

PROGRAMA A SER CUMPRIDO NO ESTAGIO SUPERVISIONADO  
RODOVIA: BR - 361 PERIODO: 07/07/81 a 07/08/81  
TRECHO: ITAPORANGA - CONCEIÇÃO  
NOME: BERTOLINO DA COSTA A. FILHO

- 1.0 - Laboratório (ensaios usuais)
- 2.0 - Topografia
  - 2.1 Nivelamento
  - 2.2 Seccionamento
  - 2.3 Locação
- 3.0 - Execução de Terraplenagem
- 4.0 - Execução de Pavimentação
- 5.0 - Contróle Geotécnico
- 6.0 - Execução de Revestimento Betuminoso
- 7.0 - Projeto Geométrico
  - 7.1 Desenho de Terreno natural
  - 7.2 Lançamento de Greide
  - 7.3 Seções transversais
  - 7.4 Mapa de Cubação
- 8.0 - Prospecção de Ocorrências
  - 8.1 Lançamento das malhas
  - 8.2 Coleta das amostras
  - 8.3 Análise dos resultados
- 9.0 - Execução de obras d'artes correntes
- 10.0 - Execução de obras d'artes especiais
- 11.0 - Critério de avaliação de serviços executados
- 12.0 - Análise do projeto em execução.

Itaporanga, 07 de Julho de 1981

  
(Carlos Roberto Pereira de Souza)

Eng<sup>o</sup> Carlos Roberto Pereira de Souza  
Chefe do Escritório de Fiscalização



Biblioteca Setorial do CDSA. Junho de 2021.

Sumé - PB

## INDICE

|                                    |          |
|------------------------------------|----------|
| AGRADECIMENTOS .....               | I        |
| SUMARIO .....                      | II       |
| DADOS DA RODOVIA .....             | III      |
| DECLARAÇÃO .....                   | IV       |
| SAIBREIRA DE BASE .....            | V        |
| BRITADOR .....                     | VI       |
| MAPA DE CUBAÇÃO .....              | VII      |
| TERRAPLENAGEM .....                | VIII     |
| NIVELAMENTO TOPOGRAFICO .....      | VIII.I   |
| DESMATAMENTO .....                 | VIII.II  |
| EMPOLAMENTO .....                  | VIII.III |
| CORTES E ATERROS .....             | VIII.IV  |
| MATERIAL SELECIONADO .....         | VIII.V   |
| PROCESSO DE COMPACTAÇÃO .....      | IX       |
| PAVIMENTAÇÃO - .....               | X        |
| SUB - BASE .....                   | XI       |
| BASE .....                         | XII      |
| IMPRIMAÇÃO .....                   | XIII     |
| DRENAGEM .....                     | XIV      |
| ESTUDOS DE ESTRADAS VICINAIS ..... | XV       |
| BIBLIOGRAFIA .....                 | XVI      |

### AGRADECIMENTOS

Ao professor CANROBERT GUIMARÃES LIMA, Sub-Chefe do Departamento de Engenharia Civil em Exercício, pela oportunidade para que eu pudesse realizar este estágio.

Ao Engenheiros do DER, CARLOS ALBERTO PEREIRA DE SOUZA, e JAIME CAVALCANTE DE ALBUQUERQUE FILHO, pela orientação sincera e segura.

Ao nosso supervisor, Engenheiro Civil, RICARDO CORREIA LIMA, pela sua supervisão.

Aos funcionários do DER, nas pessoas dos Laboratôristas, Niveladores Topográfico, Desenhistas, Fiscais de Campo, Secretárias, e demais funcionários pela gentileza com que fui tratado.

A DEUS, o criador do Solo, materia prima deste meu trabalho.

SUMÁRIO

O presente trabalho consta do relatório das atividades do estagiário, BERTOLINO AGRA FILHO, no período de 13 julho a 13 de agosto de 1981, em seu estágio supervisionado que teve como orientador os Engenheiros Cíveis, CARLOS ALBERTO DE SOUZA E JAIME CAVALCANTE DE ALBUQUERQUE FILHO, Engenheiro Chefe da 7ª DGA, e Engenheiro auxiliar, lotados no escritório do DER, na cidade de DIAMANTE - Pb.

Nas duas primeiras semanas o estagiário esteve em contacto com os equipamentos, ensaios em atividades no laboratório, e acompanhando os trabalhos dos mesmos.

O trabalho desenvolvido no laboratório, consistia na determinação, da Compactação dos solos, C.B.R. Limite de Liquidez, Granulometria, Lamelaridade, e Equivalente de Areia (EA) o material para estes ensaios, eram retirados de Saibreiras, ou do leito da estrada, para determinação das características do solo.

Na semana seguinte o estagiário, participou da densidade "In Situ" realizada no campo, onde é feito no leito da estrada um furo, para medição do grau de compactação de cada camada, para sua posterior liberação.

O estagiário participou do Nivelamento Topográfico das camadas, Corpo de Aterro, Material Selecionado (MS), Sub-Base, Base, além de cálculos de Caderneta, cálculos de Cubação pelo processo da fita.

O estagiário participou da coleta de material do britador, onde duas vezes por semana, eram coletadas varias amostras para verificação da granulometria.

O estagiário participou no levantamento de Saibreiras, de MS, Base, Sub-Base, já existentes no projeto, e no descobrimientos de outras Saibreiras na qual tinhamos que lançar a ma

lha e calcular seu volume, quando o material tinha as caracteristicas, necessarias a finalidade da Rodovia.

DADOS DA RODOVIA PBT - 361

O projeto está sendo executado de acordo com a norma do DNER para rodovia a implantar, classe III.

Para efeito de projeto, considerando as características topográficas da região ondulada, a rodovia foi dividida em subtrechos, designados de A a C, ou seja, A de Itaporanga a Diamante, B de Diamante a Ibiara, C de Ibiara a Conceição, cujas características são apresentadas no quadro. O estagiário participou do trecho A.

Quanto ao trânsito rodoviário no trecho da PBT-361 suas análises e quantificações presente e futura. Tem o mesmo a finalidade de fornecer os dados de trânsito, necessário para o dimensionamento do pavimento.

O estagiário participou na medição do desmatamento de Saibreiras, no qual é pago pelo DER, além de medição de tubulações, e medições na faixa de Dominio, em que o DER, libera o arame para cada proprietário, beneficiando com a rodovia.

O estagiário participou na fiscalização de campo, onde o material era colocado no meio da estrada, para em seguida o maquinário desenvolver, um processo de homogenização do solo, onde eram retiradas, Pedras, Raizes, Turfas, até o mesmo apresentar uma umidade ótima para fechamento do trecho.

O estagiário participou da concretagem de tubulações e na verificação do traçado, da massa e do concreto.

O estagiário participou no conhecimento de material, através de sua classificação, como seja material de 1ª, são os Solos, material de 2ª, são as rochas em decomposição, e material de 3ª, são as rochas sãs.

O estagiário participou na execução de 300m de imprimação.



| CARACTERISTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS |                                 |   |  |          |
|---|---------------------------------|---|--|----------|
| SUBTRECHO                               |                                 | DESIGNAÇÃO<br>LOCALIZAÇÃO<br>EXTENÇÃO (H) | ITAPORANGA -DIAMANTE<br>KM O KM 23,32<br>23320 |          |
| TRAÇADO EM PLANTA                       | REGIÃO                          |   |  | ONDULADA |
|   | CLASSE                          |   |  | 3        |
|   | NÚMERO DA FAIXA                 |   |  | 2        |
|   | FAIXA DE DOMÍNIO                |   |  | 30M      |
|   | EXTENSÃO EM TOTAL               |   |  | 6002,69  |
|   | CURVA % TRECHO                  |   |  | 25,82    |
| TRAÇADO EM PERFIL                       | RAIO DA CURVA (M)               | 100-500                                   | 2352,69  |          |
|   |                                 | 500 1000                                  | 2.551,87                                       |          |
|   |                                 | 1000                                      | 03,33  |          |
|   | EXTENSÃO DA MÉDIA TANGENTE (M)  | 2.141,37                                  |  |          |
|   | EXTENSÃO DA MENOR TANGENTES (M) | 1.38                                      |  |          |
| TRAÇADO EM PERFIL                       | RAMPAS (%)                      |   | EXTENSÃO (M)                                   | (%)      |
|   |                                 |   | 6.873,00                                       | 24,47    |
|   | 1,1 - 2,0                       |   | 2.777,00                                       | 11,91    |
|   | 2,1 - 3,0                       |   | 2.860,00                                       | 12,26    |
|   | 3,1 - 4,0                       |   | 2.260,00                                       | 9,96     |
|   | 4,1 - 5,0                       |   | 2.160,00                                       | 9,26     |
|   | 5,1 - 6,0                       |   | 2.970,00                                       | 12,31    |
|   | 6,1 - 7,0                       |   | 3.5 ,00  | 11,17    |
| RAMPA MAXIMA 7%                         |                                 | 2.600,00                                  | 11,17  |          |
| MAIOR EXTENSÃO RAMPA MAXIMA 7%          |                                 | 350,00                                    | 0,15   |          |
| VELOCIDADE MAXIMA DIRETRIZ (KM/h)       |                                 |   | 40   |          |
| DISTANCIA MINIMA DE VISIBILIDADE        |                                 |   | 90   |          |
| COMPRIMENTOS<br>(KM)                    | AUTOMOVÉIS                      |   | 33,09  |          |
|   | ÔNIBUS                          |   | 33,66  |          |
|   | CAMINHÕES                       |   | 35,86  |          |
| VOLUMES DE                              | AUTOMOVEIS                      |   | 619  |          |
|   | ÔNIBUS                          |   | 22   |          |
|   | CAMINHÕES                       |   | 103  |          |

- V - SAIBREIRA DE BASE
- V.I - PLANTA DE LOCALIZAÇÃO
- ENSAIOS
- V.2 - COMPACTAÇÃO
- V.3 - C. B. R.
- V.4 - GRANULOMETRIA.

SAIBREIRA DO ALTO DA CEHAP

A saibreira se localiza as margens da rodovia PBT-361, do lado esquerdo (LE), e não fazia parte do projeto, foi descoberta pela fiscalização, sendo desconhecido o motivo pelo qual a mesma não constava no projeto.

Logo após sua descoberta, se recolheu uma certa amostra ao laboratório e foram feitos os ensaios de compactação, C.B.R., sendo constatada que a mesma apresentava boas características para base, pois apresenta uma boa resistência.

Feitos os ensaios, e visto que o material tinha boa resistência, voltamos ao campo, para se calcular o volume utilizado.

Lançamos em primeiro lugar as malhas, em que de 30 em 30 metros se fazia um furo, de 0,50 x 0,50m, profundidade variando, dependendo até onde se localizava a camara do material.

Nestas saibreira foram feitos 24 furos, com uma média de profundidade de 0,56m, calculamos sua área em 12.300 m<sup>2</sup>, com um volume utilizado de 6.199 m<sup>3</sup>, devido ao expurgo existente, estimado em 10%, onde o tipo de vegetação era arbusto ralo.

O estagiário acompanhou do início do estudo da saibreira, até a retirada do material, inclusive ensaios.

Mostramos um dos ensaios com o material retirado num dos furos, além de uma planta de localização; a seguir descrevemos este ensaios.

### ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

É o processo manual ou mecânico que visa resuzir o volume de seus vazios, e assim, aumentar sua resistência, tornando-o mais estável.

Trata-se de uma operação simples e de grande importância pelos seus consideráveis efeitos sobre a estabilização de maciços terrosos, relacionando-se intimamente, com os problemas de pavimentação e barragens de terra, visando melhorar não só quanto a resistência, mais quanto o aspecto, permeabilidade, compressibilidade e absorção d'água.

### MATERIAL UTILIZADO

- a - Amostra de solo
- b - Balança
- c - Capsulas
- d - Peneira nº 1
- e - Água
- f - Estufa de 105 a 110°C
- g - Alcool
- h - Cilindro para moldar o corpo
- i - Soquete - 4,5Kg

### PROCEDIMENTO

Pesamos 6kg de solos retiramos da amostra, em seguida passamos 50g, na peneira nº 4 para determinação da umidade higroscópica, através do método da estufa.

Misturamos o solo com 30% de areia, e fazemos sua destorração colocamos 60ml de água e misturamos, bem o solo, pa

ra haver homogenização, água solo, em seguida colocamos uma camada de solo no cilindro, e damos 26 golpes, com um soquete, de 4,5Kg de uma altura de 45cm; colocamos mais quatro camadas, e repetimos os golpes em cada camada.

- V.3 -

### CONCLUSÃO

De acordo com o gráfico, podemos afirmar que a umidade ótima é  $H_{ot} = 10,1$  e a densidade do solo seco máximo é  $\rho_s = 2182 \text{Kg/m}^3$ , significando que o solo quando compactado no campo, deve ser feita a compactação nesta umidade, devido o mesmo a apresentar uma resistência maior.

Devemos levar em consideração a quantidade de energia aplicada para a compactação, como o ensaio feito foi o processo intermediário.

### ENSAIO DE C. B. R.

A finalidade deste ensaio é base do conhecido método do dimensionamento flexíveis, e na classificação do Sub-leitos, através da sua expansão.

### MATERIAL UTILIZADO

- |                      |                                    |
|----------------------|------------------------------------|
| a - Prensa mecânica  | g - Extensometro                   |
| b - Disco expaçador  | h - Cilindro com colarinho         |
| c - Cápsulas         | i - Amostra de solo (30% de areia) |
| d - Água             | j - Sobre carga                    |
| e - Deposito d'água  | l - Filtro                         |
| f - Proveta de 100ml |                                    |

## PROCEDIMENTO

Compactamos o corpo na úmidade ótima, com 5 camadas, golpeamos cada camada com 26 golpes. Colocamos o filtro, e a cima deste a sobre carga, que fica em cima do disco espaçador, aclipamos o extensometro ao molde, anotando a expansão correspondente.

Em seguida retiramos o colarinho do molde e passamos a amostra de maneira que a mesma atinja o nível do molde.

Pesamos o molde com o solo, retiramos todo o material, passamos 50k do mesmo na peneira nº 4 para a determinação da úmidade, pelo processo do alcool, destorramos o material e colocamos mais 60 ml, e repetimos todo o processo anterior, por mais quatro vezes.

$$V_M = 2032 \text{CM}^3$$

$$P_M = 43306$$

$$F_S = 9,56$$

### CÁLCULOS

$$Z_u = \frac{P}{V}$$

$Z_u$  = DENSIDADE DO SOLO ÚMIDO

$$Z_{u1} = \frac{4200}{2032} = 2067 \text{KG/M}^3$$

$$Z_{u3} = \frac{4820}{2032} = 2372 \text{KG/M}^3$$

$$Z_{u5} = \frac{4710}{2032} = 2318 \text{KG/M}^3$$

$$Z_{u2} = \frac{4510}{2032} = 2219 \text{KG/M}^3$$

$$Z_{u4} = \frac{4770}{2032} = 2347 \text{KG/M}^3$$

### Determinação da úmidade:

Para determinação da úmidade usou-se o método do alcool, além de uma tabela, que sai com os volares da úmidade média diretas.

### Densidade Seca

$$z_5 = \frac{z}{100 + H\%} \quad z_{52} = \frac{2219}{106,1} = 2091\text{KG/M}^3 \quad z_{54} = \frac{2347}{110,1} = 2132\text{KG/M}^3$$

$$z_{51} = \frac{2067}{10,33} = 2001\text{KG/M}^3 \quad z_{53} = \frac{2372}{1087} = 2182\text{KG/M}^3 \quad z_{55} = \frac{2318}{112,3} = 2064\text{KG/M}^3$$

- V.4 -

Em seguida levamos para o deposito d'água durante 24h, após este período medimos a expansão final, Retiramos o corpo do deposito d'água, e esperamos durante 15min, para que saia o excesso de água.

Levamos em seguida para a prensa, para o rompimento, imprimindo-se uma velocidade constante, lendo no manômetro existente a leitura manometrica. Em seguida multiplicamos pela constante do anel, encontramos o valor do corpo de prova.

### CONCLUSÃO

Traçamos a curva de C.B.R. teve que ser feita a correção, esta correção é devido a penetração do pistão no solo (acomodação).

O C.B.R. é igual a 110%, está dentro das características de um material para base, pois apresenta uma boa flexibilidade para evitar deformação plasmatica.

### GRANULOMETRIA. POR PENEIRAMENTO

#### TEÓRIA

Pedregulho - São solos cujas particulas ou grãos minerais tem diâmetro aparente máximo, na maioria a 2mm e inferior a 76mm.

