



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA

CAMPUS II – CAMPINA GRANDE – PB

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

" PAVIMENTAÇÃO "

SUPERVISOR:

RICARDO CORREIA LIMA

ALUNA:

ANA MARIA DIAS TOMÁS

INSCRIÇÃO: 7721368 - 7

CAMPINA GRANDE

MARÇO - 1982

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
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

" PAVIMENTAÇÃO "

SUPERVISOR:

Ricardo Correia Lima

ALUNA:

Ana Maria Dias Tomás
Inscrição: 7721368-7

CAMPINA GRANDE, MARÇO/1982.



Biblioteca Setorial do CDSA. Novembro de 2021.

Sumé - PB

I N D I C E

- DECLARAÇÃO
- REQUERIMENTO
- AGRADECIMENTOS
- APRESENTAÇÃO
- ESTUDOS GEOTÉCNICOS
- ESTUDOS TOPOGRÁFICOS
- ESTUDOS HIDROLÓGICOS
- ESTUDOS GEOMÉTRICOS
- ENSAIOS
- DRENAGEM
- FISCALIZAÇÃO
- CONCLUSÃO

DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins, que ANA MARIA DIAS TOMÁS, aluna de eng. Civil da UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA, campus II Campina Grande, sob nº de matrícula 7721368-7 estagiou junto ao D.E.R. - Departamento de Estradas e Rodagens e PROJETO - consultoria de engenharia Ltda. no período de 11 de janeiro de 1982 a 11 de fevereiro de 1982 cumprindo uma carga horária de 208 horas e o seguinte programa:

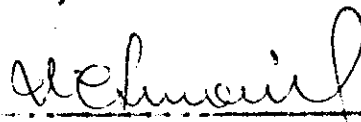
- Fiscalização de terraplanagem e pavimentação, cujos trabalhos constam de execução desde o corpo de aterro até tratamento superficial simples e duplo.
- Controle geométrico e geotécnico das camadas de pavimentação e aterro (terraplanagem).
- Sala Técnica: apropriação de terraplanagem e pavimentação; cálculo do projeto geométrico de modificação efetuadas no trecho.
- Outras tarefas: acompanhamento da execução de obras d'artes correntes e do processo de britagem para posterior utilização na base e no tratamento superficial.

Arceiras, 11 de fevereiro de 1982



Eng. Ricardo Lima Verde

-PROJETO-



Eng.º Nerivaldo Cabral de Amorim
D.E.R. - PB. - MAT. 1675
CHEFE DO 3.º D.G.A.

Ilmo. Sr.

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

A aluna Ana Maria Dias Tomás, regularmente matriculada no Curso de Engenharia Civil deste Centro, sob o nº de matrícula 7721368-7, solicita que Vossa Senhoria se digne a apreciar o relatório anexo, relativo ao estágio ocorrido junto ao DER, Departamento de Estradas e Rodagens, na Paraíba, no período de 11/01 a 11/02 de 1982, e supervisionado pelo digníssimo Professor deste Centro, Ricardo Correia Lima, encaminhando-o portanto, a quem de direito possa atribuir a quantidade de créditos que lhe fizer jus.

Nestes Termos

Pede Deferimento

ANA MARIA DIAS TOMÁS

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

À Univerdidade Federal da Paraíba, Campus II - Campina Grande, nas pessoas do Chefe do Departamento de Engenharia Civil - CCT - PRAI - UFPb, Ademilson Montes Ferreira e do Professor Ricardo Correia Lima.

Ao DER, Departamento de Estradas e Rodagens, Paraíba, com seu ilustre Diretor Superintendente, Engenheiro Francisco de Assis Quintans, seus Engenheiros Nerialdo Cabral Amorim e Francisco de Assis Formiga e seus demais auxiliares.

À firma encarregada da construção da estrada, Límoeiro; à firma de fiscalização, Projeto-Consultoria de Engenharia Ltda na pessoa do Engenheiro Ricardo Lima Verde e a todos os componentes das mesmas acima citadas

A DEUS e a todos que facilitaram a execução e participação deste estágio e relatório.

Sinceros Agradecimentos,

ANA MARIA DIAS TOMÁS

A P R E S E N T A Ç A O

Este relatório contém relatos e dados do estágio realizado na Rodovia PB - 102, trecho BR 104/Umbuzeiro, sub-trecho entroncamento PB 090 Umbuzeiro, Lote II com extensão total de 28,94 Km.

Nele constam tabelas e cópias dos serviços executados pelo estagiário, assim como a descrição lógica de como se processou este período probatório.

ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Os estudos geotécnicos foram feitos, a fim de localizar e determinar áreas de ocorrências de materiais para a terraplanagem e pavimentação, e estudo de sub-leito e cortes, empréstimos, saibreiras de pavimentação, areiais, pedreiras.

Ao longo da locação do projeto de amostra para caracterização do material até 1,0m abaixo do greide do projeto. Os materiais de cada furo, com espaçamento de 100m, foram classificados visualmente, coletando-se amostras para ensaios de laboratório e com material coletado nas sondagens, foram feitos ensaios de granulometria, índices físicos, CBR e densidade "In Situ" em furos alternados.

Considerando que o projeto de terraplanagem prevê apenas pequenos alargamentos em alguns aterros e/ou cortes, e este estudo limitou-se ao levantamento de áreas adjacentes aos cortes onde, se necessário utilizar-se-á o material como um empréstimo de alargamento de corte, os materiais de cada furo, foram classificados visualmente, coletando-se amostras para ensaios de laboratório, os materiais coletados em todos os furos, e nos diversos horizontes, foram submetidos aos ensaios granulometria, índices físicos, compactação, índice de suporte califórnia.

Quanto ao estudo das saibreiras, foram estudadas ocorrências de materiais para pavimentação, dentro dos limites da ocorrência selecionada e a partir de sondagens feitas nos vértices de um reticulado de 30m de lado, estudou-se estes materiais em laboratório, visando seu aproveitamento técnico-econômico.

Foram coletadas amostras de todos os furos e de cada camada, e submetidos aos ensaios de granulometria por peneiramento simples, de limite de liquidez, limite de plasticidade e equivalência de areia e em furos alternados foram feitos ensaios de compactação, ISC e densidade "In Situ" e todos os ensaios obedeceram aos métodos do DNER.

