

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

NOME : JOSÉ LAMARCK PEREIRA HENRIQUES

CURSO : ENGENHARIA CIVIL - MATRÍCULA : 7821017/7

RELATÓRIO

SUPERVISIONADO

CAMPINA GRANDE / 1 9 8 2



Biblioteca Setorial do CDSA. Outubro de 2021.

Sumé - PB

## I N D I C E

- 1.0 - Identificação do estágio e do campo de estágio
- 2.0 - Programa do Estágio Supervisionado
- 3.0 - Objetivo do Estágio Supervisionado
- 4.0 - Justificativa do Estágio Supervisionado
- 5.0 - Agradecimentos
- 6.0 - Agradecimento Especial
- 7.0 - Introdução
- 8.0 - Projeto de melhoramento da rodovia Pb - 095, trecho  
Campina Grande / Massaranduba.
- 9.0 - Atividade no campo
- 10.0 - Atividade no laboratório
- 10.1 - Descrição dos ensaios
- 10.2 - Resultados dos ensaios
- 11.0 - Conclusão do Estágio Supervisionado
- 12.0 - Bibliografia

## 1.0 - IDENTIFICAÇÃO DO ESTÁGIO E DO CAMPO DE ESTÁGIO

### 1.1. - Do aluno

Nome : José Lamarck Pereira Henriques

Curso : Engenharia Civil - Matrícula : 7821017/7

### 1.2. - Do estágio

Supervisor : Sebastião Batista dos Santos

Disciplina : Estágio Supervisionado

Duração : 192 horas (1º de janeiro a 28 de fevereiro)

Horário : das 13:00 às 17:00 horas *INCLUINDO O SÁBADO.*

### 1.3. - Do campo de trabalho

Rodovia : Pb - 095, trecho Campina Grande /  
Massaranduba.

Órgão Executor : COBRAPA (Companhia Brasileira  
de Pavimentação).

Órgão Fiscalizador : ATECEL

Órgão Fiscalizador Geral : DER (Departamento  
de Estradas e Rodagem).

## 2.0 - PROGRAMA DO ESTÁGIO

### 2.1. - Título

Acompanhamento dos trabalhos de execução e fiscalização da Rodovia Pb - 095, que liga Campina Grande a Massaranduba.

### 2.2. - Plano de Trabalho

2.2.1. Reconhecimento e prospecção de jazidas no local da construção.

2.2.2. Ensaios de caracterização dos solos

2.2.3. Ensaios de resistência dos solos

2.2.4. Ensaios de densidade "in situ" dos solos

### 2.3. - Elaboração do Relatório Final

### 3.0 - OBJETIVO

O objetivo precípua deste relatório é narrar em linhas gerais, todas as atividades observadas e executadas durante o Estágio Supervisionado, que se realizou na rodovia Pb - 095 que liga as cidades de Campina Grande a Massaranduba.

Devido a falta de jazidas com um material de melhor qualidade, foi utilizado no corpo de aterro um material argiloso, o qual causou algum transtorno a rodovia.

Nos dias chuvosos, mesmo que a chuva não fosse intensa, a estrada ficava interditada pela impossibilidade de tráfego devido ao material argiloso. Sabemos que esse tipo de material absorve muita água que pode causar danos futuros a rodovia no que diz respeito a compactação. Como a compactação de um material argiloso nunca é segura e com o tráfego, pode acarretar abatimento no pavimento flexível, podendo ainda causar a percolação d'água.

Deveria ser empregado um material granular, porque tanto facilita a drenagem da água, como dá uma maior compactação do leito da rodovia, a possibilidade de recalque é muito remota e não há perigo de percolação d'água.

O material a ser empregado na rodovia, deveria ser de jazidas fora da faixa de domínio. O que não está acontecendo nesta obra. O material está sendo retirado de áreas laterais do leito da rodovia e com isso está deixando grandes valas, o que vai facilitar o acúmulo d'água, podendo esta causar danos futuros.

O objetivo maior de melhoramento dessa rodovia foi o escoamento mais fácil dos produtos agrícolas, como: frutas, tubérculos e cereais, como também o fácil acesso a um grande centro comercial com melhoramento e comodidade no meio de transporte.

#### 4.0 - JUSTIFICATIVA DO ESTÁGIO

Considerando as exigências do sistema curricular da Universidade Federal da Paraíba, no que diz respeito à conclusão do curso de engenharia civil, necessário se faz para isso, que o aluno interessado se comprometa a realizar um Estágio Supervisionado.

De acordo com os objetivos definidos neste relatório, o Estágio Supervisionado tem por finalidade proporcionar aos estagiários de engenharia civil um embasamento seguro no seu campo de trabalho, dando-lhes uma visão real do seu campo de atuação.

## 5.0 - AGRADECIMENTOS

Aos professores Sebastião Batista dos Santos e Raimundo Leidimar Bezerra, que medderam a oportunidade ' de estagiar pela consultoria ATECEL.

Aos fiscais de campo da consultoria Eugenia-  
no, Euclides e Edvaldo, que me ensinaram e orientaram para  
um maior embasamento na minha vida profissional.

Aos laboratoristas Conrado e Paulo, que aumen-  
taram os meus conhecimentos sobre ensaios de laboratório.

Aos motoristas e peões, pelo convívio agradá-  
vel no seu meio.

Ao fiscal e operadores de máquinas da COBRAPA,  
que me souberam compreender.

A todos aqueles que direta ou indiretamente  
me auxiliaram no que foi preciso.

## 6.0 - AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao professor Sebastião Batista dos Santos, por ter conseguido junto ao supervisor da ATECEL Raimundo Leidimar, uma colocação para que eu pudesse estagiar; concorrendo com isso para que eu prosseguisse com o andamento normal do meu curso.