Areia - São solos cujas partículas ou grãos minerais tem diâmetro aparente máximo, na maioria superior a 0,05mm e inferior a 2mm.

Areia Grossa - Os grãos, em sua maioria, apresentam diâmetro maior que 0,42mm e menor que 2mm.

Areia Fina - os Grãos apresentam diâmetro maior que 0,05mm e menor que 0,42mm.

#### FINALIDADE

É o estudo do tamanho das partículas ou grãos do solo e sua distribuição, por porcentagem do tamanho, dos grãos na massa do solo. Isso independe da unidade do solo, composição mineralógica, densidade e forma dos grãos.

A análise granulométrica do solo, é feita em amostra secas em álcool. O resultado do ensaio dá o peso do agregado, que entra dentro de determinada ordem de tamanho, expressa em porcentagem do peso total do agregado. A análise é feita por meio de peneiras standardizadas, chamada "Tyler" apresentando malhas quadradas.

Da peneira nº 10 para cima constitui o que se chama de material grosso; entre a peneira nº 10 e 200 é o material fino; da nº 200 para baixo é o material simi fino; (silte, argila, areia fina), para a sua análise emprega-se a lei de sedimentação de "STOKS".

#### MATERIAL UTILIZADO

a - Amostra de solos

d - Balança

b - Série de peneira Tayler

e - Cápsulas

c - Alccol



## PROCEDIMENTO

Para cada ensaio retiramos, 1,5Kg, passamos numa série de peneiras, estandardizada Tyler de malha quadradas, fazemos o peneiramento, e vamos pesando o que ficou retido, em cada peneira. Este peneiramento é feito após secagem com álcool, antes se escolhe uma certa quantidade, passamos na peneira nº 4, para determinação da umidade hiproscópica, e destorramos o material. Com os valores obtidos trasamos o grafico, para se verificar se o material se encontra dentro da faixa do DER.

## CÁLCULOS

### DETERMINAÇÃO H%

$$P_{bh} = 63,0G$$

$$H\% = \frac{P_a}{P_s} \times 100$$

$$P_a = 63 - 62,20 = 0,8G$$

$$P_{bs} = 62,206$$

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

$$P_s = 6220 - 10,32 = 51,88G$$

$$P_s = 51,88G$$

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

$$H\% = \frac{0,8}{5188} \times 100 = 1,5\% \quad \boxed{H = 1,5\%}$$

### DETERMINAÇÃO DE KI

$$KI = \frac{100 + H\%}{1500}$$

$$KI = \frac{100 + 1,5}{1500} = 0,0677$$

$$\boxed{KI = 0,0677}$$

Peso retido parcial: a determinação desta coluna foi devido o peneiramento.

Peso que passa acumulado: é igual ao peso da amostra sexa menos peso tetido parcial.

% que passa em total: esta coluna é determinada com o peso que passa acumulada, vezes a constante KI, vai da peneira 1" a nº 10.

DETERMINAÇÃO K2:

$$K2 = \frac{4}{3}$$

$$K2 = \frac{5110}{98,53} = 0,0513$$

$$K2 = 0,0519$$

Determinação o K2 para se determinar % que passa em total, da peneira, nº 40 a 200.

CONCLUSÃO

Neste ensaio de granulométrica o material se encontra dentro da faixa, do DER, significando que possui uma boa granulométrica: podemos usar o material.

BRITADOR

A pedreira se encontra a 2Km da entrada da cidade de Itaporanga. O material existente é abundante, e para sua retirada, são usados explosivos, que fragmenta a pedra em pequenos blocos, que são levadas para o britador que se encontra a distância de 400m, e que fica a margem da rodovia.

O material após o seu trituramento, é levado uma amostra ao laboratório do DER, para verificação do enquadramento dentro da faixa estabelecida pelo DER. Caso o material não se enquadre dentro da faixa é autorizado se fechar ou abrir, a malha do britador, para ser feito novo ensaio.

O ensaio é feito duas vezes por semana, pois com o movimento do britador a malha pode fechar ou abrir, tirando a brita fora de faixa.

O estagiário participou de varios ensaios, para verificação da granulometria da brita, através do peneiramento, mostramos um ensaio feito, e escolhido para exemplificar:

GRANULOMETRIA DE AGREGADOS

Consiste na determinação da granulometria da brita, através de uma série de peneiras, para verificação do seu enquadramento na faixa estabelecida pelo DER.

Material Utilizado:

- a - Peneira - 1", 3/4", 1/2", 3/8", e nº 8
- b - Brita
- c - Balança

Procedimento:

No britador retiramos varias amostras, e no laboratório, retiramos 2Kg para cada ensaio, e fazemos o peneiramento, através das peneiras, 3/4", 1/2", 3/8\* e a n<sup>o</sup> 8. Pesamos o que ficou retido em cada peneira.

Para encontrar o material retido parcial, dividimos o peso retido por 2000, e multiplicamos por 100: o ~~retido~~ acumulado, é o retido parcial na peneira 3/4" mais a soma do que ficou retido nas demais.

Para encontrar o passando acumulado, subtraímos o retido acumulado menos 100. De posse dos dados, traçamos o grafico.

#### CONCLUSÃO

O material se enquadra perfeitamente, dentro da faixa do DER, não fugindo em nenhuma das peneiras, a sua granulométrie esta ótima.

PARA ENQUADRA UMA DAS FAIXAS GRANULOMETRICA

**BRITADOR**

| PENEIRAS | % PASSANDO EM PESO |        |       |        |        |        |
|----------|--------------------|--------|-------|--------|--------|--------|
|          | A                  | B      | C     | D      | E      | F      |
| 2        | 100                | 100    | -     | -      | -      | -      |
| 1.1/2    | -                  | -      | -     | -      | -      | -      |
| 1        | -                  | 75-90  | 100   | 100    | 100    | 100    |
| 3/8      | 30-65              | 40-75  | 50-85 | 60-100 | -      | -      |
| 1/2      | -                  | -      | -     | -      | -      | -      |
| 4        | 25-55              | 30-60  | 35-65 | 50-85  | 55-100 | 70-100 |
| 10       | 15-40              | 20-45  | 25-50 | 40-70  | 40-100 | 55-100 |
| 40       | 8 -20              | 15-30  | 15-30 | 25-45  | 20-50  | 30-70  |
| 200      | 2 - 8              | 5 - 15 | 5 -15 | 10-25  | 6 -20  | 8 -25  |
| FAIXAS   | A                  | B      | C     | D      | E      | F      |

CUBAÇÃO COM OS ELEMENTOS DO PROJETO

Calculadas as secções transversais dos cortes e dos aterros, procede-se à cubação, isto é, o cálculo dos volumes dos cortes e aterros.

Os volumes são calculados para cada prisma compreendidos entre duas secções consecutivas, que se denomina interperfil.

Para o cálculo do volume de material a escavar foi usado o método da fita.

MAPA DA CUBAÇÃO

Os elementos calculados vão sendo registrados na fôlha ou mapa de cubação, cujo modelo é do DER, é o da média das áreas.

Os valores da coluna de volumes acumulados, se obtém somando algebricamente os volumes parciais em cada estaca e para isso, atribuindo-se o sinal (+) para os volumes dos cortes e o sinal (-) para os volumes de aterros.

Estes volumes de corte, que apresentamos, no trecho da rodovia PBT - 361, em que o estagiário participou na execução do cálculo do mapa de cubação, desta rodovia, e das vicinais.

- VIII - TERRAPLENAGEM
- VIII.1 - NIVELAMENTO
- VIII.2 - DESMATAMENTO

NIVELAMENTO TOPOGRAFICO

O instrumento usado foi de marca Kerls, fabricação Suíça, O nível tem no campo da luneta, além dos fios verticais e horizontais, mais dois fios suplementares, chamados estadimétricos, que serve para a determinação taqueométrica das distâncias que o separam dos pontos visados.

A direfença de leitura do fio médio ou nivelador, permite achar a distância horizontal procurada. Este instrumento é montado sobre um triper. As leituras precedidas no campo foram feitas em miras mantidas verticalmente sobre estacas especiais. O operador, colocado junto ao instrumento, pode controlar unicamente a inclinação longitudinal, da mira, estabelecendo sinais convencionais com o porta mira, para a oscilação da mesma para um ou outro lado, mudança de estacas, permanência na estaca enquanto se muda o instrumento, a alongamento da mira etc.

O porta-mira deve abrir completamente cada segmento ou parte da mira, até que a mola que afixa esteja engatada sem o que a leitura feita estará errada.

O nível pode ser instalado em qualquer ponto, geralmente fora do aliamento, pois as leituras são feitas na interseção do plano horizontal descrito pelo eixo do nível com a mira verticalizada sempre que possível, o nível deve ser instalado a igual distância dos pontos a nivelar.

A influência da curvatura da terra e a refração atmosférica, causa um erro de abaixamento da linha de visada =  $0,068 D^2$  (Km), que limita o alcante das visadas. Por essa razão as visadas não devem exceder 100 a 150 metros, e também porque os milímetros na mira devem ser bem avaliados. A leitura depende do nível, das condições atmosféricas e do afastamento dos pontos a nivelar.

A exatidão de um nivelamento depende do cuidado com que são feitas as leituras que influem diretamente no fechamento



altimétrico da poligonal, isto é das leituras feitas na primeira visada, após a instalação, para a determinação da altura do instrumento (que não deve ser confundida com a altura do nível), que se chama visada de ré, e na última de mudança.

Todas as leituras foram feitas com aproximação de milímetros, Com o intuito de fixar no campo pontos que correspondam a cotas de um nivelamento, costuma-se cravar, de quilômetros, ao lado do eixo da linha do projeto, em estradas ou poligonal em topografia, estações amarradas as estacas do alimeto e referidas a pontos seguros, de fácil identificação, quando necessário, mesmo decorrida anos.

Essas estações são chamadas, referências de nível e se designam por RN, Os RN são artificiais, de boa madeira de lei, com entalhe especial, para inscrição.

#### Nivelamento Simples

Instalado o nível firme, num ponto M, convenientemente, equidistante dos pontos extremos, cala-se a bôlha de modo que a luneta descreva um plano horizontal em torno do eixo principal do nível.

A altura do instrumento (AI), em nivelamento, é a altura do eixo ótico acima do plano de referência ou datum. Para determiná-la far-se uma leitura inicial num ponto de cota conhecida ou arbitrária. Seja a esse ponto, de cota CA e VA a leitura chamada visada de ré. Assim a cota do plano horizontal de referência para o cálculo de tôdas as outras cotas será.

$$IA = CA + Va$$

A cota do ponto extremo D, equidistante de A, e obtida em função da visada feita em D (Vd), e assim:

$$Cd = AI - Vd$$

Duas importantes, são as regras para nivelar:

19 - A altura do instrumento é igual à soma da visada a ré com a cota do ponto onde a mesma foi lida.

29 - A cota de um ponto, em função da altura do instrumento, é a diferença entre tal altura e a visada a vante lida no mesmo ponto.

Do mesmo modo procede-se para o cálculo das cotas dos pontos intermediários.

O nivelamento simples, que pode ser longitudinal, transversal ou radiante, e a que se faz com apenas uma instalação do nível.

Para achar as diferenças de nível entre quaisquer pontos, subtraem-se as respectivas cotas ou altitudes ou procuram-se as diferentes entre as visadas.

#### Nivelamento Composto

Quando o desnível é superior à altura da mira, isto é quatro metros o nivelamento será composto, exigindo mais de uma estação de nível. Decompõe-se o trecho a nivelar em outros que possam ser nivelados convenientemente.

Instalado o nível num ponto M, por exemplo, é feita uma visada a ré, máxima, no ponto A, início da poligonal a nivelar, e outra a vante, mínima, no ponto B, e assim, sucessivamente, até atingir o alto da rampa. Na contra-rampa as visadas serão contrárias, isto é, mínima a ré, e máxima a vante.

Para evitar erros de diversas naturezas, deve-se instalar o nível, sempre que possível e para maior precisão do nivelamento, o mais próximo dos pontos médios, isto é, em M, N. Também não se deve fazer leituras em distâncias inferiores a 0,50m e mesmo 1m em dia de sol e horas de forte irradiação e de movimento do ar, em que os raios luminosos próximos ao solo, sofrem tal movimento e oscilam de tal modo, que as leituras se tornam imprecisas, havendo ocasiões, como ao meio-dia, e a grandes distâncias, em que elas não podem ser feitas.

De posse dos dados no escritório, passamos para o cálculo da caderneta, calculamos os vantes e comparamos com as cotas do projetos caso haja, um erro de  $\pm 3\%$ , estará dentro da faixa caso contrário, se manda que sejam, rebaixadas ou levantar a camada, para sua liberação.

Damos um exemplo do nivelamento topografico, no quadro 1 a camada de liberação se refere a MS, esse foi um dos trechos pelo qual o estagiário participou, entre os 5Km nivelados com a sua participação.

DESMATAMENTO

A consultoria (comprol) coube a total execução e controle dos serviços topográficos tais como, locação do eixo do traçado, nivelamento e seccionamento transversal, bem como a marcação dos "off -set" e seu respectivo nivelamento e a emissão das notas de serviço referente as obras de arte correntes.

Feito a locação do eixo, procederam a limpeza da faixa com remoção, nas áreas destinadas à implantação da estrada, das obstruções naturais ou artificiais existente, tais como toda a vegetação, tocos raízes, estulhos, matações e outros obstáculos porventura encontrados, o desmatamento compreende o corte e a remoção da toda a vegetação, qualquer que seja.

O destocamento consiste na retirada de tocos e raízes, operação que pode ser difícil e demorada quando as raízes são profundas ou se agarram em matacoes.

A limpeza da faixa compreendeu, ainda a remoção da camada de terra vegetal (solo orgânico) que possui úmidos, detritos vegetais e raízes que a tornam inaproveitável nos aterros, pela sua elasticidade e compressibilidade.

As operações de desmatamento, destocamento e limpeza foram executados mediante a utilização de tratores de esteira de grande potência, complementadas com o emprego de serviços manuais e explosivos.

O material resultante da limpeza (estulho), foi colocado em local que não perturbasse o andamento dos trabalhos.

A prática indica que o volume de "entulho" resultante é bastante pequeno se comparado com área que foi desmatada.

Entretanto, a sua destruição imediata pelo fogo, é difícil, porque há muita matéria orgânica ainda verde e a terra vegetal tem teores de umidade.

É preferível esperar algum tempo, para que a matéria vegetal se deteriore e haja perda de umidade do solo, para em seguida proceder-se à queima.

O material retirado não houve aproveitamento por parte da firma construtora.

#### EXERCUÇÃO

O desmatamento compreendeu o corte e a remoção de toda a vegetação, de densidade variada.

O destocamento e limpeza compreenderam as operações de escavações e remoção total dos tocos e a remoção da camada de solo orgânica, na profundidade indicada pela fiscalização.

#### MEDIÇÃO

A medição dos desmatamento, destocamento e a limpeza dos caminho de serviço, como também, das jazidas são feitas em metros quadrados.

E pagos de acordo com o preço unitário especificado pelo DER.

#### CAMINHOS DE SERVIÇO

Caminhos de serviço são vias construídas para permitir o transito de equipamento e veículos em operação, com as finalidade de interligar cortes e aterros, assegurar acesso ao canteiro de serviço, empestimos, jazidas, obras de arte, fontes de abastecimento de água e instalações industriais previstas no canteiro da obra.

#### EQUIPAMENTOS

A implantação dos caminhos de serviço, como também

desmatamento de jazida são executados utilizados por equipamento adequado, ou seja, trator de esteira, a par do emprego acesso rios de serviços manuais e de explosivos.

#### DESMATAMENTO DO EMPESTIMOS LATERAIS

Este processo, consiste na medição do desmatamento de saibreiras, dentro da faixa de domínio.

As saibreiras existente no projeto ou as que foram descobertas após o andamento da obra, só serão desmatada, quando são feitos os ensaios, para verificar se está de acordo com o do projeto. As saibreiras são geralmente negociadas com a fir ma construtora, em torca de barragens, feitas na propriedade.

Existindo a venda da saibreira por parte do pro prietario, a firma desmata, e a fiscalização comparece para a medição, deste desmatamento, pois neste caso já se tem conheci mento do volume da saibreira, e a qualidade do material.

