

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA PARA ASSUNTO DO INTERIOR

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
ÁREA DE GEOTECNIA

CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS SOBRE OBRAS DE
IMPLANTAÇÃO DA DUPLICAÇÃO NA BR-230 – LOTE 1

André Luiz de Sousa e Silva

Campina Grande – Paraíba
Outubro de 2001

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Aluno André Luiz de Sousa e Silva – Mat. 2 9421092

Área de estágio Pavimentação

Orientadores Ricardo Correia Lima
José Afonso Gonçalves de Macedo

Supervisor Oduvaldo Andrade e Silva

Coordenadora Maria Constancia Ventura Crispim Muniz

Local de Estágio Duplicação da Rodovia BR-230/PB (Lote 01)

Entidade Concedente Departamento de Estradas e Rodagem da Paraíba (DER-PB)
Endereço: Av. José Américo de Almeida, s/n, JPA/PB



Biblioteca Setorial do CDSA. Agosto de 2021.

Sumé - PB

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO



Ricardo Correia Lima
Orientador

8,0 (oito)



José Afonso Gonçalves de Macedo
Co-orientador

7,5 (sete, cinco)



Raimundo Leidimar Bezerra
Examinador

8,3 (oito, três)



Oduvaldo Andrade e Silva
Supervisor

APRESENTAÇÃO

O presente relatório é parte integrante do estágio supervisionado, obrigatório para conclusão do curso de graduação em Engenharia Civil, ministrado no Campus II da Universidade Federal da Paraíba.

Este estágio teve como professores orientadores Ricardo Corrêa Lima e Dr. José Afonso de Macedo, sendo encaminhado aos engenheiros Oduvaldo Andrade e Silva e Gentil Felizola Lins, ambos do DER-PB, para acompanhamento e delegações de tarefas.

Tarefas estas, em sua grande maioria, sendo executadas na área industrial da Via Dragados engenharia (onde está localizado o escritório de fiscalização do DER-PB, o britador e o laboratório), e nos trechos da duplicação onde se fez necessário.

Aspectos Institucionais e Gerenciais da Obra

Os melhoramentos na BR 230 entre Campina Grande e João Pessoa começaram com a assinatura de um convenio, em dezembro de 1997, entre a secretaria de infra-estrutura/DER-PB, e Governo federal, especificamente através do Ministério dos Transportes/DNER. A duplicação da BR-230 tem entre outros objetivos, desobstruir o tráfego, principalmente no período de verão, quando o fluxo de automóveis é maior, além da importância turística, entre outros objetivos.

O convenio prevê a duplicação da rodovia, no lote 01, compreendido entre o trevo de Várzea Nova, município de Santa Rita, e o acesso de Sapé através da PB 073, em Café do Vento. O lote 02, é composto da restauração da pista existente de Várzea Nova até Campina Grande. O lote 03, refere-se a duplicação do trecho compreendido entre o acesso a Ingá (PBT-405) até Campina Grande. Neste lote está incluído um binário no Riachão, com subida feita através da estrada atual e a descida (Campina Grande – Litoral) através de uma variante de implantação. O lote 04 constitui a construção do viaduto, localizado na confluência da BR 101 com a BR 230 no bairro de Oitizeiro em João Pessoa. Desse convenio consta também a iluminação do trecho entre Oitizeiro e Cabedelo e a construção de duas passarelas em Várzea Nova e duas passarelas nas proximidades de Campina Grande.

Os projetos foram elaborados pelas empresas Maia Melo e STRADA, no primeiro semestre de 1999. A obra foi iniciada pelo lote 03, no segundo semestre de 1999, pela empresa construtora Via Engenharia com 90% dos recursos advindos do Governo Federal e 10% do Governo Estadual. O valor original da obra estava orçado em R\$ 108 milhões. O Estado da Paraíba é ainda responsável por toda a infra-estrutura técnica de fiscalização e apoio, através do Departamento de Estradas de Rodagem – DER-PB.

ÍNDICE

1.0. Introdução.....	03
2.0. Informativo do Projeto.....	04
2.1. Estudos.....	06
2.1.1. Estudos de tráfego	06
2.1.2. Estudos topográficos	08
2.1.3. Estudos geotécnicos.....	08
2.1.4. Estudos de avaliação do Pavimento.....	10
2.1.5. Estudos Hidrológicos.....	11
2.2. Projetos.....	13
2.2.1. Projeto Geométrico.....	13
2.2.2. Projeto de terraplenagem	15
2.2.3. Projeto de drenagem	17
2.2.4. Projeto de pavimentação	17
2.2.5. Projeto de sinalização.....	25
2.3. Dosagem do CBUQ	26
2.3.1. Dosagem do CBUQ para camada de ligação	26
2.3.2. Dosagem do CBUQ para camada de rolamento.....	31
3.0. Execução.....	34
3.1. Infra-Estrutura.....	34
3.2. Máquinas e Equipamentos	36
3.3. Etapas Construtivas.....	40
4.0. Controle Tecnológico.....	47
4.1. Solos	47
4.2. Asfalto	51
5.0. Considerações Finais	58
6.0. Bibliografia.....	59
7.0. Anexos.....	60

1.0. INTRODUÇÃO

A obra de duplicação e restauração da BR-230, tem como empreiteira a empresa Via Dragados, sendo esta fiscalizada pelo Departamento de Estradas de Rodagem da Paraíba, onde o estágio está devidamente atrelado segundo contrato de estágio.

Como já mencionado, o DER-PB tem a função de fiscalizar os serviços de engenharia executados pela Via Dragados, e é dentro desta função que o estágio teve seu desenrolar. Para tal tarefa foi necessário o conhecimento dos projetos, acompanhamentos dos ensaios e visitas a trechos, e, nesta gama de atividades, sempre houve o acompanhamento ou de engenheiros ou de Técnicos / Fiscais do DER. Levantamentos de quantitativos para a medição mensal também faz parte deste estágio.

Contudo, a ampla visão dada por tais funções, se fez essencial para o aprendizado prático.

2.0. INFORMATIVO DO PROJETO

O projeto em questão refere-se a Rodovia BR-230/PB, segmento Km 34,42 – Km 117,30, parte integrante do trecho Cabedelo – Divisa PB/CE, com vistas à restauração da pista existente e à implantação da pista nova no segmento Km 34,42 – Km 71,16 (lote 01).

A BR-230/PB é uma rodovia transversal pertencente ao Plano Rodoviário Federal, com extensão total de 4.918Km.

Trata-se, portanto de uma rodovia troncal, implantada com as características da classe I-B (pista simples), de acordo com as normas de projeto geométrico do DNER/1945.

O lote 01, após a implantação dos melhoramentos previstos, terá as seguintes características:

Pista dupla com duas faixas de tráfego por sentido, canteiro central com 6.00m de largura, acostamentos externos de 2,50 e internos de 1,20m. A pista nova a ser implantada, será revestida de concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ), com 5,0cm de espessura, sobre uma camada de "binder" de 7,0cm, em condições técnicas compatíveis com o volume de tráfego superior a 6000 veículos/dia.

O projeto prevê a recuperação das 04 obras de arte especiais existente no trecho, a saber:

- Ponte sobre o Rio Salamarso;
- Viaduto sobre a RFFSA;
- Ponte sobre o Rio Água Fria;
- Ponte sobre o Rio Paraíba.

Onde estas mesmas obras-de-arte especiais serão reconstruídas para a duplicação.

Com relação à drenagem e obras complementares do lote 01 são destacados os seguintes aspectos:

- Para a drenagem de grata foram aproveitadas todas as obras existentes (19) e previsto seus prolongamentos numa extensão de 245m;
- No projeto de drenagem superficial foram projetados 2.072 m de bueiros tubulares, 38.181m de sarjetas de canteiro central, 25.262m de meio-fios, 7.518m de sarjetas de corte, 185 entradas d'água, 126 caixas coletoras, 1.106m de decidas d'água tipo rápido e 1.320m de canais retangulares;
- No projeto de drenagem profunda foram previstos para os cortes em rochas, camada drenante de brita com volume igual a 1.072m³;
- No projeto de drenagem do pavimento foram projetados 677/m de drenos subsuperficiais para a base de brita;

- Para as obras complementares foram indicados 5m de transposição de segmentos de sarjeta.

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

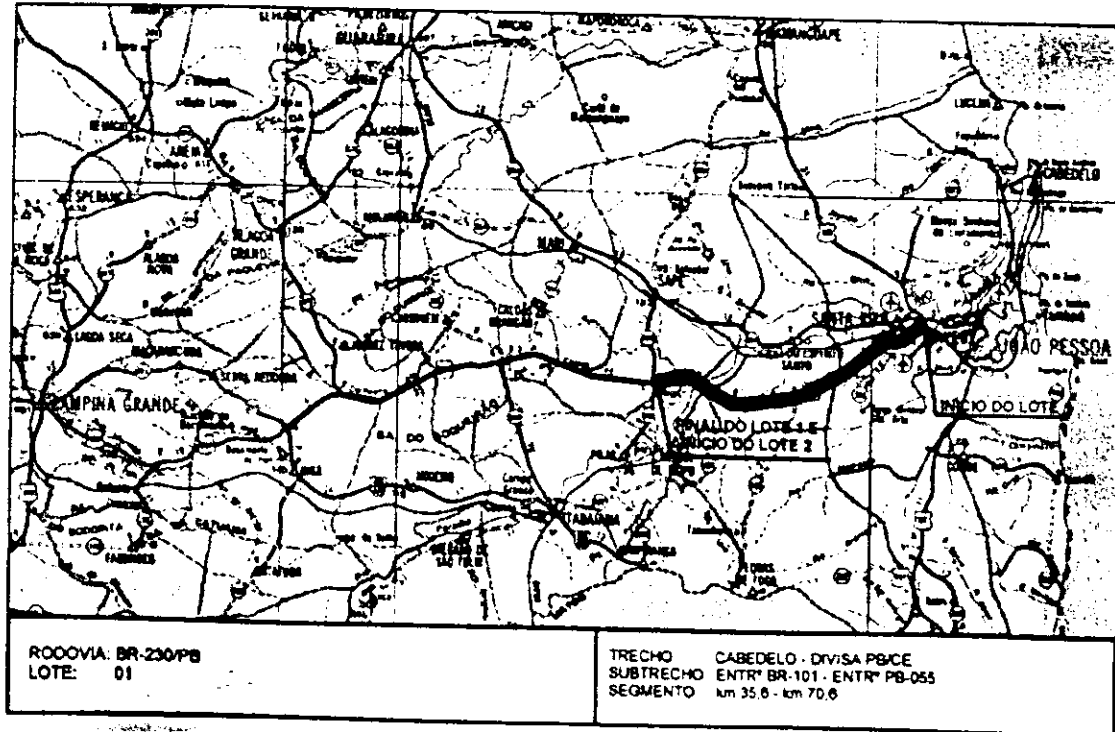


Fig. 01 – Mapa de localização

2.1. Estudos

2.1.1. Estudos de Tráfego

Os estudos de tráfego, capacidade, e Níveis de Serviço para o lote 01, consistiram do desenvolvimento das seguintes atividades:

- Caracterização funcional da BR 230/PB;
- Coleta de dados existentes;
- Realização de contagem volumétrica;
- Expansão das contagens de tráfego atuais;
- Fixação da taxa de crescimento do tráfego;
- Determinação do número N;
- Projeção do VMDAT;
- Determinação do número N suportado;
- Estudos de capacidade e níveis de serviço.

DADOS EXISTENTES:

- Volume Médio Diário Anual de Tráfego dos anos de 1970 a 1998.
- Volume Médio Diário Mensal, de Janeiro a Dezembro de 1997.

Foi adotada a taxa de crescimento geométrico anual da frota igual a 3,00%, de acordo com o crescimento médio regional.

Os valores do número de operações do eixo-padrão de 8,2 t - "N", foram obtidas a partir da aplicação da fórmula preconizada pelo Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do DNER/1996, desenvolvida pelo Eng^o. Murillo Lopes de Souza, a saber:

$$N_i = 365 \times \Sigma VMD_{di} \times FP \times FR \times FV$$

Onde:

- N_i → Número equivalente de operações do eixo-padrão;
- ΣVMD_{di} → Somatório do volume acumulado de tráfego comercial;
- FP → Fator de pista (FP = 0,50);
- FR → Fator climático regional (FR = 1,0);
- FV → Fator de veículos.

A projeção do "VMD" foi obtida aplicando-se a fórmula de crescimento geométrico, a saber:

$$V_n = V_o (1 + i)^n$$

Onde:

V_0	→	Volume de tráfego atual;
V_n	→	Volume de tráfego final;
i	→	Taxa de crescimento geométrico anual (3,00%);
n	→	Número de anos do período de projeto.

Os estudos de Capacidade e Níveis de serviços para o lote 1, foram elaborados com base nos preceitos do "Highway Capacity Manual", edição de 1994, considerando-se os dados de tráfego e as características geométricas da via.

Via. → Determinação do Nível de Serviço Atual da
O volume horário representativo do fluxo é dado pela expressão:

$$V = VMD \times K/PHF$$

O volume representativo do nível de serviço é calculado pela expressão:

$$SF = 2.800 \times (v/c) \times i \times f_d \times f_w \times f_{nv}$$

Onde:

v/c	→	Relação volume / capacidade;
f_d	→	Fator de ajustamento;
f_w	→	Fator de ajustamento;
f_{nv}	→	Fator de ajustamento.

Para calcular a "capacidade-limite" tem-se que determinar o volume médio diário do tráfego referente ao limite superior do nível "D" – VMD_D através da expressão.

$$VMD_D = V \times PHF \div K$$

Onde:

v	→	Volume do fluxo no nível "D";
K	→	Fator de hora de projeto (0,085);
PHF	→	Fator de hora de pico (0,9);

Considerando-se o crescimento geométrico do tráfego, tem-se:

$$VMD_D = VMD_{1998} (1 + i)^n$$

Para determinar o "congestionamento total da via" tem-se que calcular o volume médio diário do tráfego referente ao nível "E" – VMDE – através da expressão:

$$VMDE = v \times PHF \div K$$

Considerando-se o crescimento geométrico do tráfego, tem-se

$$VMD_E = VND_{1998} (1 + i)^4$$

2.1.2. Estudos Topográficos

Os estudos topográficos necessários ao desenvolvimento dos projetos de duplicação, restauração e melhoramento da pista existente da rodovia BR-230/PB, lote 01, foram elaborados de acordo com os termos de referência do Edital de tomada de preços.

Estes estudos tiveram por finalidade definir e materializar a diretriz do traçado da pista nova a ser implantada em função da duplicação do segmento, promovendo todos os levantamentos necessários aos diversos projetos executivos e a sua materialização no campo.

Os trabalhos foram executados em conformidade com as orientações técnicas definidas no "Manual de Serviços de Consultoria para Estudos e Projetos Rodoviários" do DNER, e as Instruções de Serviços IS - 04, 05, 06, 07 e 08, compreendendo as etapas a seguir relacionadas:

- Definições iniciais;
- Locação do eixo do projeto;
- Nivelamento e contra-nivelamento do eixo;
- Levantamento das seções transversais;
- Amarrações dos pontos notáveis;
- Cadastro da faixa de domínio;
- Levantamentos topográficos complementares;
- Apresentação dos estudos topográficos.

2.1.3. Estudos Geotécnicos

Os estudos geotécnicos foram realizados de acordo com o escopo da proposta técnica, de forma a caracterizar o pavimento

existente, investigando-se a sua composição. Foram também executados estudos de matérias para utilização na restauração da pista existente e para a implementação da nova pista, e nas obras de concreto ao longo do trecho para implementação da nova pista, procedeu-se ao estudo do subleito através de sondagens e/ou raspagem nos taludes de corte.

A metodologia adotada abrangeu os seguintes

itens:

- Prospecção das camadas dos pavimentos e do solo de fundação, com determinação do perfil construtivo da estrutura existente, classificação dos materiais, coleta de amostra para caracterização.
- Prospecção definitiva de ocorrências de materiais para seleção quantitativa, envolvendo ocorrência de solo, rocha e de areia e coleta de amostras para caracterização laboratorial.
- Prospecção do subleito para implantação da pista nova ou alterações de traçado de coleta de amostras para caracterização laboratorial.

Os estudos de ocorrência de materiais granulares foram desenvolvidos com o objetivo de selecionar, quantitativamente os materiais para a constituição dos pavimentos novos e eventual emprego na restauração do pavimento.

Nas ocorrências efetivamente selecionadas, foram executadas sondagens definitivas, coletando-se materiais dos diferentes horizontes nos furos feitos nos vértices das malhas pré-estabelecidas.

Assim, para cada sondagem de poço elaborou-se um boletim de sondagem no qual se fez constar a identificação do furo, as profundidades de cada horizonte geotécnico e a classificação expedida dos materiais detectados. Concomitantemente, promoveu-se a coleta de amostra para caracterização laboratorial, tendo sido realizado os seguintes ensaios:

- Análise granulométrica por peneiramento;
- Umidade hidrocópica;
- Limites de Atterberg;
- Compactação com energia correspondente a de ensaio AASHTO intermediário;
- Índice de suporte califórnica com energia correspondente a do ensaio AASHTO correspondente.

Foram efetuados ainda ensaio de densidade "in situ" e também determinados os índices de grupos - IG e procedida a classificação dos solos processados de acordo com HRB.

A prospecção de rocha objetivou a provisão de material pétreo adequado para destinação das camadas do pavimento, do sistema geral de drenagem, às obras de arte correntes e às obras complementares.

Da ocorrência indicada, extraíram-se amostras para realização dos seguintes ensaios:

- Abrasão Los Angeles;
- Índice de forma;
- Adesividade;
- Durabilidade;
- Massa específica real;
- Massa específica aparente.

A prospecção de areias objetivou a provisão de materiais destinados à confecção das camadas do pavimento, do sistema geral de drenagem, das obras de arte correntes e das obras, complementares.

Dos areais detectados extraíram-se amostras para a realização dos seguintes ensaios:

- Granulometria;
- Teor de matéria orgânica;
- Equivalente de areia.

2.1.4. Estudos de Avaliação do Pavimento

Os estudos de avaliação dos pavimentos existentes foram iniciados após acurada análise das condições por eles extemados, com a finalidade de permitir uma definição das características físicas que se mostraram imprescindíveis de determinação. O estabelecimento de diretrizes preliminares e particulares ao projeto de restauração dos pavimentos urbanos considerados visaram evitar sobreposições e/ou lacunas importantes nos trabalhos a serem efetuados.

