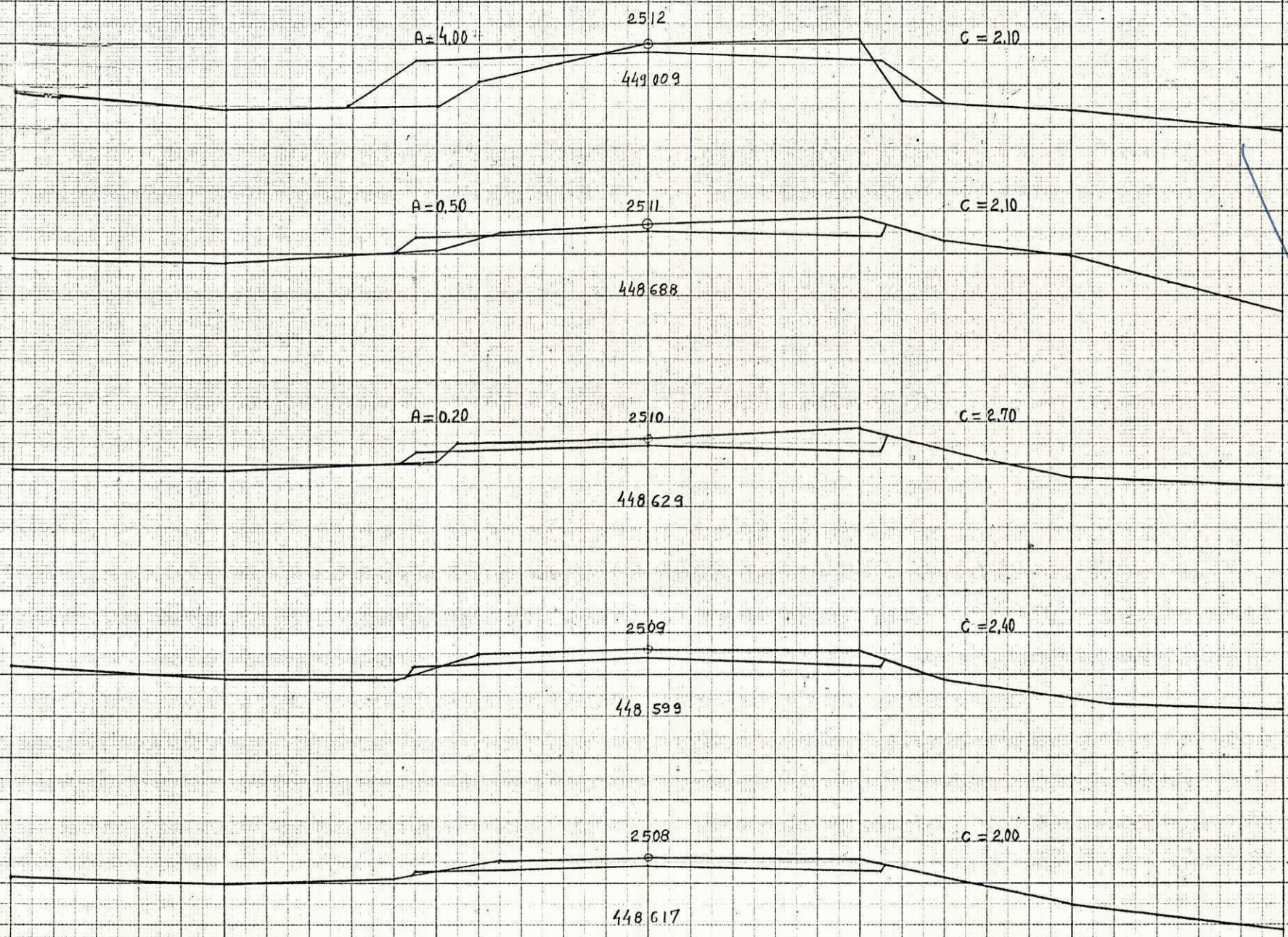
Os valores da coluna de volumes acumulados, são obtidos, somando os volumes parciais em cada estaca, atribuindo-se (c) para os volumes dos cortes e (a) para os volumes dos aterros.

O pagamento à firma, no caso, a ENARQ, é feito obedecendo estes cálculos. ✓

(Vide caderneta anexa) 2

6.2.3 No Laboratório (ensaios)

anexo 1



6.2.3.1 COMPACTAÇÃO DE SOLOS

Método de ensaio

DNER - DPT M 47 - 64

OBJETIVO

1. Determinar a correlação entre o teor de umidade do solo e sua massa específica aparente, quando compactada a fração de solo que passa na peneira 19mm.

APARELHAGEM

- 2.a. Repartidor de amostras de 2,5cm de abertura;
- b. Balança com capacidade de 10Kg, sensível a 25g.;
- c. Balança com capacidade de 1Kg, sensível a 0,1g.;
- d. Peneiras de 19mm e de 4,8mm;
- e. Cápsula de alumínio com capacidade de 75ml;
- f. Estufa capaz de manter a temperatura entre 105º e 110ºC;
- g. Molde cilíndrico metálico de 15,24 cm de diâmetro interno e 17,78 cm de altura, cilindro complementar e base metálica;
- h. Soquete cilíndrico de 4,536 Kg;
- i. Disco espaçador com 1508 cm de diâmetro e 6,35cm de altura;
- j. Espátua com lâmina flexível;
- k. Régua de aço biselada;
- l. Extrator de amostras do molde cilíndrico;
- m. Almofariz

AMOSTRA

- 3.a. A amostra recebida era seca ao ar, destorroada no almofariz, homogeneizada e reduzida, com o auxílio do repartidor de amostras, até se obter uma amostra representativa de 6000g.
- b. Passa-se esta amostra representativa na peneira de 19mm, havendo material retido nessa peneira, procede-se a substituição do mesmo, por igual quantidade em peso do material passando na de 19mm e retido na de 4,8mm.

ENSAIO

- 4.a. Fixa-se o molde à 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, após a compacta

ção; cada camada receberá 26 golpes do soquete, caindo de 45,72cm, 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 aproximação de 5g, o peso do material úmido compactado mais o molde. Daí, 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 100g para a determinação da umidade. Pesa-se esta amostra e seca-se em estufa a 105°C - 110°C, até constância de peso. Fazem-se a pesagem com aproximação de 0,1g;
- d. Desmancha-se novamente o material, junta-se água e torna-se a homogeneizar;
- e. Repetem-se essas operações para teores crescentes de umidade tantas vezes quantas necessárias para caracterizar a curva de compactação. Em nosso caso, 5 vezes.

CÁLCULOS

5. Umidade

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

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

Onde: h - Teor de umidade em percentagem;

P_h - Peso do solo úmido;

P_s - Peso do solo seco.

- 6.a. Massa específica aparente do solo seco compactado. Calcula-se a massa específica aparente do solo úmido, após cada compactação, pela fórmula:

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

Onde: M_h - Massa específica aparente do solo seco em g/cm³

P'h - Massa específica aparente do solo úmido em g/cm³

h - Teor de umidade do solo compactado, obtido como indica no item 5.

RESULTADOS

- 7.a. Curva de Compactação - Desenha-se a curva de compactação, marcando-se, em ordenadas, as massas específicas aparentes

do solo seco M_s e, em abscissas, os teores de umidade correspondentes, h ;

- b. Massas específicas aparentes 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.