No período de 13/07/81 à 13/08/81 foram medidos  $131.206m^2$ , de desmatamento, que serão pagos pelo DER. As medi ções destes desmatamento são após a limpeza das saibreiras quando da retirada do mato, turfas, arbustos e material orgânicos existentes na sua superfície. Relacionamos algumas medições de desmatamento em que participamos.

**DIAMANTE, 20/07/71**

Medição de Desmatamento em Saibreira.

Empestimo Lateral - Estaca - 340 a 346 LE.

Comprimento = 203m

Largura = 71m

$$S = 14.413m^2.$$

Empestimo Lateral - Estaca - 370 - LE.

Comprimento = 88m

Largura = 60m

$$S = 88 \times 60 = 5.280m^2$$

Empestimo Lateral - Estaca - 382 - LE.

Comprimento = 240m       $S = 240 \times 36 = 8.640m^2$

Largura = 36m

Empestimo Lateral - Estaca - 373 - LD.

Comprimento = 74m

$S = 74 \times 43 = 3.182m^2$

Largura = 43m

Empestimo Lateral - Estaca - 165 a 167 - LD.

Comprimento = 60m

$S = 60 \times 45 = 2.700m^2$

Largura = 45m

Empestimo Lateral - Estaca - 314 - LE.

Comprimento = 255m

$S = 255 \times 120 = 30.600m^2$

Largura = 120m

Área total =  $64.815m^2$

IMPOLAMENTO DOS SOLOS

Um fenômeno característico dos solos, que tem importância na terraplenagem, é o empolamento ou expansão volumétrica.

Na PBT - '361, trecho: Itaporanga Diamante, realizou-se ensaios para verificação de empolamento ou expansão volumétrica.

Vimos que quando se escavava o terreno, a terra que se encontrava num certo estado de compactação natural, proveniente do seu próprio processo de formação, experimentava uma expansão volumétrica que chegava a ser considerável em certos casos.

Depois de feita a escavação, a terra assume, portanto, volume solto ( $V_s$ ) maior do que aquele em que se encontrava em seu estado natural ( $V_n$ ) e, conseqüentemente, com um peso específico solto ( $V_s$ ) correspondente ao material solto, obviamente menor do que o peso específico natural ( $V_n$ ).

Assim temos  $V_s$  pois,  $V_n$

Chama-se fator de empolamento ( ) à relação:

mas, 
$$= \frac{P}{V_s}, \text{ pela definição de específico. } \frac{P}{n}$$

Temos 
$$= \frac{\frac{P}{V_s}}{\frac{P}{V_n}} = \frac{V_n}{V_s} \quad V_n = V_s$$

Como a terraplenagem, em geral, é pago pelo volume medido no corte e, portanto, com o peso natural convem, sempre, referir-se o volume a seu estado natural, ou seja, no corte ( $V_c$ ).

$$V_c = V_s$$



Chama-se porcentagem de espolamento (f) a relação  
 $f(\%) = (1/ - 1) \times 100$

Os solos naturais apresentam expansões volumétricas diferentes, gerando diversos valores de " " e "f" de modo ge ral, quanto maior a porcentagem de finos (argila e silte), maior será essa expansão. Ao contrario, os solos arenosos, com peque nas porcentagens de finos, sofrem pequeno empolamento, como mos tra a tabela abaixo.

Tabela

|                        | f(%) |      |
|------------------------|------|------|
| Solos argilosos        | 40   | 0,71 |
| Terra comum seus solos |      |      |
| Argilo-siltesa c/areia | 25   | 0,80 |
| Terra comum úmida      | 25   | 0,80 |
| Solo arenoso seco      | 12   | 0,89 |

Mostramos as fichas dos ensaios, de empolamento ou seja ensaios de compactação, C.B.R. Granulometria, e explicamos com os minimos de detalhes o limite de liquidez, os demais estão detalhados em outra parte, por isso indicamos os índices.

Compactação - V.2

C.B.R. - V.3

Granulometria - V.4

LIMITE DE LIQUIDEZ

FINALIDADE

Consiste em se determinar a plasticidade de um solo, o limite de liquidez, limite de plasticidade, e o índice de consistência, usando o método de Casa Grande.

TEÓRIA

As propriedades plásticas de um solo dependem do teor de umidade, além da forma das partículas e da sua composição química e mineralógica. Além de ser uma propriedade que consiste na maior ou menor capacidade de serem eles moldados, sob certas condições de umidade, sem variação de volume.

Plasticidade - É a propriedade que certos solos possuem de sofrer deformações sem alterarem seu volume, e sem sofrerem futura (fissura) sob certas condições de umidade.

Limite de Liquidez - É a umidade na qual são necessários 25 golpes em um aparelho padronizado para fechar uma ranhura também padronizada em uma porção de solo.

Limite de Contração - É o teor de umidade e partir do qual um solo continua a perder peso sem alterar seu volume (sem apresentar contração).

Limite de plasticidade - É determinado pelo cálculo da porcentagem de umidade para o qual o solo começa a se fraturar quando se tenta moldar, com ele um cilindro de 3mm de diâmetro e cerca de 10cm de comprimento.

Índice de Plasticidade - É a diferença entre os limites de liquidez e de plasticidade.

## MATERIAL UTILIZADO

- |                                |                    |
|--------------------------------|--------------------|
| a - Peneira nº 40              | e - Cápsula        |
| b - Amostra de solo            | f - Espátula       |
| c - Placa de vidro esmerilhada | g - Água destilada |
| d - Estufa                     | h - Aparelhagem    |

## PROCEDIMENTO

Faz-se um peneiramento de uma amostra de argila, passando na peneira nº 40, separa-se uma quantidade de 70g.

Coloca-se este solo numa cápsula de porcelana, e adiciona-se uma certa quantidade de água destilada no solo para se obter uma massa plastica. Adiciona-se água aos poucos e mistura-se continuamente com espátula até a homogeneização da massa.

Coloca-se uma parte na concha do aparelho, moldando-se a massa de tal maneira que na parte central sua espessura seja aproximadamente 1cm.

Com o cinzel argiloso, divide-se a massa do solo em duas partes, abrindo uma fenda no centro, normal à articulação da concha, neste exato momento começamos a golpear a razão de duas voltas por segundo, até as bordas interiores da massa se reunirem no comprimento de 1cm, anotamos o nº de golpes.

Retiramos pequena quantidade deste solo, e colocamos na cápsula e levamos para a estufa, repetimos, por mais 3 vezes o mesmo procedimento.

## LIMITE DE PLASTICIDADE

Peneiramos uma amostra de solo de 50g, colocamos água destilada, até fazermos uma bola plastica, e rolamos sobre a placa de vidro com pressões suficientes da mão até lhe dar a

forma cilíndrica, quando este atinge o diâmetro de 3mm, verificamos com o cilindro de comparação, se não houve fragmentação, amassa-se o material e repetimos como anteriormente. Continua-se a operação até que o cilindro se fragmente por perda de umidade, colocamos numa cápsula e levamos para a estufa.

Repetimos por mais 4 (quatro) vezes este procedimento.

### CONCLUSÃO

Determinamos os índices físicos, como sejam limite de liquidez, limite de plasticidade. Levamos estes valores para sua devida comparação em tabelas, e chamamos a conclusão que o solo, quanto a plasticidade é mediamente plástica.

CORTES

Cortes são segmentos de rodovia, cuja implantação requer escavação do material constituinte do trecho natural, ao longo do eixo e no interior dos limites das seções do projetos "off-sets", que definem o corpo estradal.

As operações de corte compreenderam

- a - Escavação dos materiais constituintes do terreno natural até o greide da terraplenagem no projeto.
- b - Escavação em alguns casos, dos materiais constituintes do terreno natural, em espessuras abaixo do greide da terraplenagem iguais a 30cm, onde existia rochas em decomposição, ou a 60cm, quando se tratava de solos de elevada expansão, baixa capacidade de suporte ou solos orgânicos, conforme indicação do projeto, complementadas por observações da fiscalização durante a execução dos serviços.
- c - Transporte dos materiais escavados para aterro ou bota-fora
- d - Retirada das camadas da má qualidade visando preparo das fundações de aterro.

MATERIAIS

Os materiais ocorrentes nos cortes são classificados em conformidade com as seguintes definições.

- I - Material de 1ª categoria

No caso da PBT - 361, os materiais de 1.<sup>a</sup> categoria usados, são solos em geral, residual ou sedimentar, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 0,15 metros, com variado teor de umidade.

## II - Material de 2.<sup>a</sup> categoria

Aqui na PBT - 361, onde realizou-se meu estágio, o material de 2.<sup>a</sup> categoria foi classificado como sendo, os materiais com resistência ao desmonte mecânico inferior a da rocha não alterada cijas, extração foi feita por equipamento de escarificações, e em certos casos a extração foi feita através de explosivos. Nesta classificação estão incluídos os blocos de rochas, de volume inferior a  $2m^3$  e os matações ou pedras de diâmetro médio compreendido entre 0,15m e 1,0m.

## III - Material de 3.<sup>a</sup> categoria

Verificamos que estes materiais eram resistentes ao desmonte mecânico equivalente a da rocha não alterada e blocos de rochas com diâmetro médio superior a  $1,00m^3$ , ou com volume igual ou superior a  $2m^3$ , cuja extração e redução a fim de possibilitar o carregamento, se processou somente com o emprêgo contínuo de explosivos.

O corpo dos aterros foi executado com materiais com C.B.R. igual ou maior que 5; assim sendo, os solos dos cortes apresentando C.B.R. inferior a 5, constitui bota-fora.

Os cortes rebaixados foram reaterrado com material selecionado.

Mostramos as fichas em que participamos, os procedimentos dos ensaios estão explicados com mais detalhes nos índices indicados.

Compactação - V.2

C.B.R. - V.3

Granulometria - V.4

Limite de Liquidez - VIII.3A

### GRAU DE COMPACTAÇÃO

O processo expedido mais comumente empregado é o do aparelho "SPEEDY MOUISTURE" que por ser muito difundido dispensa maiores esclarecimentos.

Todavia, o citado aparelho que, em última análise indica a pressão do gás acetileno produzido na reação química da umidade do solo como o carboreto de cálcio, necessita de frequentes aferições, para que os resultados sejam afetados pela sua sensibilidade. Por isso, é conveniente a feitura periódica de um ensaio em estufa, a 110°C, para determinação corrente da umidade da amostra e comparando-se com os resultados de "SPEEDY".

A determinação do grau de compactação "G", obtido no campo, demanda a determinação da massa específica aparente "In Situ".

#### MÉTODO DA AREIA

Executa-se um furo de 10cm de diâmetro por 20cm de altura, retirando-se cuidadosamente a terra, e determina-se o peso "P" úmido do material que ocupava o volume "V" do furo, que não se conhece. Para o cálculo da massa específica  $\gamma$ , resta a determinação deste volume "V". Basta colocar areia num furo, observada no frasco com areia, dividido pela massa específica ( $\gamma_A$ ), fornece o volume "V" procurado.

Emprego de critério estatísticos para o controle da compactação de aterro.

Na execução dos aterros da estrada, frequentemente a fiscalização se depara com o problema da aceitação ou não dos serviços executados, tendo em vista que os resultados obtidos na amostragem podem ser ou não uniformes, havendo alguns ensaios em que o grau de compactação não foi atingido, enquanto que a maior parte se revelou satisfatória.

MATERIAL SELECIONADO.

O material selecionado, constitui a última camada da terraplenagem, servindo de suporte para pavimentação, sendo executada com os materiais dos empastos laterais, que são encontrados no projeto da PBT - 361.

O C.B.R. do material tem que ser maior ou igual a 10, na execução aplicou-se as camadas de 0,20m, podendo variar de  $\pm 0,03m$ .

O estagiário participou do estudo, das saibreiras do MS, e quando da sua execução no trecho.

No ensaio de compactação foram determinados, uma densidade máxima de  $1980Kg/m^3$ , com uma umidade ótima  $H_{ot} = 10,8$ . O ensaio de C.B.R. foi igual a 11%, além do solo apresentar características arenosa, não existe plasticidade, não sendo obrigatório quanto a granulometria por peneiramento a se enquadrar na faixa do DER, como o exemplo mostrado.

Todos estes ensaios estão explicados com mais detalhes nos índices indicados.

Compactação - V.2

Granulometria - V.4

Límite de Liquidez - VIII.3A

Um critério elementar seria adotar-se a média aritmética dos resultados dos ensaios, a qual deverá alcançar o grau de compactação desejado, desde que individualmente um valor mínimo seja atingido.

Por outro lado, pode-se aplicar a análise estatística elementar, desde que haja um número suficiente de amostra "N".

As massas específicas "In situ" determinada pelos ensaios ( $X_i$ ) podem ser colocadas em ordem crescente.

Poderemos determinar a média aritmética.

$$X = \frac{\sum X_i}{N}$$



### PROCESSO DE COMPACTAÇÃO

Há quatro formas de transferência de energia para o aterro:

- Compactação
- Amassamento
- Vibração

A compressão consiste na aplicação de uma força (pressão) vertical, oriunda de elevado peso próprio do equipamento, obtendo-se a compactação pelos esforços de compressão gerados na massa superficial do solo.

O amassamento é o processo que combina a força vertical com uma componente horizontal, oriundas de efeitos dinâmicos do movimento do equipamento ou do eixo oscilantes, A resultante das duas forças conjugadas provoca um adensamento mais rápido, com menor número de passadas.

A vibração consiste numa força vertical aplicada de maneira repetida, com frequências elevadas, superiores a 500 golpes por minuto. Isto significa que à força vertical se soma uma aceleração produzida por uma massa excêntrica que gira com determinada frequência.

O impacto resulta de uma ação semelhante à da vibração, diferenciando-se, apenas, pela baixa frequência da aplicação do golpes, (menos do que 500 golpes por minuto).

A cada processo correspondem equipamentos apropriados à compactação, utilizando-se as diversas formas de transferência de energia.

A compressão é obtida pelos rolos compressores de rodas metálicas, dotadas de grande peso próprio, cuja superfície

de contato é bastante pequena, gerando-se por consequência, pressões de contato elevadas que produzem o adensamento.

Entretanto, as pressões elevadas são obtidas apenas no fim da operação de compactação. De início, como o solo apresenta baixa capacidade de suporte, há um afundamento pronunciado das rodas metálicas e o aumento da superfície de contato, reduzindo sensivelmente as pressões, como o decorrer do processo o afundamento diminui, aumentando a pressão.

Disso resulta a aplicação de pressão elevadas no topo da camada e de pressões baixas nas camadas mais profundas, resultando na falta de homogeneidade do processo de adensamento e na pequena altura da camada atingida. Por essa razão é desaconselhável a compactação de solos com esse tipo de equipamento. Ele é aplicável com sucesso no adensamento de camada granulares (macadame hidráulico, etc).

A compactação por amassamento é obtida pelos rolos pneumáticos com rodas oscilantes ou pelos rolos pê-de-carneiro, especialmente os autopropelidos em que a tração se faz através do tambor e nos quais se faz presente a conjugação dos esforços verticais e horizontais.

O adensamento por vibração é obtido com os rolos vibratórios dos mais diversos tipos, trabalhando na faixa de frequência de 900 a 2000 golpes por minuto e com determinada amplitude de oscilação. O maior rendimento de compactação se obtém quando a vibração do rolo entra em ressonância com a oscilação do material constituinte do aterro e a frequência utilizada é dita frequência de ressonância.

A compactação por impacto se faz ocasionalmente, quando não se podem utilizar outros equipamentos, empregando-se a energia proveniente da queda do aparelho de uma certa altura como, por exemplo o sapo mecânico.

- X - PAVIMENTAÇÃO
- XI - SUB - BASE
- XII - BASE
- XIII - IMPRIMAÇÃO

### PAVIMENTAÇÃO

É uma estrutura construída após a terraplenagem e destinada:

- Resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais oriundos dos veículos.
- Melhorar as condições de rolamento quanto a comodidade e segurança.
- Resistir aos esforços horizontais que nela atuam, tornando mais durável a superfície de rolamento.

O revestimento destina-se a suportar as cargas de rolamento e proteger a base. A base, por sua vez, tem a função de resistir às cargas aplicadas pelas rodas dos veículos e transmiti-las ao subleito.

A sub-base é uma camada complementar a base.

#### SUB - BASE

A sub-base é um material granular, com espessura de 15cm, com finalidade de receber as cargas transmitidas da base, e transmitir ao subleito.

Feitos os ensaios de compactação, com o material no eixo da rodovia, determinamos que a densidade máxima seja  $\gamma = 2085 \text{Kg/m}^3$ , com uma unidade ótima de  $H_{ot} = 9,5\%$ .

