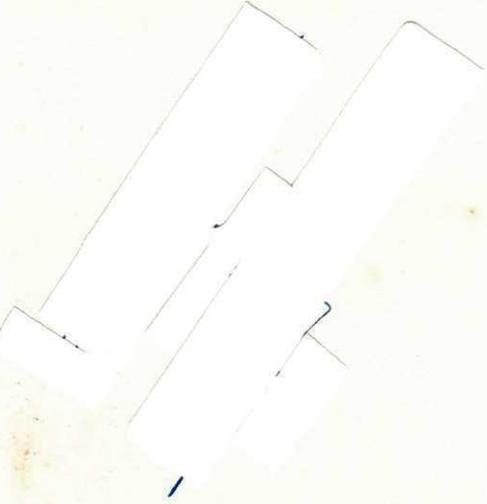


UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Prof. Marcos Loureiro Marinho
Coordenador de Estágios - DEC - CCT - PRAI - UFPB

09/04/84
=

ESTÁGIO SUPERVISIONADO
RELATÓRIO

ALUNO: Leonardo Marinho do Monte Silva
MATRÍCULA: 8011206/3



Biblioteca Setorial do CDSA. Setembro de 2021.

Sumé - PB

1.0 - APRESENTAÇÃO

No presente relatório serão citados, sumariamente, os trabalhos realizados nas Rodovias Pb - 044, que liga a BR-101 a Pitimbu e Pb-025, ligando a BR-101 a Usina Jacuípe. Os trabalhos realizados nestas rodovias foram executados pela Construtora F.A. Teixeira e Cia., e fiscalizados pelo Departamento de Estradas e Rodagens (DER - PB), do qual fui membro ativo do Escritório de Fiscalização.

As rodovias acima citadas são rodovias vicinais destinadas ao escoamento da produção canavieira (açúcar e álcool) e viabilizadas economicamente por verbas do BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Social) em convênio com o Governo do Estado da Paraíba.

Os projetos das referidas rodovias foram elaborados na Consultoria Técnica da Atecel.

A rodovia Pb - 044 foi totalmente concluída enquanto que a Pb - 025 ainda se encontra em fase de execução.

2.0 - INFORMES TÉCNICOS

A rodovia Pb - 044, como também a Pb - 025 localizam-se na região litorânea, sendo a primeira situada no sudeste e a outra no nordeste paraibano, compreendendo em quase todos seus percursos regiões de planícies, com inclinações suaves.

Nos referidos trechos, a drenagem superficial foi a mais frequente já que não atravessaram nenhum curso d'água que mereça destaque, sendo aproveitadas as obras d'artes existentes, já que eram de construção recente, em casos outros. A Pb - 044 tem uma extensão total de 22.050 Km (vinte e dois quilômetros e cinquenta metros) não incluídos os acessos, sendo que 12.076 Km (doze quilômetros e setenta e seis metros) em tratamento superficial duplo (TSD) e 9.974 Km (nove quilômetros e novecentos e setenta e quatro metros) em revestimento primário.

Os materiais utilizados neste tratamento superficial foram o CAP 85-100 e as britas de diâmetro 19 mm (dezenove milímetros) e 25 mm (vinte cinco milímetros).

A Pb - 025 (UJP - 1) terá, ao final de sua execução, uma extensão total de 13.760 Km (treze quilômetros e setecentos e sessenta metros), toda compreendida em tratamento ' superficial duplo (TSD), não incluídos os acessos.

A largura da plataforma da Pb - 044 é de 8.20 m (oito metros e vinte centímetros) sendo que 7.20 m (sete metros e vinte centímetros) serão utilizados como faixa de rolamento e 1.00 m (um metro) para acostamentos.

Na Pb - 025 a largura da plataforma será a mesma só que utilizada totalmente como faixa de rolamento.(sem acostamentos).

3.0 - METODOLOGIA DE TRABALHO

3.1. - Serviços Preliminares

3.1.1. - Desmatamento

- fase de execução de projeto onde foram retirados os vegetais de toda a faixa' de domínio da rodovia, objetivando favorecer a implantação. Utilizou-se para isto tratores de esteira tipos D -4 e D - 60. (Caterpillar).