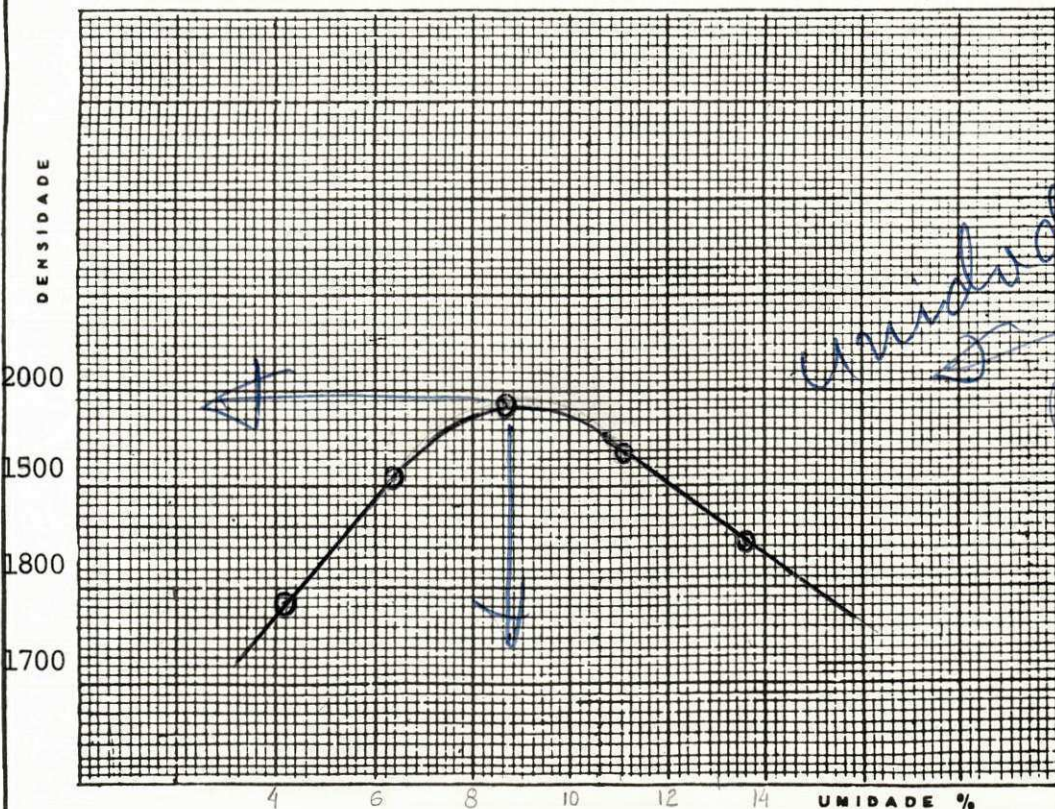
(Vide experiência e gráfico anexo).

ENARQ

ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO

RODOVIA BR - 104		TRECHO: Barra de Santa Rosa-Remígio		REGISTRO: 2383	
PROC. (SL - JAZ - AT) J - BASE 2041		LOCAL (FURO - EST - LADO). F = 88		PROFUNDIDADE: 0 - 90	
NATUREZA: OPERADOR:		CALCULISTA: VISTO:		LABORATÓRIO: DER	
CÁPSULA N.º				MOLDE N.º	24
PÊSO BRUTO ÚMIDO	g	g		VOLUME DO MOLDE	2080 cm ³
PÊSO BRUTO SECO	g	g		PÊSO DO MOLDE	4376 g
TARA DA CÁPSULA	g	g		PÊSO DO SOQUETE	4500 g
PÊSO DA ÁGUA	g	g		ESPESSURA DO DISCO ESPAÇADOR	polg
PÊSO DO SOLO SECO	g	g			
UMIDADE	%	%			
UMIDADE MÉDIA	%	%			

PONTO N.º	PÊSO BRUTO ÚMIDO	PÊSO DO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE DO SOLO ÚMIDO	DETERMINAÇÃO DA UMIDADE							UMIDADE MÉDIA	DENSIDADE DO SOLO SECO
				CÁPSULA N.º	PÊSO BRUTO ÚMIDO	PÊSO BRUTO SECO	PÊSO DA CÁPSULA	PÊSO DA ÁGUA	PÊSO DO SOLO SECO	UMIDADE		
—	g	g	Kg/m ³	—	g	g	g	g	g	%	%	Kg/m ³
1	8240	3864	1858						48,0		4,2	1783
2	8600	4224	2031						47,0		6,4	1909
3	8860	4484	2156						46,0		8,7	1983
4	8850	4474	2151						45,0		11,1	1936
5	8730	4354	2093						44,0		13,6	1842
6												



GOLPES P/CAMADA
26

N.º DE CAMADAS
5

D_{max} 2020

H_{ot} 8,7

INÍCIO 20.02.81

TÉRMINO _____

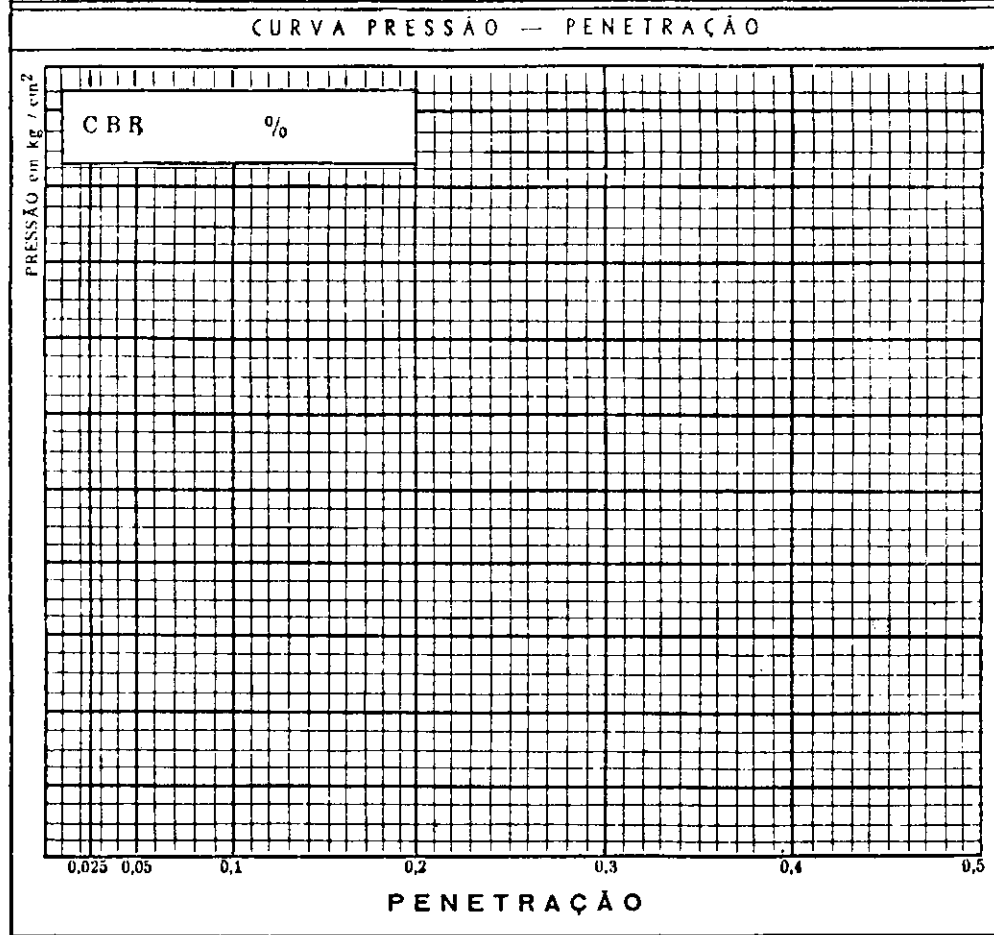
OBSERVAÇÕES: ESTUDO DE BASE

PEDRA 2400

C B R - DETERMINAÇÃO DO "ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA"