O C.B.R. foi de 41% considerado bom, pois sua variação é entre 12 e 60%, e quanto a sua granulométrica o material, apresentou uma faixa "D", como observamos o mesmo se encontra dentro da faixa estabelecida pelo DER: O material não apresenta limite de plasticidade, é uma das características do mesmo.

Além do equivalente de areia que apresenta, uma boa

média na quantidade de areia da fração argilosa.

Mostramos as fichas em que participamos, os procedimentos dos ensaios estão explicados com mais detalhe nos índices indicados.

Compactação - V.2

C.B.R. - V.3

Granulometria - V.4

EA - XII.1

LL - VIII.3A

- XII -

#### BASE

Foram misturados ao solo 30% de areia, para eliminar sua plasticidade e diminuir o fenômeno da capilaridade, sendo executados com máximo de cuidado, para que todo e qualquer material estranho de natureza orgânica, como raízes, pedaços de madeira e seixo com diâmetro superior a 0,15m, que possa afetar a estabilidade da obra, foram removido, quando da sua homogeneização no eixo da rodovia.

É a ultima camada constituída de solo do pavimento, sendo de boa constituição, depois de executado na PBT - 361 ficou com uma espessura de 0,20m.

O estagiário participou, na execução de mais de 6Km de Base, acompanhando todos os ensaios de laboratórios, e de campo, além do fechamento dos trechos, e sua compactação, e a densidade "In Situ".

O ensaio de compactação, foi feito com 5 camadas e um número de 56 golpes para cada camada, apresentou uma densidade máxima de  $2208\text{Kg/m}^3$ , e uma umidade ótima de  $H_{ot} = 8.8$ .

Determinamos o C.B.R. que foi de 102% constituindo-se um bom suporte.

A granulometria por peneiramento, se enquadrou na faixa "B" sendo considerada ótima. Quanto a equivalente de areia apresentou uma média de geral de 20,52%.

O limite de liquidez, devido ter de se adicionar 30% de areia, não apresentou plasticidade. Quanto a densidade In Situ todos os furos passaram com mais de 100%.

Todas as fichas mostradas tem suas explicações com maiores detalhes nos índices indicados.

Compactação - V.2

C.B.R. - V.3

Granulometria - V.4

Grau de compactação - VIII.4A

LL - VII.3A

EA - XII.1

- XII.1 -

#### EQUIVALENTE DE AREIA

Define-se equivalente de areia como sendo uma relação volumétrica correspondente a razão entre a altura do nível superior da areia (h1) e a altura do nível superior da suspensão argilosa (h2) de um determinada quantidade de solo ou então de agregado úmido, colocados numa proveta.

O equivalente de areia indica, nas condições previstas no ensaio, a pureza de um determinado material, em relação a fração argila.

#### Preparação de reagentes e soluções

Para a realização do ensaio é necessário o preparo de uma solução concentrada e uma de trabalho como abaixo descrito

to:

a - Solução concentrada - Para se obterem 5L de solução concentrada, deve ser preparado o seguinte.

- 1 - 557g de cloreto de cálcio anidro:
- 2 - 25log (2010ml) de glicerina U.S.P.
- 3 - 57,5g (55ml) de solução de formaldeído a 40% volume.

Dissolve-se o cloreto de cálcio anidro em 2L de água, agitando-se energicamente. Após o esfriamento da solução, esta deve ser filtrada através de papel whatman nº 12 ou equivalente, para em seguida adicionar-se a glicerina e a solução de formaldeído, misturando-se água limpa corrente ou então destilada até completar 5L de solução.

b - Solução de trabalho - Preparam-se 5L, dissolvendo-se 125ml de solução concentrada em água destilada ou água corrente limpa, misturando-se intimamente.

#### Material utilizado

- a - 3 provetas graduadas
- b - Funil
- c - Penéira nº 4 (4,8mm)
- d - Tubo lavador de cobre
- e - Solo 110g (passando na peneira nº 4)
- f - Garrafão capacidade 5L
- g - Pistão constituído por uma haste metálica (1Kg)
- h - Cuba padronizada - V = 88 ml.
- i - Solução de trabalho

#### Procedimento

Sifonizamos a solução de trabalho para a proveta até atingir o traço de referência a 10 cm da base: transferimos para proveta, com auxílio do funil, o conteúdo de um recipiente de medida cheio de amostra preparada e rasado a superfície, o conteúdo do recipiente correspondente a cerca de 110g do material solto, Bate-se o fundo da proveta firmemente com a palma da mão varias vezes, a fim de deslocar as bolhas de ar e ajudar a molhar a mostra. Deixa-se a seguir, a proveta em repouso durante 10 mim.

Após o período de 10mim, tapa-se a proveta com a rolha de borracha e agita-se a mesma vigorosamente, num movimento alterado, horizontalmente. Executam-se 90 ciclos em aproximadamente 30 segundos, com um deslocamento de cerca de 20cm. Cada ciclo compreende um movimento de vaivém.

Retira-se a rolha e introduz-se o tubo lavador, lavam-se as paredes rapidamente e imediatamente insere-se o tubo até o fundo da proveta. Agitamos levemente com o tubo lavador a camada de areia para levantar o material argiloso eventualmente existente. Esta operação deve ser acompanhada de leve giro da proveta, suspende-se o tubo lavador lentamente sem parar o escoamento e de tal modo que o nível se mantenha aproximadamente constante.

Deixamos em repouso durante 20 mim sem perturbação, após decorrido este tempo introduzimos cuidadosamente o pistão na proveta até assentar completamente na areia.

Giramos a haste ligeiramente, sem empurrá-la para baixo, até que um dos parafusos de ajustagem torna-se visível. Nesta posição, deslocamos o disco que corre na haste até que ele assente na boca da proveta, fixamos a haste, por meio de um parafuso nele existente.

Determinamos o nível do centro de um dos parafuso nele existente.



Determinamos o nível do centro de um dos parafusos de ajustagem e adotamos como leitura correspondente ao nível superior da areia.

### CÁLCULOS

$$EA = \frac{h_1}{h_2} \times 100$$

Para o 1º ponto

$$h_1 = 32,8 \text{ cm}$$

$$h_2 = 6,4 \text{ cm}$$

$$EA = \frac{32,8}{6,4} \times 100 = 19,5\%$$

Para o 2º ponto

$$h_1 = 36 \text{ cm}$$

$$h_2 = 6,4 \text{ cm}$$

$$EA = \frac{36}{6,4} \times 100 = 17,8\%$$

Para o 3º Ponto

$$h_1 = 34,6 \text{ cm}$$

$$h_2 = 6,0 \text{ cm}$$

$$EA = \frac{34,6}{6,0} \times 100 = 17,3\%$$

$$\overline{EA} = \frac{19,3 + 17,8 + 17,3}{3} = 18,20\%$$

$$\overline{EA} = 18,20\%$$

### CONCLUSÃO

Para uma areia pura  $EA = 100\%$ , decrescendo o seu valor à medida que aumente o teor de impureza ou de finos. Para as argilas,  $EA$  é praticamente nulo.

Podemos dizer que através do ensaio de limite de liquidez, que este solo é arenoso.

XIII - IMPRIMAÇÃO

XIV - DRENAGEM

XV - ESTUDOS DE ESTRADAS VICINAIS

## IMPRIMAÇÃO

### FINALIDADES

- a - Aumentar a coessão da superfície da base, pela penetração do material betuminoso empregado.
- b - Promover condições de aderência entre a base e o revestimento.
- c - Impermeabilidade a base defendendo-a da água que passa atravessar a camada de revestimento.

Antes do início das operações do tratamento superficial, a superfície da base foi perfeitamente nivelada, com a eliminação de depressões, defeitos e irregularidades, e a seguir imprimida. Após a cura da imprimação, procedeu a uma cuidadosa varredura da pista, eliminando todas as partículas de pó.

Foi aplicado de duas vezes, uma vez em cada faixa, aplicação doi realizada com um máximo de cuidado, afim assegurar uma boa junção entre as duas aplicações adjacentes, como nos 300m que foram imprimido não havia desvio, o ligante betuminoso foi aplicado com pó de brita, para funcionamento do trafêgo.

Antes do início dos serviços foram feitas descargas de 15 a 30 segundos, para que se possa controlar a uniformidade de distribuição. Estas descargas foram deitas fora da pista.

É importante o controle de uniformidade de aplicação do ligante, que depende muito dos bicos da barra distribuidora, que estavam completamente limpos. A altura da barra é um fator importante na uniformidade do betume.

Mostramos alguns dados referentes ao carro empregado no tratamento:

O tanque possui um isolamento térmico de lã de vi

dro com 2cm de espessura, possui condutos, termômetros, anteparo de circulação, porta de visita e tubo de ladrão.

Autogeradores, com câmara de vaporização, permitindo injetar combustível na bomba de recalque e na tubulação de recalque, para lavagem.

Sistema de circulação: Possui uma bomba (378g/mm) cuja função é:

- 1 - Encher o tanque
- 2 - Circular o material na barra espargidora e tanque
- 3 - Espalhar o material através da barra espargidora e espalhar manual.
- 4 - Bombear o material do tanque para o recipiente de armazenamento.

#### Barra distribuidora

Com 24" de comprimento, tem bicos espargidores com válvulas manuais e distantes entre se 4". É composta de seções intercambiáveis de 6 a 24".

Espalhador de agregado autopropulsor: O empregado foi o da marca ERICA, fabricação nacional, é uma caixa montada sobre a traseira do caminhão ou rebocado por este. Possui uma largura de 2,40m, é fabricado com chapas soldadas eletricamente possuindo plantaformas para que o operador possa comandar a abertura e fechamento da comporta, que regula a espessura da distribuição do agregado.

OBRAS D' ARTES

Situação das obras construídas:

As obras construídas na rodovia PBT - 361, entre Itaporanga e Diamante compreendem:

- a - Obras antigas, da rodovia existente
- b - Obras novas executadas, apenas em tubosões e bueiros de placa.

As obras de arte especiais tiveram condições de aproveitamento, não houve deslocamento do traçado, apresentando um bom estado de conservação, e um bom dimensionamento.

Orientação adotada no projeto das obras de arte para a elaboração dos projetos das obras de arte, foi adotado a seguinte orientação.

- a - Obras de arte correntes
- b - Bueiros tubulares de concreto

Adotados bueiros tubulares de concreto armado com 1m de diâmetro, simples, triplo. Essa obra, atende a maior parte das bacias menores e tem a vantagem de permitir, a construção, a curto prazo dada a facilidade de montagem.

Foram vistos a execução das pontes de ala, e o procedimento para o uso do gigante, mostramos em detalhe um bueiro.

DRENAGEM PROFUNDA

critério que presidui a escolha dos locais a serem drenagem foi basicamente o seguinte:

Todos os cortes que apresentassem na sondagem rea

lizada no pé do talude, água ou umidade excessiva, todos os cor  
tes em rocha são alterada.

O dreno subterrâneo, foi usado tubo poroso de con  
creto de cimento portland.

Como material de envolvimento do tubo, foi empre  
gado o recomendado nas especificações para drenagem subterânea.

Para permitir uma drenagem através da sub-base, da  
água que venha a se infiltra pelo revestimento.

ESTUDOS DE OBRAS VICINAIS

No escritório do DER Diamante, foram elaborados varios projetos de rodovias Vicinais no Suldoeste paraibano, o esragiário participou de varios dos projetos, escolheu um trecho, de um dos projetos, da PB - 374 - IBIARA - SANTANA DE MANGUEIRA:

Com os dados de campo lançamos o terreno natural e o greide, na escala de 1: 2000, para o desenvolvimento horizontal, e 1: 200 para o desenvolvimento vertical.

No perfil são indicados o eixo longitudinal do terreno e o greide de terraplenagem lançado, com cotas, obras de arte, extensões dos trechos em curvas e em tangente e o valor das rampas, que são no máximo de 14%.

O cálculo dos elementos geométricos do projeto são efetuados em computadores eletrônico. Para êsse fim, foram transferidos para cartões perfurados os informes dos serviços topograficos e o do greide lançados.

No trecho escolhido consta de um bueiro, e uma ponte, este bueiro foi dimensionado de acordo com a área lateral dependendo desta área, se dimensiona os bueiros em geral. A ponte do riacho de Santana, que foi dimensionado conhecendo-se a máxima enchente na estaca, colocamos lm a mais na altura, e determinamos o vão da ponte. Quando da sua execução será feito novo estudo, para se verificar ou não se há modificações.

BIBLIOGRAFIA

- I - Manual Práticos de Escavação  
Hélio de Souza Ricardo  
Guilherme Catalani
- II - Pavimentação - Volume I - 3ª edição  
Cyro Nogueira Baptista
- III - Mecânicas dos Solos - Volume I - II  
Homero Pinto Caputo
- IV - Manual do Engenheiro - Globo - Volume IV  
Milton Vargas  
Eládio Petrucci  
Sadi Castro  
Eurico Neves
- V - Concreto de Cimento Portland. - Volume I - 6ª edição  
Eladio G. R. Petrucci
- VI - Caderneta de Campo  
Lélis Espartel  
João Luderitz
- VII - Curso de Estradas - Volume I - 3ª edição  
M. Pacheco de Carvalho





# PROJETO GEOMÉTRICO

①

Rodovia:

Trecho: SUB-TRECHO - 680/730

| Estacas | Alinhamento | Declividade  | Largura da semi-plataforma | Cota da poligonal vertical | Ordenada da parábola de concordância | Superelevação  |      |               | Cotas          |         |               |
|---------|-------------|--------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------------|----------------|------|---------------|----------------|---------|---------------|
|         |             |              |                            |                            |                                      | Bordo esquerdo | Eixo | Bordo direito | Bordo esquerdo | Eixo    | Bordo direito |
| 680     | PIV         |              | 5,10                       | 313,00                     |                                      |                |      |               | 312,847        | 313,000 | 312,847       |
| 681     |             |              | "                          | 311,934                    |                                      |                |      |               | 311,781        | 311,934 | 311,781       |
| 682     |             |              | "                          | 310,868                    |                                      |                |      |               | 310,715        | 310,868 | 310,715       |
| 683     |             |              | "                          | 309,802                    |                                      |                |      |               | 309,649        | 309,802 | 309,649       |
| 684     | PCV         | 1            | "                          | 308,736                    | -                                    |                |      |               | 308,583        | 308,736 | 308,583       |
| 685     |             |              | "                          | 307,670                    | 0,133                                |                |      |               | 307,650        | 307,803 | 307,650       |
| 686     | PIV         | $\gamma=80$  | "                          | 306,600                    | 0,533                                |                |      |               | 306,980        | 307,133 | 306,980       |
| 687     |             |              | "                          | 306,600                    | 0,133                                |                |      |               | 306,580        | 306,733 | 306,580       |
| 688     | PTV         |              | "                          | 306,600                    | -                                    |                |      |               | 306,447        | 306,600 | 306,447       |
| 689     |             |              | "                          | 306,600                    |                                      |                |      |               | "              | "       | "             |
| 690     |             |              | "                          | 306,600                    |                                      |                |      |               | "              | "       | "             |
| 691     | PCV         | 0,0%         | "                          | 306,600                    | -                                    |                |      |               | "              | "       | "             |
| 692     |             |              | "                          | 306,600                    | -0,025                               |                |      |               | 306,422        | 306,575 | 306,422       |
| 693     |             |              | "                          | 306,600                    | -0,100                               |                |      |               | 306,347        | 306,500 | 306,347       |
| 694     | PIV         | $\gamma=120$ | "                          | 306,600                    | -0,225                               |                |      |               | 306,222        | 306,375 | 306,222       |
| 695     |             |              | "                          | 306,900                    | -0,100                               |                |      |               | 306,647        | 306,800 | 306,647       |
| 696     |             |              | "                          | 307,200                    | -0,025                               |                |      |               | 307,022        | 307,175 | 307,022       |
| 697     | PTV         |              | "                          | 307,500                    | -                                    |                |      |               | 307,347        | 307,500 | 307,347       |
| 698     |             |              | "                          | 307,800                    |                                      |                |      |               | "              | "       | "             |



