

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

AVAL DE VAN LOPES DE OLIVEIRA

CAMPINA GRANDE - PARAIBA



Biblioteca Setorial do CDSA. Agosto de 2021.

Sumé - PB

ESTÁGIO SUPERVISIONADO EM ENGENHARIA CIVIL

AREA DE ESTÁGIO - PAVIMENTAÇÃO RODOVIÁRIA

ASSUNTO : RELATÓRIO DE ESTÁGIO

ORGÃO - DEPARTAMENRO DE ESTRADAS E RODAGEM - DER - Pb

TRECHO - MONTEIRO - DIVISA Pb / Pe

EXTENSÃO DA RODOVIA - 53,4 Km

PERIODO DO ESTÁGIO - 02/ 01 a 28 / 02 / 87 ✓

ESCOLA - Universidade Federal da Paraiba - UFPb

Centro de Ciencia e Tecnologia - Campus II

SUPERVISOR - Ricardo Correia

ESTAGIÁRIO - Eval de Van Lopes de Oliveira

CAMPINA GRANDE, 02 de Abril de 1.987

✓

## Índice de Relatório

- 1.0 - Introdução
- 2.0 - Objetivo
- 3.0 - Conhecimento do funcionamento Geral da Obra
  - 3.1 - Apresentação aos vários setores
  - 3.2 - Sala Técnica
  - 3.3 - Oficina e Manutenção
  - 3.4 - Almoxarifado
  - 3.5 - Chefia de Obra
  - 3.6 - Laboratório
- 4.0 - Apresentação e Conhecimento do Equipamento
- 5.0 - Extração de Rocha
  - 5.1 - Plano de Fogo
  - 5.2 - Detonação
- 6.0 - Obras D'artes Correntes / Especiais
  - 6.1 - Obras D'artes Correntes
  - 6.2 - Obras Especiais
  - 6.3 - Obras Complementares
- 7.0 - Instalações Industriais
  - 7.1 - Pedreira
  - 7.2 - Britador
- 8.0 - Atividades no Campo
  - 8.1 - Topografia
  - 8.2 - Terraplanagem
    - 8.2.1 - Execução de Cortes
    - 8.2.2 - Execução de Aterros
    - 8.2.3 - Empréstimos e Bota-Fora
    - 8.2.4 - Revestimento Primário

9.0 - Atividades no Laboratório

9.1 - Ensaaios de caracterização

9.1.1 - Preparação de Amostra

9.1.2 - Analise Granulométrica por Peneiramento

9.1.3 - Ensaaios Fisicos

9.1.3.1 - Limite de Liquidez

9.1.3,2 - Limite de Plasticidade

9.1.3.3 - Indice de Plasticidade

9.2 - Ensaaios de Compactação

9.2.1 - Preparação de Amostras

9.2.2 - Curva de Compactação

9.2.3 - Indice de Suporte Califórnia e Expansão

10.0 - Atividades na Sala Técnica

10.1 - Conhecimento do Projeto, Contrato e Especificações

10.2 - Análise de Alguns Elementos do Projeto

10.3 - Processo Utilizado para a Cubação

11.0 - Produção

12.0 - Programação da Obra

## 1.0 - INTRODUÇÃO

A finalidade precípua do relatório que ora elaborei é o de sintetizar os meus conhecimentos adquiridos no período em que fiquei sob a orientação do Engenheiro Responsável pela obra-264 MONTEIRO - S. SEBASTIÃO DO UMBUZEIRO / DIVISA Pb - Pe - Sr. EDNO VAZ LOPES DE OLIVEIRA, onde foram fornecidos dados teóricos e práticos para uma aprendizagem direta e objetivo.

## 2.0 - OBJETIVO

O relatório tem como objetivo de apresentar o que foi visto de mais importante na execução da rodovia Pb-264. O relatório será baseado nas atividades realizadas no campo, laboratório e na sala técnica. No campo se enquadra a topografia necessária a execução da obra, finalizando com terraplanagem mecanizada até o revestimento primário. Em segundo plano se comentará sobre os ensaios necessários para o controle do material empregado na obra visando uma boa estabilidade do solo, quer seja nos cortes, quer seja nos corpos de aterros. Em terceiro plano, analisar-se-ão os elementos de projeto geométrico e o processo na cubação.

## 3.0 - CONHECIMENTO DO FUNCIONAMENTO DA OBRA

Foi dada uma explanação geral do funcionamento da obra enfatizando-se o fluxo de equipamentos, pessoal (turno) e mostrando o organograma existente na obra.

### 3.1 - APRESENTAÇÃO AOS VÁRIOS SETORES

A título de conhecimento foi apresentado aos setores componentes do Acampamento da obra, os quais discrimino:

### 3.1.1 - ESCRITÓRIO DE OBRAS

Responsável pelos setores financeiros e de pessoal da obra, onde entre outras atribuições faz: recrutamento de pessoal, admissões, demissões, pagamento do pessoal lotado na obra e a terceiros, etc. É composto por ' 01 Encarregado de Escritório, 01 Auxiliar de Escritório' e 01 Apontador.

### 3.1.2 - SALA TÉCNICA

Responsável pelas medições e controles da obra como: medição com o Orgão, medição de Sub-empiteira e caçambeiro, controle de projeto e contrato (interferindo junto ao Orgão para mudanças de projeto quando for conveniente), etc. É composto por 01 Encarregado de Sala Técnica, 01 Desenhista, 01 Auxiliar Nivel Médio de Estrada.

### 3.1.3 - OFICINA E MANUTENÇÃO

Responsável pelo conserto e manutenção e controle ( operação de equipamentos) do equipamento existente na obra.

É composto por: 01 Engenheiro Mecânico, n Mecânicos pesados e Auxiliares ( n - proporcional ao nº de ' maquinas), n Mecanicos Leves e Auxiliares (n - proporcional ao nº de equipamentos leves), 01 chefe de Comboio ' 05 Auxiliares Técnicos Mecânicos, 01 torneiro, 01 soldador, 01 bombeiro, 01 borracheiroe 01 eletricitista.

### 3.1.4 - ALMOXARIFADO

É o acervo do material para consumo da oficina ' e Manutenção e dos demais setores ( campo, Escritório, ' sala técnica, laboratório, etc.)

É subordinado ao Engenheiro Mecânico e tem como finalidade controlar todo estoque de material existente selecionando por referência padrão da EIT, controla en

trada e saída de material, debitar e creditar material para outras obras e sub-empresas, fazer pedidos de material, etc.

É composto por: 01 Auxiliar de almoxarifado, 01 kardexista e 01 servente.

### 3.1.5 - CHEFIA DE OBRA

É onde se centraliza todo o poder da obra, sendo esse setor responsável por tudo que ocorre na obra. Sua atuação se dá através dos vários setores subordinados a este. Essa função é exercida pelo chefe da obra ( Engº Civil)

### 3.1.6 - LABORATÓRIO

Responsável por todos os ensaios inerentes ao funcionamento da obra e pelas liberações de serviços que dele dependem.

Controla: Aumidade e densidade das camadas executadas no campo através do ensaio " in situ" (ficha anexado neste relatório).

Apresenta: Parametros a serem seguidos conforme Especificações obedecidas na obra. É composto por: 01 Auxiliar de laboratório, 01 Encarregado de laboratório e 05 serventes.

## 4.0 - APRESENTAÇÃO E CONHECIMENTO DO EQUIPAMENTO

O Engenheiro Mecânico me apresentou os diversos equipamentos pesados existente na obra, dando uma explicação a cerca de sua utilidade e operação. Entre os vários que conheci pode-se citar:

- Motoniveladora 120B e 120E ( Cartepillar)
- Motorscraper 621B e 621A ( Cartepillar)
- Trator de Esteira D8H e D6D ( Cartepillar)
- Trator de Pneus 2105 ( CBT )



- Grade de Disco ( Tatú )
- Rolo Compactador Liso CA25 ( Dynaplac )
- Rolo Compactador Pé de Carneiro TF 18 ( Muller )
- Rolo Compactador Pé de Carneiro Adaptado EIT (Hyster )
- Caminhão Tanque F 7000 ( Ford)
- Pá Mecânica 966D ( Caterpillar )
- Rolo de Pneus SP 8000 ( Tema Terra )
- Rolo Tandem ( Dynapac )
- Compressor Grande ( Ingersol Rand )
- Britador Cearence 6240 ( Faço )

## 5.0 - EXTRAÇÃO DE ROCHA

### 5.1 - PLANO DE FOGO

É o cálculo através do qual se chega a quantidade de explosivo, malha perfurada, inclinação dos furos, altura de bancada, volume de desmonte, etc, de uma bancada de Pedreira.

### 5.2 - DETONAÇÃO

É a forma pela qual se procede para se conseguir a explosão da massa explosiva. Pode ser através de iniciadores elétricos ( espoletas elétricas), iniciadores de espera ( espoletas de retardo ), iniciadores simples ( espoletas simples ), etc.

## 6.0 - OBRAS D'ARTES CORRENTES / ESPECIAL

### 6.1 - OBRAS D'ARTES CORRENTES

São obras simples composta, geralmente de tubo de concreto armado que servem para a perfeita drenagem do corpo estrado

### 6.2 - OBRAS ESPECIAIS

Existe apenas uma obra desse tipo no trecho em

referência. Se trata de um bueiro celular duplo ( 2,0 x 2,0 ) m o qual é confeccionado de concreto armado, seguindo projeto do Orgão.

