

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

ESTAGIÁRIO : SENHARA MARIA DE MACÊDO GONÇALVES  
EMPRESA : DEPARTAMENTO DE ESTRADAS E RODAGEM - DER-PB  
ORIENTADOR : ENG<sup>o</sup> FRANCISCO DE ASSIS FORMIGA  
SUPERVISOR : PROF. AILTON ALVES DINIZ  
COORDENADOR : PROF. RICARDO CORREIA LIMA  
PERÍODO : 06/01/86 A 28/02/86  
C. HORÁRIA : 384 HORAS

**ESTÁGIO SUPERVISIONADO**

CAMPINA GRANDE/PB  
JULHO/1986



Biblioteca Setorial do CDSA. Junho de 2021.

Sumé - PB

# ÍNDICE

	PÁGINA
AGRADECIMENTO	
1.0 - INTRODUÇÃO .....	01
2.0 - OBJETIVO .....	01
3.0 - ASPECTOS GERAIS .....	02
4.0 - TRABALHOS DESENVOLVIDOS - PROGRAMA .....	02
4.1 - TOPOGRAFIA .....	02
4.1.1 - Locação .....	02
4.1.2 - Nivelamento .....	03
4.1.3 - Seccionamento .....	03
4.2 - LABORATÓRIO (Ensaíos Característicos)..	04
4.2.1 - Preparação do Material .....	04
4.2.2 - Compactação .....	04
4.2.3 - Granulometria .....	04
4.2.4 - Equivalente de Areia .....	05
4.2.5 - Densidade "In Situ" - Método do Frasco de Areia .....	05

PÁGINA

4.2.6 - Índice de Suporte Califórnia ou CBR .....	06
4.3 - TERRAPLENAGEM .....	06
4.4 - EXECUÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO .....	07
4.4.1 - Sub-Base .....	07
4.4.2 - Base .....	07
4.4.3 - Imprimação .....	08
4.4.4 - Revestimento .....	08
4.5 - EXECUÇÃO DE OBRAS D'ARTES CORRENTES .....	09
4.6 - PROJETO GEOMÉTRICO .....	09
4.6.1 - Desenho do Terreno Natural .....	09
4.6.2 - Lançamento do Greide .....	10
4.6.3 - Seções Transversais .....	10
4.7 - RECAPEAMENTO .....	10
5.0 - OUTRAS OBRAS VISITADAS .....	11
6.0 - CONCLUSÃO .....	12

ANEXOS

## AGRADECIMENTO

Agradeço a Universidade Federal da Paraíba, aos professores Ailton Alves Diniz e Ricardo Correia Lima, pela oportunidade dada para a realização do estágio.

Ao Departamento de Estradas e Rodagem do Estado da Paraíba (DER-PB), na pessoa do Engenheiro Francisco de Assis Formiga, ao Laboratorista José Cirilo da Costa e ao Topógrafo José Rivaldo Soares pelas orientações prestadas durante a realização deste estágio.

## 1.0 - INTRODUÇÃO

O Estágio Supervisionado desenvolveu-se no Departamento de Estradas e Rodagem do Estado da Paraíba (DER-PB), Escritório de Fiscalização, localizado na cidade de Guarabira-PB, na rodovia PB-057, trecho MAMANGUAPE / ITAPOROCA, sob orientação do Engenheiro Francisco de Assis Formiga e Supervisionado pelo Professor Ailton Alves Diniz.

A execução da rodovia está sob a responsabilidade da firma COJUDA e as obras d'arte corrente sob a responsabilidade da firma RAMOS.

O presente relatório discreve todas as atividades ocorridas na obra durante a realização do estágio.

## 2.0 - OBJETIVO

O Estágio Supervisionado tem como objetivo colocar em prática os conhecimentos teóricos adquiridos nas aulas durante o curso de Engenharia Civil, como também propiciar o conhecimento das técnicas utilizadas no canteiro de obras. Proporcionando vivência prática na construção civil de um modo geral.

### 3.0 - ASPECTOS GERAIS

Projeto de um trecho da rodovia PB-057, classe 3, ligando as cidades de MAMANGUAPE - ITAPOROCA. Com 14 Km de extensão, 7 m de pista de rolamento e 1 m de acostamento.

Constatou-se a presença de um Borrachudo Natural, localizado entre as estacas 253 e 254, problema este solucionado com um colchão de areia de 1,50 m de altura.