## 7.0 - I N T R O D U Ç Ã O

As vias terrestres de comunicação que ainda na mais remota antiguidade foram construídas em diversos países, devem sua origem a necessidade que o homem teve de trocar de seu país pelos dos vizinhos, além de que tinham, frequentemente, o fim de passagem franca em defesa do próprio território. Os trabalhos de construção de tais vias de comunicação limitavam-se à procura de vales e gargantas, preparação de desvios e desbastamentos de alguns trechos. Não se cogitava então na compactação nem do preparo de uma chapa adaptada ao trânsito.

Começaram a surgir as estradas de rodagem pelo melhoramento daqueles caminhos.

Tais estradas seguem geralmente por tangentes muito extensas, morro acima e morro abaixo, completamente desprovidas de toda a consolidação da chapa, sem valetas laterais e são em geral muito largas afim de que na época das chuvas, ficando intransitável um trecho, possam os veículos desviar e contornar o obstáculo. Pontes em alguns córregos mais fortes são a única demonstração da pouca engenharia, que cooperou na construção de semelhantes vias de comunicação.

Dá-se o nome de estrada ao conjunto de obras executadas no terreno com o fim de se obter uma superfície capaz de assegurar a facilidade do trânsito, tanto de pedestres como das várias espécies de veículos terrestres.

Podemos classificar as estradas em duas grandes categorias : ESTRADAS DE FERRO OU FERROVIAS E ESTRADAS DE RODAGEM OU RODOVIAS, distinguindo-se umas das outras pela su perestrutura.

Assim, enquanto que, nas estradas de rodagem a superestrutura consiste na pista de relamento, isto é, a superfície do terreno natural preparada e devidamente consolidada, nas estradas de ferro, a superestrutura é formada pelo binário, dois trilhos de aço ligados por peças metálicas ou de madeira, chamada dormentes.

Quando se deseja ligar duas localidades por meio de uma estrada de rodagem, é necessário estudar o traçado que precisa percorrer em boas condições, a distância que as separa. Este traçado, obedecendo a certas condições técnicas obriga na sua execução a modificar a linha do terreno, substituindo-a pelo GREIDE DO PROJETO, o qual ora passará por cima da linha do terreno dando lugar a aterros, ora passará por baixo, dando lugar a escavações ou cortes.

O estudo do traçado de uma estrada, ou seja, a execução dos trabalhos relativos à escolha da linha que indica a melhor direção a seguir para ligar duas localidades, é realizado por turmas especializadas, munidas da indispensável aparelhagem e dirigidas por técnicos conhecedores do assunto.

Entretanto, a título de informativo, diremos que esses trabalhos compreendem duas fases distintas - : o reconhecimento e a exploração.

O reconhecimento é um exame rápido, porém cuidadoso, da região, para se determinar qual o traçado mais conveniente. Desdobra-se o reconhecimento em serviços de campo e serviço de escritório. Nos serviços de campo faz-se o levantamento expedido das diversas linhas que possam servir de traçado à futura estradas; nos serviços de escritório, desenham-se essas linhas, com os elementos colhidos no campo e procura-se aquela que mais se presta à construção, por ser a de melhores condições técnicas (apresentando declividades mais suaves e curvas horizontais de maiores raios) e que, ao mesmo tempo, seja a mais econômica, exigindo menores cortes e aterros.

Por outro lado, a exploração compreende, também, os serviços de campo e os serviços de escritório; nos serviços de campo faz-se o levantamento topográfico detalhado do terreno por onde passa a linha de reconhecimento julgada melhor; nos serviços de escritório, desenha-se a planta do terreno assim levantada e nela se projeta o eixo da estrada.

### Elementos básicos de uma rodovia e suas definições.

Chama-se eixo da estrada a linha que fica situada a igual distância e suas bordas; esse eixo é composto de alinhamentos retos chamados tangentes, unidos ou concordados por meio de curvas horizontais.

Os prolongamentos de duas tangentes consecutivas encontram-se nos pontos chamados vértices ou pontos de interseção e dão lugar a uma linha quebrada, denominada poligonal do eixo.

O eixo da estrada não se apresenta, quase nunca como horizontal, sendo geralmente, formado de trechos mais ou menos inclinados. Para determinar o eixo da estrada é necessário, pois, conhecer sua declividade em cada trecho, entendendo-se por declividade a inclinação do eixo sobre o horizonte, valor este expresso em porcentagem.

Quando se percorre uma estrada ( e portanto seu eixo), num determinado sentido, diz que a estrada é em aclive, ou em rampa, quando ela se eleva do horizonte; é em nível, se a parte considerada é horizontal; é em declive, ou em contra-rampa, se abaixa ao horizonte. Em resumo, numa estrada é em aclive quando sobe, em nível quando horizontal e em declive quando desce.

O perfil longitudinal da estrada também chamado greide, é a sucessão de aclives (ou rampas) e declives (ou contra-rampas). Os aclives e declives são unidos, ou concordados, por meio de curvas verticais adequadas, de maneira que o veículo ao passar de um aclive para um declive, ou vice-versa, faça-o suavemente com comodidade e segurança. Além disso,

as declividades não devem ser demasiada fortes nem demasiado longas, para que não se torne difícil vencê-las.

Por outro lado, as curvas horizontais que, como vimos, unem ou concordam as tangentes, devem ser de raio bastante grande, para que os veículos possam transitar com segurança e velocidade.

Ao construir a estrada será preciso, como já foi dito, modificar mais ou menos o terreno, escavando em certos lugares e aterrando em outros, executando o movimento de terra, ou terraplenagem, determinada pelo projeto.

Terminado o movimento de terra, procede-se ao acabamento da estrada, dando-lhe o adequado abanhamento, construindo as valetas para o escoamento das águas e consolidando convenientemente a pista de rolamento, sobre a qual passará a ser feito a trânsito.

Trechos haverá, em que será necessário construir obras de arte (Cueiros, pontilhões, pontes, viadutos, elevados, muros de arrimo, etc.) para vencer cursos d'água, grotas profundas, acidentes do terreno ou outra rodovia.