### 6.3 - OBRAS COMPLEMENTARES

São as demais obras que complementam o contrato: cercas de arames, gramagem, drenagem superficial, etc.

## 7.0 - INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS

### 7.1 - PEDREIRA

É a fonte de brita para confeccionamento do asfalto e obras em geral. Sua localização fica em lugar apropriado ( distancia a habitações, ferrovias, rodovias, alta tensão ) que tenha material suficiente para a conclusão do trecho.

Nesse trecho a pedreira ficava a 3,0 Km da cidade, tendo sua exploração sido feito em cerca de 3 meses.

### 7.2 - BRITADOR

É localizado o mais proximo possivel da Pedreira, tendo como função britar a pedra extraída do desmonte da pedreira.

## 8.0 - ATIVIDADES NO CAMPO

### 8.1 - TOPOGRAFIA

De posse das notas de serviços, nas quais consta as cotas do terreno natural, do eixo e dos bordos, o topógrafo vai lançando o eixo da rodovia, inclusive já lançando as curvas. Em seguida, um outro topógrafo lança as seções transversais do terreno natural, sendo em média de 15 metros para cada lado do eixo da rodovia.

E finalmente, um outro topógrafo lança os pontos de "off-set", ou seja, os pontos onde serão o inicio a

um corte ou aterro. Na realidade quando se inicia a terraplanagem esses pontos<sup>1</sup> ficam afastados ( amarração ) do eixo ou seja, fica a uma certa distância do local correto, isto com a finalidade de não desaparecerem com a manobra dos equipamentos. A amarração é muito importante porque ao se iniciar o corte ou um aterro, os piquetes do eixo e dos bordos, desaparecem, sendo necessário a amarrá-los a uma certa distância dos serviços mecânicos.

As referências de níveis (RN) são colocadas de 1000 em 1000 metros, sendo necessários pontos seguros (PS) entre as referências de níveis, todos para auxiliares o início ou fim de um nivelamento qualquer feito ao longo da estrada. Os pontos de RN e PS são colocados em locais bastante seguros, sendo um pouca distante do eixo da estrada ( amarração ). Todos os topógrafos têm a relação desses pontos com as suas respectivas atitudes.

Lançando o eixo, nivelado as seções e lançando os pontos de "off-set", inicia-se a parte da terraplanagem. A topografia continua sendo solicitada quando surgem corpos de rochas em cortes, pois é necessário para afutura cubação; no caso de nivelamento para verificação da declividade de bueiros ( cota montante e jusante ), ou na locação de outras obras de artes quaisquer; e, finalmente, quando se precisa nivelar as camadas finais de terraplanagem ( cortes e aterro ) para averificação com as cotas de projetos.

Qualquer nivelamento realizado ao longo do trecho deverá iniciar pelo um onto seguro ou referência de nível, terminando sempre na mesma RN ou em outros pontos seguros quaisquer, tudo isto com a finalidade de se conferir o nivelamento ou corrigir um eventual erro durante as leituras.

Todos os serviços realizados pela topografia são acompanhados pela fiscalização, ou seja, quando o topógrafo da construtora nivela, por exemplo um corpo de rocha, a fiscalização também nivela, inclusive no mesmo instrumento e

instante. ?

## 8.2 - TERRAPLANAGEM

Na terraplanagem tive a oportunidade de ver o trabalho ( operação ) dos Motorscrapers.

O número de cortes foi pequeno, quase que não havendo compensação de cortes e aterros por ser um trecho todo em greide colado.

A execução das camadas colocadas pelos motorscrapers, segue os controles exigidos nas especificações DNER ( camada de 30cm executada até chegar a umidade ótima para ser fechada e compactada após o que é constatada sua densidade e umidade ótima, parâmetros para liberação da camada através do ensaio densidade "in situ".

### 8.2.1 - EXECUÇÃO DE CORTES

Depois de lançados os pontos de "off-set", os quais indicam quanto se deve cortar, inicia-se o serviço mecânico da terraplanagem.

Os Motorscrapers iniciam os cortes pelos pontos de "off-set", sendo controlados pelo encarregado ou pelo fiscal de obra. Como o talude foi de  $2/3$  na cotangente, o controle foi feito da seguinte maneira: cortava-se 1,5 metros na vertical e dava um afastamento, na horizontal de 1,0 metro, formando, assim, degraus, os quais eram posteriormente regularizado pela motoniveladora.

Na realidade os cortes não atingem somente a cota do greide, cortando-se até 50 cm abaixo do mesmo, pois esse rebaixe deixado é para que o material a ser colocado (camada final de terraplanagem) seja de uma melhor qualidade, executado, homogeneizando e compactado na umidade ótima.

As camadas de materiais são lançadas soltas e com uma espessura de 40 cm para atingirem 30 cm depois de compactadas.

Após o lançamento do material, inicia-se o trabalho dos tratores com grades e dos caminhões tanques, os quais vão gradeando e molhando, respectivamente, o solo. Atingido a umidade ótima e homogeneizando a camada, a motoniveladora nivela a camada para que se inicie o processo da compactação. Inicia-se com o rolo Pé-de-Carneiro que dá as passadas previstas, geralmente sete passadas, vindo logo em seguida o rolo vibratório Pé-de-Carneiro ( CA 25 ) finalizando o processo da compactação.

Em seguida a equipe de densidade de campo faz o furo na camada, furos estes alternados no eixo e nos bordos, distantes de 50 metros, determinado a densidade de campo pelo método do frasco de areia, comparando em seguida com a densidade em laboratório, assim como a umidade. Caso a densidade e a umidade diferencie muito dos resultados em laboratório, conforme as normas, abre-se a camada e inicia novamente todo o processo de compactação.

Enquanto o material solto estar sendo lançado e gradeado, os "raizeiros" ficam percorrendo o trecho, em execução retirando as raízes e os matações, visando um melhor compactação da camada.

Caso a camada não seja liberada pela topografia ou pela densidade em campo, reabre-se novamente toda a camada e executa tudo novamente, isto no caso da densidade não liberar, pois se o problema foi só a topografia, regulariza-se somente aqueles pontos em questão. Caso seja liberada coloca-se logo uma parte do revestimento primário sobre a camada final regularizada, visando a proteção das chuvas. Essa parte do revestimento é simplesmente espalhada com a finalidade única de proteção, não sendo necessário a compactação. Quando se colocar a parte restante do revestimento então se fará todo o processo de execução para a compactação da camada.

## 8.2.2 - EXECUÇÃO DE ATERROS

Após o lançamento dos pontos de "off-set", os quais indicam quanto deve ser cotado, inicia-se os aterros.

Vale salientar que não existe tratamento do sub-leito, a não ser em casos especiais, segundo a fiscalização.

Quando o aterro é feito em locais bastante acidentados, a execução se dar por escalonamento, também, chamado de degraus, com a finalidade de se conseguir uma estabilidade perfeita no aterro.

Sabendo-se a área da plataforma ( plataforma X comprimento do trecho a ser executado ), o fiscal ou o encarregado calcula o volume a ser lançado naquele trecho, levando em consideração que a camada solta deve ter 40 cm de altura. Como os taludes são, geralmente, na proporção  $3/2$  na cotangente, a próxima camada será lançada de 60 cm do "bigode" do aterro anterior, formando assim um sistema de degraus. Evidentemente, a largura da plataforma diminui de 1,20 metros cada vez que se sobe uma camada, o que implica na diminuição do número de lançamentos de material.

Em cada camada, depois de lançada, os raizeiros vão tirando as matações e as raízes que existirem no meio do material, isto a medida que o caminhão-pipa vai molhando o material e o trator com grade vai gradeando o material. Quando o solo atinge uma cor uniforme ao longo do trecho, percebe-se que atingiu a umidade ótima. Não é muito difícil acertar, pois além de se saber a umidade ótima de laboratório para aquela solo, existente uma tolerância de 3% para a umidade ótima em campo com relação a umidade ótima do laboratório.

Depois de gradeado o material e atingido a umidade ótima, a motoniveladora abre a camada para o o eixo e para o bordo esquerdo e direito, para verificar se o material abaixo está na umidade ótima. Caso não esteja, repete-se o processo descrito acima só para esse material. Depois

então, fecha-se a camada, dando início a compactação com a passagem do rolo estático Pé-de-Carneiro, vindo em seguida o rolo vibratório Pé-de-Carneiro ( CA 25 ) concluindo a compactação da camada. Sabe-se quando atingiu a densidade máxima observando que o Pé-de-Carneiro não penetra muito na camada, ficando buracos de mais ou menos 5 cm de profundidade. Outras vezes o próprio operador de equipamento de compactação sabe quando se atingiu a densidade máxima pelo número de passada, pois quase não varia para o solo da região.

Em caso de compactação sobre bueiro, digo entre os bueiros, não é permitido a passagem do CA 25 devido ao seu grande porte, utilizando-se nestes casos um equipamento de pequeno porte chamado de "sapo", porque porque as distâncias entre os bueiros são pequenas, geralmente de 1 metro, razão porque não se permite um equipamento maior.