Para o efeito foram realizados quatro tipos de levantamentos a saber:

- Avaliação das características de degradação superficial;
- Avaliação das características de deformação permanente longitudinais;
- Avaliação das características de deformação permanente transversais;
- Avaliação das características de deformabilidade elástica.

De acordo com a metodologia de avaliação dos pavimentos empregado, os levantamentos das distintas famílias de manifestação de ruína foram processados de formas contínua (varredura métrica), por faixa de

tráfego. Os resultados de tais famílias foram retratados através de alguns levantamentos a saber.

- Levantamento visual contínuo: degradações superficiais e deformações permanentes de caráter localizado;
- Levantamento de irregularidade longitudinal: quociente de irregularidade;
- Levantamento de irregularidade transversal: flecha máxima ocorrente nas trilhas de roda (régua treliça);
- Levantamento de flectométrico: Deflexão reversível máxima, medida do centro de aplicação da carga, bem como os resultados de seus tratamentos e combinações, traduzida pelos cálculos dos:
 - ICDS – Índice da condição de deformação superficial;
 - ICDP – Índice da condição de deformação permanente;
 - ICPE – Índice da condição de deformabilidade elástica;
 - ISP – Índice da condição de deformação superficial;

2.1.5. Estudos Hidrológicos

Os estudos hidrológicos foram procedidos com a finalidade de verificar-se o dimensionamento das obras de drenagem existentes na rodovia, a partir das circunstâncias climáticas, pluviométricas e hídrica da área.

A coleta de dados para os estudos hidrológicos foi desenvolvida com a finalidade de permitir a caracterização climática e pluviométrica na área do projeto e o levantamento das condições topográficas e geomorfológicas das bacias interceptadas.

A rodovia BR 230 (Lote 01), atravessa uma área de clima classificado como tropical quente-úmido com chuvas de outono e inverno sem estação fria e período seco no verão.

Para a definição de modelo de chuvas, em função da duração e dos períodos de recorrência, foram identificados inicialmente os postos estudados por Otto Pfafstetter na obra "chuvas intensas no Brasil", postos esses que dispõem de equações de chuvas estabelecidas.

Escolheu-se para o desenvolvimento do estudo, a estação meteorológica de João Pessoa, por ser a que melhor se enquadra ao trecho em questão. Os dados climáticos desta estação foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia e estão apresentados no quadro a seguir.

TABELA 1
DADOS CLIMÁTICOS MÉDIOS DA REGIÃO

POSTO: João Pessoa FONTE: Instituto Nacional de Meteorologia PERÍODO: 1912-1942

MESES	TEMPERATURA (°C)			ISOLAÇÃO (H)	UMIDADE RELATIVA	EVAPORAÇÃO
	MÍNIMA	MÉDIA	MÁXIMA			
JAN	22,4	26,3	30,5	259,8	80,3	87,0
FEV	22,5	26,3	30,6	219,8	81,8	70,2
MAR	22,3	26,2	30,6	219,2	83,0	69,8
ABR	22,2	25,8	30,0	203,0	85,2	58,0
MAI	21,6	25,1	29,6	210,2	86,6	51,8
JUN	20,8	24,0	28,3	191,0	87,4	45,7
JUL	20,0	23,4	27,8	205,4	86,4	53,1
AGO	19,8	23,4	27,9	234,1	85,8	59,2
SET	20,4	24,4	28,8	249,2	82,6	73,1
OUT	21,3	25,3	29,6	275,5	80,9	89,0
NOV	21,8	25,9	30,0	278,9	79,6	92,7
DEZ	22,2	26,1	30,2	277,2	79,7	92,7
TOTAL	279,7	302,2	353,9	2823,3	999,3	842,3
MÉDIA	21,4	25,2	29,5	235,3	83,3	70,2

2.2. Projetos

2.2.1. Projeto Geométrico

O Projeto Geométrico para a duplicação, restauração e melhoramento da pista existente da BR-230/PB, Lote 01, foi detalhado a partir de um estudo preliminar que definiu a configuração operacional do segmento após a duplicação, onde constou a análise dos seguintes aspectos:

- As interseções que permaneceriam;
- As vias transversais a serem acessadas;
- Os retomos operacionais necessários;
- As soluções das travessias urbanas;
- As providências para evitar que as vias e ruas de acesso às propriedades ribeirinhas ficassem bloqueadas;
- Vias e acessos que teriam suas ligações bloqueadas;
- Travessia de pedestres;
- Parada de ônibus;
- Estacionamentos e refúgios.

Foram analisados, também, os pontos críticos em relação a acidentes, diagnosticando-se as deficiências e apresentando a descrição das soluções e providências físicas e operacionais cabíveis.

Pelos critérios estabelecidos na norma, a rodovia é classificada como Classe I-A, região plana, haja vista o percentual de 70,51% de rampa com declividade entre 0% a 2% e a rampa média ponderada igual a 1,66%.

Apresenta-se, a seguir, o quadro comparativo entre os parâmetros da Norma e os adotados no projeto de duplicação para o lote 01.

DISCRIMINAÇÃO	Unidade	CARACTERÍSTICAS	
		Básicas da Normas	No Projeto
Velocidade diretriz	Km/h	80	80
Distância de visibilidade de parada	m	140	140
Superelevação máxima admissível	%	10	8
Raio mínimo horizontal	m	210	262
Rampa máxima	%	4,5	7,7
Valor mínimo de $K=(Rv/100)$ p/ curvas convexas	m	48	53
Valor mínimo de $K=(RV/100)$ p/ curvas côncavas	m	32	41
Largura da faixa de rolamento	m	3,6	3,6
Largura dos acostamentos externos (mínimo)	m	2,5	2,5
Indicação transversal em tangente	%	2	3
Largura da taxa de domínio	m	70	80

Para o lote 01 foram adotados as seguintes seções transversais tipo:

- Pista existente:
 - Pista de rolamento 2 x 3,5m = 7,00 m
 - Acostamento interno 1,20 m
 - Acostamento externo 2,50 m
 - Dispositivo de drenagem 1 x 1,00 m = 1,00m

- Pista nova:
 - Pista de rolamento 2 x 3,6m = 7,2 m
 - Acostamento interno 1,20 m
 - Acostamento externo 2,50 m
 - Dispositivo de drenagem 1 x 1,00 m = 1,00m
 - Canteiro central 6,00m

- Ruas laterais de mão simples:
 - Pista de rolamento 3,50m
 - Acostamento interno 2,50m
 - Acostamento externo 2,50m
 - Largura do passeio 2,50m

→	Ruas laterais de mão dupla:	
-	Pista de rolamento	2x3,5m = 7,00m
-	Acostamento interno	
-	Acostamento externo	<u>2,50m</u>
-	Largura do passeio	2,50m

O projeto altimétrico compreendeu o levantamento do perfil da pista existente e a definição do projeto vertical (greide) da pista nova a ser implantada.

A caracterização do perfil da pista existente tem a finalidade de orientar a definição da greide da pista a implantar, de maneira a atender adequadamente às exigências de visibilidade e drenagem superficial.

O projeto da greide da pista a implantar foi desenvolvido, considerando o desnível em relação à pista existente, a categoria e qualidade dos materiais do corte e subleito, as seções transversais do terreno, a previsão de estruturas de contenção, os elementos de drenagem superficiais e profunda, a localização das obras-de-artes especiais e suas respectivas cotas de enchente máxima.

O greide resultante para nova pista, em função desta análise, é bastante próximo ao da pista existente, não existindo praticamente desnível entre os dois. Os raios de concordância vertical foram ampliados, respeitando-se os valores recomendados para a velocidade diretriz de 80km/h, conforme preceitua as normas do DNER. Em alguns casos foram inseridos novos pontos de interseção vertical (PIV) para se evitar rampas em desnível.

2.2.2. Projeto de Terraplenagem

O projeto de terraplenagem objetivou orientar a distribuição dos maciços de terra e definir os parâmetros básicos para sua estabilização, através de soluções o mais possível econômicas e funcionais.

O lançamento de greide da pista nova, do lote 01, destarte as condições topográficas, objetivou uma otimização da distribuição dos materiais escavados, procurando-se a adequada compensação dos volumes de cortes e aterros, mínima execução de bota-foras e economia nas distâncias de transporte.

O acabamento de terraplenagem é indicado no caso das últimas camadas de coroamento de aterros, até a profundidade de 0,60m abaixo do greide de terraplenagem, sendo utilizado para sua composição: CBR \geq 8%, e, Expansão \geq 2%.

A energia de compactação do subleito dos cortes e da camada final de acabamento de aterro com espessura de 0,60m, é aquela referente a 100% do ensaio do proctor normal; para o corpo dos aterros a energia é de 95% P.N.

As distâncias de transporte para compensação foram calculadas com base nas posições dos centros de gravidade dos maciços, tomando-se as extensões reais definidas pelas indicações do perfil.

Quando o material foi destinado a mais de um aterro, a distância média calculada foi ponderada pelos volumes transportados aos destinos, na respectiva distância determinada em perfil.

Na região da estaca 220, a duplicação da BR-230 atravessa extensa região em solo mole, com uma profundidade média estimada da camada de solo compreensível da ordem de 6,5m.

Dada a elevada espessura da camada de solo mole, o que inviabiliza sua remoção, foi adotada uma solução mista envolvendo berma de equilíbrio associado a reforço com geotextil, no intuito de se restringir a largura da berma e os volumes de terraplenagem, bem como evitar prováveis problemas de desapropriação e de agressão ao meio ambiente.

Com isto foi previsto a construção de colchão drenante de areia envolvido totalmente em manta geotextil não tecida, e a colocação de outra manta a 0,30m do colchão, em geotextil tecido de resistência a tração 50kn/m. Este conjunto garantirá a estabilidade do maciço de aterro contra um possível deslizamento ou ruptura.

O outro problema nos projetos de maciços sobre solos compreensíveis, diz respeito à aceleração dos recalques previstos para o solo mole, adotando-se o menor tempo possível para que o mesmo se processe, sem ocasionar transtornos por trincamentos, afundamentos indesejáveis ou danos ao pavimento.

Neste contexto, tomou-se necessária a indicação de um processo de aceleração dos recalques, compatível com os cronogramas usualmente adotados nas obras rodoviárias. Dimensionou-se então um sistema de aceleração do adensamento para que 80% de mesmo se processasse em um período de 10 meses. A solução obtida é a de cavação de drenos verticais fibroquímicos, espaçados em malha quadrada do lado 1,25m ficando a ponta inferior dos mesmos faceando a camada de solo mais resistente subjacente ao solo mole.

2.2.3. Projeto de Drenagem

O projeto de drenagem compreendeu o pré-dimensionamento dos dispositivos necessários para a proteção do corpo estradal contra os efeitos das águas incidentes. De posse dos resultados, fez-se um comparativo com as obras existentes para se obter ou não um aproveitamento destes dispositivos.

Com base nos estudos hidrológicos desenvolvidos para bacias hidrográficas interceptadas pelo traçado, elaborou-se o dimensionamento hidráulico das obras de drenagem de grotas. As vazões foram calculadas para os seguintes períodos de recorrência:

- 25 anos para bueiros tubulares;
- 50 anos para bueiros celulares;
- 100 anos para obras de arte especiais;

Nos locais onde o acostamento encontrou-se em mau estado de conservação, está prevista a reconstrução de sarjetas, meios-fios, entradas e saídas d'água.

Foram projetadas as seguintes sarjetas de concreto: STC-02, SZC-01, SCC-02.

Os comprimentos críticos de sarjetas foram obtidos pelo critério de equivalência de vazões, considerando-se a fórmula do método racional associado à equação da continuidade.

2.2.4. Projeto de Pavimentação

O dimensionamento dos pavimentos das novas unidades viárias a serem implantadas no lote 01, ou seja, a pista nova da duplicação, as interseções, os retomos operacionais, as ruas laterais e acessos, foi elaborado de acordo com o método de dimensionamento do pavimento flexíveis do DNER, versão de 1996.

A análise geral das demandas de tráfego na rodovia definiu dos grupos de unidades viárias quanto ao nível de solicitação de unidades viárias quanto ao nível de solicitação do pavimento, traduzida pelo número N (número de solicitação por eixo-padrão de 8,2 tf).

O primeiro grupo, (Unidade Viárias com alto Índice de Solicitação de Tráfego), enquadraram-se as pistas principais e os ramos principais da interseção com a BR-101/PB. Adotando-se um fator de pista igual a 0,40, o número N de projeto considerando um período de projeto de 15 anos, é de aproximadamente $4,13 \times 10^7$.

O segundo grupo (Unidades Viárias com Índice Intermediário ou Reduzido de Solicitação de Tráfego), enquadra-se os ramos secundários das interseções, os retomos operacionais, as ruas laterais e os acessos. Para o dimensionamento dessas unidades viárias adotou-se número $N_{15} = 1,03 \times 10^6$, que corresponde a 2,5% do número N adotado para as pistas principais ($N_{15} = 4,13 \times 10^7$).

- Dimensionamento do pavimento (Método DNER – 1996)

De acordo com os estudos estatísticos – Estudos Geotécnicos, os valores do ISC – índice de suporte Califórnia do subleito das pistas existente e nova do lote 01 são as seguintes:

- Pista existente: $N = 25$ e $ISC = X_{min} = 8,6$.
- Pista nova: $ISC = X_{min} = 10,5$

Para fins de dimensionamento, foram considerados os seguintes valores para ISC_{SL} de projeto:

- Grupo I: $ISC_{SL} = 8,0$ (fator de segurança = 1,25)
- Grupo II: $ISC_{SL} = 9,0$ (fator de segurança = 1,10)

Grupo I: Tráfego: Para fins de dimensionamento, adotou-se fator de pista = 0,5.

a) Revestimento:

$$N_{15} = 4,13 \times 10^7 \rightarrow R = 10,0 \text{ cm (CBUQ)}$$

Adotado: • Camada de rolamento = 5,0 cm – CBUQ
Faixa "C" – DNER-ES 313/97 (K = 2,0)

- Camada intermediária = 7,0 cm – CBUQ
Faixa "B" – DNER-ES 317/97 (K = 1,7)

b) Base: $H_{20} = 29,0$ cm

$$5,0 \times 2,0 + 7,0 + 1,7 + B \times 1,0 \geq 29 \text{ cm}$$

$$B \geq 7,1 \text{ cm} \leftrightarrow \text{Adotado: } B = 20,0 \text{ cm}$$

Material: brita graduada faixa "C" de especificação DNER-ES 303/97 (energia de compactação correspondente a densificação máxima)

c) Sub-base:

$$ISC_{SL} = 8\%, H_7 = 55,0 \text{ cm}$$

$$5,0 \times 2,0 + 7,0 \times 1,7 + 20,0 \times 1,00 + SB \times 1,0 \geq 55,0$$

$$SB \geq 13,0 \text{ cm} \leftrightarrow \text{Adotado: } SB = 15 \text{ cm}$$

Material: Solo estabilizado granulometricamente sem mistura, proveniente das jazidas indicadas em projetos. Especificação: DNER-ES 301/97.

- Grupo II: Tráfego: para fins de dimensionamento, adotou-se número N correspondente a 2,5% do número N da pista principal:

$$N_{15} = 2,5\% \times 4,13 \times 10^7 = 1,04 \times 10^6$$

a) Revestimento:

$$N_{15} = 1,04 \times 10^6 \rightarrow R = 5,0 \text{ cm} - \text{CBUQ} - \text{DNER-ES 313/97}$$

b) Base: $H_{20} = 23,0 \text{ cm}$

$$5,0 \times 2,0 \times B \times 1,0 \geq 23$$

$$B \geq 13 \text{ cm} \leftrightarrow \text{Adotado: } B = 15,0 \text{ cm}$$

Material: Brita graduada faixa "C" da especificação DNER-ES 303/97 (energia de compactação correspondente à densificação máxima)

c) Sub-base:


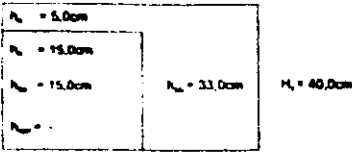
$$ISC_{SL} = 9\% \quad H_7 = 41,0 \text{ cm}$$

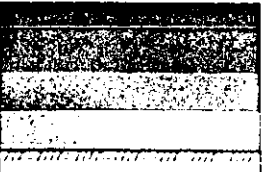
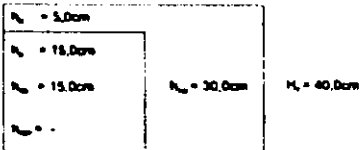
$$5,0 \times 2,0 + 15,0 \times 1,0 + SB \times 1,0 \geq 41$$

$$SB \geq 16,0 \text{ cm} \leftrightarrow \text{Adotado: } SB = 15,0 \text{ cm}$$

