

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA  
PRÓ-REITORIA PARA ASSUNTOS DO INTERIOR  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

ESTÁGIO SUPERVISIONADO

RELATÓRIO

**PROF. MARCOS LOUREIRO MARINHO**  
Coordenador de Estágios - DEC - CCT - PRAI - UFPA

09/04/84  
=

Supervisor: ADEMIR M. FERREIRA

Aluno: JARBAS BATISTA GONÇALVES



Biblioteca Setorial do CDSA. Setembro de 2021.

Sumé - PB

## ÍNDICE

Identificação . . . . .	2
Programação do estágio . . . . .	3
Equipamentos disponíveis . . . . .	4
Laboratórios . . . . .	5
Considerações gerais . . . . .	6
I - - Apresentação . . . . .	7
II - - Informe Técnico . . . . .	8
III - Metodologia de Trabalho:	
1.0 - Serviços preliminares . . . . .	9
2.0 - Estudo Geométrico . . . . .	9
3.0 - Estudo Geotécnico do sub-leito . . . . .	10
4.0 - Execução das camadas do pavimento . . . . .	12
5.0 - Imprimação . . . . .	14
6.0 - Tratamento superficial duplo . . . . .	15
7.0 - Drenagem superficial . . . . .	17
8.0 - Proteção de taludes . . . . .	18
9.0 - Conclusão . . . . .	19
IV - Anexos:	
- Anexo 01 - Secções transversais . . . . .	20
- Anexo 02 - Ficha do ensaio de Densidade "in situ" . . . . .	22
- Anexo 03 - Ficha do ensaio de Compactação . . . . .	23
- Anexo 04 - Base - Estabilização granulométrica . . . . .	24
- Anexo 05 - Cálculo de uma Curva Vertical . . . . .	25
V - Bibliografia . . . . .	26

I D E N T I F I C A Ç Ã O

Aluno: JARBAS BATISTA GONÇALVES

Matricula: 8011199 - 7

Curso: Engenharia Civil

Área do estágio: Rodovia Pb - 044

Trecho BR - 101 - Pitimbu

Rodovia Pb - 025

Trecho BR - 101 - Usina Jacuípe (UJP - 1)

Orgão: Departamento de Estradas e Rodagens - DER - Pb

Supervisor: ADEMIR M. FERREIRA

Data de Início: 09/01/84

Data de Término: 29/02/84

Carga Horária: 332 horas

## Programação do Estágio:

Serviços executados no:

- 1) campo:
  - desmatamento
  - locação do eixo
  - levantamento de secções
  - terraplenagem
  - nivelamento
  - execução de camada de sub-base e base
  - revestimento primário
  - ensaio de Densidade "in situ"
  - imprimação
  - tratamento superficial
  - drenagem superficial
  - proteção de taludes.
  
- 2) laboratório:
  - ensaio de compactação
  - cálculo das fichas do ens. de compactação
  - cálculo das fichas do ens. de densidade.
  
- 3) sala técnica:
  - desenho de secções transversais
  - cubação de secções.
  - cálculo da caderneta de nivelamento.

Equipamentos Disponíveis:

Rodovia Pb - 044:

- moto-niveladoras (MN - 115 HP - Caterpillar)
- pá carregadeira
- rolo auto-propulsor liso
- trator de pneus ( CBT )
- grelha de discos (24 discos)
- caminhões pipa c/ bomba
- caminhões basculantes
- carro comboio ("meloza")
- caminhão c/ barra distribuidora (espargidor)
- spreader (Erisa)
- rolo compressor tandem (Muller)

Rodovia Pb - 025:

- tratores de esteiras (D-4, D-60 - Caterpillar)
- moto-scrape (Terex)
- moto-niveladoras (MN - 115 HP - Caterpillar)
- pá carregadeira
- rolo auto-propulsor liso
- rolo auto-propulsor pé-de-carneiro
- trator de pneus (CBT)
- grelha de discos (24 discos)
- caminhões pipa c/ bomba
- caminhões basculantes
- carro comboio ("meloza")

## LABORATÓRIOS

Rodovia Pb - 044:

- laboratório capaz de realizar os ensaios de:
  - compactação
  - densidade "in situ"

Rodovia Pb - 025:

- laboratório capaz de realizar os ensaios de:
  - compactação
  - densidade "in situ"
  - limite de liquidez (LL)
  - limite de plasticidade (LP)
  - equivalente de areia (EA )
  - índice de suporte Califórnia (ISC)

Obs- Os ensaios, que os laboratórios montados no campo não tinham condições técnicas de realizá-los, foram feitos no laboratório da sede do DER - Pb , em João Pessoa.