3.1.2. - Limpeza do leito da estrada

- consiste em remover qualquer obstáculo como lama, vegetais, lixo da superfície do sub-leito, para que possam ser executadas as camadas sobrejacentes do pavimento.

Esta remoção foi feita através da utilização de moto-niveladoras.

3.2. - Estudo Geométrico

A importância deste trabalho consiste na sucessão de operações topográficas, ou seja locação do eixo da rodovia, levantamento de secções em cada estaca, para que se possa fazer a cubação dos volumes de corte e aterro a serem efetuados, bem como nivelamento ao longo do trecho.

3.2.1. - Locação do Eixo

É a materialização no campo do eixo da rodovia definido quando da elaboração do projeto geométrico.

O topógrafo utilizou para este serviço o teodolito.

3.2.2. Nivelamento

É a verificação das cotas do greide lançado em projeto, em cada estaca.

O nivelador utilizou o nível para efetuar esta operação.

3.2.3. - Levantamento de Secções

É a obtenção das cotas de terreno natural em toda faixa de domínio da rodovia para se conseguir calcular os volumes de corte e aterro necessários.

O nivelador utilizou o nível nesta operação.

(Ver exemplo em anexo 01).

3.3. - Estudo Geotécnico do Subleito

Tem por finalidade fixar as diretrizes que vão reger os trabalhos de coleta de amostras de sub-leito de modo que se obtenha os elementos necessários para o projeto de pavimentação, levando em conta as características gerais da região, tais como geologia, pluviometria, topografia, etc.

3.3.1. - Estudo das Jazidas

É feito um estudo geral de todas as jazidas para que se definam as áreas aproveitáveis, ao longo da rodovia (lateralmente) e em que camadas do pavimento serão utilizadas.

As jazidas a serem utilizadas serão definidas observando os critérios do DNER (Departamento Nacional de Estradas e Rodagens), para os ensaios de limite de liquidez (L L), limite de plasticidade (L P) e índice de suporte (CBR). Além disso, os materiais analisados devem ser enquadrados em uma das faixas granulométricas ou, se não, ajustados.

Nos trechos anteriormente mencionados houve um estudo preliminar das jazidas, de modo que, estas já estavam definidas quando do projeto.

3.3.2. - (S)

3.3.2. - Estudo do Sub-leito

São realizados os ensaios de laboratório indicando, para cada sub-trecho, o valor do CBR mínimo, para que se conheça os sub-trechos aproveitáveis do sub-leito existente.

Como já foi dito, houve um estudo preliminar do sub-leito e, em ambos os trechos citados, aproveitou-se totalmente o solo existente, já que este possuía boas características e estava bem compactado pelo tráfego passado.

Note-se bem que tentou-se seguir, ao máximo, o traçado já existente, com pequenas modificações.

3.4. - Terraplenagem

Os serviços de terraplenagem têm a finalidade de conformar o greide do terreno natural, executar os cortes e aterros necessários para que seja possível colocar as camadas subsequentes do pavimento.

Geralmente, na terraplenagem, utilizaram-se empréstimos para conformação do greide natural e execução de aterros, retirados das laterais da rodovia e material para corpo de aterro (MS).

Na retirada destes materiais, foram empregados moto-scrape tipo M.S. 14 B (Terex).

Para compactação destes materiais empregou-se rolos do tipo auto-propulsor pé-de-carneiro (materiais argilosos) e auto-propulsor liso (materiais arenosos) (Muller).

3.5. - Drenagem

Tem a finalidade principal de coletar e remover as águas dos escoamentos superficial e subterrâneo, evitando que estas venham comprometer o pavimento.

3.6. - Execução das camadas do pavimento

3.6.1. - Sub-base

É a camada imediatamente acima do sub-leito, que destina-se a resistir às cargas transmitidas pela base, servir de camada drenante e controlar a ascensão capilar de água. É geralmente constituída de uma mistura de materiais (barro e areia) e deve apresentar $CBR \geq 20$ e $IG = 0$.

Tanto na Pb - 644 como na Pb - 025 executou-se 20 cm (vinte centímetros) de sub-base.