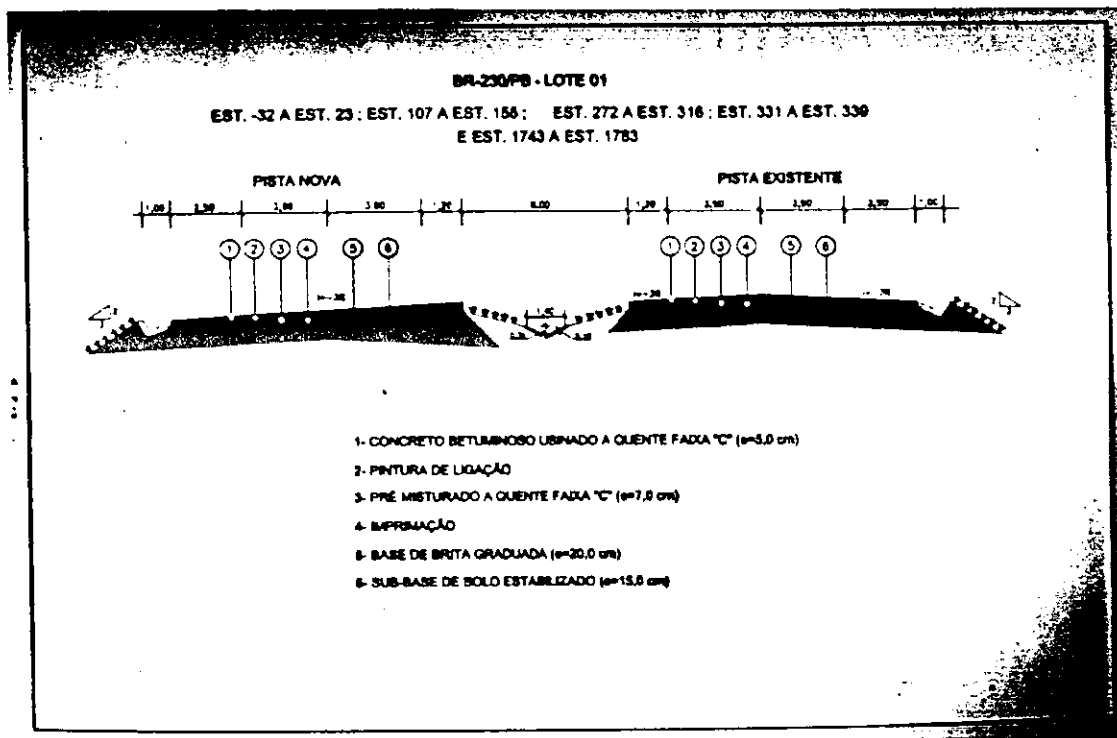
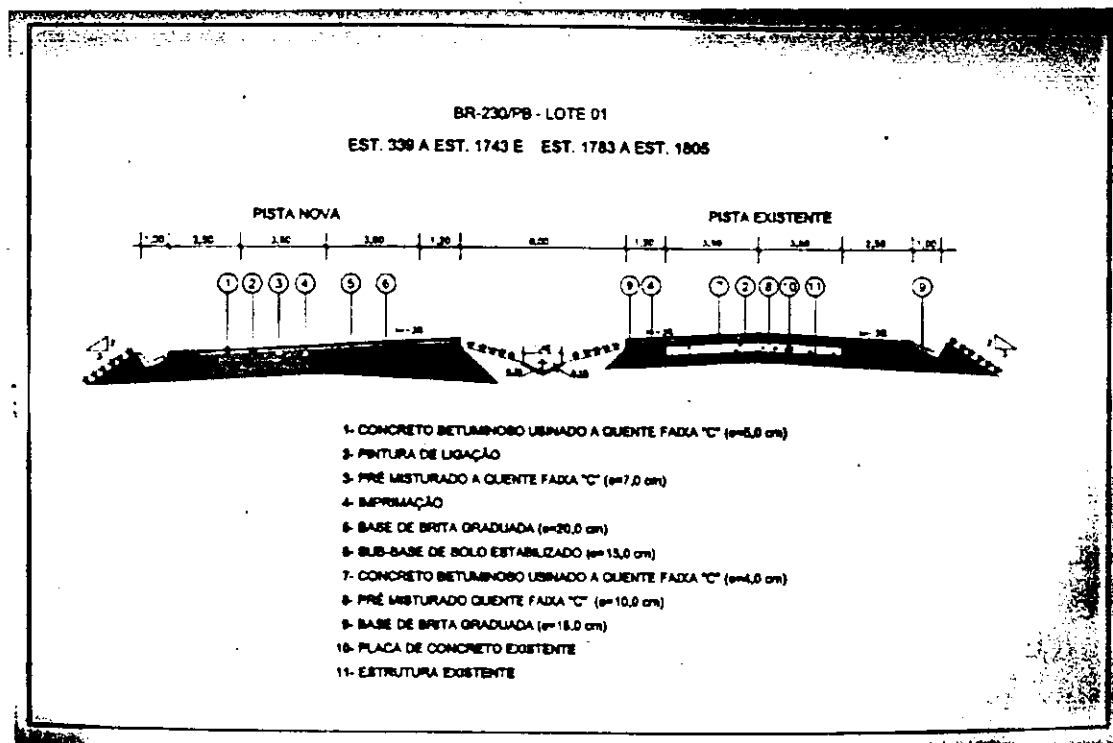
Material: solo estabilizado granulometricamente sem mistura, proveniente das jazidas indicadas em projeto. Especificação: DNER-ES 30/97.

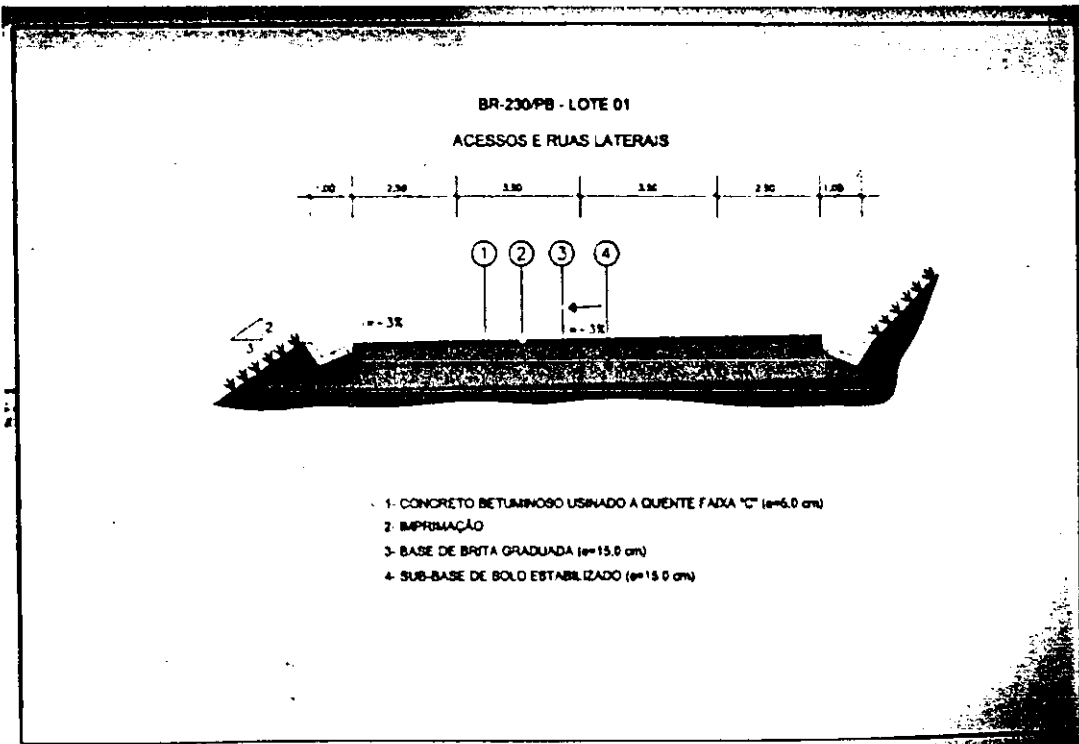
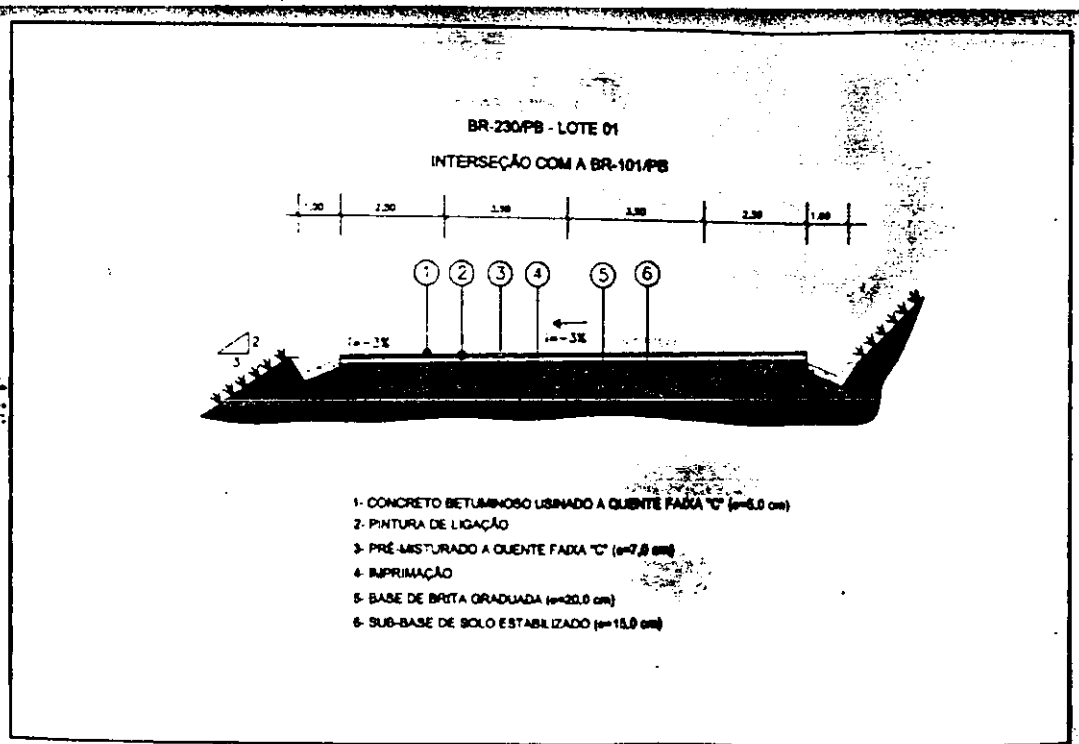
Com o intuito de confirmar as espessuras indicadas pelo método da resistência foi utilizado o método de resistência (TECNAPAV), apresentado, de forma resumida, nos quadros a seguir.

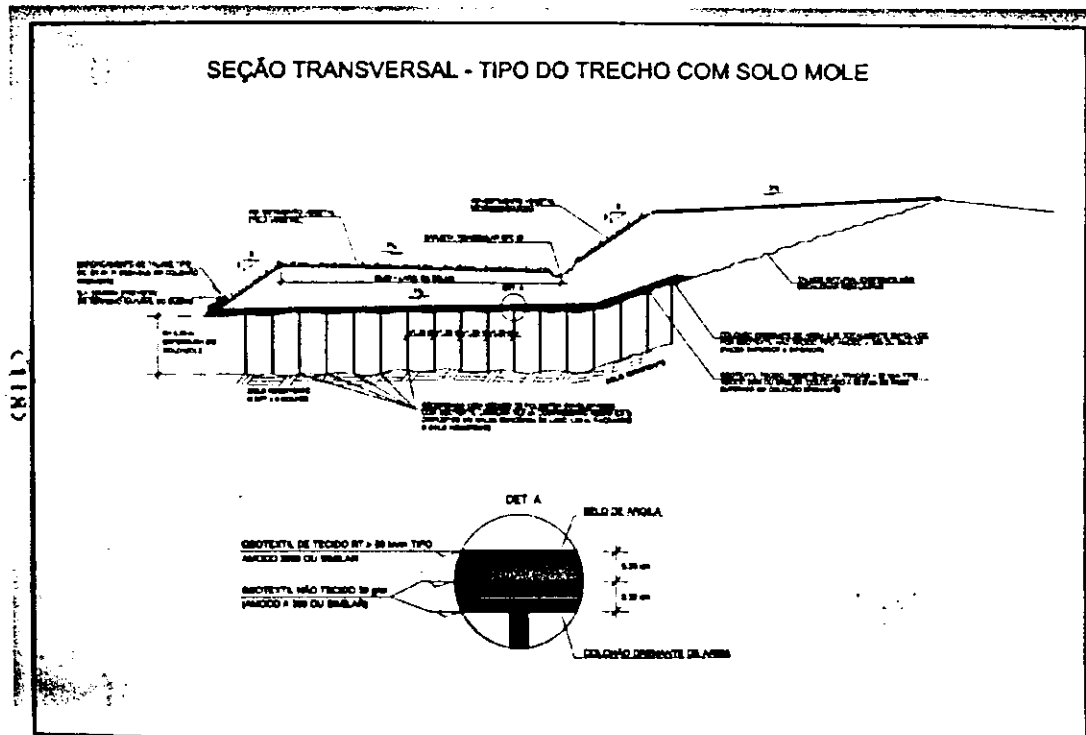
VERIFICAÇÃO DO DIMENSIONAMENTO PELO MÉTODO DA RESILIÊNCIA (TECNAPAV)					
PAVIMENTOS NOVOS - LOTE 1 (Ramos Secundários das Interseções)					
DADOS DISPONÍVEIS					
CAMADAS REVESTIMENTO BASE SUB-BASE REFORÇO SUBLEITO	ESTRUTURA 	NÚMERO N $\Rightarrow 1,00 \times 10^6$ 			
		CBR _{sub} $\Rightarrow 8\%$ % SILTE $\Rightarrow 35\%$	PERÍODO DE PROJETO $\Rightarrow 15$ Anos		
PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO					
SOLO DO SUBLEITO					
CBR	> 10%	6 a 9%	2 a 5%		
% SILTE	I	II	III		
< 35%	I	II	III		
35 a 65%	II	II	III		
> 65%	III	III	III		
TIPO DO SOLO \Rightarrow II					
		SOLO DO SUBLEITO	I_1	I_2	VE
					$N \leq 10^6$
					$10^6 \text{ a } 10^7$
					$\geq 10^7$
		I	0	0	4,0
		II	1	0	3,0
		III	0	1	2,0
		$I_1 = 1$	$I_2 = 0$		VE = 3,0
PREVISÃO DA DEFLEXÃO			ESPESSURA DO REVESTIMENTO MÍNIMO		
$\log D_p = 3,148 - 0,188 \log N$			$h_{cb} = \frac{807,961}{D_p} + 0,972I_1 + 4,101I_2 - 5,737$		
$D_p \Rightarrow 103/100\text{mm}$			$h_{cb\text{mín}} = 3,0\text{cm}$		
VERIFICAÇÃO DO DIMENSIONAMENTO					
$H_{cb} < 45\text{cm}$			$H_r \geq h_{cb}$		
$H_{cb} = h_b + h_{ms} + H_{ref}$			$h_{cb} \times VE + H_{cb} \geq H_r$		
$15 + 15 = 30 < 45$			$5,0 \times 3,0 + 30 = 45,0 > 40$		
CONCLUSÃO					
ESTRUTURA APTA					

VERIFICAÇÃO DO DIMENSIONAMENTO PELO MÉTODO DA RESILIÊNCIA (TECNAPAV)																																																												
PAVIMENTOS NOVOS - LOTE 1 (Ramos Secundários das Interseções, Retornos Operacionais, Ruas Laterais e Acessos)																																																												
DADOS DISPONÍVEIS																																																												
CAMADAS ↕ REVESTIMENTO BASE SUB-BASE REFORÇO SUBLEITO	ESTRUTURA ↕  CBR _{sub} ↕ 9% % SILTE ↕ 35%	NÚMERO N ↕ 1,04 × 10 ⁶  PERÍODO DE PROJETO ↕ 15 Anos																																																										
PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">SOLO DO SUBLEITO</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">CBR</th> <th style="text-align: center;">> 10%</th> <th style="text-align: center;">6 a 9%</th> <th style="text-align: center;">2 a 5%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">% SILTE < 35%</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">II</td> <td style="text-align: center;">III</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">35 a 65%</td> <td style="text-align: center;">II</td> <td style="text-align: center;">II</td> <td style="text-align: center;">III</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">> 65%</td> <td style="text-align: center;">III</td> <td style="text-align: center;">III</td> <td style="text-align: center;">III</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">TIPO DO SOLO ⇒ II</td> </tr> </tbody> </table>			SOLO DO SUBLEITO				CBR	> 10%	6 a 9%	2 a 5%	% SILTE < 35%	I	II	III	35 a 65%	II	II	III	> 65%	III	III	III	TIPO DO SOLO ⇒ II				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="text-align: center;">SOLO DO SUBLEITO</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">I₁</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">I₂</th> <th colspan="3" style="text-align: center;">VE</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">N ≤ 10⁵</th> <th style="text-align: center;">10⁵ a 10⁷</th> <th style="text-align: center;">≥ 10⁷</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">4,0</td> <td style="text-align: center;">3,4</td> <td style="text-align: center;">2,8</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">II</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">3,0</td> <td style="text-align: center;">3,0</td> <td style="text-align: center;">2,8</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">III</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2,0</td> <td style="text-align: center;">2,0</td> <td style="text-align: center;">2,0</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">I₁ = 1</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">I₂ = 0</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">VE = 3,0</td> </tr> </tbody> </table>	SOLO DO SUBLEITO	I ₁	I ₂	VE			N ≤ 10 ⁵	10 ⁵ a 10 ⁷	≥ 10 ⁷	I	0	0	4,0	3,4	2,8	II	1	0	3,0	3,0	2,8	III	0	1	2,0	2,0	2,0	I ₁ = 1		I ₂ = 0		VE = 3,0	
SOLO DO SUBLEITO																																																												
CBR	> 10%	6 a 9%	2 a 5%																																																									
% SILTE < 35%	I	II	III																																																									
35 a 65%	II	II	III																																																									
> 65%	III	III	III																																																									
TIPO DO SOLO ⇒ II																																																												
SOLO DO SUBLEITO	I ₁	I ₂	VE																																																									
			N ≤ 10 ⁵	10 ⁵ a 10 ⁷	≥ 10 ⁷																																																							
I	0	0	4,0	3,4	2,8																																																							
II	1	0	3,0	3,0	2,8																																																							
III	0	1	2,0	2,0	2,0																																																							
I ₁ = 1		I ₂ = 0		VE = 3,0																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">PREVISÃO DA DEFLEXÃO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">$\log D_p = 3,148 - 0,188 \log N$</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$D_p \Rightarrow 104/100\text{mm}$</td> </tr> </tbody> </table>		PREVISÃO DA DEFLEXÃO	$\log D_p = 3,148 - 0,188 \log N$	$D_p \Rightarrow 104/100\text{mm}$	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">ESPESSURA DO REVESTIMENTO MÍNIMO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">$h_{cb} = \frac{807,961}{D_p} + 0,972I_1 + 4,101I_2 - 5,737$</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$h_{cb\text{mín}} = 3,0\text{cm}$</td> </tr> </tbody> </table>		ESPESSURA DO REVESTIMENTO MÍNIMO	$h_{cb} = \frac{807,961}{D_p} + 0,972I_1 + 4,101I_2 - 5,737$	$h_{cb\text{mín}} = 3,0\text{cm}$																																																			
PREVISÃO DA DEFLEXÃO																																																												
$\log D_p = 3,148 - 0,188 \log N$																																																												
$D_p \Rightarrow 104/100\text{mm}$																																																												
ESPESSURA DO REVESTIMENTO MÍNIMO																																																												
$h_{cb} = \frac{807,961}{D_p} + 0,972I_1 + 4,101I_2 - 5,737$																																																												
$h_{cb\text{mín}} = 3,0\text{cm}$																																																												
VERIFICAÇÃO DO DIMENSIONAMENTO																																																												
$H_{cb} < 45\text{cm}$		$H_t \geq h_{cb}$																																																										
$H_{cb} = h_b + h_{sb} + H_{rv}$		$h_{cb} \times VE + H_{cb} \geq H_t$																																																										
$15 + 15 = 30 < 45$		$5,0 \times 3,0 + 30 = 45,0 > 40$																																																										
CONCLUSÃO																																																												
ESTRUTURA APTA																																																												