Considerações Gerais:

O estágio supervisionado desenvolveu-se em duas rodovias distintas (Pb - 044 e Pb - 025) e que apresentavam diferentes estágios de execução.

Quando da elaboração deste relatório fez -se necessário ordenar os serviços de maneira que estes apresentassem uma sequência lógica de execução, sem citar no texto a que rodovia faz parte os serviços discriminados. Agindo assim, o relatório passou à apresentar uma conformidade única, no entanto, afastou-se a possibilidade de distinguir na redação a que rodovia os serviços relatados pertencem.

Para tal esclarecimento, coloco abaixo a ordem em que os serviços são apresentados no relatório e em qual rodovia foram executados, durante o período de estágio.

- (1) - desmatamento
- (1) - limpeza do leito estradal
- (1) - locação
- (1) - levantamento de secções
- (1)e(2) - nivelamento
- (1) - terraplenagem
- (1) - execução de sub-base
- (2) - execução de base
- (2) - execução de camada final (rev. primário)
- (2) - imprimação
- (2) - trat. superficial
- (2) - drenagem superficial
- (2) - proteção de taludes.

- 
- (1) - Pb - 025
  - (2) - Pb - 044.



## I - Apresentação:

Este relatório, refere-se aos serviços que foram executados durante o período de estágio nas rodovias Pb-044 (trecho compreendido entre a BR - 101 e a cidade de Pitimbú - concluído) e Pb-025 (trecho entre a BR - 101 e a Usina Jacuípe - trecho em execução).

Os projetos de engenharia foram elaborados através da consultoria técnica da ATECEL e os trabalhos executados nestas rodovias estão sobre a responsabilidade da Construtora F. A. TEIXEIRA e Cia, ficando o Departamento de Estradas e Rodagens - DER / Pb responsável pela fiscalização e de cujo escritório fui membro atuante.

Estas rodovias tem o objetivo de beneficiar a zona canavieira paraibana, dando melhores condições para o escoamento do álcool produzido pela Destinaria Tabú, na Pb-044 e pela Destinaria Jacuípe na UJP - 1.

A melhoria da pista de rolamento destes trechos tornou-se economicamente possível, através de convênio firmado entre o Governo do Estado e o Banco Nacional de Desenvolvimento - BNDE.

## II - Informe Técnico:

As rodovias Pb-044 e Pb-025 são rodovias vicinais que se localizam na região do litoral paraibano, onde há predominância de planícies com pequenas declividades em seu relevo.

A drenagem vista nestas rodovias foi a superficial, pois nos cursos por onde passa maior volume de água, as obras de artes existentes foram aproveitadas em sua totalidade, por serem de construções recentes.

A rodovia Pb-044 tem a extensão de 22,050 km (sem os acessos) sendo que o sub-trecho compreendido entre a estaca zero e a estaca 603 + 16,00 (Dest. Tabú) foi executado em tratamento superficial duplo com plataforma de 8,20 metros, o prolongamento do trecho à cidade de Pitimbú foi executado em revestimento primário.

A rodovia Pb-025 terá a extensão de 13,760 km (sem os acessos), executada em tratamento superficial duplo com plataforma de 8,20 m. É válido ressaltar que a rodovia Pb-025 em toda a sua extensão tem 26,500 km compreendidos entre a BR-101 e a cidade de Lucena no litoral, porém como o projeto destiná-se apenas a atender aos interesses econômicos da região, o trecho entre a BR-101 e a Usina Jacuípe recebeu do órgão financiador a denominação de UJP - 1, fazendo com que haja uma divisão na rodovia.

Os materiais empregados no tratamento superficial das duas rodovias são o Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP 85 - 100) e as britas de 25 e 19 milímetros.

### III - Metodologia de Trabalho:

#### 1.0 - Serviços Preliminares:

- desmatamento
- limpeza do leito estradal.

O desmatamento foi realizado por tratores de esteiras do tipo D-4 e D-60, em toda a faixa de domínio da rodovia com a finalidade de dar condições para a implantação da rodovia, além de fornecer material para a terraplenagem, material este retitado como empréstimo nas laterais de onde será executado o pavimento.

A limpeza do leito estradal é a operação realizada com moto-niveladoras e que se destina na remoção de materiais prejudiciais ao pavimento. Nas rodovias em apreço existe, devido ao trânsito de caminhões carregados com cana-de-açúcar (*saccharum officinarum*), grande quantidade deste vegetal espalhado sobre a superfície estradal sendo necessária a sua total remoção, isto, devido ao aproveitamento do traçado existente em quase toda a extensão da rodovia.