## 8.0 - P R O J E T O

### A - Considerações Gerais

Este relatório refere-se ao Projeto de Engenharia para melhoramento e pavimentação da Rodovia PB-095, trecho Campina Grande / Massaranduba, com extensão de 16,0 Km.

O Projeto foi elaborado pela Diretoria de Planejamento do Departamento de Estradas de Rodagem da Paraíba, através da Divisão de Estudos e Projetos (DEP).

Os estudos e projetos realizados são apresentados nos volumes discriminados a seguir:

VOLUME 1 - Relatório do Projeto e Estudo Geotécnico

VOLUME 2 - Projeto de Execução

VOLUME 2A - Anexo

VOLUME 3 - Notas de Serviço e Quadro de Cubação

O conteúdo de cada volume é a seguir, detalhado.

VOLUME 1 - Relatório de Projeto

Finalidade :

- . descrever os trabalhos realizados
- . indicar as metodologias utilizadas
- . indicar e justificar as soluções adotadas

A matéria contida nesse volume se apresenta do seguinte modo:

- . Sumário
- . Mapa de Situação
- . Cap. 1 Apresentação
- . Cap. 2 Estudos
- . Cap. 3 Projetos

VOLUME 2 - Projeto de Execução e Volume 2A anexo

Finalidade :

Fornecer todas as plantas, quadros e desenhos necessários a execução do Projeto.

VOLUME "2A Anexo"

A materia contida nesse Volume se apresenta do seguinte modo:

- . Sumário
- . Folha Títulos
- . Cap. 1 Características Técnicas e Resumo das Qualidades
- . Cap. 2 Projeto de Terraplenagem
- . Cap. 3 Projeto de Drenagem
- . Cap. 4 Projeto de Pavimentação
- . Cap. 5 Projeto de Cercas
- . Cap. 6 Projeto de Obras Complementares

VOLUME 3 - Notas de Serviço e Quadros de Cubação

Finalidade :

Reunir os elementos de cálculo de greide e cubação, referentes ao projeto Geométrico e da Terraplenagem. A matéria contida nesse volume se apresenta do seguinte modo:

- . Cap. 1 - Notas de Serviço
- . Cap. 2 - Quadros de Cubação

B - Resumo do Projeto

O Trecho objeto deste projeto compreende a ligação entre as cidades de Campina Grande e Massaranduba.

O Projeto resultante dos estudos efetuados é a seguir sumarizado :

## a) Projeto Geométrico

Foi efetuado para Rodovia de classe III em região plena. Adotou-se como diretriz o traçado existente, efetuando-se pequenas variantes de retificação.

## b) Projeto de Terraplenagem

Dentro da concepção do projeto, foi feito o estudo de materiais para última camada de corpo de aterro e para as camadas superiores. Os estudos visavam, também, aos rebaixamentos dos cortes em rocha ou remoção de solos de baixa capacidade de suporte, nos aterros antigos.

## A - ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

### 1 - Trabalhos Executados

Os trabalhos consistiram na locação, nivelamento e contra-nivelamento do eixo, levantamento de seções transversais, estudos de obras de arte. O estudo foi feito de modo a se ter o maior aproveitamento possível do traçado existente.

#### 1.1. - Locação

O eixo locado foi estaqueado de 20 em 20 metros nas tangentes e a cada 10 metros nos trechos em curva. As curvas foram locadas pelo processo de deflexão sobre as tangentes.

A numeração do estaqueamento foi crescente partindo da estaca "0" (zero) localizada em Campina Grande até a estaca 800+10 em Massaranduba.

Os pontos de início e término das curvas foram amarradas a marcos de concreto, convenientemente afastados da futura área de construção.

## 1.2. - Nivelamento

O nivelamento do eixo foi realizado Geométricamente, por meio de níveis de luneta e miras atingindo todos os piquetes da locação.

O contra-nivelamento foi realizado de modo a conferir num dia o serviço do dia anterior, tendo sido usado o mesmo equipamento do nivelamento.

## 1.3. - Seções Transversais

As seções transversais foram levantadas por nivelamento Geométrico. Foram levantados 20m para cada lado de todas as estacas locadas.

## 2 - COLETA E UTILIZAÇÃO DOS DADOS

Os elementos obtidos dos trabalhos de campo, utilizados no preparo dos desenhos, estão registrados em cadernetas, separadamente por tipo de serviço, assim discriminado :

- a) Locação
- b) Nivelamento
- c) Contra-nivelamento
- d) Seções transversais
- e) Estudos de obras de arte
- f) Amarrações

## 3 - RESULTADOS OBTIDOS

Os serviços topograficos realizados resultaram em:

- a) Planta topografica, na escala de 1:2000, contendo os elementos de locação, nivelamento, localização dos ' marcos de amarração e de RN.



- b) Perfil longitudinal nas escalas de 1:2000 e 1:200, para distâncias horizontais e diferenças de nível respectivamente, contendo os elementos do nivelamento.
- c) Cartões perfurados das seções transversais, para efeito de processamento eletrônico do greide e da cubação.

## B - ESTUDO GEOTÉCNICO

De acordo com as normas e procedimentos para elaboração do Projeto de Engenharia pelo DER/PB, a metodologia empregada para cada uma das fases do serviço é a seguir descrita :

### a) Sub-leito e Terreno Natural

#### 1 - Em todo o trecho :

Sondagem com espaçamento de 400m no eixo locado até a profundidade de 1.00 m.

#### 2 - Coleta de amostra de cada furo de sondagem e de cada horizonte.

#### 3 - Ensaios realizados :

- granulometria por peneiramento, limites de liquidez e plasticidade e EA, sobre todas as amostras coletadas.

- compactação e GBR (AASHO NORMAL) sobre todos os furos das sondagens.

### b) Empréstimos para Terraplenagem

#### 1 - Critério de escolha

- . atenderem as necessidades do projeto geométrico
- . garantirem a menor distância média de transporte possível.
- . estejam situados, quando possível, em áreas sem benfeitorias.

