

**UNIVERSIDADE FEDERAL**

**DA PARAÍBA**

**CAMPUS II – CAMPINA GRANDE – PB**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO**  
**ESTRADAS**

**ALUNO: REGINALDO CLEMENTE**

**SUPERVISOR: FRANCISCO DE ASSIS QUINTANS**

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

**BRASIL**



Biblioteca Setorial do CDSA. Setembro de 2021.

Sumé - PB

## Í N D I C E

REQUERIMENTO

AGRADECIMENTOS

APRESENTAÇÃO

INTRODUÇÃO

SITUAÇÃO E IMPORTÂNCIA DA RODOVIA

PROJETO GEOMÉTRICO

RESUMO DO PROJETO

LOCAÇÃO

NIVELAMENTO E CONTRA-NIVELAMENTO

SEÇÕES TRANSVERSAIS

DESENHO DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS

LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO

CÁLCULO DE OFF-SET

ESTUDOS DE OBRAS DE ARTE

COLETA E UTILIZAÇÃO DOS DADOS

RESULTADOS OBTIDOS

REGULARIZAÇÃO DO SUBLEIRO

CORTES, EMPRÉSTIMOS E ATERROS

EXPLANAÇÃO GERAL SOBRE BUEIROS

ENSAIOS

Ilmo. Sr.

Coordenador do Curso de Engenharia Civil do Centro de Ciências e Tecnologia da UFPb - Campina Grande - Paraíba.

Reginaldo Clemente, aluno regularmente matriculado no curso de Engenharia Civil deste Centro, sob o número de inscrição 7711402-6, com estágio supervisionado no DER, Departamento de Estradas e Rodagem, na Paraíba, vem requerer de Vossa Senhoria que se digne apreciar o relatório anexo, bem como o parecer do Professor Supervisor, Francisco de Assis Quintans, sobre o referido estágio; ao mesmo tempo, solicita que o relatório seja enviado a quem de direito, para a atribuição do devido conceito e seja feita a contagem de créditos correspondentes.

Nestes Termos

Pede Deferimento

Campina Grande, 25 de março de 1981.

*Reginaldo Clemente*  
REGINALDO CLEMENTE

09.122.706/0001-09

Departamento de Estradas e Rodagem  
do Estado da Paraíba - D. E. R. - PB.

Av. Duarte Silva, s/n

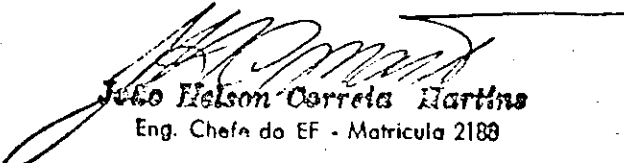
CEP 58.000

João Pessoa - Paraíba

D E C L A R A Ç Ã O :

Declaramos para os devidos fins, que REGINALDO CLEMENTE, matriculado sob nº 7711402-6 no Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, Campus-II, Campina Grande-PB, realizou estágio Supervisionado no Escritório de Fiscalização do 4º Distrito Geo-Administrativo Rodovia: PB-177-Trecho: Soledade/entroncamento PB-167 e acessos a S. Vicente do Seridó e Cubati, no período de 04 de fevereiro a 09 de março do corrente" exercício, cumprindo horário de 07 às 11 e de 13 às 17 h., de segunda a sexta-feira, sob a orientação, supervisão e Fiscalização deste Escritório; pelo que firmo o presente para todos os efeitos legais.

SOLEDADE, 04 DE ABRIL DE 1981

  
João Nelson Correia Martins  
Eng. Chefe do EF - Matrícula 2188

O B J E T I V O

Espero eu que, este estágio tenha sido coberto de êxito, no que se refere a conhecimentos adquiridos, como também, a serviços prestados, pois, tenho certeza de que fiz o possível para acertar, como também para cumprir com lealdade as tarefas que me foram confiadas na realização do estágio.

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

Ao DER - Departamento de Estradas e Rodagem, na pessoa do Engenheiro João Helson Correia Martins, e do Professor Francisco de Assis Quintans como meu Supervisor.

Enfim sou muito grato, pela oportunidade que me foi oferecida, por parte da Universidade Federal da Paraíba, Campus II - Campina Grande, e agradeço sensibilizado pela confiança que me foi depositada, pela pessoa do Professor Ademilson Montes Ferreira.

## A P R E S E N T A Ç Ã O

Este relatório tem como objetivo principal descrever e documentar detalhadamente os trabalhos por mim realizado durante o período de estágio supervisionado, o qual foi realizado no período de 02 de fevereiro, data da apresentação à 09 de março de 1981, e que necessariamente deve constar no meu Curriculo Escolar

Dele consta, a descrição da Locação do Eixo da Estrada, Nivelamento, Seções Transversais, Levantamento Planimétrico, etc.

Para execução das tarefas me foi fornecido, pelo DER, a aparelhagem necessária, isto é, teodolite e nivelador, com os dados necessários da caderneta de campo, para a locação do eixo da estrada.

O estágio do qual participei, foi realizado, no DER - Departamento de Estradas e Rodagem. Funcionou como Supervisor o Professor Engenheiro Francisco de Assis Quintans.



## INTRODUÇÃO

Este relatório refere-se ao Projeto de Engenharia para melhoramento e pavimentação da rodovia Pb - 177, trecho Soledade - Picuí.

Na elaboração do projeto, considerou-se apenas o primeiro lote: Soledade - entroncamento com o acesso a Cubatí, com uma extensão de 19,22 Km.

## SITUAÇÃO E IMPORTÂNCIA DA RODOVIA

O trecho estudado compreendeu a ligação entre as cidades de Soledade-Picuí. Esse segmento faz parte da ligação da BR-230, em Soledade, à divisa Pb/RN e desenvolveu-se no sentido Norte-Sul.

As zonas fisiográficas atravessadas são a do Seridó Paraibano e Cariris-Velhos.

O trecho apresentava uma plataforma com largura variando de 7 a 10 m, no qual apresentava um revestimento primário deficiente.

As obras de arte existentes eram estreitas nas quais algumas foram aproveitadas, fazendo-se o seu alargamento e outros melhoramentos.

O traçado atual foi aproveitado com pequenas variantes de retificações.

## PROJETO GEOMÉTRICO

Foi efetuado com base nos estudos topográficos, considerando-se a estrada existente como diretriz.

Pequenas modificações de traçado foram introduzidas, visando o melhoramento das curvas e algumas retificações.

A região atravessada foi classificada como ondulada.

Considerou-se a velocidade diretriz de 60 Km/h e

a faixa de dominio simetrica, com 30m, isto é, 15m para cada lado do eixo.

### RESUMO DO PROJETO

O trecho objeto do projeto, compreendeu a ligação entre as cidades de Soledade e Picuí, passando pelas cidades de Cubatí, Seridó, Pedra Lavrada e Nova Palmeira.

### LOCAÇÃO

O eixo locado foi estaquiado de 20 em 20 metros nas tangentes e de 10 em 10 metros nas curvas. As curvas foram locadas pelo processo da deflexão sobre a tangente.

A numeração do estaqueamento foi crescente, partindo-se da estaca 0 (zero) localizada na BR - 230 (Soledade) até a estaca 961 no acesso à Cubatí.

Os pontos de inicio e fim das curvas, foram amarrados em marcos, devidamente afastados das areas da construção, de modo a permitir, a relocação desses pontos.

### NIVELAMENTO E CONTRA-NIVELAMENTO

O nivelamento do eixo foi realizado geometricamente por meio de níveis de luneta e miras centrimétricas, abrangendo todos os piques da locação. O contra nivelamento foi realizado com os mesmos tipos de instrumentos, conferido em média, o trecho nivelado.

### SEÇÕES TRANSVERSAIS

As seções transversais forem levantadas por taquiometria ou por nivelamento geométrico, em cada estaca locada.