Nos depósitos de areia encontrados, foram realizados furos de sondagem com espaçamento de 50m. Deles coletou-se amostras que foram submetidas a ensaios de granulometria e teor de matéria orgânica. As pedreiras foram estudadas com a finalidade de utilização em pavimentação. As amostras foram britadas e submetidas aos ensaios de abrasão los angeles, adesividade, durabilidade, absorção e densidade real, na realização dos ensaios foi obedecida os métodos do DNER.

ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

Como a rodovia já havia sido implantada, os trabalhos consistiram de uma locação direta, nivelamento e contra-nivelamento do eixo, levantando de seções transversais, levantamento planimétrico e do local das interseções, a escolha do traçado foi feita de modo a aproveitar ao máximo a rodovia existente.

A materialização do eixo no campo foi efetuada mediante piqueteamento de 20 em 20 metros, nas tangentes e de 10 em 10 metros, nas curvas. Ao lado de cada piquete foi colocada uma estaca testemunha de madeira de boa qualidade, com aproximadamente 50cm de comprimento, provida de entalhe onde foi escrito com tinta a óleo o número correspondente, todos os piquetes correspondentes a PC, PT, TS, SC, ST, e nas tangentes superiores a 2Km, foram amarrados por marcos de segurança confeccionados em concreto e situados a mais de 20 metros do eixo da via. No processo de locação foi utilizado teodolito repetidos de precisão até 10" e a medida de distâncias feita com trenas de aço e referidas à horizontal, as curvas foram materializadas no campo pelo processo de deflexões sobre a tangente.

Após implantada a locação, foi efetuado o nivelamento e contra-nivelamento geométrico de todos os piquetes do eixo locado, e de todos os RN (s) de rede básica de nivelamento. Foi obedecida a tolerância máxima de 2cm por quilômetro e em todo o trecho a diferença acumulada foi inferior à obtida pela fórmula $e = 12,5m$. Neste serviço foi utilizado equipamento dotado de precisão de $\pm 2mm$ por quilômetro de duplo nivelamento.

Em todos os piquetes do eixo locado, foram levantadas seções transversais a nível, em toda extensão da faixa de domínio. O equipamento utilizado na determinação da direção e no levantamento da cada seção foi um nível de precisão dotado de limbo horizontal.

Foram procedidos levantamentos topográficos com

plementares em todos os locais onde se fez necessários, tais como: locais de interseções, área de estacionamento, cadastro da faixa de domínio, etc.



DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DA PARAIBA

DIVISÃO DE ESTUDOS E PROJETOS

RODOVIA: PB-102

TRECHO: Entr. BR-104/UMBUZEIRO

Estudo de Tráfego

O estudo de tráfego no presente Projeto, consiste na análise dos dados existentes, para determinação do número N de repetições do eixo simples padrão, durante o período de projeto.

1. Obtenção do número N

N é o número equivalente de operações do eixo simples padrão durante o período de projeto e obtido pela expressão:

$$N = 365 \times P \times V_m \times F_v \times F_r$$

onde os fatores significam:

$365 \times P \times V_m$ - é o volume de tráfego total, onde P é o período de projeto e V_m é o volume médio diário, em um sentido, para o período considerado.

F_r - Fator climático regional que varia em função da precipitação média anual. O valor adotado para este coeficiente, por recomendação do DNER, é $F_r = 1,00$

F_v - Fator de veículo, é um número que multiplicado pelo número de veículos, fornece o número equivalente de eixos simples padrão.



2. Dados coletados

Para determinação do número N foram coletados dados referentes a volumes de tráfego na rodovia em projeto, taxas de crescimento do tráfego e os fatores de veículo da frota comercial.

2.1 Volume de tráfego

Os volumes de tráfego existentes na rodovia PB-102 constam de contagem de rotina em postos de cobertura. Foram obtidos no DER-PB e nos Anuários de Estatística de Tráfego editados pela SUDENE.

Esses dados, de forma organizada, constam do quadro 01.

2.2 Taxas de projeção de tráfego

As taxas de projeção de tráfego utilizadas para obtenção do quadro 02, foram obtidas diretamente da publicação do DNER - Plano Diretor Rodoviário (Região Nordeste) Volume 1 B - Sumário das Recomendações, julho de 1974.

Dessa forma obteve-se as seguintes taxas geométricas de projeção de tráfego:

| Rodovia | Zona | Autos | Taxas (%) | |
|---------|------|-------|-----------|-----------|
| | | | Ônibus | Caminhões |
| PE-102 | 476 | 10,1 | 8,3 | 7,3 |

2.3 Fator de veículos

Como as taxas de projeção de tráfego, os fatores de veículos foram obtidos diretamente no citado relatório, Volume 4A - Estudos Econômicos.



Os fatores de veículo da frota comercial são os seguintes:

| | |
|---------------------|------------------|
| Caminhão médio | - $F_v = 1,4095$ |
| Caminhão pesado | - $F_v = 3,1041$ |
| Reboque e s.reboque | - $F_v = 6,3651$ |
| Ônibus | - $F_v = 0,5200$ |

3. Cálculo do número N para P = 15 anos

Rodovia PB-102, trecho: Entr. ER-104 - Umbuzeiro

Tem-se que $N_{15} = 365 \times 15 \times V_m \times F_v \times F_r$ onde:

$V_m = 46$ veículos comerciais/dia e é a composição da frota do ano 8, que mais se aproxima da média obtida, sendo:

| | |
|-------------------------|---------|
| - Caminhões médios | = 71,1% |
| - Caminhões pesados | = 4,5% |
| - Reboques e s.reboques | = 2,2% |
| - Ônibus | = 22,2% |

- Fator de veículo ponderado: $F_v = 1,40$ e o número $N' = 365 \times 15 \times 46 \times 1,40 \times 1,00$

$N = 352.590$ eixos simples padrão, ou

$N = 0,36 \times 10^6$

ESTUDOS GEOMÉTRICOS

Foi feito um estaqueamento do eixo de 20 em 20m, assinalando-se as estacas a cada 100m. Os rumos dos alinhamentos foram indicados e numeradas as curvas horizontais tendo contado seus elementos em tabelas laterais, os pontos de segurança da linha foram todos amarrados, organizando-se para eles "CROQUIS" laterais, o mesmo ocorrendo com os "RN_s" que tiveram suas localizações e cotas assinaladas no projeto, onde foram representados todos os pontos notáveis, como pontes, pontilhões, com nomes dos rios, acessos, interseção e nomes de localidades, bueiros, valetas de proteção, corta-rios, etc, indicando-se locais dos detalhes construtivos. A faixa de domínio foi representada em todas as pranchas do projeto, indicando-se os limites e suas ordenadas em relação ao eixo.