## 2 - Sondagens

- . Nos vertices e no centro de um quadrilatero de área variável, com distância entre os furos ' também variável.

- 3 - Não foram realizados ensaios, sendo feita apenas uma avaliação visual do tipo de material de acordo com as sondagens. Além desta avaliação consta a localização e volume estimado.

## C - ESTUDO DE TRÁFEGO

O Estudo de Tráfego no presente Projeto, consiste na análise dos dados existentes, para determinação do número de repetições do eixo simples padrão (N) durante o período ' de projeto.

### 1 - Obtenção do número N

N é o número equivalente de operação do eixo simples padrão durante o período de projeto e obtido pela expressão :

$$N = 365 \times P \times V_m \times F_v \times F_r \text{ onde :}$$

$365 \times P \times V_m$  - é o volume de tráfego total, onde P é o período de projeto e  $V_m$  é o volume médio diário, em um sentido, para o período considerado.

$F_v$  - fator climático regional que varia em função da precipitação média anual. O valor adotado para este coeficiente por recomendação do D.N.E.R. é  $F_r = 1,00$ .

## 2 - Dados coletados

Para determinação do número N foram coletados dados referentes a volumes de tráfego na rodovia em projeto, taxas de crescimento de tráfego e os fatores de veículo da frota comercial.

### 2.1. Volume de Tráfego

Os volumes de tráfego existentes na rodovia PB-095 constam de contagem de rotina em postos de cobertura. Foram obtidos no D.E.R.Pb e nos Anuários de Estatística de Tráfego, editado pela SUDENE.

Esses dados de forma organizada consta no quadro anexo, onde se evidencia diante dos valores tabelados, um comportamento muito irregular.

### 2.2. Taxas de projeção de Tráfego

As taxas de projeção de tráfego utilizadas para obtenção dos quadros em anexo foram obtidas diretamente da publicação do D.N.E.R. - Plano Diretor Rodoviário.

Dessa forma obteve-se as seguintes taxas Geométricas de projeção de tráfego :

Rodovia	Período	Auto	Onibus	Caminhão
PB-095	1981/90	10,1	8,3	7,3

### 2.3. Fator de Veículo

Os fatores de veículo foram obtidos diretamente do relatório do D.N.E.R. Estudos Econômicos.

Os fatores de veículo da frota comercial são os seguintes :

POSTO	RODOVIA E TRECHO	ANO	CARRO PASS.	ONIBUS	CAMIÑHONS				VMD		
					MÉDIO	PESADO	REB. E S/REB.	TOTAL			
PC-17	PB-095 CAMPINA GRANDE - MASSARANDUBA	1973	58	8	14	1	-	15	78		
		1974	44	9	6	-	-	6	59		
		1975	72	8	12	3	1	16	96		
		1976	98	14	11	-	4	15	127		
		1977	91	14	16	-	-	16	121		
		1978	219	29	28	2	-	30	278		
		1979	130	18	19	-	-	19	169		
		1980	126	26	24	1	3	28	182		
				FB - 095					DADOS COLETADOS		
				C.GRANDE - MASSARANDUBA					D.E.R.		

ANO CALENDÁRIO	FROTA			COMERCIAL			TOTAIS		
	PROJETO	ONIBUS	CAM. MÉDIO	CAM. PESADO	REBOQUE SEMI-REBOQUE	EM. DOIS SERVIDO	EM UM SERVIDO		
1980	0	26	24	2	3	55	28		
1981	1	28	27	2	4	61	31		
1982	2	31	30	3	5	69	35		
1983	3	34	33	4	6	77	39		
1984	4	37	36	5	7	85	43		
1985	5	40	40	6	8	94	47		
1986	6	44	44	7	9	104	52		
1987	7	48	48	8	10	114	57		
1988	8	52	53	9	11	125	63		
1989	9	57	58	10	12	137	69		
1990	10	62	64	11	13	150	75		
PB : 095 C. GRANDE - MASSARANDUBA							PROJEÇÃO DA FROTA COMERCIAL D.E.R.PB		

- . Caminhão médio - Fv = 1.4095
- . Caminhão pesado - Fv = 3.1041
- . Reboque e S/reboque - Fv = 6.3651
- . Ônibus - Fv = 0,5200

3 - Cálculo do número N para P = 10 anos

3.1. Rodovia PB-095, trecho Campina Grande /Massaranduba tem-se que :

$$N_{10} = 365 \times 10 \times V_m \times F_v \times F_r \quad \text{onde :}$$

$V_m = 49$  veículos comerciais/dia. É a composição da frota do ano 5 a que mais se aproxima do volume médio obtido sendo :

- . Caminhões médios = 42%
- . Caminhões Pesados = 6%
- . Reboques S/reboques = 8%
- . Ônibus = 42%

Fator de veículo ponderado :  $F_v = 1,502$

$N = 257.668$  - eixos simples padrão ou

$$N = 0,26 \times 10^6$$

## A - Projeto Geométrico

Com a utilização dos elementos dos estudos topográficos, o projeto Geométrico foi elaborado de modo a se obter o maior aproveitamento possível da implantação existente.

Desse modo foram feitas pequenas modificações de traçado, principalmente nos trechos em curva onde se procurou melhorar os raios dos mesmos.

De acordo com as normas para Rodovia de Classe III do DNER a rampa máxima permitida é de 8%.