# PROJETO GEOMÉTRICO

2

| Rodovia: CONTINUAÇÃO |             | Trecho:      |                            |                            |                                      |                |      |               |                |         |               |
|----------------------|-------------|--------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------------|----------------|------|---------------|----------------|---------|---------------|
| Estacas              | Alinhamento | Declividade  | Largura da semi-plataforma | Cota da poligonal vertical | Ordenada da parábola de concordância | Superelevação  |      |               | Cotas          |         |               |
|                      |             |              |                            |                            |                                      | Bordo esquerdo | Eixo | Bordo direito | Bordo esquerdo | Eixo    | Bordo direito |
| 699                  | PCV         |              | 5,10                       | 308,100                    | -                                    |                |      |               | 307,347        | 307,500 | 307,347       |
| 700                  |             |              | "                          | 308,400                    | -0,037                               |                |      |               | 308,210        | 308,363 | 308,210       |
| 701                  |             |              | "                          | 308,700                    | -0,146                               |                |      |               | 308,401        | 308,554 | 308,401       |
| + 10                 | PIV         | $\gamma=500$ | "                          | 308,800                    | -0,229                               |                |      |               | 308,418        | 308,571 | 308,418       |
| 702                  |             |              | "                          | 308,767                    | -0,146                               |                |      |               | 308,468        | 308,621 | 308,468       |
| 703                  |             |              | "                          | 308,701                    | -0,037                               |                |      |               | 308,511        | 308,664 | 308,511       |
| 704                  | PTV         |              | "                          | 308,635                    | -                                    |                |      |               | 308,482        | 308,635 | 308,482       |
| 705                  |             |              | "                          | 308,569                    |                                      |                |      |               | "              | "       | "             |
| 706                  |             |              | "                          | 308,503                    |                                      |                |      |               | "              | "       | "             |
| 707                  |             |              | "                          | 308,437                    |                                      |                |      |               | "              | "       | "             |
| 708                  |             |              | "                          | 308,371                    |                                      |                |      |               | "              | "       | "             |
| + 10                 | PCV         |              | "                          | 308,338                    | -                                    |                |      |               | "              | "       | "             |
| 709                  |             |              | "                          | 308,305                    | -0,0179                              |                |      |               | 308,134        | 308,287 | 308,134       |
| 710                  |             |              | "                          | 308,239                    | -0,1610                              |                |      |               | 307,925        | 308,078 | 307,925       |
| + 10                 | PIV         | $\gamma=80$  | "                          | 308,200                    | -0,2870                              |                |      |               | 307,760        | 307,913 | 307,760       |
| 711                  |             |              | "                          | 307,880                    | -0,1610                              |                |      |               | 307,566        | 307,719 | 307,566       |
| 712                  |             |              | "                          | 307,240                    | -0,0179                              |                |      |               | 307,069        | 307,222 | 307,069       |
| + 10                 | PTV         |              | "                          | 306,920                    | -                                    |                |      |               | 306,447        | 306,600 | 306,447       |
| 713                  |             |              | "                          | 306,600                    |                                      |                |      |               | "              | "       | "             |



# PROJETO GEOMÉTRICO

3

Rodovia: CONTINUAÇÃO

Trecho:

| Estacas | Alinhamento | Declividade | Largura da semi-plataforma | Cota da poligonal vertical | Ordenada da parábola de concordância | Superelevação  |      |               | Cotas          |         |               |
|---------|-------------|-------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------------|----------------|------|---------------|----------------|---------|---------------|
|         |             |             |                            |                            |                                      | Bordo esquerdo | Eixo | Bordo direito | Bordo esquerdo | Eixo    | Bordo direito |
| +10     | PCV         |             | 5,10                       | 306,280                    | —                                    |                |      |               | 306,447        | 306.600 | 306,447       |
| 714     |             |             |                            | 305,960                    | 0.012                                |                |      |               | 305,819        | 305.972 | 305,819       |
| +10     |             |             |                            | 305,800                    | 0.049                                |                |      |               | 305,696        | 305.849 | 305,696       |
| 715     |             |             |                            | 305,320                    | 0.110                                |                |      |               | 305,277        | 305.430 | 305,277       |
| +10     |             |             |                            | 305,100                    | 0.196                                |                |      |               | 305,143        | 305.296 | 305,143       |
| 716     | PIV         | γ=130       |                            | 304,680                    | 0.306                                |                |      |               | 304,833        | 304.986 | 304,833       |
| +10     |             |             |                            | 304,400                    | 0.514                                |                |      |               | 304,764        | 304.917 | 304,764       |
| 717     |             |             |                            | 304,400                    | 0.440                                |                |      |               | 304,287        | 304.440 | 304,287       |
| +10     |             |             |                            | 304,400                    | 0.306                                |                |      |               | 304,553        | 304.706 | 304,553       |
| 718     |             |             |                            | 304,400                    | 0.196                                |                |      |               | 304,443        | 304.596 | 304,443       |
| +10     |             |             |                            |                            | 0.110                                |                |      |               | 304,357        | 304.510 | 304,357       |
| 719     |             |             |                            |                            | 0.049                                |                |      |               | 304,296        | 304.449 | 304,296       |
| +10     |             |             |                            |                            | 0.012                                |                |      |               | 304,259        | 304.412 | 304,259       |
| 720     | PTV         |             |                            |                            | —                                    |                |      |               | 304,247        | 304.400 | 304,247       |
| 721     |             |             |                            |                            |                                      |                |      |               |                |         |               |
| 722     |             |             |                            |                            |                                      |                |      |               |                |         |               |
| 723     |             |             |                            |                            |                                      |                |      |               |                |         |               |
| 724     |             |             |                            |                            |                                      |                |      |               |                |         |               |
| 725     |             |             |                            |                            |                                      |                |      |               |                |         |               |



# PROJETO GEOMÉTRICO

CONTINUAÇÃO

| Rodovia: |             |             |                            | Trecho:                    |                                      |                |      |               |                |         |               |
|----------|-------------|-------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------------|----------------|------|---------------|----------------|---------|---------------|
| Estacas  | Alinhamento | Declividade | Largura da semi-plataforma | Cota da poligonal vertical | Ordenada da parábola de concordância | Superelevação  |      |               | Cotas          |         |               |
|          |             |             |                            |                            |                                      | Bordo esquerdo | Eixo | Bordo direito | Bordo esquerdo | Eixo    | Bordo direito |
| 726      |             |             |                            | 304,400                    |                                      |                |      | 304,247       | 304,400        | 304,247 |               |
| 727      |             |             |                            |                            |                                      |                |      |               |                |         |               |
| 728      |             |             |                            |                            |                                      |                |      |               |                |         |               |
| 729      |             |             |                            |                            |                                      |                |      |               |                |         |               |
| 730      |             |             |                            |                            |                                      |                |      |               |                |         |               |
|          |             |             |                            |                            |                                      |                |      |               |                |         |               |
|          |             |             |                            |                            |                                      |                |      |               |                |         |               |
|          |             |             |                            |                            |                                      |                |      |               |                |         |               |
|          |             |             |                            |                            |                                      |                |      |               |                |         |               |
|          |             |             |                            |                            |                                      |                |      |               |                |         |               |
|          |             |             |                            |                            |                                      |                |      |               |                |         |               |
|          |             |             |                            |                            |                                      |                |      |               |                |         |               |
|          |             |             |                            |                            |                                      |                |      |               |                |         |               |
|          |             |             |                            |                            |                                      |                |      |               |                |         |               |
|          |             |             |                            |                            |                                      |                |      |               |                |         |               |
|          |             |             |                            |                            |                                      |                |      |               |                |         |               |
|          |             |             |                            |                            |                                      |                |      |               |                |         |               |
|          |             |             |                            |                            |                                      |                |      |               |                |         |               |
|          |             |             |                            |                            |                                      |                |      |               |                |         |               |
|          |             |             |                            |                            |                                      |                |      |               |                |         |               |
|          |             |             |                            |                            |                                      |                |      |               |                |         |               |
|          |             |             |                            |                            |                                      |                |      |               |                |         |               |
|          |             |             |                            |                            |                                      |                |      |               |                |         |               |
|          |             |             |                            |                            |                                      |                |      |               |                |         |               |





# SAMA — S/A DE MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA

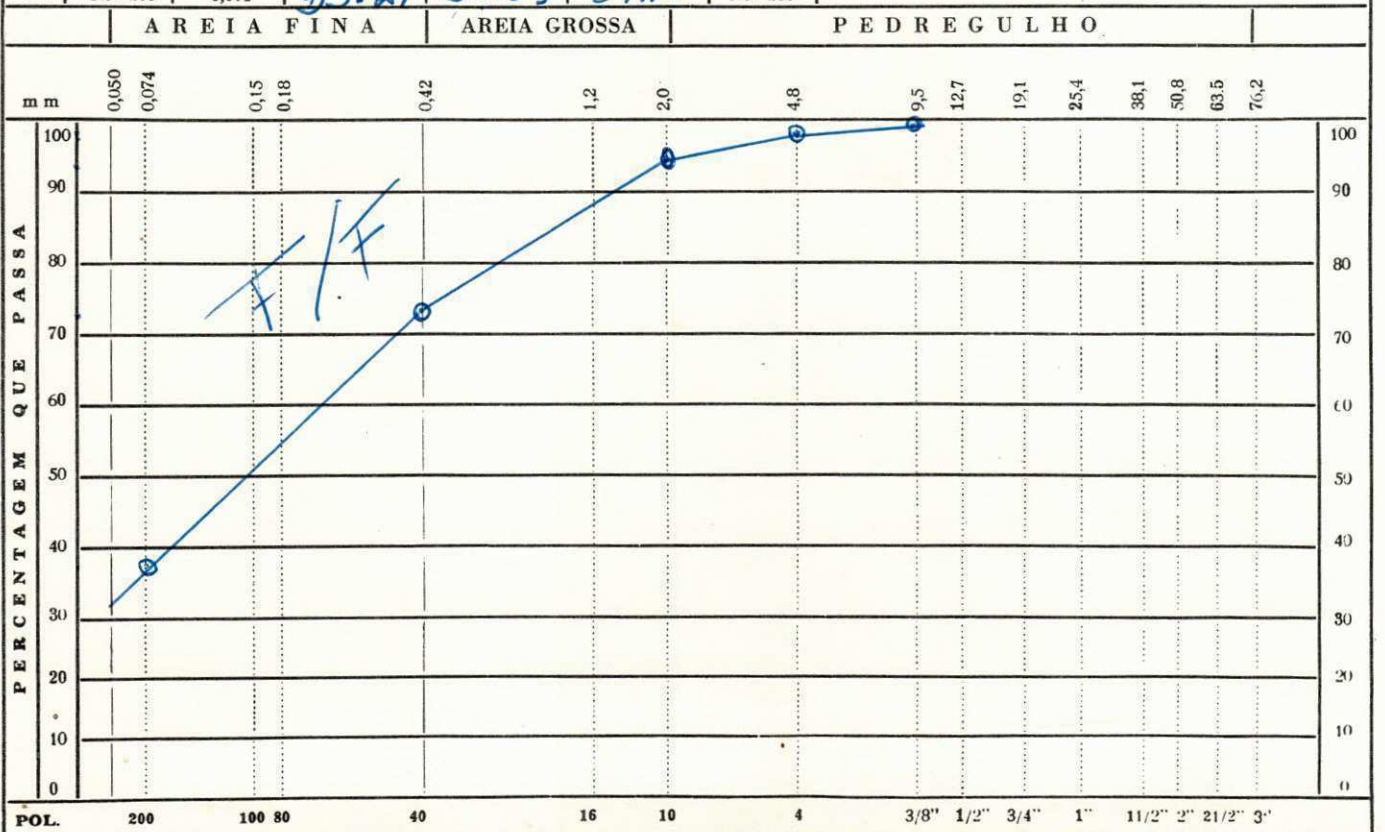
## GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO

|                                 |  |                                |
|---------------------------------|--|--------------------------------|
| RODOVIA<br><i>P BT-361</i>      | TRECHO<br><i>DIAMANTA - CONCEIÇÃO</i>    | REGISTRO<br><i>914/81</i>      |
| PROCEDÊNCIA (SL, JAZ, AT, ETC.) | LOCAL (FURO, EST, LADO)<br><i>Furo 2</i> | PROFUNDIDADE cm<br><i>0-60</i> |
| OPERADOR                        | CALCULISTA                               | LABORATÓRIO<br><i>D.E.K</i>    |
| DATA<br><i>15/7/81</i>          | VISTO                                    |                                |

| UMIDADE           | %            | %            | AMOSTRA                 | TOTAL            | PARCIAL       |
|-------------------|--------------|--------------|-------------------------|------------------|---------------|
| CÁPSULA N.º       | <i>9</i>     |              | CÁPSULA N.º             | <i>40</i>        | <i>39</i>     |
| PESO BRUTO ÚMIDO  | <i>86,61</i> |              | PESO BRUTO ÚMIDO        |                  |               |
| PESO BRUTO SECO   | <i>85,70</i> |              | PESO ÚMIDO              | <i>21.500,00</i> | <i>100,00</i> |
| TARA DA CÁPSULA   | <i>10,95</i> |              | PESO RETIDO NA PEN. 10  |                  |               |
| PESO DA ÁGUA      | <i>0,91</i>  |              | PESO ÚMIDO PASS. PEN 10 |                  |               |
| PESO DO SOLO SECO | <i>74,75</i> |              | PESO SECO PASS. PEN. 10 |                  |               |
| UMIDADE           | <i>1,2</i>   |              | PESO DA AMOSTRA SECA    | <i>1.482,21</i>  | <i>98,81</i>  |
| UMIDADE MÉDIA     | <i>1</i>     | <i>(1,2)</i> |                         |                  |               |

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

| PENEIRAS        |         | PESO RETIDO PARCIAL | PESO QUE PASSA ACUMULADO | % QUE PASSA AM TOTAL | CONSTANTES   |   |  |
|-----------------|---------|---------------------|--------------------------|----------------------|--------------|---|--|
| Pol             | mm      | COL. 1              | COL. 2                   | COL. 3               | Pol.         |   |  |
| AMOSTRA TOTAL   | 3"      |                     |                          |                      | 3"           | $K1 = \frac{100 + \frac{1}{2}}{1500} = \frac{100 + 1,2}{1500} = 0,0675$ |  |
|                 | 2 1/2"  |                     |                          |                      | 2 1/2"       |   |  |
|                 | 2"      |                     |                          |                      | 2"           | $K2 = \frac{4}{98,81} = 0,955$  |  |
|                 | 1 1/2"  |                     |                          |                      | 1 1/2"       |   |  |
|                 | 1"      |                     |                          |                      | 1"           | 2/3 DA N.º 40 _____   |  |
|                 | 3/4"    |                     |                          |                      | 3/4"         | RETIDO EM 2" _____  |  |
|                 | 1/2"    |                     |                          |                      | 1/2"         |   |  |
|                 | 3/8"    |                     | <i>17,00</i>             | <i>1465,21</i>       | <i>98,90</i> | 3/8"  |  |
|                 | N.º 4   |                     | <i>5,50</i>              | <i>1459,71</i>       | <i>98,53</i> | N.º 4   | OBSERVAÇÕES<br><i>EXP. PLATEAU BARROCO</i> |
|                 | N.º 10  |                     | <i>61,00</i>             | <i>1398,71</i>       | <i>94,41</i> | N.º 10  |  |
| AMOSTRA PARCIAL |         | COL. 4              | COL. 5                   | COL. 6               |              |   |  |
|                 | N.º 40  |                     | <i>281,5</i>             | <i>71,66</i>         | <i>73,20</i> | N.º 40  |  |
|                 | N.º 80  |                     |                          |                      |              | N.º 80  |  |
|                 | N.º 200 |                     | <i>35,27</i>             | <i>36,39</i>         | <i>37,17</i> | N.º 200   |  |





