

WERNER OLIVEIRA BARROS

ESTÁGIO SUPERVISIONADO

CAMPINA GRANDE - PB

ESTÁGIO SUPERVISIONADO EM ENGENHARIA CIVIL

ÁREA DE ESTÁGIO: Pavimentação Rodoviária

ASSUNTO: Relatório

ÓRGÃO: Departamento de Estradas de Rodagem - D.E.R. - Pb

TRECHO: Manaira - Santana de Mangueira

EXTENSÃO DA RODOVIA: 38 Km

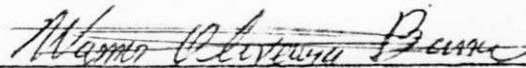
PERÍODO DE ESTÁGIO: 08/01 a 28/02/86

ESTAGIÁRIO: Warner Oliveira Barros

ESCOLA: Universidade Federal da Paraíba - UFPb
Centro de Ciências e Tecnologia - Campus II

SUPERVISOR: Prof. Carlos Roberto Vasconcelos

Campina Grande -Pb, 26 de agosto de 1986.



WARNER OLIVEIRA BARROS-ESTAGIÁRIO

MAT.: 8221051-8



Biblioteca Setorial do CDSA. Setembro de 2021.

Sumé - PB

ÍNDICE DO RELATÓRIO

- 1 - INTRODUÇÃO
- 2 - OBJETIVO
- 3 - ATIVIDADES NO CAMPO
 - 3.1 - TOPOGRAFIA
 - 3.2 - TERRAPLANAGEM
 - 3.2.1 - EXECUÇÃO DE CORTES
 - 3.2.2 - EXECUÇÃO DE ATERROS
 - 3.2.3 - EMPRÉSTIMOS E "BOTA - FORA"
 - 3.2.4 - REVESTIMENTO PRIMÁRIO
 - 3.2.5 - ESPECIFICAÇÕES GERAIS
- 4 - ATIVIDADES NO LABORATÓRIO
 - 4.1 - ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO
 - 4.1.1 - PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS
 - 4.1.2 - ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO
 - 4.1.3 - ENSAIOS FÍSICOS
 - LIMITE DE LIQUIDEZ
 - LIMITE DE PLASTICIDADE
 - ÍNDICE DE PLASTICIDADE
 - 4.2 - ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO
 - 4.2.1 - PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS
 - 4.2.2 - CURVA DE COMPACTAÇÃO
 - 4.2.3 - ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA E EXPANSÃO
- 5 - ATIVIDADES NA SALA TÉCNICA
 - 5.1 - ANÁLISES DE ALGUNS ELEMENTOS DO PROJETO
 - 5.2 - PROCESSO UTILIZADO PARA A CUBAÇÃO

1 - INTRODUÇÃO

A Rodovia PB - 374 ligará a cidade de Manaíra a Santa na de Mangueira e terá uma extensão de 38 Km.

A implantação dessa rodovia promoverá a economia e o progresso dos dois municípios, gerando, conseqüentemente, mais emprego e condição de vida para a comunidade da região.

Vale salientar que aproximadamente 80% dos operários admitidos pela empresa construtora, pela consultoria de engenharia e pelo Departamento de Estradas de Rodagem, foi da própria região.

Como consequência da construção da rodovia, os operários vão adquirindo, com o tempo, uma profissão, quer seja em execução de terraplanagem, quer seja no laboratório ou na topografia, enquanto outros saem especializados.

Com os operários percebendo bons salários, principalmente o pessoal técnico, era de se esperar uma alteração na economia das duas cidades. Com a demanda crescendo muito e a oferta praticamente parada, os preços subiram assustadoramente, prejudicando, principalmente, o pessoal pobre e que não foi admitido na obra.

Quanto ao projeto, vale salientar que o trecho em execução não possui um projeto geométrico definitivo, principalmente quanto ao greide rodoviário e às obras de artes. Apesar de que a rodovia foi previamente projetada, mas as mudanças foram tão significativas de tal forma que o projeto ficou sendo executado com base em novos estudos orientados por notas de serviço do antigo projeto e das alterações, dando, assim, continuidade ao projeto na sua execução.

A rodovia é de 3ª classe e atingirá somente o revestimento primário. A região interceptada pela rodovia é montanhosa, provocando rampas que chegam até 14% de declividade, o que foi uma exceção quanto à classe da rodovia, isto por parte da fiscalização, pois a classe só admite 8% nas rampas.

O processo burocrático na execução da obra se procedia com solicitações à fiscalização para liberação de serviços realizados diariamente pela empresa construtora. As notas de serviços são liberadas pela consultoria de engenharia, tanto para o órgão fiscalizador, no caso o D.E.R., como para a construtora, sendo que a consultoria trabalha em conjunto com a fiscalização e em novos estudos e projetos necessários à melhoria da obra.

2 - OBJETIVO

O presente relatório tem como objetivo apresentar o que foi visto de mais importante na execução da rodovia PB-374. O relatório será baseado nas atividades realizadas no campo, no laboratório e na sala técnica. No campo se enquadra a topografia necessária à execução da obra, finalizando com terraplagem 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-á os elementos do projeto geométrico e o processo utilizado na cubação.

3 - ATIVIDADES NO CAMPO

Nesta divisão do relatório será apresentado a sequência da execução da terraplanagem, desde a topografia até o revestimento primário, segundo o que foi visto no campo.

3.1 - 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.

2, E, finalmente, um outro topógrafo lança os pontos de "off-set", ou seja, os pontos onde se darão início a um corte ou aterro. Na realidade quando se inicia a terraplanagem esses pontos ficam afastados (amarração) do eixo, ou seja, ficam 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 amarrá-los a uma certa distância dos serviços mecânicos.

As referências de níveis (RN) são colocadas de 1000 em 1000 metros, sendo necessário pontos seguros (PS) entre as referências de níveis, todos para auxiliarem 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 pouco distante do eixo da estrada (amarração). Todos os topógrafos têm a relação desses pontos com as suas respectivas altitudes.

Lançado o eixo, nivelado as seções e lançados 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 a futura cubação; no caso de nivelamento para a 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 aterros) para a verificação com as cotas de projeto.

Qualquer nivelamento realizado ao longo do trecho deverá iniciar por um ponto 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.

Ainda não foi necessário a utilização de métodos taquiométricos, apesar de que a região é bastante acidentada, mas ainda não se justificou a aplicação do método.

Anexo a este relatório encontra-se um gabarito, no qual se encontram seções transversais mostrando os pontos de "off-set" e nivelamentos de rochas, assim como tabelas de nivelamentos das seções transversais.

3.2 - TERRAPLANAGEM

Nesta subdivisão da atividade em campo será apresentada toda a seqüência construtiva de cortes e aterros até a camada final, ficando o revestimento primário como uma outra subdivisão a ser apresentada neste relatório.

3.2.1 - 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 Screepers iniciam os cortes pelos pontos de "off-set", sendo controlados pelo encarregado ou pelo fiscal da 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 regularizados 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, homogeneizado 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.

Apos 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 homogeneizado a camada, a motoniveladora nivela a camada para que se inicie o processo da compactação. Inicia-se com o rolo estático Pé-de-Carneiro que dar 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, determinando 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 diferenciem muito dos resultados em laboratório, conforme as normas, abre-se a camada e inicia novamente todo o processo da compactação.