Verificou-se, de acordo com os critérios do DNER, que o grau de compactação deveria atingir 100% do proctor intermediário com umidade variando em torno de $\pm 2\%$ da umidade ótima.

Para isso foi feito em campo o ensaio de densidade "in situ" (Ver anexo 02) e no laboratório de campo (DER - PB) o ensaio de compactação (Ver anexo 03).

O material utilizado foi trazido de jazidas próximas ao eixo da rodovia, sendo muitas vezes, em certos sub-trechos, proveniente de empréstimos laterais.

No primeiro caso o material é transportado por caminhões-basculantes e depositados no eixo da rodovia, logo após a moto-niveladora espalha o material que é umedecido por caminhões-pipa. Os tratores escarificam o material para que se obtenha a camada com umidade uniforme. Existe também o trabalho dos raizeiros que retiram da camada todas as impurezas orgânicas. Quando o material se encontra na umidade ótima a moto-niveladora conforme a camada, dando o ebulamento (caso de trechos em tangente) ou a super-elevação (caso de trechos em curva) necessários.

Finalmente o rolo percorre diversas vezes o trecho, geralmente com extensão de 300 m, dando a compactação determinada. No segundo cado o material é colocado no eixo da rodovia através dos moto-scrape, seguindo-se a mesma ordem de operação citada antes.

A fiscalização atua diretamente sem execução da sub-base, observando-se o material está isento de impurezas, se está na umidade ótima (observação visual) e, finalmente, após a passagem do rolo, verificando pelo ensaio de densidade "in situ" se o trecho se encontra com a compactação desejada (100% do proctor intermediário). Se verificados estes requisitos a sub-base está liberada para a execução das camadas superiores. Caso contrário o trecho terá que ser "aberto" e as operações de execução terão que ser realizadas novamente. Fez-se isto para evitar a possibilidade de existência de trechos mal compactados ou com a presença de materiais orgânicos, o que ocasionaria eventual recalque do pavimento.

3.6.2. - Base

É a camada acima da sub-base constituída de materiais estabilizados granulometricamente ou por meio de aditivos (solo cimento, solo-cal, solo-betume) destinada a resistir e distribuir os esforços verticais provenientes dos veículos e transmiti-los às camadas inferiores. Os critérios do DNER recomendam que no caso das bases estabilizadas granulometricamente, a granulometria deve estar enquadrada em uma das faixas de AASHO, o valor de LL seja menor ou igual a 25, o IP menor ou igual a 6 e o EA maior que 20. O valor do CBR deve ser maior que 60.

O material da camada de base da Pb - 044 foi obtido através da mistura de dois materiais, constituindo um material estabilizado granulometricamente.

A camada de base foi executada da mesma maneira que a de sub-base, com espessura de 20 cm, só que com um controle mais rigoroso. A fiscalização deve observar se a base tem um grau de compactação de 100% do proctor modificado e tem variando em torno de $\pm 2\%$ da umidade ótima.

No caso de o solo não estar bem compactado surgem os "borrachudos" que devem ser evitados pois ocasionarão recalques futuros no pavimento. Os "borrachudos" são evidenciados pela adição de água ao solo em porcentagem superior a umidade ótima deste. Deve-se então "reabrir" o trecho e suceder novamente as operações de execução.

3.6.3. - Revestimento

É a camada superior do pavimento, destinada a proteger as camadas inferiores dos esforços do tráfego, impermeabilizando-as. Melhora as condições de rolamento dando maior comodidade e segurança ao usuário da rodovia.

3

3.6.3.1. - Imprimeção

É uma camada de asfalto colocada diretamente sobre a base com a finalidade de impermeabilizá-la, defendendo-a de água que possa vir a atravessar o revestimento, aumentar a coesão de superfície de base pela penetração do material betuminoso, melhorar as condições de aderência entre a base e o revestimento.

