



**UNIVERSIDADE FEDERAL**

**DA PARAIBA**

**CAMPUS II – CAMPINA GRANDE – PB**

ESTÁGIO SUPERVISIONADO  
RELATÓRIO

SUPERVISOR: FRANCISCO DE ASSIS QUITANS

ALUNO: FRANCISCO DE ASSIS ALMEIDA

MAT. 7811014-8

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

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
PRO-REITORIA PARA ASSUNTOS DO INTERIOR - PRAI  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

"E S T Á G I O   S U P E R V I S I O N A D O"

RODOVIA : P.B.T. - 361

TRECHO : ITAPORANGA - CONCEIÇÃO

SUB:TRECHOO: IBIARA : CONCEIÇÃO

PERÍODO :

26/01/1981 a 09/03/1981

C O N V Ê N I O

U. F. P. B. - D. E. R. - Pb

S U P E R V I S O R: FRANCISCO DE ASSIS QUITANS

ALUNO: FRANCISCO DE ASSIS DE ALMEIDA - MAT. 7811014-8



Biblioteca Setorial do CDSA. Setembro de 2021.

Sumé - PB

RELATÓRIO DAS ATIVIDADES DO AIJUNO:

FRANCISCO DE ASSIS DE ALMEIDA

MATRÍCULA Nº 7811014-8

CURSO: ENGENHARIA CIVIL

O ESTÁGIO FOI REALIZADO NO PERÍODO DE:

26 de Janeiro a 09 de Março - de Segunda a Sábado com  
horário de:

7 : 00 às 11 : 00 hs e de 13 : 00 às 17 : 00

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

Nosso agradecimento ao engenheiro Francisco de Assis Quitans, chefe do D.E.R. - Pb, por ter nos dado esta oportunidade de melhoria dos nossos conhecimentos.

Ao professor Admilson Montes Ferreira, chefe do Departamento de engenharia civil, somos gratos pelo seu trabalho em benefício dos estudantes.

Agradecemos ao engenheiro Carlos Roberto Pereira chefe do trecho Itaporanga - Conceição pelo D. E. R. ; pela boa acolhida e as boas orientações.

Aos funcionários do D. E. R., com especialidade ao técnico de nível médio Saraiva, ao topógrafo Israel o nosso agradecimento.

I N D I C E

- OBJETIVO
- APRESENTAÇÃO
- GENERALIDADES
- INTRODUÇÃO
- PROJETO
- TERRAPLENAGEM
- PREPARAÇÃO DE CAMADAS : ATERRO, SUB-BASE e BASE
- EQUIPE DE DENSIDADE
- OBRAS DE ARTES
- TOPOGRAFIA
- LABORATÓRIO

## O B J E T I V O

Fazer com que o estudante coloque em prática tudo aquilo que foi visto na teoria.

O estágio tem por finalidade evitar que o aluno saia da escola apenas com a teoria, pois a teoria diz muito pouco e somente praticando é que se aprende e se familiariza com os trabalhos os quais futuramente vai ser desenvolvido por ele próprio.

O estágio é a melhor época para se aprender. É neste período que se tira as dúvidas, faz perguntas aos engenheiros, técnicos, fiscais, etc. Mas como engenheiro é diferente, não se pode estar fazendo certas perguntas aos funcionários.

O engenheiro que sai da escola sem estágio, logo ao iniciar seus trabalhos começa fazer perguntas ridículas, sendo mal visto dentro da equipe de trabalho e muitas vezes até dando ordens erradas, simplesmente porque ele é o engenheiro e pensa saber mais que todos.

## A P R E S E N T A Ç Ã O

Ao iniciar os trabalhos deste estágio, fiz primeiramente uma visita ao laboratório onde conversando com os técnicos pude observar alguns detalhes importantes na construção de uma rodovia. Em seguida, em companhia dos engenheiros responsáveis pelas obras ( D. E. R. ) fiz uma visita a todo o sub-trecho Ibiara - Conceição, onde eles me mostraram como estavam sendo desenvolvido os trabalhos de terraplenagem e obras de arte. Depois os engenheiros me mostraram o "projeto de execução" onde pude ver com maiores detalhes o funcionamento dos trabalhos a serem executados.

Fui também apresentado aos fiscais de campo, onde trabalhando com cada um deles fui aos poucos tomando conhecimento dos trabalhos executados em cada setor e, observando qual a função do engenheiro perante o trabalho de cada fiscal, sempre que tinha uma dúvida no qual o fiscal não apresentava uma solução adequada, anotava e procurava os engenheiros para um melhor esclarecimento.

Tive contato também com o pessoal da topografia onde pude observar a conferência de várias medições.

Todos os trabalhos práticos, aqui vistos melhoraram muito os meus conhecimentos. Apenas com a teoria, o estudante fica sempre inseguro, só vai ter uma confiança em si próprio após um conhecimento prático, pois a teoria diz muito pouco.

Hoje, após findo este estágio, me sinto mais seguro e confiante na função a qual futuramente irei assumir.



G E N E R A L I D A D E S

A firma CONPROL ( Construtora de projetos Ltda. ) ,  
coube a total execução e contrôlle dos serviços topográficos ,  
tais como: locação do eixo do traçado, nivelamento e secciona-  
mento transversal e a emissão das notas de serviço referentes  
a obras de arte correntes.

A Construtora QUEIROZ GALVÃO, firma executante desta  
obra deverá executar estes serviços, solicitando de imediato '  
as verificações que julgar necessário, isto de comum acordo '  
com a fiscalização.

## I N T R O D U Ç Ã O

A finalidade da rodovia PBT- 361 trecho: ITAPORANGA-  
CONCEIÇÃO é um melhor atendimento às populações da micro região  
do vale do Piancó e regiões circunvizinhas.

Estas regiões caracterizam-se pela atividade econômi-  
ca básica ligada ao setor primário tendo a ocupação humana ba-  
seado na produção de milho, feijão e algodão e pecuária exten-  
siva.

Com a implantação da rodovia vai haver um crescimento  
da economia da região, valorização das propriedades próximas  
da rodovia, surgimento de núcleos residenciais à beira da mes-  
ma, surge também melhorias no comércio devido as facilidades  
de transportes.

P R O J E T O

RODOVIA : P.B.T. - 361  
TRECHO : ITAPORANGA - CONCEIÇÃO  
SUB-TRECHO : IBIARA - CONCEIÇÃO  
ESTACA : 3300 a 3970  
LOTE : 3

DADOS INICIAIS

ESTACA INICIAL - 3300 + 0,00  
COTA DE PROJETO - 338,647  
RAMPA DE PARTIDA - 0,0216  
DECL. TRANSVERSAL - 0,030  
CLASSE DA RODOVIA - 3  
LARGURA DA SEMI-PISTA - 5,10  
VELOCIDADE DIRETRIZ - 40  
NÚMERO DE FAIXAS/PISTAS - 1

## INFORMATIVO DO PROJETO

A rodovia PBT - 361, trecho Itaporanga - Conceição, sub-trechos Ibiara - Conceição, embora com sigla estadual é transitória em virtude de sua futura passagem para o plano federal.

Seu ponto inicial coincide com o prolongamento da rua Joaquim Lopes, na cidade de Ibiara, enquanto que seu término localiza-se na avenida Solon de Lucena, em Conceição.

Em seu traçado, foi aproveitado, na totalidade, a plataforma da rodovia existente.

O movimento de terra é de  $160.663 \text{ m}^3$  - para o sub-trecho Ibiara - Conceição.

O pavimento é do tipo flexível, datado de revestimento em tratamento superficial duplo para a pista de rolamento e de tratamento superficial simples para os acostamentos.

As obras de arte existentes foram todas aproveitadas havendo apenas alongamentos em algumas pontes.

### ESTUDO HIDROLÓGICO

Conforme pude ver no projeto, poderia citar aqui apenas as bacias mais importantes que são: as do rio do passe, com uma ponte de 28 metros, onde assisti a muitos trabalhos e xecutados na mesma, e a ponte do rio Santa Maria. Nesta, não tive oportunidade de assistir a nenhum trabalho devido as mesmas ainda não terem iniciadas.

### ESTUDO GEOMÉTRICO

Os resultados obtidos neste estudo fundamentaram-se nos elementos oriundos da locação direta executada durante a realização do estudo topográfico.

### ESTUDO GEOTÉCNICO

Pesquisando no projeto, vi no estudo geotécnico a localização das jazidas para retirada de material de emprésti-

mos destinados à complementação dos volumes de aterro e também para sub-base e base.

Para os materiais que serão retirados destas jazidas são feitos vários ensaios para saber se o material é adequado ao setor onde vai ser usado. Dentre os ensaios tem-se granulometria; limite de liquidêz, umidade de plasticidade, índice de plasticidade, equivalente de areia, compactação, C. B. R. , e densidade "in situ" e umidade natural.

#### PROJETO DE TERRAPLENAGEM

Para o sub-trecho Ibiara - Conceição, o projeto é constituído de alargamento de cortes e aterros de acordo com o novo greide projetado.

#### PROJETO DE DRENAGEM

O projeto de drenagem é elaborado baseando-se nos elementos oriundos dos estudos hidrológicos e geotécnicos.

#### PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

O pavimento é flexível dimensionado segundo o método do engenheiro Murilo Lopes de Souza, cujas espessuras individuais por camadas estão relacionadas a seguir:

- Espessura total do pavimento 36,5 cm
- Espessura do revestimento 2,5 cm
- Espessura da base 21,0 cm
- Espessura da sub-base 13,0 cm.

## T E R R A P L E N A G E M

### SERVIÇOS PRELIMINARES:

São considerados serviços preliminares:

- a )- Desmatamento
- b )- Destocamento e limpeza

Os serviços de desmatamento, destocamento e limpeza objetivam a remoção nas áreas destinadas à implantação do corpo estradal e naqueles correspondentes à empréstimos das obstruções naturais ou artificiais, porventura existentes, tais como: árvores, arbustos, tocas, rizes, entulhos, matações, etc.

O desmatamento compreende o corte e a remoção de toda a vegetação.

O destocamento e limpeza compreendem as operações e remoção total das tocas e a remoção da camada de solo orgânico, na profundidade indicada pela fiscalização.

O material proveniente do desmatamento, destocamento e limpeza será queimado, removido ou estocado.

### CAMINHOS DE SERVIÇOS

Caminhos de serviços são vias construídas para permitir o trânsito de equipamentos e veículos em operação, com a finalidade de interligar cortes e aterros, assegurar acesso ao canteiro de serviço, empréstimos, jazidas, obras de arte e fonte de abastecimento de água.

### C O R T E S

Cortes são segmentos de rodovia, cuja implantação requer escavação do material constituinte do terreno natural ao longo do eixo e no interior dos limites das seções do projeto ( offsets ) que definem o corpo estradal.

As operações dos cortes compreendem:

- a )- Escavação dos materiais constituintes do terre

no natural até o greide da terraplenagem indicado em projeto.

b )- Transporte dos materiais escavados para aterros ou bota-foros.

c )- Retirada das camadas de má qualidade, visando ao preparo das fundações de aterro.

### CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS DE CORTES

Os materiais de cortes são classificados como:

Materiais de 1ª categoria - compreendem solos em geral, residual ou sedimentar, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 0,15 m qualquer que seja o teor de umidade que apresentem.

Materiais de 2ª categoria.

São materiais com resistência ao desmonte mecânico inferior a da rocha não alterada, cuja extração se processa por combinação de métodos que abriguem a utilização de maior e equipamento de escorificação exigido contratualmente, a extração eventualmente poderá envolver o uso de explosivos.

Materiais de 3ª categoria.

Materiais com resistência ao desmonte mecânico equivalente à da rocha não alterada e blocos de rocha com diâmetro médio superior a 1,00 m ou de volume igual ou superior a 2 m<sup>3</sup> cuja extração e redução, a fim de possibilitar o carregamento, se processem somente com o emprego contínuo de explosivos.

### EQUIPAMENTOS USADOS EM CORTES

a )- Para corte em solos:

Serão empregados tratores, equipamentos com lâminas escavo-transportadores, ou escavadores conjugados com transportadores diversos.

b )- Para corte em rochas:

Serão utilizados perfuratrizes, pneumáticas ou elétricas para o preparo das minas, tratores e equipamentos com lâminas para a operação de limpeza do local de trabalho e escavadores conjugados com transportadores para carga e trans-

porte do material extraído. Nesta operação serão utilizados explosivos e detonadores.

### M E D I Ç Ã O

A medição efetuar-se-a levando em consideração o volume extraído, medido no corte e a distância de transporte entre o centro de massa do corte e o centro de massa do local de depósito.

a )- O cálculo dos volumes será resultante de aplicação do método da média das áreas para cada categoria de material extraído.

b )- A distância de transporte será medida em projeção horizontal, ao longo do percurso seguido pelo equipamento de transportador, entre os centros de massa do corte e do depósito.

### E M P R É S T I M O S

A escavação em empréstimos destina-se a prover ou complementar o volume necessário à constituição dos aterros por insuficiência do volume de cortes, por motivo de ordem tecnológica de seleção de materiais ou razões de ordem econômica.

#### MATERIAIS DE EMPRÉSTIMOS:

Os materiais deverão ser de 1ª categoria, atendendo à qualidade e à destinação prevista no projeto.

### A T E R R O S :

Aterros são segmentos de rodovia, cuja implantação requer o depósito de materiais, quer provenientes de corte, quer de empréstimos, no interior dos limites das seções de projeto ( off-sets ) que definem o corpo estradal.

#### AS OPERAÇÕES DE ATERRO COMPREENDEM:

a )- Descarga, espalhamento, convenientemente umede



cimento ou aeração, homogeneização e compactação dos materiais oriundos de cortes ou empréstimos para construção do corpo de aterro, até 0,60 m da cota da camada subjacente à camada de material selecionado.

### MATERIAIS DE ATERROS

Os materiais para aterros provirão de empréstimos ou de cortes, de acordo com a distribuição de materiais. A Substituição destes materiais quer seja por necessidade do serviço ou interesse do executante, somente poderá ser processado sem que haja prejuízo na qualidade dos materiais anteriormente indicados.

Os materiais para aterros deverão ser isentos de materiais orgânicos, micocenas e diatomácias, turfas e argilas orgânicas não devem ser empregadas.

### MATERIAL SELECIONADO

Material selecionado ( MS ) é a última camada de terraplenagem de espessura constante transversalmente e cuja espessura, longitudinal, pode variar segundo as indicações do projeto.

### SUB-BASE GRANULARES

A execução de sub-bases granulares constituídas de camadas de solos, misturas de solos e materiais britados ou produtos totais de britagens.

### MATERIAIS DE SUB-BASES

Os materiais a serem empregados em sub-bases devem apresentar um C. B. R. igual ou superior a 20% e expansão máxima de 1% com base no método do D.N.E.R. - M - 49 - 64 e com energia de compactação correspondente ao método D.N.E.R - 48-64.

### O ÍNDICE DE GRUPO DEVERÁ SER IGUAL A ZERO

O agregado retido na peneira nº 10 deve ser consti -

tuído de partículas duras e duráveis, isentos de fragmentos moles, alongadas ou achatadas, isento de matéria vegetal ou outra substância prejudicial.

### BASES GRANULARES

Na execução de bases granulares, constituídas de camadas de solos, misturas de solos, misturas de solo e materiais britados, ou produtos de britagem.

As bases constituídas de solo e material britado são comumente designadas de "solo brita" e as constituídas exclusivamente de produtos de britagem, bases de brita graduada.

O solo brita, mencionado é usado em casas especiais' reque no sub-trecho Ibiara - Conceição não há necessidade de misturar o solo com brita, pois as jazidas aqui encontradas ' possuem solos bem adequados para bases ou seja com boa granulometria, assim faz-se apenas a mistura com areia.

### I M P R I M A Ç Ã O

Infelizmente, não pude ver esta parte que seria para mim de muito importância. Os trabalhos para colocação da camada assáltica só vão ter início daqui a mais ou menos dez dias e neste período já tinha encerrado o meu estágio, mas em outras oportunidades já estive observando a colocação de camadas assálticas sobre calçamentos.