Quando os bueiros são totalmente recobertos por camadas ainda pequenas, não é permitido a passagem dos rolos vibratórios, como o CA 25, isto com a finalidade de não danificar os bueiros de concretos imediatamente abaixo de pequena camada devido ao grande raio de ação do equipamento.

Depois de se atingir a camada final, é passado o rolo liso para nivelar bem a camada final (considerada como sub-leito), vindo em seguida a topografia para nivelar o trecho e comparar as cotas de eixo e dos bordos com as cotas de projeto. Caso a topografia libere a camada, a densidade de campo faz os furos e determina o grau de compactação, caso não se verifiquem as normas, abre-se a camada e repete-se o processo de compactação.

Os casos de "burrachudos" ocorrem devido ao excesso de umidade de algumas camadas, principalmente em dias posteriores a noites chuvosas, porque não se fazia uma boa aeração e logo em seguida lançava-se uma camada de material sobre esta camada. Como esta última camada na umidade ótima e a camada abaixo se encontrava saturada, surgia a

instabilidade da camada colocada por último, originando o burrachudo.

### 8.2.3 - EMPRÉSTIMOS E "BOTA FORA"

A compensação do material ao longo da rodovia não se verifica perfeitamente. Pois, mesmo o greide passando por regiões que acarretem uma boa compensação, surge o problema de se encontrar materiais de 2º e 3º categorias durante a execução dos cortes. Isto sem dúvida, altera a cubação prevista em projeto, sendo necessário o "bota fora" e o posterior empréstimo de material para os aterros.

Uma outra razão para se fazer um empréstimo é quando o volume de terra existente nos cortes é insuficiente para o preenchimento total dos aterros próximos, havendo a necessidade de se recorrer a uma jazida mais próxima possível, geralmente dentro da faixa de domínio da rodovia.

Os empréstimos devem ser realizados, quando possível, nos cortes, ou seja, alargando a plataforma, principalmente nos trechos em curvas, sendo neste caso no lado interno da curva, melhorando a visibilidade. Caso não seja possível, abre-se caixas de empréstimos na faixa de domínio ou fora desta faixa, sendo que neste último caso será necessário a autorização dos proprietários dos terrenos.

Definido o local para o empréstimo, realiza-se os ensaios necessários para a verificação da qualidade do material, segundo as normas vigentes, para os aterros.

Os materiais de 2º e 3º categorias encontrados nos cortes, tais como matações, solos contendo matéria orgânica, etc, são levados a um depósito ou "bota fora". De preferência são colocados ao lado dos aterros (exceto os materiais brejosos), alargando-se a plataforma, dando maior segurança ao tráfego, ou alterando-se as declividades dos taludes, ou seja, diminuindo-lhes as suas declividades.

A maior parte dos empréstimos foram realizados dentro da faixa de domínio da rodovia, exceto as jazidas



das de cascalhos para o revestimento primário.

#### 8.2.4 - REVESTIMENTO PRIMÁRIO

O revestimento primário de uma estrada consiste em uma camada de solo estabilizado superposta ao seu leito, capaz de oferecer à superfície de rolamento uma qualidade superior ao do solo natural.

O revestimento primário destina-se, em princípio, oferecer melhores condições de tráfego à estrada, assegurando-o em qualquer época do ano, além de proporcionar o estágio inicial de uma pavimentação.

Após a compactação e liberação dos últimos 60 cm de aterro, considerado nesta obra como sub-leito, lança-se a camada de revestimento primário, o qual se submeterá ao mesmo processo de compactação anteriormente descrito, sendo a compactação realizada com o rolo liso.

O material utilizado como revestimento primário foi o cascalho, com uma espessura média de 20 cm.

Nessa fase começam ser definidas as proteções dos taludes, colocando-se canaletas nos aterros e cortes, além das plantações que se colocam, tais como grama e outras pequenas plantas.

### 9.0 - ATIVIDADES NO LABORATÓRIO

Será apresentado nesta divisão os ensaios necessários a construção da rodovia, apresentando também as faixas de variações para cada ensaio. Como exemplo do que foi desenvolvido no laboratório, encontra-se um ensaio completo anexo a este relatório, assim como uma ficha de densidade em campo.

#### 9.1 - ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO

##### 9.1.1 - PREPARAÇÃO DE AMOSTRA

A preparação das amostras foi realizada pelo

da secagem prévia, na qual se seca a amostra ao ar, até ficar próxima da umidade higroscópica. Logo depois, desmanchas os torrões, evitando a quebra dos grãos, homogeneizando a amostra. Pelo processo de quarteamento diminui-se a quantidade do material até conseguir uma amostra que melhor representa o solo e em quantidade suficiente para realizar os ensaios.

#### 9.1.2 - ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

A análise granulométrica é feita tomando uma fração de amostra obtida conforme o item 9.1.1, passando depois este material na peneira de 76 mm, sendo que o material retido pode ser desprezado. Com o material que passa, toma-se uma quantidade em função dos grãos maiores. Desta maneira, obtém-se a quantidade de material a ser ensaiada.

Passa-se este material na peneira de 2,0 mm o que quer ficar retido deve ser lavado para retirar os finos eventualmente contidos, secando em seguida em estufa. Assim é com este material que se realiza o peneiramento grosso. Com o material retido na peneira de 0,074 mm, após a secagem em estufa realiza-se o peneiramento fino. Contudo este peneiramento é feito com o material que se realizou a sedimentação, o qual é lavado depois na peneira de 0,074 mm. O resultado do ensaio de granulometria por peneiramento está anexado neste relatório, está fora de faixa.

#### 9.1.3 - ENSAIOS FÍSICOS

##### 9.1.3.1 - LIMITE DE LIQUIDEZ

Toma-se uma fração da amostra obtida conforme o item 9.1.1 passa na peneira de 0,42 mm obtendo-se cerca de 2200 gms deste material passado. Desta maneira, tem-se a amostra a ser ensaiada. Sua determinação é através do aparelho de Casagrande e corresponde a umi-

dade para a qual o sulco se fecha com 25 golpes. Houve solos que não dava limite de liquidez, pois o sulco se fechava com 4 a 8 golpes, mesmo contendo um certo percentual de argila, mas a mesma não era suficientemente ativa para lhe conferir plasticidade, cisalhando-se facilmente ( veja ficha anexada neste relatório ).

#### 9.1.3.2 - LIMITE DE PLASTICIDADE

Toma-se uma fração da amostra, obtida conforme o item 9.1.1, passa na peneira de 0,42 mm, colhendo cerca de 200 gms deste material que passou. Assim, tem-se amostra a ser ensaiada. Quanto ao método de ensaio, veja a NBR 7180 da ABNT. Corresponde a umidade para a qual o solo se fratura quando se tenta moldar um cilindro de 3 mm de diâmetro e cerca de 10 cm de comprimento com esse solo. Houve solo que além de conterem certas quantidade de argila não se conseguiu o limite de plasticidade, pois o solo se fraturava logo quando se tentava moldar, o que se conclui que a argila não é bastante ativa para lhe conferir plasticidade, apesar da grande quantidade existente no material (veja ficha anexada neste relatório ).

#### 9.1.3.3 - INDICE DE PLASTICIDADE

É definido como sendo a diferença entre o limite de liquidez e o limite de plasticidade, representando um critério para se ajuizar do caráter argiloso do solo. Assim quanto maior o índice de plasticidade tanto mais plástico será o solo. O índice de plas-

ticidade, para os solos utilizado na obra variou entre 3,5 a 27%. (veja ficha anexada neste relatório )

## 9.2 - ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO

### 9.2.1 - PREPARAÇÃO DE AMOSTRA

O processo utilizado para a preparação de amostras foi o da secagem prévia, secando o material até atingir a umidade higroscópica. Em seguida desmancha-se os torrões, evitando a quebra de grãos, homogeneizando a amostra. Depois faz-se o quarteamento, reduzindo a quantidade de material até se obter uma quantidade representativa suficiente de material até se obter uma quantidade representativa suficiente para a realização do ensaio. Verifica-se a amostra passando integralmente na peneira 4,8 mm, com o objetivo de desmanchar os torrões ainda existente.

Quando as quantidades de amostras a serem tomadas, o critério é o seguinte: caso o ensaio seja com reuso de material, a amostra passe integralmente na peneira 4,8 mm, toma-se 3 Kg ou 7 Kg respectivamente para o cilindro pequeno ou grande, caso a amostra passe integralmente na peneira de 19,1 mm, sendo o cilindro grande, tomar 7 Kg de material.

### 9.2.2 - CURVA DE COMPACTAÇÃO

O ensaio de compactação fixa o modo como se determina a correlação entre o teor de umidade e a sua massa específica aparente seca, quando a fração de solo que passa na peneira de 19,1 mm é compactada. Após o procedimento descrito no item anterior, executa-se o ensaio conforme o método do DNER.

Determinado pelo menos 4 pontos, constroi-se o gráfico e dele tira-se a umidade ótima e sua corres

pondente massa específica aparente seca.

A energia utilizada foi a proctor Normal, ou seja, 12 golpes por camada, sendo sendo realizada com 5 camadas.

Quanto a densidade em campo, o método utilizado foi a do frasco de Areia. Como exemplo, veja ficha de compactação e densidade em campo, anexada neste relatório.