O material betuminoso utilizado na imprimação, foi um asfalto diluído de cura média (CM). Antes da aplicação do material betuminoso sobre a base esta foi varrida por vassouras mecânicas e manuais. Logo após o carro distribuidor (espargidor) espalhar o material betuminoso (CM) sobre a superfície da base, reparando-se então os eventuais recalques. É feito um controle de qualidade do asfalto diluído realizando-se o ensaio de viscosidade - Saybolt Furol (laboratório do DER-PB/sede).

3.6.3.2. - Tratamento Superficial Duplo (TSD)

Consiste de duas aplicações sucessivas de material betuminoso sobre a base previamente imprimada, cobertas, cada uma por uma camada de brita de diâmetros diferentes.

A primeira camada é formada pela primeira aplicação de material betuminoso (CAP 85-100), recoberta com agregado graúdo (brita 25 mm). Remove-se qualquer excesso de agregado.

A segunda camada consiste da segunda aplicação de material betuminoso que é recoberta com agregado miúdo (brita 19 mm). Observou-se que o ligante é aplicado à razão de $1,3 \text{ l/m}^2$ e o agregado à graúdo à razão de 25 kg/m^2 , na primeira camada. Na segunda camada o

ligante foi aplicado à razão de 1,0 l/m² e o agregado miúdo à razão de 12 kg/m². No campo o valor das taxas de ligante e agregado foram obtidas respectivamente colocando-se sob o espagidor, quando da sua passagem, uma bandeja para coletar o material, e logo após pesa-se a bandeja obtendo-se o volume o ligante por unidade de área e colocando-se outra bandeja, sob o spreader, quando da sua passagem e pesando-se a bandeja obtém-se o peso de agregado por unidade de área.

Antes do início do tratamento superficial a pista, já imprimada, foi cuidadosamente varrida por vassouras mecânicas e manuais, eliminando-se todas as partículas de pó, com a finalidade de melhorar a aderência entre o ligante e a base.

Observando-se a taxa de ligante já citada este é aplicado pelo espargidor sobre a base e foi tomado o cuidado para que a aplicação se processasse de maneira uniforme.

Logo após a aplicação do CAP 85-100 o spreader distribui o agregado de acordo com a taxa anteriormente citada de modo que houve uma cobertura uniforme e completa.

A seguir o agregado foi comprimido por um rolo tandem (Muller) para assegurar a retenção do agregado pelo ligante. A operação é repetida várias vezes e foi interrompida pela fiscalização quando o agregado apresentava sinais de esmagamento.

A execução da segunda camada se procedeu da mesma maneira que a primeira.

Concluídas as operações do tratamento superficial o tráfego foi imediatamente aberto mas controlando-se a velocidade dos veículos entre 10 km/h e 40 km/h nas primeiras 24 horas.

3.7. - Drenagens Superficial

Consiste em providenciar o escoamento das águas superficiais que caem sobre a estrada, constituídas pelas águas das chuvas, conduzindo-as para fora do leito da rodovia.

O abaulamento no caso do trecho em tratamento superficial da Pb - 044 foi de 2,5% nos trechos em tangente (Ver anexo 04). No trecho em revestimento primário o abaulamento foi de 4%.

As setas, de seção transversal triangular, tinham declividade longitudinal de acordo com o greide e taludes suaves (Ver anexo 04).

Nos acessos e aterros foram executadas banquetas para evitar que o escoamento das águas provocassem erosão nos materiais existentes nos ilhamentos e aterros.

Para escoar as águas acumuladas nas banquetas foram construídas valetas de condução.

3.8. - Proteção de Taludes

É necessário proteger os taludes de escorregamentos, no caso de cortes, e da erosão das águas, no caso de aterros.

No caso dos cortes não foi necessário fazer proteção já que estes foram alargados para a obtenção de empréstimos e com o intuito de melhorar a visibilidade. Portanto, se houverem deslizamentos estes não vão atingir a superfície da rodovia.

No caso dos aterros fez-se a proteção através da plantação de gramíneas quando estes tinham altura superior a 2 metros.

4.0 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os trabalhos mencionados sucintamente no presente relatório foram executados parte na Pb 044 e parte na Pb - 025, digo, executados durante o período de estágio em que fui membro ' do escritório de fiscalização.