# SAMA — S/A DE MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA

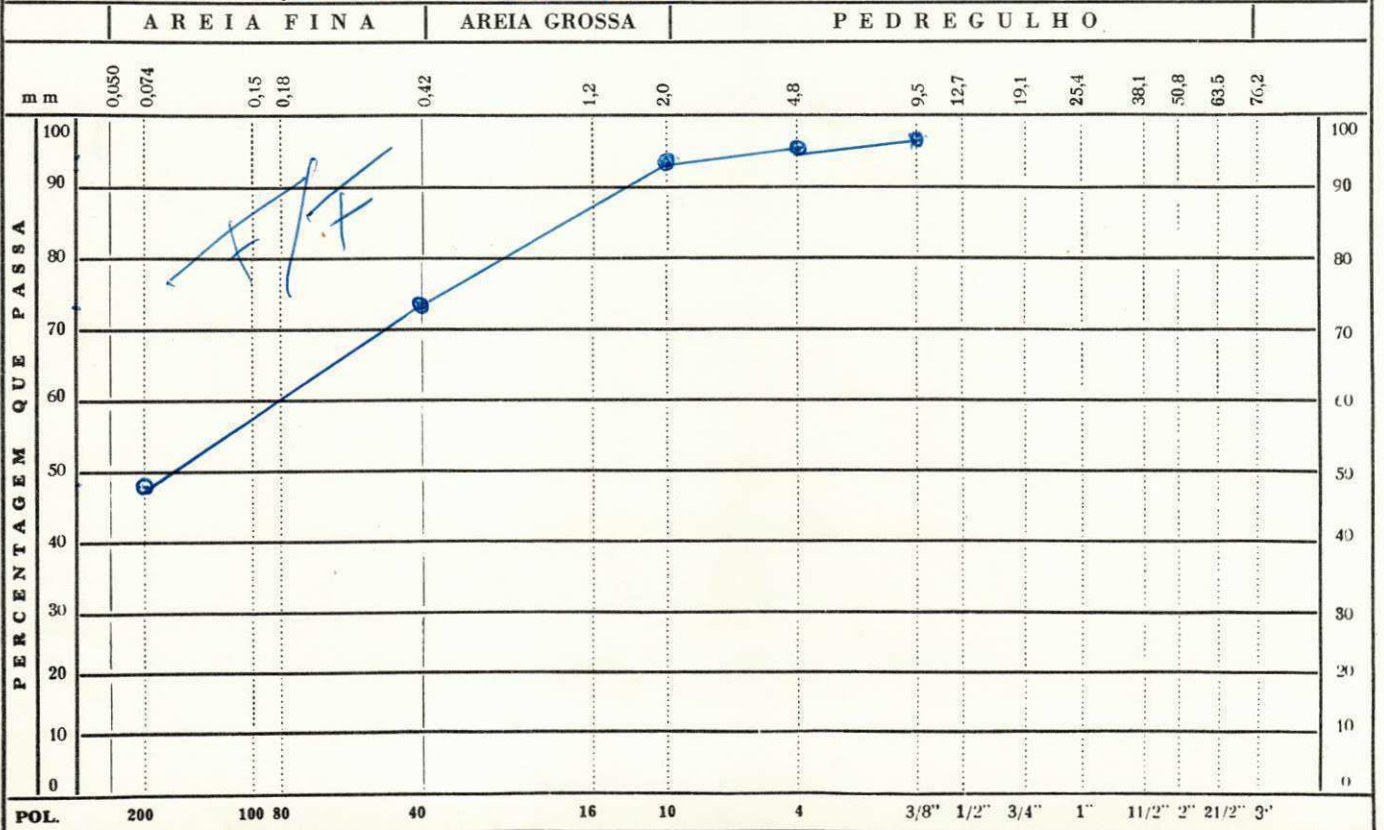
## GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO

|  |   |   |
|--|---|---|
| RODOVIA<br><b>PBT-361</b>                                | TRECHO<br><b>DINAMITE / CONCRETO</b>        | REGISTRO<br><b>916/81</b>                       |
| PROCEDÊNCIA (SL, JAZ, AT, ETC.)<br><b>Emp. MANGUEIRA</b> | LOCAL (FURO, EST, LAÇO)<br><b>FURO - 07</b> | PROFUNDIDADE <small>em m</small><br><b>0,40</b> |
| OPERADOR   | CALCULISTA                                  | LABORATÓRIO                                     |
| DATA<br><b>15/7/81</b>                                   | VISTO                                       | <b>D.E.R.</b>                                   |

| UMIDADE           | %            | % | AMOSTRA                 | TOTAL            | PARCIAL        |
|-------------------|--------------|---|-------------------------|------------------|----------------|
| CÁPSULA N.º       | <b>56</b>    |   | CÁPSULA N.º             | <b>56</b>        | <b>2</b>       |
| PESO BRUTO ÚMIDO  | <b>76,40</b> |   | PESO BRUTO ÚMIDO        |                  |                |
| PESO BRUTO SECO   | <b>74,46</b> |   | PESO ÚMIDO              | <b>21.500,00</b> | <b>100,00</b>  |
| TARA DA CÁPSULA   | <b>9,75</b>  |   | PESO RETIDO NA PEN. 10  |                  |                |
| PESO DA ÁGUA      | <b>1,94</b>  |   | PESO ÚMIDO PASS. PEN 10 |                  |                |
| PESO DO SOLO SECO | <b>64,71</b> |   | PESO SECO PASS. PEN. 10 |                  |                |
| UMIDADE           | <b>3,00</b>  |   | PESO DA AMOSTRA SECA    | <b>1436,31</b>   | <b>3 97,08</b> |
| UMIDADE MÉDIA     | <b>3,00</b>  |   |                         |                  |                |

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

|                 | PENEIRAS |      | PESO RETIDO PARCIAL | PESO QUE PASSA ACUMULADO | % QUE PASSA AM TOTAL |         | CONSTANTES  |        |
|-----------------|----------|------|---------------------|--------------------------|----------------------|---------|---|--------|
|                 | Pol      | mm   |                     |                          |                      |         | COL. 1  | COL. 2 |
| AMOSTRA TOTAL   | 3"       | 76,2 |                     |                          |                      | 3"      | $K1 = \frac{100 + \boxed{1}}{1500} = \frac{100 + 3}{1500} = 0.0687$ |        |
|                 | 2 1/2"   | 63,5 |                     |                          |                      | 2 1/2"  |   |        |
|                 | 2"       | 50,8 |                     |                          |                      | 2"      |   |        |
|                 | 1 1/2"   | 38,1 |                     |                          |                      | 1 1/2"  | $K2 = \frac{\boxed{2}}{\boxed{4}} = \frac{92.33}{97.08} = 0.951$    |        |
|                 | 1"       | 25,4 |                     |                          |                      | 1"      |   |        |
|                 | 3/4"     | 19,1 |                     |                          |                      | 3/4"    |   |        |
|                 | 1/2"     | 12,7 |                     |                          |                      | 1/2"    | 2/3 DA N.º 40 _____   |        |
|                 | 3/8"     | 9,5  | <b>44.50</b>        | <b>1391.81</b>           | <b>95.62</b>         | 3/8"    | RETIDO EM 2" _____  |        |
|                 | N.º 4    | 4,8  | <b>6,70</b>         | <b>1385.11</b>           | <b>95.16</b>         | N.º 4   | OBSERVAÇÕES<br><b>EXP. P/ATERRO - BARRO - GEM</b>                   |        |
|                 | N.º 10   | 2,0  | <b>41.10</b>        | <b>1340.1</b>            | <b>92.33</b>         | N.º 10  |   |        |
| AMOSTRA PARCIAL |          |      | COL. 4              | COL. 5                   | COL. 6               |         |   |        |
|                 | N.º 40   | 0,42 | <b>20.27</b>        | <b>76.81</b>             | <b>73.05</b>         | N.º 40  |   |        |
|                 | N.º 80   | 0,16 |                     |                          |                      | N.º 80  |   |        |
|                 |          |      | <b>25.61</b>        | <b>51.20</b>             | <b>48.69</b>         | N.º 200 |   |        |





# SAMA - SOCIEDADE ANÔNIMA DE MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA

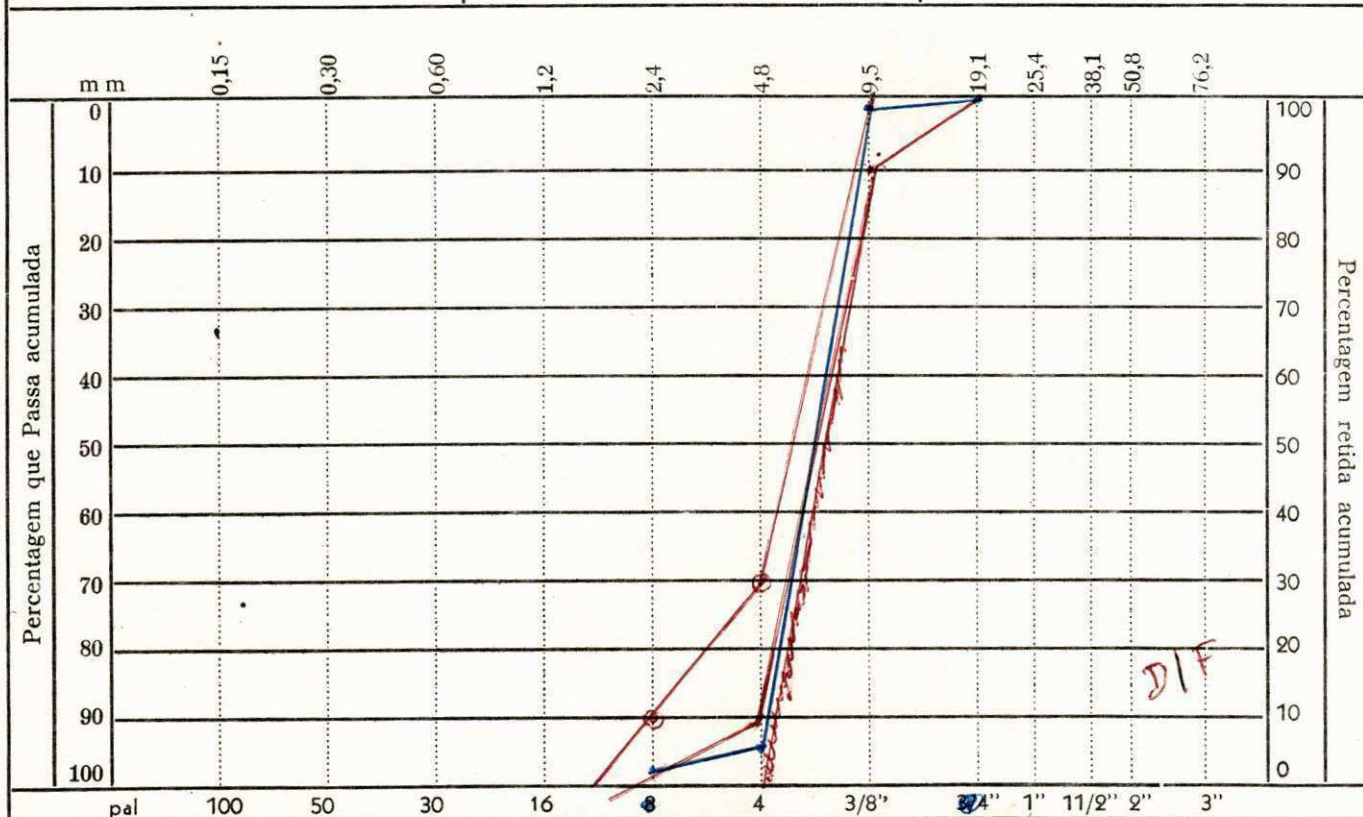
## GRANULOMETRIA DE AGREGADOS

|   |   |                         |
|---|---|-------------------------|
| Rodovia: <b>PBT-361</b>                 | Trecho: <b>IT/DIAMANTE</b>                | Obra:                   |
| Localização: <b>Coleção no Britador</b> | Procedência do Material: <b>2ª Camada</b> | Registro: <b>918/81</b> |
| Laboratório: <b>D.E.R</b>               | Calculista:<br>Visto:                     | Data: <b>16/7/81</b>    |

P e n e i r a m e n t o 2000,00

| Peneiras |         | Peso Retido Gramas | P e r c e n t a g e m e m P e s o |                  |                    |
|----------|---------|--------------------|-----------------------------------|------------------|--------------------|
| m m      | pol     |                    | Retida Parcial                    | Retida Acumulada | Passando Acumulada |
| 76       | 3"      |                    |                                   |                  |                    |
| 50       | 2"      |                    |                                   |                  |                    |
| 38       | 1 1/2"  |                    |                                   |                  |                    |
| 25       | 1" "    |                    |                                   |                  |                    |
| 19       | 1/2"    |                    |                                   |                  | 100,00             |
| 9,5      | 3/8"    | 11,50              | 0,60                              | 0,60             | 99,40              |
| 4,8      | n.º 4   | 186,40             | 9,30                              | 93,60            | 6,40               |
| 2,4      | n.º 10  | 113,50             | 5,70                              | 99,30            | 0,70               |
| 1,2      | n.º 16  |                    |                                   |                  |                    |
| 0,6      | n.º 30  |                    |                                   |                  |                    |
| 0,3      | n.º 50  |                    |                                   |                  |                    |
| 0,15     | n.º 100 |                    |                                   |                  |                    |
| Prato    |         |                    |                                   |                  |                    |
| Totais   |         |                    |                                   |                  |                    |

|                   |                  |                   |
|-------------------|------------------|-------------------|
| Tipo de Agregado: | Diâmetro Máximo: | Módulo de Finura: |
|-------------------|------------------|-------------------|



Observações: 10 4 3/8" 1/2"





# S A M A - SOCIEDADE ANÔNIMA DE MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA

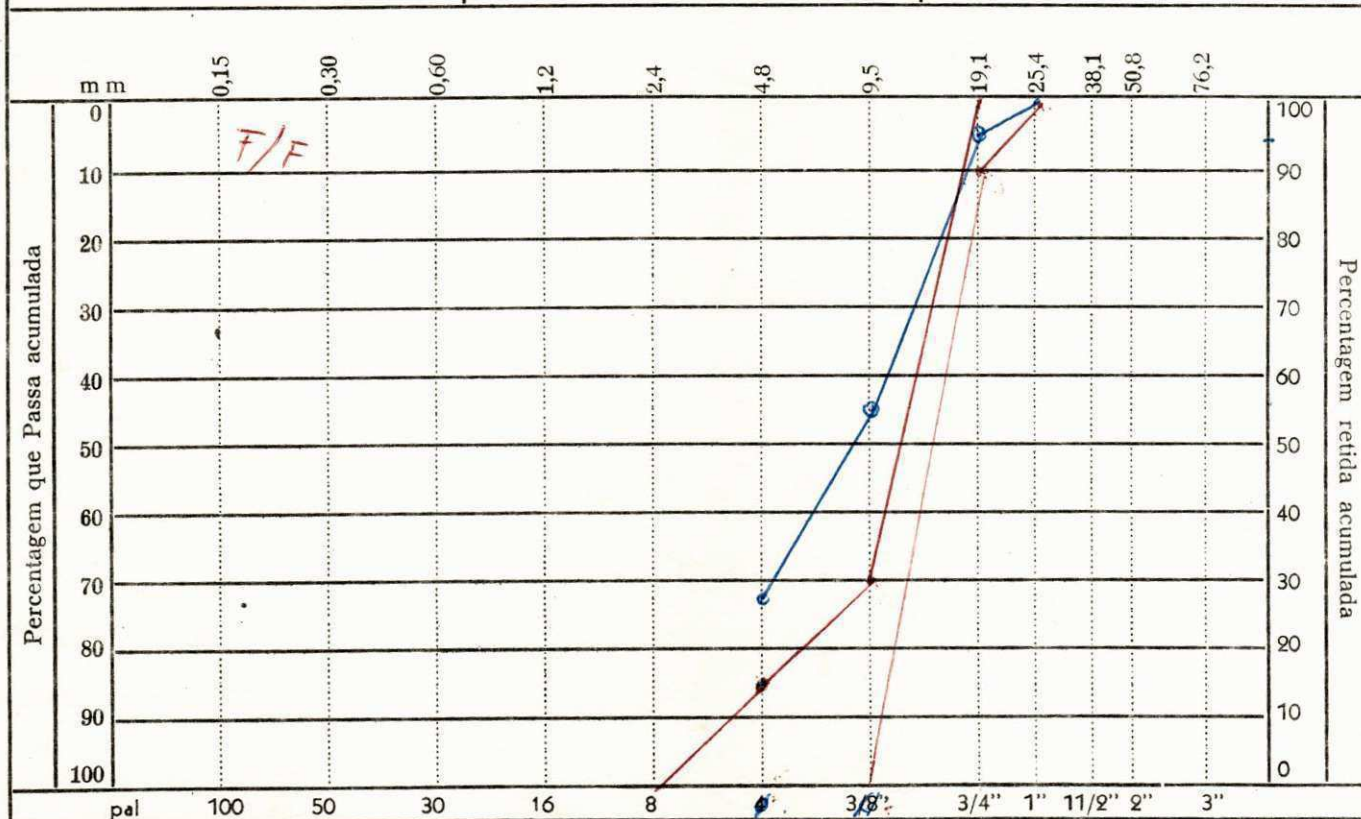
## GRANULOMETRIA DE AGREGADOS

|                         |   |                         |
|-------------------------|---|-------------------------|
| Rodovia: <b>PBT-361</b> | Trecho: <b>IT / DIAMANTE</b>                  | Obra:                   |
| Localização:            | Procedência do Material:<br><b>1ª camada,</b> | Registro: <b>917/81</b> |
| Laboratório:            | Calculista:<br>Visto:                         | Data: <b>16/7/81</b>    |