#### 2.0 - Estudo Geométrico:

- locação
- nivelamento
- levantamento de secções.

O estudo geométrico tem por finalidade efetuar o levantamento dos volumes de cortes e aterros, através de operações topográficas, tais como locação, levantamento de secções e nivelamento.

A locação é realizada pelo topógrafo (técnico de nível médio) tendo como instrumento o teodolito, e consiste na materialização no campo do eixo da rodovia definido em projeto. Nos trechos em curvas horizontais a locação foi feita pelo processo das deflexões por metro.

O nivelamento é feito pelo nivelador (téc. de nível médio) com auxílio de nível e é executado com o intuito de orientar as execuções das camadas do pavimento, fazendo com que haja conformidade das cotas, em cada estaca, do projeto com as cotas da rodovia, vindo a evitar que exista depressões ou lombadas nos bordos ou eixo da rodovia.

O levantamento de secções é executado pelo nivelador com auxílio do nível, da mira etrena, obtendo-se as cotas do terreno natural em toda a faixa de domínio da rodovia para a obtenção dos volumes de cortes e aterros. (v. anexo D1)

### 3.0 - Estudo Geotécnico do Sub-leito:

- estudo das jazidas
- estudo do sub-leito
- terraplenagem
- drenagem.

O estudo geotécnico consiste na distribuição dos trabalhos de coletas de amostras do sub-leito visando obter elementos necessários para o dimensionamento do pavimento, de acordo com a geologia, pluviometria e topografia apresentada pela região.

O estudo das jazidas limitou-se na realização de ensaios com o material existente nas laterais da rodovia ao longo do trecho com intuito de definir os volumes que poderiam serem aproveitados e em que camada

do pavimento, pois quando da elaboração do projeto pela consultoria técnica, foram indicadas pela mesma, jazidas que atendem as normas técnicas do DNER, mas que tem uma grande distância de transporte. Devido a esta ocorrência tornou-se necessária a procura de jazidas alternativas próximas ao eixo da rodovia para que o material das jazidas de grande distâncias de transportes fossem usadas somente em caso de não serem encontrado material capaz de substituir as mesmas.

O estudo do sub-leito consiste na realização dos ensaios de CBR, para a escolha dos trechos do sub-leito que serão aproveitáveis através do  $IS_{mín}$ . Este estudo também foi feito pela consultoria, que com os resultados obtidos dos ensaios aproveitou o sub-leito em toda a extensão das rodovias, tendo em vista que o material apresenta características dentro das especificações técnicas.

A terraplenagem foi executada com o intuito de corrigir o terreno natural, dando-lhe uma conformidade geral nos bordos e eixo, para que as camadas do pavimento fossem executados em sua espessura de projeto. O material utilizado na terraplenagem foi retirado de empréstimos laterais e foi executado através de moto-scrape do tipo MS 14B em camadas sucessivas e compactada com rolos do tipo auto-propulsor pé-de-carneiro ou auto-propulsor liso de acordo com as características dos materiais, respectivamente, argilosos e arenosos.

A drenagem tem por finalidade proteger o pavimento da ação das águas que escoam sobre a plataforma e as que cruzam o eixo da estrada, coletando e orientado o seu escoamento para locais que permitam manter o pavimento longe de seus efeitos danosos.

#### 4.0 - Execução das camadas do pavimento:

- sub-base
- base
- camada final (rev. primário).

Denomina-se de sub-base a camada imediatamente superior ao sub-leito e destina-se a transmitir ao sub-leito os esforços provenientes das camadas superiores, servindo também como camada estanque ao lençol freático. O material utilizado nesta camada deve apresentar, segundo normas do DNER, CBR maior ou igual a 20, expansão menor ou igual a 1%, índice de grupo igual a zero e grau de compactação maior ou igual a 100 % do proctor intermediário e umidade igual a umidade ótima com tolerância de  $\pm 2$  %.