Os serviços preliminares, os estudos geotécnico e geométrico e a terraplenagem e também a execução da sub-base foram' executados durante a minha estada na Pb-025.

Os serviços de execução de sub-base, base e revestimento e drenagem superficial foram concluídos quando da minha permanência na Pb - 044.

5.0 - EQUIPAMENTOS

5.1. - Rodovia Pb-044

- Moto-niveladora (Caterpillar MN - 115 Hp)
- Pá - Carregadeira
- Rolo auto-propulsor liso (Muller)
- Trator de pneus (CBT)
- Grelha de disco (24 discos)
 - Caminhões-pipa c/bomba
 - Carro comboio
 - Caminhões basculantes
 - Caminhão com barra distribuidora (espargidor)
 - Spreader (Erisa)
 - Rolo compressor tandem (Muller)

5.2. - Rodovia Pb-025

- Moto-scrapes (Terex - MS 14B)
- Moto-niveladora (Caterpillar - 115 HP)
- Pá carregadeira
- Rolo auto-propulsor lisa (Muller)
- Rolo auto-propulsor pé-de-carneiro (Muller)
- Trator de pneus (CBT)
- Grelha de discos (24 discos)
- Caminhões-pipa com bomba
- Carro Comboio ("Melosa")
- Caminhões basculhantes

6.0 - PROGRAMAÇÃO DO ESTÁGIO

6.1. - Serviços executados no campo

- desmatamento
- locação do eixo
- levantamento de secções
- terraplenagem
- nivelamento
- execução de base
- execução de sub-base
- execução de revestimento
- imprimação
- densidade "in situ"
- drenagem superficial
- proteção de taludes

6.2. - Serviços executados em laboratório

- ensaio de compactação
- cálculo das fichas do ensaio de compactação.
- cálculo das fichas do ensaio de densidade "in situ"

6.3. - Serviços executados na sala técnica

- desenho de secções transversais
- cubação
- cálculo da caderneta de nivelamento

7.0 - IDENTIFICAÇÃO

Aluno: LEONARDO MARINHO DO MONTE SILVA

Matrícula: 8011206/3

Curso: Engenharia Civil

Área de Estágio: Rodovia - Pb 044 (BR 101 - Pitimbu)

Rodovia - Pb 025 (BR 101 - Usina Jacuí)