Para o controle do número de carradas a serem colocadas no rebaixe, faz-se a cubação no próprio local (largura da plataforma x o número de estacas em metros x altura do rebaixe) e divide-se pela capacidade de volume do moto-screeper (em média 11 m^3) e determina-se o número de lançamento de material para que atinga a altura ideal. Vale salientar que este cálculo é feito levando em consideração o empolamento do material da região, o qual não ultrapassou a 0,75 ou um fator de empolamento de 33,3 %.

O controle da umidade ótima do material colocado no rebaixe é feito pela experiência do fiscal e não pelo controle da velocidade do caminhão-pipa. Sabe-se quando o material atingiu a umidade ótima pela uniformidade da cor da camada, pois se aparecerem manchas ao longo da camada, isto significa que o material ainda não atingiu a umidade ótima. E além do mais, sabe-se a umidade ótima de laboratório, o que facilita cada vez mais a experiência.

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

No caso dos equipamentos iniciarem os cortes e encontrarem, no 2º ou 3º horizonte ou mais profundamente, material que não seja desmontável pelo moto-screepar ou pelo trator de lâmina com escarificador (D-8), o serviço é paralizado, indo os equipamentos para uma outra frente de trabalho enquanto a topografia nivela o material e posteriormente se faça a classificação de 2ª ou 3ª categoria. Caso o material seja 3ª categoria, a demora para se iniciar o corte nesse local será grande, pois será necessário solicitar a equipe de "fogo" para preparar os furos, onde serão injetadas "bananas" de dinamite para a posterior explosão ou implosão.

Com a camada final (rebaixe) pronta e compactada, a topografia é solicitada para nivelar o trecho, nivelamento este, feito no eixo e nos bordos em cada estaca. Após o nivelamento, compara-se as altitudes de cada ponto com as altitudes de projeto, assim como as distâncias do eixo aos bordos (semi - plataforma).

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.

3.2.2 - EXECUÇÃO DE ATERROS

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

Vale salientar que não existe tratamento do subleito, 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 o comprimento do trecho a ser executado), o fiscal ou 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 a uma distância 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 os matacões e as raízes que existirem no meio do material, isto à 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 se atingiu a umidade ótima. Não é muito difícil acertar, pois além de se saber a umidade ótima de laboratório para aquela solo, existe uma tolerância de $\pm 3\%$ para a umidade ótima em campo com relação à umidade ótima do laboratório.

Depois de gradeado o material e atingido a umidade ótima, a motoniveladora abre a camada para o eixo e para o bordo esquerdo e direito, para verificar se o material a baixo está também 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 do equipamento de compactação sabe quando se atingiu a densidade máxima pelo número de passadas, pois quase não varia para o solo da região.

Em caso de compactação sobre bueiros, 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 as distâncias entre os bueiros são pequenas, geralmente 1 metro, razão por que 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 concreto imediatamente abaixo da 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 do 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 verifique as normas, abre-se a camada e repete-se o processo de compactação.

Houve casos em que, depois de se realizar ou durante a execução do aterro, percebeu-se que a camada formava pequenas ondas quando os equipamentos passavam sobre ela, ou seja, não houve uma boa estabilidade do solo, pois abaixo do corpo de aterro existia um material turfoso de aproximadamente 50 cm de profundidade. Uma das soluções foi aumentar a cota do greide, aumentando assim o peso do corpo de aterro para que houvesse a expulsão do material. No entanto a solução mais viável, devido o aterro ser pequeno, foi retirar o material turfoso e colocar cascalho e areia, visando a estabilidade e diminuição da capilaridade. Com isto, chegou-se a estabilidade.

Outros casos de "burrachudos" ocorreram 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 estava na umidade ótima e a camada abaixo se encontrava saturada, surgia a instabilidade da camada colocada por último, originando o burrachudo.

3.2.3 - 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 2ª e 3ª 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 às normas vigente, para os aterros.

Os materiais de 2ª e 3ª categorias encontrados nos cortes, tais como matacões, solos contendo matérias orgânicas, 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 de cascalhos para o revestimento primário. Vale salientar que o solo da região, principalmente nas imediações da rodovia, possuía o primeiro horizonte todo de cascalho, com uma espessura média de 20cm.

3.2.4 - 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, considerados nessa 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, pois a região possui este material em quase todo o seu primeiro horizonte, com uma espessura média de 20 cm. Quanto às especificações para o revestimento primário, veja-se no ítem sobre as especificações gerais.

Houve jazidas de cascalhos em que os finos contidos neste material emprestaram-lhes uma grande plasticidade, sendo necessário, principalmente nas rampas, adicionar areia para diminuir a plasticidade. O resultado foi satisfatório.

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.

3.2.5 - ESPECIFICAÇÕES GERAIS

As especificações abaixo citadas foram seguidas rigorosamente na execução da rodovia:

- A faixa a ser limpa deve atingir a distância entre as estacas de "off-set" acrescida de 5 metros de cada lado da estrada;

- As medidas entre os pontos de "off-set" da plataforma de terraplanagem deve ser igual às do projeto ou diferenciar de 10 cm para cada lado do eixo da estrada;

- Os últimos 60 cm de aterro serão compactados até atingirem 100 % da massa específica obtida em laboratório, e servirão como sub-leito;

- As camadas compactadas antes dos últimos 60 cm abaixo do greide, poderão ficar com um GC de 95 % ;

- A umidade ótima em campo deverá ser a umidade ótima determinada em laboratório, podendo diferenciar de $\pm 3\%$;

- A espessura das camadas já compactadas será de 20 cm a 30 cm, sendo para os solos granulares no máximo de 20 cm;

- Quanto à qualidade dos materiais, a norma determina que deverão ser evitados, na execução de aterro, solos com Índice de Suporte Califórnia menor que 2 % e com expansão maior que 4 % ;

- A camada solta, antes de ser compactada, deverá se apresentar tanto quanto possível pulverizada de forma homogênea, sem presença de torrões muito secos, blocos ou fragmentos de rochas;

- Deverá ser feito um ensaio de compactação (curva de compactação - DNER - DPT - M 47-64) no material do corpo de aterro para cada 1.000 metros cúbicos;

- Um ensaio para a determinação da massa específica "in situ", para cada 1.000 metros cúbicos de material compactado no corpo de aterro (Ensaio DNER - DPT - M 92-64);

- Para as camadas finais (60 cm abaixo do greide), uma determinação da massa específica "in situ", para cada 100 metros de extensão de camada, alternadamente no eixo e nos bordos;

- Admite-se, nos aterros, um erro de ± 5 cm entre as cotas da plataforma de terraplanagem em relação às cotas do projeto;

- Admite-se, nos cortes, um erro de ± 3 cm entre as cotas da plataforma de terraplanagem e às cotas do projeto;

São recomendadas as seguintes especificações gerais para a camada de solo estabilizada destinada ao revestimento de uma estrada:

- O agregado graúdo (retido na peneira nº 10)' será constituído por partículas duras e duráveis de fragmentos de pedra, pedregulho ou escória, e sua percentagem de desgaste, no ensaio Los Angeles, não deverá ser superior a 50 %. Pode ser empregado também agregado graúdo com percentagem de desgaste superior a 50 %, uma vez que se tenha conhecimento de resultados satisfatórios de sua utilização;

- O agregado miúdo (que passa na peneira nº 10) deverá ser constituído por areia natural e partículas finas que passam na peneira nº 200;

- A fração que passa na peneira nº 40 deve ter o limite de liquidez inferior ou igual a 35 % e o índice de plasticidade igual ou superior a 4 %, e inferior ou igual a 9 %;

- Deve estar isento de matérias orgânicas, vegetais, torrões de argilas e se enquadrar numa das faixas granulométricas abaixo:

PENEIRAS (mm)	PERCENTAGENS QUE PASSAM					
	A	B	C	D	E	F
50	100	100	-	-	-	-
25	-	75 - 95	100	100	100	100
9,5	30-65	40 - 75	50-85	60-100	-	-
4,8	25-55	30 - 60	35-65	50-85	55-100	70-100
2,0	15-40	20 - 45	25-50	40-70	40-100	55-100
0,42	8-20	15 - 30	15-30	25-45	20-50	30-70
0,074	2-8	5 - 20	5-15	10-25	6-20	8-25

4 - ATIVIDADES NO LABORATÓRIO

Nesta divisão do relatório será apresentado os ensaios necessários à 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.