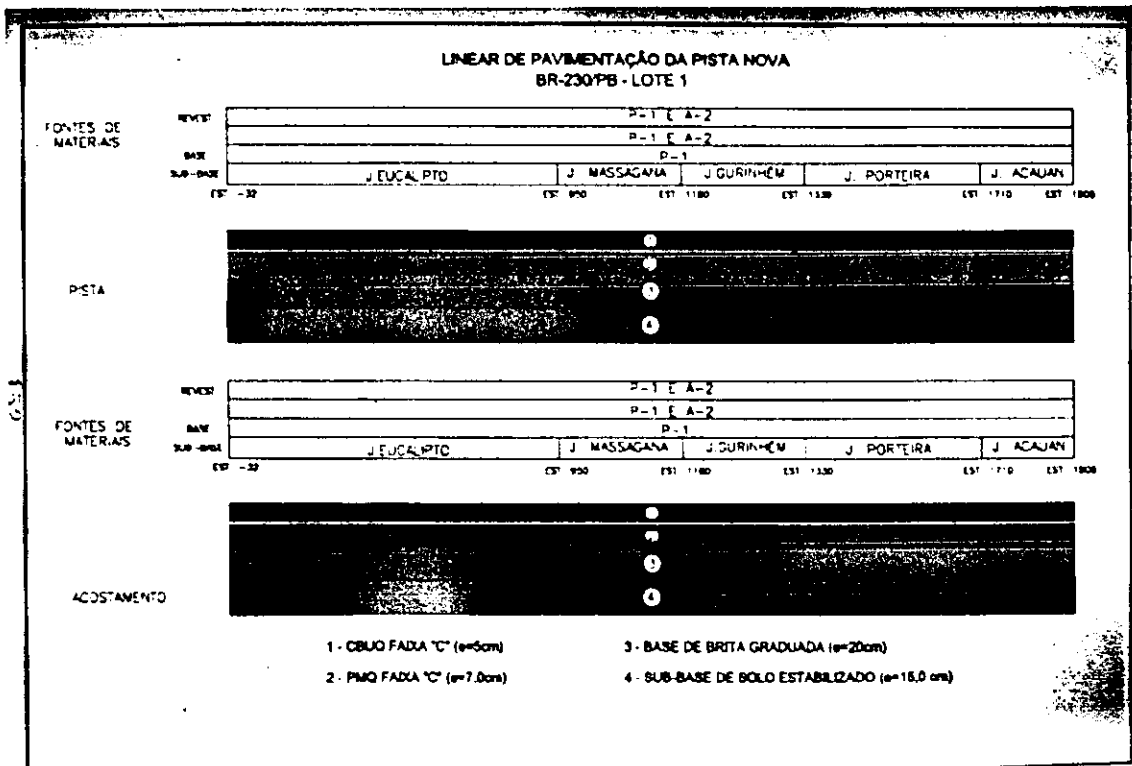
Seções Transversais







Linear de Pavimentação



2.2.5. Projeto de Sinalização

O projeto foi elaborado em uma única base, tendo sido realizada as seguintes atividades:

- a) Cadastramento completo e detalhado dos dispositivos de sinalização existentes, verificando-se o seu estado de conservação e condições de aproveitamento, inclusive o registro de placas arrancadas por atos de vandalismo ou choque de veículos.
- b) Estabelecimento do padrão e critérios de adoção dos dispositivos de sinalização horizontal, sinalização vertical e dispositivos auxiliares de segurança.

A sinalização de obras tem a função específica de garantir as condições necessárias de segurança para as equipes técnicas responsáveis pelos serviços previstos nas fases de implantação do projeto.

A sinalização de obra terá características próprias conforme o tempo necessário à execução dos diversos serviços de implantação do projeto, que serão de alta e longa duração.

A localização do serviço a ser executado na pista de rolamento existente determinará a alteração necessária na circulação dos fluxos de tráfego de forma específica, conforme a situação bloqueie o acostamento, faixa à direita, esquerda, centro ou em toda a largura da plataforma, considerando-se, sempre o elevado volume de tráfego do trecho (VMD = 6.000 veículos/dia) e o menor desconforto para o usuário.

Além da variação na localização do serviço em curso na plataforma, a característica do trecho determinará a variação da sinalização a ser adotada, a saber:

A sinalização de obras tem a função específica

- Segmentos de pista única, como uma ou duas faixas de rolamento por sentido.
- Segmentos de pista dupla com canteiro central com duas ou mais faixas de tráfego por sentido, e
 - Segmentos apresentando "boas" ou "más" condições de visibilidade.

2.3. Dosagem de CBUQ

2.3.1. Faixa "B" Para camada de ligação

Para a dosagem foi adotado o método Marshall, de acordo com as especificações determinadas para CBUQ.

Os agregados disponíveis são obtidos através de britagem do material proveniente da pedra II - café do vento. A composição granulométrica dos agregados minerais, em termos de percentagem, foi feita pelo processo gráfico.

Para o estudo de CAP 50/60, foram realizados ensaios de penetração, viscosidade Saybolt-Furol, ponto de Amolecimento (anel e bola), espuma, ponto de fulgor e relação viscosidade / temperatura.

Para os agregados minerais: brita de 38,1mm, brita de 19,1mm, brita de 4,8mm, pó de pedra < 4,8mm e areia, foram feitos ensaios de granulometria, equivalente de areia, abrasão "Los Angeles", densidade real e aparente, e índice de forma.

RESUMO DOS ENSAIOS						
Ensaio	Brita 2	Brita 1	Brita 0	Pó	Areia	CAP 50/60
Densidade aparentes g/dm ³	1,368	1,274	1,253	1,294	1,300	1,030
Densidade real g/dm ³	2,740	2,717	2,744	2,735	2,370	—
Índice de forma	0,89	0,78	0,51	—	—	—
Abrasão los angeles	21,2	21,5	24,4	—	—	—
Impureza orgânica P _{pm}	—	—	—	—	—	—
Equivalente de areia	—	—	—	60,00	80,00	—

Com esses dados, procedemos um ensaio Marshal, por tentativa, isto é, com corpos de prova variando a porcentagem de CAP, a começar com 3,5%. Assim, teremos condições de traçar os gráficos de % de CAP, estabilidade, fluência, índice de vazios e relação betume vazios (RBV), e definir o traço definitivo.



ENSAIO MARSHALL

OBRA : DUPLICAÇÃO DA BR 230 JOÃO PESSOA - CAMPINA GRANDE

Dens. Real do cim. Asfáltico (Gc s)
Dens. Real da mistura Agreg (Gc g)

1,630
2,721

Moldagem com 75 golpes
Constante da prensa

2,044

DATA : 23/04/01

GRUPO DE PAVAS	% CIMENTO ASFÁLTICO	PESO EM GRAMAS		VOLUME (Cm ³)	DENSIDADE		Y. Y.		Y. G. S.		V. A. N. VAZIOS ABRIG. MM (%)	R. E. V. RELAÇÃO BETUM. / VAZIOS (%)	ESTABILIDADE		FLUÊNCIA		
		NO AR (g)	NA ÁGUA (g)		APARENTE (g/cm ³)	TEÓRICA (g/cm ³)	PORCENTAGEM DE VAZIOS		VALORES CHEIOS COM BETUM. (%)				LEITURA	CALCULADA	CORRIGIDA (kN)	Leturas (mm)	Γ
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
Nº	% CA em relação peso da mistura			(c-d)	(e/f)		$(h-i) \cdot 100$	$(j-k) \cdot 100$	l+b	k+b	l+b	$m/100$		n+kp	o+k		s
																	23,4
01	3,5	1.198,0	692,0	504,0	2.373	2.573	20,0	7,8	8,3	8,1	15,9	50,9	380	776,7	764	2,40	9,4
02	3,5	1.200,0	692,5	507,5	2.366	2.573	20,8	8,1	8,3	8,1	16,2	50	370	756,3	726	2,70	10,8
03	3,5	1.204,0	695,0	509,0	2.365	2.573	20,8	8,1	8,3	8,1	16,2	50	330	674,5	654	2,80	11,0
	3,8				2.344			8,0		8,1	16,1	50,3			716	2,8	10,3
04	4,0	1.182,7	691,8	500,9	2.381	2.573	19,2	7,5	9,5	9,2	16,7	59,1	420	658,5	659	3,20	12,6
06	4,0	1.213,0	705,5	507,5	2.390	2.573	18,3	7,1	9,8	9,3	16,4	58,7	400	617,6	703	3,41	13,4
08	4,0	1.208,5	705,0	504,5	2.397	2.573	17,6	6,8	9,6	9,3	16,1	57,8	380	776,7	789	3,55	14,0
	4,8				2.389			7,1		9,3	16,4	66,8			807	3,4	13,3
07	4,5	1.203,0	698,5	504,5	2.385	2.534	14,9	5,9	10,7	10,4	16,3	63,8	440	699,4	690	4,08	16,0
08	4,5	1.218,5	708,0	508,5	2.382	2.534	14,2	5,6	10,8	10,5	16,1	65,2	450	619,8	692	3,81	15,4
09	4,5	1.218,0	711,0	507,0	2.402	2.534	13,2	5,2	10,8	10,5	15,7	66,9	410	638,0	613	3,85	15,2
	4,8				2.393			5,8		10,8	16,0	66,3			645	3,9	16,5
10	5,0	1.230,0	720,0	510,0	2.412	2.515	10,3	4,1	12,1	11,7	15,9	74,1	400	617,6	785	4,60	18,1
11	5,0	1.208,0	705,5	500,5	2.410	2.515	10,5	4,2	12,1	11,7	15,9	73,6	390	797,2	781	4,60	17,7
12	5,0	1.223,5	716,5	507,0	2.413	2.515	10,2	4,1	12,1	11,7	15,9	74,1	370	756,3	741	4,50	17,7
	6,8				2.412			4,1		11,7	16,8	73,9			789	4,6	17,8
13	5,5	1.192,4	698,4	498,0	2.404	2.496	9,2	3,7	13,2	12,8	16,5	77,6	350	715,4	787	4,90	19,3
14	5,5	1.182,1	690,6	491,5	2.405	2.496	9,1	3,6	13,2	12,8	16,4	78	330	674,5	695	5,45	21,5
16	5,5	1.219,4	712,6	508,8	2.408	2.496	9,0	3,6	13,2	12,8	16,4	78	320	654,1	661	5,45	21,5
	6,8				2.406			3,8		12,8	16,4	77,9			714	6,3	20,8

VIA DRAGADOS S/A
F. Nelson Mendes Leite, Jr. Eng.º
C.R.C.A. 10000111-1

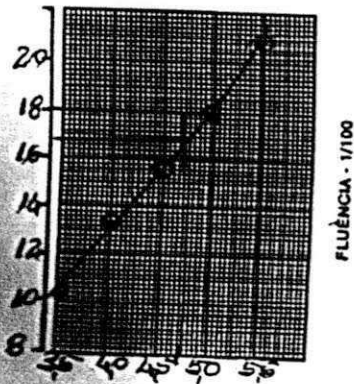
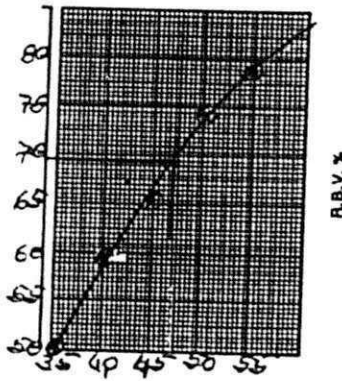
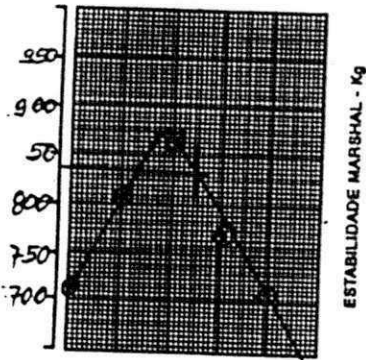
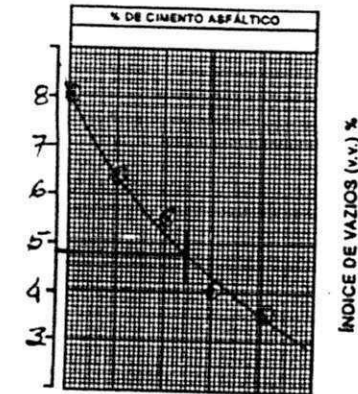
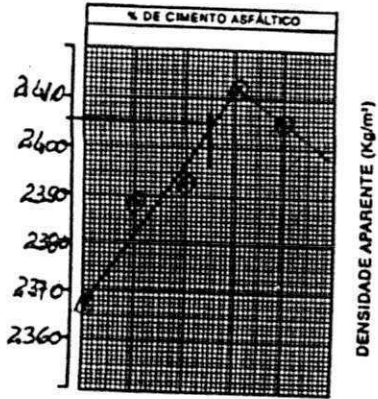


CERTIFICADO Nº _____

REFERÊNCIA: _____

DOSAGEM DO CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE (C.B.U.Q)

FIRMA: _____
USINA: _____

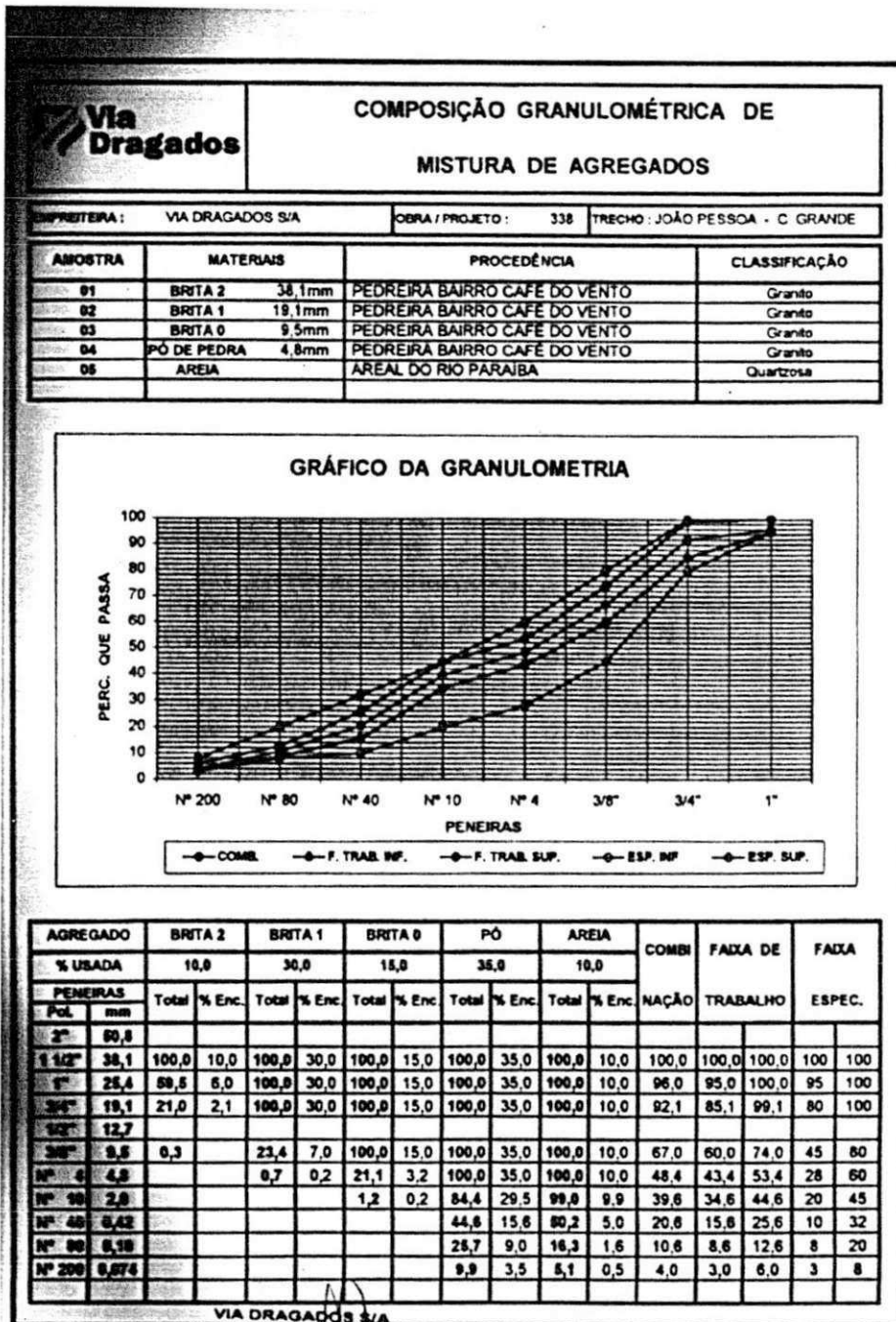


DENSIDADE APARENTE 2405 %
 % V.V. 4.8 %
 ESTABILIDADE 835 %
 R.B.V. 69.5 %
 FLUÊNCIA 16.8
 TEOR ÓTIMO 47 %

VIA DRAGADOS S/A
 Fernando Marques Teixeira de Oliveira
 Controlador de Qualidade
 CREA - 39999/D

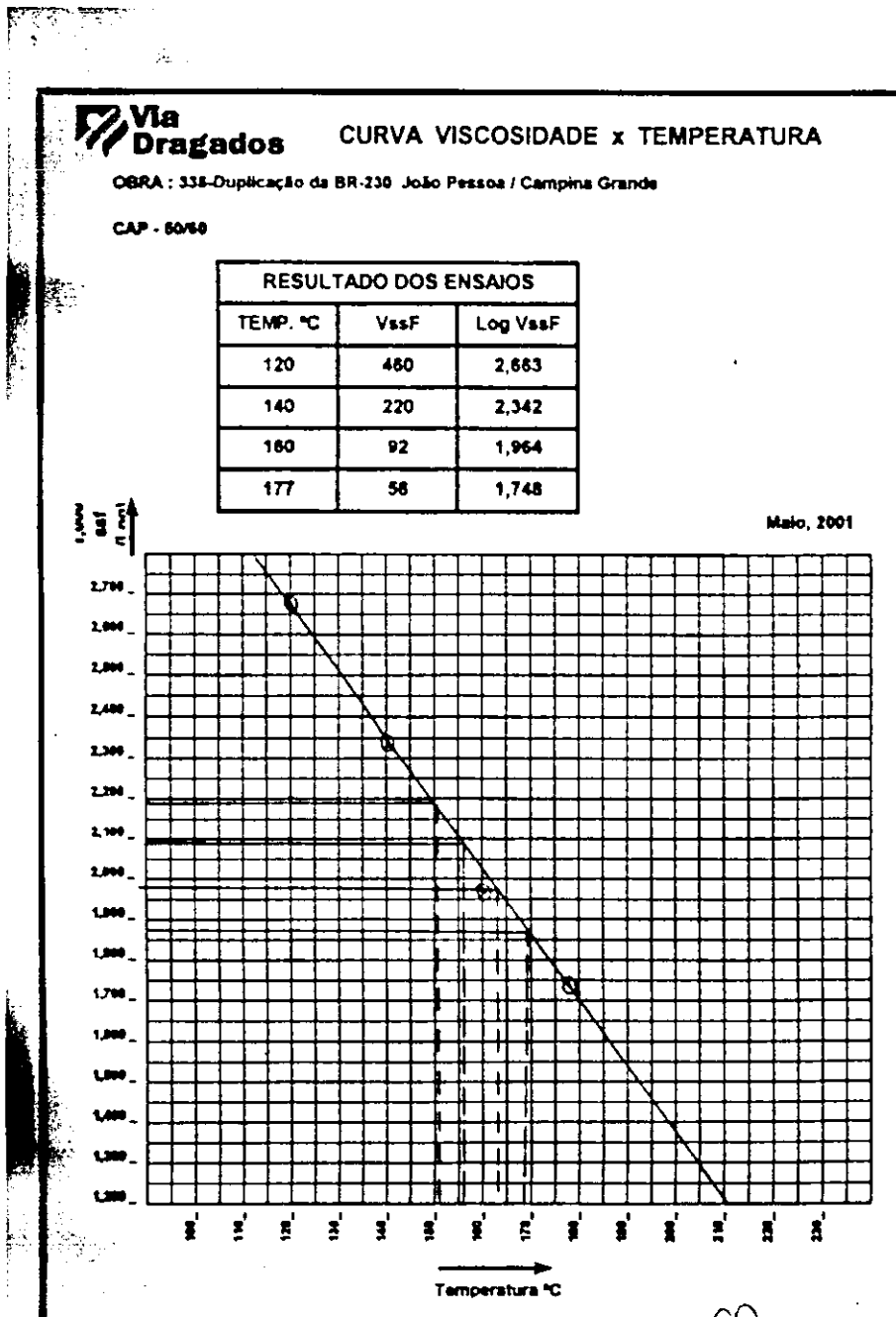
Como podemos observar, para os intervalos da norma, o melhor valor para o teor ótimo foi de 4,7%.