Órgão: DER/Pb - RR - João Pessoa

Supervisor: Ademir M Ferreira

Data de Início: 09/01/84

Data de Término: 29/02/84

Carga Horária: 332 horas

8.0 - CONCLUSÃO

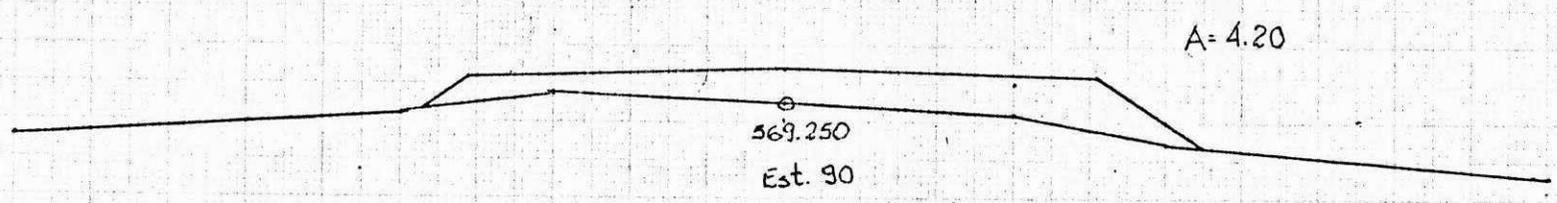
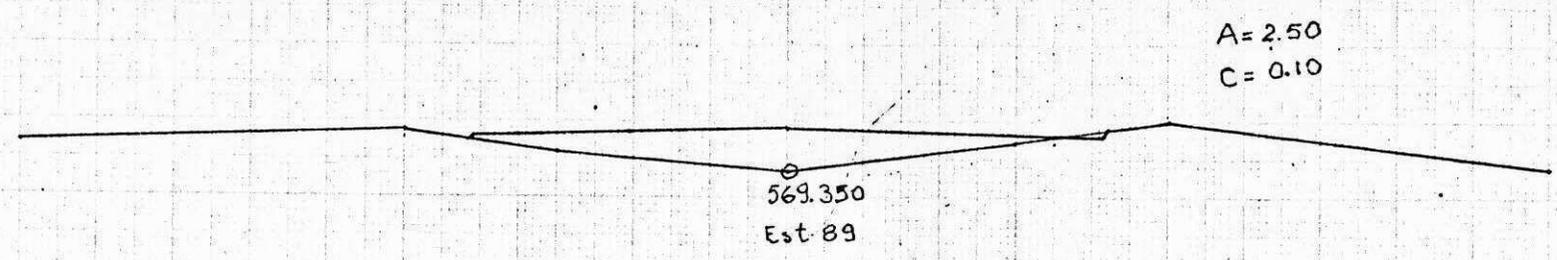
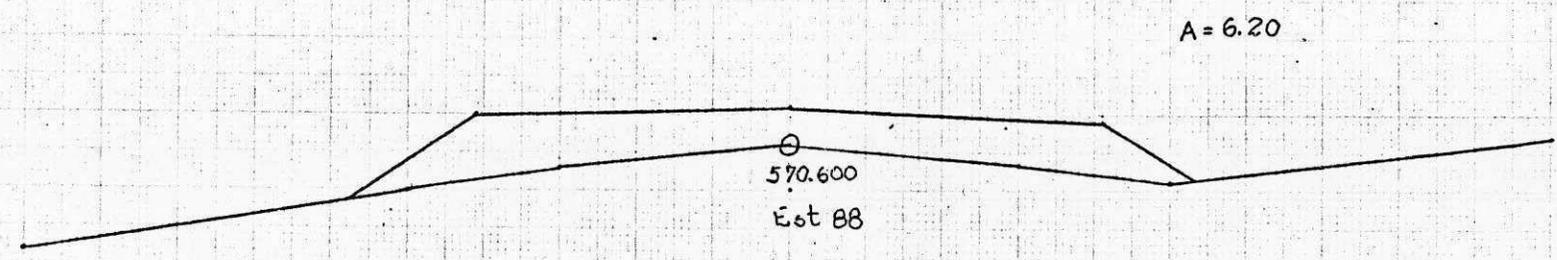
Os principais objetivos por mim almejados neste estágio, foram adquirir conhecimentos básicos sobre execução de pavimentos e desenvolver a capacidade de coordenar trabalhos no campo.

Ambas estas prioridades não foram conseguidas por mim completamente. Isto deveu-se a duas causas principais. Primeiramente o baixo nível da construtora que era encarregada da execução do projeto e em segundo lugar o curto espaço de tempo que compreendeu o período de estágio.

Devo dizer então que tive um bom aproveitamento nesta fase de estágio, adquirindo uma experiência razoável na área prática de execução de pavimentos.