Foram executados nas rodovias uma camada de sub-base com espessura de 20 cm, com material de jazida próxima ao eixo da rodovia ou com material obtido lateralmente. A camada é executada com moto-niveladoras ou moto-scrape dependendo da distância de onde o material sendo trazido. A homogeneização é realizada com grelhas de discos e quando desta operação o material é umedecido através de caminhões pipas. Neste meio tempo operários (raizeiros) retiram do material toda matéria orgânica existente. Quando o material visualmente apresenta boa umidade e não há raízes no trecho que está sendo executado (geralmente de 300 metros), a fiscalização que está acompanhando aos serviços é consultada no sentido de dar a liberação para o "fechamento" do trecho. Dada a aprovação pela fiscalização, as moto-niveladoras espalham o material sobre a plataforma, dando uma conformidade geral no trecho que está sendo "fechado". Terminado esta fase, o rolo auto-propulsor dá várias passadas em todo o trecho "fechado", dando a compactação desejada. Mais uma vez a fiscalização volta ao trecho, desta feita realizando

o ensaio de densidade "in situ" (v. anexo 02) de 100 em 100 metros e recolhendo amostras do material de 300 em 300 metros para o ensaio de compactação (v. anexo 03) que é realizado no laboratório de campo da fiscalização. Se os resultados obtidos destes ensaios estiverem dentro das normas estipuladas pelo DNER a sub-base é liberada para que seja executada sobre a mesma a camada de base, caso contrário a fiscalização exige que o trecho seja mais compactado, quando o grau de compactação está um pouco abaixo do normalizado ou que seja "aberto", quando há discrepâncias não toleráveis dos resultados obtidos dos ensaios com os estipulados pelo DNER, fazendo com que os serviços da execução do trecho sejam repetidos.

A camada imediatamente acima da sub-base recebe a denominação de base e é destinada a resistir e transmitir uniformemente as camadas inferiores os esforços verticais provenientes das cargas dos veículos, podendo ser constituída de materiais estabilizados granulometricamente ou por meio de aditivos, tais como: cimento, cal e betume. Para as bases estabilizadas granulometricamente as normas do DNER recomendam que se enquadre a granulometria do material em uma das faixas da AASHO, o valor do limite de liquidez seja menor ou igual a 25, o índice de plasticidade seja menor ou igual a 6 e o equivalente de areia maior que 20, admitindo-se valores maiores para o LL e o IP desde que o EA seja maior que 30. Quanto ao CBR, este deve ser maior ou igual a 60 e grau de compactação maior ou igual a 100% em relação ao proctor intermediário.

Vimos a execução de uma camada de base estabilizada granulometricamente. (v. anexo 04) Sua execução é feita da mesma maneira da sub-base, sendo observado com maior rigor a homogeneização do material por constituir-se da mistura de dois outros. O acabamento na superfície da base é dado com o rolo liso auto-propulsor, logo após as moto-niveladoras

terem terminado de dar conformidade a camada, dando-lhe um aspecto muito bom em sua superfície.

O revestimento primário constitui-se em uma solução alternativa para o melhoramento das condições de rolamento de uma estrada quando a mesma não dispõe de elementos que venham a viabilizar um investimento maior. É neste contexto que surge a execução de uma camada denominada de camada final que vem propiciar ao usuário melhores condições de comodidade e segurança.

Um estudo prévio é realizado com o intuito de se conhecer as características do terreno natural e através de uma mistura com outro material, venha a obter um material de características coesivas melhoradas. A execução da camada final consistiu na escarificação de  $\pm 15$  centímetros do terreno natural, de característica arenoso, e a ele adicionou-se um material argiloso de modo que depois de umedecido, homogeneizado e compactado, obteve-se uma camada de 20 cm de espessura. O processo pelo qual foram executados os trabalhos já foi relatado na sub-base. Para o controle da execução desta camada foram adotados os ensaios de densidade "in situ" e compactação, sendo exigido pela fiscalização um grau de compactação maior ou igual a 100 % do proctor intermediário.

#### 5.0 - Imprimação:

A imprimação consiste em uma camada de asfalto diluído colocado sobre a superfície da base com a finalidade de impermeabilizá-la, dá maior coesão pela penetração do material betuminoso e promover condições mais favoráveis de aderência entre a base e o revestimento. São utilizados como diluentes do asfalto, a gasolina, o querosene e o gasóleo, recebendo



respectivamente a denominação de cura rápida (CR), cura média (CM) e cura lenta (CL).

Foi utilizada na imprimação da rodovia, um CM cujo controle de qualidade foi realizado pelo laboratório da sede do DER/Pb em João Pessoa.

Como foi dito acima a imprimação tem como objetivo impermeabilizar a base, para tal é necessário que seja realizado uma varredura na superfície da mesma para remover todo material que por causa da evaporação e conseqüente perda de umidade se encontra "solto" na superfície da base, esta operação é realizada através de vassouras mecânicas ou manuais. Um outro cuidado que se deve ter é certificar-se que todos os bicos da barra espargidora estejam desobstruídos para que seja distribuída uma camada de CM de maneira uniforme sobre a base.