Apesar de não ter assistido a parte de imprimação, ' tive colhendo informações com os engenheiros sobre o assunto e com isto irei apresentar algo sobre imprimação fazendo um pequeno comentário:

A imprimação, consiste na aplicação de uma camada de material betuminoso sobre a superfície de uma camada de base ' concluída, antes da execução de um revestimento betuminoso ' qualquer, objetivando:

- a )- Aumentar a coesão da superfície da base, pela ' penetração do material betuminoso empregado.
- b )- Fazer a aderência entre a base e o revestimento.
- c )- Impermeabilizar a base.

## PREPARAÇÃO DE UMA CAMADA DE ATERRO

Após o lançamento do material pelas moto-scrapers faz-se a homogeneização do material através de uma moto-niveladora e trator com grade e carro-pipa, vão homogeneizando o solo até que o mesmo fique com uma umidade ótima, isto é determinada pelo patroleiro, e aceito pelo fiscal que a olho nú ou pegando no material tem uma idéia da sua umidade. Este material possui camadas de 20cm e o aterro vai subindo com camadas de 20cm em 20cm. Cada camada desta após liberada pelo fiscal é feita a sua compactação através do rolo pé-de-carneiro ou liso, dependendo do solo. Para solo argiloso usa-se sempre o rolo-pé-de-carneiro para solos arenoso usa-se o rolo liso.

## PREPARAÇÃO DE UMA CAMADA DE SUB-BASE E BASE

Este material é transportado através de caçamba para ir fazendo a mistura do pedregulho com areia ( caso necessite ), tem solo que não necessita fazer mistura ele pode ser usado sem mistura de areia.

Para solo, usado como sub-base e base não se deve usar o rolo pé de carneiro para evitar o esmagamento do pedregulho mudando assim a granulometria do material. Deve-se usar sempre o rolo liso porque o mesmo não esmaga o solo nem deforma as partículas do solo. Também o rolo liso não deixa buracos como o rolo pé de carneiro, a camada mantém-se igual pois a camada final apesar de ondulada nos seus detalhes tem que ser plana.

## EQUIPE DE DENSIDADE - ( DENSIDADE "IN SITU" )

Existe uma equipe com função muito importante na liberação de camadas, conhecida no campo como equipe de densidade. Esta equipe munida de carro para teste de borrachudos e aparelhagem apresentada a seguir.

Após a compactação da camada de solo é convocado o pessoal da densidade para fazer o teste desta camada.

A equipe faz um furo de 20cm de profundidade e diâmetro de 12cm, depois pesa-se um frasco com areia com densidade determinada em laboratório coloca-se a areia no furo através de um funil de maneira que a mesma tenha queda natural, em seguida pesa-se novamente para saber a quantidade de areia que ficou no furo e no funil, com a diferença da areia inicial menos a areia do funil, determina-se o peso da areia que ficou no furo, e com estes dados determina-se o volume do furo com  $V = P/D$  com uma amostra do solo escavado tira-se a unidade higroscópica através do speedy.

Pesa-se o solo retirado no furo e tem-se o peso do solo úmido ( PH ) e com este valor determina-se o peso do solo seco ( PS ) -  $Ps = \frac{Ph}{100 + h}$

Com o valor de Ps determina-se a densidade do solo seco ( Ds )  $Ds = Ps/V$ .

Com o valor de Ds e a densidade máxima ( DM ) feita com o mesmo solo em laboratório determina-se o grau de compactação ( GC ) -  $GC = \frac{Ds}{Dm} \times 100$  que tem de ser no mínimo 95% e no máximo 110%. Se fizer o furo o grau de compactação não estiver entre 95% e 110% o trecho não pode ser liberado para lançamento de outra camada; tendo-se que mandar abrir para uma nova homogeneização pelo maquinário ( moto-niveladora, carro pipa, trator com grade, etc. ) e posterior perfuração para novo teste. Estes furos são feitos de 100 em 100 metros, para camadas de aterro. Para sub-base e base de 60 em 60 metros.

Outro teste feito por esta equipe, e que é de grande importância na liberação de uma camada, é a determinação de "burrachudos" feito com o próprio carro da equipe.

O fiscal manda o carro passar sobre a camada e vai observando se o aterro ceder um pouco, ou seja se houver afundamento da camada, então esta localização ali um "borrachudo" e o trecho não poderá ser liberado, nestas condições não se faz o teste do furo; pois o trecho já está condenado, para ser novamente aberto.

A causa dos borrachudos é provocado por excesso de água no solo durante a homogeneização, também variação na homogeneização do solo ou seja o solo com uma parte seca e outra molhada.

## O B R A S   D E   A R T E

Vendo o projeto pude observar que as obras de arte especiais no sub-trecho Ibiara - Conceição é constituído de 9 ( NOVE ) pontes das quais 7 ( SETE ) foram alongadas e 2 ( DUAS ) receberam super estruturas novas além do alongamento de infra-estrutura.

Assisti a execução de alongamento de várias destas pontes, desde a fundação até a concretagem da laje, onde observei a construção dos reforços das cabeças da ponte, a elevação dos apoios de madeira, para colocar as ferragens e depois a concretagem feita com traço especificado em projeto.

Em algumas destas obras o traço era de: 1: 2: 1:2: ou seja:

- 1 - saco de cimento
- 2 - Padiolas de brita grossa
- 1 - Padiola de brita fina
- 2 - Padiolas de areia

Água com medida especificada pelo encarregado . Este material era colocado na betoneira para efetuar sua mistura e em seguida colocadas nos carros de mão e transportadas para colocação nas ferragens, um mestre ia espalhando o material e uma outra pessoa ia fazendo a vibração do material através do vibrador.

### EXECUÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM

Para a drenagem de águas fluviais, foram projetados alongamentos de bueiros já existentes, para drenagem de águas pluviais foram projetados valetas de cristais de corte sarjetas, descidas de água, estradas de água e meio fio.

Para drenagem profunda, foram indicadas drenas constituídas de tubos porosos de concreto com material de enchimento.

Na parte de bueiros, assisti a colocação de tubos

com as respectivas funções, as quais com pequena declividade do montante para jusante. Também a construção de calçadas na montante e jusante para evitar erosão e posterior danos ao corpo estradal.

Na parte de drenas, vimos que as drenas são construídas para escoamento das águas pluviais. Sabemos que a água tende a se juntar nos lugares mais baixos e se não houver escoamento, ela tende a se infiltrar no revestimento, causando danos posteriores. Para evitar isto, é que se constroem as drenas para escoamento destas águas.

## T O P O G R A F I A

De início sabemos que o levantamento topográfico precede os estudos iniciais do projeto.

Quanto ao meu trabalho na parte de topografia, estive andando com o topógrafo por várias vezes, sempre que o mesmo tinha um trabalho importante, tal como fazer o nivelamento de um trecho, o acompanhava para ir me familiarizando com os trabalhos de topografia.

Trabalhos importantes na equipe de topografia.

Logo que se termina uma camada de aterro, MS, sub-base e base é convocada a equipe de topografia para fazer a conferência destas camadas, e ver se as mesmas estão de acordo com o projeto. O mesmo acontece com as drenas que após sua escavação e fechamento é feita conferência pela topografia.

Também nas jazidas, a equipe de topografia faz as medições antes da retirada do material, e depois da escavação é feita novas medições para se saber o volume de solo que foi retirado daquela jazida. Este volume pode ser comparado com volumes camadas ao qual foi destinado.

A equipe de topografia, faz medições do volume das rochas as quais não pode ser retirado pelo maquinário devido seu grande volume e alta resistência. Estas rochas são demolidas através de explosões e retiradas como material de 3<sup>o</sup> (isto para efeito de pagamento).

Das viagens as quais acompanhei a equipe da topografia fiz anotações das partes mais importantes e aqui posso citar algumas destas.

- Conferência da camada final de terraplenagem na Rodovia P.B.T. - 361 da estaca 3.329 a 3.354. Partindo do B N - 88 cota 348,062 todo trecho nivelado não teve correções a tolerância é de  $\pm 0,050$ .

Tenho a frizar que este foi o maior trecho ao qual pude assistir a sua conferência.

- Conferência de um dreno na Rodovia P.B.T. - 361. Dreno da estaca 3773 + 6,49 a 3778 lado esquerdo.



ESTACA	COTAS DE PROJETO	COTAS DE TERRENO	DIFERENÇA	
3773 + 6,49	370,459	368,932	1,527	A = 0,027
3774 + 6,49	369,541	368,086	1,455	C = 0,045
3776	367,747	366,304	1,443	C = 0,057
3777	366,477	365,036	1,441	C = 0,059
3778	365,157	363,786	1,371	C = 0,129

Nesta conferência tem-se a saber que a diferença da cota do terreno para o Projeto é obrigatoriamente de 1,50 mts.

-Locação de uma curva de transição na Rodovia P.B.T.  
- 361 trecho: Ibiara - Conceição.

Curva da estaca 3.320 + 14,64 a 3329 + 9,61

$$AC = 23^{\circ}44'00''$$

$$R = 229,25$$

$$SC = 09^{\circ}59'40''$$

$$XC = 4,64$$

$$YC = 79,75$$

$$LC = 80,00$$

$$q = 39,95$$

$$P = 1,16$$

$$IC = 03^{\circ}19'54''$$

$$JC = 06^{\circ}39'55''$$

$$G \frac{10}{2} = 1^{\circ}15'$$

$$DM = 7'30''$$

$$TS = 88,37 \text{ mts}$$

$$\theta = 03^{\circ}44'22''$$

$$\theta/2 = 1^{\circ}52'11''$$

$$D\theta = 14,96 \text{ mts}$$

Nesta parte pude ver no trecho juntamente com o topógrafo a locação de uma curva de transição, isto o fiz simplesmente por curiosidade e achei muito interessante.

# L A B O R A T Ó R I O

## APRESENTAÇÃO :

No laboratório onde fiquei durante 8 ( OITO ) dias tive a oportunidade de ver vários ensaios e em seguida eu mesmo fiz muito destes ensaios sendo com maior frequência os ensaios de compactação e C. B. R. por achá-lo de grande importância em uma obra.

Sempre que aparecia dúvidas, procurava o chefe do laboratório para um melhor esclarecimento do ensaio o qual ' estava realizando.

Dos muitos ensaios aqui feitos, estou apresentando apenas algumas amostras de cada um dos ensaios aqui feitos , fazendo a apresentação de cada um deles, com memória de cálculo e conclusão.

Entre os ensaios realizados aqui, todos necessários na construção de uma rodovia, apresentamos os seguintes:

- Teor de umidade
- Limite de liquidez, de plasticidade e índice de plasticidade.
- Granulometria
- Equivalente de areia
- Compactação
- Índice de suporte califórnia ( C. B. R. )
- Densidade "in situ"

## TEOR DE HUMIDADE

1 )- OBJETIVO: Determinar o teor de umidade de um solo através dos métodos da ESTUFA, SPEEDY e ÁLCOOL.

2 )- APARELHAGEM:

- Peneiras nº 10 ou de 2mm.
- Estufa com 105º a 110ºc
- Balanças
- Espátulas para mexer o solo col álcool
- Aparêlho SPEEDY
- Ampolas vedadas com carbureto de cálcio
- Tabela com valores das pressões e umidades

3 )- PROCEDIMENTOS: MÉTODO DA ESTUFA

- Pesa-se as cápsulas vazias numeradas

- Pega-se uma amostra de solo e coloca-se nas cápsulas pesa-se e tem-se o peso bruto úmido.

- Coloca-se na estufa durante 24 horas e depois pesa-se e tem-se o peso bruto sêco.

### MÉTODO SPEEDY

- Pega-se uma amostra de solo de 50g coloca-se dentro do SPEEDY juntamente com uma ampola de carbureto de cálcio e mais duas esferas de aço ( para quebrar as ampolas ). Depois agita-se e tem-se a pressão medida no monômetro e através desta pressão entra-se na tabela e determina-se a umidade

### MÉTODO DO ÁLCOOL

Coloca-se uma amostra de 50g de solo em uma cápsula , pesa-se e tem-se o peso bruto. Depois de pesada coloca-se álcool até umedecer totalmente o solo, em seguida ~~tem-se~~ foga, depois, mexe-se para que o fogo atinja todas as partes do solo. Coloca-se álcool por três vezes e ao final admite-se que o solo esteja sêco e tem-se assim o peso do solo sêco.

## CÁLCULOS

OBS: Aqui apresento apenas um comentário, pois em todos os relatórios seguintes tem-se a determinação da umidade higroscópica.

É encontrado através da equação:

$$H = \frac{Pa}{Ps} \times 100$$
$$Pa = Pb - Pbs$$
$$Ps = Pbs - Pcap$$

### COMENTÁRIO SOBRE OS TRÊS MÉTODOS

MÉTODO DA ESTUFA - O de maior precisão, apesar de ser bastante demorado, para obter o seu resultado tem-se de esperar 24 horas.

MÉTODO DO ÁLCOOL - Neste método o resultado é mais rápido pois com pouco tempo tem-se condições de determinar o teor de umidade de um solo apesar de alguns erros, pois o fogo queima as substâncias orgânicas do solo e isto pode acarretar pequenos erros.

MÉTODO SPEEDY - Bastante usado no campo e de grande importância, devido o fator tempo, pois através deste método determina-se quase de imediato o teor de umidade do solo através das pressões medidas no manômetro e de uma tabela.

LIMITE DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE DOS SOLOS

1 - OBJETIVO - É a determinação do limite de liquidez e o limite de plasticidade do solo em estudo.

2 - APARELHAGEM UTILIZADA

- 1 - Aparelho de casagrande-calibrado p/que a altura de queda seja de 1 cm..
- 2 - Cápsula
- 3 - Espátula com lâminas flexíveis
- 4 - Cinzeis
- 5 - Balança
- 6 - Placa de vidro com superfície lisa
- 7 - Estufa

3 - DEFINIÇÃO TEÓRICA

Entende-se por limite de liquidez e limite de plasticidade de um solo os teores de umidade entre os vários estados de consistência dos solos argilosos; estes limites também são conhecidos como limite de Atterberg

## PROCEDIMENTO

Leva-se para cápsula, a amostra que passa na peneira Nº 40 e junta-se com água destilada uma determinada quantidade para se obter plástica. A água é adicionada aos poucos e misturando até que esta fique homogeneizada. Em seguida coloca-se na concha do aparelho de casa grande, molda-se de tal maneira, que a parte central fique com uma espessura de 1 cm., como é estabelecido. Com o cinzel divide-se em duas partes a amostra, abrindo-se uma ranhura, anota-se o número de golpes, em seguida retira-se a porção da amostra utilizada coloca-se na cápsula e pesa-se para obter-se o peso bruto úmido, repetindo-se este procedimento, leva-se às cápsulas para a estufa e após 24 horas retira-se as cápsulas e obtém-se o peso seco.

Para a determinação do limite de liquidez, toma-se a outra parte do solo, contida na cápsula, e tenta-se moldar cilindros de aproximadamente 3mm. de diâmetro mais ou menos 10 cm. de comprimento.

Após esta operação coloca-se na cápsula pesando em seguida obtendo-se o peso bruto úmido, leva-se à estufa e após 24:00 horas, pesa-se obtendo o peso bruto seco.