## DESENHO DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS

O desenho das seções transversais é feito em papel milimetrado, com isso, nos mostra como se apresenta a seção transversal em cada estaca, na qual tem como objetivo mostra a largura da pista, na qual nos indica as limitações quanto a largura da pista que podemos usar.

## LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO

O levantamento planimétrico da faixa do domínio foi realizado na largura mínima de 15m para cada lado do eixo, simultaneamente com o avanço da locação.

Nas áreas urbanizadas foram levantados os limites das propriedades, as cercas divisórias, construções existentes, as pontes etc. Nas áreas urbanizadas foram levantadas as construções e ruas.

## CÁLCULO DE OFF-SET

OBJETIVO: Nos fornece elementos, para se executar os aterros e os cortes que existam nas diversas estacas que compõem o projeto.

PROCEDIMENTO: É feito a partir das seções transversais, na qual lançamos o pavimento sobre as seções transversais, sendo observado as inclinações para corte 3/2 e para aterro 2/3.

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



## ESTUDOS DE OBRAS DE ARTE

Esses estudos, consistiram de levantamento detalhado das áreas onde estavam localizados as obras de maior vulto e de levantamento de seções transversais à montante e jusante das curvas d'água, com indicação do nível de máxima enchente, obtido por informações.

No caso das obras menores existentes, os estudos topográfico limitaram-se ao levantamento planimétrico e altimétrico à montante e jusante.

## COLETA E UTILIZAÇÃO DOS DADOS

Os elementos resultantes dos trabalhos de campo foram reunidos em cadernetas separadas e numeradas para os diversos tipos de serviço:

- Locação
- Nivelamento
- Contra-Nivelamento
- Seções Transversais
- Estudos de Obras D'Artes Correntes.

Todos foram conferidos para utilização no preparo dos desenhos.

## RESULTADOS OBRIDOS

Os serviços topográficos realizados resultaram desenhos dos perfis nas escalas de 1:2000 no horizontal e 1:200 na vertical.

Todos os dados foram apresentados em cartões perfurados para efeito de processamento eletrônico do greide e cubação.

## REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO

Regularização é a operação destinada a conformar o leito estradal, quando necessário, transversal e longitudinalmente, compreendendo cortes ou aterros até 20 Cm de espessura. O que excedeu de 20 Cm foi considerado como terraplenagem. Foi executada de acordo com os perfis transversais e longitudinais indicados no projeto.

OBJETIVO: A regularização foi uma operação na qual foi executada prévia e isoladamente da construção de outra camada do pavimento.

## MATERIAIS EMPREGADOS NA REGULARIZAÇÃO

Os materiais empregados na regularização do subleito foram os do próprio subleito.

Houve caso de substituição, como também de adição de material, estes foram provenientes de ocorrências de materiais indicados no projeto; os quais deveriam ter um diâmetro máximo de partícula igual ou inferior a 76 mm; um índice de suporte califórnia, determinado com a energia do método DNER-ME 47-64, podendo ser igual ou superior ao do material considerado no dimensionamento do pavimento, como representativo do trecho em causa; e expansão inferior a 2%.

## EQUIPAMENTOS EMPREGADOS NA REGULARIZAÇÃO

Foram empregados os seguintes tipos de equipamentos na execução da regularização:

- Motoniveladora pesada, com escarificador;
- Carro-tanque distribuidor de água;
- Rolos compactadores tipos pé-de-carneiro, li  
so-vibratório e pneumático;

- Grade de disco;
- Pulvi-misturador.

OBS: Os equipamentos de compactação e mistura foram empregados conforme o tipo de material utilizado.

### EXECUÇÃO DA REGULARIZAÇÃO

Toda a vegetação, como também material orgânico existentes no leito da rodovia foram removidos.

Após a execução de cortes e adição de material necessário para que fosse atingido o greide, procedeu-se a uma escarificação geral com uma profundidade de 20 Cm, seguida de pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento.

Os aterros, além dos 20 Cm máximos empregados, foram executados de acordo com as especificações de terraplenagem.

### 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 (OFF-SETS), que definem o corpo estradal.

As operações de cortes compreenderam:

- Escavação dos materiais constituintes do terreno natural até o greide da terraplenagem indicado no projeto;
- Transporte dos materiais escavados para aterros ou bota-foras.
- Retirada das camadas de má qualidade visando ao preparo das funções de aterro.

O volume que foi retirado, constava no projeto de execução da obra. Esses materiais foram transportados para locais indicados, de modo que não causassem transtorno à obra em caráter temporário ou definitivo.

#### EMPRÉSTIMO

A escavação em empréstimos destinou-se a complementar o volume necessário à constituição dos aterros, devido a insuficiência do volume de cortes, como também, por motivos de ordem tecnológica, na qual veio oferecer uma melhor seleção de materiais e uma das principais razões ficou por parte da ordem econômica.

#### ATERROS

São segmentos de rodia, cuja implantação requer o depósito de materiais, quer provenientes de cortes, quer de empréstimos, no interior dos limites das seções de projeto (OFF-SETS), que definem o corpo estradal.

#### AS OPERAÇÕES DE ATÊRRO COMPREENDERAM:

Descarga, espalhamento, conveniente umedecimento ou aeração, como também a compactação dos materiais oriundos de cortes ou empréstimos, para a construção do corpo do atêrro, até 0,60m abaixo da cota correspondente ao greide da terraplenagem.

Houve também a homogeneização, dos materiais selecionados de cortes ou empréstimos, compactados, para a construção da camada final do atêrro até a cota correspondente ao greide da terraplenagem.

#### MATERIAIS UTILIZADOS PARA ATÊRROS

Os materiais empregados nos atêrros, foram selecionados como de 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> categoria, atendendo à qualidade e a destinação prevista no projeto.

Os solos para os atêrros não apresentaram matérias orgânicas, micácea e diatomácea, como também não foi permitido a utilização de turfas e argilas orgânicas para os materiais empregados em atêrros.

Para a execução do corpo dos atêrros, não foi permitido pela fiscalização do DER, o uso de solos que apresentaram baixa capacidade de suporte e expansão maior do que 4%.

Verificamos atentamente que a camada final dos atêrros foram constituídos por solos selecionados, o qual não o correu o uso de solos com expansão maior do que 2%.

O lançamento do material utilizado na construção dos atêrros, foi feita em camadas sucessivas, obedecendo toda a largura da seção transversal, e a espessura da camada dos atêrros era feita de modo que não ultrapassasse de 0,30m. Para as camadas finais essa espessura não podia ultrapassar de 0,20m.

Todas as camadas utilizadas para atêrros, foram convenientemente compactadas, de maneira que sua umidade ótima fosse de mais ou menos 3%.

A inclinação dos taludes de atêrro, tendo em vista a natureza dos solos, como também as condições locais, foi fornecido no projeto, o qual sempre era verificado constantemente na execução de atêrros.

#### EXPLANAÇÃO GERAL SOBRE BUEIROS

No projeto especificava a construção de bueiros de concreto ciclópico, bueiros celular e bueiros de greide (tubos).

No período de meu estágio, tive participação total com bueiros de greide, como também na demolição, alargamento e construção em outros bueiros já existentes de calçadas, berços, alas, testas e martelos.



Os bueiros de greide foram destinados a conduzir as águas superficiais, de um lado para outro da rodovia, onde foram consideradas as alterações impostas pela terraplenagem.

Os tubos de concreto utilizados na construção de bueiros de greide, foram de encaixe tipo ponta e bôlsa, com as dimensões de 0,80 ou 1,00m, dependendo para a colocação dos mesmos com a norma do diâmetro para os tubos serem colocados como estava especificado no projeto.

O assentamento dos tubos foi feito em escavações, nas quais foram executadas de acôrdo com os alinhamentos e cotas especificadas pelo projeto.

Houve também necessidade em que os tubos foram sentados em camadas de aterros, nos quais para atingir a cota de assentamento, foi feita a compactação em camadas de 15Cm de espessura, na massa específica sêca especificada para a regularização do subleito.