Durante o período de Cura da imprimação não é permitido que se trafegue sobre a mesma, assim como não é executado o tratamento superficial.

#### 6.0 - Tratamento Superficial Duplo:

Defini-se tratamento superficial duplo como sendo uma camada de rolamento constituída de duas aplicações sucessivas de material betuminoso, cobertas, cada uma, por agregado mineral sobre uma base previamente imprimada.

O material betuminoso utilizado foi o CAP 85-100 aplicado à razão de 1,3 L/m<sup>2</sup> na 1ª camada e 1,0 L/m<sup>2</sup> na 2ª camada e o agregado à razão de 25 kg/m<sup>2</sup> e 12 kg/m<sup>2</sup>, respectivamente. A espessura da camada é mais ou menos igual ao diâmetro máximo utilizado.

O controle da quantidade de material que está sendo colocado no pavimento é realizado através de coletas de material, quando da execução, em bandejas de pesos (p) e áreas (s) conhecidos colocado estrategicamente na faixa onde estão sendo executados os trabalhos. A medida que as camadas vão sendo feitas o material das bandejas é recolhido e pesado ( $p_{ag}$ ), obtendo a taxa de distribuição dada por  $(p - p_{ag}) / s$ .

Antes da aplicação da primeira camada do material betuminoso é feita na base imprimada uma limpeza total, retificando todo o pó da superfície através de uma varredura ou mesmo lavagem, sendo que na execução desta última, esperá-se o tempo necessário para que a mesma enxugue, além de serem realizadas correções em toda a superfície imprimada de modo a não apresentarem depressões, defeitos ou irregularidades em seu greide. Durante este tempo, a barra distribuidora é preparada, sendo verificado através de descargas realizadas fora do pavimento se os bicos estão funcionando de maneira correta, para que venha garantir uma perfeita distribuição sobre a superfície.

Terminada estas verificações, o caminhão espargidor desloca-se para a faixa onde iniciará o tratamento superficial. O CAP é espalhado sobre a imprimação. O spreader é acoplado ao caminhão basculante, que vem espalhando sobre o betume de maneira uniforme e em toda a faixa onde foi colocado o CAP, a primeira camada de brita. Visualmente observá-se se a camada de agregado foi suficiente para assegurar uma cobertura completa, efetuando-se manualmente as devidas correções. A compressão é realizada através do rolo tandem que passa sobre toda superfície repetidas vezes, de modo a garantir a retenção do agregado pelo material betuminoso, tendo-se o cuidado de parar de "rolar" antes do aparecimento de sinais de esmagamento do agregado.

A segunda camada é executada logo após a compressão da primeira. O CAP é espalhado sobre a brita e depois coberto com o agregado de

menor diâmetro e comprimido em toda a sua extensão da mesma maneira que foi executada a primeira camada.

A estrada é aberta ao tráfego e logo que a quantidade máxima de agregado miúdo tenha sido fixada, todo o excesso é varido. Depois de alguns dias de tráfego verificou-se em partes da estrada que havia necessidade de fazer-se uma correção no revestimento devido ao aparecimento da exumidação. Esta correção foi feita no período das 11 às 13 horas, quando as áreas atingidas pelo excesso de asfalto apresentavam-se amolecidas em sua superfície por causa da alta temperatura e consistiu no espalhamento de areia sobre as partes atingidas, imediatamente o rolo tandem comprimiu esta camada, ficando o tráfego responsável pela expulsão do excesso de areia.

#### 7.0 - Drenagem Superficial:

- inclinação transversal
- sarjeta
- banquetas
- entrada, saída e descida d'água.

A drenagem superficial é feita através de elementos de drenagem, tais como: inclinação transversal, sarjeta, banquetas, entrada, saída e descida d'água, que conduzem para fora da superfície do pavimento as águas provenientes de precipitações pluviométricas.

A inclinação transversal é dada quando da execução da base e consiste em dar inclinação de 2,5 % do eixo para os bordos com a finalidade de escoar as águas, impedindo-as de ficarem empoçadas sobre o revestimento.

A sarjeta apresenta secção triangular com taludes suaves e declividade longitudinal de modo a escoar as águas lentamente. Está deve

ser sempre que possível impermeável para evitar infiltração da água no pavimento. Faz-se necessária a sua construção quando existe encostas próximas ao leito rodoviário.

A banquetta é colocada em lugares onde existe aterros com alturas iguais ou superiores a dois metros com a finalidade de conter as águas que escoam na inclinação transversal, protegendo o aterro. Também foi usada quando da existência de ilhamentos, dando melhor aspecto as vias de acesso.