Os elementos do projeto Geométrico, para o trecho são apresentados do seguinte modo :

### Volume 2 e Anexo

- . Esquema do estaqueamento
- . Características técnicas
- . Seções transversais tipo
- . Desenhos em planta e perfil

### Volume 3

- . Notas de Serviço
- . Mapa de Cubação

## B - Projeto da Terraplenagem

### 1 - Elementos Utilizados

Para a elaboração do projeto da terraplenagem foram utilizados elementos obtidos do estudo Topográfico, projeto Geométrico e estudo Geotécnico, tais como :

- . Cotas do terreno e do projeto Geométrico
- . Cubação de cortes e aterros
- . Sondagens do Sub-leito

## 2 - Soluções Adotadas

Com base nos elementos anteriores foi determinado o movimento de terras que constou da distribuição dos materiais de cortes, de empréstimos para corpo de aterro e material selecionado, bota fora de materiais não utilizados nos aterros, seus volumes e distâncias de transporte.

O volume do corpo de aterro é o dado pelo mapa de cubação adicionando-se a camada de MS.

Os quadros contendo todo o movimento de terras, a localização dos empréstimos para terraplenagem e o resultado das ocorrências de material para MS, constou do Volume 2.

### a) Aterros

De acordo com o estudo Geotécnico executado, observa-se que o trecho é constituído predominantemente dos solos do tipo A-2-4 e A-4 o que proporcionou a determinação da camada de M.S.

A camada de M.S. terá a espessura de 15cm em todo o trecho.

### b) Cortes

Todos os cortes existentes foram rebaixados devido a ocorrência de rocha e/ou visando a melhoria de sua capacidade de suporte.

## 2.2. - Apresentação dos resultados

A localização, o tipo, dimensões, cotas e quantitativos de serviços das obras constam no Volume 2 - Projeto Execução.



As obras correspondentes a bacias cujas características não puderam ser determinadas a partir de cartas topográficas ou fotográficas aéreas, foram verificadas ou indicadas através do campo.

## 9.0 - ATIVIDADE NO CAMPO

O trabalho que desempenhei neste estágio, constou de duas etapas : a primeira foi a de fiscalizar o trabalho desenvolvido pela Companhia Executora da rodovia Pb-095, COBRAPA. Dentro desta etapa, também fiz ensaio de densidade no campo (in situ) usando o frasco de areia e tralho de projecção de jazidas. A segunda etapa compreendeu a verificação e execução dos ensaios de caracterização e resistência dos solos.

Na etapa de terraplenagem, isto é, na execução de corte e corpo de aterro até atingir a camara antecedente a uma camara de material selecionado (MS); os trabalhos são praticamente os mesmos. O trabalho constava da verificação da quantidade de motoscraper que a companhia colocava por trecho. A camara por cada trecho deve constar de uma espessura de 30 cm, com terra solta, e 20 cm depois de compactada. Então, fiscalizavamos para que os operadores das máquinas transportadoras de material não excedessem na quantidade de material colocado no trecho. Como o trabalho de empréstimo de material na sua grande maioria, retirado da faixa de domínio da estrada, observou-se para que os operadores não aproximassem muito das bordas da estrada e da cerca, deitando uma distância de 1,50 m das bordas da estrada e 1,00 m da cerca da faixa de domínio. Na parte de transporte de material, tínhamos atenção para que os operadores não trouxessem material argiloso. Quando isso acontecia, pedíamos que mudassem de jazida.

Quando o material era depositado no trecho, tínhamos atenção com os raizeiros para que eles tirassem todas as pedras de mão e raízes vindas no material. Como o trabalho era feito por escarificação e não por tombamento, cada vez que os motogreptor colocava material, o caminhão pipa moldava todo esse material trazido. Verificava-se a parte de escarificação do material como também p gradear. Fiscalizava-se para que os motoristas dos pipas não colocassem água em excesso, prejudicando o material, ou em falta dessa, tornando assim a compactação sem muita aderência. Quando se executava uma camada em cima de uma outra que já estivesse compactada, antes havia o cuidado de que a camada anterior fosse aguada. Não era necessário a escarificação, porque as camadas eram compactadas com o rolo pé-de-caneiro, que ajudava na aderência da camada já executada com a que ia ser executada. Depois de todo o material limpo, bem escarificado e gradeado, com a unidade ótima, mandava-se que o patroleiro fichasse a camara e depois fosse rolada até atingir uma boa compactação. Mais tarde era retirada a densidade de campo com o frasco de areia (in situ) e comparada a densidade de laboratório para que atingisse a porcentagem desejada. Então a camada era liberada. Se não atingisse, era novamente escarificada, aguada e compactada. Na prospecção, tomávamos o mapa de jazidas e de acordo com a malha, fazíamos a coleta de material de cada furo. O furo atendia à cotas padronizadas pelo projeto. Feita a coleta do material, este era levado para o laboratório, onde era feito o ensaio desejado para cada tipo de material.

## 10.0 - ATIVIDADE NO LABORATÓRIO

### 10.1 - PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS DE SOLOS PARA ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO :

## 1) APARELHAGEM

- a) Peneiras de 2,0 mm e de 0,42 mm de acordo com a especificação "peneiras de malhas quadradas para análise granulométrica de solos".
- b) Repartidores de amostra
- c) Balança com capacidade de 5 kg, sensível a 5 g
- d) Balança com capacidade de 1 kg, sensível a 0,1 g
- e) Pá de mão
- f) Tabuleiro de chapa de ferro galvanizado
- g) Estufa com temperatura de 105°C a 110°C
- h) Destorrador.

## 2) OPERAÇÕES PRELIMINARES

- a) A amostra de solo quando recebida do campo deverá ser seca ao ar. A seguir, desagregam-se os torrões, com o destorrador.
- b) Com o auxílio do repartidor de amostras ou pelo ' quarteamento, até se obter uma amostra representativa para os ensaios desejados (1500 g para solos argilosos ou siltosos e de 2.000 g para solos are<sup>u</sup> nosos ou padregilhosos).
- c) O peso da amostra representativa, e anotado com o peso total da amostra seca no ar.
- d) Passa-se esta amostra seca no ar na peneira de 2,0mm.