D A D O S	UNIDADES →	HIGROSCÓPICA →	DE MOLDAGEM →	D C S A T.
Densidade máxima - Dem = _____ g/l	Cápsula n.º			$hsat = \left(\frac{1}{D_o} \cdot \frac{1}{d} \right) 100$
Unidade ótima - hot = _____ % = _____	Peso bruto úmido			$hsat = \quad \quad \quad \%$
Umidade higroscópica - hi = _____ % = _____	Peso bruto seco			
Diferença - hot - hi = _____ % = _____	Tara da cápsula			
Cilindro n.º _____	Peso da Água			GRAU DE SAT.
Altura - H = _____ cm	Peso do solo seco			$G = \frac{him}{hsat} \cdot 100$
Volume - V = _____ cm ³	Teor de umidade			
Tara - T = _____ g	Teor médio de umid.	hi = _____ %	hni = _____ %	G = _____

ENSAIO DE PENETRAÇÃO						EXPANSÃO DE AMOSTRAS IMERSAS					
Penetração			Leitura do manômetro	Pressões Kg/cm ²			Data s		Leitura do Deflectômetro m m	Diferença m m	Expansão %
Tempo	Pol	m m		Determinada	Padrão	%	Dia	Hora			
30 s	0,025	0,63									
1 min.	0,05	1,27									
2 min.	0,1	2,54		70							
4 min.	0,2	5,08		105							
6 min.	0,3	7,62		139							
8 min.	0,4	10,16		161							
10 min.	0,5	12,70		182							



CÁLCULOS P/ MOLD. DO C. P.

Peso de solo úmido total
Ph = _____ g

Peso retido na peneira n.º 4
Pr 4 = _____ g

Peso passando na peneira n.º 4
Ps 4 = _____ g

Peso seco passando na peneira n.º 4
 $Ps = \frac{Ps\ 4}{100 + h} \cdot 100 = \quad \quad \quad \text{g}$

Água a juntar
 $A = Ps (hot - hi) + \text{absorção}$
A = _____ + _____
A = _____ g

VERIFICAÇÃO DA MOLDAGEM

Peso bruto do c. p. úmido
Pbh = _____ g

Peso do c. p. úmido
Ph = Pbh - T = _____ g

Densidade do c. p. úmido
 $Dh = \frac{Ph}{V} = \quad \quad \quad \text{g/l}$

Densidade do c. p. seco
 $Ds = Dh \frac{100}{100 + hm} = \quad \quad \quad \text{g/l}$

UMIDADE APÓS A IMERSÃO

Peso bruto do c. p. após a imersão
Pbim = _____ g

Peso do c. p. após a imersão
Pim = Pbim - T = _____ g

$him = \left(\frac{100 + hm}{100 Ph} \right) Pim \cdot 100 = \quad \quad \quad \%$

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA

C. B. R. = $\frac{100}{70} \cdot 100 = \frac{105}{105} \cdot 100$

Observações: _____

6.2.3.2. Índice de Suporte Califórnia de Solos

Método de Ensaio

DNER - DPT M 50 - 64

OBJETIVO

1. Determinar o valor relativo do suporte de solos pelo ensaio de amostra deformada moldada na umidade ótima obtida no ensaio de compactação dos solos.

APARELHAGEM

- 2.a. Conjunto de bronze, constituído de molde cilíndrico com 15,24cm de diâmetro interno e 17.78cm de altura, com entalhe superior externo em meia espessura; cilindro complementar com 5,08cm de altura, com entalhe inferior interno em meia espessura e prato de base perfurado com 24cm de diâmetro, com dispositivo para fixação do molde cilíndrico antes referido;
- b. Disco espaçador;
- c. Soquete cilíndrico de bronze, para compactação;
- d. Prato perfurado de bronze;
- e. Tripé porta-extrusômetro, de bronze;
- f. Disco anelar de aço;
- g. Extensômetro com curso mínimo de 10mm, graduado em 0,01mm;
- h. Prensa para determinação do índice de suporte califórnia, composta de:
 - I - Quadro formado por base e travessa de ferro fundido e 4 tirantes de aço, apresentando a travessa um entalhe inferior;
 - II - Macaco de engrenagem;
 - III - Conjunto dinamométrico com capacidade para 4.000Kg, sensível a 2,5Kg.
- i. Extrator de amostra do molde cilíndrico;
- j. Balde de chapa de ferro galvanizado com capacidade de cerca de 20 litros;
- k. Papel de filtro circular de cerca de 15cm de diâmetro;
- l. Balança com capacidade de 20Kg., sensível a 5g.

AMOSTRA

- 3.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, até se obter 6.000g, para solos siltosos ou argilosos;
- b. Passa-se esta amostra (6.000g) na peneira 19mm;
- c. Repetem-se as operações referidas nos itens a e b, tantas

vezes quantos corpos de provas tiverem de ser moldados, geralmente cinco.

ENSAIO

- 4.a. Moldagem do corpo de prova - fixa-se o molde à sua 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, em cinco camadas iguais de forma a se ter uma altura total de solo de cerca de 12,5cm. Cada camada receberá 12 golpes do soquete (caso de materiais de subleito) ou 26 golpes (caso de materiais de subbase e base), caindo de uma altura de 45,72cm, 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 5Kg., o peso do material úmido compactado, P'h;
- c. Retira-se do material excedente da amostra de 6.000g, cerca de 100g para determinar a umidade. Pesa-se esta amostra e seca-se em estufa a 105°C - 110°C até constância de peso, e fazem-se as pesagens.

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

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

Onde: h - é a umidade em percentual

Ph - peso do material úmido

Ps - peso do material seco.

- d. Repetem-se essas operações a, b e c para teores crescentes de umidade, tantas vezes quantas necessárias para caracterizar a curva de compactação. Estes corpos de prova moldados serão utilizados nos ensaios de expansão e penetração.

Cálculo da massa específica aparente do solo seco:

- a. Determina-se primeiramente a massa específica aparente úmida (Mh) de cada corpo de prova, pela fórmula:

$$Mh = \frac{P'h}{V} \text{ em g/cm}^3$$

Onde: P'h - é o peso do solo úmido compactado em g

V - volume do solo úmido compactado em cm³

- b. A seguir se obtém a massa específica aparente do solo seco compactado (Ms) pela fórmula:

$$M_s = M_h \times \frac{100}{100 + h} \quad \text{em g/cm}^3$$

Onde: h - teor de umidade em %

EXPANSÃO

- 5.a. Terminada a moldagem, o disco espaçador será retirado, os moldes invertidos e fixados ao prato-base perfurados;
- b. 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 menor do que 4,536Kg;
- c. Adapta-se na haste de expansão um extensômetro fixo ao tripé porta-extensômetro, colocando 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;

- d. 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 a ficha anexa.

PENETRAÇÃO

- 6.a. O ensaio de penetração é realizado numa prensa. Coloca-se no tampo de cada corpo de prova, dentro do molde cilíndrico, uma sobrecarga (4,536Kg);
- b. 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 4,5Kg, controlada pelo deslocamento do ponteiro do extensômetro do anel dinamométrico; zeram-se, a seguir, o extensômetro do anel dinamométrico e o que mede a penetração do pistão no solo. Aciona-se a manivela da prensa com a velocidade de 0,05 Pol/min. Cada leitura considerada no extensômetro do anel é em função de uma penetração do pistão no solo e de um tempo especificado para o ensaio.