4.1 - ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO

4.1.1 - PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS - MÉTODO NBR 6457

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

4.1.2 - ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO (MÉTODO DE ENSAIO - NBR 7181)

A análise granulométrica é feita tomando uma fração de amostra obtida conforme o item 4.1.1, passando depois este material na peneira de 76mm, sendo que o material retido pode ser desprezado. Com o material que passa, toma-se uma quantidade, em função dos grãos maiores, que pode ser 1Kg, 4Kg, 8Kg, no mínimo, conforme sejam os grãos menores que 5 mm, entre 5mm e 25 mm e maior que 25 mm, respectivamente, sendo estes diâmetros estimados visualmente. Desta maneira, obtém-se a quantidade de material a ser ensaiada.

Passa-se este material na peneira de 2,0 mm, o que ficar retido deve ser lavado para retirar os fi - nos 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. Quanto ao método, veja-se MB-32 da ABNT.

Os resultados da granulometria, na rodovia PB 374, enquadram sempre numa das faixas indicadas pela norma.

4.1.3 - ENSAIOS FÍSICOS:

- LIMITE DE LIQUIDEZ: (Método de Ensaio NBR 6459): toma-se uma fração da amostra, obtida conforme 4.1.1, passa na peneira de 0,42 mm, obtendo-se cerca de 200g deste material passado. Desta maneira, tem-se a amostra a ser ensaiada. Sua determinação é através do aparelho de Casagrande e corresponde à umidade para a qual o sulco se fecha com 25 golpes.

A variação do limite de liquidez na construção da rodovia foi até o presente momento entre os valores de 22,9 % a 72,5 %. Houve solos que não dava limite de liquidez, pois o sulco se fechava com 2 a 5 golpes, mesmo contendo um certo percentual de argila, mas a mesma não era suficientemente ativa para lhe conferir plasticidade, cisalhando-se facilmente.

- LIMITE DE PLASTICIDADE (Método de ensaio NBR 7180): toma-se uma fração da amostra, obtida conforme 4.1.1, passa na peneira de 0,42 mm, colhendo cerca de 200g deste material que passou.

Assim, tem-se a amostra a ser ensaiada. Quanto ao método de ensaio, veja-se NBR 7180 da ABNT. Corresponde à umidade para a qual o solo se fratura quando se tenta moldar um cilindro de 3mm de diâmetro e cerca de 10cm de comprimento com esse solo.

O limite de plasticidade variou, para o solo utilizado na obra, entre 17,9% e 45,1%. Houve solos! que, além de conterem certas quantidades 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.

- ÍNDICE DE PLASTICIDADE: é definido como sendo a diferença entre o limite de liquidez e o índice 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 plasticidade, para os solos utilizados na obra, variou entre 5% a 27,4%.

4.2 - ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO

4.2.1 - PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS

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 para a realização do ensaio. Verifica-se a amostra passa integralmente na peneira de 4,8 mm. Caso a amostra apresente material retido nesta peneira, passa-se a mesma na peneira de 19,1 mm, com o objetivo de desmanchar os

torrões ainda existentes. Após este peneiramento, procede-se como indica a tabela abaixo:

PENEIRA (mm)	% DE MATERIAL RETIDO	CILINDRO A SER UTILIZADO	OBSERVAÇÃO
4,8	menor que 7	grande ou pe queno	desprezar o mate rial retido
19,1	manor que 10	grande	desprezar o mate rial retido
19,1	maior que 10	grande	ver nota abaixo
19,1	maior que 30	-	não ensaiar de acordo com NBR - 7182

NOTA: passar o material retido na peneira de 19,1 mm através da de 76,2 mm e desprezar o material retido' nesta última. Substituir o material retido na peneira de 19,1 mm e que passa na de 76,2 mm por igual ' quantidade de material retido na peneira de 4,8 mm e que passe na de 19,1 mm.

Quanto às quantidades de amostra a serem tomadas, o critério é o seguinte: caso o ensaio seja ' realizado com reuso de material, a amostra passe integralmente na peneira 4,8 mm, toma-se 3Kg ou 7Kg, res_{pectivamente} para o cilindro pequeno ou grande; caso a amostra passe integralmente na peneira de 19,1 mm, sendo o cilindro grande, tomar 7Kg de material. Não' foi realizado ensaio' de compactação sem reuso de ma_{terial}.

4.2.2 -CURVA DE COMPACTAÇÃO (Umidade Ótima e densidade má_{xima})

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 19,1mm é compactada.

Após o procedimento descrito em 4.2.1, executa-se o ensaio conforme o método ME - 47/64 do DNER.

Determinados pelo menos 5 pontos, constrói-se o gráfico e dele tira-se a umidade ótima e sua correspondente massa específica aparente seca.

A energia utilizada foi a do Proctor Normal, ou seja, 12 golpes por camada, sendo realizado com 5 camadas.

Houve solos, geralmente silto-argilosos, que durante os ensaios de compactação aparentemente não se encontrava na faixa de saturação, no entanto já estava bastante saturado. O mesmo material gerou problema no campo, pois dificultou muito a definição da umidade ótima, isto é, o solo se apresentava seco e no entanto já estava acima da umidade ótima. Porém com duas ou três tentativas, conseguiu-se definir o ponto de umidade ótima para esse tipo de material.

Na obra, a umidade ótima e a massa específica aparente seca variaram, respectivamente, de 8,2 % a 20,6% e de 1550 Kg/m³ a 2100 Kg/m³.

Quanto à densidade em campo, o método utilizado foi o do frasco de areia. Como exemplo, veja a ficha de densidade em campo anexa a este relatório.

4.2.3 - ÍNDICE 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 4 dias. Depois deste prazo, faz-se a 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^2 . Como exemplo deste ensaio, veja a ficha correspondente ao CBR anexa a este relatório.

Na execução da rodovia, o índice de suporte califórnia variou de 2,9% a 120%. Enquanto a expansão variou entre 0,1% a 3,7%.

5 - ATIVIDADES NA SALA TÉCNICA

5.1 - ANÁLISES DE ALGUNS ELEMENTOS DO PROJETO

Como não existia o projeto geométrico, ou seja, a planta planimétrica e a altimétrica, não foi possível uma maior análise de alguns elementos do projeto.

As notas de serviços liberadas pela consultoria de engenharia, tanto para o DER como para a construtora, continham os dados necessários para a execução, tais como o número da estaca, a cota do eixo, as cotas dos bordos, as declividades transversais, as cotas do terreno natural, a diferença de cotas entre o terreno natural e o greide rodoviário (cota vermelha) e as larguras das semi-plataformas.