No revestimento, foi utilizado o método do Tratamento Superficial.

Colocou-se, onde necessário, drenos e bueiros.

### 4.0 - TRABALHOS DESENVOLVIDOS - PROGRAMA

#### 4.1 - TOPOGRAFIA

##### 4.1.1 - Locação

Usa-se o teodolito e a trena para marcar o eixo da estrada. Coloca-se piquetes de 20 em 20 metros no eixo da estrada e nos pontos principais (PC, PT, TS, SC, CS, ST) das curvas. Procura-se colocar os piquetes dos pontos TS, ST, PC e PT em locais seguros para evitar que eles se danifiquem durante a execução da obra. Ao lado dos piquetes

foram colocados com seus números correspondentes pintados.

#### 4.1.2 - Nivelamento

Feita a locação, efetua-se o nivelamento com um nível cuidadosamente zerado e uma mira colocada no eixo e nos bordos, partindo de uma referência de nível (RN). Anota-se cautelosamente todas as leituras obtidas nas cadernetas de campo, calcula-se as cotas de eixo e de bordos, com para-as com as cotas de projeto. Fazendo as diferenças entre elas verifica se estas estão obedecendo a tolerância exigida pelo DER que era de  $\pm 5$  cm.

Também faz-se o nivelamento de drenos quando já feita as valetas para verificar se estão nas cotas exigidas no projeto.

#### 4.1.3 - Seccionamento

Com o nível zerado e colocado no eixo da estrada e com a mira no piquete de cada estaca, faz-se a leitura do eixo da estrada. Com a trena, mede-se 3,5 e 10,0 metros para o lado direito e para o lado esquerdo e faz-se as leituras com a mira nestes pontos. Com isso se obtém o perfil transversal do terreno, daí se faz o mapa de cubação para se conhecer o volume de terra movimentado.



## 4.2 - LABORATÓRIO (Ensaio Característicos)

### 4.2.1 - Preparação do Material

Coleta-se o material no campo e coloca-o para secar a céu aberto para fazer o quarteamento. Separa 6 kg deste material que passa na peneira de 3/4", faz-se o destorroamento deste material e a homogeneização em uma ban deja.

### 4.2.2 - Compactação

Este método determina o correlação entre o teor de umidade de solo e sua massa específica aparente , quando a fração de solo que passa na peneira de 3/4" é com pactada. Através deste ensaio se conhece a umidade ô tima cor res pondente e a densidade máxima que o solo atinge.

O solo utilizado para base do trecho pos sui umidade ô tima em torno de 6,5% e densidade máxima em tor no de 2109 kg/m<sup>3</sup>. Na Tabela 1, apresenta-se os resultados ob tidos.

### 4.2.3 - Granulometria

Este ensaio nos mostra como se apresenta o solo em termos das frações do tamanho dos grãos. Com os da

dos obtidos para cada peneira desenha-se a curva granulométrica, com ela verifica se o material está dentro das faixas admitidas pelo DNER. As faixas são A, B, C, D, E, F e o DNER só aceita o material para base o que se enquadra nas faixas A, B, C e D.

O material utilizado no trecho, está enquadrado na faixa D, portanto, está dentro das especificações do DNER. Na Tabela 2, apresenta-se os resultados obtidos.

#### 4.2.4 - Equivalente de Areia

Este ensaio indica a pureza do material em relação a fração argila, ele determina o equivalente de areia do solo ou de agregados miúdos.

O equivalente de areia é uma relação volumétrica que corresponde à razão entre a altura do nível superior da suspensão argilosa de uma determinada quantidade de solo ou de agregado miúdo, numa proveta em condições estabelecidas neste método.

#### 4.2.5 - Densidade "In Situ" - Método do Frasco de Areia.

A finalidade da determinação da densidade "In Situ" é fazer a comparação dela com a densidade de laboratório e assim, obter o grau de compactação. Sendo o

grau de compactação igual ou superior a 98%, libera-se o trecho para a imprimação. Caso contrário, manda-se passar o rôlo novamente para determinar nova densidade. Os resultados obtidos se encontram na Tabela 4.

#### 4.2.6 - Índice de Suporte Califórnia ou CBR

Este ensaio determina o valor relativo do suporte de solos pela ensaio de amostra deformada moldada na umidade ótima obtida no ensaio de compactação.