## 3) PARA ANÁLISE GRANULOMÉTRICA COM SEDIMENTAÇÃO, UNIDADE HIGROSCÓPICA E DENSIDADE REAL DE SOLOS.

- a) A fração da amostra seca no ar retida na peneira 2,0 mm lavada nesta peneira, a fim de eliminar o

material fino aderente às partículas maiores que 2,0mm. Este material retido e lavado servirá para análise granulométrica.

I - Cerca de 50 g para o ensaio de determinação da unidade gigroscópica.

II - Cerca de 70 g ou 120 g (respectivamente, no caso de solos argilosos ou no de arenosos e pedregilhosos) para análise granulométrica das frações de amostras menores que 2,0 mm.

#### 4 - PARA DETERMINAÇÃO DOS LIMITES DE LIQUIDEZ, DE PLASTICIDADE E FATORES DE CONTRAÇÃO.

a) Passa-se a fração restante que passou na peneira 2,0mm para a 0,42 mm.

b) Da fração que passa na peneira 0,42 mm, retira-se, com o auxílio do repartidor de amostras ou pelo quarteamento, uma quantidade em peso de cerca de 200g. Desta quantidade toma-se cerca de 70g para o ensaio de determinação do limite de liquidez, cerca de 50g para o ensaio de determinação do limite de plasticidade.

#### DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS

##### 1. LIMITE DE LIQUIDEZ

###### 1.1. - Definição

Límite de liquidez é o teor de unidade do solo com o qual se unem, em um centímetro de comprimento, os bordos inferiores de uma canelura, feita em uma massa de solo colocada na concha do aparelho de casa grande, sob a ação de 25 golpes desse aparelho.

## 1.2. - APARELHAGEM

- a) Aparelho padronizado de casagrande
- b) Cinzel normalizado
- c) Balança sensível a 0,01g
- d) Estufa com temperatura entre 105°C e 110°C
- e) Recipiente para guardar amostras
- f) Cápsulas
- g) Espátula com lâmina flexível de 8 cm de comprimento
- h) Pinça para retirar objetos da estufa
- i) Cronômetro com precisão de 1 segundo.

## 1.3. - CALIBRAGEM DO APARELHO CASAGRANDE

- a) Suspender a concha
- b) Colocar o centro do calibrador (cabo do cinzel) no ponto de contato da concha com a base do aparelho, apoiando a concha sobre o calibrador
- c) Desapertar os parafusos 1 e 2
- d) Girar a manivela do aparelho, acionando simultaneamente o parafuso 3, até o instante em que o excêntrico apenas raspe o suporte da concha, sem suspendê-la
- e) Apertar os parafusos 1 e 2
- f) A altura de queda da concha deve ser igual e constante a 1 cm.

## 1.4. - PROCEDIMENTO

- a) Colocar a amostra na cápsula, acrescentar 15 a 20 cm<sup>3</sup> de água e homogeneizar a mistura de solo e água com a espátula, até tornar-se uma massa plástica.

- b) Tomar uma porção suficiente da mistura preparada, colocando-o na concha do aparelho. Alisar com a espátula a massa de solo, até que esta apresente 1 cm de espessura no ponto de máxima espessura.
- c) Produzir uma canelura na massa de solo segundo o plano de simetria do aparelho, usando o cinzel, de tal modo que a espessura da massa na parte central seja de 1cm.
- d) Golpear contra a base do aparelho, pelo acionamento da manivela, a concha contendo a massa de solo com a velocidade de 2 voltas por segundo, até que os dois bordos inferiores da canelura se unam na extensão de 1cm.
- e) Transferir com a espátula, para a cápsula uma porção de solo colhido de ambos os lados da canelura, levando para a estufa, para a determinação da umidade.
- f) Repetir esse procedimento pelo menos mais três vezes, com adição gradativa de água.

## LIMITE DE PLASTICIDADE

### 1. OBJETIVO

Este método fixa o modo pelo qual se determina o limite de plasticidade de solos.

### 2. APARELHAGEM

- a) Cápsula
- b) Espátula com lâmina flexível
- c) Placa de vidro
- d) Recipiente para amostra
- e) Balança com capacidade de 200g, sensível a 0,01g
- f) Estufa com temperatura entre 105°C e 110°C

3. Amostra obtida de acordo com "preparação de amostras de solos para ensaios e caracterização", toman-se cerca de 50g.

#### 4. - PROCEDÊNCIA

- a) Coloca-se a amostra na cápsula e junta-se água em quantidade suficiente para se obter massa plástica. Adiciona-se água aos poucos, misturando-se continuamente com a espátula até completar homogenização da massa.
- b) Separam-se cerca de 20g da massa, modelando-a na forma elipsoidal. Rola-se esta massa entre os dedos e a face do vidro, com pressão suficiente, a fim de moldá-la na forma cilíndrica de diâmetro uniforme. Quando o diâmetro do cilindro de solo atingir 3 mm, quabra-se em 6 ou 8 pedaços até atingir uma forma elipstidal. Procedese novamente à rolagem até formar um cilindro de 3mm de diâmetro juntando, amassando e rolando, repetidamente, até o cilindro de solo desagregar-se sob a pressão requerida para a rolagem e não seja possível formar um novo cilindro com o solo. A desagregação pode ocorrer quando o cilindro de solo apresentar um diâmetro maior do que 3 mm. Este deve ser considerado um estágio final satisfatório, tendo em vista que o solo foi antes rolado até atingir a forma de um cilindro de 3 mm de diâmetro.
- c) Ao se fragmentar o cilindro, transferem-se imediatamente os seus pedaços para o recipiente e determina-se a umidade pela fórmula :  $H = \frac{PH-PS}{PS}$

PS

- d) Repetem-se as operações anteriores até que se obtenham 3 valores que não difiram da respectiva média de mais de 5%.
- e) O limite de plasticidade é expresso pela média da umidade.

## COMPACTAÇÃO DE SOLOS

### 1. OBJETIVO

Este método fixa o modo pelo qual se determina a correlação entre o teor de umidade de solo e sua massa específica aparente, quando a fração de solo que passa na peneira 19 mm é compactada.