As leituras efetuadas no extensômetro do anel medem encurtamentos diametraes 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.

A pressão corrigida 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.

O índice de suporte califórnia (ISC) para cada corpo de prova é obtido pela fórmula:

$$\text{ISC}\% = \frac{\text{Pressão Calculada ou Pressão Corrigida}}{\text{Pressão Padrão}} \times 100, \text{ ad-}$$

tando-se o maior dos valores obtidos nas penetrações de 0,1 " e 0,2".

RESULTADOS

I Determinação da massa específica aparente máxima, seca e umidade ótima.

Os valores das massas específicas aparentes, secas de cada corpo de prova e os valores correspondentes das umidades de moldagem permitirão o traçado da curva de compactação do solo. A ordenada máxima da curva fornece a massa específica aparente máxima, seca, e a abscissa que lhe corresponde é a umidade ótima do solo.

II Determinação do ISC final.

De preferência, na mesma folha em que se apresenta a curva de compactação, usando-se a mesma escala das umidades de moldagem, registram-se em escala adequada, sobre o eixo das ordenadas, os valores dos ISC obtidos segundo este método, correspondentes aos valores das umidades que serviram para construção da curva de compactação.

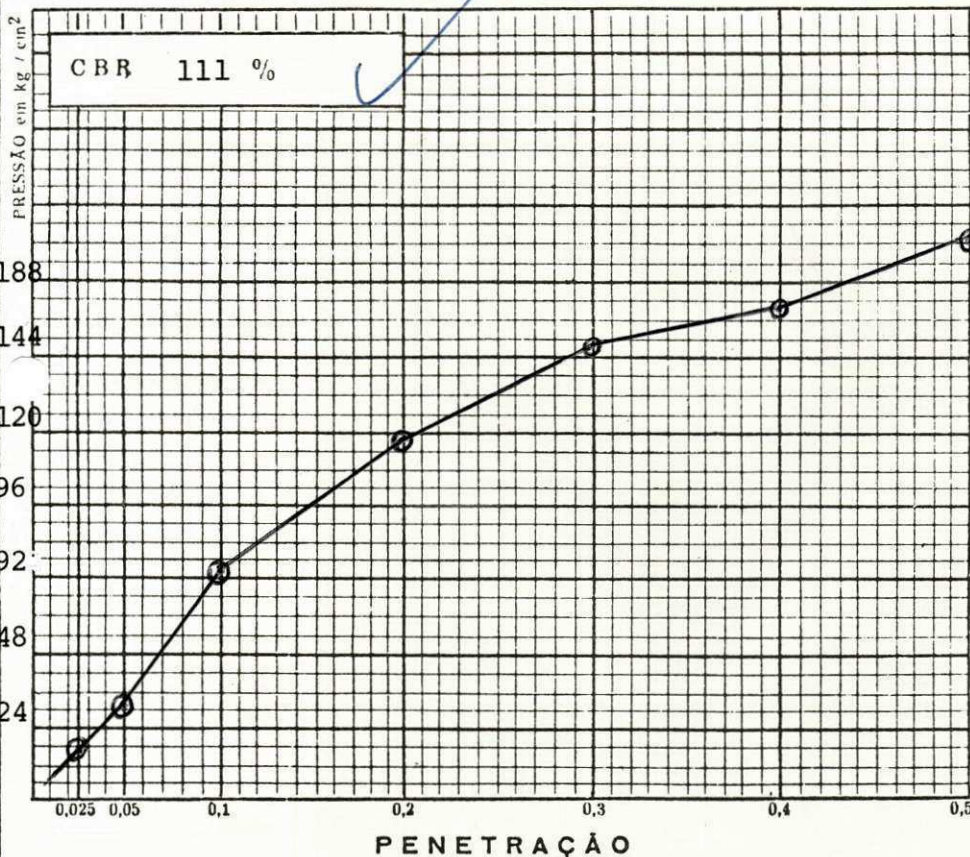
Vide experiência e gráficos anexos.

C B R - DETERMINAÇÃO DO "ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA"

D A D O S	UNIDADES →	HIGROSCÓPICA →	DE MOLDAGEM →	D E S A T.
Densidade máxima - Dem = <u>2020</u> g/l	Cápsula n.º	82	10	$hsat = \left(\frac{1 - h}{D_s \cdot d} \right) 100$ hsat = _____ %
Unidade ótima - hot = <u>8,7</u> % = <u>8,7</u>	Peso bruto úmido	50,0	50,0	
Umidade higroscópica - hi = <u>1,8</u> % = <u>1,8</u>	Peso bruto seco			GRAU DE SAT. $G = \frac{him}{hsat} \cdot 100$ G = <u>100</u> %
Diferença - hot - hi = <u>6,9</u> % = <u>6,9</u>	Tara da cápsula			
Cilindro n.º <u>12</u>	Peso da água			
Altura - H = <u>1150</u> cm	Peso do solo seco	49,1	46,6	
Volume - V = <u>2076</u> cm ³	Teor de umidade			
Tara - T = <u>4498</u> g	Teor médio de unid.	hi = <u>1,8</u> %	hmi = <u>7,3</u> %	

ENSAIO DE PENETRAÇÃO							EXPANSÃO DE AMOSTRAS IMERSAS				
Penetração			Leitura do manômetro	Pressões Kg/cm ²			Datas		Leitura do Deflectôm. m m	Diferença m m	Expansão %
Tempo	Pol	m m		Determinada	Padrão	%	Dia	Hora			
30 s	0,025	0,63	70	7,4			21	8,00	0,00		0,0
1 min.	0,05	1,27	300	31,8			22	8,00	0,00		
1 min.	0,1	2,54	700	74,2	70	106	23	8,00	0,00		
4 min.	0,2	5,08	1100	116,6	105	111	24	8,00	0,00		
6 min.	0,3	7,62	1400	148,4	133						
8 min.	0,4	10,16	1650	174,5	161						
10 min.	0,5	12,70	1900	200,4	182						

CURVA PRESSÃO - PENETRAÇÃO



CÁLCULOS P/ MOLD. DO C. P.

Peso de solo úmido total	Ph = <u>6000</u> g
Peso retido na peneira n.º 4	Pr 4 = <u>2400</u> g
Peso passando na peneira n.º 4	Ps 4 = <u>3000</u> g
Peso seco passando na peneira n.º 4	$Ps = \frac{Ps\ 4}{100 + h} \cdot 100 = \underline{3665}$ g
Água a juntar	A = Ps (hot - hi) + absorção
	A = <u>253</u> + <u>48</u>
	A = <u>301</u> g

VERIFICAÇÃO DA MOLDAGEM

Peso bruto do c. p. úmido	Pbh = <u>8930</u> g
Peso do c. p. úmido	Ph = Pbh - T = <u>4482</u> g
Densidade do c. p. úmido	Dh = $\frac{Ph}{V} = \underline{2159}$ g/l
Densidade do c. p. seco	Ds = $Dh \frac{100}{100 + hm} = \underline{2012}$ g/l

UMIDADE APÓS A IMERSÃO

Peso bruto do c. p. após a imersão	Pbim = _____ g
Peso do c. p. após a imersão	Pim = Pbim - T = _____ g
	him = $\left(\frac{100 + hm}{100 Ph} \right) Pim - 1 \cdot 100 = \underline{\quad\quad\quad}$ %