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 circular), CS (circular spiral), ST (spiral tangente), PCV (ponto de curva vertical), PIV (ponto de interseção vertical) e PTV (ponto de tangente vertical). Em cada estaca das curvas, as cotas e larguras das semi-plataformas já envolvem, respectivamente, a superelevação e superlargura. A superelevação foi calculada em função da velocidade diretriz e do raio de projeto, enquanto a superlargura foi definida em função do número de faixa de rolamento, do comprimento da semi-plataforma e do raio de projeto.

Durante a fase de lançamento do eixo rodoviário, o topógrafo recebe as tabelas de locação das curvas, para que já lance as estacas no trecho em transição e circular. Quanto às cotas, as notas de serviços já as contém, assim como as estacas definidas. Portanto, a tabela entregue ao topógrafo é para a locação em campo. Essa tabela indica o PI (ponto de interseção), a sua amarração com as tangentes (ângulo entre a reta que une o ponto PI à amarração e as duas tangentes), as deflexões a partir do TS e todos os elementos calculados das curvas. No final deste relatório se encontra uma tabela de locação, exemplificando o tipo de tabela para a execução.

Quanto as curvas verticais, as suas locações estão implícitas no projeto, ou seja, as próprias cotas e estacas dadas, através das notas de serviços, já constam os cálculos de locação. Portanto locando esses pontos, estar locando-se a curva vertical,

Para as curvas horizontais de raio de projeto muito grande, utilizou-se a concordância circular, enquanto para as curvas de raios pequenos, utilizou-se a concordância em transição.

A maior parte das curvas verticais foram compostas e algumas simples, dependendo mais da condição topográfica do terreno.

A velocidade diretriz da rodovia é de 40Km/h, que é condição da classe, ou seja, de 3ª categoria. O raio mínimo, segundo a classe, é de 50 metros.

A distância dupla de visibilidade, segundo o DNER, é de 70 metros, enquanto a distância simples de visibilidade é de 80 metros.

Não houve cálculo e nem projeto algum sobre banquetas de visibilidade nas curvas horizontais em cortes, pois as banquetas se verificavam com a própria retirada de material para empréstimos.

A maior parte dos elementos definidos em projeto 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.

5.2 - PROCESSO UTILIZADO PARA A CUBAÇÃO

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

A cubação correta e definitiva é 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 seções previstas para a etapa de pagamento, determina-se a área de cada seção, utilizando-se para isso o planímetro. Em seguida calcula-se o volume de corte ou aterro pelo processo das semi-distâncias, ou seja, soma-se a área da seção "n" mais a seção "n-1", multiplicando-se pela distância entre as estações e divide-se por dois (2) (semi-distância).

No caso do material a ser cortado não for de primeira categoria, o topógrafo nivela o material e coloca observações na caderneta de campo para que na fase de desenho o desenhista saiba que o material não é de primeira categoria. Indica-se, no desenho, o material de 2ª e 3ª categoria com linhas tracejadas, conforme o desenho anexo a este relatório.

NIVELAMENTO DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS DO TERRENO NATURAL PARA O LANÇAMENTO DAS SEÇÕES DE CORTES E ATERROS
RODOVIA - PB - 374

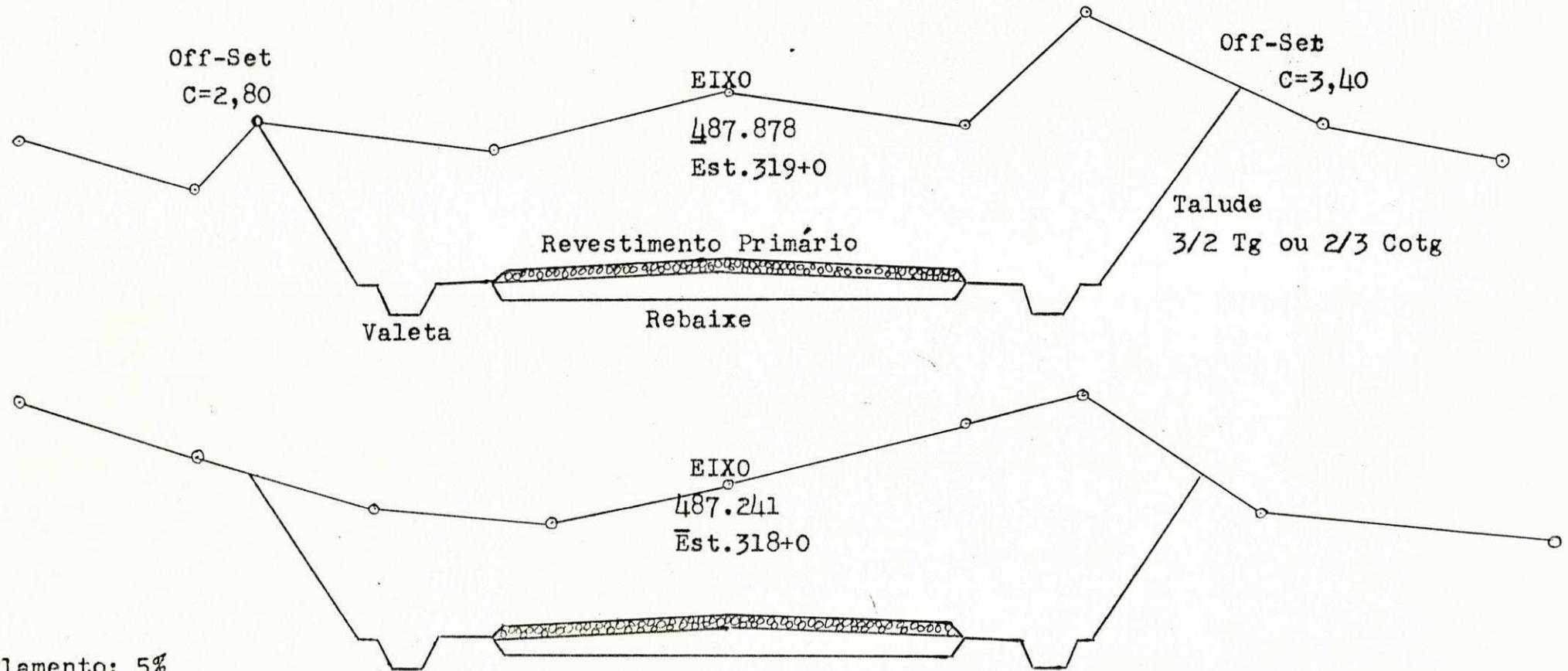
Referente às seções de cortes

ESTACAS	VISADA		A.I. PLANO	ALTITUDE
	RÉ	VANTE		
RN-7	2126		489.361	489.235
318+0,0		2120		487.241
D 4,00		1141		488.220
" 6,00		0561		488.800
" 9,00		2551		486.810
"12,00		3041		486.320
E 3,00		2751		486.610
" 6,00		2561		486.800
" 9,00		1661		487.700
"12,00		0741		488.620
319+0,0		1483		487.878
D 4,00		2032		487.329
" 6,00		0083		489.278
"10,00		2008		487.353
"13,00		2489		486.872
E 4,00		2471		486.890
" 8,00		1998		487.363
" 9,00		3161		486.200
"12,00		2269		487.092