Continuamos com a composição granulométrica da mistura de agregados. Segundo ficha a seguir.



Após a determinação do traço a ser usado, foram confeccionados 03 corpos de prova para cada teor de CAP-50/60.

A energia de compactação utilizada foi de 75 golpes por face. A temperatura de compactação foi de 168°C, conforme gráfico de viscosidade em seguir:



VIA DRAGADOS S/A

Fernando Maciel Torres de Sá
 Engenheiro de Civil
 CREA 35992/O-1

Via e Tempo



ENSAIO MARSHALL

OBRA : DUPLICAÇÃO DA BR 230 JOÃO PESSOA - CAMPINA GRANDE

CONFIRMAÇÃO DO TRAÇO DE BINDER - FAIXA "B"

Dens. Real do cim. Asfáltico (Gc a) 1,030
 Dens. Real da mistura Agreg. (Gc g) 2,721

Moldagem com 75 golpes
 Constante da prensa 2.044

DATA : 23/06/01

CORPO DE PROVA	% CIMENTO ASFÁLTICO	PEDO EM GRAMOS		VOLUME (Cm3)	DENSIDADE		V. V.		V. C. B.		V. A. M.	R. B. V.	ESTABILIDADE				FLUÊNCIA				
		NO AR (g)	NA ÁGUA (g)		APARENTE (Kg/dm3)	MÁXIMA TEÓRICA (Kg/dm3)	PORCENTAGEM DE VAZIOS		VAZIOS CHEIOS COM BETUME (%)				RELAÇÃO BETUME / VAZIOS (%)	LEITURA	CALCULADA	FATOR DE CORREC.	CORRIGIDA (KG)	LeH (mm)	F (100)		
		c	d		e	f	g	h	i	j										k	l
Nº	% CA em relação peso da mistura			(c-d)	(e/f)			$(g-i) \cdot 100$	$(g-f) \cdot 100$	fab	fcb	iac	k/l x 100		n x ip		exp		q	r	s
																					25,4
01	4,7	1 200,0	696,8	503,2	2 385	2 526	14,1	5,6	11,2	10,9	16,5	66,1	420	856,5			833	4,0	15,8		
02	4,7	1 214,0	709,5	504,5	2 406	2 526	12,0	4,8	11,3	11	15,6	66,6	410	838,0			813	3,7	14,6		
03	4,7	1 217,0	712,0	505,0	2 410	2 526	11,6	4,6	11,3	11	15,6	70,5	400	817,6			785	4,1	16,1		
	MÉDIA				2,400			6,0				68,7					810	3,9	16,6		

VIA DRAGADOS S/A

ENSAIO MARSHALL - LABORATÓRIO DE ENSAIOS
 Centro de Controle de Qualidade

ENSAIO MARSHALL - 06/001

Para finalizar, tem-se a confirmação do traço, onde se confeccionou 6 corpos de prova, sendo 3 Marshall e 3 rompidos diametral. Todos os cálculos estão apresentados a seguir.



RESILIÊNCIA

OBRA : DUPLICAÇÃO DA BR 230 JOÃO PESSOA - CAMPINA GRANDE

Porcentagem de CAP = 4,7 %

Moldagem = 75 golpes

Temperatura = 25 °C

Data : 24 / 05 / 2,001

Nº	Dímetro (D)	A	B	C	D	E	F	G
	Altura (H)	(Leitura)	(Leitura)	(Leitura)	$\frac{A+B+C}{2}$	$\frac{E}{D} \times H$	(Leitura Prisma)	$\frac{2 \times F}{E}$
04	D	10,11	10,13	10,12	10,12	208,8540	405	3,9198
	H	6,50	6,50	6,49	6,50			
05	D	10,10	10,13	10,11	10,11	204,8817	505	4,9302
	H	6,48	6,41	6,48	6,45			
06	D	10,10	10,11	10,13	10,11	203,9088	510	5,0022
	H	6,40	6,45	6,42	6,42			
VIA DRAGADOS S/A Fernando Marques Teixeira (C.R. 125.927-2) Controlador em Exercício CREA 30994/O-1							Média =	4,617

2.3.2. Faixa "C" para camada de rolamento

Para dosagem do CBUQ na faixa "C", para uso na camada de rolamento CAPA, também foi adotado o método Marshall, com os agregados da mesma pedreira II.

Para o estudo do CAP-50/60, foram realizados os mesmos ensaios descritos no item anterior.

Para os agregados minerais = brita 1, brita 0, pó de pedra, areia e filer, foram feitos ensaios de granulometria, equivalente de areia, abrasão "Los Angeles", densidade real e aparente, índice de forma e adesividade.

Moldagem e rompimento dos corpos de prova, para cálculo dos elementos de dosagem, foram executados da mesma maneira do item anterior.

Para esta camada foram encontrados os seguintes valores, conforme DNER-ES 319/97:

- Vazios = valores especificados = 3 – 5 → 3,9;
- Teor de CAP = 5,9%;
- RBV = Valores especificados = 75 – 82 → 77;
- Estabilidade máxima = 810kg;
- Densidade máxima = 2.368;
- Fluência = Valores especificados = 8 – 18 → 14,6;
- Teor ótimo de betume = 5,9% ± 0,3%;

3.0. EXECUÇÃO

3.1. Infra-Estrutura

3.1.1. Introdução

Chamamos de infra-estrutura todas as instalações físicas montadas pela empresa contratada. Instalações estas essenciais para a execução da obra, pois nela se encontra os escritórios, laboratórios, depósitos, alojamento, jazidas, usinas, etc...

3.1.2. Escritórios

São basicamente dois escritórios existentes na obra: o primeiro da Via Engenharia onde se processa além de todos os problemas burocráticos e de pessoal, relatórios técnicos, medições e qualquer outro projeto que seja necessário para o andamento da obra, já que alguns problemas foram durante a execução da mesma.

Basicamente são feitos relatórios mensais com os resumos dos ensaios, materiais e trechos liberados; a medição é feita tanto pela Via como pelo DER-PB, sendo a do DER a que servirá como pagamento, não afastamento alguma correção a ser feita pela medição da via, vale salientar que esta medição é feita mensalmente.

3.1.3. Laboratório

O laboratório é o local onde os ensaios para o controle de qualidade, dos serviços e materiais são feitos. Ele é praticamente dividido em dois "setores": o de solos e o de asfalto.

O setor de solos trata dos ensaios referentes às camadas que ficam abaixo do revestimento asfáltico, são eles: os aterros, o leito, o sub-leito, a base e a sub-base, tanto referente ao material a ser utilizado (solo corrigido ou BGS) como referente a verificação se as camadas estão obedecendo as normas quanto as tensões.

O setor de asfalto verifica a qualidade do CBUQ para que ele seja aplicado dentro da norma, verifica fatores quanto a temperatura, traço, RBV, etc..., e também, como o setor de solos, verifica depois do CBUQ aplicado se o mesmo está dentro das normas exigidas.

Nos dois setores o DER-PB dispõe de fiscais para liberar ou condenar os serviços em questão, porém todos os ensaios são executados pelo pessoal da Via Engenharia.

Os ensaios serão melhor detalhados no capítulo a seguir onde tratamos da parte de controle.

3.1.4. Jazidas e Pedreira

Para a duplicação do lote 01, foram selecionados materiais de duas jazidas, a primeira chamada de Jazida Eucalipto, que fica situada no km 66,12 da BR 230, lado esquerdo e a 10 metros da estaca 1.266. A outra jazida, mais conhecida como Jazida Massagana 3, situada no km 57,4, lado direito, a 10 metros da estaca 830.

Estas jazidas apresentam solos do tipo A-1-B, A-2-4 e A-2-6. Em geral, observa-se que os solos destas jazidas apresentam valores para o índice suporte califórnia entre 21% e 78% e baixa expansão.





A pedreira, onde também fica o escritório de fiscalização do DER-PB, fica localizado no km 70,3 distando 2,5 quilômetros de eixo do lado direito. O tipo de rocha encontrado nesta ocorrência é o granito.

3.2. Máquinas e Equipamentos

3.2.1. Usinas e Britador

Tanto as usinas quanto o britador, ficam localizados junto à pedreira (km 70,3 – BR 230 a 2,5 km do eixo), onde todo este complexo a Via batizou como Área Industrial.

São ao todo três usinas, duas para fabricação de CBUQ e outra, denominada usina de solos, onde o BGS (Brita graduada simples) tem sua composição, mistura e enchimento das caçambas (para transporte) efetivado.

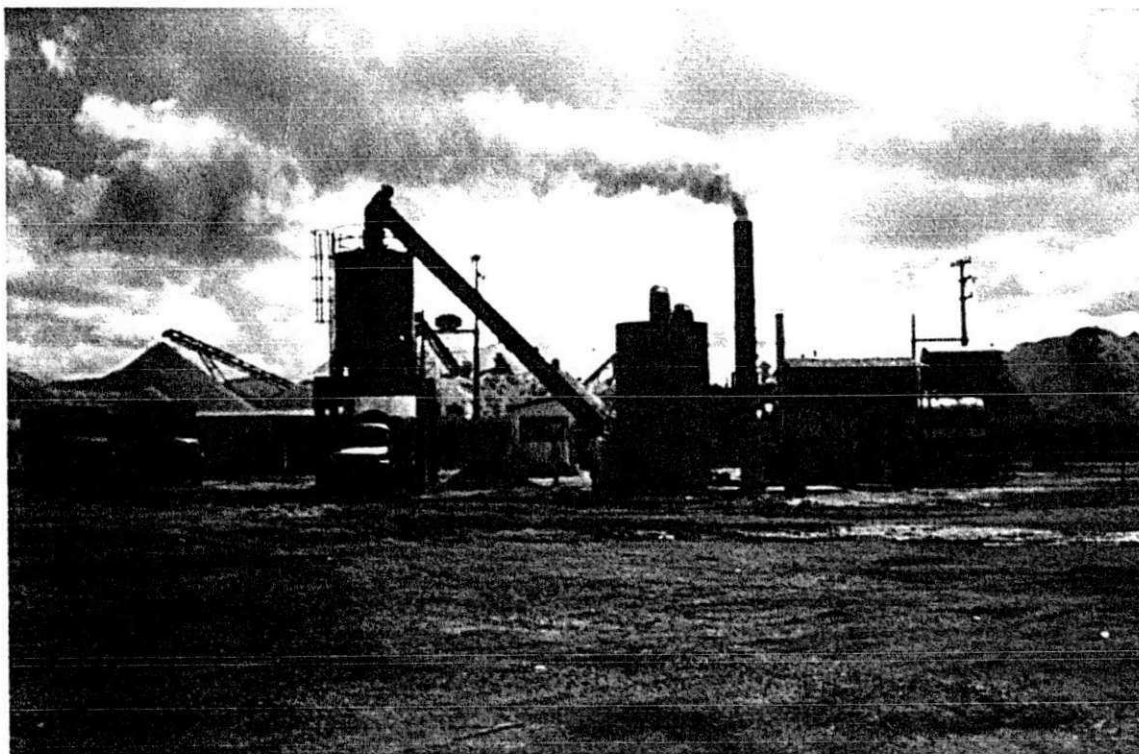
Assunto: duas usinas para a fabricação de CBUQ, se diferem em um ponto importante, uma é gravimétrica e a outra é volumétrica. Esta diferença faz com que cada usina tenha um tratamento diferenciado, porém com o objetivo de se fabricar o mesmo CBUQ.

A gravimétrica, por ser mais moderna, conta com uma série de balanças, onde cada material granular, antes de ser lançado no misturador, é pesado, isto reflete em uma precisão maior na hora de confeccionar o traço.

Já a volumétrica tem seu controle de material granular feito por aberturas em seus silos frios, onde dependendo do tamanho desta abertura mais ou menos material irá sair na esteira, por este motivo o controle de composição é um pouco mais difícil, porém sanado com o acompanhamento constante de ensaios em seu produto final.

A usina gravimétrica é composta basicamente de silo frios, esteira, secador de agregados, elevador quente, separador de agregados, misturador, controle das passagens e silo quente.

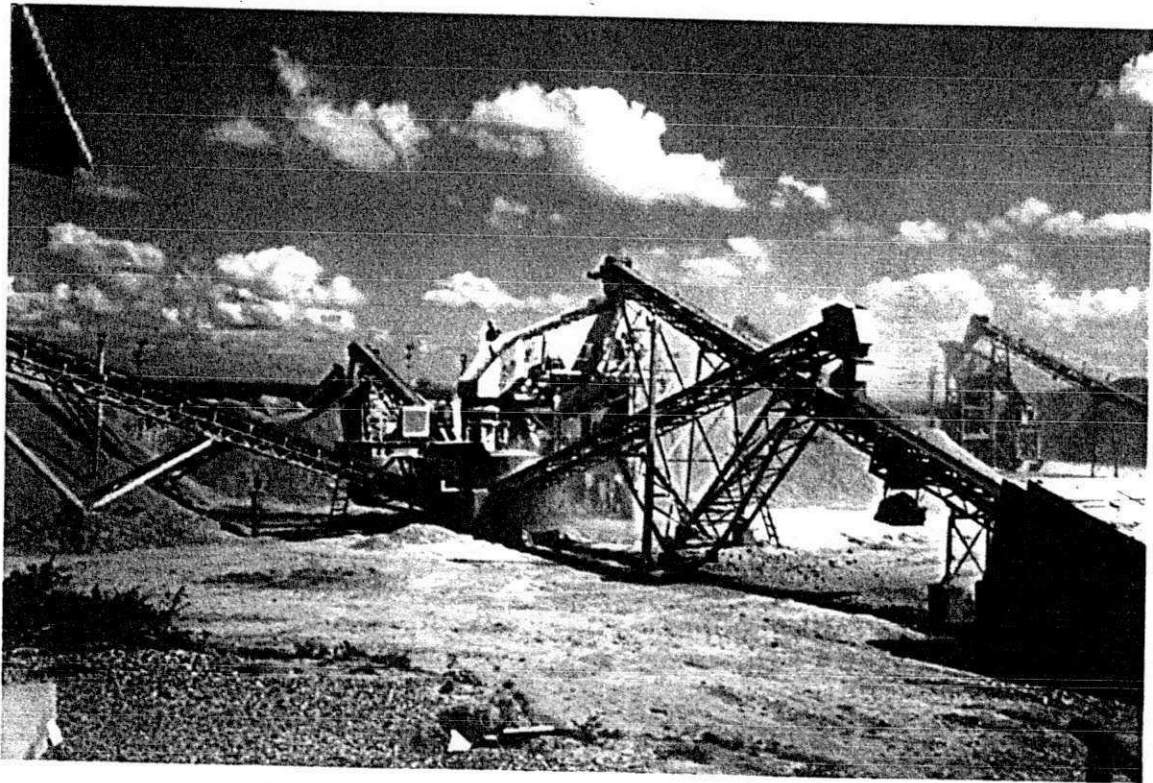
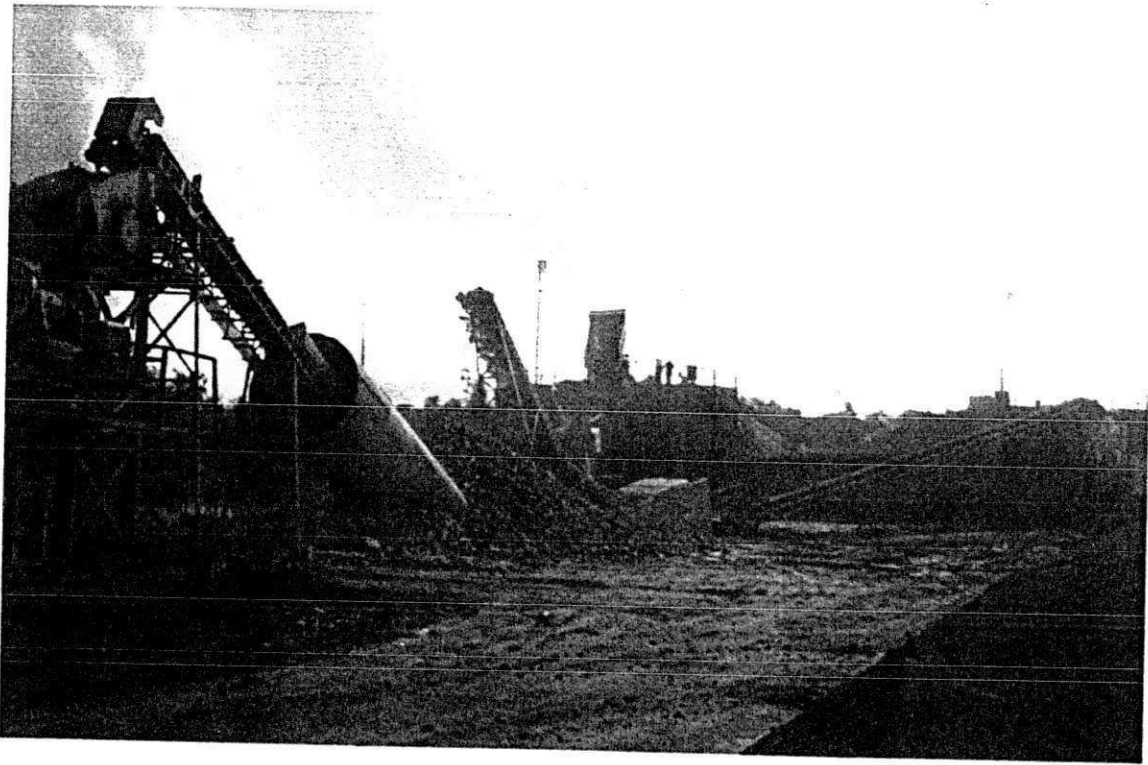
Já a usina volumétrica, como já explicado, não conta com o controle de passagens, a seguir a usina volumétrica montada na área industrial:





Os britadores, que são três no total, funcionam de maneira relativamente simples: primeiro os caminhões caçamba, carregados com pedras de todo o tamanho, alimentam a "boca" do britador onde ocorre a primeira trituração das pedras, e resultado desta trituração cai em um local que chamamos pulmão, local este que nada mais é que um buraco onde se tem uma esteira interligada a ele que eleva o material triturado para outro triturador, diminuindo assim o diâmetro do material, este processo se repete até chegarmos a um triturador que tem uma série de peneiras que separa o material a ser utilizado (Brita 0, Brita 1, pedrisco e pó-de-pedra). Cada peneira também é interligada a uma esteira que leva cada material para seu devido local.