9.0 - A N E X O S

Anexo 01 - A



150

100

50

0

ANEXO 01 - B

MAPA DE CUBAÇÃO

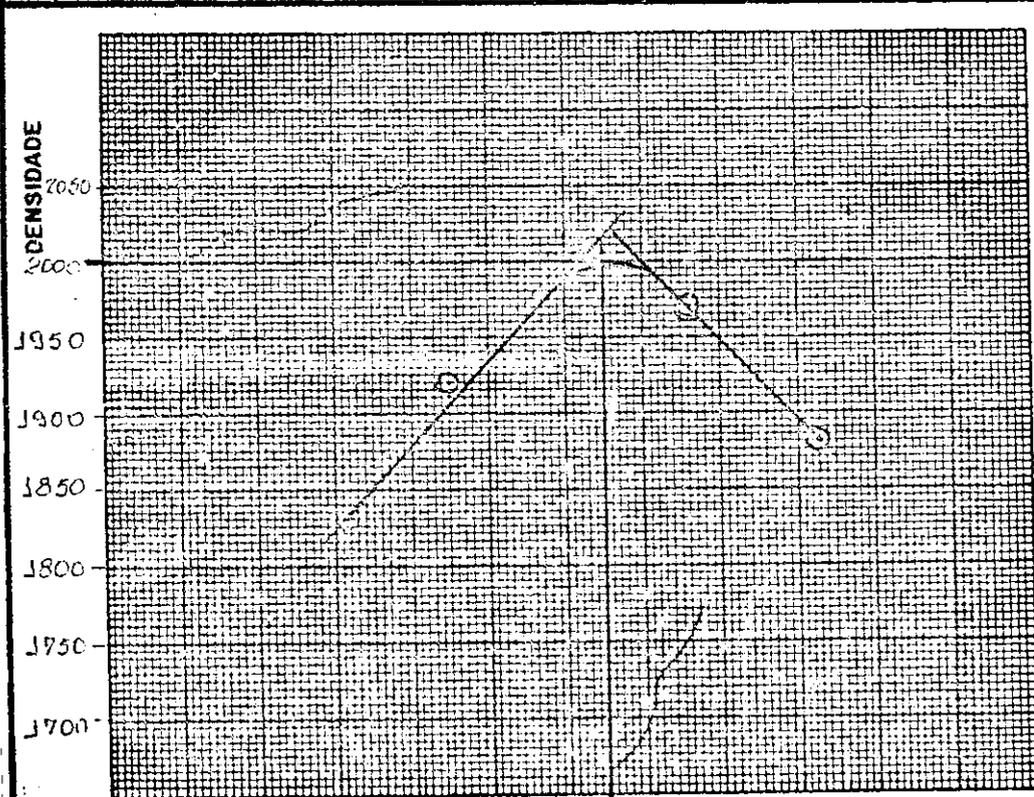
Estacas	Áreas Parciais		Semi- dis- tância	Soma das Áreas		Volumes	
	Corte	Aterro		Corte	Aterro	Corte	Aterro
88	0.00	6.20	10.0	0.00	6.20	0.00	62.0
89	0.10	2.50	10.0	0.10	8.70	1.00	87.0
90	0.00	4.20	10.0	0.10	6.70	1.00	67.0
Total						2.00	216.0

A T E C E L		ENSAIO DE DENSIDADE "IN SITU"				
Laboratório de Solos						
OBRA : <u>Pb - 044</u>		APEIA : _____				
TRECHO : <u>BR 101 - PITIMBU</u>		OPERADOR: _____				
CAMADA : <u>Revestimento Primário</u>		VISTO : _____				
FURO	Nº	62	63	64	65	66
DATA	-	26/01	26/01	26/01	26/01	26/01
POSIÇÃO	D - E Fixo	X	E	D	X	F
ESTACA		645	650	655	660	665
PROFUNDIDADE	cm	0-15	0-15	0-15	0-15	0-15
PESO DO TRABALHO AREIA	ANTES	A	5000	5000	5000	5000
	DEPOIS	B	3100	2990	3010	3030
	DIFERENÇA	A-B	1900	2010	1990	1970
PESO DO AREIA NO FUNIL	C	430	430	430	430	430
PESO DA AREIA NO FURO	A-B-C	1470	1580	1560	1540	1450
DENSIDADE DA AREIA	d	1450	1450	1450	1450	1450
VOLUME DO FURO	$V = \frac{P}{d}$	1014	1090	1076	1062	1000
UMIDADE	h%	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4
FATOR DE CORREÇÃO	$\frac{100}{100 + h}$	-	-	-	-	-
PESO DO SOLO ÚMIDO	Ph	2135	2340	2290	2250	2140
PESO DO SOLO SECO	Ps	2007	2202	2152	2113	2010
DENSIDADE DO SOLO SECO	$D_s = \frac{P_s}{V}$	1980	2020	2000	1990	2010
REGISTRO DENSIDADE ÓTIMA	REGISTRO	Nº	32	33	34	35
	DENS. MÁX.	D máx.	1990	2000	2000	2000
	UMID. ÓTIMA	%	7.2	7.5	7.5	7.5
% COMPACTAÇÃO		99.5%	101%	100%	99.5%	100.5%
PASSAGEM COMPACTAÇÃO	Nº					
PESO DO SOLO ÚMIDO	g					
PESO DO SOLO SECO	g					
PESO DA ÁGUA	g					
UMIDADE	%					