Referente às seções de aterros

ESTACAS	VISADA		A.I. PLANO	ALTITUDE
	RÉ	VANTE		
RN-10	2342		435.422	433.080
520+0,0		3700		431.722
D 4,00		3320		432.102
" 7,00		4542		430.880
"11,00		2942		432.480
"13,00		4233		431.180
E 3,00		2012		433.410
"7,00		1242		434.180
"11,00		0717		434.705
"13,00		2032		433.390
521+0,0		3002		432.420
D 4,00		3322		432.100
" 7,00		2112		433.310
"11,00		2802		432.620
"13,00		3742		431.680
E 3,00		2002		433.420
" 6,00		2302		433.120
"10,00		3042		432.380
"13,00		3822		431,600

SEÇÕES TRANSVERSAIS DE CORTES
RODOVIA PB - 374



Abaulamento: 5%

Altura do rebaixe: 0,30 m

Altura da camada de Revestimento: 0,20 m

Valeta: 0,50m x 0,50m

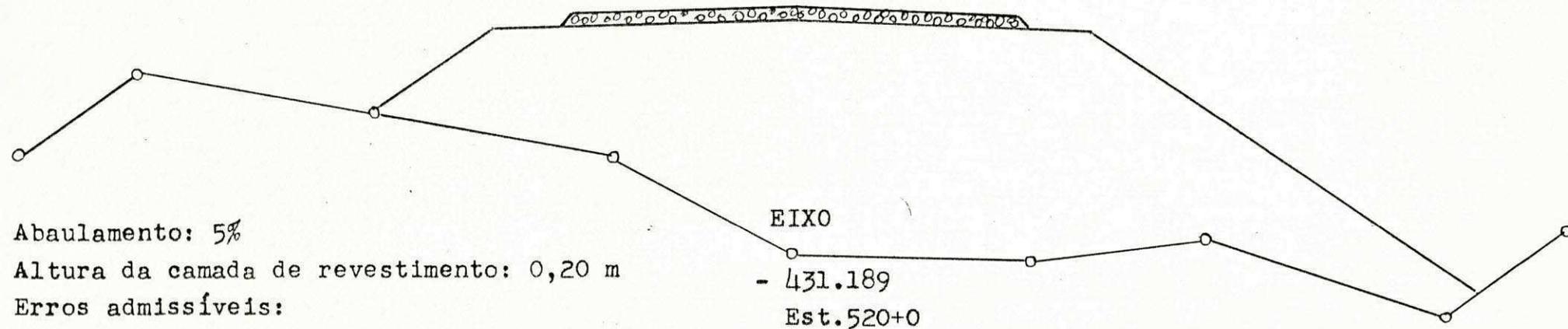
Largura da semi-plataforma: 3,75 m

Erros admissíveis nos cortes:

- . Altura da camada final(rebaixe): ± 3 cm
- . Largura da plataforma: ± 20 cm
- . Altura do revestimento primário: ± 1 cm

ESCALA: 1:100

SEÇÕES TRANSVERSAIS DE ATERROS
RODOVIA PB - 374



Abaulamento: 5%

Altura da camada de revestimento: 0,20 m

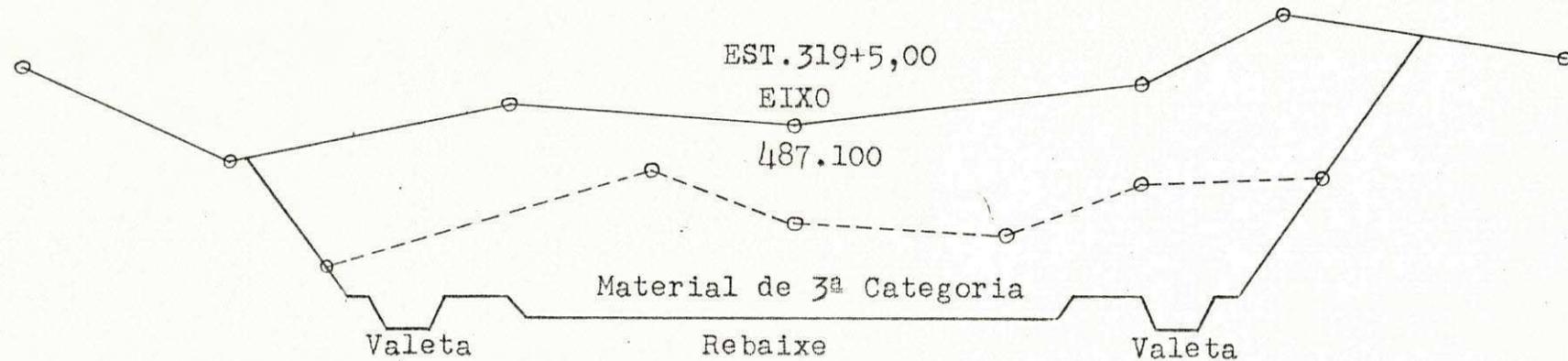
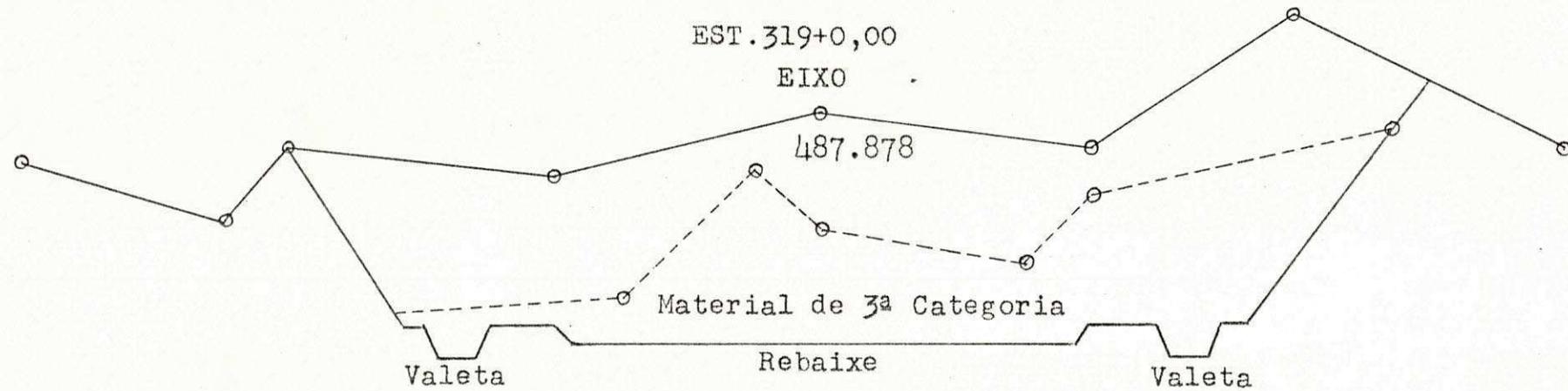
Erros admissíveis:

- . Altura da camada final: ± 5 cm
- . Altura com o revestimento: ± 1 cm
- . Largura da plataforma: ± 20 cm