O CBR do solo utilizado no trecho está em torno de 85%, portanto estão dentro das especificações do DNER que é acima de 60% para material de base. Os resultados obtidos se apresentam na Tabela 3.

#### 4.3 - TERRAPLENAGEM

Como já estava implantada a Rodovia PB-057, trecho MAMANGUAPE - ITAPOROCA, não foi visto terraplenagem neste trecho. Mas, teve-se oportunidade de se ver raspagem numa parte da Rodovia PB-071 - trecho BR-101 - Jacaraú. Esta rodovia estava implantada mas, constatou-se, quando do estudo topográfico, que o eixo da rodovia não estava coincidindo com o eixo do projeto. Por isso, foi necessário fazer a raspagem para enquadrá-la no projeto.

Nesta parte do trecho da rodovia, apresenta-se média de altura de corte no eixo e nos bordos, inferior a

40 cm.

Usou-se um D-8 para execução da terraplenagem , corta-se empurrando o material com a lâmina reta, formando banquetas longitudinais com o material rejeitado lateralmente com as passadas.

#### 4.4 - EXECUÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO

##### 4.4.1 - Sub-Base

Como a rodovia já tinha sido implantada anteriormente, a sub-base já se encontrava pronta, consequentemente se fez necessário uma execução da base fazendo uma correção nas danificações encontradas.

##### 4.4.2 - Base

A espessura da camada de base é de 20 cm com tolerância de  $\pm 2$  cm. O material que se tinha para essa operação possuía alto teor de plasticidade, portanto, fez-se necessário corrigi-lo com 50% de areia.

A execução da base se processou da seguinte maneira: espalha-se o material na pista com a motoniveladora. Faz-se a homogeneização do material com uma grade de disco acoplada a um trator. Molha-se o material e continua a homogeneizá-lo. Toma-se cuidado para não saturar o material e retira as matérias orgânicas que vierem no material .

O patroleiro orientado pelos off-sets , deixa a camada na espessura do projeto. Em seguida faz-se a compactação com o rôlo pé-de-carneiro, depois com o rôlo Tandem.

Ao final se faz a densidade "in situ" e verifica o grau de compactação, se o mesmo for maior ou igual a 98%, libera-se o trecho para fazer a imprimação.

#### 4.4.3 - *Imprimação*

Para execução da imprimação, usou-se o CM-70 com temperatura média de 70°C. Varreu-se o trecho com vassoura mecânica e em seguida espalhou-se o material sobre o trecho com o carro espagidor. Quando da aplicação do CM-70 tira-se a taxa de aplicação. Os resultados obtidos se encontram no quadro 1.

Essa camada impermeabiliza a base e faz a ligação da mesma com o revestimento.

#### 4.4.4 - *Revestimento*

O revestimento empregado foi o tratamento superficial duplo por penetração invertida, utilizando-se de emulsão, brita 19 e brita 25.

Com o carro espagidor espalha-se a emulsão sobre a estrada (pista mais acostamento), em seguida

com o Speed espalha-se a brita 25. Passa-se o rôlo Tandem. Novamente espalha-se a emulsão sobre a pista e depois a brita 19. Logo após passa-se o rôlo Tandem.

O fiscal do DER tira as taxas do ligante e das britas e verifica a temperatura do ligante.

Os resultados obtidos se encontram nos Quadros 2, 3, 4, 5 e 6.

#### 4.5 - EXECUÇÃO DE OBRAS D'ARTES CORRENTES

Foi necessário um bueiro na estaca 21, usou-se tubos de concreto com 80 cm de diâmetro e 1 m de comprimento. Colocou-se drenos subterrâneos nos trechos em que foram feitos cortes; foi usado tubos porosos de concreto com 30 cm de diâmetro e 1 m de comprimento. Os tubos foram colocados na profundidade de 1,30 m e sobre um colchão de areia com 5 cm de espessura, em seguida foram cobertos por uma areia grossa (lavada).

#### 4.6 - PROJETO GEOMÉTRICO

##### 4.6.1 - Desenho do Terreno Natural

Com um RN conhecido. faz-se leituras no eixo da estrada de 20 em 20 m, com essas leituras calcula-se todas as cotas da estrada. Com as cotas no eixo vertical e

as estacas no eixo horizontal, faz-se o desenho do terreno natural em papel milimetrado.

#### 4.6.2 - Lançamento do Greide

Em cima do desenho natural se lança o greide, procurando compensar o volume de aterro com o volume de corte. Procurando não ultrapassar as rampas máximas exigidas pelo DER.