### 9.2.3 - INDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA E EXPANSÃO

Com o material que passa na peneira 19,1 mm utiliza-se uma amostra não reusada e molda-se um corpo de prova com a umidade ótima desse material, colocando-se depois imerso na água durante 3 ou 4 dias. Depois desse prazo, faz-se leitura no extensômetro e tem-se a expansão que o corpo de prova sofreu, a qual pela própria condição do ensaio, é a expansão crítica. Em seguida coloca o corpo de prova saturado na prensa e realiza-se o ensaio de penetração ( ISC ).

O índice de suporte Califórnia é dado pela capacidade de suporte que o solo possui, dada em percentagem da capacidade máxima admitida por um solo que é de 70 Kgf/cm<sup>2</sup>. Como exemplo deste ensaio, veja a ficha correspondente ao CBR anexada neste relatório.

## 10.0 - ATIVIDADES NA SALA TÉCNICA

### 10.1 - CONHECIMENTO DO PROJETO, CONTRATO E ESPECIFICAÇÕES

#### 10.1.1 - PROJETO

Através do encarregado de Sala Técnica tomei conhecimento do projeto da obra ( terraplanagem, tratamento Primário, obras D'artes, etc. ).

#### 10.1.2 - CONTRATO

Foi feito uma explanação a respeito do mesmo pelo Engenheiro chefe da obra.

### 10.1.3 - ESPECIFICAÇÕES

As especificações seguidas pelo Orgão e acatadas pela Empresa é a do DER/ Pb, a qual é uma cópia com pequenas modificações das Especificações Gerais para Obras Rodoviárias - DNER da qual tomei conhecimento.

### 10.2 - ANÁLISE DE ALGUNS ELEMENTOS DO PROJETO

As notas de serviços liberado pela consultoria de Engenharia, para o DER e para a Empreiteira contratada, contém os dados necessários para a execução, tais como: o numero de estaca, cotas de bordos, de eixo e de terreno natural, declividades transversais, diferencias de cotas entre terreno natural e o greide rodoviário e também as larguras das semi-plataforma.

As curvas horizontais e verticais são indicadas, nas listagens das notas de serviços, colocando-se ao lado da devida estaca as iniciais TS (transição Spiral), PI (ponto de interseção), SC (spiral tangente), PVC (ponto de curva vertical) e PTV (ponto de tangente vertical). Em cada estaca das curvas as cotas e larguras das semi-plataforma já envolvem respectivamente, a superelevação e superlargura.

Durante a fase de lançamento do eixo rodoviário, o topografo recebe as tabelas de locação das curvas, para que lance as estacas no trecho em transição e circular. Quanto as cotas, as notas de serviços já as contém, assim com as estacas definidas. Portanto, a tabela entregue ao topógrafo é para a locação em campo. Essa tabela indica p PI (ponto de interseção), a sua amarração com as tangentes (angulo entre a reta que une o ponto PI a amarração e as duas tangentes), as deflexões a partir do TS e todos elementos calculados das curvas.

Quanto as curvas verticais, as suas loca-

ções estão implícitas no projeto, ou seja, as próprias cotas e estacas dadas, através das notas de serviços, já constam os cálculos de locação. Para as curvas horizontais de raio de projeto muito grande, utilizou-se a concordância circular, enquanto para as curvas de raio pequenos, utilizou-se a concordância em transição.

A maior parte dos elementos definidos em projetos foram realmente calculados levando em consideração a classe da rodovia (veja as normas do DNER enquanto alguns elementos não foram levados em consideração devido a classe da rodovia e a região interceptada.

### 10.3 - PROCESSO UTILIZADO PARA A CUBAÇÃO

Em termos de projeto, tem-se uma ideia, segundo o greide definido em estudos. Contudo, existirão mudanças ao longo do greide durante a execução da rodovia.

A cubação correta é definida e realizada desenhando-se as seções transversais do terreno natural de 20 em 20 metros (com os dados topográficos fornecidos através de cadernetas de campo), e sobre essas seções desenha-se os taludes. Após o desenho de todas as prevista para a etapa de pagamento, determina-se a área de cada seção, utilizando-se para isso o planimetro (ou o processo da fita). Em seguida calcula-se o volume de corte ou aterro pelo processo das semi-distâncias, ou seja, somar-se a área de seção "n" mais a seção "n-1", multiplicando-se pela distância entre as estacas e divide-se por dois (2) (semi-distância), como mostra um exemplo anexado neste relatório.

No caso do material a ser cortado não for de primeira categoria, o topógrafo nivela o material e coloca-se observações na cadernetas de campo para que na fase de desenho o desenhista saiba que o mate-

rial não é de primeira categoria. Indica-se no desenho o material de 2º e 3º categoria com linhas tracejadas, veja o processo utilizado para a cubação anexado neste relatório.

#### 11.0 - PRODUÇÃO

Esse é um dos itens que mais me chamou a atenção, dada a preocupação que senti nos encarregados, em cada vez mais superar as produções dadas anteriormente.

A produção envolve todo o mecanismo da obra (base de seu dimensionamento), fazendo sempre inovações e procurando na medida do possível atingir as metas estabelecidas pelo Engº Chefe da Obra, não deixando de observar a aplicação adequada do equipamento ao serviço, o conhecimento da capacidade produtiva dos equipamentos e sua aplicação.

#### 12.0 - PROGRAMAÇÃO DA OBRA

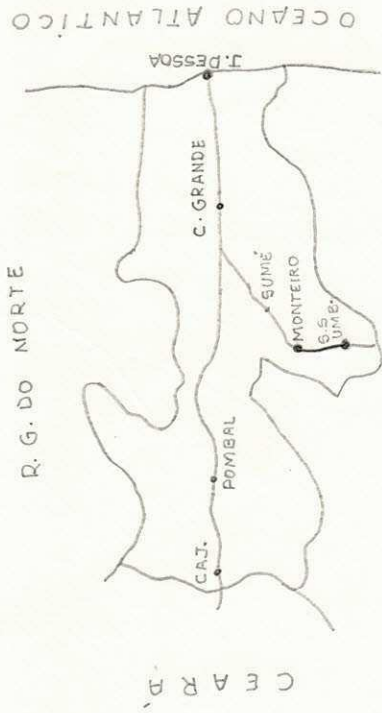
É onde se programa todos os serviços a executar com antecedência suficiente para que não ocorra imprevisto comprometedores ao bom andamento dos serviços. Para isso são observados os seguintes fatores primordiais:

- Mão de obras necessária ao emprego das tarefas
- O turno de trabalho condizente com a produção desejada
- A prioridade dos serviços a executar
- A distribuição dos equipamentos ao longo do trecho
- O bom relacionamento e convívio com a fiscalização