RODOVIA: Pb-044	TRECHO: BR-101 - PIRIMBU	REGISTRO:
PROCED.: SL-JAZ-AT.-ETC. REVESTIMENTO PRIMARIO	LOCALIZ.: FURO-EST.-LADO EST-650 a 665	PROFUND. - cm —
NATUREZA:		D _{máx} 2000 h _{ót} 7.5%

UMIDADE	%	%	MOLDE Nº	15	GOLPES / CAMADA
CÁPSULA Nº			VOLUME DO MOLDE	2123 cm ³	
PESO BRUTO ÚMIDO			PESO DO MOLDE	4143 g	26 Nº DE CAMADAS
PESO BRUTO SECO			PESO DO SOQUETE	4536 g	
TARA DA CÁPSULA			ESPESS. DO DISCO ESPAÇADOR	2 1/2 polg.	05
PESO DA ÁGUA					
PESO DO SOLO SECO					
UMIDADE					
UMIDADE MÉDIA					

PONTO Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO DO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE DO SOLO ÚMIDO	DETERMINAÇÃO DA UMIDADE							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 ³	-	g	g	g	g	g	%	%	kg/m ³
1	8390	4050	1907						48.0		4.2	1830
2	8440	4300	2076						47.4		5.5	1920
3	8710	4570	2153						46.6		7.1	2005
4	8690	4543	2140						46.0		8.6	1970
5	8550	4403	2074						45.3		10.3	1880
6												



UFPb - C.C.T. - DEC - ATECEL

ÍNICIO:

TÉRMINO:

OPERAÇÃO:

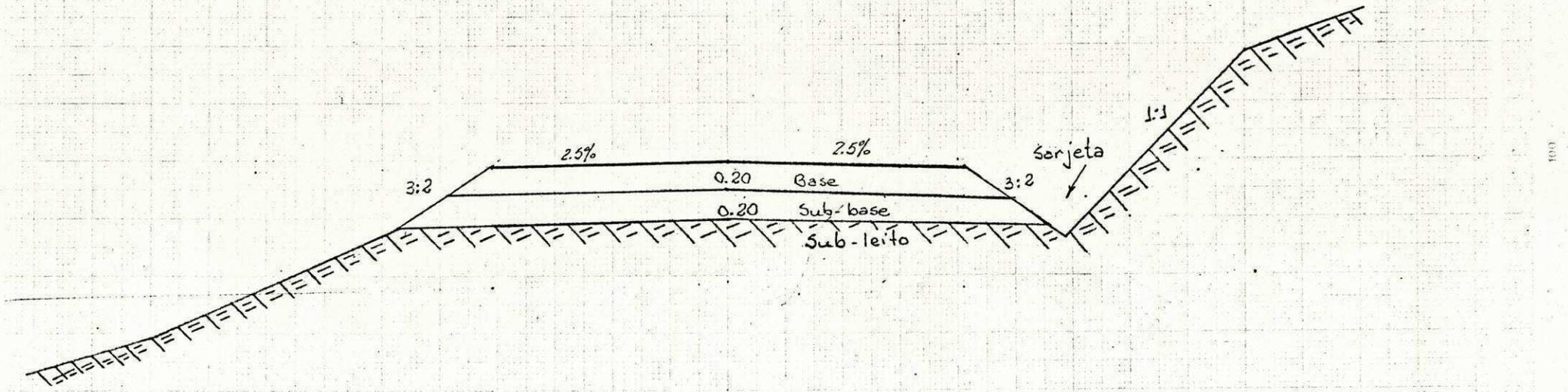
CÁLCULO:

VISTO:

UMIDADE - %

LABORATÓRIO:	COMPACTAÇÃO
	EN - 41

Drenagem Superficial



250

200

150

100

50

0

18.0 - BIBLIOGRAFIA

- BATISTA, Cyro Nogueira
Pavimentação - Tomos I, II e III - 2ª Edição
Editora Globo - Porto Alegre - 1976
- CARVALHO, M. Pacheco
Curso de Estradas