ESCALA: 1:100

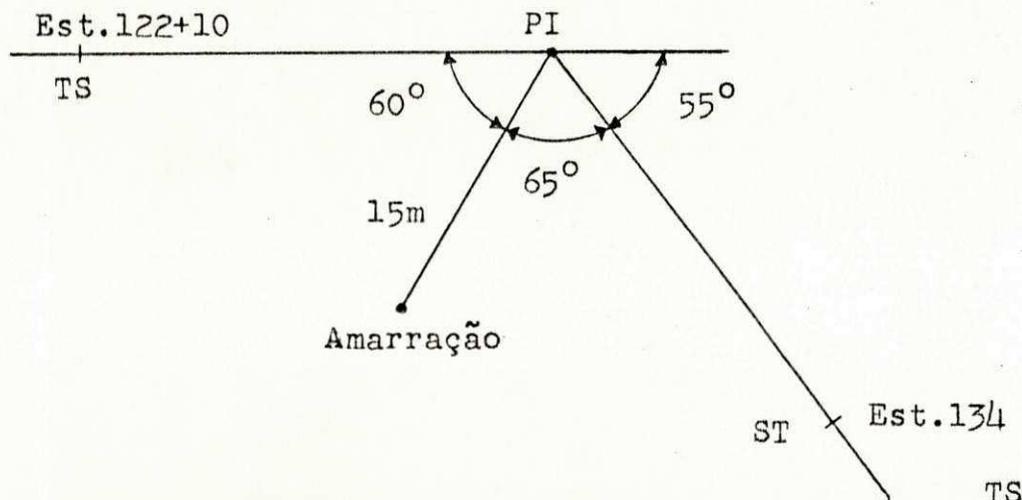
OBSERVAÇÃO: os últimos 60 cm do corpo de aterro serão considerados como sub-leito

SEÇÕES DO TERRENO NATURAL MOSTRANDO O TALUDE E NIVELAMENTO DE CORPO DE ROCHAS PARA A POSTERIOR CUBAÇÃO



OBSERVAÇÃO: o procedimento para o material de 2ª categoria é o mesmo apresentado acima para o material de 3ª categoria.

APRESENTAÇÃO DE UMA CURVA CIRCULAR COM TRANSIÇÃO PARA A LOCAÇÃO



ELEMENTOS DO PROJETO

$R_p = 156,30$	$I = 55^{\circ}00'00''$	$i_c = 04^{\circ}52'58''$
$G(10)/2 = 01^{\circ}50'$	$\theta = 25^{\circ}40'48''$	$j_c = 09^{\circ}46'38''$
$dm = 11'$	$L_c = 80,0$	$K = 0,04582$
		$c = 79,77$
		$B = 0,13746$

PLANILHA DE LOCAÇÃO

ESTACAS	L	DEFLEXÕES		OBSERVAÇÕES
		VANTE	RÉ	
122+10	-	-		$i = KL^2$
123	10	$00^{\circ}04'35''$		$= BL1 \pm i$
123+10	20	$00^{\circ}18'20''$		
124	30	$00^{\circ}41'14''$		
124+10	40	$01^{\circ}13'19''$		
125	50	$01^{\circ}54'33''$		
125+10	60	$02^{\circ}44'57''$		
126	70	$03^{\circ}44'31''$		
126+10	80	$04^{\circ}53'15''$		
127	10	$11^{\circ}36'38''$		$dm \cdot L + j_c$
127+10	20	$13^{\circ}26'38''$		
⋮	⋮	⋮		⋮
				acumulando até o CS

ELEMENTOS CALCULADOS

- $I = AC = 55^{\circ}$
- $R_{min} = 50m$
- $R_p = 156,30m$
- $L_{cmin} = 40m$
- $L_{cp} = 80m$
- $SC = 14,66^{\circ} \approx 0,2558rd$
- $x_c = 6,79m$
- $y_c = 79,48m$
- $q = 39,92m$
- $p = 1,71m$
- $T_s = 122,17m$
- $D_{\theta} = 70m$

REGIÃO MONTANHOSA
 RODOVIA CLASSE III
 VEL.DIRETRIZ= 40Km/h

OBS.: para locar o 2º ramo da espiral, basta colocar o instrumento no st e subtrair as deflexões de 360°



CONSTRUTORA
NORBERTO
ODEBRECHT S/A.

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO

O B R A	LOCALIZAÇÃO			CARACTERIZAÇÃO				H O R I Z.	LABORA - TÓRIO REG.	FOLHA Nº
	ESTACA	D E C	DISTÂNCIA (km)	J S E Nº	FURO	PROFUNDIDADE				
						INÍCIO	FINAL		100	

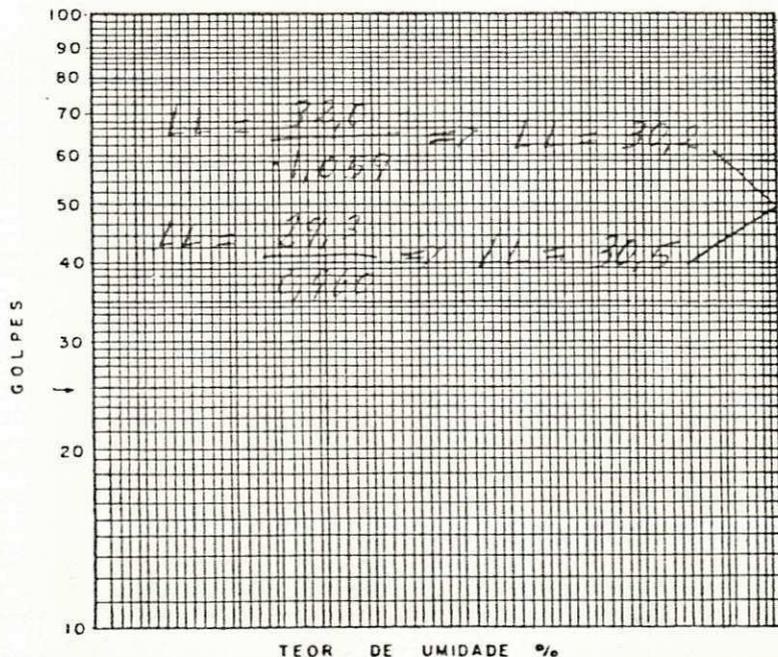
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

PREPARAÇÃO DO MATERIAL					PENEIRAMENTO GROSSO $k_1 = 0,051$				
UMIDADE HIGROSCÓPICA					PENEIRA		Peso da amostra seca		% que passa do amostra total
Recipiente nº					mm	Retido	Passado		
Solo úmido + tara	9579	g		g	2"	50			
Solo seco + tara	9318	g		g	1 1/2"	38			
Tara	1620	g		g	1"	25	11000	183800	937
Água	261	g		g	3/4"	19			
Solo seco	7698	g		g	3/8"	9,5	6000	177800	907
Teor de umidade	339	%		%	Nº 4	4,8	4000	173800	886
h =					Nº 10	2,0	15000	158800	810

AMOSTRA TOTAL SECA					PENEIRAMENTO FINO 09						
FC = $\frac{100}{100+h}$											
a) - Amostra total úmida					200000		PESO DA AMOSTRA PARCIAL ÚMIDA		10000 g		
b) - Solo seco retido pela peneira					36000		PESO DA AMOSTRA PARCIAL SECA		9672 g		
c) - Solo úmido passando pela peneira 10 = (a-b)					164000		PENEIRA				
d) - Solo seco passando pela peneira 10 = c/1+h					158800		Nº mm		Retido Passado		
e) - Amostra total seca = b+d					194800		10 20				
RESUMO DA GRANULOMETRIA		Pedregulho		%							
		Areia grossa		%		40 0,42		2744 6928		582	
		Areia fina		%							
		Silte + argila		%		200 0,074		2005 4923		414	