O projeto de terraplenagem foi executado visando obter-se um mínimo de movimento de terras, compatibilizado com as condições peculiares de cada sub-trecho específico. Sempre que houve necessidade de proceder-se algum alargamento, este foi feito sempre que possível para o lado do corte. Com base nas observações de campo e nas conclusões do estudo geotécnico, definiu-se os taludes a serem adotados nos cortes e aterros que mantiveram a relação 2:3 e 3:2 (vertical; horizontal) respectivamente. Nos locais onde a camada atual de revestimento primário funcionava como reforço, foi compactada com energia do "PROCTOR" intermediário e toda adição de material necessário à regularização da camada superior, foi proveniente de saibreiras com características superiores ou no mínimo iguais à daquela camada.

Para o dimensionamento do pavimento de adequada capacidade estrutural, pelo menor custo possível, levou-se em conta os seguintes fatores:

- Estudo do tráfego que forneceu os elementos básicos que possibilitaram a obtenção do número "N" e sua projeção;
- Estudo geotécnico, no qual se determinou o ma

terial para construção do pavimento, com o estudo do sub-leito' e terreno natural, obteve-se as informações necessárias para a determinação do "CBR de Projeto", e no perfil do solo, figura ram o perfil do terreno, linha do greide, classificação das di versas camadas de material, etc.

Para o revestimento, adotou-se o tratamento su perficial duplo "TSD" como solução para todo o trecho.

A base teve a espessura de 20cm e foi construída de solo-brita em todo trecho, já que não foram encontradas sai breiras adequadas.

Não houve sub-base em virtude do revestimento pri mário da rodovia ser composto de material de boa qualidade, op tou-se pelo seu aproveitamento como camada integrante do pavi mento. Sendo assim, em função do estudo geotécnico, definiu-se três segmentos no sub-trecho, onde o revestimento primário fun cionou como sub-base.

O acostamento foi construído do mesmo material da base e após imprimado, foi revestido com tratamento superficial simples.

O método utilizado para o dimensionamento do pa vimento foi o oficial do DNER que permitiu para os valores de $N = 5 \times 10^6$ a adoção de revestimento betuminoso por penetração já que para um período de 15 anos, o nº de repetições do eixo padrão fornecido foi de $N = 3,6 \times 10^5$. Foram adotados coeficien te estruturais clássicos para materiais frágeis com:

- Revestimento $K = 1,2$
- Base Granular $K = 1,0$
- Sub-Base Estabilizada $K = 1,0$

E, para efeito de dimensionamento de pavimento, dividiu-se o sub trecho em cinco segmentos homogêneos definidos em função do es tudo geotécnico do seu sub-leito.

QUADRO RESUMO DO DIMENSIONAMENTO
DO PAVIMENTO

| SEGMENTO | ESTACAS | CAMADA DE REVESTIMENTO PRIMÁRIO | | | SUB-BASE (cm) | BASE (cm) | REVESTIMENTO (cm) | OBSERVAÇÕES |
|----------|--------------------|---------------------------------|-----------|---------------|------------------|--------------|----------------------|--|
| | | CBR | ESPESSURA | FUNCIONAMENTO | | | | |
| 1º | 0 - 110 | 29 | 42 | sub-base | - | 20 | 2,5 | O material das estacas a seguir, deverão ser substituídos por material importado de saibreiras: 20, 80, 120, 130, 160, 200, 250, 260, 290, 300, 310, 330, 340, 350, 520, 580, 640, 645, 660, 665, 670, 850, 1045, 1115, 1210, 1220 e 1255. |
| 2º | 110 - 350 | 20 | 38 | sub-base | - | 20 | 2,5 | |
| 3º | 400 - 710 | 23 | 47 | sub-base | - | 20 | 2,5 | |
| 4º | 840 - 1414 + 18,81 | 30 | 51 | sub-base | - | 20 | 2,5 | |

OBS: Os segmentos de trecho compreendidos entre as estacas 350 - 400 e 710 - 840 serão rebaixados em 30,0 cm e com substituição por material de saibreira em 2 camadas de 15,0 cm.