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA

C. B. R. = $\frac{70}{100} \cdot 100 = \underline{105} \cdot 100$

Observações: _____

ENARQ

ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO

RODOVIA	TRECHO:	REGISTRO:
PROC. (SL - JAZ - AT)	LOCAL (FURO - EST - LADO)	PROFUNDIDADE:
NATUREZA: OPERADOR:	CALCULISTA: VISTO:	LABORATÓRIO:
CÁPSULA N.º		MOLDE N.º
PÊSO BRUTO ÚMIDO	g	VOLUME DO MOLDE
PÊSO BRUTO SECO	g	PÊSO DO MOLDE
TARA DA CÁPSULA	g	PÊSO DO SOQUETE
PÊSO DA ÁGUA	g	ESPESSURA DO DISCO
PÊSO DO SOLO SECO	g	ESPAÇADOR
UMIDADE	%	
UMIDADE MÉDIA	%	

PONTO N.º	PÊSO BRUTO ÚMIDO	PÊSO DO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE DO SOLO ÚMIDO	DETERMINAÇÃO DA UMIDADE							UMIDADE MÉDIA	DENSIDADE DO SOLO SECO
				CÁPSULA N.º	PÊSO BRUTO ÚMIDO	PÊSO BRUTO SECO	PÊSO DA CÁPSULA	PÊSO DA ÁGUA	PÊSO DO SOLO SECO	UMIDADE		
—	g	g	Kg/m ³	—	g	g	g	g	g	%	%	Kg/m
1												
2												
3												
4												
5												
6												

DENSIDADE		GOLPES P/ CAMADA
		N.º DE CAMADAS
		D _{max} _____
		H ₀₁ _____
		INÍCIO _____
	TÉRMINO _____	
	UMIDADE %	

OBSERVAÇÕES: _____

6.2.3.3 Limite de Liquidez de Solos

Método de Ensaio

DNER - DPT M 44-64

OBJETIVO

1. Determinar o limite de liquidez de solos

APARELHAGEM

- 2.a. Casagrande, calibrado para uma altura de queda de 1cm;
- b. Cinzel;
- c. Balança com capacidade de 200g, sensível a 0,01g;
- d. Estufa (105 - 110°C)
- e. Recipiente para guardar amostras;
- f. Capsula de porcelana (500 mP);
- g. Espátula

AMOSTRA

3. Da amostra obtida para preparação de amostras de solos para ensaios de caracterização, toma-se cerca de 70g.

ENSAIO

- 4.a. Coloca-se a amostra na cápsula e junta-se água destilada em quantidade suficiente para se obter uma massa plástica (homogeneiza);
- b. Transfere-se com a espátula parte da massa assim obtida para a concha do aparelho casagrande, moldando-a de tal maneira que, em sua parte central, a espessura seja de aproximadamente 1cm;
- c. Com um cinzel, divide-se a massa de solo em duas partes, abrindo-se uma canelura em seu centro;
- d. Coloca-se cuidadosamente a concha no aparelho e logo a seguir golpeia-se, acionando a manivela, à razão de duas voltas por segundo, até que as bordas inferiores da canelura se unam e 1cm 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:

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

Onde: h - é o teor de umidade em porcentagem

Ph - é o peso do material úmido;

Ps - é o peso do material seco (105° - 110°C)

- f. Transfere-se o restante da massa para a cápsula e repete-se as operações anteriores.

RESULTADO

- 5.a. Com os resultados obtidos constrói-se um gráfico, no qual as ordenadas (em escala log) são os números de golpes e as abscissas (em escala aritmética) são os correspondentes teores de umidade;
- b. O limite de liquidez é expresso pelo teor de umidade correspondente à interseção da ordenada relativa a 25 golpes, com a linha dos pontos do gráfico acima referido.

Vide experiência e gráfico anexos.

6.2.3.4 Limite de Plasticidade de Solos

Método de Ensaio

DNER - DPT M 82 - 63

OBJETIVO

1. Determinar o limite de plasticidade dos solos

APARELHAGEM

- 2.a. Cápsula de procelana;
- b. Espátula;
- c. Placa de vidro de superfície esmerilhada;
- d. Cilindro de comparação;
- e. Recipiente para guardar amostras;
- f. Balança com capacidade de 200g, sensível a 0,01g;
- g. Estufa (105°C - 110°C)

AMOSTRA

3. Da amostra obtida para preparação de amostras de solos para ensaios de caracterização, toma-se cerca de 50g.

ENSAIO

- 4.a. Coloca-se a amostra na cápsula e junta-se água destilada em quantidade suficiente para se obter uma massa plástica (homogeneiza);
- b. Separa-se 20g da massa obtida no item 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 em 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 3mm, quebra-se 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 3mm 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 3mm.

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 3mm de diâmetro.

A desagregação manifestar-se-á diferentemente, conforme o tipo de solo. Solos muito argilosos requerem mais pressão da mão para 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 3mm a 6mm de comprimento.

É possível 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 3mm de diâmetro final;

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

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

Onde: h - é o teor de umidade, em porcentagem;

Ph - peso do material úmido;

Ps - peso do material seco (105°C - 110°C)

- d. Repete-se as operações anteriores até que se obtenha 3 valores que não defiram da respectiva média de mais de 5%.

RESULTADO

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

- OBS.: 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 com o não plástico;
3. Quando o limite de plasticidade for igual ou maior do que o limite de liquidez, anota-se o índice de plasticidade com o não plástico.

Vide experiência e gráfico anexos.

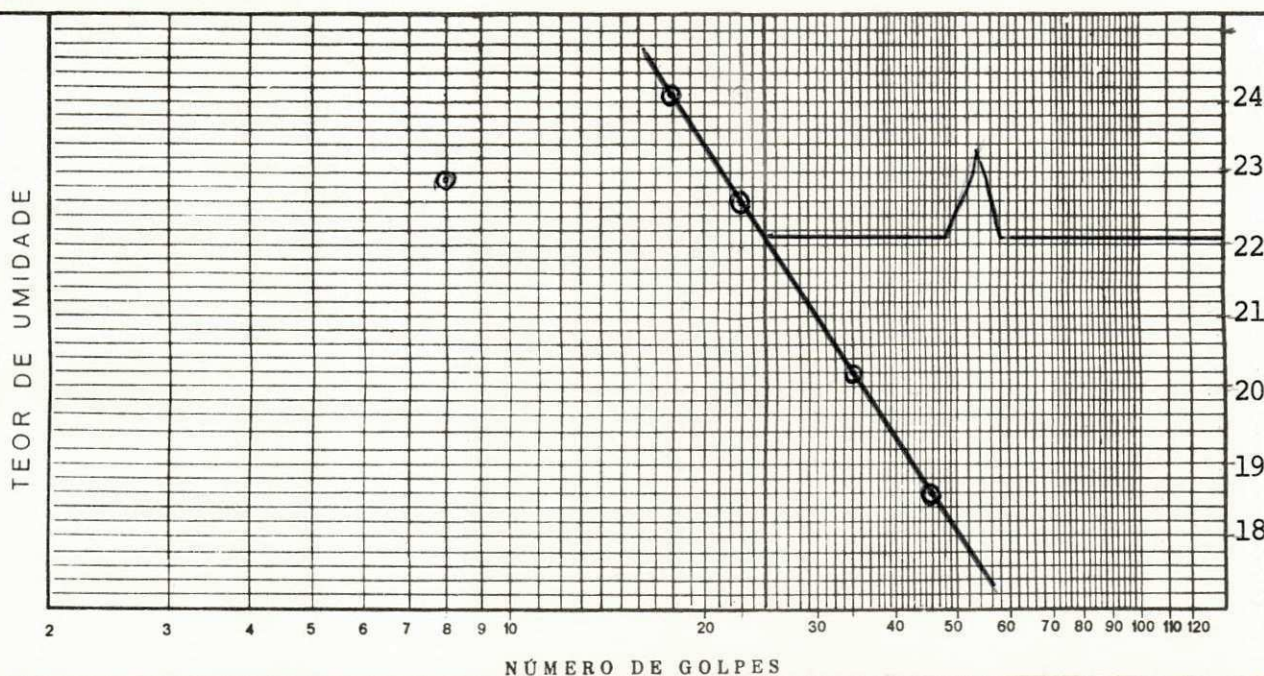
ENARQ

ÍNDICES FÍSICOS

RODOVIA BR - 104	TRECHO Remigio - Barra Sta. Rosa	REGISTRO 2026
PROCEDENCIA (SL, JAZ, AT, ETC) EMP. EST- 2547	LOCAL (FURO, EST, LADO) EST. 2552 LE	PROFUNDIDADE (em)
OPERADOR DATA	CALCULISTA VISTO	LABORATÓRIO DER