## LIMITE DE LIQUIDÉZ

### MEMÓRIA DE CÁLCULO

#### CAP. 81.

Número de pancadas = 10

$$P_{bu} = 24,91 \text{ g}$$

$$P_{bs} = 20,53 \text{ g}$$

$$P_{cap} = 6,43 \text{ g}$$

$$P_a = P_{bu} - P_{bs}$$

$$P_a = 24,91 - 20,53$$

$$\underline{P_a = 4,382 \text{ g}}$$

$$P_s = P_{bs} - P_{cap}$$

$$P_s = 20,53 - 6,43$$

$$\underline{P_s = 14,10 \text{ g}}$$

$$h_1 = \frac{P_a}{P_b} \times 100$$

$$h_1 = \frac{4,38}{14,10} \times 100$$

$$h_1 = 31,1 \%$$

#### CAP. 86.

Número de pancadas = 20

$$P_{bu} = 27,21 \text{ g}$$

$$P_{bs} = 22,46 \text{ g}$$

$$P_{cap} = 6,86 \text{ g}$$

$$P_a = P_{bu} - P_{bs}$$

$$P_a = 27,21 - 22,46$$

$$\underline{P_a = 4,75 \text{ g}}$$

$$P_s = P_{bs} - P_{cap}$$

$$P_s = 22,46 - 6,86$$

$$P_s = 15,60 \text{ g}$$

$$h_2 = \frac{P_a}{P_s} \times 100 \text{ ----: } h_1 = \frac{4,75}{15,60} \times 100 \text{ ----: } \underline{h_1 = 30,50 \%}$$

CAP. 87

Número de pancadas = 30

$$P_{bu} = 23,84 \text{ g}$$

$$P_{bs} = 20,0 \text{ g}$$

$$P_{cap} = 6,88 \text{ g}$$

$$P_a = P_{bu} - P_{bs}$$

$$P_a = 23,84 - 20,0$$

$$\underline{P_a = 3,84 \text{ g}}$$

$$P_s = P_{bs} - P_{cap}$$

$$P_s = 20,0 - 6,88$$

$$\underline{P_s = 13,12 \text{ g}}$$

$$h_3 = \frac{P_a}{P_s} \times 100 \text{ ----: } h_1 = \frac{3,84}{13,12} \times 100 \text{ ----: } \underline{h_3 = 29,30 \text{ g}}$$

CAP. 88.

Número de pancadas = 40

$$P_{bu} = 19,98 \text{ g}$$

$$P_{bs} = 16,93 \text{ g}$$

$$P_{cap} = 5,82 \text{ g}$$

$$P_a = P_{bu} - P_{bs}$$

$$P_a = 19,98 - 16,93$$

$$\underline{P_a = 3,05}$$

$$P_s = P_{bs} - P_{cap}$$

$$P_s = 16,93 - 5,82 \text{ ----: } \underline{P_s = 11,11 \text{ g}}$$

$$h_4 = \frac{P_a}{P_b} \times 100 \text{ ----: } h_4 = \frac{3,05}{11,11} \times 100 \text{ ::-----: } \underline{h_4 = 27,50 \%}$$

CAP. 89.

Número de pancadas = 50

$$P_{bu} = 23,53 \text{ g}$$

$$P_{bs} = 20,26 \text{ g}$$

$$P_{cap} = 7,70 \text{ g}$$

$$P_a = P_{bu} - P_{bs}$$

$$P_a = 23,53 - 20,26$$

$$\underline{P_a = 3,27 \text{ g}}$$

$$P_s = P_{bs} - P_{cap}$$

$$P_s = 20,26 - 7,70 \text{ -----: } \underline{P_s = 12,56 \text{ g}}$$

$$h_5 = \frac{P_a}{P_s} \times 100 \text{ ----: } h_5 = \frac{3,27}{12,56} \times 100 \text{ ----- } H_5 = 26,10 \%$$



LIMITE DE PLASTICIDADE

CAP. 28

$$P_{bu} = 9,31 \text{ g}$$

$$P_{bs} = 8,85 \text{ g}$$

$$P_{cap} = 6,54 \text{ g}$$

$$P_a = P_{bu} - P_{bs}$$

$$P_a = 9,31 - 8,85$$

$$P_a = 0,45 \text{ g}$$

$$P_s = P_{bs} - P_{cap}$$

$$P_s = 8,85 - 6,54$$

$$P_s = 2,31 \text{ g}$$

$$h_1 = \frac{P_a}{P_b} \times 100 \text{ ----: } h_1 = \frac{0,46}{2,31} \times 100 \text{ ----: } h_1 = 20,10 \%$$

Cap. 29

$$P_{bu} = 12,25 \text{ g}$$

$$P_{bs} = 11,60 \text{ g}$$

$$P_{cap} = 8,50 \text{ g}$$

$$P_a = P_{bu} - P_{bs}$$

$$P_a = 12,25 - 11,60$$

$$P_a = 0,65 \text{ g}$$

$$P_s = P_{bs} - P_{cap}$$

$$P_s = 11,60 - 8,50$$

$$P_s = 3,10 \text{ g}$$

$$h_2 = \frac{P_a}{P_b} \times 100 \text{ ----: } h_2 = \frac{0,65}{3,10} \times 100 \text{ ----: } h_2 = 21,20 \%$$

Cap. 16

$$P_{bu} = 11,20 \text{ g}$$

$$P_{bs} = 10,57 \text{ g}$$

$$P_{cap} = 7,45 \text{ g}$$

$$P_a = P_{bu} - P_{bs}$$

$$P_a = 11,20 - 10,57$$

$$P_a = 0,63$$

$$P_s = P_{bs} - P_{cap}$$

$$P_s = 10,57 - 7,45$$

$$P_s = 3,12 \text{ g}$$

$$h_3 = \frac{P_a}{P_b} \times 100 \text{ ----: } h_3 = \frac{0,63}{3,12} \times 100 \text{ ----: } h_3 = 20,50 \%$$

Cap. 17

$$P_{bu} = 10,13 \text{ g}$$

$$P_{bs} = 9,62 \text{ g}$$

$$P_{cap} = 7,17 \text{ g}$$

$$P_a = P_{bu} - P_{bs}$$

$$P_a = 10,13 - 9,62$$

$$P_a = 0,51 \text{ g}$$

$$P_s = P_{bs} - P_{cap}$$

$$P_s = 9,62 - 7,17$$

$$P_s = 2,45 \text{ g}$$

$$h_4 = \frac{P_a}{P_b} \times 100 \text{ ----: } h_4 = \frac{0,51}{2,45} \times 100 \text{ ----: } h_4 = 21,0 \%$$

Cap. 20

$$P_{bu} = 9,24 \text{ g}$$

$$P_{bs} = 9,00 \text{ g}$$

$$P_{cap} = 6,70 \text{ g}$$

$$P_a = P_{bu} - P_{bs}$$

$$P_a = 9,44 - 9,00$$

$$P_a = 0,44 \text{ g}$$

$$P_s = P_{bs} - P_{cap}$$

$$P_s = 9,00 - 6,70$$

$$P_s = 2,70 \text{ g}$$

$$h_5 = \frac{P_a}{P_b} \times 100 \text{ ----: } h_5 = \frac{0,44}{2,70} \times 100 \text{ ----: } h_5 = 19,50 \%$$

## C O N C L U S ã O

LL. LP. -----: IP

Dos ensaios que fiz sobre limite de liquidez e limite de plasticidade (**LP**) com respectiva determinação do índice de plasticidade (IP) através da diferença -  $LL - LP = IP$  - tirei três amostras dos ensaios para apresentar neste relatório:

1 - Ensaio para corpo de aterro com a devida aceitação já que o solo possuía (LL) e (LP) e seu índice de plasticidade deu o 9,9% o que será aceito.

2 - Ensaio para sub-base, neste ensaio determinou-se apenas LL e o solo é NP e nestas condições pode ser aceito como sub-base.

3 - Ensaio para base, neste ensaio pode-se determinar que o solo é NL e NP e nestas condições conclui-se que este solo é ideal para ser usado como base.



LABORATÓRIO DE SOLOS

Est. 3500 F-24-10 - Jásida Basílio

Estrada: PBT-361

Data: 05/02/81

Registro Nº: 144/81

Trecho: Itaporanga - Conceição

Operador:

Visto:

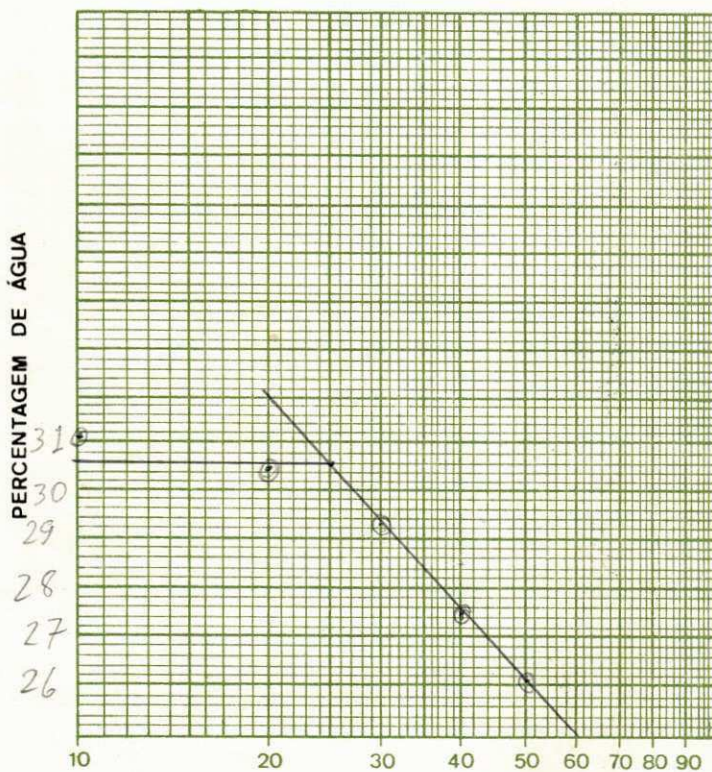
Sub-trecho: Ibiara - Conceição

ENSAIOS FÍSICOS

corpo de atterro

	LIMITE DE LIQUIDEZ					LIMITE DE PLASTICIDADE				
	81	86	87	88	89	28	29	16	17	20
Cápsula nº	81	86	87	88	89	28	29	16	17	20
Cápsula + solo úmido	24,91	27,21	23,84	19,98	23,53	9,31	12,25	11,20	10,13	9,44
Cápsula + solo seco	20,53	22,46	20,00	16,93	20,26	8,85	11,60	10,57	9,67	9,00
Peso da cápsula	6,43	6,86	6,88	5,82	7,70	6,54	8,50	7,45	7,17	6,70
Peso da água	4,38	4,75	3,84	3,05	3,27	0,46	0,65	0,63	0,51	0,44
Peso do solo seco	14,10	15,60	13,12	11,11	12,56	2,131	3,10	3,12	2,45	2,30
Porcentagem de água	31,1	30,50	29,30	27,50	26,10	20,10	21,20	20,50	21,00	19,50
Número de pancadas	10	20	30	40	50					

GRÁFICO LIMITE DE LIQUIDEZ



ÍNDICE DE PLASTICIDADE

Limite de liquidez	30,6
Limite de plasticidade	20,7
Índice de plasticidade	9,9

UMIDADE HIGROSCÓPICA

Cápsula nº	g	
Cápsula + solo úmido	g	
Cápsula + solo seco	g	
Peso da água	g	
Peso do solo seco	g	
Umidade	%	

AMOSTRA TOTAL SECA

Amostra total úmida	g	
Pedregulho	g	
Passando na 10 úmida	g	
Umidade	g	
Passando na 10 seca	g	
Amostra total seca	g	

GRANULOMETRIA DO PEDREGULHO

Peneiras	Abertura em mm.	MATERIAL RETIDO			% passando amost. total
		Peso - g	% amostra total	% acumulada	
2 1/2"	63,5				
2"	50,8				
1 1/2"	38,1				
1"	25,4				
3/4"	19,1				
3/8"	9,5				
nº 4	4,8				
nº 10	2,0				

Cápsula + amostra parcial úmida	g	
Cápsula nº	g	
Amostra parcial úmida	g	
Cápsula nº	g	
Amostra parcial seca	g	

GRANULOMETRIA DO MATERIAL FINO

Peneiras	Abertura em mm.	MATERIAL RETIDO			% passando amostra parcial	% passando amost. total
		Peso - g	% amostra parcial	% acumulada		
nº 40	0,42					
nº 200	0,074					

RESUMO DA GRANULOMETRIA

Pedregulho	%	
Areia grossa	%	
Areia média	%	
Areia fina	%	
Silto	%	
Argila	%	
Coloides	%	



LABORATÓRIO DE SOLOS  
Est. 3500-F-10-LD sub-base

Estrada: PBT-361 Data: 05-02-82 Registro Nº: 148/82

Trecho: Itaporanga - Conceição  
sub-trecho: Ibiara - Conceição

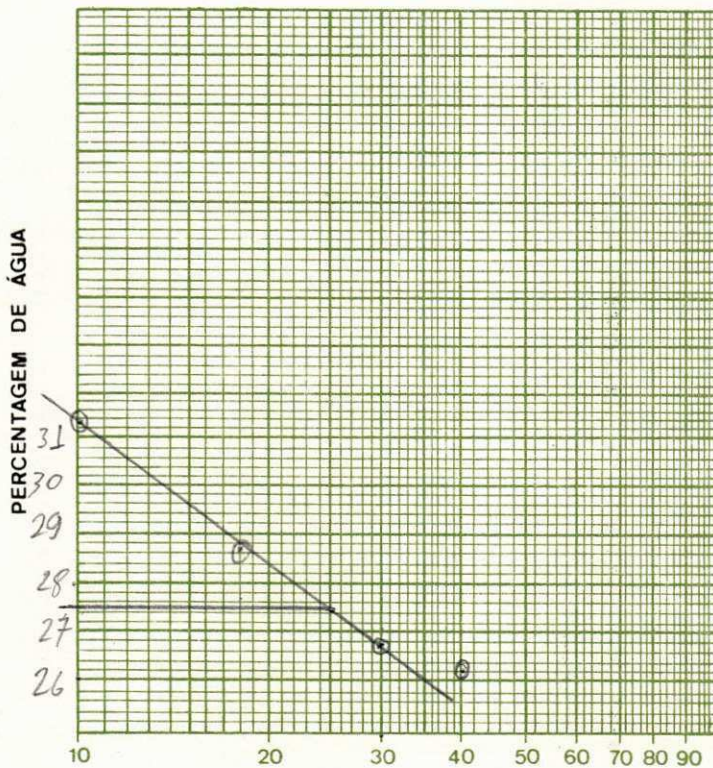
ENSAIOS FÍSICOS

sub-base

	LIMITE DE LIQUIDEZ				LIMITE DE PLASTICIDADE			
	22	84	16	51				
Cápsula nº	22	84	16	51				
Cápsula + solo úmido	23,52	23,42	24,20	25,00				
Cápsula + solo seco	19,42	19,50	20,66	21,04				
Peso da cápsula	6,34	5,85	7,45	5,94				
Peso da água	4,10	3,92	3,54	3,96				
Peso do solo seco	13,08	13,65	13,21	15,1				
Porcentagem de água	31,30	28,7	26,50	26,20				
Número de pancadas	10	18	30	40				

N P

GRÁFICO LIMITE DE LIQUIDEZ



ÍNDICE DE PLASTICIDADE

Limite de liquidez	27,5
Limite de plasticidade	
Índice de plasticidade	

UMIDADE HIGROSCÓPICA

Cápsula nº	g	
Cápsula + solo úmido	g	
Cápsula + solo seco	g	
Peso da água	g	
Peso do solo seco	g	
Umidade	%	

AMOSTRA TOTAL SECA

Amostra total úmida	g	
Pedregulho	g	
Passando na 10 úmida	g	
Umidade	g	
Passando na 10 seca	g	
Amostra total seca	g	

Nº DE GOLPES  
GRANULOMETRIA DO PEDREGULHO

Peneiras	Abertura em mm.	MATERIAL RETIDO			% passando amost. total
		Peso - g	% amostra total	% acumulada	
2 1/2"	63,5				
2"	50,8				
1 1/2"	38,1				
1"	25,4				
3/4"	19,1				
3/8"	9,5				
nº 4	4,8				
nº 10	2,0				

Cápsula + amostra parcial úmida	g	
Cápsula nº	g	
Amostra parcial úmida	g	
Cápsula nº	g	
Amostra parcial seca	g	

GRANULOMETRIA DO MATERIAL FINO

Peneiras	Abertura em mm.	MATERIAL RETIDO			% passando amostra parcial	% passando amost. total
		Peso - g	% amostra parcial	% acumulada		
nº 40	0,42					
nº 200	0,074					