PROJETO



LOTE II

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA

REGISTRO Nº. 1021551 BANDEJA Nº: EST 402-X DATA 29/01/82

OPERADOR: _____ VISTO: BASE - S/B

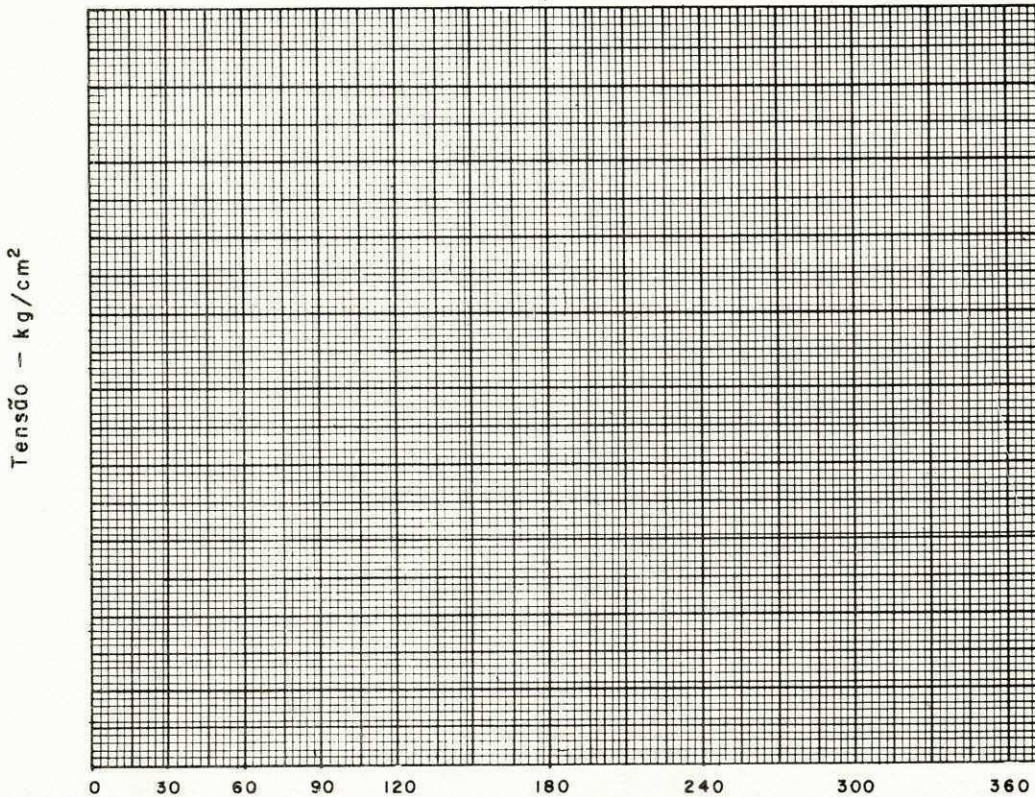
S. RANCHEIRA

| CILINDRO Nº | | 62 ^o UMIDADE DE MOLDAGEM | | VERIFICAÇÃO DA DENSIDADE | | ANTES DA SATURAÇÃO | APÓS A SATURAÇÃO |
|-------------|------------------------|-------------------------------------|-----------|--------------------------|-------------------------|--------------------|------------------|
| Peso (g) | Vol (cm ³) | Cápsula nº | 372 | | | | |
| 4240 | 2082 | Cápsula+solo+água | 98,40 (g) | 50,0 (g) | Solo + água + molde (g) | 9085 | |
| MOLDAGEM | | Cápsula+solo seco | 98,37 (g) | (g) | Peso do molde (g) | 4240 | |
| Camadas | Gol/Cam. | Peso da cápsula | 23,87 (g) | (g) | Solo + água (g) | 4845 | |
| 5 | 56 | Peso de água | 0,03 (g) | 2,8 (g) | Dens. solo úmido | 2327 | |
| Água | P./Cam. | Peso do solo seco | 74,50 (g) | 47,2 (g) | Dens. solo seco | 2197 | |
| | | Teor de umidade | 0,04 (%) | 5,9 (%) | DENSIDADE MÁXIMA | | |
| Disco esp.: | | Média | | | UMIDADE ÓTIMA (%) | | |

| AMOSTRA | | ENSAIO DE EXPANSÃO | | | | | |
|-------------------|--|--------------------|--------------|---------|----------|--------|-----|
| Umidade nat.: (%) | | Expansão | Dia | 30/1/82 | 31/01/82 | 1/2/82 | |
| Graúdos: (g) | | | Hora | 8:30 | 7:20 | 8:00 | |
| Miúdos (g) | | | Leitura (mm) | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 9,0 |
| | | 0,0 % | | | | | |

| ENSAIO DE PENETRAÇÃO | | | | | | |
|----------------------|------------|------------|----|--------|--------------|---|
| TEMPO | PENETRAÇÃO | LEIT. DIN. | kg | kg/cm | TENSÃO CORR. | I. S. C. (%) |
| 30 s | 0,063 cm | 36 | | 6,66 | | $\frac{\times 100}{70} = 68$ $\frac{\times 100}{105} = 86$ |
| 1 m 0 s | 0,127 cm | 90 | | 16,65 | | |
| 1 m 30 s | 0,190 cm | | | | | |
| 2 m 0 s | 0,254 cm | 256 | | 47,36 | 67,7 | |
| 3 m 0 s | 0,381 cm | | | | | |
| 4 m 0 s | 0,508 cm | 490 | | 90,65 | 86,3 | |
| 5 m 0 s | 0,635 cm | | | | | |
| 6 m 0 s | 0,762 cm | 715 | | 132,29 | | |

CURVA DE CORREÇÃO TENSÃO - PENETRAÇÃO



DRENAGEM

O projeto de drenagem teve como objetivo a definição qualitativa e quantitativa de todos os elementos de drenagem necessários para oferecer segurança e proteção ao corpo estradal, e o dimensionamento das obras de drenagem foi feito considerando-se diversos tipos de superfície de escoamento nos quais foram adotadas os seguintes tipos de obras:

- Sarjeta revestida, com seção triangular
- Valeta de proteção a corte ou aterro, com seção trapezoidal
- Banquetas
- Entrada d'água, descida d'água e saída d'água
- Dreno profundo, com tubo poroso

Foram dimensionadas banquetas nos aterros passíveis de sofrerem erosão, e a determinação dos espaçamentos entre as entradas d'água foi feita adotando-se o critério estabelecido para sargetas, ou seja, respeitadas as condições de erosão e transbordamento.

Para a indicação de drenagem subterrânea, foram tomadas como base as sondagens efetuadas nos locais onde se realizaram cortes, e a fim de disciplinar e drenar o fluxo superficial afluente à rodovia, oriundo das precipitações pluviométricas, foi prevista e determinada, segundo a topografia local, a execução de valetas de proteção a montante dos cortes e aterros. A proteção dos taludes dos aterros contra erosão foi previsto o plantio de gramíneas ou espécies vegetais de raízes nativas da região, que não exija irrigação e resistam aos períodos de estiagem.

F I S C A L I Z A Ç Ã O

A fiscalização se processou da seguinte maneira:

NO CAMPO

No movimento de terra, verificou-se se o solo estava sendo bem escarificado, se o tratorista manejava tão bem sua máquina, a fim de se obter a umidade desejada no solo.

Em seguida, observou-se se a compactação estava sendo feita de maneira correta e de acordo com as passadas anteriormente especificadas.

Na usina, verificou-se se o material estava sendo bem misturado, solo-brita, material utilizado para base.

No britador, se a brita resultante era de boa qualidade e atingia a aproximação do diâmetro exigido em projeto.

Para a imprimação, o trecho deveria ser liberado depois de feito o ensaio de densidade "In Situ" e antes de ser imprimado deveria estar bem varrido e desprovido de sujeira. O carro tanque, distribuidor do CM-70, deveria ter seus bicos distribuidores todos desentupidos e com carga uniformes, na lavagem do trecho em imprimação, colocava-se uma bandeja em cada lado da pista e realizava-se a passagem da mesma para se obter a taxa de CM-70 espalhado em cada espaço de pista imprimado, colhia-se também a temperatura do asfalto no carro tanque.