LIMITE DE LIQUIDEZ

1	CÁPSULA N.º	127	67	256	153	113	OBSERVAÇÕES Camada final
2	N.º DE GOLPES	8	18	23	34	46	
3	PESO BRUTO ÚMIDO	17,83	17,70	16,79	18,58	15,90	
4	PESO BRUTO SECO	15,68	15,75	14,85	17,14	14,65	
5	TARA DA CÁPSULA	6,31	7,66	6,26	10,00	7,90	
6	PESO DA ÁGUA	2,15	1,95	1,94	1,44	1,25	
7	PESO DO SOLO SECO	9,37	8,09	8,59	7,14	6,75	
8	UMIDADE	22,9	24,1	22,6	20,2	18,5	



LIMITE DE PLASTICIDADE

1	CÁPSULA N.º	349	323	345	315	319	LL 22,1 % LP 17,7 % IP 4,4 % LC _____ %
2	PESO BRUTO ÚMIDO	8,91	8,36	8,69	8,73	827	
3	PESO BRUTO SECO	8,18	7,80	8,08	8,14	7,74	
4	TARA DA CÁPSULA	4,52	4,65	4,75	4,72	4,68	
5	PESO DA ÁGUA	0,73	0,56	0,61	0,59	0,53	
6	PESO DO SOLO SECO	3,66	3,15	3,33	3,42	3,06	
7	UMIDADE	19,9	17,8	18,3	17,3	17,3	

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 cm ³		
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 _____

6.2.3.5 Análise Granulométrica de Solos por Peneiramento

Método de Ensaio

DNER - DPT M 80 - 64

OBJETIVO

1. Determinar a granulométrica de solos por peneiramento.

APARELHAGEM

- 2.a. Peneiras de 50 - 38 - 25 - 19 - 9,5 - 4,8 - 2,0 - 1,2 - 0,6 - 0,42 - 0,30 - 0,15 e 0,075mm, inclusive tampa de fundo;
- b. Agitador para peneiras;
- c. Repartidor de amostras;
- d. Balança com capacidade de 200g, sensível a 0,01g;
- e. Balança com capacidade de 1Kg, sensível a 0,1g;
- f. Balança com capacidade de 5Kg, sensível a 5g;
- g. Estufa (105°C - 110°C);
- h. Cápsula de porcelana (500ml);
- i. Almofariz e mão de gral;
- j. Recipiente cilíndrico;
- l. Pã de mão de forma arredondada;
- m. Tabuleiro de chapa de ferro galvanizado;

AMOSTRA

- 3.a. A amostra de solo como recebida do campo deverá ser seca ao ar, de modo que a temperatura não exceda 60°C. A seguir, de sagrega-se completamente os torrões no almofariz com a mão de gral;
- b. Reduz-se todo o material preparado segundo o item a, com o auxílio do repartidor de amostras ou por quarteamento, até se obter uma amostra de 1500g, para solos argilosos ou siltosos e de 2000g, 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 no item b, com aproximação de 5g, é anotado como peso total da amostra seca ao ar.

UMIDADE HIGROSCÓPICA

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

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

Onde: h - Teor de umidade, em %

Ph - Peso do material úmido

Ps - Peso do material seco (105°C - 110°C)

ENSAIO

- 5.a. Coloca-se a amostra representativa obtida segundo o item 3 no recipiente referido no item 2j, 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 2,0mm e de 0,075mm, colocadas uma sobre a outra. A peneira de 2,0mm é usada somente com o objetivo de evitar que o material de diâmetro maior venha sobrecarregar a de 0,075mm, danificando sua malha.

Transfere-se novamente as frações da amostra retiradas nas peneiras mencionadas;

- b. As frações da amostra retidas nas peneiras de 2,0mm e de 0,075mm, após lavadas, com água corrente, diretamente nestas peneiras, serão transferidas, com o auxílio do jato d'água, para a cápsula de porcelana de 500ml, e seca em estufa a 105°C - 110°C, até constância de peso;
- c. Procede-se, a seguir, ao peneiramento do material seco contido na cápsula de porcelana, na série de peneiras, escolhidas dentre as referidas no item 2.a; pesa-se com aproximação de 0,1g as frações da amostra retidas nas peneiras consideradas.

CÁLCULOS E RESULTADOS

- 6.a. Peso da amostra total seca - soma-se os pesos das frações da amostra retidas na peneira de 2,0mm e nas de maior abertura de malha;
- b. Da diferença entre o peso total da amostra seca ao ar (amostra, item 3) e o peso obtido no item a, resulta o peso da fração da amostra seca ao ar, que passa na peneira de 2,0mm;
- c. O produto do peso obtido no item b, pelo fator de correção $\frac{100}{100 + h}$, em que h é a umidade higroscópica, obtida segundo o item 4, é o peso da fração da amostra seca que passa na peneira de 2,0mm;
- d. A soma dos pesos obtidos nos itens 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 item 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 às 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 item anterior.

Vide experiência e gráfico anexo.