O material empregado no rejuntamento dos tubos, foi argamassa de cimento e areia, no traço de 1:4, sendo o cimento colocado por saco e a areia era medida por padiolas com medidas verificada pela fiscalização.

Os tubos tinham sua bôlsa assentada no sentido descendente das águas.

As calçadas foram feitas em alvenaria de pedra argamassa com cimento e areia, no traço 1:3:5.

Os berços, abas, testas e martelos, também foram feitas em alvenaria de pedra argamassada com cimento e areia, no traço 1:3:4.

O preparo do traço era feito por betoneira, na qual produzia um concreto homogêneo e realizava sua descarga sem que houvesse segregação dos componentes.

O cimento colocado na betoneira era feito pela contagem de sacos inteiros, não sendo permitido o aproveitamento de sacos avariados.

Os agregados de tipos diferentes, miúdo e graúdo, foram medidos em padiolas com especificação correspondente ao traço, com a presença do fiscal ou estagiário do DER, para que fosse colocado a quantidade especificada.

O concreto foi transportado por carroças para o local de lançamento de modo que não houvesse segregação ou perda de qualquer de seus componentes.

A produção do concreto era regulada de acordo com a marcha das operações de concretagem, num ritmo que garantisse a necessária continuidade do serviço.

O lançamento do concreto foi feito de modo a reduzir o trabalho de espalhamento, para que não houvesse a segregação de seus componentes.

Quando era verificado espaços nas molduras de madeira, era colocado constantemente o vibrador de concreto, para que seu espalhamento fosse feito em todos os espaços existentes, dando uma maior junção dos componentes entre se.

O período de cura do concreto foi de no mínimo 7 dias, sendo comportadas às suas duas fases distintas. ( período inicial e final ).

Para a desmoldagem, as fôrmas sô foram ritiradas quando pelo menos decorressem um período mínimo de 12 horas. Durante a desmoldagem, foram tomados os necessários cuidados para evitar o esborcinamento dos formatos.

## E N S A I O S

### ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO

#### 1 - INTRODUÇÃO

O objetivo do ensaio de compactação é fixar a maneira de se relacionar o teor da umidade do solo e sua massa específica aparente, quando a fração de solo que passa na peneira de 19 mm é compactada conforme o processo especificado.

#### 2 - APARELHAGEM

A aparelhagem necessária à execução do ensaio é a seguinte:

- a) Repartidor de amostra de 2,5 Cm de abertura;
- b) Balança com capacidade de 10 Kg, sensível a 5 g;
- c) Peneiras de 19 e 4.8 mm, de acordo com as especificações;
- d) Cápsula de porcelana ou alumínio com capacidade de 75 ml;
- e) Estufa capaz de manter a temperatura entre 105 - 110°C;
- f) Molde cilíndrico metálico de 15,24 Cm de diâmetro interno e de 17,7 Cm de altura, cilindro complementar e base metálica com dispositivos para fixação ao molde;
- g) Soquete cilíndrico de face inferior plana e peso de 4,536 Kg, equipado com dispositivo para controle de altura de queda;
- h) Disco espaçador com 15,08 Cm de diâmetro e 6,35 Cm de altura;
- i) Espátula com lâmina flexível de cerca de 8 Cm de comprimento e 2 Cm de largura;
- j) Régua de aço bicelada de cerca de 30 Cm de comprimento por 2 Cm de largura;
- k) Extrator de amostras de molde cilíndrico;
- l) Misturador mecânico;
- m) Almofariz e mão de gral recoberta de borracha, com a capacidade de 5 Kg de material.

### 3 - AMOSTRA

A amostra deverá estar seca ao ar, antes de amoldada, no almorariz, pela mão de gral, homogeneizada e reduzida, com o auxílio do repartidor de amostras, até se obter uma amostragem representativa de 6.000 gs, para solos argilosos ou sil



toso e 7.000 gs para solos arenosos.

O material deverá passar na peneira de 19 mm de abertura da malha. Havendo material retido nessa peneira, procede-se à substituição do mesmo por igual quantidade em peso, do material que passa na de 19 mm e fica retida na de 4.8 mm da mesma amostra.

#### 4 - ENSAIO

- 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 3 ou 5 camadas iguais, de forma a se obter uma altura total de cerca de 13 Cm, cada camada receberá o número de golpes do soquete, conforme a energia de compactação que se deseja transmitir ao solo.

- b - Remove-se o cilindro complementar, tendo-se o cuidado de destacar com a espátula o material a ele aderente, com a régua de aço resa-se o material na altura exata do molde e determina-se, com aproximação de 5 gs, o peso do conjunto, material úmido mais o molde, para daí obter-se por redução do peso do molde o peso úmido de compactação (Ph).

- c - Remove-se o corpo de prova do molde e retira-se de sua parte central uma amostra representativa de cerca de 100 gs, para a determinação da umidade. Pesa esta amostra e seca-se na estufa a 105 - 110°C, para em seguida se fazer outra pesagem, com aproximação de 0,1 g.

- d - Repetem-se essas operações para teores de umidades crescentes, tantas quantas vezes necessárias para a caracterização da curva de compactação.

#### 5 - CÁLCULOS

5.1 - Teor da umidade:  $h\% = \frac{Ph - Ps}{Ps} 100$

onde:

h% = teor da umidade em percentagem

Ph = peso úmido do solo

Ps = peso sêco do solo

5.2 - Massa específica aparente do solo úmido:  $h = \frac{Ph}{V}$

onde:

h = massa específica aparente do solo úmido, em g/cm<sup>3</sup>

Ph = peso do material úmido compactado, em g

V = volume do material compactado, em Cm<sup>3</sup>

5.3 - Massa específica aparente do solo sêco:  $s = \frac{h 100}{100+h}$

onde:

s = massa específica aparente do solo sêco, em g/Cm<sup>3</sup>

h = massa específica aparente do solo úmido, em g/Cm<sup>3</sup>

h = umidade do material compactado, em %

## 6 - RESULTADOS

1 - Desenha-se a curva de compactação, marcando-se na ordenada, as massas específicas aparente do solo sêco ( s ), e na ab cissa os teores de umidade correspondente (h).

2 - Massa específica aparente máxima do solo seco - é determina do pela ordenada máxima da curva de compactação.

3 - A umidade que correponde ao ponto de massa específica máxi ma do solo sêco na curva de compactação é a umidade ôtima (ho).

## 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: 50-38-25-19-9.5-4.8-2.0-1.2-0.6-0.30-0.15 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 1kg sensível a 5gs.

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

f - Capsula 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, múnido 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 sêca ao ar ou pelo uso de aparelho secador, de modo que a temperatura da amostra não exceda 60°C, a menos que experiencia prêvia 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 despositivo mecânico, de maneira que evite reduzir o tamanho natural das partículas do solo.
- b - Reduze-se todo o material preparado a alinea "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 umidade higrocópica, conforme o item 4.
- c - O peso da amostra representativa obtido na alinea b, com aproximação de 5gs, é anotado como peso total da amostra seca ao ar.

### 4 - UMIDADE HIGROSCÓPICA

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

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

onde:

h = teor de umidade em percentagem

Ph = peso úmido do solo

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

## 5 - ENSAIO

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

Verti-se a amostra com a água de lavagem através das peneiras de 2,0 mm e de 0,75 mm, 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 2,0 mm é usada somente com o objetivo de evitar que o material de diâmetro maior venha sobre carregar a de 0,075 mm, 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 e limpe.

- b - As frações da amostra retidas nas peneiras de 2,0 mm e de 0,075 mm, após lavadas, com água corrente, diretamente nestas peneiras, serão transferidas, com auxílio de jato d'água, para a capsula de porcelana de 500 ml, e secas em estufa a 105 - 110°C, até constância do peso.