#### 4.6.3 - Seções Transversais

Para cada estaca, segundo a natureza do terreno, calcula-se a área da seção transversal através do processo gráfico. Faz-se o cálculo dessas áreas para se ter o volume de terra a ser escavado dos cortes, como também o volume de aterro. De posse do cálculo dessas áreas, faz-se a cubação que é o cálculo do movimento de terras.

### 4.7 - RECAPEAMENTO

Para recapeamento, o asfalto é usinado numa usina asfáltica gravimétrica.

Dosagem do asfalto:

- 630 kg de brita

- 300 kg de pó de brita
- 50 kg de material betuminoso (CAP)
- 20 kg de filler.

Faz-se a dosagem do material, deixando-o com uma temperatura que lhe permita chegar no local de execução com uma temperatura na faixa de 110°C a 200°C. Coloca-se o material numa caçamba que leva-o à vibro-acabadora, para ser espalhado na pista com  $\pm 7$  cm de espessura. Em seguida é rolado com os róis Tandem e pneumáticos, ficando com espessura de  $\pm 5$  cm.

OBS. O projeto geométrico foi feito para a rodovia PB-071 , trecho BR-101 - Jacaraú.

O recapeamento foi feito no trecho Marí - Guarabira.

## 5.0 - OUTRAS OBRAS VISITADAS

BR-101 - Jacaraú

Belém - Caiçara

Cacimba de Dentro - Duas Estradas

Marí - Guarabira

D. Inêz



## 6.0 - CONCLUSÃO

O estágio foi de suma importância na aprendizagem profissional, complementando com boa qualidade o nível de conhecimentos adquiridos na universidade, além de aprendermos a associar a teoria com a prática de tudo o que concerne à construção civil na área de estradas.

Foram vistos de perto os problemas e soluções práticas encontradas no dia a dia da construção de estradas, objetivando um melhor desempenho e eficácia nos trabalhos fundamentais de produção; sentimos também o quanto é da mais alta importância o bom desenvolvimento das tarefas técnicas incluindo até a participação e relacionamento "Engenheiro - Oparário".

Em todo período de estágio foi possível vivenciar mos tudo o que toca a implantação de uma rodovia, desde à locação até o revestimento, à execução de obras d'arte correntes e também recapeamento de uma rodovia já implantada; elevando-nos em experiência à um patamar superior de aproveitamento e rendimento.

QUADRO 1

IMPRIMAÇÃO			
MATERIAL: CM-70			
DATA	ESTACAS	ÁREA IMPRIMADA	PESO DO CARRO
20/02/86	80 a 104	480 x 4 = 1920	Carro 1: 4600-2380=2220
	58 a 72	280 x 4 = 1120	Carro 2: 4600-1800=2800
	03 a 24	420 x 4 = 1680	
		TOTAL = 4720	TOTAL = 5020
21/02/86	58 a 70	240 x 4 = 960	Carro 1: 4600-980 = 3620
	80 a 104	480 x 4 = 1920	
	03 a 08	100 x 4 = 400	
		TOTAL = 3280	TOTAL = 3620
TOTAL DA ÁREA IMPRIMADA = 8000 m <sup>2</sup>			
TOTAL DO PESO DO CARRO = 8640			
TARA = 0.94			

QUADRO 2

MATERIAL	PESO ANTES	PESO DEPOIS	DIFERENÇA	ÁREA DA BANDEJA	TAXA
Ligante	1220	996	224	1645	1.4
Ligante	1250	996	254	1645	1.5
Brita	2900	970	1930	1666	11.6
Brita	3000	970	2030	1666	12.2

QUADRO 3

MATERIAL	PESO ANTES	PESO DEPOIS	DIFERENÇA	ÁREA DA BANDEJA	TAXA
Ligante	1250	996	254	1645	1.5
Ligante	1230	996	234	1645	1.4
Brita	3820	970	2850	1666	17.0
Brita	3680	970	2710	1666	16.2

QUADRO 4

MATERIAL	PESO ANTES	PESO DEPOIS	DIFERENÇA	ÁREA DA BANDEJA	TAXA
Ligante	1220	996	224	1645	1.4
Ligante	1270	996	274	1645	1.7
Brita	2730	970	1760	1666	10.6
Brita	2660	970	1690	1666	10.1