ENSAIOS FÍSICOS $k_2 = 0,84$

AMOSTRA (g)	LIMITE DE LIQUIDEZ					LIMITE DE PLASTICIDADE				
Cápsula nº	08	14				84	82	71	92	83
Cápsula + solo úmido (g)	1410	1553				1215	1251	1200	1163	1226
Cápsula + solo seco (g)	1222	1351				1156	1193	1140	1120	1175
Peso da cápsula (g)	634	661				829	897	831	782	860
Peso da água (g)	188	202				059	058	060	043	051
Peso do solo seco (g)	588	690				327	296	309	338	315
% de água	3200	2930				1800	1960	1942	1272	1620
Golpes	16	34								

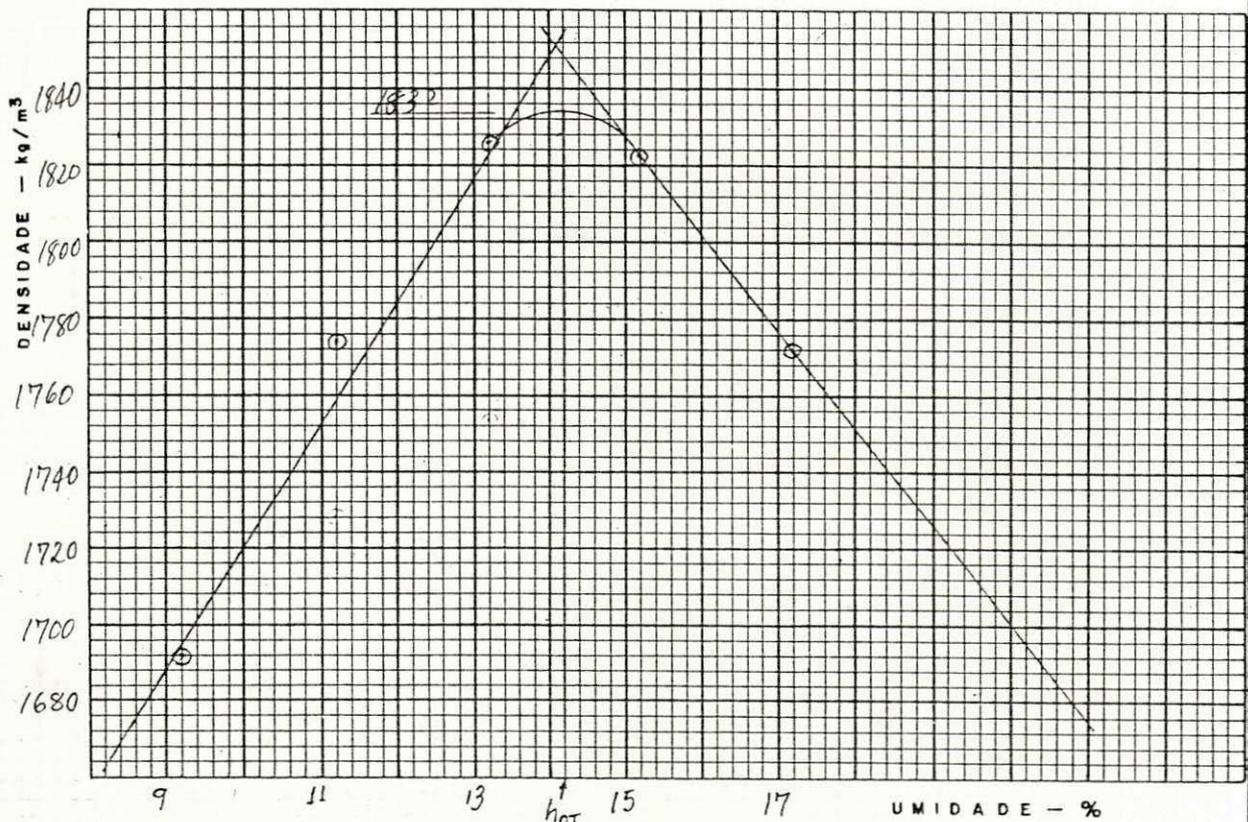


RESUMO DOS ENSAIOS		
LIMITE DE LIQUIDEZ %		304
LIMITE DE PLASTICIDADE %		190
ÍNDICE DE PLASTICIDADE %		114
ÍNDICE DE GRUPO		1,3
CLASSIFICAÇÃO HRB		A 6
CLASSIFICAÇÃO USC		1
OBSERVAÇÕES		
OPERADOR		
DATA	24/01/86	VISTO

1ª CAMADA (EIXO)		1ª	2ª	3ª	4ª	
REGISTRO		Nº				
FURO		Nº	01	01	01	01
PROFUNDIDADE - cm -	DE	—	0	0	0	0
	A	—	17	18	18	17
DATA		—	15/02/86	15/02/86	19/02/86	19/02/86
ESTACA		—	723+10,00	723+10,00	723+10,00	723+10,00
POSIÇÃO		E-X-D	x	x	x	x
PÊSO DO FRASCO COM AREIA	ANTES	A	6030	6010	7000	7000
	DEPOIS	B	3710	3330	4350	4460
	DIFERENÇA	A-B	2320	2680	2650	2540
FUNIL		Nº	02	02	01	01
PÊSO DA AREIA NO FUNIL (g)		C	480	480	460	460
PÊSO DA AREIA NO FURO (g)		A-B-C = P	1840	2200	2190	2080
DENSIDADE DA AREIA (g/dm³)		d	1270	1270	1270	1270
VOLUME DO FURO (dm³)		$V = \frac{P}{d}$	1449	1732	1724	1638
UMIDADE		h %	11,5	11,5	11,5	11,5
PÊSO DO SOLO ÚMIDO (g)		P _h	3019	3529	3430	3320
PÊSO DO SOLO SÊCO (g)		$P_s = \frac{P_h}{100+h}$	2708	3165	3076	2978
DENSIDADE DO SOLO SÊCO (g/dm³)		$D_s = \frac{P_s}{V}$	1869	1827	1784	1818
ENSAIO LABORATÓRIO	REGISTRO	Nº	105	105	105	105
	DENS. MÁXIMA (g/dm³)	D _m	1802	1802	1802	1802
	UMIDADE ÓTIMA	H %	14,4	14,4	14,4	14,4
GRAU DE COMPACTAÇÃO		$\% = \frac{D_s}{D_m}$	103,7	101,4	99,0	100,9
UMIDADE						
CÁPSULA		Nº				
PÊSO DO SOLO ÚMIDO (g)		P _{h1}				
PÊSO DO SOLO SÊCO (g)		P _{s1}				
PÊSO DA ÁGUA (g)		$P_a = P_{h1} - P_{s1}$				
UMIDADE		$h\% = \frac{P_a}{P_{s1}}$				
OBSERVAÇÕES:						
ATERRO DO BUEIRO TRIPLO DA EST. 723+10,00						
RODOVIA: PB-374		TRECHO: MANAÍRA - SANTANA DE MANGUEIRA			SUBTRECHO:	
PROCEDÊNCIA:			OPERADOR:		CALCULISTA: <i>[Assinatura]</i>	VISTO:
 CONSTRUTORA NORBERTO ODEBRECHT S/A.			DENSIDADE "IN SITU" MÉTODO DO FRASCO DE AREIA			