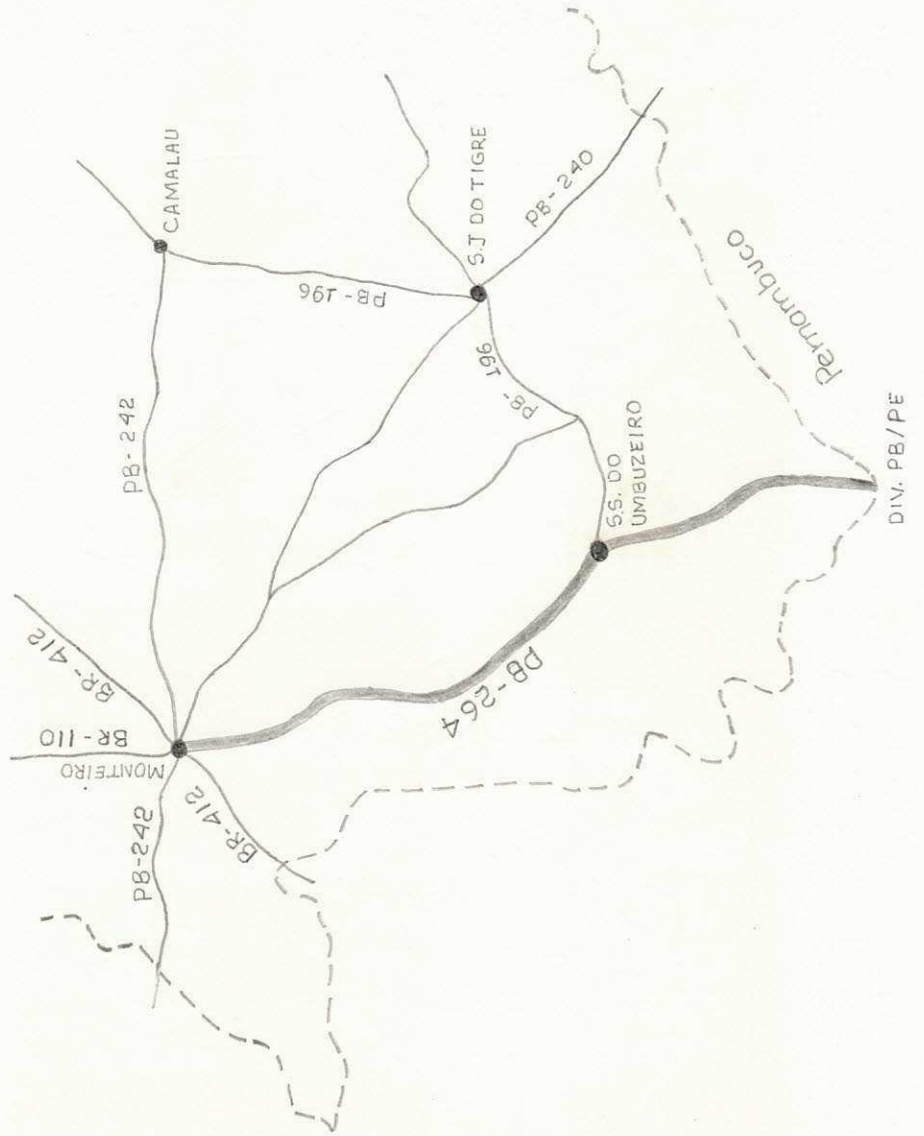
*conclusões?*  
7



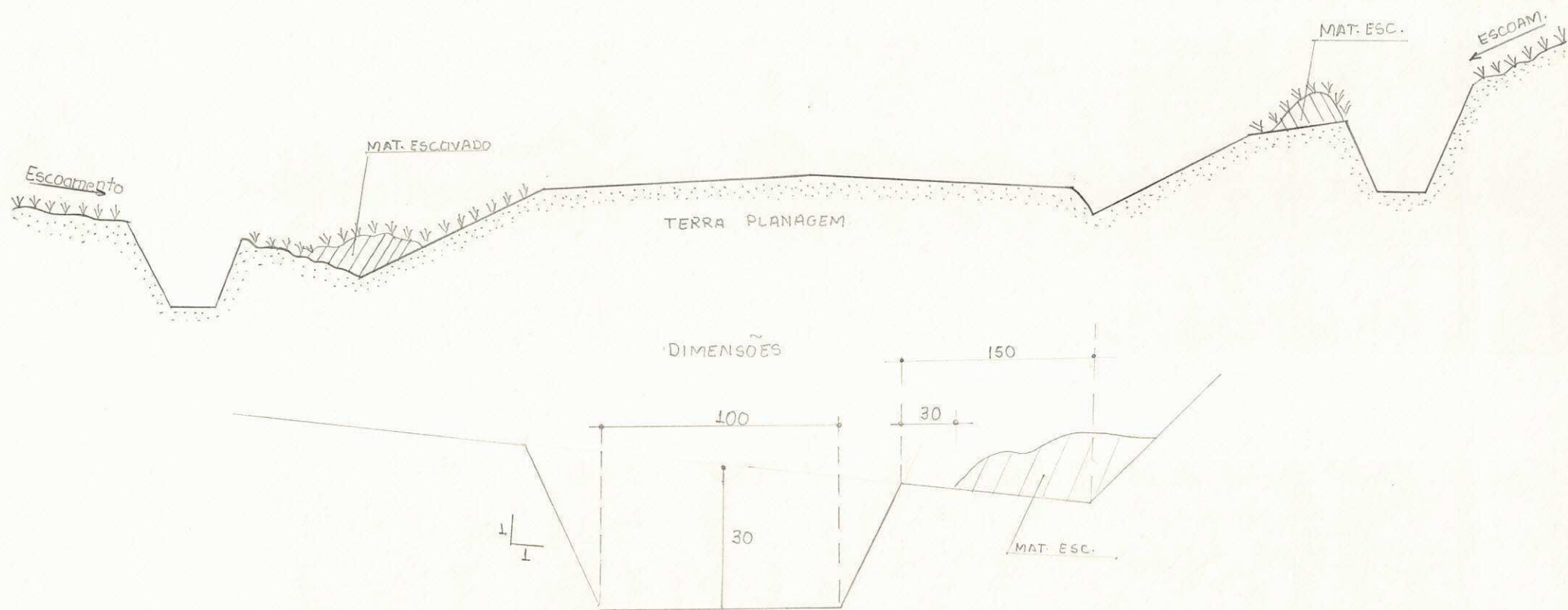
AREA DE INFLUÊNCIA DIRETA



PERNAMBUCO

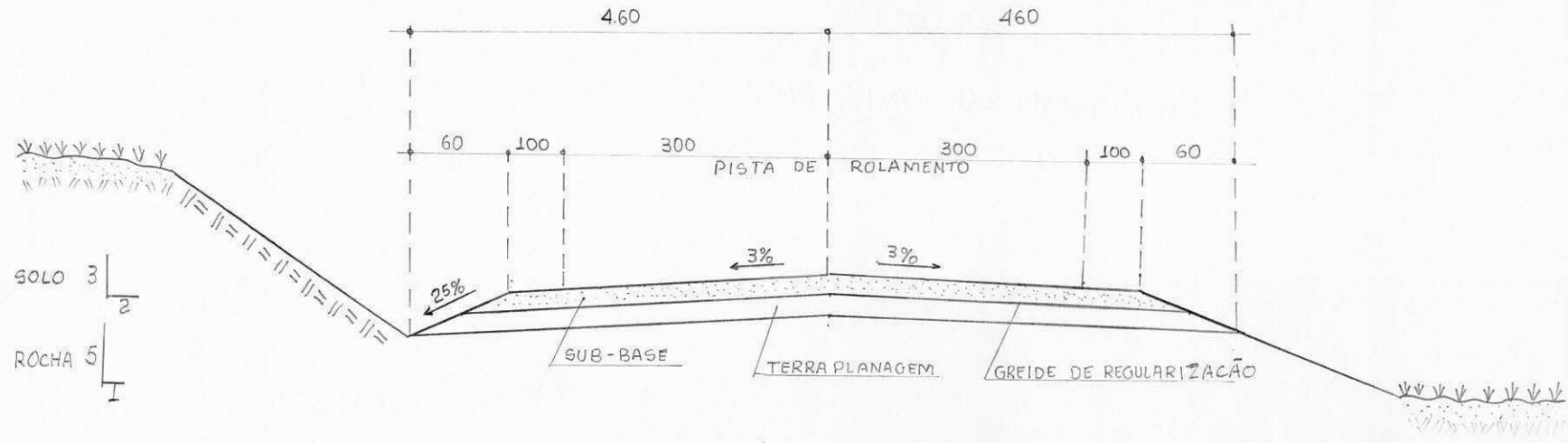


## VALETAS DE PROTEÇÃO

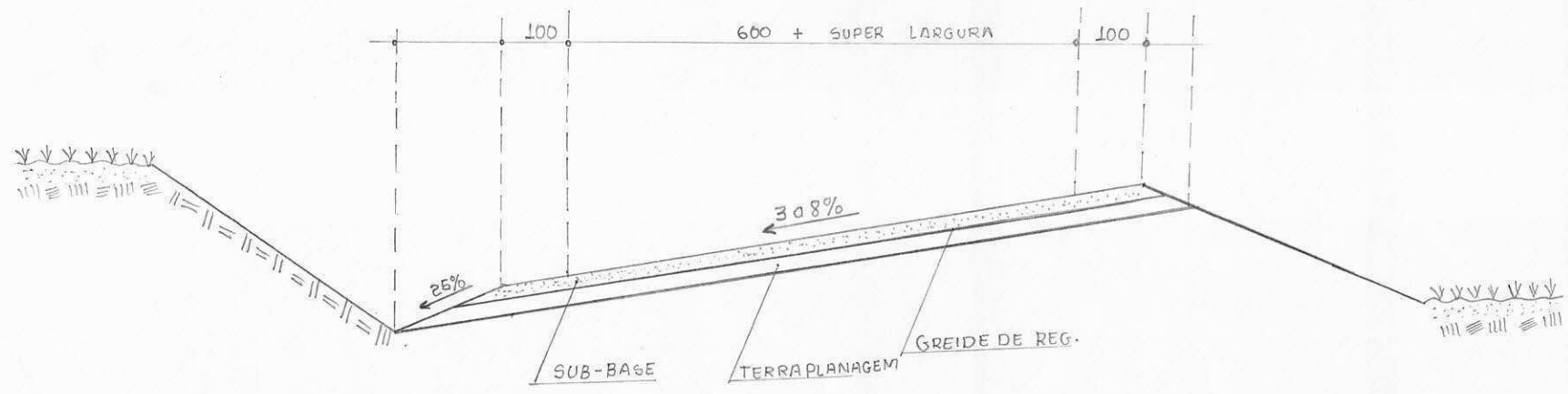


Obs: O desenho está sem escala, a unidade é cm  
As valetas não são revestidas  
Os materiais de escavação serão compactadas manualmente