No tratamento (TSD) procedia-se de maneira semelhante à imprimação quanto à distribuição do CAP utilizado. Era efetuada uma primeira lavagem no trecho executado com uma primeira camada de CAP e logo em seguida a distribuição da brita grossa, colhia-se as taxas destes passos com a colocação de bandejas. Em seguida, o rolo tandem passava por todo trecho tratado e ao terminar seu trabalho para arrumar as britas grossas e era passada nova camada de CAP e logo a seguir a camada de brita

fina. Depois, o rolo tanden dava mais novas passadas e o trecho estava révestido, em todo procedimento foi verificada a correção dos trabalhos executados, isto é, se o trecho estava limpo e se o material utilizado era de boa qualidade, assim como se a distribuição estava sendo correta.

Na construção das obras d'arte, verificou-se se o traço do concreto era o mesmo especificado em projeto, se as dimensões e espessuras das mesmas estavam sendo obedecidas.

NO LABORATÓRIO

Verificou-se todos os ensaios realizados e a maneira correta de se executá-los.

NO ESCRITÓRIO

Observou-se e fez-se cálculos referentes ao projeto do trecho de acordo com as normas estabelecidas pelo DER.

C O N C L U S Ã O

Com este estágio, concluiu-se que nem sempre se pode colocar o projeto em harmonia com a prática de execução no trecho, pois há diversos fatores que influem e alteram o andamento da construção de uma estrada e, para que se consiga inteiramente os dados especificados no projeto, necessita-se um estudo mais minucioso da região e de suas condições de vida.

Há também, os imprevistos que ocorrem no decorrer da execução da obra e toda uma série de acontecimentos que mudam seu aspecto totalmente teórico. Resta, porém, fazer-se modificações compatíveis com a segurança que a obra irá proporcionar no futuro.

Portanto, foi de grande importância e utilidade a participação do aluno em estágio e até mesmo na execução do relatório.

CONSTRUTORA LIMBEIRO S.A.



GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO

| UMIDADE | % | AMOSTRA | TOTAL | PARCIAL | |
|-------------------|--------|---------|----------------------|---------|--|
| Cápsula N. | 370 | | | | |
| Peso Bruto Úmido | 104,53 | | | | Cápsula N. 8 |
| Peso Bruto Seco | 104,30 | | | | Peso Bruto Úmido 18 |
| Tare da Cápsula | 2290 | | | | |
| Peso da Água | 0,15 | | | | |
| Peso do Solo Seco | 8,48 | | | | |
| Umidade | 0,2 | | | | |
| Umidade Média | | | | | |
| | | | Peso da Amostra Seca | 2 | 1994,0 |
| | | | Peso Seco Pas Pen 10 | 3 | 99,8 |

PENEIRAMENTO

| PENEIRAS | PESO RETIDO PARCIAL | PESO QUE PAS. ACUMULADO | % QUE PAS. AM TOTAL | Pol. | CONSTANTES | |
|-----------------|---------------------|-------------------------|---------------------|--------|--|--------|
| | | | | | | Col. 1 |
| Pol. m m | | | | | | |
| 3" | 76,2 | | | 3" | $K 1 = \frac{1}{2} 0,0502$ $K 2 = \frac{4}{3} 0,733$ | |
| 2" 1/2 | 63,5 | | | 2" 1/2 | | |
| 2" | 50,8 | | | 2" | | |
| 1" 1/2 | 38,1 | | | 1" 1/2 | | |
| 1" | 24,2 | 1968,0 | 98,8 | 1" | | |
| 3/4" | 19,3 | 1849,5 | 97,9 | 3/4" | | |
| 1/2" | 12,7 | 1657,4 | 85,2 | 1/2" | | |
| 3/8 | 9,5 | 1618,5 | 81,3 | 3/8 | | |
| N. 4 | 4,8 | 1544,3 | 79,2 | N. 4 | | |
| N. 10 | 2,0 | 1458,5 | 73,2 | N. 10 | | |
| Amostra Parcial | | Col. 4 | Col. 5 | Col. 6 | | |
| N. 40 | 0,48 | 58,8 | 44,0 | 30,0 | | |
| N. 80 | 0,18 | | | | | |
| N. 200 | 0,074 | 34,3 | 9,7 | 7,1 | | |

OBSERVAÇÕES

| AREIA FINA | AREIA GROSSA | PEDREGULHO | PORCENTAGEM QUE PASSA | |
|------------|--------------|------------|-----------------------|-----|
| | | | 0 | 100 |
| 0,060 | 0,074 | 0,074 | 0 | 100 |
| 0,15 | 0,18 | 0,18 | 0 | 100 |
| 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0 | 100 |
| 0,42 | 0,42 | 0,42 | 0 | 100 |
| 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0 | 100 |
| 1,2 | 1,2 | 1,2 | 0 | 100 |
| 2,0 | 2,0 | 2,0 | 0 | 100 |
| 3,0 | 3,0 | 3,0 | 0 | 100 |
| 4,75 | 4,75 | 4,75 | 0 | 100 |
| 7,5 | 7,5 | 7,5 | 0 | 100 |
| 12,5 | 12,5 | 12,5 | 0 | 100 |
| 20 | 20 | 20 | 0 | 100 |
| 30 | 30 | 30 | 0 | 100 |
| 45 | 45 | 45 | 0 | 100 |
| 75 | 75 | 75 | 0 | 100 |
| 106 | 106 | 106 | 0 | 100 |
| 150 | 150 | 150 | 0 | 100 |
| 212 | 212 | 212 | 0 | 100 |
| 300 | 300 | 300 | 0 | 100 |
| 425 | 425 | 425 | 0 | 100 |
| 600 | 600 | 600 | 0 | 100 |
| 850 | 850 | 850 | 0 | 100 |
| 1060 | 1060 | 1060 | 0 | 100 |

Base 5/13

PROCED: SL - JAZ - AT - ETC

LOCALIZ. FURO - EST. LADO

702-X

PROFUND. - cm.

102/551

REBOVIA

TRECHO

SUB-TRECHO

ENSAIOS

1 - COMPACTAÇÃO DE SOLOS

1.1 - OBJETIVO

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

1.2 - APARELHAGEM

- a) Repartidor de amostra de 2,5cm de abertura
- b) Balança com capacidade de 10Kg, sensível a 5g.
- c) Balança com capacidade de 1Kg, sensível a 0,1g.
- d) Peneiras de 19mm e de 4,8mm, de acordo com a especificação, "peneiras de malhas quadradas para análise granulométrica.
- e) Capsula de parcelana ou alumínio.
- f) Estufa capaz de manter a temperatura entre 105° a 110°C.
- g) Molde cilíndrico metálico de 15,20cm de diâmetro interno e 17,80cm de altura, cilindro complementar e base metálica com dispositivo para fixação.
- h) Soquete cilíndrico de face plana e peso 4,50Kg, equipada com dispositivo para controle de altura de queda.
- i) Disco espessador com 15,00cm de diâmetro e 6,40cm de altura.
- j) Espátula metálica.
- l) Extrator de amostra do molde cilíndrico.