RESUMO DA GRANULOMETRIA

Pedregulho	%	
Areia grossa	%	
Areia média	%	
Areia fina	%	
Silto	%	
Argila	%	
Coloides	%	



LABORATÓRIO DE SOLOS

Est. 3500 - F22 - LD - SUB-base

Estrada: PBT-361 Data: 05/02/81 Registro Nº: 146/81

Trecho: Itaporanga - Conceição Operador: \_\_\_\_\_ Visto: \_\_\_\_\_  
sub-trecho: Ibiatã - Conceição

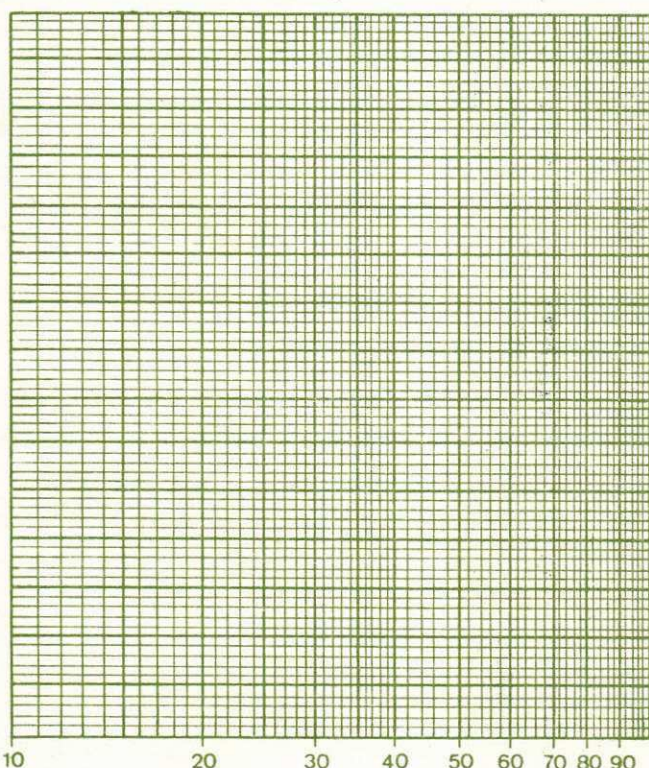
ENSAIOS FÍSICOS

base

	LIMITE DE LIQUIDEZ				LIMITE DE PLASTICIDADE			
Cápsula nº								
Cápsula + solo úmido								
Cápsula + solo seco								
Peso da cápsula								
Peso da água								
Peso do solo seco								
Porcentagem de água								
Número de pancadas								

GRÁFICO LIMITE DE LIQUIDEZ

PERCENTAGEM DE ÁGUA



ÍNDICE DE PLASTICIDADE

Limite de liquidez	NL
Limite de plasticidade	NP
Índice de plasticidade	

UMIDADE HIGROSCÓPICA

Cápsula nº	g	
Cápsula + solo úmido	g	
Cápsula + solo seco	g	
Peso da água	g	
Peso do solo seco	g	
Umidade	%	

AMOSTRA TOTAL SECA

Amostra total úmida	g	
Pedregulho	g	
Passando na 10 úmida	g	
Umidade	g	
Passando na 10 seca	g	
Amostra total seca	g	

Nº DE GOLPES  
GRANULOMETRIA DO PEDREGULHO

Peneiras	Abertura em mm.	MATERIAL RETIDO			% passando amostr. total
		Peso - g	% amostra total	% acumulada	
2 1/2"	63,5				
2"	50,8				
1 1/2"	38,1				
1"	25,4				
3/4"	19,1				
3/8"	9,5				
nº 4	4,8				
nº 10	2,0				

Cápsula + amostra parcial úmida	g
Cápsula nº	g
Amostra parcial úmida	g
Cápsula nº	g
Amostra parcial seca	g

GRANULOMETRIA DO MATERIAL FINO

Peneiras	Abertura em mm.	MATERIAL RETIDO			% passando amostra parcial	% passando amostr. total
		Peso - g	% amostra parcial	% acumulada		
nº 40	0,42					
nº 200	0,074					

RESUMO DA GRANULOMETRIA

Pedregulho	%	
Areia grossa	%	
Areia média	%	
Areia fina	%	
Silto	%	
Argila	%	
Coloides	%	

## 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 )- Série de peneiras utilizadas: 50-38,25-19-9-5-4-3-2-0-1-2-0-6-0.30-0.15 e 0.075 mm.

As peneiras eram 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 amostras de 1,3 e 2,5cm de abertura.

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

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

f )- Cápsula de porcelana com capacidade de 500ml.

g )- Almofariz e mão de gral recoberta de borracha, com capacidade de 5Kg de solo.

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

i )- 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 do solo.

b - Reduz-se todo o material preparado a alínea "A" com o auxílio do repartidor de amostras ou pelo quarteamento, até se obter uma amostra representativa com cerca de 1500gs, para solos argilosos

ou siltosos e de 2000gs para solos arenosos ou pedregulhosos, do restante do material e separada uma porção para determinação da unidade higrocópica, conforme o item 4.

c - O peso da amostra representativa obtido na alínea b, com aproximação de 5gs., é anotado como peso total da amostra seca ao ar.

#### 4 - UMIDADE HIGROSCÓPICA

Toma-se cerca de 50gs de material seco ao ar na peneira de 2,0mm e determina-se sua unidade pela fórmula.

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

onde:

h = teor de umidade em percentagem

Ph = Peso úmido do solo

Ps = peso seco do solo em estufa a 105-110°C.

#### 5 - ENSAIO

a - Coloca-se a amostra representativa obtida segundo o item 3 no recipiente referido no item 2j, com água, esfregando-se com as mãos afim de desagregar os torrões de solos existentes.

Verti-se a amostra com água de lavagem através das peneiras de 2,0mm, e de 0,75mm, colocadas uma sobre a outra, tomando-se a precaução de remover para as citadas peneiras, com o jato d'água o material que ainda permanece no recipiente.

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 as frações da amostra retidas nas peneiras mencionadas, sempre com o auxílio 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 nas peneiras de 2,0mm e de 0,075mm, após lavadas, com água corrente, diretamente nestas peneiras, serão transferidas, com auxílio de jato d'água, para a cápsula de



porcelana de 500ml, e secas em estufas a 105 - 110°C, até constância do peso.

c - Procede-se, a seguir, ao peneiramento do material seco contido na cápsula de porcelana, na série desejada de peneiras, constituída das peneiras escolhidas dentre as referidas no 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 seca - somam-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 representativa, ítem 3) e o peso obtido na alínea "a", resulta o peso da fração da amostra seca ao ar, que passa na peneira de 2,0mm.

c - O produto do peso obtido na alínea "b" pela fator de correção  $\frac{100}{100 - h}$ , em que  $h$  é a umidade higroscópica, obtida segundo o ítem 4, é o peso da fração da amostra seca que passa na peneira de 2,0mm.

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 às porcentagens retidas nas peneiras de abertura maiores.

#### 9 - PORCENTAGEM DE MATERIAL SECO PASSADO EM CADA PENEIRA

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

G R A N U L O M E T R I A

MEMÓRIA DE CÁLCULO

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE

Cap. 58

$$P_{bu} = 30,0g$$

$$P_a = P_{bu} - P_{bs} =$$

$$P_{bs} = 29,92g$$

$$P_a = 30,0 - 29,92$$

$$P_{cap} = 6,15g$$

$$\boxed{P_a = 0,08g}$$

$$P_s = P_{bs} - P_{cap}$$

$$P_s = 29,92 - 6,15 \rightarrow P_s = \boxed{23,77g}$$

$$H = \frac{P_a}{-P_b} \times 100 \Rightarrow H = \frac{0,08}{23,77} \times 100 \rightarrow \boxed{H = 0,30\%}$$

Cap. 47 - 52.

AMOSTRA TOTAL UMIDO = 1500

AMOSTRA PARCIAL = 100g

$$2 - \begin{array}{l} P_u = 150,0g \\ P_s = 1495g \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} P_u \\ P_s \end{array}} \right\} \rightarrow \text{Amostra total}$$

$$3 - \begin{array}{l} P_u = 100g \\ P_s = 99,70 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} P_u \\ P_s \end{array}} \right\} \rightarrow \text{Amostra parcial}$$

P E N E I R A M E N T O

PARA AMOSTRA TOTAL

PÊSO DA AMOSTRA SÊCA = 1495,00

P = 1495,00      PÊSO RETIDO

P1 = 21,80      PÊSO RETIDO

P2 = 31,60

P3 = 99,50

P4 = 312,30

PÊSO QUE PASSA ACUMULADO

$$P - P_1 = 1495 - 21,80 = 1473,20g$$

$$P - P_1 - P_2 = 1473,20 - 31,60 = 1441,60g$$

$$P - P_1 - P_2 - P_3 = 1441,60 - 99,50 = 1342,10g$$

$$P - P_1 - P_2 - P_3 - P_4 = 1342,10 - 312,30 = 1029,30$$

% que passa amostra total

$$K_1 = \frac{100}{1495} = 0,06688$$

$$1473,20 \times K_1 = 1473,20 \times 0,06688 = 98,50$$

$$1441,60 \times K_1 = 1441,60 \times 0,06688 = 96,30$$

$$1342,10 \times K_1 = 1342,10 \times 0,06688 = 89,70$$

$$1029,30 \times K_1 = 1029,30 \times 0,06688 = 68,80$$

PARA A AMOSTRA PARCIAL

PÊSO DA AMOSTRA SÊCA = 99,70g

$$P = 99,70g$$

PÊSO RETIDO PARCIAL

$$P_1 = 59,00g$$

$$P_2 = 12,00g$$

$$P - P_1 = 40,70g$$

$$P - P_1 - P_2 = 40,70 - 12,0 = 28,70g$$

% QUE DA AMOSTRA TOTAL

$$K_2 = \frac{68,80}{99,70} = 0,690$$

$$40,70 \times K_2 = 40,70 \times 0,690 = 28,10$$

$$28,70 \times K_2 = 28,70 \times 0,690 = 19,80$$

C O N C L U S ã O

Este material enquadrado na faixa E (F/E)/ para ser usado como base não está dentro dos padrões exigidos por deficiênência de material adequado.

Este material vai ser aproveitado como material de base.

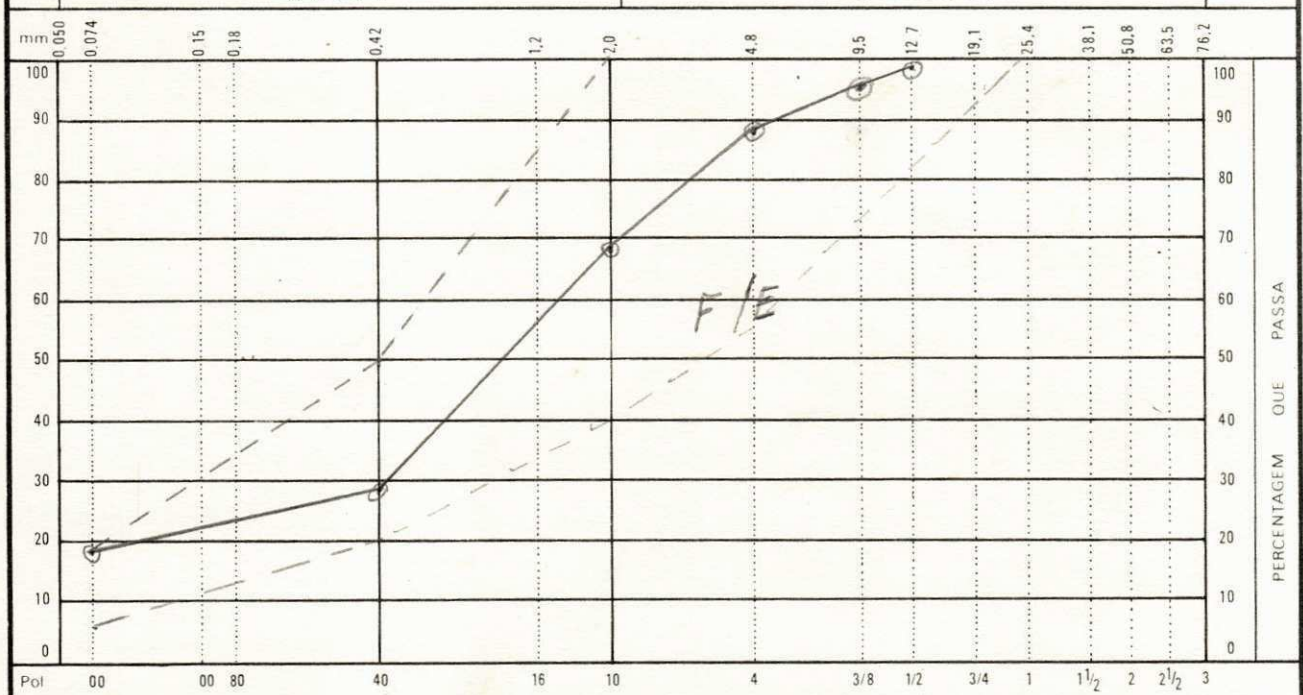
UNIDADE	%	%	AMOSTRA	TOTAL	PARCIAL
Cápsula — nº	58		Cápsula nº	47-52	63
Peso bruto	30,00		Peso bruto úmido	1500,00	100,00
Peso bruto	29,92		Peso úmido		
Peso da cápsula	6,15		Peso retido na pen. nº 10		
Peso da água	0,08		Peso úmido pass. pen. nº 10		
Peso do solo seco	23,77		Peso seco pass. pen. nº 10		
Umidade	0,30		Peso da amostra seca	2 1495,00	3 99,70
Umidade média					

PENEIRAMENTO

AMOSTRA TOTAL	PENEIRAS		PESO RETIDO PARCIAL COL. 1	PESO QUE PASS. ACUMULADO COL. 2	% QUE PASSA AM. TOTAL COL. 3	PENEIRA Pol.	CONSTANTES
	Pol.	mm					
	3 1/2	88.9				3 1/2	COL 3 = K <sub>1</sub> · COL 2 $K_1 = \frac{100}{2} = 0,06688$
	3	76.2				3	
	2 1/2	63.5				2 1/2	COL 6 = K <sub>2</sub> · COL 5 $K_2 = \frac{4}{3} = 0,690$
	2	50.8				2	
	1 1/2	38.1				1 1/2	
	1	25.4				1	
	3/4	19.1				3/4	
	1/2	12.7	21,80	1473,20	98,50	1/2	FAIXA DA AASHO
	3/8	9.5	31,60	1441,60	96,30	3/8	
	N: 4	4.8	99,50	1342,10	89,70	N: 4	OBSERVAÇÕES:
	N: 10	2.0	312,30	1029,30	4 68,80	N: 10	
			COL. 4	COL. 5	COL. 6		
AMOSTRA PARCIAL	N: 40	0.42	59,00	40,70	28,10	N: 40	
	N: 80	0.14				N: 80	
	N: 200	0.074	12,00	28,70	19,80	N: 200	

AREIA

PEDREGULHO



RODOVIA: PBT-361	TRECHO: Itaporanga - Conceição	SUB-TRECHO: Ibiara - Conceição
PROCED.: SAIB. - SUBLEITO	LOCALIZ. FURO-ESTACA F-09	LADO E X D D
LABORATORIO: DER-Pb	OPERADOR:	DATA: 10-02-81
		PROFUND. (cm)
		REGISTRO Nº: 321181
		CALCULISTA:
		VISTO:

Base 40% de areia

GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO



UNIDADE	%	%	AMOSTRA	TOTAL	PARCIAL
Capsula - n°	30		Capsula n°	10-71	79
Peso bruto	30,50		Peso bruto umido	1500	1000,0
Peso bruto	20,42		Peso umido		
Peso da capsula	7,35		Peso retido na pen. n° 10		
Peso da agua	0,20		Peso umido pass. pen. n° 10		
Peso do solo seco	23,05		Peso seco pass. pen. n° 10		
Umidade	0,8		Peso da amostra seca	2 1487,09	3 99,20
Umidade média					