Entrada, descida e saída d'água são elementos nascidos com a utilização de banquetas. Eles têm respectivamente a função de recolher a água existente junto às banquetas, conduzi-la através do aterro e proteger o início do mesmo.

#### 8.0 - Proteção de Taludes.

Os cortes existentes nas rodovias foram alargados com o intuito de obter, maior visibilidade e dar maior visibilidade, portanto não foi necessário proteger o seu talude por estarem localizados de maneira tal que se houver deslizamento, não irá prejudicar a rodovia.

Entretanto nos aterros houve necessidade de protegê-los. Esta proteção consistiu na plantação de capim sândalo, por ser abundante na região, em todos os aterros com altura superior a dois metros, com mudas plantadas de modo que em qualquer direção não houvesse distância superior a trinta centímetros entre as mudas.

• \_ / \_ / \_ •

## 9.0 - Conclusão:

A escolha de realizar o estágio supervisionado em construção de estradas, foi devido ao meu interesse de conhecer a metodologia de trabalho empregado na execução de pavimentos, completando o estudo feito nas cadeiras de Estradas e Transportes e Pavimentação. Porém como os serviços a serem executados na construção de uma rodovia reúne uma gama imensa de detalhes, infelizmente, não foi possível durante este curto período, vê tudo que se refere aos mesmos, devido principalmente a morosidade com que os trabalhos são executados pela construtora responsável pelo trecho.

Outro fato a lamentar foi não ter podido acompanhar a execução da drenagem subterrânea e os ensaios de asfaltos realizados na Pb - 044 e os ensaios de Limite de Liquidez, Limite de Plasticidade, Equivalente de Areia e CBR que serão realizados na Pb - 025.

Entretanto, como este se constituiu no meu primeiro contato com execuções de obras rodoviárias, tudo que foi visto, será de grande valia, ficando um espaço aberto para a complementação em outro estágio.

TRANSVERSAIS:

		cota terr. natural	cota greide (projeto)
Est. 680	eixo	490.450	491.190
	LD 3,00	490.400	491.080
	5,00	490,500	
	10,00	490,500	
	LE 3,00	490.310	491.080
	5,00	490.000	
	10,00	490.890	
Est. 681	eixo	490.720	491.200
	LD 3,00	490.900	491.100
	5,00	490.710	
	10,00	491.500	
	LE 3,00	491.020	491.100
	5,00	491.200	
	10,00	491.110	
Est. 682	eixo	490.670	491.180
	LD 3,00	490.700	491.070
	5,00	490.590	
	10,00	491.030	
	LE 3,00	490.500	491.070
	5,00	490.810	
	10,00	491.290	

M A P A

D E

C U B A Ç Ã O:

est.	áreas parciais		soma das áreas		semi distância	volume (m <sup>3</sup> )	
	corte	aterro	corte	aterro		corte	aterro
680		7,60		7,60	10		76,00
681		2,60		10,20	10		102,00
682		4,60		7,20	10		72,00
							250,00

S e c ç õ e s      T r a n s v e r s a i s .