P e n e i r a m e n t o AM:Tot: 2000.00

| Peneiras    |            | Peso Retido Gramas | P e r c e n t a g e m e m P e s o |                  |                    |
|-------------|------------|--------------------|-----------------------------------|------------------|--------------------|
| m m         | pol        |                    | Retida Parcial                    | Retida Acumulada | Passando Acumulada |
| 76          | 3"         |                    |                                   |                  |                    |
| 50          | 2"         |                    |                                   |                  |                    |
| 38          | 1 1/2"     |                    |                                   |                  |                    |
| 25          | 1"         |                    |                                   |                  | 100,00             |
| 19          | 3/4"       | 102,00             | 5,1                               | 5,1              | 94,9               |
| 9,5         | 1/2"       | 768,30             | 38,4                              | 43,5             | 56,5               |
| 4,8         | n.º 4 3/8" | 564,50             | 28,2                              | 71,7             | 28,3               |
| 2,4         | n.º 8      |                    |                                   |                  |                    |
| 1,2         | n.º 16     |                    |                                   |                  |                    |
| 0,6         | n.º 30     |                    |                                   |                  |                    |
| 0,3         | n.º 50     |                    |                                   |                  |                    |
| 0,15        | n.º 100    |                    |                                   |                  |                    |
| Prato       |            | 562,00             |                                   |                  |                    |
| T o t a i s |            |                    |                                   |                  |                    |

|                   |                  |                   |
|-------------------|------------------|-------------------|
| Tipo de Agregado: | Diâmetro Máximo: | Módulo de Finura: |
|-------------------|------------------|-------------------|



Observações: **3/8" 1/2**

**DER****LAMELARIDADE DE AGREGADO**

- PB -

|                                    |                                 |                    |
|------------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| Rodovia<br>1 PBT-361               | Trecho<br>ITAPORANGA - DIAMANTE | Registro<br>917/81 |
| Procedência<br>BRITA PI TRATAMENTO | Localização<br>1ª Colmada.      | Data<br>17/07/81   |
| Operador                           | Calculista                      | Laboratório<br>DER |
| Visto                              |                                 |                    |

| Peneiras | Granulometria<br>% que passa | Tamanho das Frações |                   | Coluna A      | Coluna B         | Coluna C                                   | Coluna D  | Coluna E   |
|----------|------------------------------|---------------------|-------------------|---------------|------------------|--|---|--|
|          |                              | Passa na Peneira    | Retido na Peneira | % das Frações | Peso das Frações | Peso do material, que passa de cada fração | Índice de Lamelaridade de cada fração<br>$\frac{C}{B} \times 100$ | Índice de Lamelaridade ponderada das frações<br>$\frac{(A \times D)}{100}$ |
| 2.1/2"   |                              |                     |                   |               |                  |  |   |  |
| 2"       |                              | 2.1/2"              | 2"                |               |                  |  |   |  |
| 1.1/2"   |                              | 2"                  | 1.1/2"            |               |                  |  |   |  |
| 1.1/4"   |                              | 1.1/2"              | 1"                |               |                  |  |   |  |
| 1"       | 100                          | 1.1/4"              | 1"                |               |                  |  |   |  |
| 3/4"     | 99.9                         | 1"                  | 3/4"              | 5.1           | 1300             | 276,6                                      | 21,28   | 1,08   |
| 1/2"     | 56,5                         | 3/4"                | 1/2"              | 38.4          | 700              | 130,2                                      | 18,60   | 7,14   |
| 3/8"     | 28,3                         | 1/2"                | 3/8"              | 28.2          | 321              | 26,5                                       | 8,25  | 2,33   |
| 1/4"     |                              | 3/8"                | 1/4"              |               |                  |  |   | 10,55  |

**1.ª Determinação do Índice de Lamelaridade do Agregado**

| Peneiras | Granulometria<br>% que passa | Tamanho das Frações |                   | Coluna A      | Coluna B         | Coluna C                                   | Coluna D  | Coluna E  |
|----------|------------------------------|---------------------|-------------------|---------------|------------------|--|---|---|
|          |                              | Passa na Peneira    | Retido na Peneira | % das Frações | Peso das Frações | Peso do material, que passa de cada fração | Índice de Lamelaridade de cada fração<br>$\frac{C}{B} \times 100$ | Índice de Lamelaridade ponderada das frações<br>(A x D) |
| 2.1/2"   |                              |                     |                   |               |                  |  |   |   |
| 2"       |                              | 2.1/2"              | 2"                |               |                  |  |   |   |
| 1.1/2"   |                              | 2"                  | 1.1/2"            |               |                  |  |   |   |
| 1.1/4"   |                              | 1.1/2"              | 1"                |               |                  |  |   |   |
| 1"       |                              | 1.1/4"              | 1"                |               |                  |  |   |   |
| 3/4"     |                              | 1"                  | 3/4"              |               |                  |  |   |   |
| 1/2"     |                              | 3/4"                | 1/2"              |               |                  |  |   |   |
| 3/8"     |                              | 1/2"                | 3/8"              |               |                  |  |   |   |
| 1/4"     |                              | 3/8"                | 1/4"              |               |                  |  |   |   |

**2.ª Determinação do Índice de Lamelaridade do Agregado**

Observações: BRITA PI TRATAMENTO, COLADA AO BRITADOR.

| Rodovia                 |                    | Trecho      |       |       |       |       | Sub-Trecho  |  |  |  |  |
|-------------------------|--------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------------|--|--|--|--|
| Procedência (Saibreira) |                    | Localização |       |       |       |       | Calculista  |  |  |  |  |
| Operador                |                    | Visto       |       |       |       |       | Laboratório |  |  |  |  |
| Registro Nº             |                    | 882         | 883   | 884   | 885   | 886   |             |  |  |  |  |
| Furo                    |                    | 01          | 02    | 03    | 04    | 05    |             |  |  |  |  |
| Profundidade            |                    | 0,50        | 0,40  | 0,30  | 0,40  | 0,60  |             |  |  |  |  |
| GRANULOMETRIA           | Peneira % Passando | 2"          | 100   | 100   | 100   | 100   | 100         |  |  |  |  |
|                         |                    | 1"          | 100   | 97,8  | 100   | 100   | 100         |  |  |  |  |
|                         |                    | 3/8"        | 100   | 94,10 | 99,40 | 100   | 93,10       |  |  |  |  |
|                         |                    | Nº 4        | 99,5  | 93,3  | 98,7  | 99,5  | 91,10       |  |  |  |  |
|                         |                    | Nº 10       | 96,80 | 90,10 | 95,30 | 95,90 | 86,80       |  |  |  |  |
|                         |                    | Nº 40       | 80,10 | 63,30 | 76,60 | 76,90 | 67,50       |  |  |  |  |
|                         |                    | Nº 200      | 61,10 | 32,30 | 44,90 | 48,10 | 46,60       |  |  |  |  |
| Faixa Assho             |                    | F/A         | F/A   | F/A   | F/A   | F/F   |             |  |  |  |  |
| LL                      |                    | 40,60       | 30,30 | 26,20 | 34,0  | 31,70 |             |  |  |  |  |
| IP                      |                    | 6           | -     | -     | 3,60  | 7,70  |             |  |  |  |  |
| EA                      |                    | -           | -     | -     | -     | -     |             |  |  |  |  |
| IG                      |                    | 5,0         | 0,0   | 2,0   | 3,0   | 3,0   |             |  |  |  |  |
| Classif. HRB            |                    | A-5         | A-2-4 | A-4   | A-4   | A-4   |             |  |  |  |  |
| 12 GOLPES               | Dens. Max.         | 1,669       |       | 1,805 |       |       |             |  |  |  |  |
|                         | Unid. Ótima        | 1,740       |       | 1,560 |       |       |             |  |  |  |  |
|                         | C. B. R.           | 4           |       | 7     |       |       |             |  |  |  |  |
|                         | Expansão           | 0,07        |       | 0,1   |       |       |             |  |  |  |  |
| 26 GOLPES               | Dens. Max.         |             |       |       |       |       |             |  |  |  |  |
|                         | Unid. Ótima        |             |       |       |       |       |             |  |  |  |  |
|                         | C. B. R.           |             |       |       |       |       |             |  |  |  |  |
|                         | Expansão           |             |       |       |       |       |             |  |  |  |  |
| 56 GOLPES               | Dens. Max.         |             |       |       |       |       |             |  |  |  |  |
|                         | Unid. Ótima        |             |       |       |       |       |             |  |  |  |  |
|                         | C. B. R.           |             |       |       |       |       |             |  |  |  |  |
|                         | Expansão           |             |       |       |       |       |             |  |  |  |  |
| Aproveitável            |                    |             |       |       |       |       |             |  |  |  |  |
| Sim (S) Não (N)         |                    |             |       |       |       |       |             |  |  |  |  |
| OBSERVAÇÕES:            |                    |             |       |       |       |       |             |  |  |  |  |
|                         |                    |             |       |       |       |       |             |  |  |  |  |
|                         |                    |             |       |       |       |       |             |  |  |  |  |





# SAMA - SOCIEDADE ANÔNIMA DE MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA

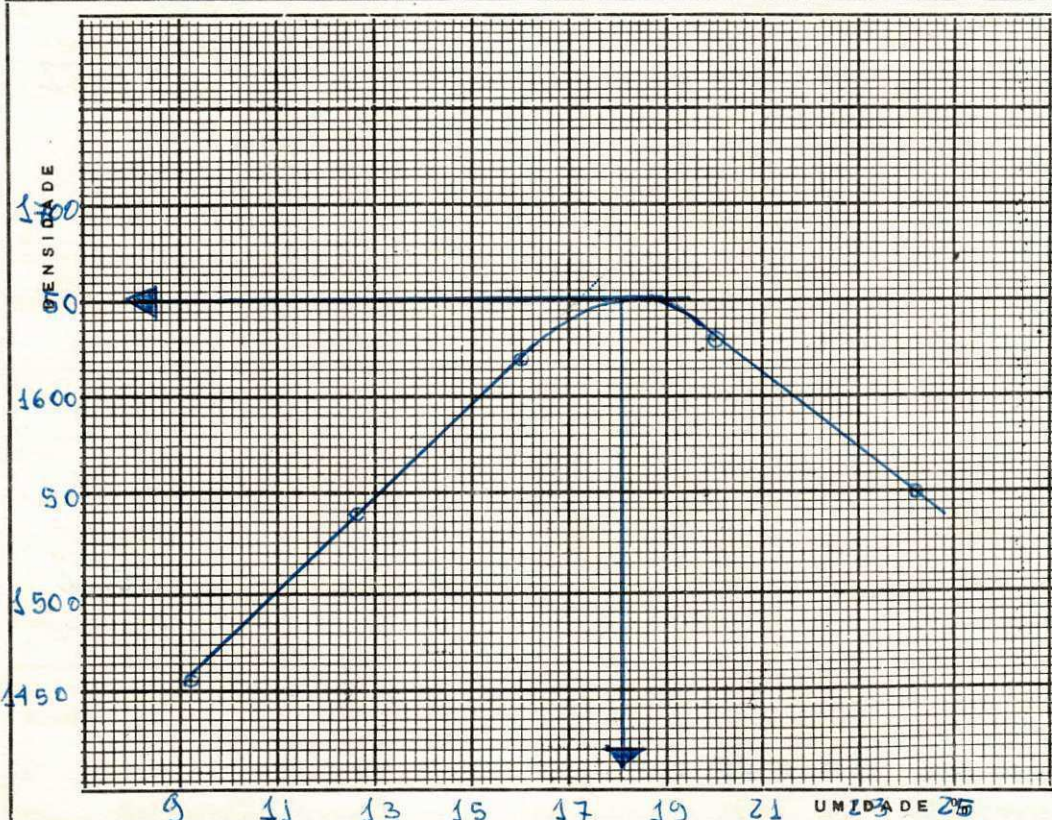
## ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO

|  |                                       |                           |
|--|---------------------------------------|---------------------------|
| RODOVIA: <b>PT-361</b>   | TRECHO: <b>ITABORAMA - CONCEIÇÃO.</b> | REGISTRO: <b>916/81</b>   |
| PROC. (SL - JAZ - AT)<br><b>MANGUEIRA</b>                        | LOCAL (FURO - EST - LADO) <b>07</b>   | PROFUNDIDADE: <b>0.40</b> |
| NATUREZA: <b>EXPERIÊNCIA</b><br>OPERADOR: <b>ATEIRO/BARRAGEM</b> | CALCULISTA:<br>VISTO:                 | LABORATÓRIO:              |

|                   |                |                    |                             |
|-------------------|----------------|--------------------|-----------------------------|
| CÁPSULA N.º       |                | MOLDE N.º          | <b>6</b>                    |
| PÊSO BRUTO ÚMIDO  | <b>50,0</b> g  | VOLUME DO MOLDE    | <b>2037</b> cm <sup>3</sup> |
| PÊSO BRUTO SECO   | g              | PÊSO DO MOLDE      | <b>4330</b> g               |
| TARA DA CÁPSULA   | g              | PÊSO DO SOQUETE    | <b>4536</b> g               |
| PÊSO DA ÁGUA      | g              | ESPESSURA DO DISCO | <b>2 1/2</b> polg           |
| PÊSO DO SOLO SECO | <b>48.10</b> g | ESPAÇADOR          | g                           |
| UMIDADE           | %              |                    |                             |
| UMIDADE MÉDIA     | <b>3,9</b> %   |                    |                             |

| PONTO N.º | PÊSO BRUTO ÚMIDO | PÊSO DO SOLO ÚMIDO | DENSIDADE DO SOLO ÚMIDO | DETERMINAÇÃO DA UMIDADE |                  |                 |                 |              |                   |         | UMIDADE MÉDIA | DENSIDADE DO SOLO SECO |
|-----------|------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|-----------------|-----------------|--------------|-------------------|---------|---------------|------------------------|
|           |                  |                    |                         | CÁPSULA N.º             | PÊSO BRUTO ÚMIDO | PÊSO BRUTO SECO | PÊSO DA CÁPSULA | PÊSO DA ÁGUA | PÊSO DO SOLO SECO | UMIDADE |               |                        |
|           | g                | g                  | Kg/m <sup>3</sup>       |                         | g                | g               | g               | g            | g                 | %       | %             | Kg/m <sup>3</sup>      |
| 1         | 7550             | 3220               | 15.85                   |                         | 50,00            |                 |                 |              | 45.80             |         | 9.20          | 14.51                  |
| 2         | 7850             | 3520               | 17.32                   |                         | 50,00            |                 |                 |              | 44.10             |         | 12.60         | 15.38                  |
| 3         | 8150             | 3820               | 18.80                   |                         | 50,00            |                 |                 |              | 43.10             |         | 16.00         | 16.21                  |
| 4         | 8300             | 3970               | 19.54                   |                         | 50,00            |                 |                 |              | 41.70             |         | 19.90         | 16.30                  |
| 5         | 8250             | 3920               | 19.29                   |                         | 50,00            |                 |                 |              | 40.30             |         | 24.10         | 15.54                  |
| 6         |                  |                    |                         |                         |                  |                 |                 |              |                   |         |               |                        |

6%  
 4%  
 4%  
 4%  
 4%  
~~4%~~



|                  |              |
|------------------|--------------|
| GOLPES P/ CAMADA | <b>12</b>    |
| N.º DE CAMADAS   | <b>05</b>    |
| D <sub>max</sub> | <b>16.50</b> |
| H <sub>ot</sub>  | <b>18</b>    |
| INÍCIO           |              |
| TÉRMINO          |              |