TABELA 1

RODOVIA / TRECHO PB-057		INTERESSADO: MAMANGUAPE - ITAPOROROCA				REGISTRO Nº 016						
PROCED.: SL - JAZ - AT. - ETC.		LOCALIZ.: FURO - EST. - LADO 75		PROFUND. - cm		$\gamma_{s\text{máx.}}$ 2109 kg/m <sup>3</sup> $h_{ót.}$ 6,5 %						
CLASSIFICAÇÃO VISUAL DO SOLO: BASE COM 50% DE AREIA												
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA				MOLDE Nº		08		GOLPES / CAMADA				
CÁPSULA Nº				VOLUME DO MOLDE		2104 cm <sup>3</sup>		26				
PESO BRUTO ÚMIDO (g)				PESO DO MOLDE		4300 g		Nº DE CAMADAS				
PESO BRUTO SECO (g)				PESO DO SOQUETE		4536 g						
TARA DA CÁPSULA (g)				ESPESS. DO DISCO		2 1/2 cm		5				
PESO DA ÁGUA (g)				ESPAÇADOR								
PESO DO SOLO SECO (g)												
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	g/cm <sup>3</sup>	-	g	g	g	g	g	%	%	g/cm <sup>3</sup>
1	8400	4100	1947	42	50					47,8	4,6	1861
2	8900	4600	2186	50	50					47,4	5,5	2071
3	9030	4730	2249	41	50					46,5	7,5	2092
4	9000	4700	2234	39	50					45,9	8,9	2051
5	8940	4640	2224	40	50					45,0	11,1	2002
6												

MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA (g/cm <sup>3</sup> )												
	INÍCIO: 17/01/86											
	TÉRMINO:											
	OPERADOR:											
	CÁLCULO:											
VISTO:												

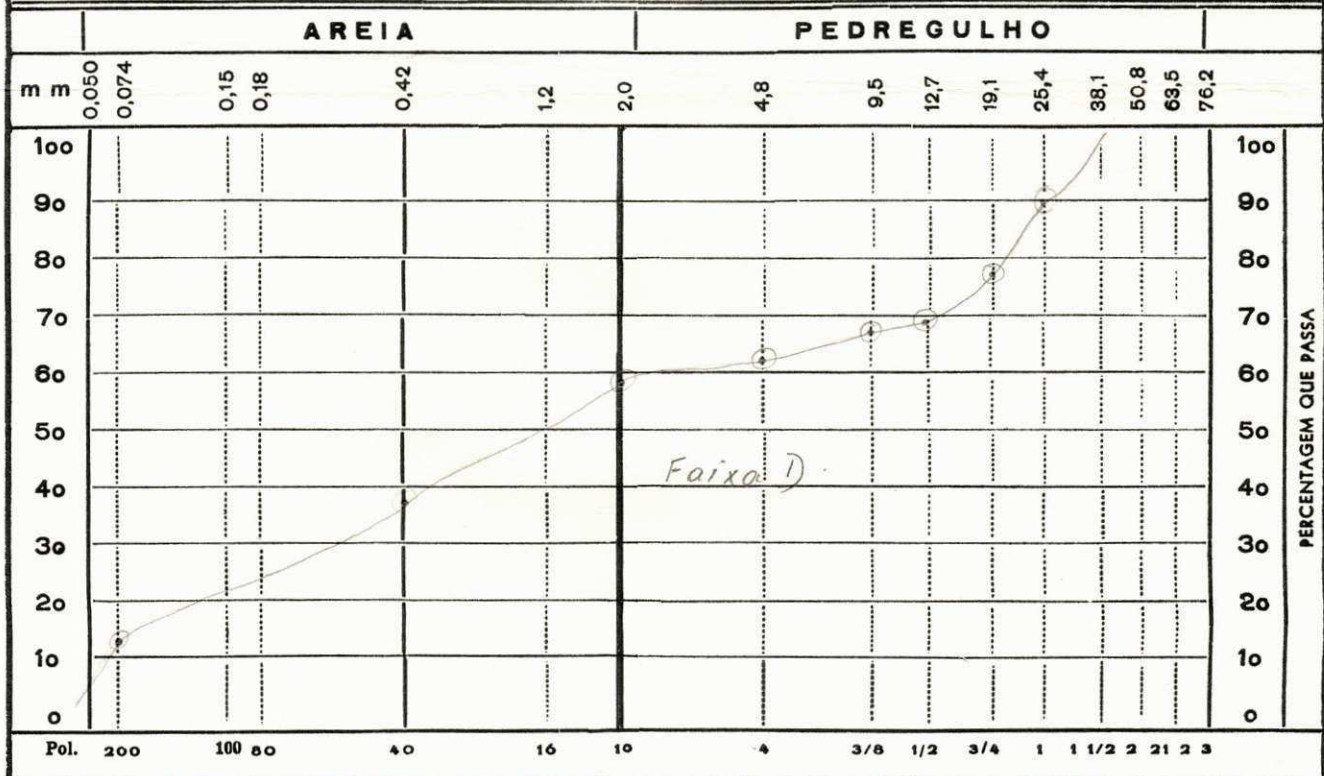
COMPACTAÇÃO					
-------------	--	--	--	--	--