### 2. APARELHAGEM

- a) Repartidor de amostras
- b) Balança com capacidade de 10 kg, sensível a 5g
- c) Balança com capacidade de 1 kg, sensível a 0,1 g
- d) Peneira de 19 mm e de 4,8 mm
- e) Cápsula
- f) Estufa com temperatura entre 105°C e 110°C
- g) Molde cilíndrico metálico de 15,20 cm de diâmetro interno e 17,80 cm de altura; cilindro complementar e base metálica com dispositivo para fixação do molde.
- h) Soquete cilíndrico de peso 4,5 kg
- i) Disco espaçado com 15,00 cm de diâmetro e 6,40 cm de altura
- j) Espátula com lâmina flexível
- k) Régua com 30 cm de comprimento
- l) Extrator de amostras do molde cilíndrico



### 3. - AMOSTRA

- a) Amostra recebida será seca no ar, destorroada, homogeneizada e reduzida com o auxílio de repartidor de amostras ou por quarteamento, até se obter uma amostra de 6000 g para solos siltosos ou argilosos e 7000 g para solos arenosos.
- b) Passa-se esta amostra representativa na peneira 19 mm.

### 4. - ENSAIO

- a) Fixa-se o molde à base metálica, ajusta-se o cilindro complementar e apoia-se o conjunto em base plana e firme. Compacta-se no molde o material com o disco espaçador, com fundo falso, em 5 camadas iguais, de forma a se ter uma altura total de solo de cerca de 12,5 cm, após compactação; cada camada receberá 12 golpes de soquete, caindo de 45,70 cm, distribuídos uniformemente sobre a superfície da camada.
- b) Com uma régua de aço (rasador) rasa-se o material na altura exata do molde e determina-se com aproximação de 5%, o peso do material úmido compactado; por dedução do peso do molde determina-se o peso do material úmido compactado.
- c) Remove-se o corpo de prova do molde e retira-se de sua parte central uma amostra representativa de cerca de 100 g para a determinação da umidade. Pesa-se esta amostra e seca-se em estufa. Fazem-se as pesadas com aproximação de 0,1g.

- d) Repetem-se essas operações para teores de umidade crescente, tantas vezes quantas necessárias para caracterizar a curva de compactação 5 vezes.

## INDICE DE SUPORTE CALIFORNIA DE SOLOS

### 1. OBJETIVO

Este método tem por objetivo determinar o valor relativo do suporte de solos, utilizando-se amostras de formadas, de material que passa na peneira de 19 mm, correspondente a umidade ótima e massa específica aparente máxima seca obtidas nas condições que o método estabelece.

### 2. APARELHAGEM

- a) Conjunto de bronze constituído de molde cilíndrico com 15,20 cm de diâmetro interno e 17,8 cm de altura, com entalhe inferior interno em meia espessura; cilindro complementar com 5,00 cm de altura com entalhe inferior interno em meia espessura e prato de base perfurado com 24,00 cm de diâmetro, com dispositivo para fixação do molde cilíndrico.
- b) Disco espaçador maciço de aço com 15,00 cm, diâmetro de 6,40 cm de altura.
- c) Soquete cilíndrico de bronze para compactação, de altura de queda de 45,70 cm, com 4,50 kg de peso e 5,0 cm de diâmetro de face inferior.
- d) Prato perfurado de bronze, com 14,9 cm e diâmetro de 5,0 cm de espessura.
- e) Tripé porta - extensômetro para fixação do extensômetro.
- f) Disco anelar de aço para sobre carga, dividido diametralmente em duas partes, com 2,27 kg de peso total

com diâmetro externo de 14,90 cm de diâmetro interno de 5,40 cm.

- g) Extensômetro com curso mínimo de 10 mm, graduado em 0,01 mm.
- h) Prensa para determinação do índice de suporte califórnia.
- i) Extrator de amostras do molde cilíndrico para funcionamento por meio de macaco hidráulico, com movimento alternativo de uma alavanca.
- j) Balde de chapa de ferro galvanizado com capacidade de cerca de 20l.
- l) Papel de filtro circular de cerca de 15 cm de diâmetro.
- m) Balança com capacidade de 20 kg, sensível a 5g
- n) A moldagem do corpo de prova é idêntica a compactação

### 3. - EXPANSÃO

Terminadas as moldagens necessárias para caracterizar a curva de compactação o disco espaçador de cada corpo de prova será retirado, os moldes invertidos e fixados nos respectivos pratos-bases perfurados. Em cada corpo de prova, no espaço deixado pelo disco espaçador, será colocada a haste de expansão com os pesos anelares que equivalem ao peso do pavimento. Adapta-se na haste de suspensão, um extensômetro fixo ao tripé porta extensômetro, colocado no bordo superior do cilindro, destinado a medir as expansões ocorridas que deverão ser anotadas de 24 em 24 horas. Os corpos de prova deverão permanecer imersos durante 4 dias. Terminado o período de embebição, cada molde com o corpo de prova será retirado da imersão e deixado escorrer a água durante 15 minutos, pesando-se a seguir o conjunto. Findo este tempo, o corpo de prova estará preparado para a penetração.

#### 4. - PENETRAÇÃO

Leva-se esse conjunto ao prato da prensa e faz-se o assentamento do pistão de penetração no solo através da aplicação de uma carga de aproximadamente 4,5 kg, controlada pelo deslocamento do ponteiro do extensômetro do anel do dinamômetro. Leram-se a seguir, o extensômetro do anel do dinamômetro, o que mede a penetração do pistão do solo. Aciona-se a manivela da prensa com velocidade de 0,05 rev/min. Cada leitura considerada no extensômetro do anel é função de uma penetração do pistão no solo e de um tempo especificado para o ensaio.

#### ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DE SOLOS

##### 1. OBJETIVO

Este método fixa o modo pelo qual se procede a análise granulométrica de solos.