1.3 - AMOSTRA

A amostra que foi recebida, era seca ao ar, fez-se o destorroamento e a homogeneização e redeção da mesma, com o auxílio do repartidor de amostra, tornando-a bem representativa em um volume de 7kg para a argila arenosa e pedregulhosa. Passa-se esta amostra na peneira de 19mm, como ficava material retido nesta peneira, procedia-se a substituição de igual peso do material passado na de 19mm e terida na de 4,8mm obtendo-se assim outra amostra representativa, conforme exigências das especificações do DNER.

1.4 - ENSAIO

Fixou-se o molde à base metálica, e ajustou-se o cilindro complementar, apoiando-se o conjunto em base plana e firme; coloca-se o disco espaçador, e em cinco camadas iguais, através dos métodos intermediários e que são 26 golpes do soquete caindo a uma altura de 45,70 cm, e distribuídos uniformemente sobre a superfície de cada camada.

Removeu-se o cilindro complementar, com uma de aço rasou-se o material na altura exata do molde, determina-se o peso do conjunto, material úmido mais o molde, por dedução ao peso do molde determina-se o peso do material úmido compactado. Removeu-se o corpo de prova do molde e retirou-se de sua parte central uma amostra representativa em torno de 100g para determinação da umidade. Pesou-se a amostra e colocou-se na estufa de 105° a 110°C. Em seguida após a secagem e constância da mesma fez-se a passagem da amostra seca para se determinar a umidade.

Desmanchou-se o material, adicionou-se água e tornou-se a homogeneizá-la. Compactou-se esse material novamente de acordo com as especificações já citadas e procedeu-se as mesmas operações.

Repetiu-se essas operações, em geral 5 vezes, para teores crescente de umidade para caracterizar a curva de compactação

1.5 - CÁLCULOS

Calculou-se o teor de umidade pela fórmula:

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

A massa específica aparente é calculada pela fórmula:

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

h = massa específica aparente do solo úmido em g/cm^3

$P'h$ = peso solo úmido compactado, obtido

V = Volume do solo compactado em cm^3

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

1.6 - RESULTADOS

- a) Curva de compactação - desenhou-se a curva de compactação, marcando-se em ordenadas, as massas específicas aparentes do solo seco, e em abscissas, os teores de umidades correspondentes h .
- b) Massa específica aparente máxima do solo seco - este valor foi determinado pela ordenada máxima da curva de compactação.
- c) Umidade ótima - é o valor correspondente, na curva de



LOTE II

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

REGISTRO: 102/551 BANDEJA: EST 402-X DATA: 29/01/82

OPERADOR: Pb. 102 ENT. ARDEIRAS/UMBUEIRO VISTO: BASE - S/B
S. RANCHEIRA

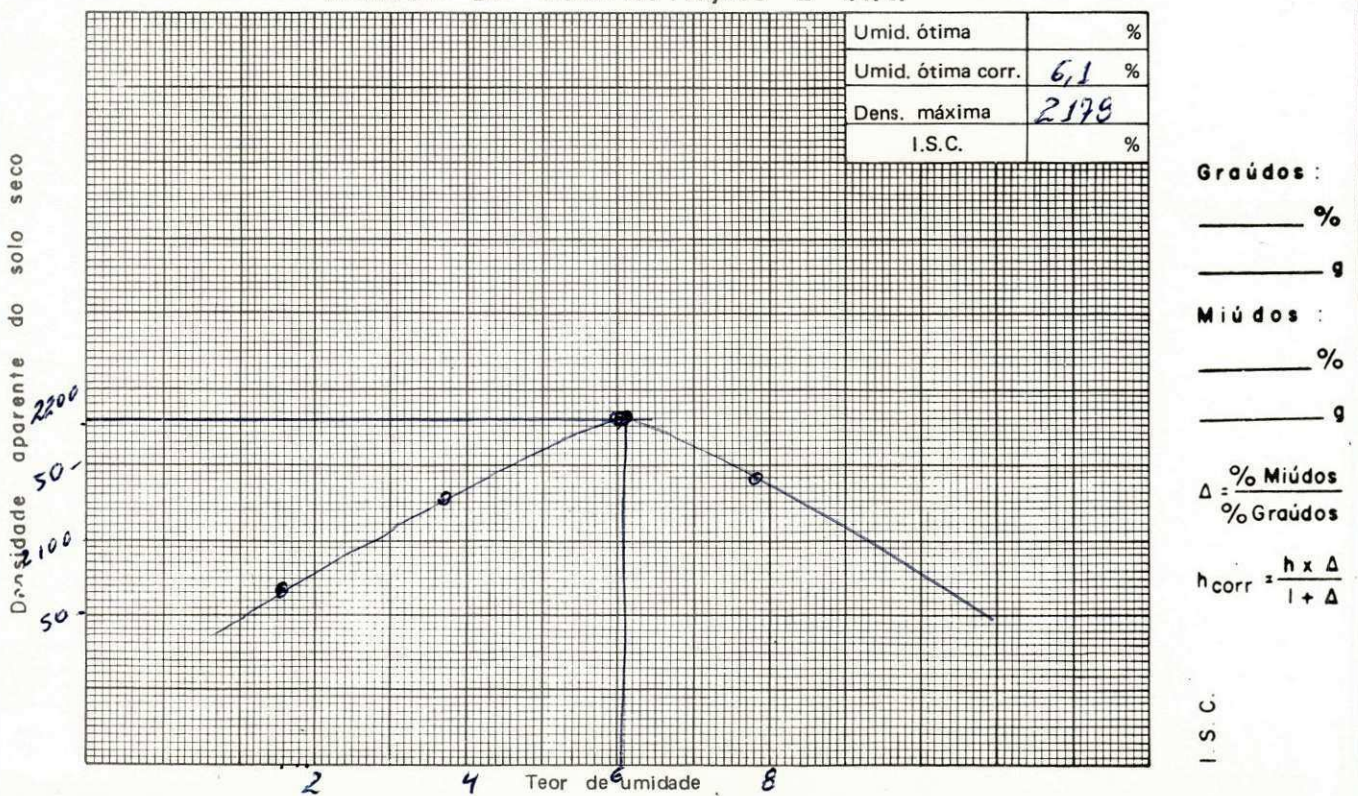
| ENERGIA DE COMPACTAÇÃO | | | |
|------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------|
| PROCTOR SIMPLES | PROCTOR INTERMEDIÁRIO | PROCTOR MODIFICADO | |
| Nº DE CAMADAS | GOLPES/CAMADAS | SOQUETE | DISCO ESPAÇADOR |
| 5 | 56 | 4536 | 2 1/2" pm |