TABELA 2

UNIDADE	%	%	AMOSTRA	TOTAL	PARCIAL
Cápsula N.º		46	Cápsula N.º	15	16
Peso bruto úmido		50	Peso bruto úmido	2000	100
Peso bruto seco			Peso úmido	881,0	
Peso da cápsula			Peso retido na peneira n.º 10	1119,0	
Peso da água			Peso úmido pass. pen. n.º 10	1094,0	
Peso do solo seco		48,9	Peso seco pass. pen. n.º 10	1975,9	97,8
Umidade			Peso da amostra seca	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2</span>	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3</span>
Umidade média		2,2			

P E N E I R A M E N T O

AMOSTRA TOTAL	PENEIRAS		PESO RETIDO PARCIAL	PESO QUE PASS ACUMULADO	% QUE PASS AM. TOTAL	PENEIRA	CONSTANTE
	Pol.	m m	COL. 1	COL. 2	COL. 3	Pol.	
	3 1/2"	88,9					
3"	76,2				3"		
2 1/2"	63,5					2 1/2"	Col. 6 = K <sub>2</sub> . Col. 5 K <sub>2</sub> = $\frac{4}{3} = 0,58$
2"	50,8					2"	
1 1/2"	38,1					1 1/2"	Faixa " " da AASHO
1"	25,4	225	1750,9	90	1"		
3/4"	19,1	232	1518,9	79	3/4"	OBSERVAÇÕES	
1/2"	19,7	191	1327,9	69	1/2"		
3/8"	9,5	49	1278,9	66	3/8"		
N.º 4	4,8	88	1190,9	62	N. 4		
N.º 10	2,0	96	1094,9	4   57	N. 10		
AMOSTRA PARCIAL			COL. 4	COL. 5	COL. 6		
	N.º 40	0,42	32,8	6500	38	N. 40	
	N.º 80	0,18				N. 80	
	N.º 200	0,074	42,4	22,60	13	N. 200	



RODOVIA PB-057	TRECHO MAMANGUAPE - ITAPOROROCA	SUBTRECHO			
PROCED. SAIB.-SUBLEITO	LOCALIZ. FURO - ESTACA 75	LADO E-X-D	PROFUND. -cm-	REGISTRO N.º 016	
LABORATÓRIO DER	OPERADOR	DATA 17/01/86	CALCULISTA	VISTO	

B A S E

GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO

TABELA 3

ÁREA DE GEOTECNIA LABORATÓRIO DE SOLOS DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - I.S.C.	REG. Nº 0,16	PROCEDÊNCIA
	OBRA: PB-057	LOCAL: MAMANGUAPE ITAPOROROCA
	INTERESSADO: DER	PROFUND.

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

D A D O S		UMIDADES	HIGROSCÓPICA	DE MOLDAGEM	
Densidade máxima - sm = 2109	g/cm <sup>3</sup>	Cápsula nº	14		12
Umidade ótima - ho = 6,5 %		Peso bruto úmido (g)	50,0		50,0
Umid. higroscópica - hi = 0,8 %		Peso bruto seco (g)			
Diferença - ho - hi = 5,7 %		Tara da cápsula (g)			
Densidade real g =	γg = g/cm <sup>3</sup>	Peso da água (g)			
Cilindro nº 12		Peso do solo seco (g)	49,6		47,4
Área S =	cm <sup>2</sup>	Teor de umidade %	0,8		5,5
Altura H = 11,50	cm	Teor médio de umid. %	hi =	%	hm =
Volume V = 2075	cm <sup>3</sup>	Umidade de saturação:		Grau de saturação:	
Tara T = 4250	g	hsat = $(\frac{1}{\gamma_s} - \frac{1}{\gamma}) \cdot 100 \therefore$ hsat = %		G = $\frac{h_m}{h_{sat}} \times 100 \therefore$ G = 0176	