##### 2. APARELHAGEM

- a) Peneiras de 50 - 38 - 25 - 19 - 9,5 - 4,8 - 2,0 - 1,2 - 0,6 - 0,42 - 0,30 - 0,15 - 0,075 mm, inclusive tampa e fundo de acordo com a especificação.
- b) Prarta de vidro, indicando 1000 ml
- c) Estufa capaz de manter 105°C a 110°C
- d) Balança com capacidade de 1kg, sensível a 0,1g
- e) Balança com capacidade de 200 g, sensível a 0,01g
- f) Cápsula
- g) Termômetro graduado de 0,5°C , 0°C a 50°C
- h) Cronômetro para intervalo de tempo até 30 minutos com precisão de 1 segundo.

### 3. - AMOSTRA

A amostra para ensaio é obtida de acordo com o método "preparação de amostras de solos para ensaio" de caracterização."

- a) Todo material retido na peneira 2,0 mm
- b) Material que passa na peneira de 2,0 mm do qual:
  - 1 - Cerca de 10 g serão usados na determinação da umidade higroscópica.
  - 2 - Cerca de 120 g, no caso de solo arenoso, ou 70 g para solo argiloso, serão usados no ensio de sedimentação.
    - 2.1. Lava-se o material com água, na peneira de 0,075 mm, seca-se a parte retida na peneira, em estufa, até constancia de peso e passa-se nas peneiras 1, 2 - 0,6 - 0,42 - 0,30 - 0,15 0,075 mm , anotando-se os pesos retidos em cada peneira.
    - 2.2. Material retido na peneira de 2,0mm, pesa-se, passa-se este material nas peneiras de 50 - 38 - 25 - 19 - 9,5 - 4,8 e 2,0 mm, anotando-se, com aproximação de 0,1g os pesos retidos em cada peneira.

#### DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DE SOLO "IN SITO" COM O EMPREGO DO FRASCO DE AREIA :

##### 1. OBJETIVO

Este método fixa o modo pelo qual se determina, por intermédio do frasco de areia, a massa específica aparente do solo "in situ". Aplica-se ao sub-leito e às diversas camadas de solo do pavimento.

## 2. APARELHAGEM

- a) Frasco de plástico, com 3,5 l de capacidade, dotado de gargalo rosqueado e funil provido de registro
- b) Bandeja quadrada de alumínio com cerca de 30 cm de lado, com bordos, 2,5 cm de altura, com orifício circular no centro.
- c) Pá de mão
- d) Balança com capacidade de 10 kg, sensível a 1g
- e) Balança com capacidade de 1Kg, sensível a 0,1g
- f) Talhadeira de aço.
- g) Martelo ou marreta
- h) Recipiente que permita guardar amostras sem perder umidade
- i) Álcool e fósforo (speed)
- j) Areia

## 3. PROCEDIMENTO

- a) Limpa-se a superfície do solo onde será feita a determinação, tornando-a tanto quanto possível plana e horizontal.
- b) Coloca-se a bandeja nesta superfície e faz-se um buraco cilíndrico no solo pelo orifício central da bandeja, com 15 cm de profundidade.
- c) Recolhe-se, no recipiente o solo extraído da cavidade e pesa-se.
- d) Tomam-se 50 g deste solo e determina-se a umidade.
- e) Instala-se o conjunto frasco-funil, de modo que o funil fique apoiado no rebaixo do orifício da bandeja. Abre-se o registro do frasco, deixando que a areia escorra livremente, até cessar o movimento dentro do frasco-funil, pesando o conjunto com a areia que nele restar. Fazem-se os cálculos e determina-se a densidade do solo.

## 11.0-C O N C L U S ã O

As minhas conclusões foram :

Que não devemos empregar um solo argiloso, nas camadas de sub-leito da rodovia. Sabemos que este solo, não suporta cargas e que com o tráfego normal na rodovia, pode causar recalques no pavimento flexível. Este solo, em contato com água, fica muito escorregadio e com isto, impede o tráfego normal existente naquela área, na qual está sendo empregada. Este material argiloso, também dificulta a drenagem d'água.

Devemos sempre, empregar um material granular, pois este facilita a drenagem d'água, de um maior grau de compactação e a possibilidade de recalques é reduzida.

As jazidas, utilizadas nos empréstimos de materiais para sub-leito, não devem ficar situadas dentro da faixa de domínio da rodovia. Quando isto acontece, por medida de economia do órgão estatal, criam-se nas laterais do leito da rodovia, grandes valas, concorrendo com isto, para acabar com a estética da rodovia, facilitar as ocorrências para grandes acidentes, causar problemas com o empossamento d'água, e concorrer para que a estrada fique sem acostamento.

Outra conclusão a que cheguei, foi a de que o pessoal contratada para trabalhar na obra; tanto o pessoal da firma, como a fiscalização, devem trabalhar, em ambiente de harmonia e de entendimento mútuo. Estando assim, ambas as partes ganhando, pois os trabalhos serão executados com rapidez e eficiência.

Os materiais empregados no laboratório, e no campo, têm que estar, pelo menos em perfeitas condições de uso, para que as pessoas encarregadas de utilizá-los, não se aborreçam, e dêem resultados mais precisos.

Também, devem utilizar meios de transportes suficientes e com um mínimo de conforto.

Quando ao estágio, conclui que é muito importante p/a vida profissional futura do engenherando, concorrendo, ' p/ que ele sedimente os seus conhecimentos teóricos, vistos em sala de aula.

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

. Cartilha Rodoviária

Autor : Osvaldo Ritter - Editora Globo - São Paulo

. Curso de Estradas

Autor : Maria Pacheco de Carvalho - Editora Científica  
Rio de Janeiro

. Estradas de Rodagem

Autor : João Luderitz - Edição de Livraria do Globo - Porto Alegre.

. Materiais p/obras Rodoviárias

Método e Instruções de Ensaio - Vol. II - D.N.E.R.