250  
200  
150  
100  
50  
0

490.670  
Est. 682

A = 4,60

490.720  
Est. 681

A = 2,60

490.450  
Est. 680

A = 7,60

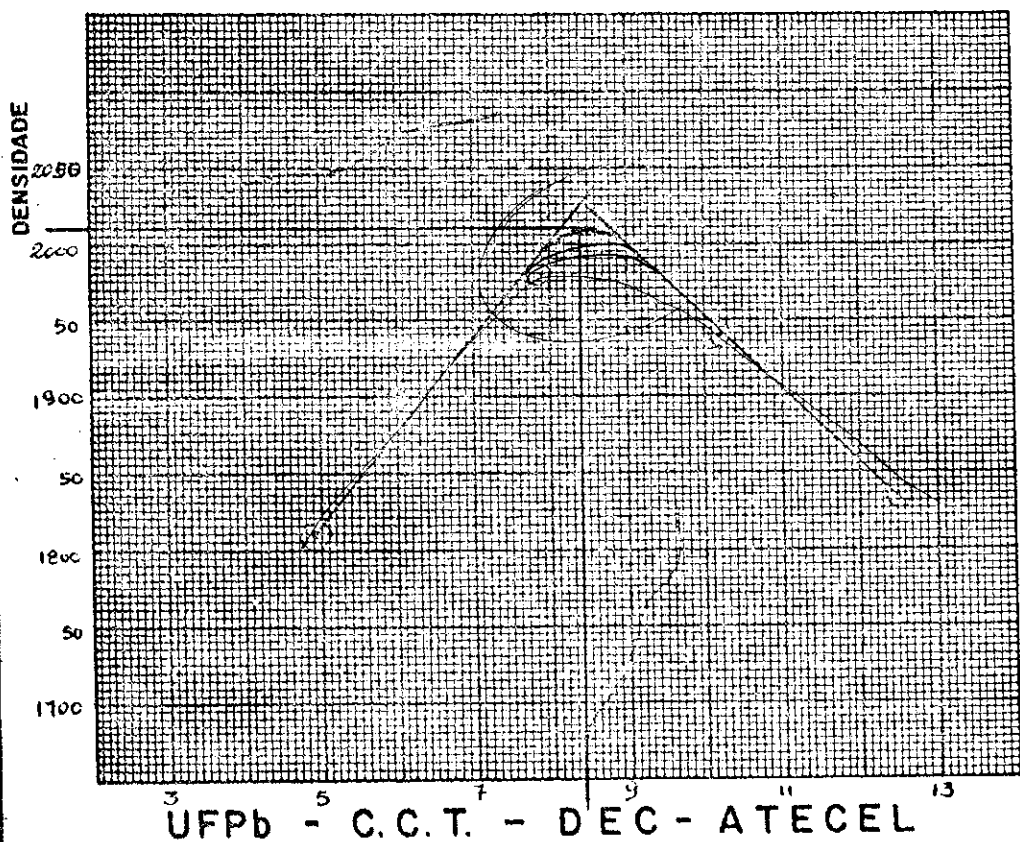
A T E C E L Laboratório de Solos		A N E X O - 02		ENSAIO DE DENSIDADE "IN SITU"			
OBRA : <u>Pb - 044</u>		APEIA :					
TRECHO : <u>BR-101 - Pitimbú</u>		OPERADOR :					
CAMADA : <u>camada final - rev. primário</u>		VISTO :					
FURO	Nº	67	68	69	70	71	
DATA	-	26/01/84	26/01/84	26/01/84	26/01/84	26/01/84	
POSIÇÃO	D - E Fixo	D	X	E	D	X	
ESTACA		670	675	680	685	690	
PROFUNDIDADE	cm	0 - 15	0 - 15	0 - 15	0 - 15	0 - 15	
TSC DE TRASSO O/ AREIA	ANTES	A	5000	5000	5000	5000	
	DEPOIS	B	3250	3050	2990	3120	3200
	DIFERENÇA	A-B	1750	1950	2010	1880	1800
PESO DO AREIA NO FUNIL	C	430	430	430	430	430	
PESO DA AREIA NO FUPO	A-B-C	1320	1520	1580	1450	1370	
DENSIDADE DA AREIA	d	1450	1450	1450	1450	1450	
VOLUME DO FURO	$V = \frac{P}{d}$	910	1048	1090	1000	945	
UMIDADE	h%	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	
FATOR DE CORREÇÃO	$\frac{100}{100 + h}$						
PESO DO SOLO ÚMIDO	Ph	1950	2270	2400	2160	2000	
PESO DO SOLO SECO	Ps	1833	2133	2256	2030	1880	
DENSIDADE DO SOLO SECO	$Ds = \frac{Ps}{V}$	2014	2035	2070	2030	1989	
LABORATÓRIO DE SOLOS	REGISTRO	Nº					
	DENS. MÁX.	D máx.	2010	2010	2010	2010	1960
	UMID. ÓTIMA	%	8,4	8,4	8,4	8,4	9,5
% COMPACTAÇÃO		100 %	101 %	103 %	101 %	101 %	
PASSAGEM COMPACTAÇÃO	Nº						
PESO DO SOLO ÚMIDO	g						
PESO DO SOLO SECO	g						
PESO DA ÁGUA	g						
UMIDADE	%						



RODOVIA: Pb - 044	TRECHO: BR-101 - pitimbú	REGISTRO: <b>A N E X O - - 03</b>
PROCED.: SL - JAZ - AT. - ETC. Existente	LOCALIZ.: FURO - EST. - LADO Est. 670 à Est. 685	PROFUND. - cm
NATUREZA:		D máx. 2010 hóf. 8,4