Vale salientar que cada material é colocado nos silos frios das usinas, através de um trator como mostra as fotos abaixo:



3.2.2. Máquinas Rodoviárias

Tratamos agora dos itens referentes às máquinas que trabalham diretamente com o procedimento construtivo da obra.

No serviço de terraplenagem, o maquinário pesado é basicamente formado de: conjunto carregadeira, retro-escavadeira, pá carregadeira, moto-niveladora, greides de disco, escarificador, rolos compactadores e carreta de perfuração.

Já na execução de materiais betuminosos, observamos o uso de caminhão distribuidor de asfalto, vibro-acabadora e compactador de pneus, além de rolo compactador liso.

3.3. Etapas Construtivas

Dividimos em três as etapas construtivas: drenagem, terraplenagem e pavimentação; Não falaremos neste momento em desmatamento, pois esta etapa não foi vista durante o estágio.

3.3.1. Drenagem

A drenagem das estradas trata da remoção da água de dentro da própria estrada e do seu encaminhamento adequado. Entretanto, o terreno é usado, também, junto com dispositivos adequados destinados a impedir que ela atinja a estrada.

Devido às suas ações erosivas e amolecedora, a água, quando aparece aonde não é necessária, torna-se provavelmente o pior inimigo das estradas. Ela é a causa direta ou uma das causas que contribuem para maior parte dos insucessos e interrupções de estradas. Por esse motivo, o estudo completo e as melhores soluções possíveis para todos os problemas de drenagem são de importância vital para o sucesso da construção rodoviária.

3.3.2. Terraplenagem

Terraplenagem de um modo geral é a arte, de modificar a configuração do terreno. Na construção de estradas, a terraplenagem é o trabalho de construir o leito da estrada na sua altura certa, sobre este leito, posteriormente, é construído um pavimento que recebe as cargas do tráfego de

veículos. A terraplenagem compreende a desobstrução do local em que vai ser construída a estrada, o preparo das fundações, as escavações, o transporte, colocação, compactação e conformação dos materiais que vão formar o corpo da estrada, o ajardinamento, a limpeza da área construída e outras operações eventuais.

De um modo geral a terraplenagem se faz com a colocação da estrada no greide, escavação, desmonte de rocha a céu aberto, talvez de cortes, fundações para aterros e construções de aterros.

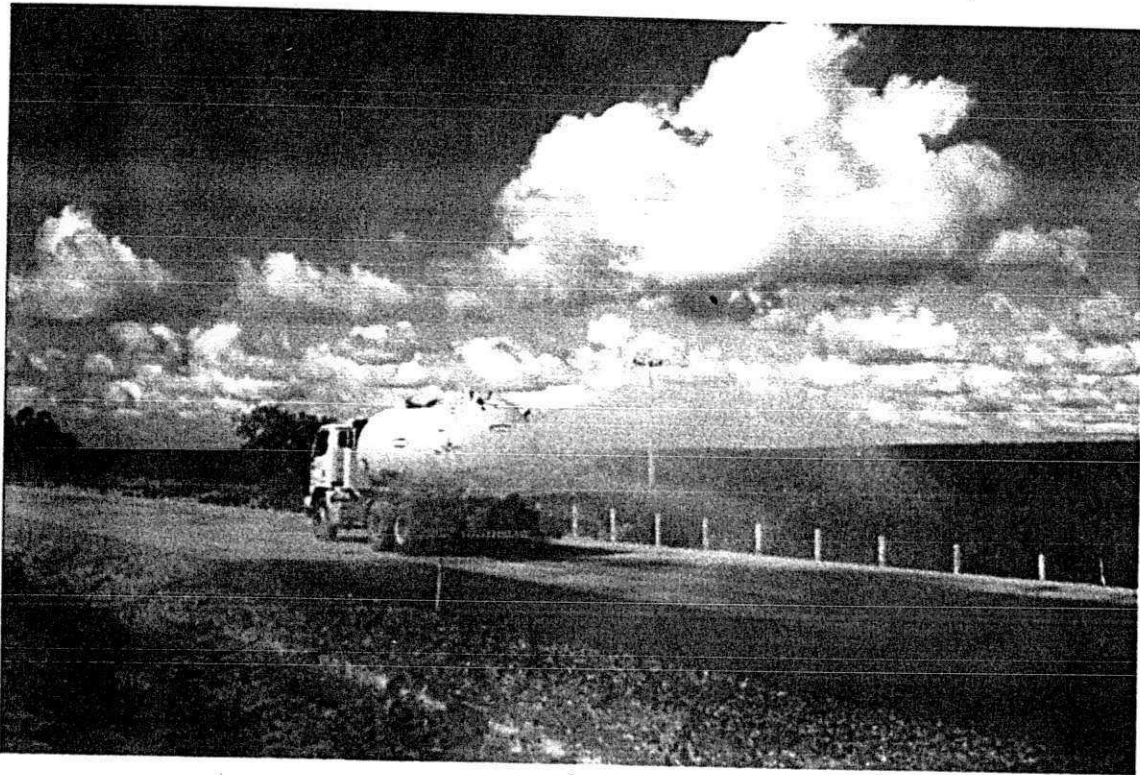
3.3.3. Pavimentação

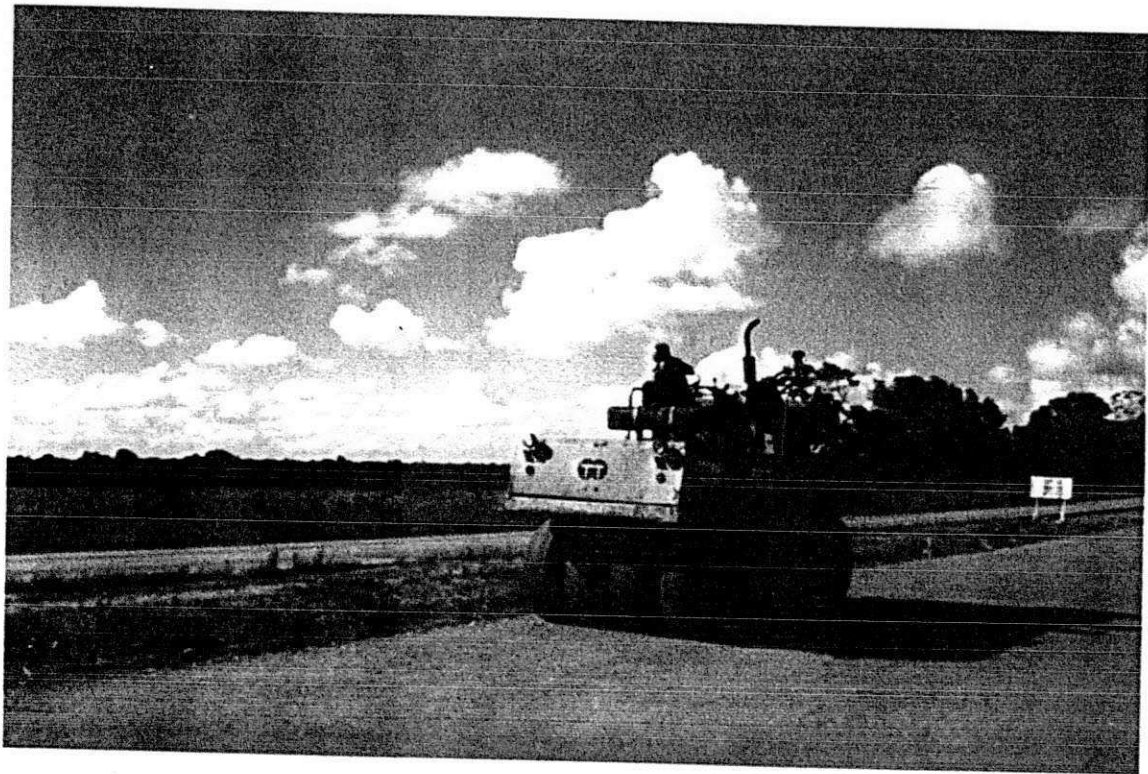
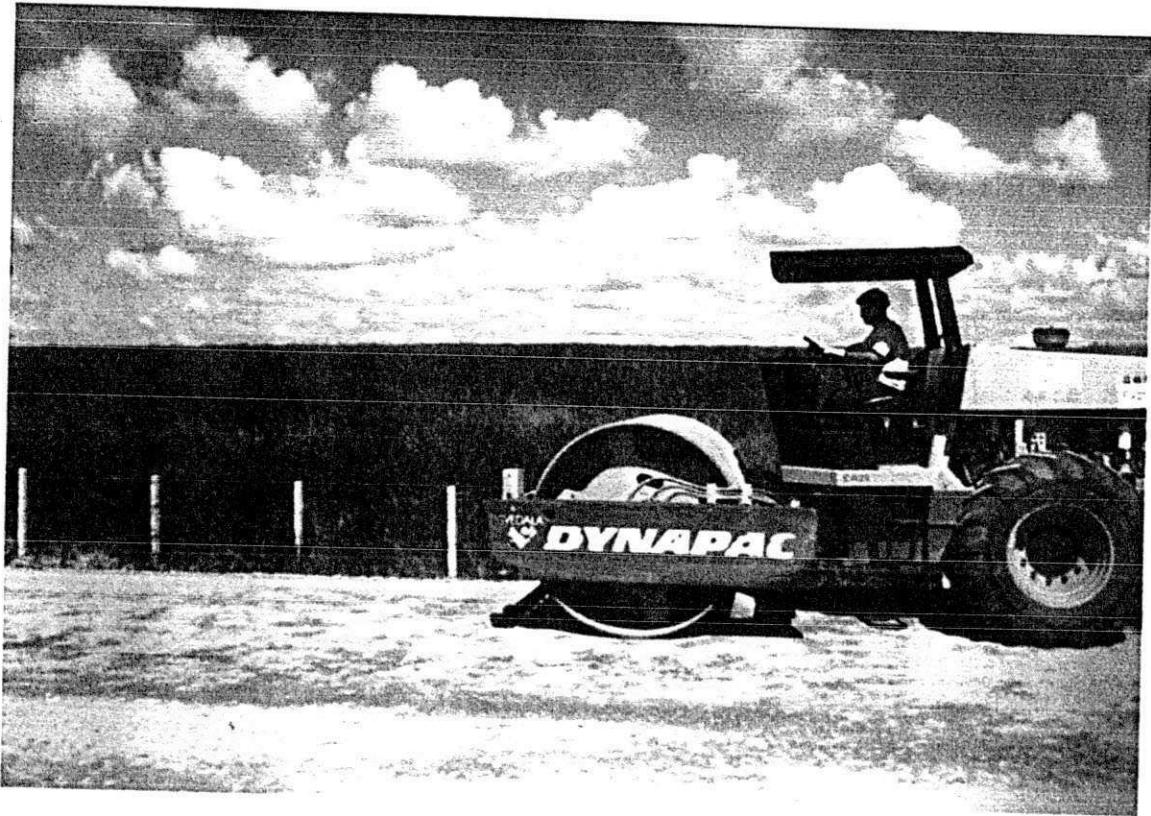
O pavimento costuma ser definido como a estrutura construída sobre a terraplenagem, destinada a distribuir no terreno subjacente as cargas do tráfego e oferecer condições de suavidade, segurança e boa aderência ao tráfego de veículos.

Na duplicação da BR 230 – lote 01, as camadas de base e sub-base, foram constituídas de material estabilizado, ora tirados das jazidas ora usinados na área industrial (BGS).

A execução destas camadas se faz inicialmente colocando o material estabilizado em cima do leito definido pela terraplenagem como o auxílio de caminhões-caçamba. Em seguida o material é espalhado pela motoniveladora, esta, por sua vez, é orientada pelo estudo topográfico. Com o material espalhado existe a preocupação de compactá-lo corretamente: primeiro o caminhão pipa joga a quantidade de água previamente calculada sobre o material, o material molhado é homogenizado com o greide de discos e em seguida os rolos tipos tandem fazem a compactação. O resultado deste serviço, tanto na espessura das camadas quanto à compactação é fiscalizada pelo laboratório, controle este que veremos no próximo capítulo.

Com as camadas de base e sub-base prontas e aprovadas pelo controle tecnológico, o pavimento está pronto para ser imprimado. Caso o controle não aprove determinada camada, esta é desfeita com o auxílio do estratificador e refeita do mesmo modo anterior.



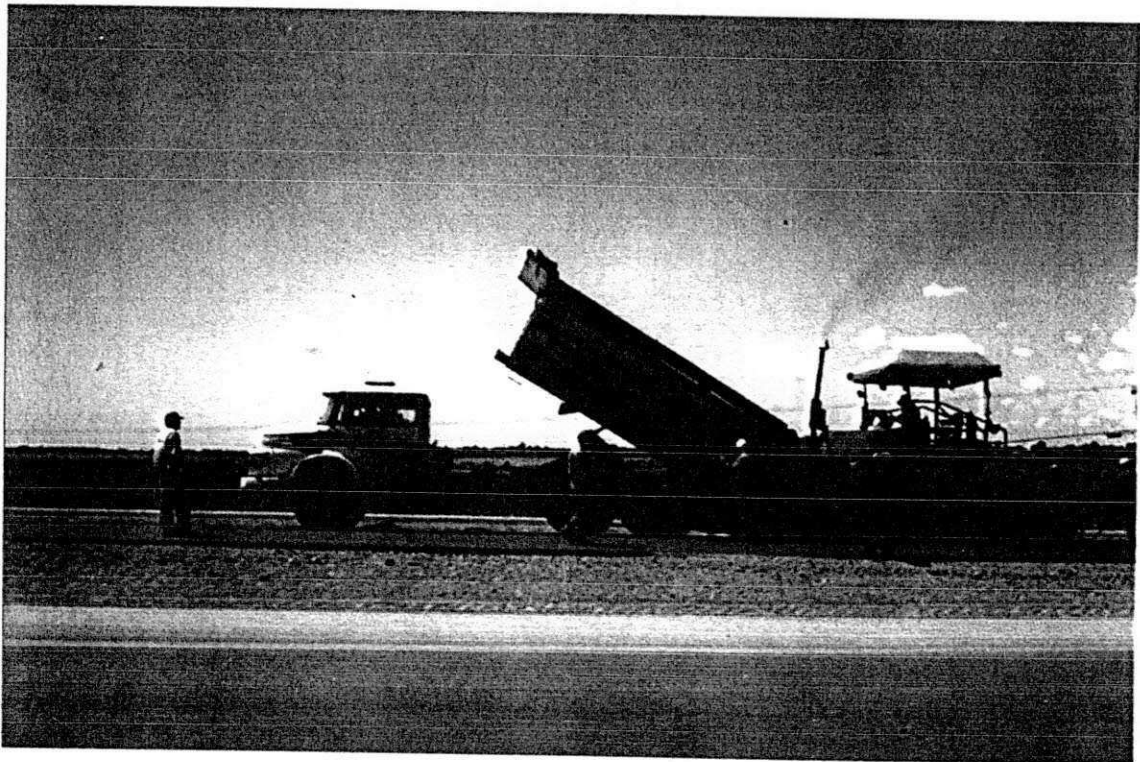


A imprimação é executada através de um caminhão distribuidor de asfalto, que, como mostra a foto a seguir, distribuir continuamente o asfalto sobre a camada de base impermeabilizando-a, vale salientar que só após esta etapa o pavimento poderá obter defesa a prováveis chuvas.



Com nossa base imprimada daremos início a colocação do nosso CBUQ. Este que por sua vez é colocado em duas camadas como já descrito. A primeira é a camada de "Binder" ou camada intermediária, esta costuma ser uma camada grossa, de massa mais pobre em asfalto, coberta por uma camada mais fina e mais lisa em asfalto que chamamos de "Capa" ou camada de rolamento, mais compacta e mais resistente, que fica exposta diretamente à ação do tráfego e das intempéries.

Para a colocação destas camadas, a máquina a ser utilizada é a vibro-acabadora para pavimento asfáltico usinado, que é acoplada nos caminhões caçamba e arrastada distribui uniformemente o CBUQ ao longo do trecho e com a espessura para compactação adequada. Esta compactação é feita enquanto o CBUQ ainda está em temperatura suficiente para atingir a densidade desejada, e é executada através dos rolos lisos tipo tandem e os rolos de pneus com pressão variável. A seguir as fotos deste procedimento.