OBSERVAÇÕES: **MATERIAL PI AT - BARRAGEM.**

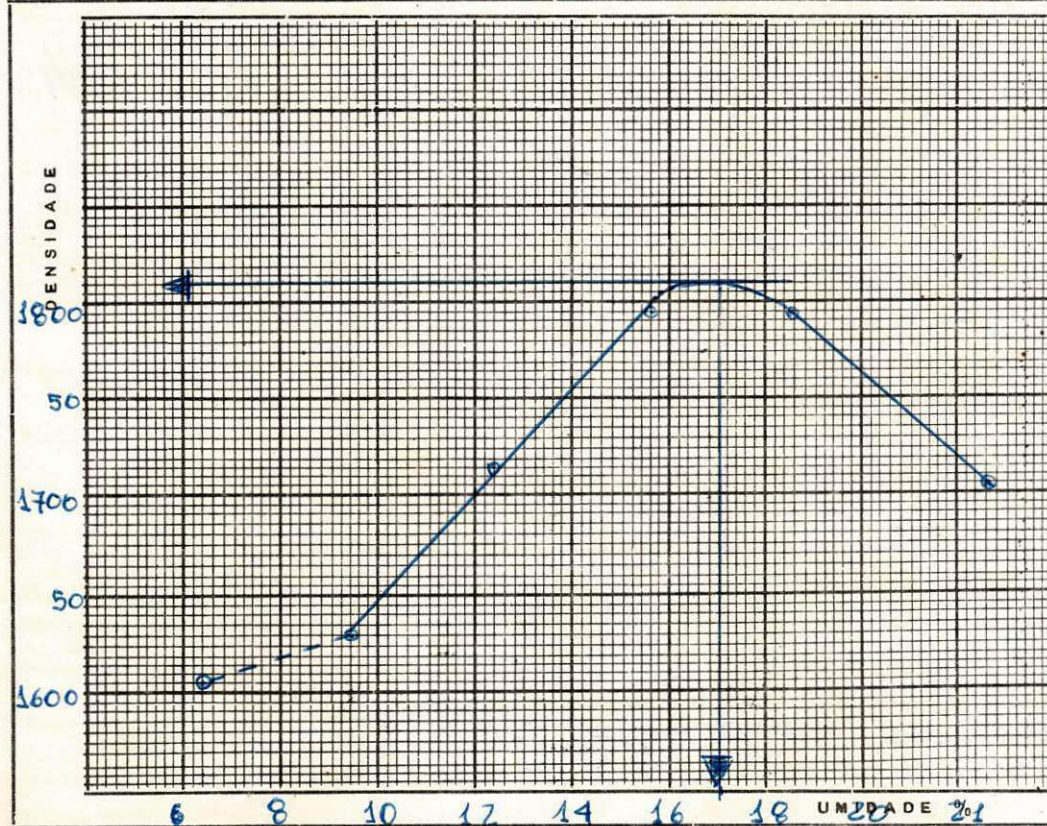


# SAMA - SOCIEDADE ANÔNIMA DE MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA

## ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO

|  |  |   |
|--|--|---|
| RODOVIA: <b>PBT-361</b>  | TRECHO: <b>ITAPA CONCEIÇÃO</b>         | REGISTRO: <b>914/81</b>                           |
| PROC. (SL - JAZ - AT)<br><b>MANGUEIRA</b>                        | LOCAL (FURO - EST - LADO)<br><b>02</b> | PROFUNDIDADE: <b>0.60</b>                         |
| NATUREZA: <b>EXPERIÊNCIA</b><br>OPERADOR: <b>ATERRO/BARRAGEM</b> | CALCULISTA:<br>VISTO:                  | LABORATÓRIO:                                      |
| CÁPSULA N.º  |  | MOLDE N.º <b>6</b>                                |
| PÊSO BRUTO ÚMIDO <b>59,0</b> g                                   |  | VOLUME DO MOLDE <b>2032</b> cm <sup>3</sup>       |
| PÊSO BRUTO SECO  |  | PÊSO DO MOLDE <b>4330</b> g                       |
| TARA DA CÁPSULA  |  | PÊSO DO SOQUETE <b>4536</b> g                     |
| PÊSO DA ÁGUA   |  | ESPESSURA DO DISCO<br>ESPAÇADOR <b>2 1/2</b> polg |
| PÊSO DO SOLO SECO <b>48.8</b> g                                  |  |   |
| UMIDADE  |  |   |
| UMIDADE MÉDIA <b>2.4</b> %                                       |  |   |

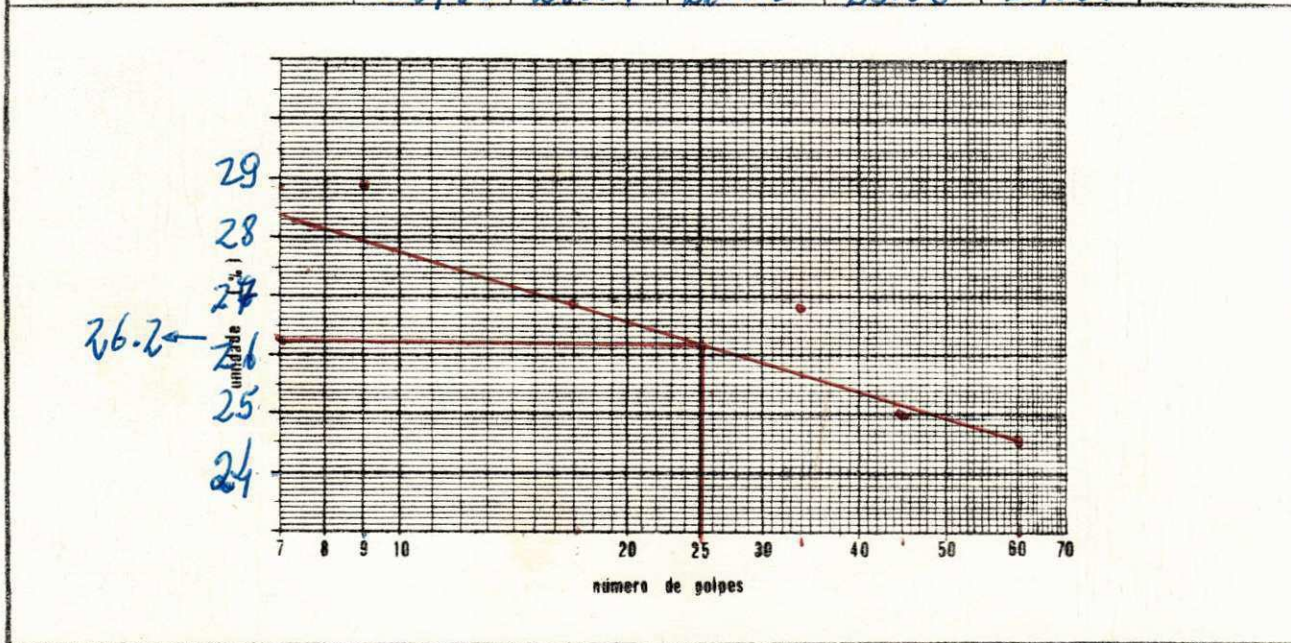
| PONTO N.º | PÊSO BRUTO ÚMIDO | PÊSO DO SOLO ÚMIDO | DENSIDADE DO SOLO ÚMIDO | DETERMINAÇÃO DA UMIDADE |                  |                 |                 |              |                   |         | UMIDADE MÉDIA | DENSIDADE DO SOLO SECO |
|-----------|------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|-----------------|-----------------|--------------|-------------------|---------|---------------|------------------------|
|           |                  |                    |                         | CÁPSULA N.º             | PÊSO BRUTO ÚMIDO | PÊSO BRUTO SECO | PÊSO DA CÁPSULA | PÊSO DA ÁGUA | PÊSO DO SOLO SECO | UMIDADE |               |                        |
|           | g                | g                  | Kg/m <sup>3</sup>       |                         | g                | g               | g               | g            | g                 | %       | %             | Kg/m <sup>3</sup>      |
| 4%<br>1   | 7800             | 3470               | 17.08                   |                         | 59,00            |                 |                 |              | 47,00             |         | 6,4           | 16.05                  |
| 3%<br>2   | 7950             | 3620               | 17.81                   |                         | 59,00            |                 |                 |              | 45,70             |         | 9,4           | 16.28                  |
| 3%<br>3   | 8250             | 3920               | 19.29                   |                         | 59,00            |                 |                 |              | 44,50             |         | 12,3          | 17.18                  |
| 3%<br>4   | 8550             | 4220               | 20.76                   |                         | 59,00            |                 |                 |              | 43,30             |         | 15,5          | 17.97                  |
| 3%<br>5   | 8650             | 4320               | 21.26                   |                         | 59,00            |                 |                 |              | 42,20             |         | 18,5          | 17.94                  |
| 3%<br>6   | 8550             | 4220               | 20.76                   |                         | 59,00            |                 |                 |              | 41,10             |         | 21,6          | 17.07                  |



|                  |              |
|------------------|--------------|
| GOLPES P/ CAMADA | <b>12</b>    |
| N.º DE CAMADAS   | <b>05</b>    |
| D <sub>max</sub> | <b>18.10</b> |
| H <sub>ot</sub>  | <b>17.00</b> |
| INÍCIO           |              |
| TÉRMINO          |              |

OBSERVAÇÕES:

| LIMITE DE LIQUIDEZ |       |       |       |       |       |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Cápsula N.º        | 6     | 22    | 29    | 42    | 41    |
| N.º de golpes      | 9     | 17    | 34    | 45    | 60    |
| Peso bruto úmido   | 27.62 | 27.45 | 30.80 | 33.70 | 27.85 |
| Peso bruto seco    | 23.40 | 23.50 | 26.20 | 28.70 | 24.06 |
| Tara da cápsula    | 8.80  | 8.80  | 9.05  | 8.75  | 8.68  |
| Peso da água       | 4.22  | 3.95  | 4.60  | 5.00  | 3.79  |
| Peso do solo seco  | 14.60 | 14.70 | 17.15 | 19.95 | 15.38 |
| Teor de umidade    | 28.90 | 26.87 | 26.82 | 25.06 | 24.64 |



| LIMITE DE PLASTICIDADE |       |       |       |
|------------------------|-------|-------|-------|
| Cápsula n.º            | 25    | 20    | 36    |
| Peso bruto úmido       | 11.60 | 12.85 | 11.70 |
| Peso bruto seco        | 11.25 | 12.45 | 11.43 |
| Tara da cápsula        | 8.38  | 9.10  | 8.87  |
| Peso da água           | 0.35  | 0.40  | 0.27  |
| Peso do solo seco      | 2.87  | 3.35  | 2.56  |
| Teor de umidade        | 12.20 | 13.94 | 10.55 |
| Limite de plasticidade |       |       |       |

| RESULTADOS |       |
|------------|-------|
| L.L.       | 26.2  |
| L.P.       | 11.56 |
| I.P.       | 14.64 |

 Trabalho N.º 914/81

 Amostra N.º 91

Data Inicial \_\_\_\_\_

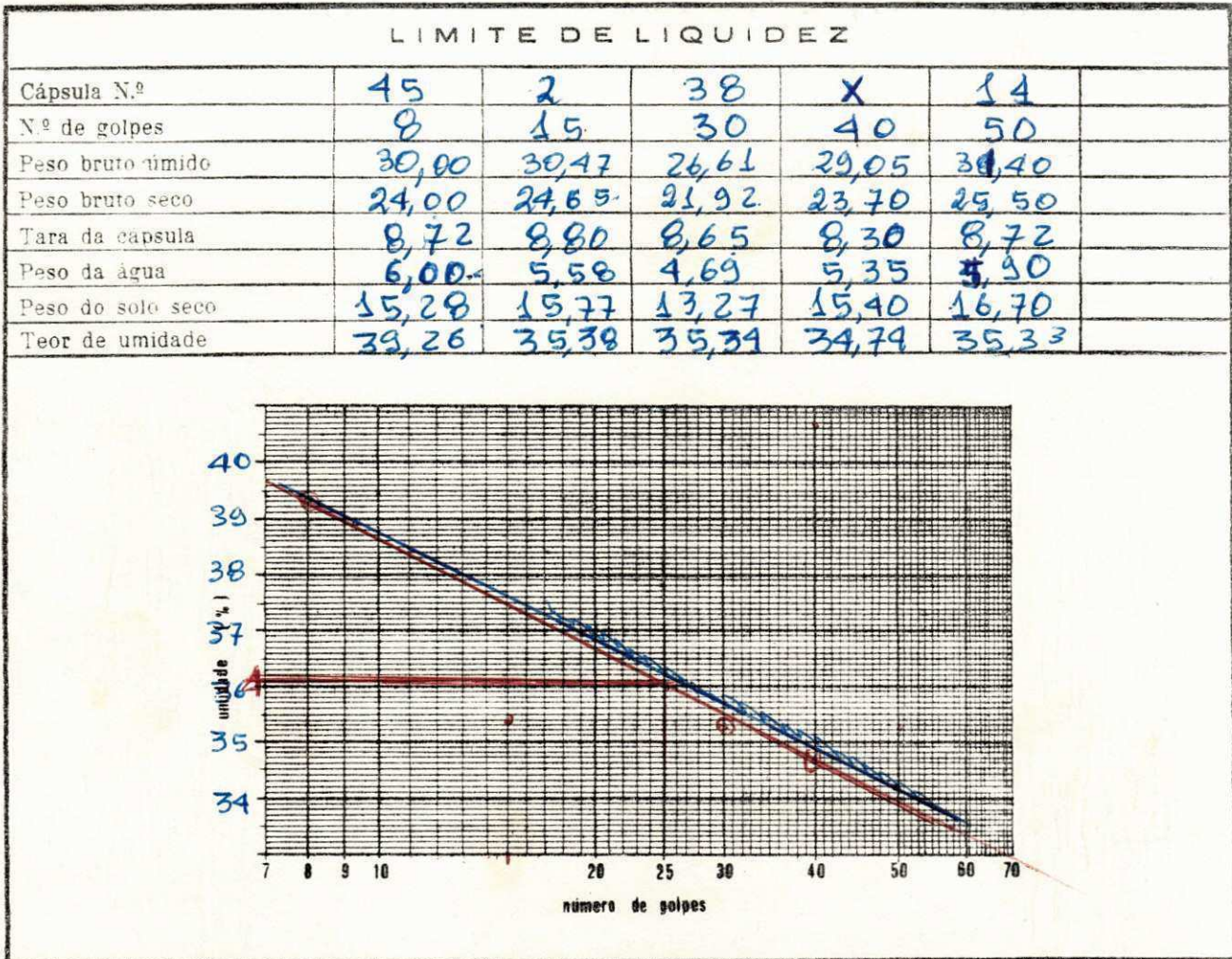
Data Final \_\_\_\_\_

Operador \_\_\_\_\_

Calculista \_\_\_\_\_

Revisor \_\_\_\_\_

| DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE APARENTE<br>E DA ABSORÇÃO DOS GRÃOS DO PEDEREGULHO |  |  |       |
|--|--|--|-------|
| Peso úmido (Ph)  |  |  |       |
| Peso imerso (Pi)   |  |  |       |
| Peso seco (Ps)   |  |  |       |
| Ph-Pi  |  |  | MÉDIA |
| Ph-Ps  |  |  |       |
| Peso específico aparente   |  |  |       |
| Absorção   |  |  |       |



**LIMITE DE PLASTICIDADE**

|                        |       |       |       |
|------------------------|-------|-------|-------|
| Cápsula n.º            | 48    | 9     | 46    |
| Peso bruto úmido       | 11,63 | 12,17 | 11,56 |
| Peso bruto seco        | 13,20 | 13,70 | 13,13 |
| Tara da cápsula        | 8,69  | 8,72  | 8,50  |
| Peso da água           | 0,43  | 0,47  | 0,43  |
| Peso do solo seco      | 2,51  | 2,93  | 2,63  |
| Teor de umidade        | 17,1  | 16,0  | 16,3  |
| Limite de plasticidade |       |       |       |

**RESULTADOS**

|      |      |
|------|------|
| L.L. | 36   |
| L.P. | 16,3 |
| I.P. | 19,7 |

 Trabalho N.º 916/81

Amostra N.º \_\_\_\_\_

Data Inicial \_\_\_\_\_

Data Final \_\_\_\_\_

Operador \_\_\_\_\_

Calculista \_\_\_\_\_

Revisor \_\_\_\_\_

**DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE APARENTE E DA ABSORÇÃO DOS GRÃOS DO PEDREGULHO**

|                          |  |  |       |
|--------------------------|--|--|-------|
| Peso úmido (Ph)          |  |  |       |
| Peso imerso (Pi)         |  |  |       |
| Peso seco (Ps)           |  |  |       |
| Ph-Pi                    |  |  | MÉDIA |
| Ph-Ps                    |  |  |       |
| Peso específico aparente |  |  |       |
| Absorção                 |  |  |       |