ENARQ

GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO

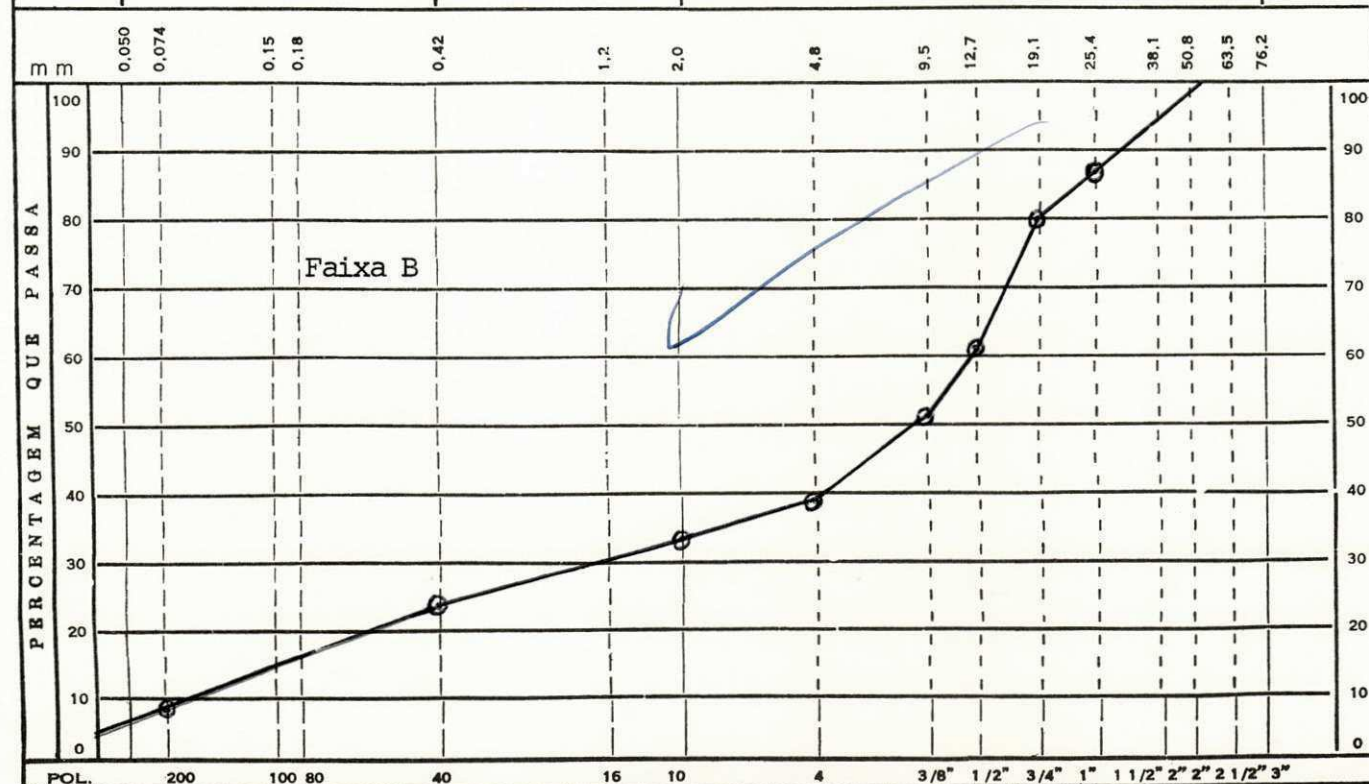
RODOVIA BR - 104	TRECHO Remígio - Barra Sta. Rosa	REGISTRO 2415
PROCEDÊNCIA (SL, JAZ, AT, ETC.) J BASE 2041	LOCAL (FURO, EST., LADO) F - 146	PROFUNDIDADE em 0 - 55
OPERADOR	CALCULISTA	LABORATÓRIO DER
DATA	VISTO	

UMIDADE	%	%	AMOSTRA	TOTAL	PARCIAL
CÁPSULA N.º	4		CÁPSULA N.º	55	78
PESO BRUTO ÚMIDO			PESO BRUTO ÚMIDO		
PESO BRUTO SECO			PESO ÚMIDO	2 1500	150
TARA DA CÁPSULA			PESO RETIDO NA PEN. 10		
PESO DA ÁGUA			PESO ÚMIDO PASS. PEN. 10		
PESO DO SCLO SECO	49,7		PESO SECO PASS. PEN. 10		
UMIDADE			PESO DA AMOSTRA SECA	1491,0	3 149,1
UMIDADE MÉDIA	1 0,6				

PENEIRAMENTO

AMOSTRA TOTAL	PENEIRAS		PESO RETIDO PARCIAL	PESO QUE PASSA ACUMULADO	% QUE PASSA AM TOTAL	Pol.	CONSTANTES	
	Pol.	mm	COL. 1	COL. 2	COL. 3		Pol.	
	3"	76,2				3"	$K 1 = \frac{100 + \boxed{1}}{\boxed{2}} = 0,0671$	
	2 1/2"	63,5				2 1/2"		
	2"	50,8				2"	$K 2 = \frac{\boxed{4}}{\boxed{3}} = 0,224$	
	1 1/2"	38,1				1 1/2"		
	1"	25,4	200,0	1291,0	87	1"	2/3 DA N.º 40	15
	3/4"	19,1	100,0	1191,0	80	3/4"	RETIDO EM 2"	0
	1/2"	12,7	282,0	909,0	61	1/2"	OBSERVAÇÕES	
	3/8"	9,5	145,0	764,0	51	3/8"		
	N.º 4	4,8	185,0	579,0	39	N.º 4		
	N.º 10	2,0	80,0	499,0	4 33	N.º 10		
AMOSTRA PARCIAL			COL. 4	COL. 5	COL. 6			
N.º 40	0,42	45,0	104,1	23	N.º 40			
N.º 80	0,16				N.º 80			
N.º 200	0,074	68,0	36,1	8	N.º 200			

AREIA FINA AREIA GROSSA PEDREGULHO



6.2.3.6 Determinação da Massa Específica Aparente do Solo, "in situ", com emprego do frasco de Areia

MÉTODO DE ENSAIO

DNER - DPT M 92 - 64

OBJETIVO

1. Determinar, por intermédio do frasco de areia, a massa específica aparente do solo, "in situ".

APARELHAGEM

- 2.a. Frasco de vidro, metálico ou de plástico, com 3,5l de capacidade, dotado de gargalo rosqueado e funil provido de registro e de rosca para se atarrachar ao frasco;
- b. Bandeja quadrada de alumínio com cerca de 30cm de lado;
- c. Pã de mão;
- d. Balança com capacidade de 10Kg, sensível a 1g;
- e. Talhadeira de aço com 30cm de comprimento;
- f. Martelo de 1Kg;
- g. Recipiente que permita guardar amostra sem perda de umidade, antes de sua pesagem;
- h. Estufa (105° - 110°C), ou instrumento que permita a determinação da umidade segundo os métodos DPT M 52 e DPT M 88;
- i. Balança com capacidade de 1Kg, sensível a 0,1g;
- j. Areia (fração compreendida entre 0,8mm e 0,6mm) lavada, seca e de massa específica aparente M_a , determinada conforme o item 4.

ENSAIO

Determinação do peso da areia correspondente ao volume do funil e rebaixo do orifício na bandeja.

- 3.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 26 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 obtém-se (P_2);
- c. O peso da areia deslocada, que encheu o volume do funil e o rebaixo do orifício da bandeja, será:

$$P_3 = P_1 - P_2$$

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA APARENTE DA AREIA, M_a .

- 4.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 15cm de altura; 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, pesa-se (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:

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

Onde: M_a - massa específica aparente da areia (g/cm^3);

P_6 - valor obtido no item c (g);

V - volume do cilindro (cm^3)

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA APARENTE DO SOLO, "IN SITU"

- 5.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 15cm;
- c. Recolhe-se na bandeja o solo extraído da cavidade, pesando-o (P_h);
- d. Toma-se, imediatamente, cerca de 100g 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).

CÁLCULOS E RESULTADOS

6. 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 (P_3):

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

8. Massa Específica Aparente do Solo Úmido "In Situ" (Mh) obtém-se pela fórmula:

$$M_h = M_a \cdot \frac{P_h}{P_{10}}$$

9. Massa Específica Aparente do Solo Seco, "In Situ" (Ms) obtém-se pela fórmula:

$$M_s = M_h \cdot \frac{100}{100 + h}$$

GRAU DE COMPACTAÇÃO

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

$$GC = \frac{M_s}{M_{sP}} \times 100$$

Onde: Ms - é a massa específica aparente do solo seco, "In Situ";

M_{s1} - massa específica aparente do solo seco, obtida em laboratório, de acordo com o método exigido para a obra.

Vide experiência e gráfico anexos.