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

## 6 - CÁLCULOS E RESULTADOS

- a - Peso da amostra total seca - Somam-se os pesos das frações



da amostra retidas na peneira de 2,0 mm e nas de maior abertura de malha.

b - Da diferença entre o peso total da amostra sêca ao ar (amostra representativa, ítem 3) e o peso obtido na alinea "a", resulta o peso da fração da amostra sêca ao ar, que passa na peneira de 2,0 mm.

c - O produto do peso obtido na alinea "b" pelo 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 sêca que passa na peneira de 2,0 mm.

d - A soma dos pesos obtidos nas alineas "a" e "c", será o peso da amostra total sêca.

#### 7 - PORCENTAGEM DA AMOSTRA TOTAL SÊCA 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 sêca.

#### 8 - PORCENTAGEM ACUMULADA DE MATERIAL SÊCO EM CADA PENEIRA

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

#### 9 - PORCENTAGEM DE MATERIAL SÊCO PASSANDO EM CADA PENEIRA

Obtem-se subtraindo-se de  $10^0$  a porcentagem acumulada em cada peneira, obtida conforme o ítem anterior.

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

**1 - OBJETIVO**

Este método fixa o modo pelo qual se determina , por intermédio do frasco de areia, a massa específica aparente do solo "IN SITU". Aplica-se ao subleiro e às diversas camadas' de solo do pavimento.

**2 - APARELHAGEM**

A aparelhagem necessária é a seguinte:

- a - Frasco de vidro, metálico ou de plástico, com 3,5 litros de capacidade, dotado de gargalo rosqueado e funil provido de registro e de rosca para se atarraxar ao frasco;
- b - Bandeja quadrada de alumínio com cerca de 30 Cm de lado , com bordos de 2,5 Cm de altura, com orifício circular no centro, dotado de rebaixo para apoio do funil;
- c - Pá de mão;
- d - Balança com capacidade de 10 Kg, sensível a 1 g;
- e - Talhadeira de aço com 30 Cm de comprimento;
- f - Martelo de 1 Kg;
- g - Recipiente que permita guardar amostra sem perda de umidade, antes de sua pesagem;
- h - Estufa capaz de manter a temperatura entre 105° e 110°C, ou instrumental que permita a determinação da umidade segundo

os métodos DPT M 52 e DPT M 88;

- i - Balança com a capacidade de 1Kg, sensível a 0,1g;
- j - Areia (fração compreendida entre 0,8mm e 0,6mm) lavada, seca e de massa específica aparente a, determinada conforme o item 4.

### 3 - ENSAIO

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

- a - Monta-se o conjunto frasco + funil, estando o frasco cheio de areia, e pesa-se (P1);
- b - Instala-se o conjunto frasco + funil sobre a bandeja citada em 2b e esta sobre uma superfície plana; abre-se o registro, deixando a areia escoar livremente até cessar o seu movimento no interior do frasco; fecha-se o registro, retira-se o conjunto frasco + funil, e pesa-se o conjunto frasco + funil, estando o frasco com a areia restante (P2);
- c - O peso da areia deslocada, que encheu o volume do funil e do orifício da bandeja sera:

$$P3 = P1 - P2$$

### 4 - DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA APARENTE DA AREIA, \_\_\_a

- a - Monta-se o conjunto frasco + funil, estando o frasco cheio de areia, e pesa-se (P4);
- 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 e diâmetro igual ou menor do que o orifício circular da bandeja; abre-se o registro, deixando a areia escoar livremente até cessar o seu movimento no interior do frasco e fecha-se o registro; retira-se o conjunto frasco + funil, estando o frasco com a areia restante, pesando-o (P5);

c - O peso da areia que encheu o cilindro será:

$$P6 = P4 - P5 - P3$$

onde:

P3 - é o valor obtido conforme o item 3;

d - A massa específica aparente da areia será:

$$a = \frac{P6}{V}$$

onde:

a - massa específica aparente da areia ( $f/cm^3$ );

P6 - valor obtido na alínea "c" (g);

V - volume do cilindro ( $Cm^3$ ).

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

a - Limpa-se a superfície do solo onde será feita a determinação, tornando-a, tanto quanto possível plana e horizontal;

b - Coloca-se a bandeja nessa superfície e faz-se uma cavidade cilíndrica no solo, limitada pelo orifício central da bandeja e com profundidade de cerca de 15 Cm;

c - Recolhe-se na bandeja o solo extraído da cavidade, pesando-

o (Ph);

- d - Tomam-se, imediatamente, cerca de 100g deste solo e determina-se a umidade (h) pelo processo da estufa, do "SPEEDY" ou do alcool;
- e - Pesa-se o conjunto frasco + funil, estando o frasco cheio de areia e pesa-se (P7);
- 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, passando o conjunto com a areia que nele restar (P8).

#### 6 - CÁLCULOS E RESULTADOS

Peso da areia deslocada (P9) - determina-se pela diferença:  $P9 = P7 - P8$

- 7 - Peso da areia que enche a cavidade no solo (P10) - determina-se pela diferença entre o peso da areia deslocada (P9) e o peso da areia determinado no item 3 (P3):

$$P10 = P9 - P3$$

- 8 - Massa específica aparente do solo úmido "IN SITU" (h) obtem-se pela fórmula:

$$h = a. \frac{Ph}{P10}$$

- 9 - Massa específica aparente do solo sêco "IN SITU", obtêm-se

pela fórmula:

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

Grau de compactação

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

$$GC = \frac{s}{s_1} \cdot 100$$

em que:

s = massa específica aparente do solo sêco, "in situ"

s<sub>1</sub> = massa específica aparente do solo sêco, obtido em laboratório, de acordo com o método exigido para a obra.

## CBR - DETERMINAÇÃO DO "ÍNDICE SUPORTE CALIFORNIA"

### 1 - OBJETIVO

O objetivo deste ensaio é a determinação da resistência de um solo compactado, segundo o ensaio de C.B.R.

### 2 - AMOSTRA

A quantidade de material como também a quantidade de ou seja o volume de água a ser adicionada para levarmos o solo a umidade ótima, foi calculada, como mostrado na memória de cálculo, o qual segue preenchido na fixa de ensaio.

Penera-se o material (solo), na peneira de 19,5

mm, o material retido é substituído por material passando na peneira 19,5 mm e retido na peneira de 4.8 mm, de igual peso.

### 3 - APARELHAGEM UTILIZADA

- Balanças
- Peneiras de malhas quadradas: 19,5mm e 4.8mm.
- Molde cilíndrico, com dimensões de: altura 17,7cm e diâmetro de 15,2cm.
- Disco espaçador de 2 1/2" de espessura, para deixar o espaço para a sobre carga.
- Soquete cilíndrico com dimensões e peso já definidos no ensaio de compactação.
- Tripé porta-estensômetro, para fixação do extensômetro.
- Sobre-carga de 4,5Kg.
- Extensômetro.
- Defletômetro.
- Câmara úmida (deposito cheio de água), para saturação do corpo de prova.
- Prensa para romper, ou seja para determinação do CBR. No nosso caso utilizamos uma prensa elétrica, com velocidade controlada de 0,05 pol/min.

### 4 - PROCEDIMENTO DO ENSAIO

Este ensaio, consiste de três etapas ou fases, como segue:

#### PRIMEIRA FASE:

Determina-se a umidade ótima e a densidade máxima aparente seca do solo, através do ensaio de compactação com uma determinada energia de compactação, a qual já foi determinada no ensaio anterior, que foi o ensaio de compactação.

## SEGUNDA FASE:

Determinação da expansão do solo, devido à absorção da água, é feita moldando-se um corpo de prova, com a umidade ótima já descrito acima. Sobre a amostra coloca-se um papel de filtro e, acima deste um disco perfurado, munido de uma haste ajustável, com uma sobre-carga de discos equivalente ao peso do pavimento a qual não deverá ser inferior a 4,5 Kg. A seguir imerge-se o cilindro com a amostra compactada, junto com o disco e a sobre-carga dentro de um depósito cheio de água (câmara úmida), durante quatro dias, ou menos se o solo não for coesivo. Sobre a haste coloca-se um extensômetro com sensibilidade de 0,01mm montado em tripé e ajusta-se a leitura. Cada 24 horas, durante os quatro dias, fazem-se leituras na extensômetro, observando-se assim a expansão do material. As expansões progressivas, assim como a expansão total ao fim dos quatro dias, são referidas em porcentagens da altura inicial do corpo de prova.