P = 5480

V = 2032

| Nº do Cil. | Peso da amostra + cilindro (g) | Peso do cilindro (g) | Volume do cil. (cm³) | Peso da amostra comp. (g) | DETERMINAÇÃO DA UMIDADE | | | | | | | Peso do miúdo seco (g) | P miúdo seco + P graúdo seco (g) | Dens. solo seco (D) | I.S.C. (%) |
|-----------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------|------------------|------------------|-----------|------------------------|----------------------------------|---------------------|------------|
| | | | | | Cáp nº | P. cap. + solo úmido (g) | P. cap. + solo seco (g) | Peso da cápsula (g) | Peso da água (g) | P. solo seco (g) | % de água | | | | |
| 55 ^c | 9450 | 4270 | | 21,01 | 477 | 106,09 | 104,77 | 23,27 | 1,32 | 81,50 | 1,6 | | | 2068 | |
| | 9365 | 4485 | | 22,07 | 384 | 101,30 | 98,58 | 24,90 | 2,72 | 73,68 | 3,7 | | | 2128 | |
| | 10.175 | 4695 | | 23,11 | 377 | 88,47 | 84,73 | 23,55 | 3,44 | 61,18 | 6,1 | | | 2178 | |
| | 10.170 | 4690 | | 23,08 | 408 | 91,40 | 86,54 | 25,18 | 4,86 | 61,35 | 7,9 | | | 2139 | |

CURVAS DE COMPACTAÇÃO E I.S.C.



compactação ao ponto de massa específica aparente máxima do solo sêco.

2 - LIMITE DE LIQUIDEZ DE SOLOS

2.1 - OBJETIVO

Este método tem por objetivo fixar o modo pelo qual se determina o limite de liquidez, marca a transição do estado plástico ao estado líquido.

2.2 - APARELHAGEM

- a) Aperlho de casa grande para determinação de limite de liquidez.
- b) Cinzel
- c) Balança sensível a 0,01g.
- d) Estufa capaz de manter a temperatura entre 105 a 110°C.
- e) Recipiente para guardar amostra.
- f) Cápsula com lâminas flexíveis.
- g) Cápsula de porcelana.
- h) Pinça para retirar objetos da estufa.
- i) Cronometro.

2.3 - AMOSTRA

Torna-se uma amostra em torno de 70g.

2.4 - ENSAIO

Colocou-se a amostra na cápsula de porcelana, acrescentando-se uma certa quantidade de água, que foi em torno de 15 a 20cm³, e fez-se a homogeneização com a espátula. Aos poucos foi-se adicionando água na mistura até se atingir uma massa plástica. Tomou-se uma porção da mistura preparada, e colocou-se na concha. Espalhou-se a seguir, a massa plástica de modo que a massa ocupou 2/3 da superfície da concha, alisou-se a massa até ela atingir no ponto mais espesso 1cm de espessura máxima.

Em seguida, com o cinzel, produziu-se na massa plástica uma canalura, segundo o plano de simetria, foi feito o golpeamento contra a base do aparelho, este em número de 25 golpes, e em uma velocidade de 2 voltos por segundo. Retira-se uma porção da amostra onde se verifica a curva das bordas da canalura, com a espátula e coloca-se no recipiente e pesa-se para em seguida lavar e estufa para determinar a umidade pela fórmula:

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

Repetiu-se estas operações descritas, pelo menos 3 vezes, com adições de água gradativamente crescente.

2.5 - RESULTADOS

Os valores de umidades e números de golpes foram representados em um sistema de eixos ortogonais, no qual as ordens em escala logarítmicas são os números de golpes e as abscissas (em escala geométrica) corresponde ao teor de umidade.

Pelos pontos lançados no gráfico foi traçada uma reta, pelo menos por 3 pontos.

O limete de liquidez, expresso em teor de

umidade, foi atribuído pelo valor da abscissa do ponto da reta correspondente à ordenada de 25 golpes, conforme ficha em anexo.

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, massa específica aparente do solo, "in situ". Aplica-se ao subleito e às diversas camadas de solo do pavimento.

2 - APARELHAGEM

A aparelhagem necessária é a seguinte:

- a) Frasco de vidro, metálico ou de plástico, com 3,5 litros e funil provido de registro e de rosca para se atarraxar ao frasco;
- b) bandeja quadrada de alumínio com cerca de 30cm de lado, com bordos de 2,5cm de altura, com orifício circular no centro, dotado de rebaixo para apoio do funil no item anterior;
- c) pá de mão;
- d) balança com capacidade de 10kg, sensível a 1g;

- e) talhadeira de aço com 30cm de comprimento;
- f) martelo de 1kg;
- g) recipiente que permita guardar amostra sem perda de uma dade, antes de sua pesagem;
- h) estufa capaz de manter a temperatura entre 105° a 110° C, ou instrumental que permita a determinação da umidade se gundo 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, sêca e de massa específica aparente a, determinada con forme 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 che io de areia, e pesa-se (P1);
- b) instala-se o conjunto frasco + funil sobre a bandeja ci tada 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 regis tro, 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 rebaixo do orifício da bandeja, será:

$$P3 = P1 - P2$$

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 (g/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 15cm;

- c) recolhe-se na bandeja o solo extraído da cavidade, pesando-o (Ph);
- d) tomam-se, imediatamente, cerca de 100g deste solo e de termina-se a umidade (h) pelo processo da estufa, do "Speedy" ou do álcool;
- e) pesa-se o conjunto frasco + funil, estando o frasco cheio de areia e pesa-se (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, pesando o conjunto com a areia que nele restar (P8)

6 - CÁLCULO 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 conforme o item 3 (P3):

$$P10 = P9 - P3$$

- 8 - Massa específica aparente do solo úmido "in situ" (h) obtém-se pela fórmula:

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

9 - Massa específica aparente do solo sêco "in situ" obtêm-se pela fórmula:

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

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

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

ENSAIO : CBR

1 - OBJETIVO

O objetivo deste ensaio é determinar-mos, a 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, em ficha anexa de ensaio.