PENEIRAMENTO

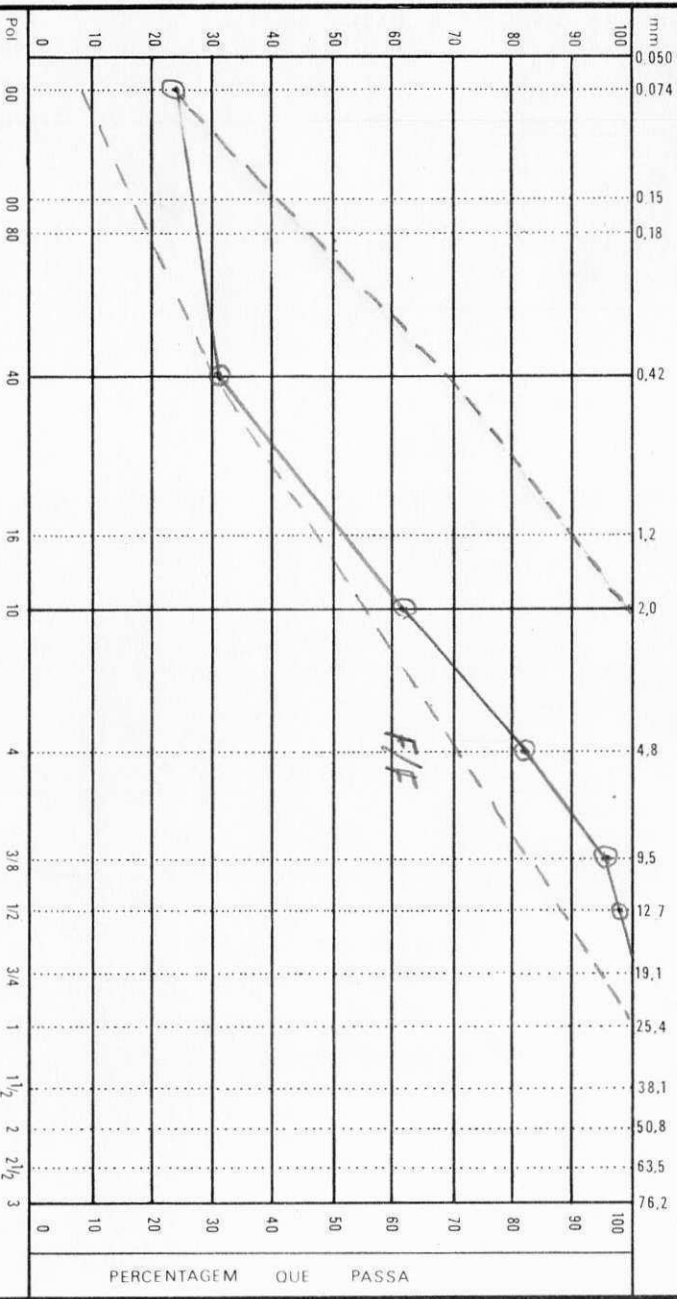
AMOSTRA PARCIAL	AMOSTRA TOTAL			PENEIRA	CONSTANTES		
	PENETRAS	PESO RETIDO PARCIAL	PESO QUE PASS. ACUMULADO			% QUE PASSA AM. TOTAL	
	Pol.	mm	COL. 1	COL. 2	COL. 3	Pol.	COL. 3 = K <sub>1</sub> COL. 2
	3 1/2	88,9				3 1/2	$K_1 = \frac{100}{2} = 0,767$
	3	76,2				3	$K_2 = \frac{4}{3} = 0,640$
	2 1/2	63,5				2 1/2	
	2	50,8				2	
	1 1/2	38,1				1 1/2	
	1	25,4				1	
	3/4	19,1				3/4	
	1/2	12,7	17,70	1470,39	98,80	1/2	
	3/8	9,5	45,90	1424,49	95,70	3/8	
	4	4,8	191,50	1231,99	82,80	4	
	10	2,0	287,70	945,29	63,50	10	
			COL. 4	COL. 5	COL. 6		
	N: 40	0,42	49,50	49,70	31,80	N: 40	
	N: 80	0,14				N: 80	
	N: 200	0,074	11,20	38,50	24,60	N: 200	

FAIXA " DA AASHO

OBSERVAÇÕES:

AREIA

PEDREGULHO



RODOVIA: PBT-361 TRECHO: Itaporangá - concessão

PROCED.: SAIB - SUBLEITO LOCALIZ. FURD-ESTACA: E-24 LAD. E X D: D

LABORATORIO: D.E.R.-PB OPERADOR: DATA: 11-02-81

SUB-TRECHO: tbiera - concessão

PROFUND. (cm): REGISTR. N°: 327/81

CALCULISTA: VISTO:

Base 40% de areia

queiroz galvão

GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO

## EQUIVALENTE DE AREIA

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

INTRODUÇÃO TEORICA. DEFINIÇÃO : O equivalente de areia ( E.A. ) 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 :

- Peneira de 4,8 mm ( # N<sup>o</sup> 04 )
- Proveta cilíndrica de 32 mm de diâmetro interno e cerca de 43 cm de altura, graduada de 2 m 2 mm;
- Tubo cavador de cobre 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 nas faces da cunha e junto à pauta.
- Garrafão com capacidade de 5 litros, dotado de SIFÃO constituído de orelha de borracha com dois furos e de um tubo de cobre dobrado. O garrafão é colocado 90 cm acima da mesa de trabalho;
- Tubo de borracha de 5mm de diâmetro interno, com uma pinça d MOHR ou dispositivo assimilar para interromper o escoamento. Este tubo é usado para ligar o tubo lavador ao SIFÃO.
- Pistão constituído por uma haste metálica de 46 cm de comprimento, tendo na extremidade inferior uma sapata cônica de 25,4 mm 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 topo da proveta, serve de guia para a haste. Um lastro cilíndrico é preso à extremidade da haste para

- completar ao pistão o peso de 1 kg.
- Recipiente de medida com capacidade de 88 ml;
  - Funil para colocar o solo na proveta.

= REAGENTES e SOLUÇÕES :

- Solução concentrada para 5 litros de solução concentrada preparar:

557 g de cloreto de cálcio anidro;

2.510 g ( 2.010 ml ) de glicerina U. S. P. ;

57,5 g ( 55 ml ) de solução de formaldeído a 40 l em volume. Dissolver o cloreto de cálcio em 2 litros de água destilada energeticamente a solução. Esfriar 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.

- Solução de trabalho - diluir 125 ml de 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 equivalente de areia em amostras idênticas, empregando-se soluções preparadas com água duvidosa e com água destilada.

OBS : O volume de 125 ml pode ser determinado enchendo-se a proveta até 15,5 cm de altura.

A M O S T R A

A amostra 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 gráudo apresentar times 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.

E N S A I O

a )- Abre-se a pinça do tubo de ligação. Aciona-se



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

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

c )- Transfer-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 corresponde a cerca de 110 g 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 movimento completo de vai-vem a fim de agitar satisfatoriamente a amostra como antes foi especificado é necessário que o operador agite apenas com as 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 38 cm da base ), suspende-se o tubo lavador lentamente sem parar o escoamento e de tal modo que aquele nível de matenha 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 perturbações. 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 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. Este pode ser também determinado medindo-se a distância entre o topô 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 sapota está assentada no fundo da proveta.

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

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

MEMÓRIA DE CÁLCULO

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

PROVETA 1

Leitura no topo da areia = 7,30 cm.

Leitura no topo da argila = 24,30 cm.

$$E.A_1 = \frac{7,30}{14,1} \times 100 \longrightarrow E.A_1 = 30\%$$

PROVETA 2

Leitura no topo da areia = 7,40 cm.

Leitura no topo da argila = 25,50 cm.

$$E. A_2 = \frac{7,40}{25,50} \times 100 \longrightarrow E. A_2 = 29,0 \%$$

$$\overline{E. A_2} = \frac{E. A_1 + E. A_2}{2}$$

$$\overline{E.A} = \frac{30 + 29}{2} \longrightarrow \overline{E.A.} = 29,50 \%$$

Pode ser usado como sub-base.

## C O N C L U S ã O

Êstes ensaios foram feitos de vários furos de jazidas indicadas para retirada de material de sub-base.

De posse dos dados da tabela podemos dizer que solo possui uma boa porcentagem de areia e pode ser usado como sub-base.

REG. Nº	LADO E.X.D.	ESTACA OU FURO	PROFUNDIDADE (cm)	PROVETA Nº	TEMPO (min.)	LEITURA · cm		E.A.	
						topo da argila -h1-	topo da argila -h2-	$\frac{h2}{h1} \times 100$	média
325/81	J-01	3405	70	1	20	24,30	7,30	30,0	29,50%
	D	F-14		2	11	25,50	7,40	29,0	
326/81	J-01	3405	70	1	20	24,50	7,0	28,60	29,1%
	D	F-11		2	11	25,0	7,4	29,60	
323/81	J-03	3500	70	1	20	27,0	5,8	21,50	21,1%
	E	F-25		2	11	29,0	6,0	20,70	
321/81	J-02	3405	70	1	20	30,0	7,50	25,00	24,6%
	D	F-09		2	11	30,50	7,40	24,30	
327/81	J-05	3970	70	1	20	30,50	6,0	19,70	19,8%
	D	F-24		2	11	31,50	6,3	20,0	
320/81	J-02	3405	70	1	20	28,50	6,80	23,80	23,50%
	D	F-21		2	11	28,0	6,50	23,20	
348/81	J-02	3405	70	1	20	28,50	2,5	8,8	9,1%
	D	F-38		2	11	29,50	2,8	9,5	
350/81	J-05	3970	70	1	20	24,50	8,0	32,60	39%
	D	F-40		2	11	22,00	9,0	45,40	
351/81	J-05	3970	70	1	20	17,80	6,0	33,7	36%
	D	F-45		2	11	16,0	6,4	40,7	
349/81	J-05	3970	70	1	20	26,0	7,50	28,50	29%
	D	F-23		2	11	26,8	7,80	29,10	
324/81	J-03	F-12	70	1	20	13,60	5,0	36,80	36%
	E			2	11	13,70	4,90	35,80	

OPERADOR:

DATA:

LABORATÓRIO:

VISTO:

DER-PB

RODOVIA:

TRECHO:

SUBTRECHO:

PBT-361 Itapazanga-conceição

Ibiara - Conceição

PROCEDENCIA:

Jazidas: 01-02-03-05

EQUIVALENT DE AREIA



Sub-base EN 3.1

## COMPACTAÇÃO DO SOLO

1º - Objetivo - O objetivo deste ensaio é correlacionar o teor de umidade de solos com sua massa específica aparente.

2º - Aparelhagem - Os aparelhos necessários são os seguintes:

- Repartidor de amostras de 2,5 cm de abertura
- Balança com capacidade para 10 Kg.
- Balança com capacidade para 1 Kg.
- Peneiras de 19 mm e de 4,8 mm. De acordo com as especificações, peneiras de malhas quadradas.
- Cápsula de porcelana ou alumínio com capacidade de 75 ml.
- Estufa com capacidade de manter temperatura em torno de 105 a 110 graus centígrafos.
- Molde cilíndrico metálico, com peso de 4370 k.
- Soquete cilíndrico de face inferior plana e com 4530 g
- Disco espaçador 15,00cm de diâmetro a 6,40cm de altura.
- Espátua com lâmina flexível de cerca de 8cm de comprimento a 2 cm de altura.
- Almofariz e mão de grau, recoberta de borracha com capacidade para 5Kg de solo.

3º - Desenvolvimento - Entende-se por compactação, como sendo o processo pelo qual se consegue diminuir o índice de vazios do solo, com o conseqüente aumento de sua densidade. O processo empregado é geralmente mecânico. A compactação é ainda, uma das operações mais importantes no bom comportamento de uma obra em terra, como seja, barragem, aterros ou pavimento. Quanto aos fatores que influem na compactação são vários, mas, os mais importantes são: a umidade e a energia específica cuja energia, é denominada como sendo energia de compactação.- Por unidade de volume. Em laboratório esta energia é calculada pela fórmula:

$$EC = \frac{P.H.N.n.}{VC}$$

ONDE:

N - Número de golpes

H - Altura de queda do soquete

n - Número de camadas

P - Peso do soquete

VC - Volume do cilindro

Portanto, a compactação assume ainda uma importância considerável nos serviços rodoviários, visto os danos que uma insuficiência ou uma compactação irregular poderá causar a superestrutura diversas. E além de possibilitar menores, aumenta a capacidade do solo e proporciona uma menor variação de umidade no material da obra dada a menor quantidade de vazio existente. Além dos fatores já citados anteriormente que intervêm na compactação temos ainda:

- Teor em água do solo
- Natureza do solo
- Processo de compactação

Se utilizarmos um mesmo processo e energia de compactação em um mesmo tipo de solo, verificamos os seguintes fatores:

I - Quando a umidade do solo é baixa, há um efeito e levado entre o grão do solo, havendo dificuldade de entrosamento das diversas partículas do solo. Deste modo a densidade obtida é baixa, restando uma quantidade elevada de vazios de ar no interior do solo.

II - Quando o teor em água para uma umidade maior, a água passa a atuar como um lubrificante, facilitando um maior entrosamento das partículas, havendo assim uma menor quantidade de vazios no interior, havendo portanto uma maior densidade.

III - Quando a umidade real para um valor elevado, a água passará a absorver parte da energia de compactação, a água e o ar em conjunto tenderão a manter as partículas sólidas separadas, aumentando o volume total de vazios e diminuindo a densidade.

IV - Procedimento do ensaio -

A amostra recebida é seca ao ar, destorroada no almofariz e mão de gral, homogenizada e reduzida, com o auxílio -

lio do repartidor de amostra ou por quarteamento, até se obter uma amostra representativa de 6000 g para os solos siltosos ou argiloso e 7000 g para solos arenosos ou pedregulhosos.

- Passa-se essa amostra na peneira de 19mm, havendo material retido nessa peneira procede-se a substituição do mesmo por igual quantidade em peso do material passando na peneira de 19mm e retido na de 4,8mm, obtido de outra amostra representativa.

- Coloca-se uma quantidade d'água no material, homogeniza-se e em seguida coloca-se no molde cinco camadas iguais até se obter uma altura do solo de cerca de 12,5cm. Após a compactação cada camada receberá 12, 26 ou 56 golpes do soquete, caindo de 45,70cm, distribuindo uniformemente sobre a superfície da camada. Estes golpes são para proto normal, intermediário e modificado.

Remove-se o material do cilindro, tendo antes o cuidado de destocar com a espátua o material a êle aderente.

Remove-se o corpo da prova do molde e retira-se de sua parte central uma amostra representativa de cerca de 100g para determinação da umidade. Pesa-se esta amostra e seca-se em uma estufa com temperatura de 105 a 110 graus centígrafos, fazendo-se estas pesadas com aproximação de 0,1g.. Este método é usado para materiais que serve para base ou sub-base. Quando se quer materias para corpos de aterros, esta amostra poderá ser queimada a álcool e geralmente se retira cerca de 50g da amostra e queima-se cerca de 3 vezes cada uma com 15ml de álcool. Desmancha-se novamente o material, junta-se água e torna-se a homogenizar. Esta água que se coloca no material não é definida, dependente do tipo de material. Compacta-se novamente o material e repete-se as mesmas operações anteriores.

Repete-se estas operações para teores descrentes de umidade, tantas vezes quanto necessários para caracterizar a curva de compactação, geralmente cinco vezes.

Calcula-se os teores de umidade (h) pela fórmula

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

onde:

h - Teor de umidade em porcentagem



Ps - Peso de solo úmido

Ps - Peso do solo seco

Calcula-se primeiramente a massa específica aparente do solo úmido após cada compactação pela fórmula:

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

U<sub>h</sub> - Massa específica aparente do solo úmido em g/cm<sup>3</sup>.

P'h - Peso do solo úmido compactado (g).

V - Volume do solo compactado em cm<sup>3</sup>.