UMIDADE HIGROSCÓPICA	%	%	MOLDE Nº	17	DENSIDADE MÁXIMA
CÁPSULA - Nº			VOLUME DO MOLDE	2128	
PÊSO BRUTO ÚMIDO			PÊSO DO MOLDE	5680	
PÊSO BRUTO SÊCO			PÊSO DO SOQUETE	10 lbs	UMIDADE ÓTIMA
PÊSO DA CÁPSULA			ESPESSURA DO DISCO ESPACADOR	2 1/2"	
PÊSO DA AGUA			GOLPES / CAMADA	12	
PÊSO DO SOLO SÊCO			Nº DE CAMADAS	05	
UMIDADE — %					
UMIDADE MÉDIA					

PONTO Nº	PÊSO BRUTO ÚMIDO	PÊSO DO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE DO SOLO ÚMIDO	DETERMINAÇÃO DA UMIDADE							UMIDADE MÉDIA %	DENSIDADE DO SOLO SÊCO kg/m ³
				CÁPSULA Nº	PÊSO BRUTO ÚMIDO	PÊSO BRUTO SÊCO	PÊSO DA CÁPSULA	PÊSO DA AGUA	PÊSO DO SOLO SÊCO	UMIDADE %		
1	9600	3920	1,842								9,2	1686
2	9880	4200	1,974								11,2	1775
3	10080	4400	2,067								13,2	1826
4	10150	4470	2,100								15,2	1823
5	10100	4420	2,077								17,2	1772
6												
7				05	50			4,23	45,76	9,2		
				08	50			4,23	45,77	9,2		



RODOVIA: PB - 374	TRECHO: MANAIRA - SANTANA DE MANGUEIRA	SUBTRECHO:			
PROCED.: SAIB. - SUBLEITO C.F.T	LOCALIZ.: FURO-ESTACA 15	LADO E-X-D X	PROFUND.: cm 17	REGISTRO Nº 081	
LABORATÓRIO:	OPERADOR:	DATA: 08/01/86	CALCULISTA:	VISTO: <i>[Signature]</i>	

 CONSTRUTORA NORBERTO ODEBRECHT S/A.	COMPACTAÇÃO	
	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 20px;"></div>	

UMIDADE	HIGROSCÓPICA	DE MOLDAGEM	MOLDE Nº	13
CÁPSULA Nº		05	PÊSO DO MOLDE	5720
PÊSO BRUTO ÚMIDO	59,00	59,00	VOLUME DO MOLDE	2134
PÊSO BRUTO SÊCO			Nº DE CAMADAS	05
PÊSO DA CÁPSULA			GOLPES / CAMADA	12
PÊSO DA AGUA	0,80	6,40	PÊSO DO SOQUETE	10 lbs
PÊSO DO SOLO SÊCO	49,20	43,60	ESPESSURA DO DISCO ESPAÇADOR	2 1/2"
UMIDADE — %	1,60	14,70		
UMIDADE MÉDIA — %	1,60	14,70		

DADOS DA COMPACTAÇÃO		CÁLCULO DA ÁGUA			ANEL DINAMOMÉTRICO Nº
DENSIDADE MÁXIMA — kg/m ³	1832	PÊSO DO SOLO PASSANDO NA PENEIRA Nº 4	ÚMIDO	6000	756
UMIDADE ÓTIMA — %	14,2		SÊCO	5906	
UMIDADE HIGROSCÓPICA — %	1,60	PÊSO DO PEDREGULHO RETIDO NA PENEIRA Nº 4		—	CONSTANTE
DIFERENÇA DE UMIDADE — %	12,60	ÁGUA A JUNTAR		756	k = 0,057

ENSAIO DE PENETRAÇÃO						EXPANSÃO						
TEMPO min.	PENETRAÇÃO		LEITURA DO EXTENSÔMETRO	PRESSÃO — kg/cm ²				DATAS		LEITURA DO DEFLECT. -mm-	DIFERENÇA -mm-	EXPANSÃO -mm-
	Pol.	mm		DETERM.	CORRIG.	PADRÃO	%	DIA	HORA			
30 seg.	0,025	0,63	45	2,60				25/01	17:00	1,00		
1	0,050	1,27	70	3,99								
2	0,1	2,54	100	5,70		70	8,14					
4	0,2	5,08	145	8,26		105	7,87	27/01		2,15	1,15	1,00
6	0,3	7,62	170	9,69		133						
8	0,4	10,16				161						
10	0,5	12,70				182						

MOLDAGEM DE VERIFICAÇÃO

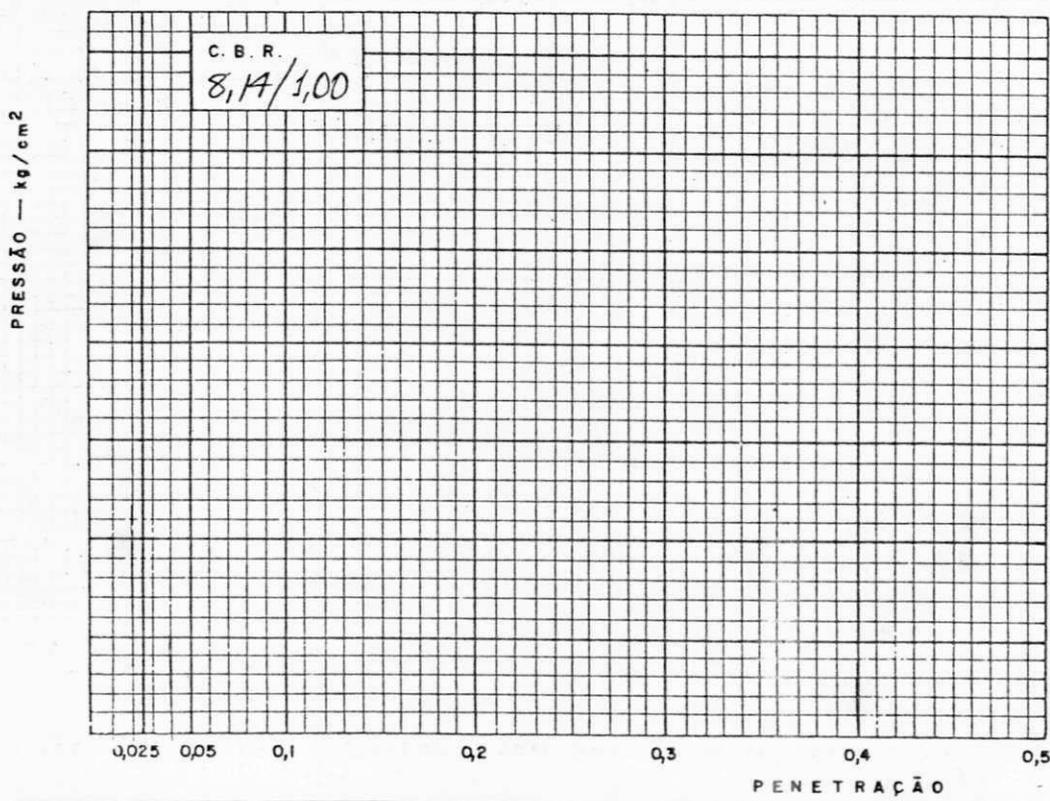
PÊSO BRUTO ÚMIDO
10100 g

PÊSO ÚMIDO
4464 g

DENSIDADE ÚMIDA
2092 kg/m³

DENSIDADE SÊCA
1824 kg/m³

OBSERVAÇÕES:



LABORATÓRIO:	OPERADOR:	DATA:	CALCULISTA:	VISTO:	REGISTRO Nº
			<i>Alvaro S. P. ...</i>		081
			ÍNDICE SUPORTE CALIFORNIA — C.B.R.		
			ASTEP S/A		