Este parâmetro é de grande importância, pois considera-se que os subleiros bons tenham expansões menores que 3,0% e que os materiais para sub-base tenham menores que 2,0% e para base, menores que 1,0%.

### Determinação deste segunda fase:

- Terminado a moldagem, retira-se o disco espaçador, inverte-se o molde, fixando-o ao prato.
- No espaço deixado pelo disco espaçador, coloca-se a haste de expansão, com os pesos anelares.
- Adapta-se na haste, um extensômetro, dotado de tripé colocado no bordo superior do cilindro, destinado a medir as expansões ocorridas, que deverão ser anotadas de 24 em 24 horas em porcentagens da altura inicial do corpo de prova.
- O corpo de prova deverá permanecer imerso em água durante quatro dias.



- Terminado o período de embebição o molde, com o corpo de prova, é retirado de imersão e deixado escoar durante 15 minutos. Pesa-se então o conjunto, após o que o corpo de prova estará preparado para o ensaio de penetração.

### TERCEIRA FASE:

Medida da resistência do solo para a medida da resistência de um solo compactado, proctor idealizou e usou a sua agulha de proctor. Essa consta de uma haste provida de mola, no interior de um cilindro quadrado, constituindo um verdadeiro dinamômetro. Na parte superior da haste existe uma braçadeira. Aplicando a ela um esforço pelas mãos, no sentido de enterrá-la no solo, a mola do dinamômetro mede o esforço necessário para tanto, onde esse esforço é um índice de resistência do solo compactado.

Poder-se-ia medir essa resistência por exemplo, utilizando-se um cone de aço o qual é forçado a penetrar, por exemplo 1,0 Cm, no solo compactado por um certo peso colocado sobre o cone. Esse peso serve também como índice de resistência do solo compactado.

### Determinação desta terceira fase:

- Coloca-se no topo do corpo de prova, dentro do molde cilíndrico, uma sobrecarga igual a utilizada no ensaio de expansão.
- Leva-se esse conjunto ao prato da prensa e faz-se o assentamento do pistão de penetração no solo.
- Zera-se, a seguir, os extensômetros do anel dinamométrico e o que mede a penetração do pistão no solo.
- Adiciona-se a manivela da prensa, com velocidade de 0,05 pol/min. Cada leitura considerada no extensômetro do anel é função de uma penetração do pistão no solo e de um tempo especificado para o ensaio.

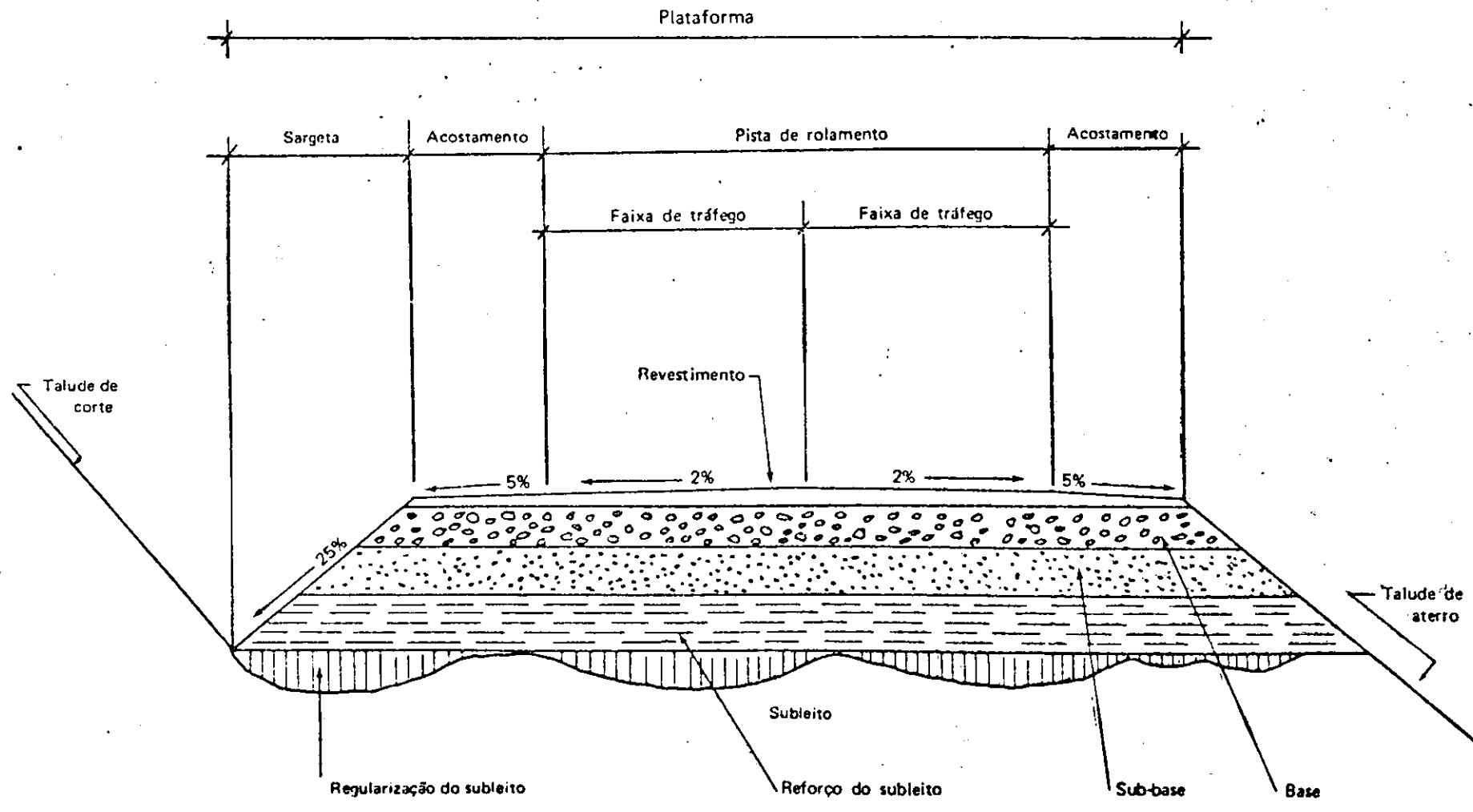
## C O N C L U S Ã O

A participação diretamente relacionada com os problemas reais, serviu como base para que o futuro engenheiro tenha às mínimas condições de realizar um trabalho fundamentado, nas condições econômicas, e técnicas visando o aproveitamento de uma mão de obra satisfatória às condições de trabalho.

Este estágio serviu como motivação para um estudo teórico cada vez mais aprimorado, em virtude de sua real aplicação na vida prática.

É através do estágio supervisionado por uma equipe coesa e experiente que torna a tarefa do estagiário mais proveitosa, fazendo com que o mesmo decida se vai optar por esta ou aquela especialização. O relacionamento com pessoas de experiências diversificadas, desde o engenheiro chefe até o mais simples peão, que lidam diariamente com problemas relacionados com o projeto em execução. Em suma a sensação de estar em contato com a realidade que no futuro se tornará rotina.

ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO 01



PAVIMENTO FLEXÍVEL

Fig. I-1



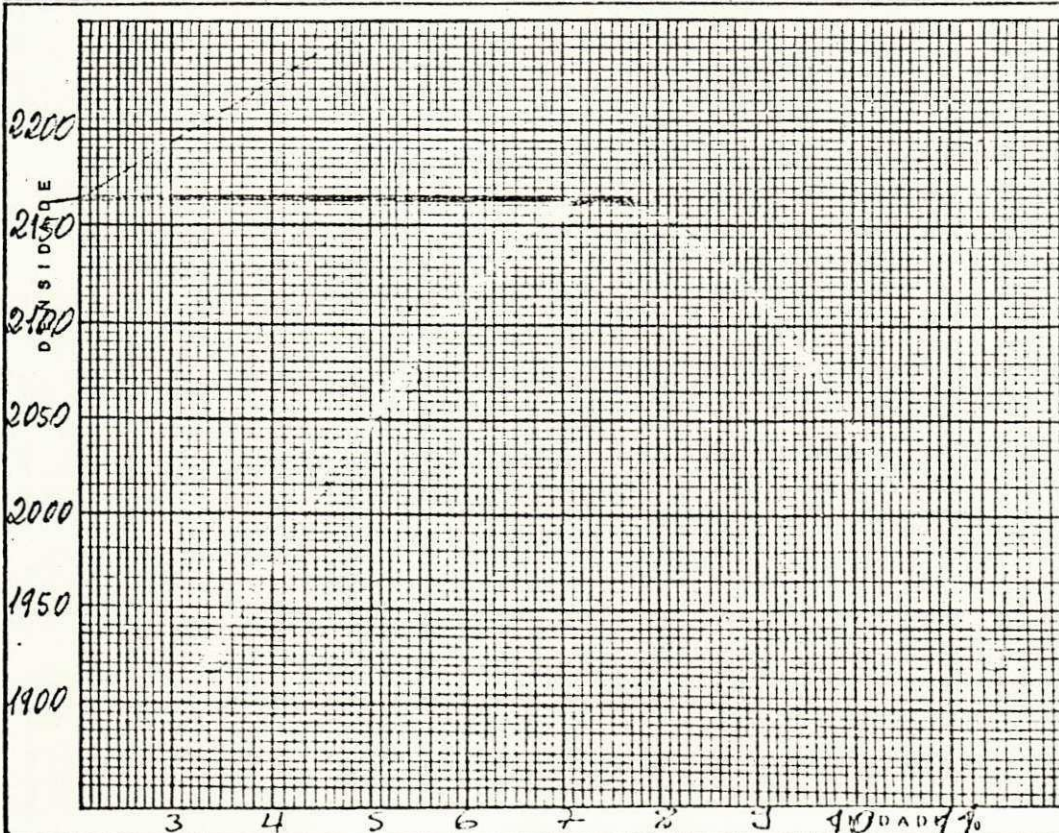


## ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO

RODOVIA: <b>PB-177</b>	TRECHO: <b>SOLEMDF - PICUI</b>	REGISTRO:
PROC. (SL - JAZ - AT)	LOCAL (FURO-EST-LADO)	PROFUNDIDADE:
NATUREZA: OPERADOR: <b>Roberto</b>	CALCULISTA <b>P. S. M.</b> VISTO:	LABORATÓRIO:

CÁPSULA N.º					MOLDE N.º	<b>10</b>
PÊSO BRUTO ÚMIDO	g	g	g	g	VOLUME DO MOLDE	<b>2074</b> cm <sup>3</sup>
PÊSO BRUTO SECO	g	g	g	g	PÊSO DO MOLDE	<b>5055</b> g
TARA DA CÁPSULA	g	g	g	g	PÊSO DO SOQUETE	<b>4536</b> g
PÊSO DA ÁGUA	g	g	g	g	ESPESSURA DO DISCO ESPAÇADOR	<b>2 1/2</b> polg
PÊSO DO SOLO SECO	g	g	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	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO BRUTO SECO	PESO DA CÁPSULA	PESO DA ÁGUA	PESO DO SOLO SECO	UMIDADE		
1	8170	4115	1984	1	7535	23,32	10,55	2,23	62,07	3,2	1922	
2	9575	4580	2179	2	20,30	67,30	11,77	3,00	56,74	5,3	2069	
3	9840	4785	2309	3	6540	61,83	11,83	3,57	52,20	7,0	2156	
4	9785	4730	2281	4	63,55	59,85	11,25	4,67	48,20	7,6	2081	
5	9510	4455	2146	5	66,28	61,77	11,82	5,67	49,54	11,4	2028	
6												



GOLPES PICAMADA	<b>56</b>
N.º DE CAMADAS	<b>5</b>
D <sub>max</sub>	<b>2162</b>
H <sub>ot</sub>	<b>7,7</b>
INÍCIO	_____
TÉRMINO	_____

OBSERVAÇÕES \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

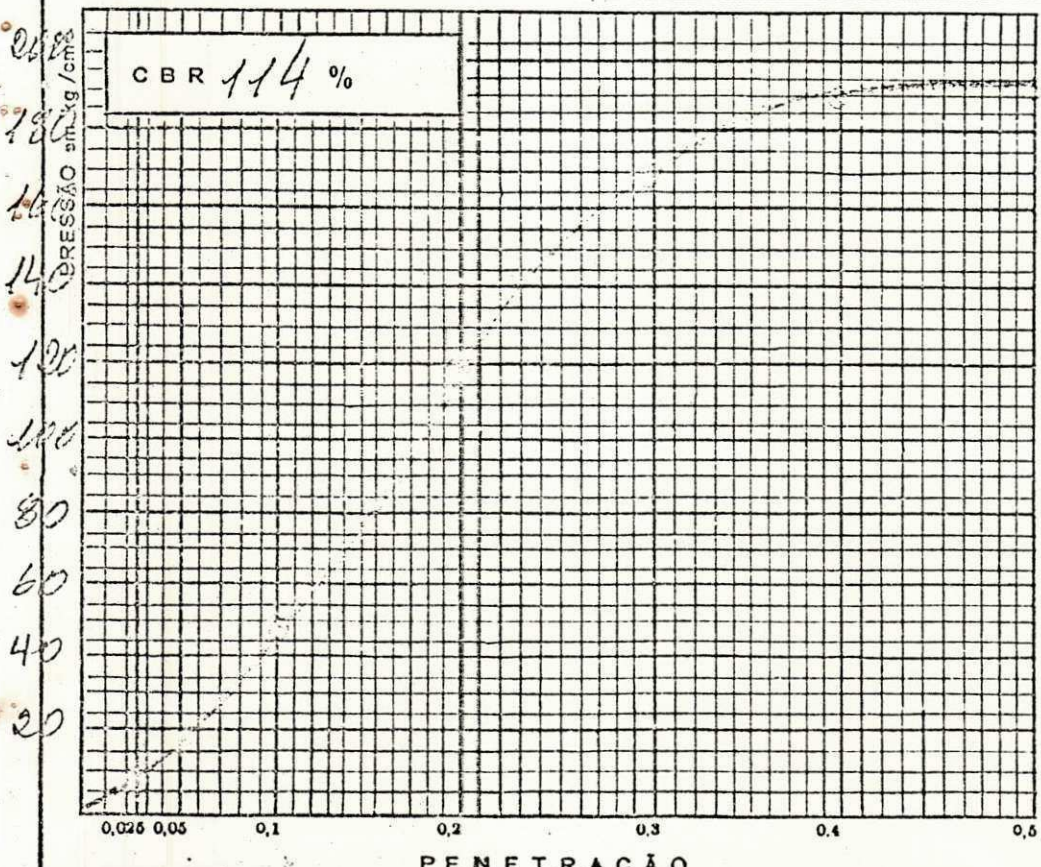


# CBR - DETERMINAÇÃO DO "ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA"

D A D O S		UNIDADES →	HIGROSCÓPICA	DE MOLDAGEM	DE SAT.
Densidade máxima-D <sub>m</sub> =	2162	g/l	Cápsula n.º	1	10
Umidade ótima -hot =	717	%	Peso bruto úmido	68,28	5970
Umid.higroscópica-hi =	018	%	Peso bruto seco	67,80	5621
Diferença - hot - hi =		%	Tara da cápsula	10,85	10,85
Cilindro n.º	8		Peso da água	0,48	3,49
Altura - H =	1143,	cm	Peso do solo seco	56,95	45,36
Volume - V =	2074	cm <sup>3</sup>	Teor de umidade		
Tara - T =	4993	g	Teor médio de umid. hi =	0,18	%
			hm =	717	%