UMIDADE	%	%	MOLDE Nº	15	GOLPES / CAMADA
CÁPSULA Nº			VOLUME DO MOLDE	2123 cm <sup>3</sup>	
PESO BRUTO ÚMIDO			PESO DO MOLDE	4143 g	Nº DE CAMADAS
PESO BRUTO SECO			PESO DO SOQUETE	4536 g	
TARA DA CÁPSULA			ESPESS. DO DISCO	2 1/2" polg.	05
PESO DA ÁGUA			ESPAÇADOR		
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 <sup>3</sup>	-	g	g	g	g	g	%	%	kg/m <sup>3</sup>
1	8175	4032	1899						48,6		4,9	1810
2	8420	4276	2014						47,2		6,0	1900
3	8680	4535	2136						46,3		7,9	1980
4	8685	4539	2138						45,4		10,2	1980
5	8525	4382	2064						44,4		12,5	1835
6												



ÍNICIO:

TÉRMINO:

OPERAÇÃO:

CÁLCULO:

VISTO:

UMIDADE - %

LABORATÓRIO: DER / Pb	COMPACTAÇÃO EN - 41
--------------------------	------------------------

ANEXO - 04

- BASE  
ESTABILIZADA  
GRANULOMETRICAMENTE.

- Método Analítico:

peneiras	% passando			
	J <sub>1</sub>	J <sub>2</sub>	faixa D	média faixa
2"	100	100	100	100
1"	100	100	100	100
3/8"	94	100	60 - 100	80
nº 04	60	100	50 - 85	67,5
nº 10	20	85	40 - 70	55
nº 000	3	60	25 - 45	35
nº 200	1	40	5 - 20	12,5

componentes	mat. J <sub>1</sub>	mat. J <sub>2</sub>	mat. estabilizado
ag. grosso	80	15	45
ag. fino	19	45	42
silte + arg.	1	40	12,5
totais	1	1	-
% dos mat.	X	Y	-

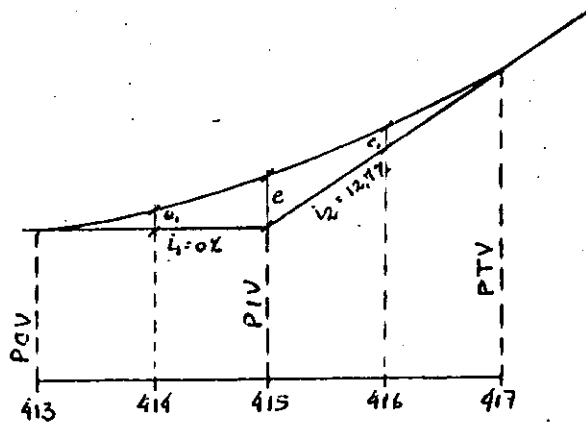
equações: 1)  $aX + dY = A$                        $80X + 15Y = 45$   
 2)  $bX + eY = B$                                $19X + 45Y = 42$   
 3)  $X + Y = 1$                                   $X + Y = 1$

solução:  $Y = \frac{Ab - aB}{bd - ea} = \frac{45 \times 19 - 80 \times 42}{19 \times 15 - 45 \times 80} \therefore Y = 0,755$   
 $X = 1 - Y = 1 - 0,755 \therefore X = 0,245$

- mistura a usar: 75 % da Jazida 2 - J<sub>2</sub>  
 25 % da Jazida 1 - J<sub>1</sub>

ANEXO - 05

- CURVA  
VERTICAL  
CÔNCAVA  
ASCENDENTE.



$y = 80,00 \text{ m}$

cota do PCV - est. 413 = 400,000

cota do PIV - est. 415 = 400,000

cota do PTV = est. 417 = 405,080

$i_1 = 0 \%$

$i_2 = 12,7 \%$

$e = \frac{y(i_1 - i_2)}{8}$

$e = \frac{80(-0,127)}{8}$

$e_{\text{máx}} = - 1,27 \text{ m} \text{ //////////////}$

$e_i = 4e\left(\frac{d}{y}\right)^2$

$e_1 = 4 \times 1,27 \times \left(\frac{20}{80}\right)^2 = 0,318 \text{ m}$

$e = 4 \times 1,27 \times \left(\frac{40}{80}\right)^2 = 1,27 \text{ m}$

estaca	cota greide reto	cota greide curvo
413	400,000	400,000
414	400,000	400,318
415	400,000	401,270
416	402,540	402,858
417	405,080	405,080

B I B L I O G R A F I A

- 1) Cyfo Nogueira Baptista, PAVIMENTAÇÃO, Tomo I, II e III  
Porto Alegre, Editôra Globo - 2ª Ed., 1976.
  
- 2) M. Pacheco de Carvalho, CURSO DE ESTRADAS.