ENSAIO DE PENETRAÇÃO							EXPANSÃO DE AMOSTRA INUNDADA				
Penetração			Leitura do manômetro	Pressões x 100 KPa			Data s		Leitura do Deflectômetro mm	Diferença mm	Expansão %
tempo	pol.	mm		determinada	padrão	%	dia	hora			
30 s	0,025	0,63	110	19,4			20/01	10,00	0,0	0,10	
1min.	0,05	1,27	175	30,8			21/01	10,00		0,10	
2min.	0,1	2,54	340	59,8	70		22/01	10,00		0,21	
4min.	0,2	5,00	395	69,5	105	85,4	23/01	10,00		0,21	
6min.	0,3	7,62	435	76,6	133	66,2	24/01	10,00		0,21	
8min.	0,4	10,16	465	81,8	161						
10min.	0,5	12,70	505	88,9	182						

#### CÁLCULOS P/MOLDAGEM DO C.P. CURVA PRESSÃO - PENETRAÇÃO

Peso do solo seco: 6000 $P_s = D_{sm} \times V =$ _____ g Peso do solo seco total 1380 $P_{st} = P_s + \text{acréc.} =$ _____ g Peso do solo a utilizar: 4620 $P = P_{st} (1 + h_i) =$ _____ g Água a juntar: 45,82 2,89 $A.J. = P_{st} (h_o - h_i + 0, ) = 261 + 27g$	I. S. C. 85 %
<b>VERIFICAÇÃO DA MOLDAGEM</b> Peso bruto do C. P. úmido $P_{bh} =$ 8700 g Peso do C.P. úmido: $P_h = P_{bh} - T =$ 4450 g Densidade do C.P. úmido: $\gamma_h = \frac{P_h}{V} =$ 2145 g/cm <sup>3</sup> Densidade do C.P. seco: $\gamma_s = \gamma_h \times \frac{100}{100 + h_m} =$ 2033 g/cm <sup>3</sup>	
<b>UMIDADE APÓS A INUNDAÇÃO</b> Peso bruto do C. P. após a inundação: $P_{bin} =$ _____ g Peso do C.P. após a inundação: $P_{in} = P_{bin} - T =$ _____ g $h_m = \left\{ \left[ \left( \frac{100 + h_m}{100 P_h} \right) P_{in} - 1 \right] \right\} 100 =$ _____ %	
Penetração em mm	

TABELA 4

A T E C E L Laboratório de Solos			ENSAIO DE DEN- SIDADE IN SITU			
Rodovia	PB-057		Areia			
Trecho	MAMANGUAPE - ITAPOROROCA		Operador			
Camada	BASE		Visto			
Furo	N.º	9	10	11	12	13
Data	---	18/01	18/01	18/01	18/01	18/01
Estaco		60	65	70	75	80
Posição	U-E eixo	X	D	X	E	X
Profundidade	cm	0-20	0-20	0-20	0-20	0-20
Peso da frasco com areia	Antes	A	6000	6000	6000	6000
	Depois	B	3220	3500	3400	3120
	Diferença	A - B	2780	2500	2600	2880
Peso da areia no funil	C	579	579	579	579	579
Peso da areia no furo	A-B-C	2201	1921	2021	2301	2871
Densidade da areia	d	1318	1318	1318	1318	1318
Volume do furo	$V = \frac{P}{d}$	1670	1457	1533	1746	2178
Umidade	h %	5,2	5,2	5,8	5,5	5,8
Fator de conversão	$\frac{100}{100+h}$					
Peso do solo úmido	Ph	3600	3180	3400	4000	4980
Peso do solo seco	Ps	3422	3023	3214	3791	4707
Densidade do solo seco	$D_s = \frac{P_s}{V}$	2049	2075	2096	2171	2116
Ensaio Laborató- rio	Registro	N.º				
	Densidade max.	Dmax.	2075	2010	2082	2109
	Umidade ótima	%	7,7	6,8	7,3	6,5
% compactação		99%	103%	101%	104%	100%
Passagem compactada	N.º					
Peso do solo úmido	g					
Peso do solo seco	g					
Peso da água	g					
Umidade	%					