ENSAIO DE PENETRAÇÃO						EXPANSÃO DE AMOSTRAS IMERSAS					
Penetração			Leitura do mamômetro	Pressões Kg/cm <sup>2</sup>			Datas		Leitura do Deflectom	Diferença	Expansão
Tempo	Pol.	m/m		Determinada	Padrão	%	Dia	Hora	m m	m m	%
30 s	0,025	0,83	60	62					0,00		
1 min.	0,05	1,27	165	1710					0,02		
2 min.	0,1	2,54	465	471,9	70	68			0,03		
4 min.	0,2	5,98	1165	1201,0	105	114			0,04		
8 min.	0,3	7,62	1620	166,9	133				0,04	0,04	100
8 min.	0,4	10,16	1500	145,4	161						
10 min.	0,5	12,70	1525	150,0	182						

## CURVA PRESSÃO - PENETRAÇÃO



## CALCULOS P/MOLD.DOC.P.

Peso do solo úmido  
 $P_h = 7000$  g

Peso retido na peneira n.º 4  
 $P_r 4 = 1130$

Peso passando na peneira n.º 4  
 $P_s 4 = 5870$

Peso seco passando na peneira n.º 4  
 $P_s = \frac{P_s 4}{100 - h} = 5823$  g

Água a juntar  
 $A = P_s (hot - hi) + absorção$   
 $A = 400 + 03$   
 $A = 495$  g

## VERIFICAÇÃO DA MOLDAGEM

Peso bruto do c. p. úmido  
 $P_{bh} = 9810$

Peso do c. p. úmido  
 $P_h = P_{bh} - T = 4817$  g

Densidade do c. p. úmido  
 $D_h = \frac{P_h}{V} = 2322$  g/l

Densidade do c. p. seco  
 $D_s = \frac{100}{100 - hm} = 2156$  g/l

## UMIDADE APOS A IMERSÃO

Peso bruto do c. p. após a imersão  
 $P_{bim} =$  g

Peso do c. p. após a imersão  
 $P_{im} = P_{bim} - T =$  g

$hm = \left( \frac{100 - hm}{100 P_h} \right) P_{im} - 1$  ) 100 = %

## ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA

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

Observações:  $K = 0,103$



# GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO

RODOVIA <b>PB-177</b>	TRECHO <b>SOLEDADE - PICUI</b>	REGISTRO
PROCEDÊNCIA (SL, JAZ, AT, ETC.) <b>SUB-2E170</b>	LOCAL (FURO, EST., LADO) <b>EST. 307</b>	PROFUNDIDADE cm
OPERADOR <i>[Handwritten]</i>	CALCULISTA <i>[Handwritten]</i>	LABORATÓRIO
DATA <b>23/00/81</b>	VISTO	

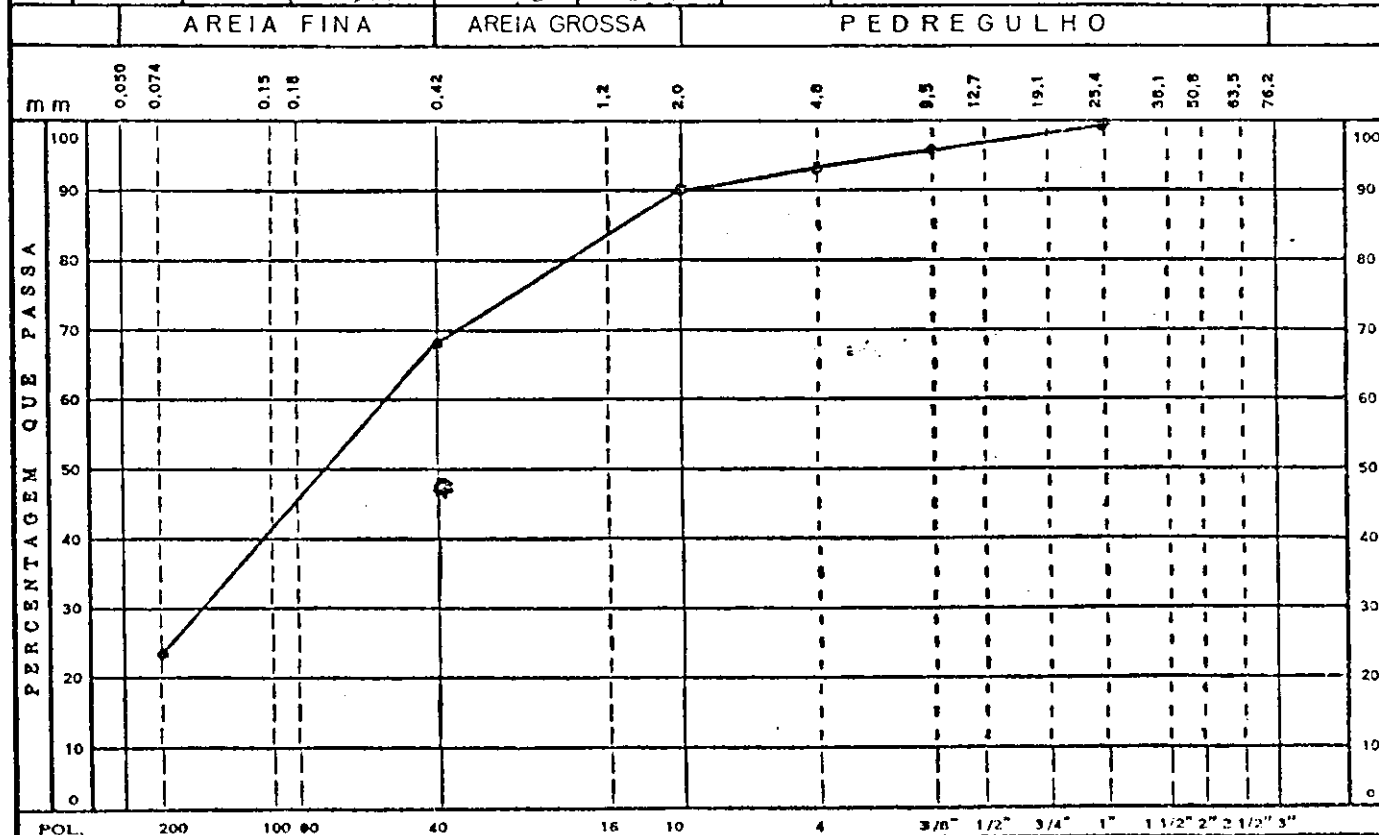
UMIDADE	%	%	AMOSTRA	TOTAL	PARCIAL
CÁPSULA N.º	4		CÁPSULA N.º	4	4
PESO BRUTO ÚMIDO	76,59		PESO BRUTO ÚMIDO		
PESO BRUTO SECO	76,27		PESO ÚMIDO	2 300,00	150,0
TARA DA CÁPSULA	11,44		PESO RETIDO NA PEN. 10		
PESO DA ÁGUA	0,42		PESO ÚMIDO PASS. PEN. 10		
PESO DO SOLO SECO	64,73		PESO SECO PASS. PEN. 10		
UMIDADE			PESO DA AMOSTRA SECA	1988,1	3 149,1
UMIDADE MÉDIA	1	0,6			

## PENEIRAMENTO

	PENEIRAS		PESO RETIDO PARCIAL	PESO QUE PASSA ACUMULADO	% QUE PASSA AM TOTAL	Pol.	CONSTANTES	
	Pol.	mm	COL. 1	COL. 2	COL. 3		K 1 = $\frac{100 + \boxed{1}}{\boxed{2}} = 0,0503$	K 2 = $\frac{\boxed{4}}{\boxed{3}} = 0,604$
AMOSTRA TOTAL	3"	76,2				3"		
	2 1/2"	63,5				2 1/2"		
	2"	50,8 X	—	—	100	2"		
	1 1/2"	38,1				1 1/2"		
	1"	25,4 X	—	—	100	1"		
	3/4"	19,1				3/4"		
	1/2"	12,7				1/2"		
	3/8"	9,5 X	68,0	1.920,1	97	3/8"		
	N.º 4	4,8	62,0	1.858,1	92	N.º 4		
	N.º 10	2,0	55,0	1.796,1	90	N.º 10		
AMOSTRA PARCIAL			COL. 4	COL. 5	COL. 6			
	N.º 40	0,42	36,8	142,3	68	N.º 40		
	N.º 80	0,16				N.º 80		
	N.º 200	0,074	73,8	38,5	23	N.º 200		