Determina-se a seguir a massa específica aparente do solo seco após cada compactação pela fórmula:

$$U_s = U_h \times \frac{100}{100 + h}$$

U<sub>s</sub> - Massa específica aparente do solo seco em g/cm<sup>3</sup>.

U<sub>h</sub> - Massa específica aparente do solo úmido em g/cm

h - Teor de umidade do solo compactado.

Desenha-se a curva de compactação marcando-se em ordenadas as massas específicas aparentes do solo seco U<sub>s</sub>, em abscissas os teores de umidades correspondente, h.

A massa específica aparente máxima do solo seco é determinada pela ordenada máxima da curva de compactação.

A umidade ótima é o valor da abscissa correspondente na curva de compactação ao ponto da massa específica máxima do solo seco.

Anexo a este relatório segue duas fichas de compactação com os seus respectivos cálculos aí descritos.

C O M P A C T A Ç Ã O

MEMÓRIA DE CÁLCULO

DADOS

MOLDE Nº 2

- Volume do molde - 2096 cm<sup>3</sup>
- Pêso do soquete - 4530 g
- Pêso do molde - 4360 g
- Espessura do disco espaçador - 2  $\frac{1}{2}$
- Golpes /camada - 26
- Numero de camadas - 5

PM = pêso do molde

1 - PONTOS :

$$\begin{aligned} 1^{\text{º}} \text{ ponto. } Pbu_1 &= 8300 \text{ g} \\ P su_1 &= Pbu_1 - pm \\ P su_1 &= 8300 - 4360 \\ \hline P su_1 &= 3940 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2^{\text{º}} \text{ ponto. } Pbu_2 &= 8600 \text{ g} \\ P su_2 &= Pbu_2 - pm \\ P su_2 &= 8600 - 4360 \\ \hline P su_2 &= 4240 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3^{\text{º}} \text{ ponto. } Pbu_3 &= 8840 \text{ g} \\ P su_3 &= Pbu_3 - pm \\ P su_3 &= 8840 - 4360 \\ \hline P su_3 &= 4480 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4^{\text{º}} \text{ ponto. } Pbu_4 &= 8860 \\ P su_4 &= Pbu_4 - pm \\ P su_4 &= 8860 - 4360 \\ \hline P su_4 &= 4500 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5^{\circ} \text{ ponto. } P_{bu5} &= 8720 \text{ g} \\
 P_{su5} &= P_{bu5} - p_m \\
 P_{su5} &= 8720 - 4360 \\
 \hline
 P_{su5} &= 4360 \text{ g} \\
 \hline
 \end{aligned}$$

2 - Determinação da densidade do solo úmido

$$V = \text{volume do molde} = 2096 \text{ g cm}^3$$

$$V = 2096 \text{ cm}^3$$

$$D_{h1} = D_1 \frac{3940}{2096} = 1880 \text{ g/cm}^3$$

$$D_{h2} = \frac{P_{su2}}{V} = \frac{4240}{2096} = 2022 \text{ g/cm}^3$$

$$D_{h3} = \frac{P_{su3}}{V} = \frac{4480}{2096} = 2137 \text{ g/cm}^3$$

$$D_{h4} = \frac{P_{su4}}{V} = \frac{4500}{2096} = 2146 \text{ g/cm}^3$$

$$D_{h5} = \frac{P_{su5}}{V} = \frac{4360}{2096} = 2080 \text{ g/cm}^3$$

3 - Determinação da umidade

Cap. 26.

$$P_{bu} = 71,13 \text{ g}$$

$$P_{bs} = 69,20 \text{ g}$$

$$P_{cap} = 12,01 \text{ g.}$$

$$P_o = P_{bu} - P_{bs}$$

$$P_o = 71,13 - 69,20 \quad \text{-----} \rightarrow \quad \underline{\underline{P_o = 1,93 \text{ g}}}$$

$$P_s = P_{bs} - P_{cap}$$

$$P_s = 69,20 - 12,01 \quad \text{-----} \rightarrow \quad P_s = 57,19 \text{ g}$$

$$H_1 = \frac{P_a}{P_b} \times 100$$

$$H_1 = \frac{1,93}{57,19} \times 100 \quad \text{-----} \rightarrow \quad H_1 = 3,3 \%$$

Cap. 49

$$P_{bu} = 67,26 \text{ g}$$

$$P_{bs} = 64,10 \text{ g}$$

$$P_{cap} = 12,20 \text{ g}$$

$$P_o = P_{bu} - P_{bs}$$

$$P_o = 67,26 - 64,10 \text{ ----} \rightarrow P_o = 3,20 \text{ g}$$

$$P_s = P_{bs} - P_{cal}$$

$$P_s = 64,10 - 12,20 \text{ ----} \rightarrow P_s = 51,90 \text{ g}$$

$$h_2 = \frac{P_a}{P_b} \times 100$$

$$h_2 = \frac{3,20}{51,90} \times 100 \text{ ----} \rightarrow h_2 = 6,20 \%$$

Cap. 39.

$$P_{bu} = 65,47 \text{ g}$$

$$P_{bs} = 61,25 \text{ g}$$

$$P_{cap} = 10,70 \text{ g}$$

$$P_o = P_{bu} - P_{bs}$$

$$P_o = 65,47 - 61,25 \text{ ----} \rightarrow P_o = 4,20 \%$$

$$P_s = P_{bs} - P_{cap}$$

$$P_s = 61,25 - 10,70 \text{ ----} \rightarrow P_s = 50,55 \text{ g}$$

$$h_3 = \frac{P_o}{P_b} \times 100$$

$$h_3 = \frac{4,20}{50,55} \times 100 \text{ ----} \rightarrow h_3 = 8,30 \%$$

Cap. 10

$$P_{bu} = 72,80 \text{ g}$$

$$P_{bs} = 66,70 \text{ g}$$

$$P_{cap} = 14,66 \text{ g}$$

$$P_a = P_{bu} - P_{bs}$$

$$P_a = 72,80 - 66,70 \text{ ----} \rightarrow P_a = 6,10 \text{ g}$$

$$P_s = P_{bs} - P_{cap}$$

$$P_s = 66,70 - 14,66 \text{ ----} \rightarrow 55,04 \text{ g}$$

$$h_4 = \frac{P_a}{P_s} \times 100$$

$$h_4 = \frac{6,10}{55,04} \times 100 \text{ ----} \rightarrow \underline{\underline{h_4 = 11,7 \%}}$$

Cap. 46

$$P_{bu} = 71,60$$

$$P_{bs} = 64,00$$

$$P_{cap} = 13,00$$

$$P_a = P_{bu} - P_{bs}$$

$$P_a = 71,60 - 64,00 \text{ ----} \rightarrow P_a = 7,60 \text{ g}$$

$$P_s = P_{bs} - P_{cap}$$

$$P_s = 64 - 13 \text{ ----} \rightarrow P_s = 51 \text{ g}$$

$$h_5 = \frac{P_a}{P_s} \times 100$$

$$h_5 = \frac{7,60}{51} \times 100 \text{ ----} \rightarrow h_5 = 14,9 \%$$

Determinação da densidade do solo sêco.

$$D_s = \frac{D_h}{100 - h}$$

$$D_{s_1} = \frac{D_{h_1}}{100 - h_1} = \frac{1880}{100 - 1,90} = 1820 \text{ g/cm}^3$$

$$D_{s_2} = \frac{D_{h_2}}{100 - h_2} = \frac{2022}{100 - 3,20} = 1904 \text{ g/cm}^3$$

$$D_{s_3} = \frac{D_{h_3}}{100 - h_3} = \frac{2137}{100 - 4,20} = 1973 \text{ g/cm}^3$$

$$D_{s_4} = \frac{D_{h_4}}{100 - h_4} = \frac{2143}{100 - 6,10} = 1921 \text{ g/cm}^3$$

$$D_{s_5} = \frac{D_{h_5}}{100 - h_5} = \frac{2080}{100 - 7,60} = 1810 \text{ g/cm}^3$$

## C O N C L U S ã O

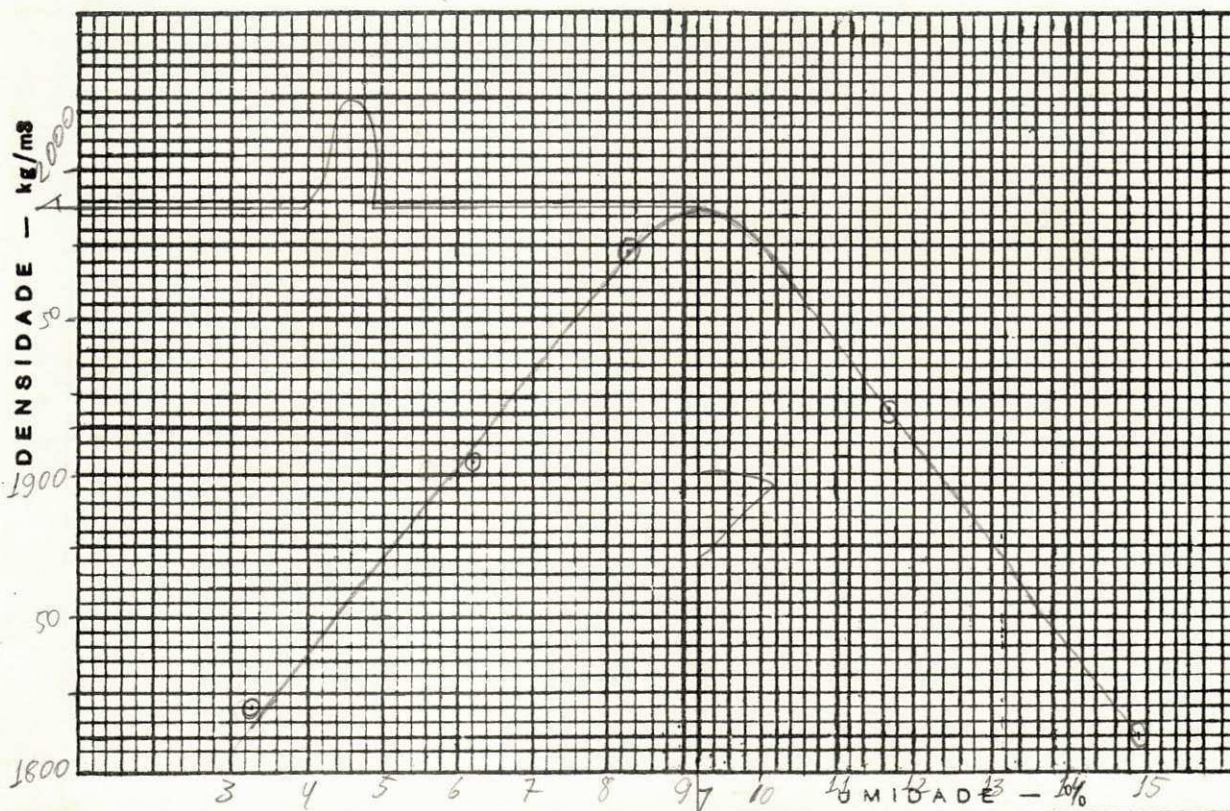
No ensaio de compactação apesar da sua grande importância, determina-se apenas dois valores de grande utilidade, que são: a densidade máxima ( DM ) e a umidade ótima ( H.O.T. ). Valores estes determinados através de gráficos. Estes valores vão ter sua utilidade nos ensaios de CBR e densidade "in situ" ( DS ) esta densidade é determinada no campo e através dela se obtém o grau de compactação do solo ( GC ), da seguinte maneira.

$$GC = \frac{DS}{DM} \times 100, \text{ e o valor de GC tem que variar entre } 95\%$$

e 110% se GC não estiver neste intervalo o trecho não pode ser liberado para colocar outra camada.

Umidade higroscópica	0,0	0,0	Molde n.º	2	Densidade máxima
Cápsula N.º			Volume do molde	2096	
Peso bruto úmido			Peso do molde	4360	1988 kg/m³
Peso bruto seco			Peso do soquete	4530	
Peso da cápsula			Espessura do disco e espaçador	2 1/2"	Umidade ótima
Peso da água			Golpes/camada	26	
Peso do solo seco			N.º de camadas	5	9,2 %
Umidade — %					
Umidade média — %					

Ponto N.º	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO DO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE DO SOLO ÚMIDO	DETERMINAÇÃO DA UMIDADE							UMIDADE MÉDIA %	DENSIDADE DO SOLO SECO kg/m³
				CÁPSULA N.º	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO BRUTO SECO	PESO DA CÁPSULA	PESO DA ÁGUA	PESO DO SOLO SECO	UMIDADE %		
1	8300	3940	1880	26	7413	69,20	12,01	1,9	57,19	3,3	1820	
2	8600	4240	2022	49	6726	64,10	12,20	3,2	54,90	6,2	1904	
3	8840	4480	2137	39	6547	61,25	10,70	4,2	50,55	8,3	1973	
4	8860	4500	2146	10	7280	66,70	14,66	6,2	52,04	11,7	1921	
5	8720	4360	2080	46	7160	64,00	13,00	7,6	51,00	14,9	1810	
6												
7												



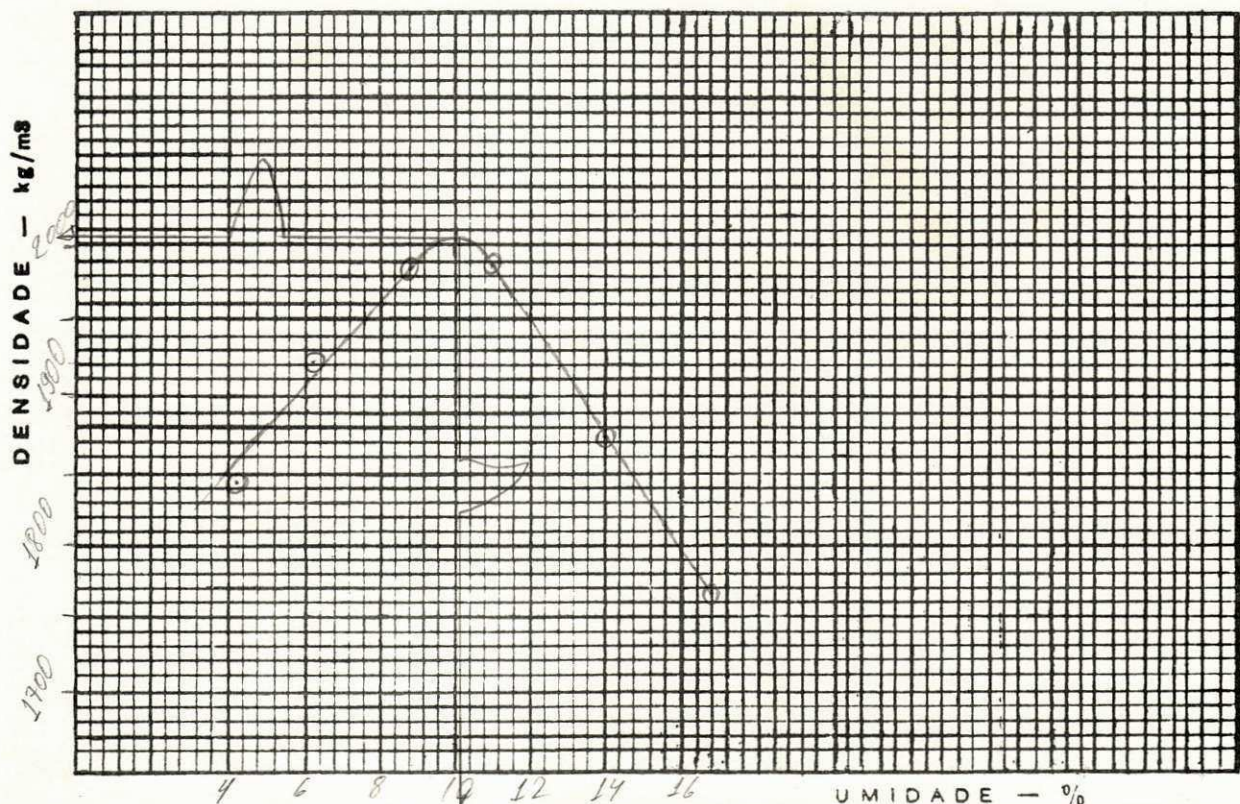
Rodovia: PBT-361	Trecho: Itaparanga - Conceição	Subtrecho: Ibiara - Conceição
Proced: Saib - Subleito EDSON	Localiz: Furo-estaca F-28-3970	Lado e-x-d
Laboratório:	Operador:	Data:
		Calculista:
		Visto:
		Registro n.º 021181