### SEÇÃO EM TANGENTE

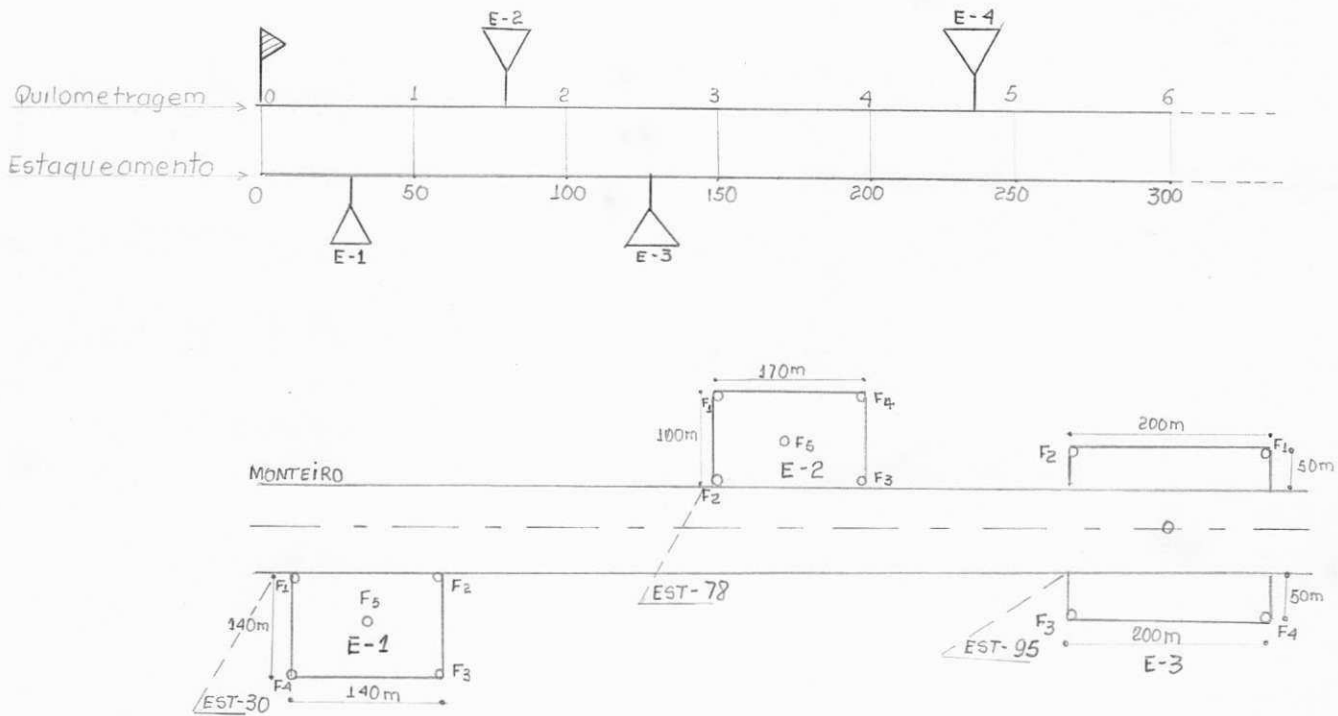


### SEÇÃO EM CURVA



2  
3

# Localização e Estudo do Material para Terraplanagem



EMPRESTIMOS Nº	E-1	E-2	E-3	
LOCALIZAÇÃO LADO - EST - DIST.	EST-30 LADO DIREITO	EST-78 LADO Esquer.	EST-240 LE/LD	
AREA UTILIZAVEL	19600m <sup>2</sup>	17.000m <sup>2</sup>	20.000m <sup>2</sup>	
VOLUME UTILIZAV.	17.640m <sup>3</sup>	17.000m <sup>3</sup>	20.000m <sup>3</sup>	
PROPRIETARIO	Sr. Jorge	Sr. Jorge	Sr. ZUZA	
C A R A C T E R I S T I C A				
GRANULOMETRIA PENEIRAS - % PASSANDO	1"	98		
	3/8"	91	94	93
	Nº 4	83	89	84
	Nº 10	76	81	74
	Nº 40	55	53	47
	Nº 200	34	30	24
FAIXA ASSHO	F/F	F/F	F/F	
LL	NL	NL	NL	
IP	MP	MP	NP	
CLASSIFICACAO HRB (IG)	A-2-4 (0)	A-2-4 (0)	A-1-B (0)	
ASSHO - 12 GOLR.	DENSIDADE MAXIMA	1965	1965	2004
	UMID. OTIMA	105	118	79
	C B R	78	9.6	19.8
	EXPANSÃO	0,1	0,0	0,0

# Escalonamento e Arrassamento

Seções Transversais

Estaca 478



Dados:

Arrassamento: 16m da cota do eixo do terreno natural

Escalonamento: Lado esquerdo:  $\begin{cases} H = 3,4\text{m} \\ L = 6,0\text{m} \end{cases}$   
" direito:  $\begin{cases} H = 2,40\text{m} \\ L = 6,0\text{m} \end{cases}$

OPERAÇÕES

TERRAPLENAGEM - CUBAÇÃO

DATA

23/01/87

RODOVIA

PB - 264

TRECHO

S.S.UMB a DIVIS. PB

ESTAÇAS

PE 401 a 410

MEDIÇÃO

5º Parcial

ESTACA	ÁREAS		SOMA		D 2	VOLUME		VOLUME PARCIAL		CLASSIFICAÇÃO
	CORTE	ATERRO EMPREST.	CORTE	ATERRO EMPREST.		CORTE	ATERRO EMPREST.	CORTE	ATERRO EMPREST.	
401	-	45,40	-	45,40	10,00		454,00			
402	-	44,60	-	90,00	"		900,00			
403	-	42,30	-	86,90	"		869,00			
404	-	38,30	-	80,60	"		806,00			
405	-	43,70	-	82,00	"		820,00			
406	-	45,10	-	88,80	"		888,00			
407	-	44,30	-	89,40	"		894,00			
408	-	43,90	-	88,00	"		882,00			
409	-	45,80	-	89,70	"		897,00			
410	-	47,10	-	92,90	"		929,00			
		00,0		47,10	"		471,00			
								TOTAL DE	VOLUME	
								8.810	m³	

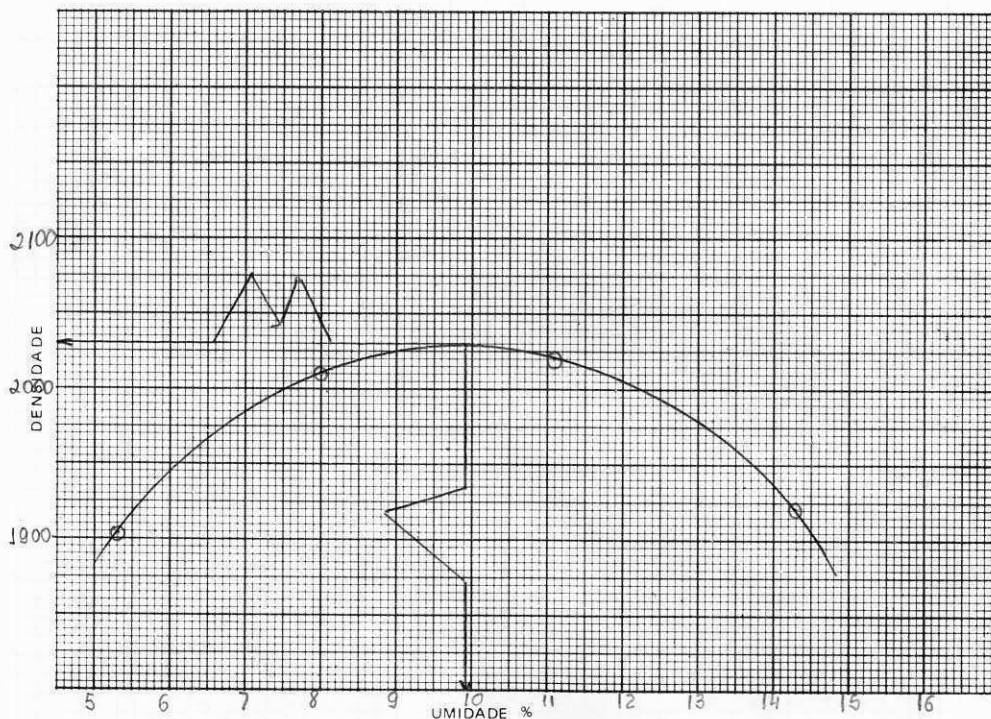
OPERAÇÕES		ENSAIO DE DENSIDADE "IN SITU" MÉTODO DO FRASCO DE AREIA				
FURO	Nº	01	02	03		
DATA	-	09/10/87	09/10/87	10/10/87		
ESTACA	-	1120	1123	1173		
POSIÇÃO	E-x-0	E	D	X		
PROFUNDIDADE	cm	0-20	0-20	0-20		
REGISTRO	Nº	180	190	197		
PESO DO FRASCO COM AREIA	ANTES	A	6000g	6000	6000	
	DEPOIS	B	2950	2990	3210	
	DIFERENÇA	A-B	3050	3010	2790	
FUNIL	Nº	01	02	02		
PESO DA AREIA NO FUNIL (g)	C	540	616	616		
PESO DA AREIA NO FURO (g)	A-B-C=P	2510	2394	2174		
DENSIDADE DA AREIA (g/dcm3)	d	1.338	1.338	1.338		
VOLUME DO FURO (dcm3)	$V = \frac{P}{d}$	1,876	1,789	1,624		
UMIDADE	h%	9.3	9.3	8.7		
PESO DO SOLO ÚMIDO (g)	Ph	4.000	3920	2810		
PESO DO SOLO SECO (g)	$P_s = \frac{P_h}{100 + h}$	36.59	35.86	25.85		
DENSIDADE DO SOLO SECO (g/dcm3)	$D_s = \frac{P_s}{V}$	19,50	20,05	1,592		
ENSAIO LABORATORIO	REGISTRO	Nº	180	190	197	
	DENSIDADE MAX. (g/dcm)	Dm	1.950	2.000	1.850	
	UMIDADE ÓTIMA	H%	9,5	9,4	8,5	
COMPACTAÇÃO	$\% = \frac{D_s}{D_m}$	100,05	100,25	86,07		
UMIDADE						
CÁPSULA	Nº					
PESO DO SOLO ÚMIDO (g)	Ph					
PESO DO SOLO SECO (g)	Ps					
PESO DA ÁGUA (g)	$P_a = P_h - P_s$					
UMIDADE	$h\% = \frac{P_a}{P_s}$					
OBS.						
CAMADA:		OPERADOR:			VISTO:	
Revestimento					[Assinatura]	
Primário						