Resta-nos, agora, sinalizar a Via, tanto a sinalização vertical como a horizontal é executada de acordo com o projeto.

As tintas já vêm prontas e são aquecidas e utilizadas através de máquinas demarcadoras de faixa de tráfego.

4.0 CONTROLE TECNOLÓGICO

O controle tecnológico feito na duplicação da BR 230 lote 01 tem o propósito, além de garantir a qualidade dos materiais e serviços, impor a empresa contratada um trabalho de fiscalização que garante o cumprimento das especificações e normas determinadas pelo DNER e adotadas pelo DER PB.

Toda a amostra a ser analisada é recolhida ao laboratório, situado na área industrial, para se proceder ao devido ensaio.

O laboratório, por sua vez, é teoricamente dividido em duas seções, a primeira destinada aos ensaios de solos, onde os ensaios dizem respeito ao estudo dos aterros, sub-bases e bases, e a segunda onde o material em ênfase é o asfalto, e tem como o CBUQ o produto final a ser analisado (CAP e agregados).

O controle da execução dos serviços é ininterrupto, iniciando-se com a verificação dos materiais e equipamentos aplicados, passando pelos procedimentos executivos e terminando com os resultados do controle que possibilitarão a decisão quanto a aceitação ou refeição do produto acabado.

Existe, também, uma análise estatística dos resultados dos ensaios executados, alimentada e executada pelo engenheiro Oduvaldo do DER PB, como mostrado a seguir exemplificado nos resumos de base e binder de junho de 2001.

4.1 Solos (ensaio)

São muitos os ensaios que envolvem este tema, se fossemos tratar de cada um deles nosso relatório ficaria muito extenso e sem objetividade, portanto em nosso caso detalharemos aqueles que mais se repetiram, dando ênfase aos que são intimamente ligados a liberação de trechos e, por conseguinte, a medição mensal anteriormente tratada neste relatório.

4.1.1 Índice de suporte Califórnia

Este método permite determinar o valor relativo de suporte de solos pelo ensaio de amostra deformada moldada na umidade ótima obtida em um dos ensaios de compactação de solos.

Moldamos o corpo de prova compactando o solo na umidade ótima do ensaio de compactação DPT M 48-64 com 26 golpes por camada.

Terminada a moldagem, o disco espaçador será retirado, o molde invertido e fixado ao prato base.

No espaço deixado pelo disco espaçador, será colocado uma haste de expansão com os pesos anelares que equivalem ao peso do pavimento. Esta sobrecarga não poderá ser menos que 4,536 kg.

Adapta-se, ainda, na haste de expansão um extensômetro fixado ao tripé porta-extensômetro, colocado no bordo superior do cilindro, destinado a medir expansões ocorridas, que deverão ser anotadas de 24 em 24 horas, em percentagem de altura inicial do corpo de prova.

Terminado o período de embebição, o molde com o corpo de prova será retirado da emersão e deixado escoar durante 15 minutos, pesando-se assim o conjunto, após o que o corpo de prova estará preparado para o ensaio de penetração.

Vale salientar que a expansão permitida, em nosso caso, é de até 1%.

Para o ensaio de penetração, colocamos no topo do corpo de prova, dentro do molde cilíndrico, uma sobrecarga igual a do ensaio de expansão.

Levamos este conjunto ao prato da prensa e fizemos o assentamento do pistão de penetração no solo através da aplicação de uma carga de aproximadamente 4,5kg, controlada pelo deslocamento do ponteiro do extensômetro do anel dinamométrico, zeramos os extensômetros do anel dinamométrico e o que mede a penetração do pistão no solo. Acionamos a manivela da prensa e, cada leitura considerada no extensômetro do anel é função de uma penetração do pistão no solo e de um tempo especificado para o ensaio.

No gráfico de aferição do anel tem-se a correspondência entre as leituras lidas no extensômetro do anel e as cargas atuantes.

O Índice de Suporte Califórnia (ISC) é obtido pela fórmula

$$\text{ISC} = \text{pressão corrigida} / \text{Pressão padrão} \times 100$$

Neste ensaio ainda calculamos a umidade ótima e a massa específica aparente, como mostra a ficha de cálculo em anexo.

4.1.2 Ensaio de caracterização

A fração de amostra seca ao ar e retida na peneira de 2,0mm é lava nesta mesma peneira, afim de eliminar o material fino aderente às partículas de diâmetro maior que 2,0mm e seca em estufa, este material, após de seco, servirá para análise granulométrica das frações da amostra maiores que 2,0mm.

Da fração da amostra que passa na peneira de 2,0mm, separamos com o auxílio do repartidor de arnostras, uma quantidade em peso de cerca de 250g, desta quantidade toma-se cerca de 50g para o ensaio de umidade hidrosópica, cerca de 70g ou 120g para análise granulométrica das frações da amostra menores que 2,0mm e cerca de 10g para o ensaio de determinação de densidade real.

Para a determinação dos limites de liquidez e plasticidade, destorramos todos os torrões ainda existentes com o auxílio da mão de gral, e pesa-se o material na peneira de 0,42mm.

Da fração que passa na peneira de 0,42mm, retira-se 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 e cerca de 50g para os fatores de correção.

A ficha de cálculo dos ensaios de caracterização encontra-se em anexo.

4.1.3 Ensaio de Compactação dos Solos

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

Fixamos o molde à base metálica ajustando-se o cilindro complementar e apóia-se o conjunto em base plana e firme. Compacta-se no molde o material com disco espaçador, com fundo falso, em cinco camadas iguais, de forma a se ter uma altura total de solo de cerca de 12,5cm, após compactação. Cada camada receberá 12 golpes do soquete, caindo de 45,70cm, distribuídos uniformemente pela sua superfície.

Remove-se o cilindro complementar, com uma régua de aço rasa-se o material na altura exata do molde e determina-se o peso do material úmida mais o molde.

Remove-se o corpo de prova do molde e retira-se de sua parte central uma amostra representativa de cerca de 100g para a determinação da umidade.

Desmancha-se novamente o material, se junta água e toma a homogeneizar, compacta-se novamente o material, agora mais úmido, da mesma forma anteriormente citada.

Repete-se essas operações para teores crescentes de umidade, tantas vezes quanto necessárias para caracterizar a curva de compactação. Em geral cinco vezes.

4.1.4 Massa Específica Aparente do Solo, in situ com emprego do Balão de Borracha

Este método tem por objetivo fixar o modo pelo qual se determina, por intermédio do balão de borracha, a massa específica aparente do solo in situ.

Limpamos a superfície do solo onde será feita a determinação, tomando-a plana e horizontal.

Colocamos a bandeja na superfície e cavamos uma cavidade cilíndrica no solo, limitada pelo orifício central da bandeja e com profundidade que atenda ao estabelecido.

Recolhemos na bandeja o solo extraído da cavidade pesando-o e tirando sua umidade pelo método do speedy.

Instalamos o aparelho (balão de borracha) no rebaixo da bandeja e abrimos o registro, acionamos a bomba de borracha de modo a produzir pressão sobre a água até que o nível desta, na proveta, permaneça constante, indicando que o balão de borracha tomou todo o volume da cavidade. Fechamos o registro e anotamos a leitura.

Abrimos o registro, invertemos a posição da bomba de borracha, acionamos de modo a produzir um vácuo no interior da proveta, até que o balão de borracha volte para o interior da proveta.

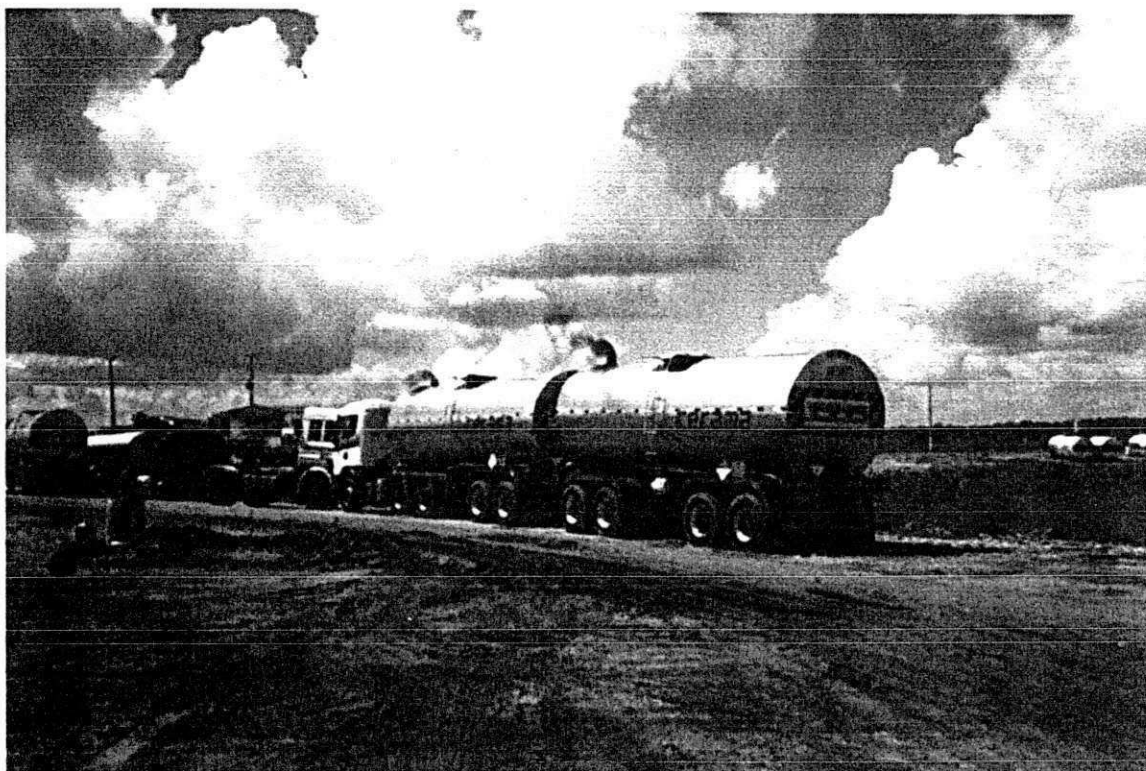
A seguir a foto da realização do ensaio em determinado trecho da duplicação.



4.2 Asfalto (ensaios e aceitação)

Da mesma forma como nos ensaios de solos, são vários os ensaios que envolvem o CAP e o CBUQ executados na obra. O primeiro ensaio a ser feito é logo na chegada do caminhão que transporta o CAP para a usina de asfalto, este que por sua vez tem aquecimento próprio para que o CAP não endureça durante sua viagem (ver foto). Com o CAP liberado pelo laboratório, o caminhão termina sua missão colocando o CAP nos depósitos da usina de asfalto onde ficará armazenado devidamente.

Agora este CAP será utilizado nas etapas da pavimentação que o requer, existindo assim o controle tecnológico tanto na confecção de produtos quanto na aplicação do mesmo.



4.2.1 Aceitação dos materiais

4.2.1.1 Cimento asfáltico

O cimento asfáltico recebido no canteiro será aceito, desde que atendidos os requisitos abaixo.

- a) Os valores de viscosidade e ponto de fulgor estejam de acordo com os valores especificados pela ABNT.
- b) O material não produza espuma, quando aquecido a 175° C.
- c) Para cada conjunto de 15 carregamentos, os resultados dos ensaios de controle de qualidade do CAP, previstos na especificação da ABNT, sejam julgados satisfatórios.

4.2.1.2 Agregados

O agregado graúdo, agregado miúdo e o filler utilizado serão aceitos, desde que atendidos as seguintes condições.

- a) O agregado graúdo atenda os requisitos desta especificação no que se refere à abrasão Los Angeles, durabilidade e percentagem de grãos defeituosos.
- b) O agregado miúdo atenda aos requisitos desta especificação no que se refere aos ensaios de equivalente de areia e durabilidade.
- c) O filler apresenta-se seco, sem grumos, e enquadrado na granulometria especificada.
- d) As variações ocorridas nas granulometrias, com amostras coletadas nos silos quentes estejam contidas dentro dos limites estabelecidos.

4.2.2 Aceltação da execução

4.2.2.1 Temperaturas

A produção da mistura betuminosa será aceita, com vistas ao controle de temperatura, se.

- a) As temperaturas medidas na linha de alimentação do CAP, efetuado ao longo do dia de produção, encontrarem-se situados na faixa definida em função da curva viscosidade x temperatura do ligante empregado.
- b) Temperaturas do CAP inferiores a 120°C ou dos agregados inferiores a 130°C, implicam na condenação da massa produzida
- c) Temperaturas do CAP superiores a 177°C ou dos agregados superiores a 187°C, também implicam na rejeição da massa.

A massa asfáltica chegada à pista será aceita, sob o ponto de vista da temperatura, se.

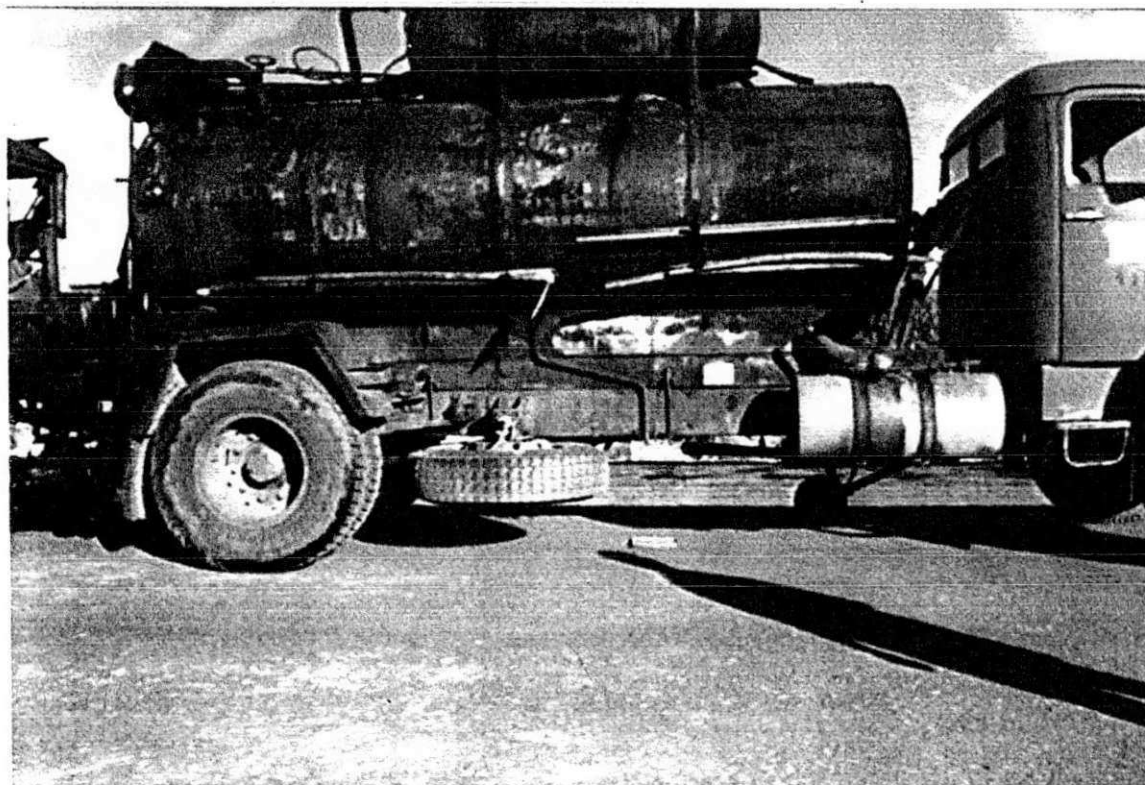
- a) A temperatura medida no caminhão não for menor do que o limite inferior da faixa de temperatura prevista para mistura usinada, menos 15°C, e nunca inferior a 120°C
- b) A temperatura da massa, no decorrer da rolagem, propicie adequadas condições de compressão tendo em vista o equipamento utilizado, e o grau de compactação objetivado.

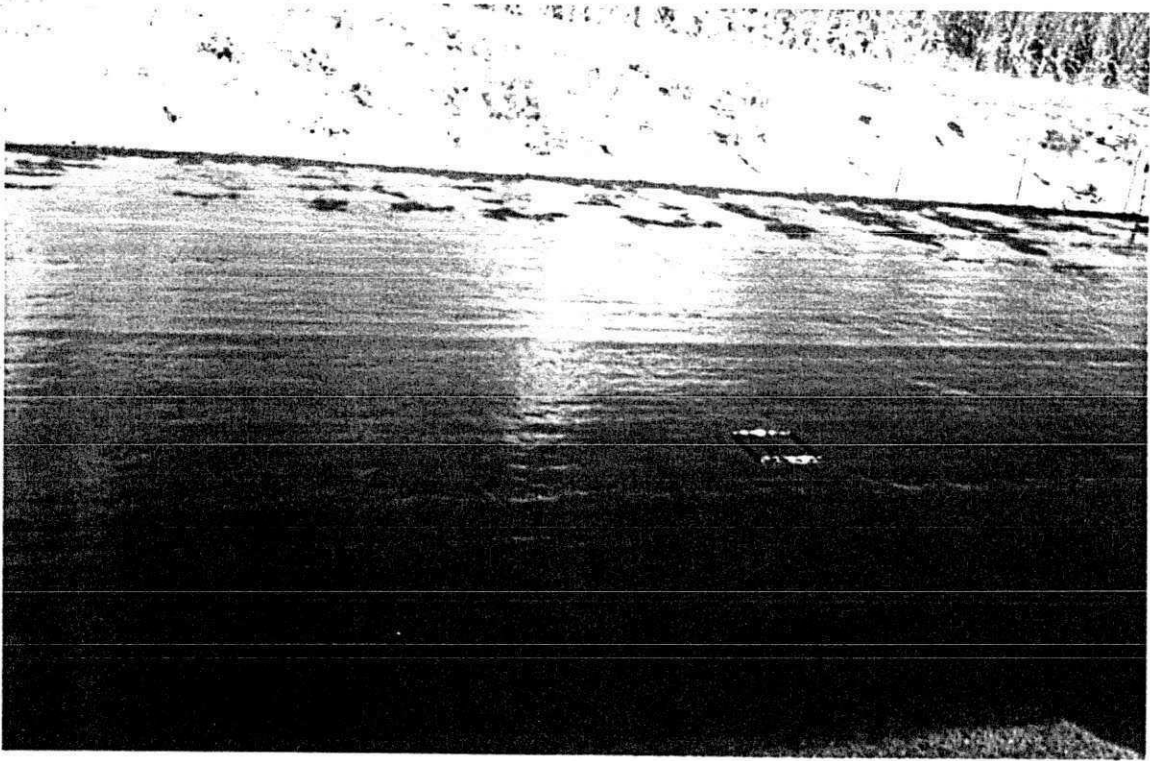
4.2.2 Ensaios

4.2.2.1 Ensaio de placa

Este ensaio visa verificar se a imprimação, feita pelo caminhão, está correta quanto à quantidade de CAP por metro quadrado.