Base		COMPACTAÇÃO
		3



Umidade higroscópica	0,0	0,0	Molde n.º	1	Densidade máxima
Cápsula N.º			Volume do molde	2096	
Peso bruto úmido			Peso do molde	4370	2005 kg/m³
Peso bruto seco			Peso do soquete	4530	
Peso da cápsula			Espessura do disco e espaçador	2 1/2"	Umidade ótima
Peso da água			Golpes/camada	26	
Peso do solo seco			N.º de camadas	5	10,1 %
Umidade — 0,0					
Umidade média — %					

Ponto N.º	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO DO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE DO SOLO ÚMIDO	DETERMINAÇÃO DA UMIDADE							UMIDADE MÉDIA %	DENSIDADE DO SOLO SECO kg/m³
				CÁPSULA N.º	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO BRUTO SECO	PESO DA CÁPSULA	PESO DA ÁGUA	PESO DO SOLO SECO	UMIDADE %		
1	8400	4030	1922	27	89,80	86,66	13,25	3,14	73,41	4,2	1844	
2	8650	4280	2041	18	83,20	79,07	12,97	4,13	66,10	6,2	1926	
3	8900	4530	2161	2	89,75	83,62	14,30	6,13	69,32	8,8	1986	
4	9000	4630	2208	21	85,80	78,71	14,80	7,09	63,91	11,0	1989	
5	8850	4480	2137	47	71,36	64,22	13,30	7,14	50,92	14,0	1874	
6	8700	4330	2065	35	82,75	72,70	13,10	10,05	59,60	16,8	1767	
7												



Rodovia: PBT-361	Trecho: Itaporanga - concução	Subtrecho: Ibiçara - concução		
Proced: Saib - Subleito	Localiz: Furo-estaca	Lado e-x-d	Profund. cm	Registro n.º
Est. 3878+10	F-02 - Est. 3878+10			251/81
Laboratório: D.E.R.-PB	Operador:	Data:	Calculista:	Visto:
Experiencia sub-base	<b>COMPACTAÇÃO</b>			
	início 28/01/81		término 29/01/81	

## INDICE DE SUPORTE CALIFORNIA ( CBR )

OBJETIVO: Este método tem como fim determinar o valor relativo do suporte de solos pelo ensaio de amostra de forma moldado na umidade ótima, obtida em um dos ensaios de compactação.

TEORIA: O método CBR ( california Bearing Ratio ) ou ISC ( índice de suporte califórnia ). É um método empírico baseado na resistência do terreno à compactação. É também um método comparativo, que consiste em obter uma relação entre os solos constituintes do sub leito e um de pedra britada.

O ensaio suporte califórnia é de grande importância na técnica rodoviária, é a base do conhecido método de dimensionamento de pavimentos flexíveis, foi introduzido no Brasil nestes últimos e vem apresentando bastante aceitação.

APARELHAGEM : Conjunto de bronze ou latão, constituído de molde cilíndrico com 11,55cm de diâmetro interno e 17,78cm de altura, com entalhe superior externo de meia espessura, cilindro complementar com 5,08cm de altura, com detalhe inferior interno em meia espessura, e placa de base perfurado com 24cm de diâmetro com dispositivo para fixação do molde cilíndrico.

- disco espaçador maciço de aço com 15,08cm de diâmetro e 6,35cm de altura.

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

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

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

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

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

- Prensa para determinação do índice de suporte califórnia composta por: quadro formado por base e travessa de ferro fundido e 4 tuantes de aço, macaco giratório, conjunto dinamométrico, constituído por anel de aço, extensômetro graduado, pistão de penetração de aço e extensômetro graduado.

- Extrator de amostras de molde cilíndrica, para funcionamento por meio de macaco hidráulico, com movimento alternativo de uma alavanca.

- Balde de chapa de ferro galvanizado com capacidade de cerca de 20 litros, com fundo de diâmetro mínimo de 25cm.

- Papel de filtro circular de cerca de 15cm de diâmetro.

- Balança com capacidade 20kg, sensível a 5g.

PROCEDIMENTOS - O ensaio CBR ou ISC é relacionado a partir do resultado fornecido pelo ensaio de compactação, ou seja, a umidade ótima é obtida através da curva de compactação. Portanto o procedimento deste ensaio (CBR) é semelhante ao de compactação até o momento em que a amostra é moldada.

O ensaio compreende as seguintes etapas: preparação da amostra para o ensaio, moldagem do corpo de prova, expansão e penetração.

O solo utilizado é seco ao ar, destoreado e homogenizado por quartamento. Assim obtemos uma amostra representativa de 6000g para solos argilosos ou siltosos e 7000g para solos arenosos ou pedregulhosos. Esta amostra é passada na peneira 19mm se ficar retido algum material nesta peneira, substituímos o material por uma mesma quantidade em peso de material que fique retido na peneira 4,8mm.

A moldagem do corpo de prova é feito num molde cilíndrico na umidade ótima obtida do ensaio de compactação, em 5 camadas, 26 golpes do soquete distribuídos uniformemente sobre as camadas. Logo a seguir, com uma porção da amostra excedente da compactação, determina-se a umidade.

A expansão será realizada com o término da moldagem, sendo retirado o disco espaçador, o molde invertido e fixado a base. No espaço deixado pelo disco espaçador será colocado a haste de expansão com os pesos anelares que equivalem ao peso do pavimento. Esta carga não poderá ser inferior ao peso do soquete.

O extensômetro é adaptado no cilindro tocando o corpo de

prova afim de medir as expansões ocorridas durante um intervalo de 24 em 24 horas. Quando o período de embebição é findado retiramos o molde e o corpo de prova da imersão, e deixamos escoar durante um certo tempo, pesamos, e o corpo de prova está pronto para ser rompido.

A penetração é feita numa prensa. Colocamos uma sobrecarga de peso inferior ao do soquete sobre o corpo de prova dentro de cilindro. Levamos o conjunto cilíndrico, corpo de prova ao prato de prensa e com uma carga aplicada igual a 4,5kg levantamos o pistão, essa ascensão é controlada pelo deflectômetro. Para realizar a leitura de penetração faz-se necessário antes zerar os extensômetros do anel dinamométrico e o que mede a penetração do pistão no solo acionamos a manivela da prensa com uma velocidade de 0,05 pol/min. a leitura feita no extensômetro é função da penetração do pistão no solo e do tempo.

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFORNIA - C. B. R.

MEMÓRIA DE CÁLCULO

1 - Determinação da unidade higroscópica

Cap. 27 - Pbu = 62,85 g  
Pbs = 62,60 g  
Pcap = 12,85 g

Pa = Pbu - Pbs

Pa = 62,85 - 62,60 ----> Pa = 0,25g

Ps = Pbs - Pcap

Ps = 62,60 - 12,85 ----> Ps = 49,75g

$h = \frac{Pa}{Pb} \times 100$

$h = \frac{0,25}{49,75} \times 100 \text{ ----> } \underline{\underline{h = 0,5 \%}}$

INICIO DADOS

Molde Nº 2

- Pêso do molde = 4360 g

- Volume do molde = 2096 cm<sup>3</sup>

- Nº de camadas = 5

- Golpes /camada = 26

- Pêso do soquete = 4530 g

- Espessura do disco espaça -  
dor 2 1/2

Alt. cil. = 11,55

2 - Determinação da unidade de moldagem.

Cap. 7

Pbu = 71,90 g

Pbs = 67,00 g

Pcap = 13,29 g

Pa = Pbu - Pbs

Pa = 71,90 - 67,0 ----> Pa = 4,90 g

Ps = Pbs - Pcap

Ps = 67,0 - 13,29 ----> Ps = 53,71 g.

$h = \frac{Pa}{Pb} \times 100$

$h = \frac{4,90}{53,71} \times 100 \text{ ----> } \underline{\underline{h = 9,1 \%}}$

## MOLDAGEM DE VERIFICAÇÃO

$$P_{bu} = 8820 \text{ g}$$

$$P_u = 4495 \text{ g}$$

$$D_u = 2144 \text{ g/cm}^3$$

$$D_s = 1965 \text{ g/cm}^3$$

### 3 - DADOS DA COMPACTAÇÃO

$$\text{Densidade máxima} = 1998 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Umidade ótima} = 9,2 \%$$

$$\text{Umidade higroscópica} = 0,5 \%$$

$$\text{Diferença de umidade} = 8,7 \%$$

$$\text{Diferença de umidade} = \text{hot} - \text{hig}$$

$$\text{Diferença de umidade} = 9,2 - 0,5 = 8,7 \%$$

### 4 - CÁLCULO DA ÁGUA A JUNTAR

Peso do solo passando na peneira Nº 4

$$P_u = 6000 \text{ g}$$

$$P_s = 5300 \text{ g}$$

Peso do pedregulho retido na peneira Nº 4

$$P = 700 \text{ g}$$

Água a juntar

$$P_a = \frac{P_s (\text{hot} - h_1)}{100}$$

$$P_a = \frac{5300 (9,2 - 0,5)}{100} = P_a = 461 \text{ g}$$

### 5 - Cálculo da pressão

constante  $K = 0,103$

$$P_{d_1} = 50 \times K$$

$$P_{d_1} = 50 \times 0,103 \text{ ----: } P_{d_1} = 5,2 \text{ Kg/cm}^2$$

$$P_{d_2} = 160 \times 0,103 \text{ ----: } P_{d_2} = 16,5 \text{ Kg/cm}^2$$

$$P_{d_3} = 320 \times 0,103 \text{ ----: } P_{d_3} = 32,9 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Pd_4 = 675 \times 0,103 \text{ ----: } Pd_4 = 69,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$Pd_5 = 930 \times 0,103 \text{ ----: } Pd_5 = 95,8 \text{ kg/cm}^2$$

$$Pd_6 = 1050 \times 0,103 \text{ ----: } Pd_6 = 108,2 \text{ kg/cm}^2$$

### 5.1 - Porcentagem da pressão ( % )

$$P_1 = \frac{32,9}{70} \times 100 \text{ ----: } P_1 = 47 \%$$

$$P_2 = \frac{69,5}{105} \times 100 \text{ ----: } P_2 = 66 \%$$

$$P_3 = \frac{95,8}{133} \times 100 \text{ ----: } P_3 = 72 \%$$

$$P_4 = \frac{108,2}{161} \times 100 \text{ ----: } P_4 = 67\%$$

### 6 - Cálculo da expansão

$$H = 11,55 \text{ cm.}$$

$$E_1 = \frac{0,03}{11,55} \text{ ----: } E_1 = 0,0025 \text{ cm}$$

$E_2, E_3, E_4$  idem a  $E_1$  ( não houve mais expansão ).

## C. B. R. - CONCLUSÃO

Estes ensaios feitos com base nos dados da compactação ( como sejam: DMAX e HOT ). Apresentamos aqui fichas de ensaios.

1º ficha: - ensaio realizado com solo para base, o onde determinou-se um C.B.R. de 66%, com este valor conclui-se que este solo é ideal para ser usado como base. O mínimo exigido é de 60%.

2º ficha: - ensaio feito com solo para ser usado em corpo de aterro. O C.B.R. determinado foi de 35% e 20% concluindo que este solo deve ser usado como sub-base.. O mínimo é de 20%.

### OBSERVAÇÃO :

Estes valores mínimos para sub-base e base, é feito através de um desvio padrão de todos os ensaios realizados para cada uma destas camadas.



UMIDADE		HIGROSCÓPICA		DE MOLDAÇEM		MOLDE Nº		2	
CÁPSULA Nº		27		7		PESO DO MOLDE		4360	
PESO BRUTO ÚMIDO		62,85		71,90		VOLUME DO MOLDE		2096	
PESO BRUTO SECO		62,60		67,01		Nº DE CAMADAS		5	
PESO DA CÁPSULA		12,85		13,29		GOLPES / CAMADA		26	
PESO DA ÁGUA		0,25		4,9		PESO DO SOQUETE		4530	
PESO DO SOLO SECO		49,75		53,71		ESPESSURA DO DISCO ESPACADOR		2 1/2"	
UMIDADE - %		0,5		9,1					
UMIDADE MÉDIA - %									

DADOS DA COMPACTAÇÃO			CÁLCULO DA ÁGUA			ANEL DINA-MOMÉTRICO Nº	
DENSIDADE MÁXIMA - Kg/m <sup>3</sup>	1988	PESO DO SOLO PASSANDO NA PENEIRA Nº 4	ÚMIDO	6000			
UMIDADE ÓTIMA - %	9,2		SÉCO	5300			
UMIDADE HIGROSCÓPICA - %	0,5	PESO DO PEDREGULHO RETIDO NA PENEIRA Nº 4		700	CONSTANTE		
DIFERENÇA DE UMIDADE - %	8,7	ÁGUA A JUNTAR		461	k = 0,103		

ENSAIO DE PENETRAÇÃO								EXPANSÃO				
TEMPO min.	PENETRAÇÃO		LEITURA DO EXTENSÔMETRO	PRESSÃO - kg/cm <sup>2</sup>				DATAS		LEITURA DO DEFLECT. - mm-	DIFERENÇA - mm-	EXPANSÃO - mm-
	Pol.	mm		DETERM.	CORRIG.	PADRÃO	%	DIA	HORA			
30 seg	0,025	0,63	50	5,2				31.1.81	15:30	0		
1	0,050	1,27	160	16,5				1.2.81	15:30	0,03		
2	0,1	2,54	320	32,9		70	47	2.2.81	15:30	0,03		
4	0,2	5,08	675	69,5		105	66	3.2.81	15:30	0,03		
6	0,3	7,62	930	95,8		133		4.2.81	15:30	0,03		
8	0,4	10,16	1050	108,2		161						
10	0,5	12,70				182						

MOLDAÇEM DE VERIFICAÇÃO

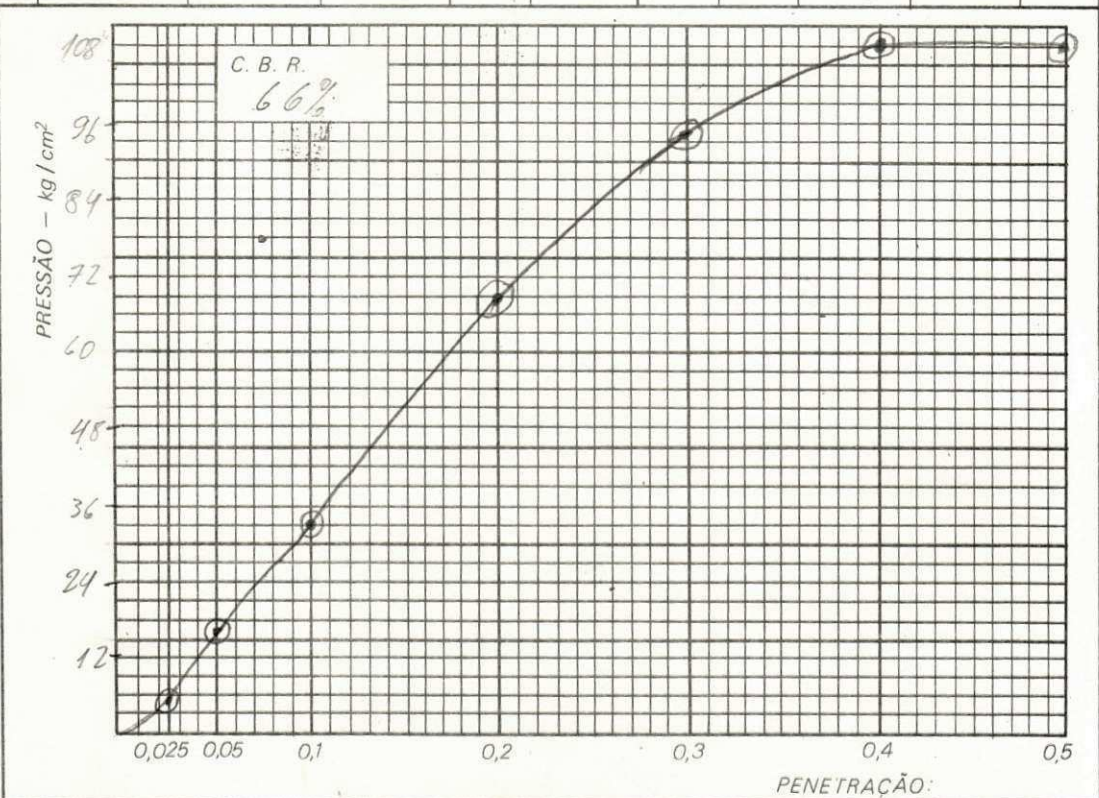
PESO BRUTO ÚMIDO  
8820 g

PESO ÚMIDO  
4495 g

DENSIDADE ÚMIDA  
2144 kg/m<sup>3</sup>

DENSIDADE SÉCA  
1965 kg/m<sup>3</sup>

OBSERVAÇÕES:  
H=1165



LABORATÓRIO:	OPERADOR:	DATA:	CALCULISTA:	VISTO:	REGISTRO Nº
Base.			ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA - C.B.R.		