# EIT - Empresa Industrial Técnica S/A

## COMPACTAÇÃO

UMIDADE	%	%	MOLDE Nº	08	REGISTRO  842
CAPSULA Nº			VOLUME DO MOLDE	2060 cm <sup>3</sup>	
PESO BRUTO ÚMIDO			PESO DO MOLDE	4320	GOLPES / CAMADAS  26
PESO BRUTO SECO					
TARA DA CÁPSULA			PESO DO SOQUETE	4536 g	Nº DE CAMADAS  05
PESO DA ÁGUA					
PESO DO SOLO SECO			ESPESS DO DISCO	2.5 Pol	
UMIDADE					
UMIDADE MÉDIA					

PONTO Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO DO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE DO SOLO ÚMIDO								UMIDADE MÉDIA	DENSIDADE DO SOLO SECO
				CÁPSULA Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO BRUTO SECO	PESO DA CÁPSULA	PESO DA ÁGUA	PESO DO SOLO SECO	UMIDADE		
—	g	g	kg/m <sup>3</sup>	—	g	g	g	g	g	%	%	kg/m <sup>3</sup>
1	8450	4130	2005		50			2.50	47.50	5.3		1904
2	8800	4480	2174		"			3.70	46.30	8.0		2010
3	8940	4620	2243		"			5.0	45.0	11.1		2020
4	8840	4520	2194		"			6.25	43.75	14.3		1920
5												
6												



INICIO:  12/01/87
TÉRMINO:
OPERAÇÃO:
CÁLCULO:
VISTO:

JAZ MANCAMBIRA

PROCED. SL-JAZ-AT-ETC.	LOCALIZ. FURO-EST.-LADO	PROF -cm	D. MÁX. 2035
Revestimento Primario	1065		hot. 9.7%
RODOVIA	TRECHO	SUB-TRECHO	

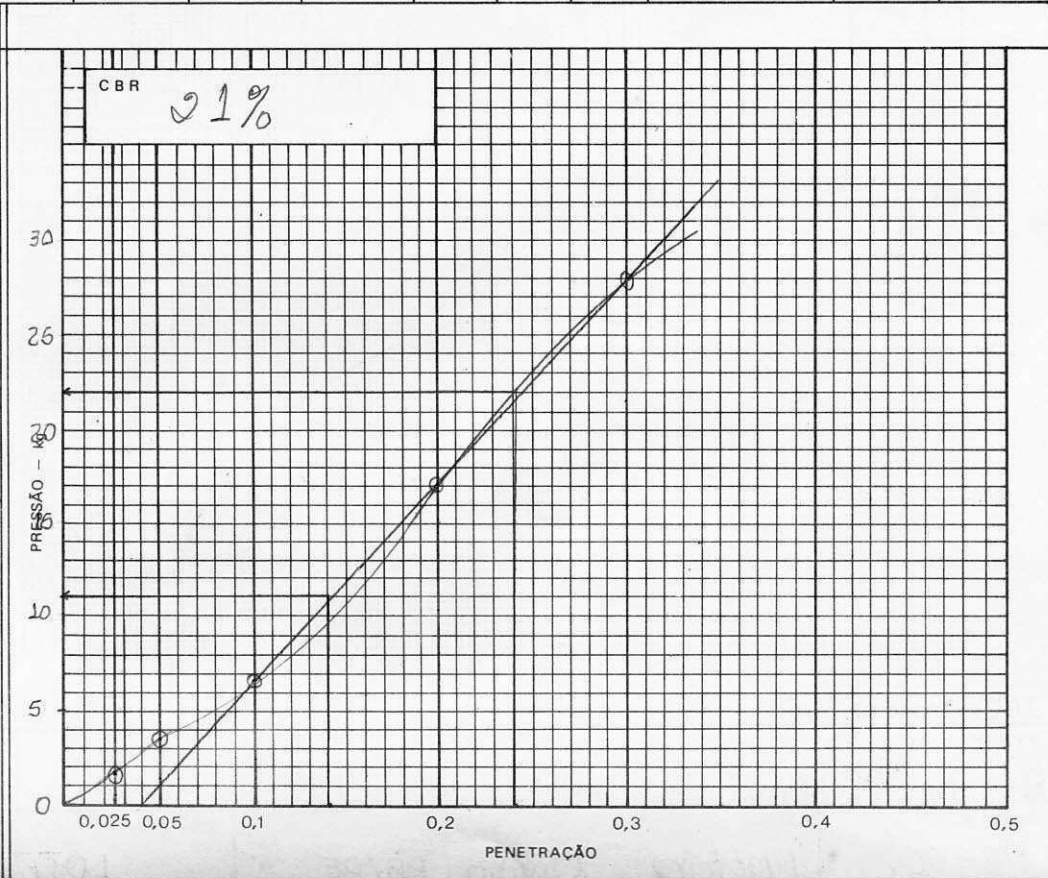


# EIT - Empresa Industrial Técnica S/A

C. B. R.

UMIDADE			HIGROSCÓPICA		(g) DE MOLDAGEM		REGISTRO					
CÁPSULA Nº							842					
PESO BRUTO ÚMIDO					50.0		Nº 03		PESO - g 4.140			
PESO BRUTO SECO					46.6							
PESO DA CAPSULA							VOLUME cm3 2041					
PESO DA ÁGUA					3.40							
PESO SO SOLO SECO												
UMIDADE - %												
UMIDADE MÉDIA %			$h_i = 5,3 - 4,1 = 1,2\%$		$h_m = 7,2$		DISCO ESPAÇADOR pol. 2.5		SOQUETE PESO g 4500			
DADOS DE COMPACTAÇÃO				CÁLCULO DA ÁGUA A JUNTAR								
DENSIDADE MÁXIMA - kg/m3		2035		PESO DE SOLO PAS-SANDO NA PEN. Nº4 g		ÚMIDO - g		ÁGUA A JUNTAR g		Nº DE CAMADAS		
UMIDADE ÓTIMA - %		9,7				4100		344		05		
						4051				26		
UMIDADE HIGROSCÓPICA %		1,2		PESO DE PEDREGULHO RETIDO NA PENEIRA N. 4		1900		ÁGUA A JUNTAR g		CONSTANTE DA PRENSA		
DIFERENÇA UMIDADE %		8,5				38		380				
ENSAIO DE PENETRAÇÃO						EXPANSÃO DA AMOSTRA INUNDADA						
TEMPO	PENETRAÇÃO		LEITURA DO EXTENSOM.	PRESSÃO - kg / cm2				DATAS		LEITURA DO DEFLECTOMETRO	DIFERENÇA	EXPANSÃO
	POLEG.	mm		DETÉRM.	CORRIG.	PADRÃO	%	DIA	HORA			
30 S	0,025	0,63	17	1,7				12/02/87	3hs	2,0		
1 m	0,05	1,27	33	3,3				"	"			
2 m	0,1	2,54	67	6,7	11	70	16	"	"			
4 m	0,2	5,08	170	17,0	23	105	21	"	"			
6 m	0,3	7,62	280	28,0		133		"	"			
8 m	0,4	10,16				161						
10m	0,5	12,70				182						

MOLDAGEM - VERIFICAÇÃO	
PESO BRUTO ÚMIDO - g	8770
PESO ÚMIDO - g	4630
DENSIDADE ÚMIDA - kg/cm3	2268
DENSIDADE SECA - kg/cm3	2067
OBSERVAÇÕES:	101,5%



UMIDADE	%	%	AMOSTRA	TOTAL	PARCIAL
CÁPSULA No.	79		CÁPSULA No.	19	14
PESO BRUTO ÚMIDO	50		PESO BRUTO ÚMIDO	2000	100
PESO BR TO SECO			PESO ÚMIDO		
TARA DA CÁPSULA			PESO RETIDO NA PEN 10	714.86	
PESO DA ÁGUA	1,00		PESO ÚMIDO PASS. PEN 10	1285.14	
PESO DO SOLO SECO	49.09		PESO SECO PASS PEN 10	1259.9	
UMIDADE			PESO DA AMOSTRA SECA	2 19748 3	98,0
UMIDADE M <sup>-2</sup> DIA	2.0	1			