Peneira-se o material (solo) na peneira de 19,5 mm, o material retido é substituído por material passando na peneira 19,5mm e retido na peneira de 4,8mm, 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 a absor

ção 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 e equivalente ao peso do pavimento a qual não deverá ser inferior a 4,5Kg. 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 montando em tripé e ajusta-se a leitura. Cada 24 horas, durante os quatro dias, fazem-se leituras no 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 tenhamos menores que 2,0%, e para base, menores que 1,0%.

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

Determinação deste 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.

ENSAIO LIMITE DE PLASTICIDADE

1 - OBJETIVO

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

2 - APARELHAGEM UTILIZADA

- Aparelho de casagrande
- Cinzel
- Balança sensível a 0,01g
- Estufa capaz de manter a temperatura de 105° a 110°C
- Cápsulas
- Espátula de lâmina flexível (8 centímetros de comprimento e 2 centímetros de largura)
- Placa de vidro
- Cilindro de comparação (10 centímetros de comprimento e 3 milímetros de diâmetro)

3 - LIMITE DE PLASTICIDADE

- Coloca-se a amostra em uma cápsula e junta-se água destilada em quantidade suficiente para se obter uma massa plástica; homogeniza-se.
- Retira-se parte da amostra e tenta-se moldar os cilindros, rolando a amostra, pressionada pelos dedos, sobre a face esmerilhada da placa de vidro. Quando consegue-se moldar um cilindro de 3mm de diâmetro e de 10cm de comprimento e com índices de fissuração, parte-se então para determinar a umidade dessa amostra que constitui o cilindro. De modo análogo como foi descrito acima, molda-se vários cilindros, determinando a respectiva umidade. Então o limite de plas

ticidade será a média aritmética dessas umidades quando não houver uma diferença superior a 5% da média.

4 - RESULTADOS

O limite de plasticidade é expresso pela média dos 3 teores de umidade obtidos como foi indicado, arredondou-se para o número inteiro mais próximo.

NOTAS:

- 1) Calcula-se o índice de plasticidade (IP) de um solo pela diferença numérica entre o limite de liquidez e o limite de plasticidade.
- 2) Quando o limite de liquidez (LL) ou limite de plasticidade (LP) não puderem ser determinados, anota-se o índice de plasticidade como NP (não plástico).
- 3) Quando o limite de plasticidade for igual ou maior que o limite de liquidez, anota-se o índice de plasticidade como NP.

ENSAIO DE PENEIRAMENTO POR VIA ÚMIDA

1 - OBJETIVO

Determinar através do peneiramento de uma amostra representativa, a granulometria do solo em estudo.

2 - APARELHAGEM

- a) Série de peneiras: (Nº do diametro) 19,1mm - 9,5 - 6,4 - 4,8 - 2,4 - 2,0 - 1,2 - 0,6 - 0,42 - 0,18 - 0,15 e 0,074, inclusive tampa e fundo.
- b) balança com capacidade de 5,0kg, sensível a 0,1g;
- c) estufa capaz de manter a temperatura entre 105 e 110°C;
- d) cápsulas;
- e) recipiente aberto (balde) com capacidade de 5 litros usado para desagregar através de lavagem a amostra de solo;

OBS.: a aparelhagem usada na escolha da amostra representativa para efetivação do ensaio propriamente dito, é a seguinte:

- f) peneira de 2,0mm;
- g) repartidor de amostra compatível com o tamanho das partículas sólidas.
- h) almofariz e mão de gal, (capacidade para 5kg).
- i) pá de mão e taboleiro de chapa de zinco.

3 - OPERAÇÕES PRELIMINARES

- a) A amostra de solo vinda do campo devidamente identificada, passa por um processo de secagem podendo ser ao ar livre ou através de um aparelho secador em cuja temperatura não ultrapasse os 105 - 110°C a menos que se tenha constatado que a temperatura superior àquela, não haja mudança nas características do solo. No nosso caso a amostra foi secada ao ar livre.

Em seguida o material foi destorroado primeira mente usando um cilindro de madeira, rolando-o sobre a massa de solo, com uma pressão suficiente para apenas desagregar as partículas. Depois, passamos uma certa quantidade para o almofariz e procedemos um segundo des torroamento. Toda essa operação foi desenrolada toman do-se o devido cuidado no que se refere à preservação do tamanho natural dos grãos.

- b) Com o material assim destorroado utilizamos o repartidor de amostra para homogeneizá-la, e assim obtermos uma a mostra representativa do solo em questão.

OBS.: uma outra maneira de tornar homogêneo o solo é submetermos a amostra a uma sequência de operações de quarteamento. O processo de quarteamento consiste em: com o material amontoadado, fazemos uma divi são em quatro partes. Aquelas diametralmente opos ta são misturadas e reamontoadas e, novamente re partidas em quatro partes. A repetição se processa até que se observe uma certa homogeneização.

- c) A quantidade requerida para o ensaio é tomada de acordo com o tipo de solo. Segundo as recomendações, temos:

- solos argilosos ou siltosos 1000 a 1500g.
- solos arenosos ou pedregulhosos 1500 a 2000g.

Assim, com a escolha da amostra nesses limites temos o seu peso seco do ar livre anotado

4 - ENSAIO

- a) Pesa-se a amostra do material seco em estufa a 105°C -

110°C, com aproximação de 0,1%.

- b) Peneira-se a amostra na série de peneiras especificadas.
- c) O peneiramento deve ser continuado até que não mais que 1% do peso total da amostra passe em qualquer peneira durante 1 minuto.
- d) Não se deve forçar a passagem das partículas do agregado através da malha da peneira.
- e) Pesa-se, com aproximação de 0,1%, o material retido em cada peneira, juntamente com aquele que, porventura, tenha ficado preso nas malhas e que retira com a escova.

5 - CÁLCULOS E RESULTADOS

- a) Percentagem da amostra total seca, retida em cada peneira: obtém-se com o peso retido peneira (ítem 4).
- b) Percentagem da amostra total seca acumulada em cada peneira: obtém-se somendo a porcentagem retida nesta peneira às percentagens retidas nas peneiras de aberturas maiores.
- c) Percentagem da amostra total seca passando em cada peneira: obtém-se subtraindo-se de 100 a percentagem acumulada nesta peneira.