UMIDADE	HIGROSCÓPICA	DE MOLDAJEM	MOLDE Nº	10
CÁPSULA Nº	15	19	PESO DO MOLDE	4370
PESO BRUTO ÚMIDO	62,58	63,27	VOLUME DO MOLDE	2087
PESO BRUTO SECO	62,08	58,77	Nº DE CAMADAS	5
PESO DA CÁPSULA	12,58	13,27	GOLPES / CAMADA	26
PESO DA ÁGUA	0,50	4,5	PESO DO SOQUETE	4530
PESO DO SOLO SECO	49,50	45,50	ESPESSURA DO DISCO ESPACADOR	
UMIDADE - %	1,0	9,9		
UMIDADE MÉDIA - %				

DADOS DA COMPACTAÇÃO		CÁLCULO DA ÁGUA		ANEL DINA-MOMÉTRICO Nº
DENSIDADE MÁXIMA - Kg/m <sup>3</sup>	2005	PESO DO SOLO PASSANDO NA PENEIRA Nº 4	ÚMIDO 6000 SECO 5940	
UMIDADE ÓTIMA - %	10,1	PESO DO PEDREGULHO RETIDO NA PENEIRA Nº 4	0	CONSTANTE
UMIDADE HIGROSCÓPICA - %	1,0	ÁGUA A JUNTAR	540	k = 0,103
DIFFERENÇA DE UMIDADE - %	9,1			

ENSAIO DE PENETRAÇÃO						EXPANSÃO						
TEMPO min.	PENETRAÇÃO		LEITURA DO EXTENSÔMETRO	PRESSÃO - kg/cm <sup>2</sup>				DATAS		LEITURA DO DEFLECT. - mm-	DIFERENÇA - mm-	EXPANSÃO - mm-
	Pol.	mm		DETERM.	CORRIG.	PADRÃO	%	DIA	HORA			
30 seg	0,025	0,63	16	1,65				29-1-81	15:00	0,0		
1	0,050	1,27	48	4,94								
2	0,1	2,54	143	14,73		70	21	30-1-81	15:00	12		
4	0,2	5,08	331	31,93		105	30	31-1-81	15:00	58		
6	0,3	7,62	430	44,29		133		01-2-81	15:00	58		
8	0,4	10,16	530	54,29		161						
10	0,5	12,70	624	64,68		182		02-2-81	15:00	58		0,05

MOLDAJEM DE VERIFICAÇÃO

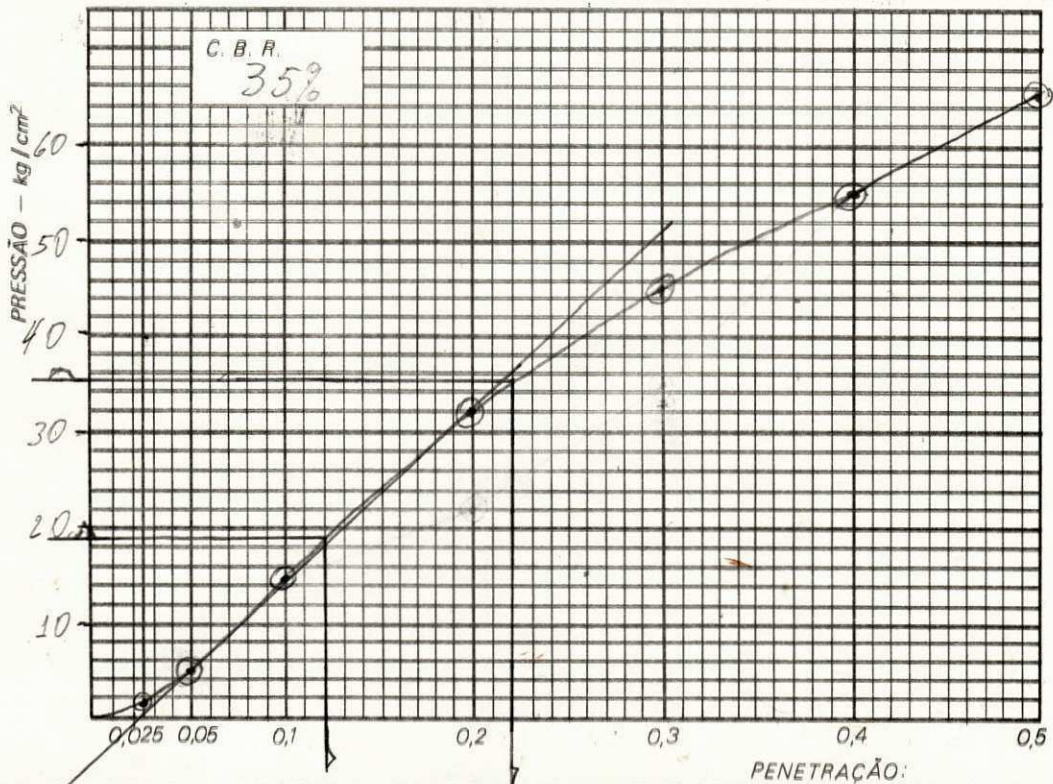
PESO BRUTO ÚMIDO  
8150 g

PESO ÚMIDO  
4580 g

DENSIDADE ÚMIDA  
2194 kg/m<sup>3</sup>

DENSIDADE SECA  
1997 kg/m<sup>3</sup>

OBSERVAÇÕES:



LABORATÓRIO: OPERADOR: DATA: CALCULISTA: VISTO: REGISTRO Nº

Sub-Base

ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA - C.B.R.



h = 11,50

## DENSIDADE "IN SITU"

### OBJETIVO:

1) - Determinação da densidade do solo sêco com emprego do frasco de areia.

### TEORIA:

1º - Este método fixa o modo pelo qual se determina a densidade do solo sêco por intermédio do frasco de areia. Aplica-se ao sub leito e as diversas camadas de solo do pavimento.

#### 2) - APARELHAGEM.

a) - Frasco de vidro, metálico ou plástico com 3,5L. de cap., dotado de gargalo rosqueado e funil provido de registro e de rosca para atarraxar ao frasco;

b) - Bandeja quadrada de alumínio com cerca de 30cm. de lado, com bordas de 2,5cm. de altura, com orifício circular no centro, dotado de rebaixo para apoio de funil referido no itus anterior.

c) - Pó de mão.

d) - Balança com capacidade de 10 Kg, sensível a 1g.

e) - Talhadeira de aço com 30cm. de comprimento.

f) - Martelo de 1Kg.

g) - Recipiente que permita guardar a amostra sem perda de umidade antes de sua pesagem.

H) - Spedy para determinar a umidade através da tabela.

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

j) - Areia ( fração compreendida entre 0,8mm. e 0,6mm ) lavada, sêca e com densidade determinada em laboratório.

DENSIDADE "IN SITU"

MEMÓRIA DE CÁLCULO

Furo Nº 1

Profundidade de 20cm.

Estaca - 3721

Posição - E

Funil Nº 2

1 - Peso do frasco com areia

- Antes e A = 6400g.

- Depois - B = 3770g

- Diferença A - B = 2630g.

- Diferença = 6400 - 3770 = 2630g

- Pêso da areia no funil ----: C = 555g

- Pêso da areia no furo ----: P = A - B - C

P = 2630 - 555 -----: P = 2075g

- Densidade da areia ----: D = 1311 g/cm<sup>3</sup>

Volume do Furo

$$V = \frac{P}{D} \text{ ----: } V = \frac{2075}{1311} \text{ ----: } V = 1583 \text{ cm}^3$$

Umidade determinada pelo speedy

h = 12,7 %

- Pêso do solo úmido Ph

Ph = 3390g

- Pêso do solo sêco

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

$$Ps = \frac{3390}{100 - 12,7}$$

Ps = 3008g ----: Ps = 3008g

- Densidade do solo sêco

$$Ds = \frac{Ps}{V} \text{ ----: } Ds = \frac{3008}{1583} \text{ ----: } Ds = 1900\text{g/cm}^2$$

DADOS DO LABORATÓRIO

Densidade máxima -----: Dm

$$Dm = 1850 \text{ g/cm}^3$$

Umidade ótica -----Hot

$$\text{Hot} = 12,0 \%$$

Determinação do grau de compactação:

$$\text{GC\%} = \frac{Ds}{Dm}$$

$$\text{GC \%} = \frac{1900}{1850} \times 100 \text{ -----: G.C.} = 103 \%$$


## C O N C L U S ã O


Com base nos dados da compactação e após determinar a densidade do solo sêco, feito através do método de areia, isto realizado no campo, determina-se o grau de compactação da camada. Aqui, apresentamos ensaios em várias camadas tais como reaterro de bueiros, camada geral, etc.

Em todos estes furos, após o ensaio determinou-se que o grau de compactação destas camadas estavam dentro dos padrões exigidos que é: mínimo 95 % e máximo 110 %.

Depois de feito o teste e aprovado libera-se o trecho para colocação de nova camada.

Estas camadas são de 20cm., e em todas elas é determinado o grau de compactação para ser liberado.

REGISTRO		N:			
FURO		N:	1	2	3
Profundidade - cm -	DE	-	0	0	0
	A	-	20	20	20
Data		-	15/02/81	15/02/81	15/02/81
Estaca		-	3721	3726	3731
Posição		E-X-D	E	X	D
Peso do Frasco com areia	Antes	A	6400	6850	6020
	Depois	B	3770	4750	3940
	Diferença	A-B	2630	2100	2080
FUNIL		N:	2	1	2
Peso da areia no funil (g)		C	555	565	555
Peso da areia no furo (g)		A-B-C=P	2075	1535	1525
Dens. da areia (g/dm <sup>3</sup> )		d	1311	1311	1311
Volume do furo (dm <sup>3</sup> )		$V = \frac{P}{d}$	1583	1171	1163
UMIDADE		h %	12,7	12,7	5,8
Peso do solo úmido (g)		Ph	3390	2430	2320
Peso do solo seco (g)		$P_s = \frac{Ph}{100+h}$	3008	2156	2193
Dens. do solo seco (g/dm <sup>3</sup> )		$D_s = \frac{P_s}{V}$	1900	1841	1885
Ensaio Laboratório	REGISTRO	N:			
	Dens. máxima (g/dm <sup>3</sup> )	Dm	1850	1850	1885
	Umidade ótima	H %	12,0	12,0	12,0
Grau de compactação		$\% = \frac{D_s}{D_m}$	103	99	100
<b>UMIDADE</b>					
CÁPSULA		N:"			
Peso do solo úmido (g)		Ph1'			
Peso do solo seco (g)		Ps1			
Peso da água (g)		Pa=Ph1Ps1			
UMIDADE		$h\% = \frac{Pa}{Ps1}$			
Observações: 3ª camada					
Rodovia:	Trecho:	Subtrecho:			
PBT:361	Itaporanga-CONCEIÇÃO	IBLQVR-CONCEIÇÃO			
Procedência:	Operador:	Calculista:	Visto:		
Camada gerada - Est. 3720 a 3732		DENSIDADE "IN SITU" METODO DO FRASCO DE AREIA			
		 queiroz galvão			

REGISTRO		N:				
FURO		N:	1	2	1	2
Profundidade - cm -	DE	-	0	0	0	0
	A	-	20	20	20	20
Data		-	16/02/81	16/08/81	17/02/81	17/02/81
Estaca		-	3485	3485	3485	3485
Posição		E-X-D	E	D	E	D
Peso do Frasco com areia	Antes	A	7000	7000	6850	6150
	Depois	B	4510	4700	4380	3720
	Diferença	A-B	2490	2300	2470	2430
FUNIL		N:	1	2	1	2
Peso da areia no funil (g)		C	565	555	565	555
Peso da areia no furo (g)		A-B-C=P	1925	1745	1905	1875
Dens. da areia (g/dm <sup>3</sup> )		d	1311	1311	1311	1311
Volume do furo (dm <sup>3</sup> )		$V = \frac{P}{d}$	1468	1331	1453	1430
UMIDADE		h %	14,5	14,5	10,4	10,4
Peso do solo úmido (g)		Ph	3090	2760	2860	2890
Peso do solo seco (g)		$P_s = \frac{Ph}{100+h}$	2771	2475	2590	2618
Dens. do solo seco (g/dm <sup>3</sup> )		$D_s = \frac{P_s}{V}$	1888	1860	1782	1831
Ensaio Laboratório	REGISTRO	N:				
	Dens. máxima (g/dm <sup>3</sup> )	Dm	1805	1805	1805	1805
	Umidade ótima	H %	12,0	12,0	12,0	12,0
Grau de compactação		$\% = \frac{D_s}{D_m}$	104	104	99	101
<b>UMIDADE</b>						
CÁPSULA		N:"				
Peso do solo úmido (g)		Ph1				
Peso do solo seco (g)		Ps1				
Peso da água (g)		Pa = Ph1Ps1				
UMIDADE		$h\% = \frac{Pa}{Ps1}$				
Observações: 1ª C LE 17/02/81 2ª C LE 16/02/81 2ª C LD 3ª C LD						
Rodovia:		Trecho:		Subtrecho:		
Procedência:			Operador:		Calculista:	Visto:
Reaterro de Bueiro Est: 3485			DENSIDADE "IN SITU" METODO DO FRASCO DE AREIA			
			 queiroz galvão			



## C O N C L U S ã O

A maior importância de um estágio é fazer uma interligação dos conhecimentos teóricos adquiridos pelo estudante na escola, com os trabalhos práticos executados em uma obra.

Durante este estágio adquiri grandes experiências prá ticas, onde tive a oportunidade de ver um projeto e assistir à sua execução, poderia citar alguns tais como: projetos de terrapl enagem, drenagem, etc., onde recebendo informações dos engen heiros e técnicos, pude ver tudo com maiores detalhes.

A minha maior participação foi na parte de laborató rio onde sob a orientação do técnico Iêzo e Saraiva, fiz por várias vezes a cada um dos experimentos citados sendo com maior fre --q uência os ensaios de compactação e CBR, v endo a sua importân -cia na construção de uma rodovia e outras obras.

Na parte de topografia aprendi muita coisa importante como também em drenagem onde assisti a vários trabalhos tais co mo bueiros, escavação de drenas e colocação de tubos, etc.

Hoje após este estágio me sinto mais confiante para ' desenvolver um trabalho no setor de estradas pois os conhecimen tos adquiridos neste período irão me servir muito no futuro.

Pudê observar que é de grande importância o relacionamen to do engenheiro com a equipe de trabalho, pois havendo isto os trabalhos se desenvolvem com tranquilidade, frisando que o engenheiro deve manter sempre a sua autoridade nas horas exatas.