Registro  
804

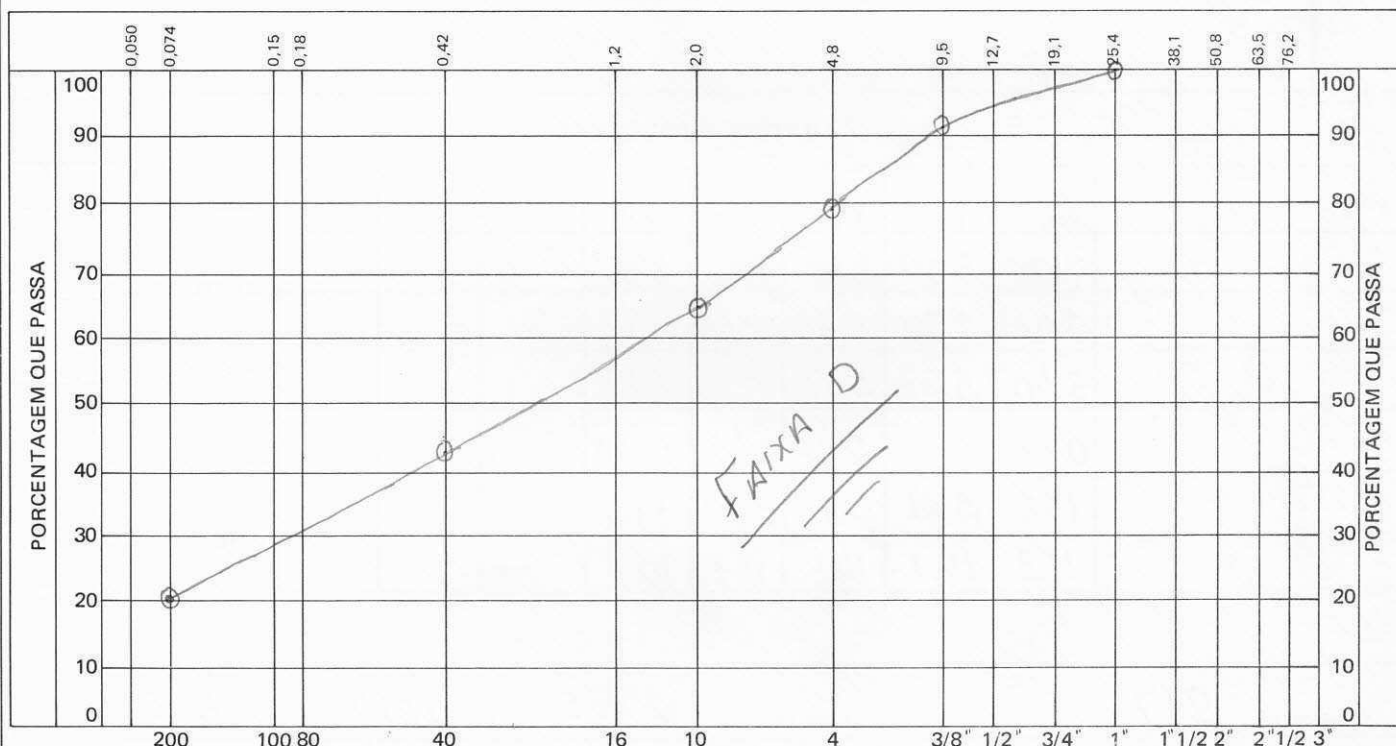
PENEIRAMENTO

AMOSTRA TOTAL	PENEIRAS		PESO RETIDO PARCIAL	PESO QUE PAS. ACUMULADO	% QUE PASS. AM TOTAL	POL.	CONSTANTES
	POL	MM	COL. 1	COL. 2	COL. 3	—	
	3"	76,2				3"	$K1 = \frac{1+100}{2} = 0.0516$ $K2 = \frac{4}{3} = 0,663$ COL 3 = K1    COL. 2    COL. 6 = K2    COL 5 INÍCIO _____ TÉRMINO _____ OPERAÇÃO _____ CÁLCULO _____ VISTO _____
	1/2"	63,5				2 1/2"	
	2"	50,2				2"	
	1 1/2"	38,1				1 1/2"	
	1"	25,4	34.80	1940.0	100.00	1"	
	3/4"	19,1				3/4"	
	1/2"	12,7				1/2"	
	3/8"	9,5	175.90	1764.1	91.10	3/8"	
	No. 4	4,8	201.48	1542.62	79.6	No. 4	
	No. 10	2,0	282.68	1259.9	4 65.0	No. 10	
AMOS. RA PARCIAL			COL. 4	COL 5	COL. 6	—	OBSERVAÇÕES
	No. 40	0,42	34.00	64.0	42.40	No. 40	
	No. 80	0,18				No. 80	
	No. 200	0,074	32.91	31.1	20.60	No. 200	

AREIA FINA

AREIA GROSSA

PEDREGULHO

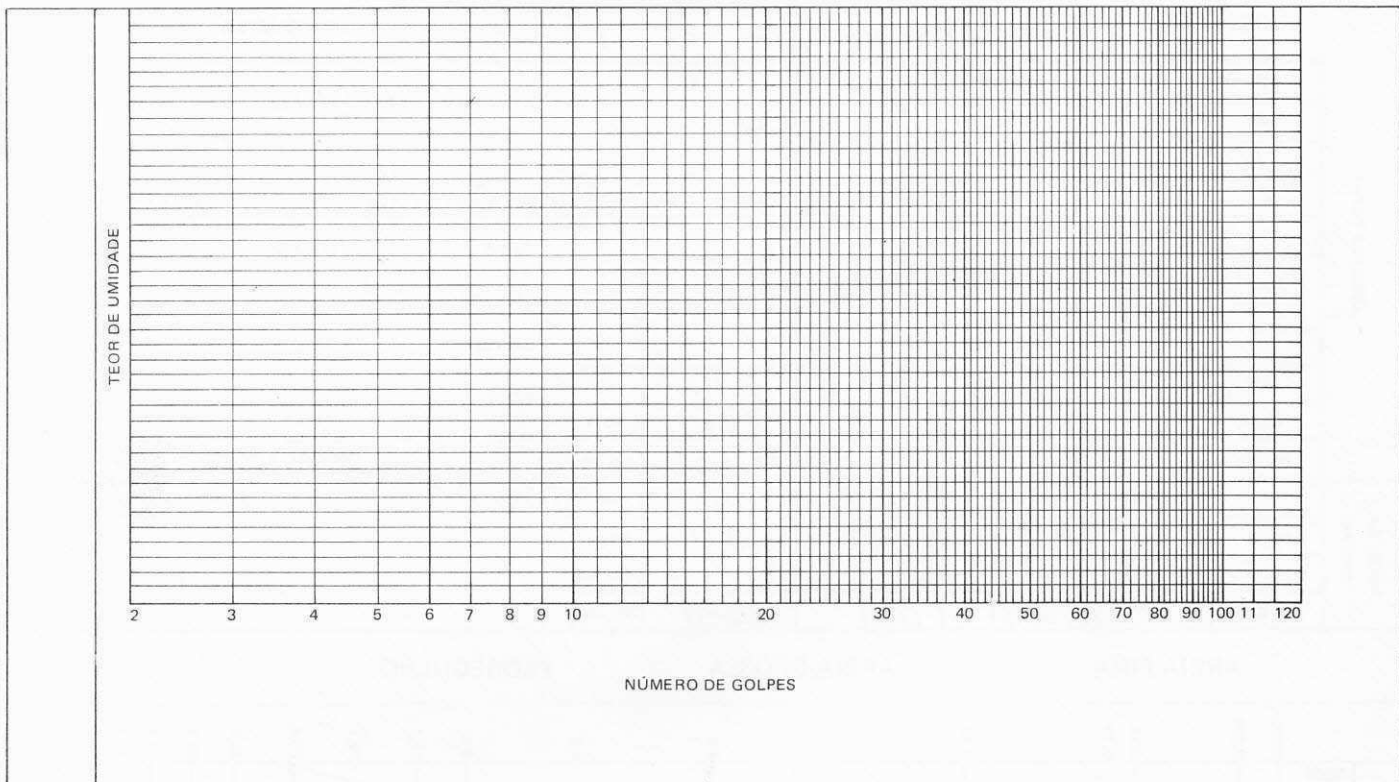


PROC'D - SL - JAZ - AT - ETC. Revestimento Primario	LOCALIZ. FURO - EST. LADO 1515	PROFUND. - CM
RODOVIA	TRECHO	SUB-TRECHO

LIMITE DE LIQUIDEZ

1	CÁPSULA No.	60	106							INÍCIO _____
2	No. DE GOLPES	15	15							TÉRMINO _____
3	PESO BRUTO ÚMIDO	34,55	35,80							OPERAÇÃO _____
4	PESO BRUTO SECO	29,37	30,45							CÁLCULO _____
5	TARA DA CÁPSULA	5,40	5,55							VISTO _____
6	PESO DA ÁGUA	5,18	5,35							
7	PESO DO SOLO SECO	23,95	24,90							
8	UMIDADE	21,6	21,5							

20,3    20,2



LIMITE DE PLASTICIDADE

	66	86	80	101	59				INÍCIO _____
	7,95	8,50	8,68	8,95	8,66				TÉRMINO _____
	7,63	8,00	8,25	8,50	8,44				OPERAÇÃO _____
	5,40	5,39	5,37	5,30	6,38				CÁLCULO _____
	0,30	0,5	0,43	0,45	0,20				VISTO _____
	1,96	2,61	2,88	3,20	2,06				
	16,3	19,1	14,9	14,1	10,7				

REGISTRO No.	817	RESULTADOS LL	20,25	LP	16,10	IP	4,15
PROCED. - SL - JAZ - AT - ETC	LOCALIZ. - FURO - EST - LADO	PROFUND. - CM	LABORATÓRIO				
Rev. Primario	1612 + 10						
RODOVIA	TRECHO	SUB - TRECHO					
PB-264	MONT. DIVISA PB/PE	LOTE I					