2/3 DA N.º 40 \_\_\_\_\_  
RETIDO EM 2" \_\_\_\_\_

OBSERVAÇÕES  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_







DENSIDADE "IN SITU" MÉTODO DO FRASCO DE AREIA

Rodovia <b>PB-177</b>	Truço <b>SOLEDADE - PÍCVI</b>	Sub - Trecho
Camada do Pavimento	Est. Est.	Calculista <i>[Signature]</i>
Operador <i>[Signature]</i>	Visto	Laboratório

Camada	N.º					
Furo	N.º					
Profundidade (cm)	DE	-	0			
	A	-	20			
Data	-					
Estaca	-					
Posição	E-X-D					
Peso do Frasco Com Areia	Antes	A	7000			
	Depois	B	4300			
	Diferença	A-B	2700			
Funil	N.º					
Peso da Areia no Funil (g)	C		520			
Peso da Areia no Furo (g)	A-B-C=P		2180			
Densidade da Areia (g/dm³)	a		1253			
Volume do Furo (dm)	$V = \frac{P}{d}$		1740			
Umidade	h %		6,5			
Peso do Solo Úmido (g)	Ph		3925			
Peso do Solo Seco (g)	$Ps = \frac{Ph}{100 + h}$		3685			
Densidade do Solo Seco (g/dm³)	$Ds = \frac{Ps}{V}$		2118			
Ensaio Laboratório	Registro	N				
	Dens. Máxima (g/dm³)	Dm	2126			
	Umidade Ótima	H %	7,7			
Grau de Compactação	$\% = \frac{Ds}{Dm}$		100%			

Umidade

Cápsula	N.º					
Peso do Solo Úmido (g)	Ph					
Peso do Solo Seco (g)	Ps					
Peso da Água (g)	$Ps = Ph - Ps$					
Umidade	$h\% = \frac{Pa}{Ps}$					

Observações



# ENSAIOS DE CONSISTENCIA

## LABORATÓRIO

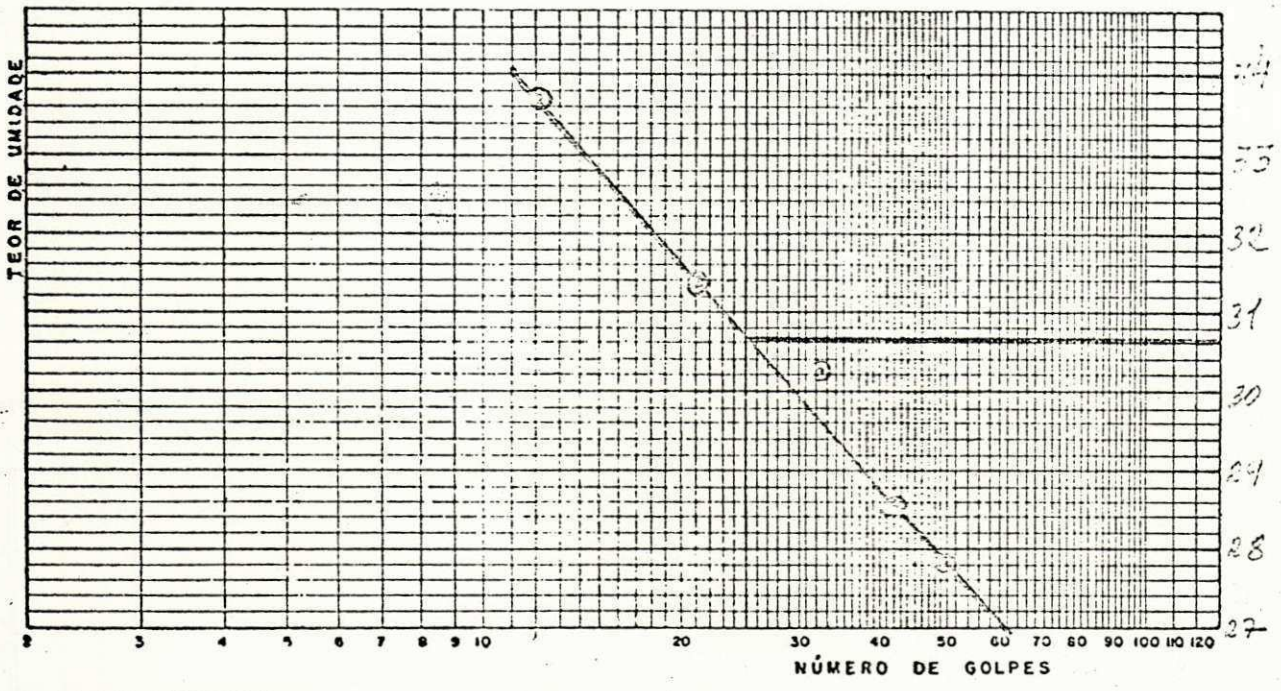


OBRA N.º \_\_\_\_\_ RODOVIA PB-177  
 TRECHO Sol - Picuí REG. N.º \_\_\_\_\_  
 PROCEDENCIA (Sub-leito ou jazida) Sub-leito  
 LOCALIZAÇÃO (Estaca ou furo) 227  
 PROFUNDIDADE(cm) 20 LABORATÓRIO \_\_\_\_\_  
 OPERADOR Ribeiro CALCULO Ribeiro VISTO \_\_\_\_\_

COBRAPA  
 companhia brasileira de pavimentação - praça do carne, 30  
 - edif. Igaraçu nº 002 a 805 - fones: 24-5832 e 24-5567 - recife - inscrição 180.011.405 praça do carne, 30 - edif. Igaraçu nº 002 a 805 - fones: 24-5832 e 24-5567 - recife - companhia brasileira de pavimentação ege 10.787.349 - E4-064

### LIMITE DE LIQUIDEZ

1	Cápsula	N.º	1	2	3	4	5	LL - 30,5... %
2	Golpes	N.º	11	20	30	40	48	
3	Peso bruto úmido	gr	23,77	21,17	20,84	23,15	23,34	
4	Peso bruto seco	gr	19,35	17,70	17,40	19,40	19,70	DATA INICIAL
5	Peso da cápsula	gr	6,22	6,63	6,02	6,27	6,65	DATA FINAL
6	Peso da água	3-4	4,42	3,47	3,44	3,75	3,64	<u>Ribeiro</u>
7	Peso do solo seco	4-5	13,13	11,07	11,38	13,13	13,05	OPERADOR
8	Umidade %	$\frac{6}{7} \times 100$	33,70	31,30	30,02	28,60	27,90	<u>Ribeiro</u>
								CALCULISTA



### LIMITE DE PLASTICIDADE

1	Cápsula	N.º	6	7	8	9	10	LP - 13,7... %
2	Peso bruto úmido	gr	10,22	10,65	10,34	9,68	10,70	IP = LL-LP - 13,4%
3	Peso bruto seco	gr	9,55	9,97	9,90	9,05	10,00	DATA INICIAL
4	Peso da cápsula	gr	6,25	6,01	6,42	5,48	6,20	DATA FINAL
5	Peso da água	2-3	0,67	0,68	0,64	0,63	0,70	OPERADOR
6	Peso do solo seco	4-3	3,30	3,96	3,48	3,57	3,80	<u>Ribeiro</u>
7	Umidade %	$\frac{5}{9} \times 100$	20,30	17,20	18,40	17,60	18,40	CALCULISTA
								<u>Ribeiro</u>

### LIMITE DE CONTRACÇÃO

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