Quando a base está pronta para ser imprimada, colocamos uma placa, de dimensões e peso anteriormente determinados, no trajeto do caminhão afim de quando o mesmo passar imprimando a base, imprima também a placa e com seu peso antes e depois da imprimação, e também com o valor da densidade do CAP, calculamos o valor de imprimação por metro quadrado. A seguir fotos com a seqüência do processo.





4.2.2.2 Ensaio Marshall

Este método fixa o modo pelo qual se determina a estabilidade e a fluência de misturas betuminosas usinadas a quente, utilizando o aparelho Marshall. Este ensaio foi detalhado e explicado no item de projetos.

Estabilidade Marshall é a resistência máxima à compressão radial, apresentada pelo corpo de prova, quando moldado e ensaiado de acordo com a norma, e, fluência Marshall é a deformação total apresentada pelo corpo de prova, quando moldado e ensaiado conforme descreve a norma.

Em nosso caso, utilizamos este ensaio com o corpo de prova confeccionado com a massa que está saindo da usina, isto é uma massa fresca que está sendo levada para a aplicação na pista.

Os agregados disponíveis são obtidos através de britagem do material proveniente da pedreira II – Café do vento. A composição granulométrica dos agregados minerais, em termos de percentagem, foi feita pelo processo gráfico.

Para o controle de qualidade dos agregados minerais, foram feitos ensaios de Granulometria, Equivalente de areia, Abrasão Los Angeles, Densidade real e aparente e Índice de forma.

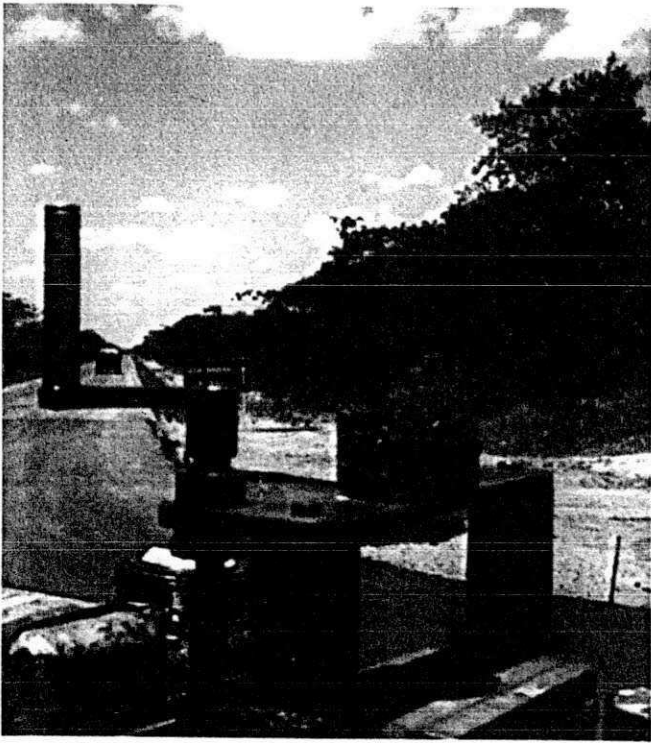
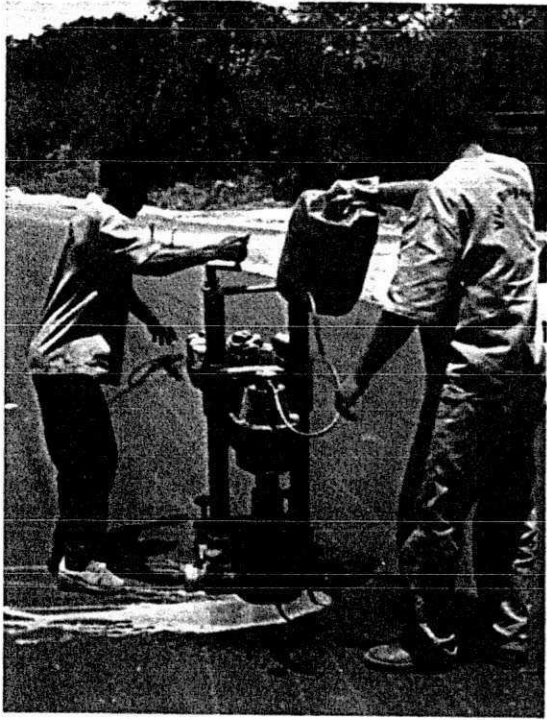
Para o controle do CAP, são realizados ensaios de Penetração, Viscosidade, Ponto de amolecimento, Espuma, Ponto de Fulgor e Relação Viscosidade/Temperatura.

Após o binder executado na pista, cabe a liberação da mesma que é feita pela fiscalização (DER PB), esta liberação consiste de furar a camada em questão, com auxílio de uma máquina perfuradora, e comprovar se a camada está com a espessura de projeto e se está devidamente compactada.

Vale salientar que todos os ensaios de asfalto é realizado no laboratório situado na área industrial.

4.2.2.3. Ensaio para liberação de camadas de CBUQ.

Neste ensaio, com o auxílio de uma máquina perfuradora, extraímos corpos de prova onde, através destes, realizamos a medida da espessura da camada, ensaios de vazios, RBV e fluência, todos estes valores, para a camada ser liberada, têm que ser compatível com valores de projeto. A seguir as fotos da execução do ensaio:



5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estágio realizado no canteiro de obras da duplicação da BR 230 – lote01, foi de grande valia para a conclusão deste curso de engenharia por um motivo muito simples, ele alcançou seu objetivo principal que é de dar ao aluno conhecimento e um pouco de experiência no âmbito prático.

Nesta obra de duplicação, que não é muito comum ser construída em nosso estado pelo seu porte, tive a oportunidade de aprender noções muitas além de procedimentos técnicos como quanto a comportamentos, relações humanas, hierarquias, que também fazem parte do cotidiano de um engenheiro.

Pelas conversas com engenheiros e pessoal da área, pude constatar uma tendência que me parece que vai tomar conta desta nossa área, a tendência de que a fiscalização, do modo pelo qual está sendo feita, vai se acabar, pois já em algumas obras, inclusive da Via, todo o processo de pavimentação é controlado pela própria empresa, e a mesma fica responsável por eventuais defeitos a virem ocorrer. Neste caso a função do fiscal do órgão contratante fica sem sentido, não sei as conseqüências desta tendência, mas está em prática e funcionando!

Não posso deixar também de agradecer aqueles que contribuíram para o êxito deste estágio como meus professores orientadores Ricardo e Afonso, os engenheiros do DER PB Oduvaldo e Gentil, aos fiscais Juarez, Antonino e Zé Roberto e aos encarregados da Via Fidelis e Carlão.

6.0 BIBLIOGRAFIA

MEDINA, Jaques – Mecânica dos Pavimentos, Editora UFRJ, 1997.

SOUZA, Murilo Lopes de – Controle tecnológico dos Serviços de Pavimentação. 2.ed. Rio de Janeiro, IPR, 1976. 97p. (Publ.377).

FRAENKEL, Benjamin B. – Engenharia Rodoviária, Ed. Guanabara dois Rio de Janeiro, RJ, 1980.

Métodos e instruções de ensaios – DNER

Projeto de Engenharia para duplicação, restauração e melhoramento da BR 230, Volumes 1 e 2 – DER PB.

7.0. ANEXOS

ESTRADA:	DISTRITO:	OPERADOR:	REGISTRO Nº
TRECHO:		DATA:	
CAMADA:	DETERMINAÇÃO:	VISTO:	

ANÁLISE GRANULOMETRICA POR PENEIRAMENTO

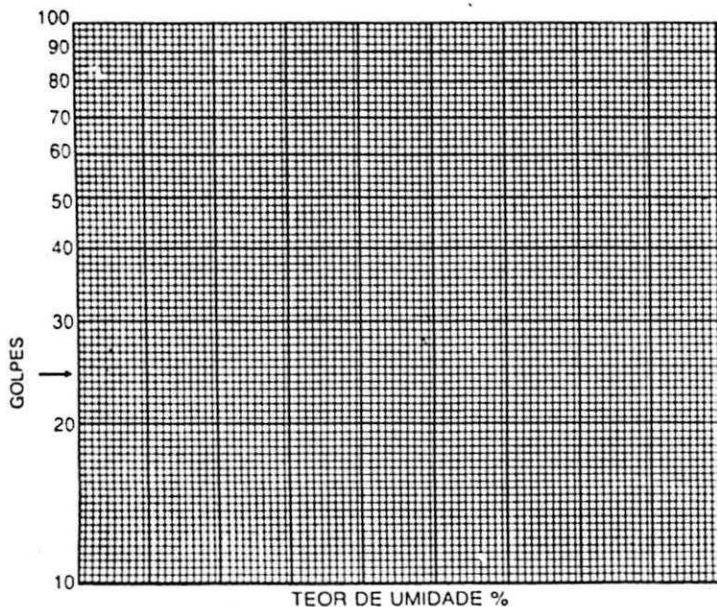
PREPARAÇÃO DO MATERIAL					PENEIRAMENTO GROSSO				
UMIDADE		HIGROSCÓPICA			PENEIRA		Peso da amostra seca		% que passa da amostra total
Recipiente nº						mm	Retido	Passado	
Solo úmido + tara			g	g	2"	50			
Solo seco + tara			g	g	1 1/2"	38			
Tara			g	g	1"	25			
Água			g	g	3/4"	19			
Solo seco			g	g	3/8"	9,5			
Teor de umidade			%	%	Nº 4	4,8			
					Nº 10	2,0			

AMOSTRA TOTAL SECA	$FC = \frac{100}{100+H}$		gramas	PENEIRAMENTO FINO					
a) amostra total úmida				PESO DA AMOSTRA PARCIAL ÚMIDA				g	
b) Solo seco retido pela peneira				PESO DA AMOSTRA PARCIAL SECA				g	
c) solo úmido passando pela Peneira 10 = (a - b)				PENEIRA		Peso da amostra seca		% que passa da amostra parcial	% que passa da amostra total
d) Solo seco passado pela peneira 10 = c / l + h				Nº	mm	Retido	Passado		
e) Amostra total seca = b + d				10	2,0				

RESUMO DA GRANULOMETRIA	Pedregulho		%					
	Areia grossa		%	40	0,42			
	Areia fina		%					
	Silte + argila		%	200	0,074			

ENSAIOS FÍSICOS

AMOSTRA (g)	LIMITE DE LIQUIDEZ										LIMITE DE PLASTICIDADE									
Cápsula nº																				
Cápsula + solo úmido (g)																				
Cápsula + solo seco (g)																				
Peso da cápsula (g)																				
Peso da água (g)																				
Peso do solo seco (g)																				
% de água																				
Golpes																				



RESUMO DOS ENSAIOS			
LIMITE DE LIQUIDEZ %			
LIMITE DE PLASTICIDADE %			
ÍNDICE DE PLASTICIDADE %			
ÍNDICE DE GRUPO			
CLASSIFICAÇÃO HRB			
CLASSIFICAÇÃO USC			/
OBSERVAÇÕES			
OPERADOR:			
DATA	/	/	VISTO



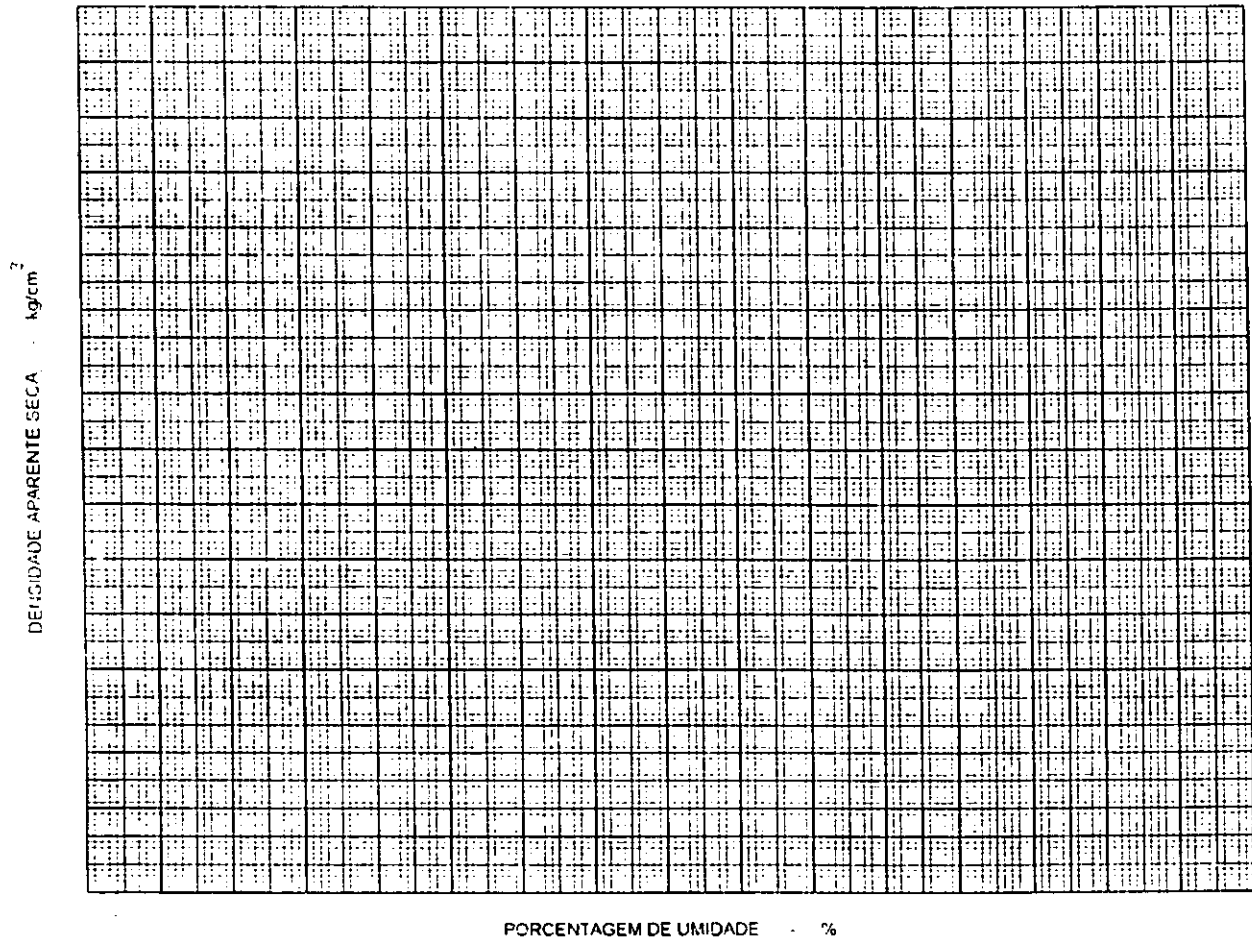
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

OBRA N°	TRABALHO N°	LOCAL
---------	-------------	-------

CLASSIFICAÇÃO	CILINDRO N°	AMOSTRA N°	N° DE ORDEM
	PESO	g	DATA
PESO ESPECÍFICO DOS SÓLIDOS ρ_s g/cm ³	VOLUME	cm ³	OPERADOR
PESO DA AMOSTRA - CILINDRO	g		
PESO DA AMOSTRA	g		
PESO ESPECÍFICO ÚMIDO ρ_m			
CÁPSULA N°			
PESO BRUTO ÚMIDO	g		
PESO BRUTO SECO	g		
TARA	g		
PESO DA ÁGUA	g		
PESO DO SOLO SECO	g		
UMIDADE	%		
PESO ESP. APARENTE SECO ρ_{ap}	g/cm ³		
ÍNDICE DE VZIOS			
GRAU DE SATURAÇÃO			

OBSERVAÇÕES:	UMIDADE ÓTIMA _____ %
	PESO ESP. AP. SECO MÁXIMO _____ g/cm ³
	GRAU DE SATURAÇÃO _____ %

CURVAS DE COMPACTAÇÃO





via
engenharia s.a

OBRA	LOCALIZAÇÃO			CARACTER.						LABOR
	Estaca	DEC	Dist Km	JSA	N	FURO	PROF.		Zona	

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA

MOLDAGEM

Nº de golpes - camadas		Moide nº		Moide nº		Moide nº		Moide nº		Moide nº		Moide nº
Solo úmido + molde	(g)											
Peso do molde	(g)											
Solo úmido	(g)											
Volume do molde	(dm ³)											
Densidade do solo úmido	(Kg/m ³)											
Densidade do solo seco	(Kg/m ³)											
Capsula nº												
Solo úmido + capsula	(g)											
Solo seco + capsula	(g)											
Peso da capsula	(g)											
Água	(g)											
Solo seco	(g)											
Umidade	(%)											

EXPANSÃO

DATA	HORA	Moide nº			Moide nº			Moide nº					
		Alt inicial			Alt inicial			Alt inicial					
		Leitura (mm)	Difer (mm)	Exp (%)	Leitura (mm)	Difer (mm)	Exp (%)	Leitura (mm)	Difer (mm)	Exp (%)			
/	/												
/	/												
/	/												
/	/												
/	/												
/	/												
Peso do molde e solo úmido após a embebição (g)													
Peso da água absorvida (g)													

PENETRAÇÃO Nº DO ANEL

Tempo em minutos	Penetração mm Pct	Pressão Padrão kg/cm ²	Moide Nº			Moide Nº			Moide Nº					
			Leitura (mm)	Pressão (kg / cm)		Leitura (mm)	Pressão (kg / cm)		Leitura (mm)	Pressão (kg / cm)				
				Calculada	Corrigida		ISC (%)	Calculada		Corrigida	ISC (%)	Calculada	Corrigida	ISC (%)
0,5	0,13 0,125													
1,0	1,27 0,050													
1,5	1,90 0,075													
2,0	2,54 0,100	70												
3,0	3,81 0,150													
4,0	5,08 0,200	105												
6,0	7,62 0,300	150												
8,0	10,16 0,400	150												
10,0	12,70 0,50	200												

RESUMO

RESULTADO DOS ENSAIOS				OBSERVAÇÕES			
Umidade Ótima			%				
Massa Especifica Aparente Maxima Seca (g / cm ³)			kg/m ³				
Expansão			%	OPERADOR			
Índice de Suporte Califórnia			%	DATA	/	/	VISTO