ENARQ

DENSIDADE "IN SITU" MÉTODO DO FRASCO DE AREIA

RODOVIA BR - 104		TRECHO Remígio - Barra Sta. Rosa				SUB-TRECHO		
CAMADA DO PAVIMENTO MS		EST. 2210		EST. 2235		CALCULISTA		
OPERADOR		VISTO				LABORATÓRIO DER		
CAMADA		Nº						
FURO		Nº		443		444		445
PROFUNDIDADE (cm)		D E		0		0		0
		A		20		20		20
DATA		---						
ESTACA				2210		2215		2220
POSICÃO		E - X - D		X		E		X
Peso do Frasco com Areia		ANTES		A		6000		6000
		DEPOIS		B		2730		2930
		DIFERENÇA		A - B		3270		3070
FUNIL		Nº		0,2		0,1		0,2
PESO DA AREIA NO FUNIL (g)		c		700		500		700
PESO DA AREIA NO FURO (g)		A-B-C=P		2570		2570		2600
DENSIDADE DA AREIA (g/dm ³)		d		1329		1329		1329
VOLUME DO FURO (dm)		$v = \frac{P}{d}$		1934		1934		1956
UMIDADE		hZ		8,4		8,4		7,8
PESO DO SOLO UMIDO (g)		Ph		43,35		41,75		43,15
PESO DO SOLO SECO (g)		$P_s = \frac{Ph}{100 + h}$		4000		3851		4003
DENSIDADE DO SOLO SECO (g/dm ³)		$D_s = \frac{P_s}{v}$		2068		1991		2046
ENS A I O LABORATÓRIO		REGISTRO		N		-		-
		DENS. MÁXIMA (g/dm ³)		Dm		1995		1979
		UMIDADE ÓTIMA		hZ		8,2		9,0
GRAU DE COMPACTAÇÃO		$Z = \frac{D_s}{D_m}$		104		101		104

U M I D A D E

CÁPSULA		Nº						
PESO DO SOLO UMIDO (g)		Ph						
PESO DO SOLO SECO (g)		Ps						
PESO DA AGUA (g)		$P_a = Ph - P_s$						
UMIDADE		$hZ = \frac{P_a}{P_s}$						

OBSERVAÇÕES

EQUIVALENTE DE AREIA

MÉTODO DE ENSAIO

DNER - DPT M 54 - 63

OBJETIVO

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

DEFINIÇÃO

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

APARELHAGEM

3. A aparelhagem necessária é a seguinte:
 - a. Peneira de 4,8mm, de acordo com a especificação "peneiras de malhas quadradas para análise granulométrica de solos", ABNT EB-22R;
 - b. Proveta cilíndrica, transporti, de vidro ou matéria plástica, de 32mm de diâmetro interno e cerca de 43cm de altura, graduada de 2 em 2mm, até pelo menos 38cm, a partir da base, ou apresentando dois círculos de referência a 10cm e a 38cm, respectivamente, da base;
 - c. Tubo lavador de cobre ou latão, de 6,4mm de diâmetro externo e 50cm de comprimento. A extremidade inferior é fechada em forma de cunha, tendo dois orifícios de 1mm de diâmetro perfurados nas faces da cunha e junto à ponta;
 - d. Garrafão com capacidade de 5 litros, dotado de sifão constituído de rôlha 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 diâmetro interno, com uma pinça de Mohr de 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 diâmetro. A sapata possui três pequenos parafusos de ajustagem que permitem centrá-la com folga na proveta. Um disco perfurado, que se adapta ao tampo da proveta, serve de guia para a haste. Um lastro cilíndrico é preso à 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.

REAGENTES E SOLUÇÕES

4.a. Solução concentrada - para 5 litros de solução concentrada, preparar:

557g Cloreto de Cálcio Anidro;

2510g (2010ml) de Glicerina U.S.P.;

57,5g (55ml) de solução de Formaldeído a 40%, em volume.

Dissolver o Cloreto de Cálcio em 2 litros de água destilada, agitando energicamente a solução. Esfriar a solução, e filtrá-la através do papel whatman Nº 12 ou equivalente. Adicionar a Glicerina e o Formaldeído à solução filtrada, misturando bem e com cuidado; completar 5 litros de solução com água destilada ou água corrente limpa;

b. Solução de trabalho - diluir 125ml da Solução Concentrada em água destilada ou corrente limpa até completar 5 litros, misturando cuidadosamente. A água duvidosa deve ser verificada comparando-se os resultados dos ensaios de equivalentes de areia em amostras idênticas, empregando-se soluções preparadas com a água duvidosa e com a água destilada.

AMOSTRA

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

ENSAIO

6.a. Abre-se a pinça do tubo de ligação. Aciona-se o sifão, soprando-se no tampo do garrafão que contém a solução, através de um pequeno tubo. Verificado 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 auxílio do funil, o conteúdo de um recipiente de medida cheio de amostra preparada e rasada à 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, a fim 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 20cm. Cada ciclo compreende um movimento completo de vaivem. A fim de agitar satisfatoriamente a amostra como antes foi especificado é necessário que o operador agite apenas com os antebraços;
- 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. Agitar levemente com o tubo lavador a camada de areia para levantar o material argiloso eventualmente existente. Esta operação deve ser acompanhada de leve giro da proveta. Quando o líquido atingir o círculo de referência superior da proveta (a 38cm 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 e 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 2mm;
- g. Introduz-se o pistão cuidadosamente na proveta até assentar completamente na areia. Gira-se a haste ligeiramente, sem empurrá-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-o à 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 cilíndrico, e subtraindo-se desta, a mesma distância, medida quando a sapata esta assente no fundo da proveta (cte do aparelho).

OBS.: Imediatamente após o ensaio, lavar a proveta, não a deixando sob a ação da luz direta do sol mais que o necessário.

CÁLCULOS

7. Calcula-se o EA como se segue:

$$EA = \frac{\text{Leitura no topo da areia}}{\text{Leitura no topo da argila}} \times 100$$

ou

$$EA = \frac{K - dz}{380 - di} \times 100$$

Onde: di - dist. do traço de referência superior da proveta ao nível da suspensão argilosa, em mm;

dz - dist. do topo do 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 - cte do aparelho quando a sapata do pistão estiver assente no fundo da proveta, em mm.

Vide ensaio e resultados anexos.

7. CONCLUSÃO

A realização do estágio supervisionado foi de grande proveito para nós, pois nos proporcionou uma visão mais profunda da tecnologia atual. Também nos proporcionou oportunidades para aumentar a experiência e aperfeiçoar os conhecimentos na área de estrada.

A orientação e o apoio dos orientadores e supervisores do estágio, foi de grande importância pois, além de transmitir as informações e conhecimentos necessários para o nosso aperfeiçoamento, também nos forneceu o apoio moral, que nesta fase é muito valioso.

Quanto ao conteúdo recebido da Universidade Federal da Paraíba, teve grandiosa importância, pois nos forneceu uma base de conhecimentos bastante sólida, fazendo com que não tivéssemos grandes dificuldades nas soluções dos problemas encontrados durante a realização do estágio e futuramente no exercício da Profissão de Engenheiro.

Como sugestão, poderíamos propor a inclusão no currículo escolar, de uma disciplina que constasse de projetos, pois esta além de proporcionar ao aluno uma maior aproximação com a prática, fará com que este desenvolva atividades diretamente ligada a estrada, aperfeiçoando-o e preparando-o mais ativamente para o tipo de trabalho, que na maioria das vezes, ele irá se deparar quando do exercício de sua profissão.

Quero dizer, que o que foi relatado neste trabalho não foi suficiente para traduzir todos os conhecimentos e experiências assimiladas no estágio.

Quero agradecer ao DER-PB, e a Universidade Federal da Paraíba, por o estágio que me proporcionaram.