



**Universidade Federal da Paraíba – Campus II**  
**Pró-Reitoria para Assuntos do Interior - PRAI**  
**Centro de Ciências e Tecnologia - CCT**  
**Departamento de Engenharia Civil - DEC**  
**Área de Geotécnia**

# ***Relatório*** ***de*** ***Estágio Supervisionado***

***Estagiário:***

***Fábio Domingos Magalhães***

***Matrícula: 29711315***

***Período: 00-02***

***Orientador:***

***Prof. Ricardo Correia Lima***

***Co-orientador:***

***Prof. José Afonso Gonçalves de Macedo***

**Campina Grande, 14 de Maio de 2001.**



Biblioteca Setorial do CDSA. Agosto de 2021.

Sumé - PB

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

*Fábio Domingos Magalhães*

---

**Fábio Domingos Magalhães**

Estagiário

*Ricardo Correia Lima*

---

**Ricardo Correia Lima**

Orientador

---

**José Afonso Gonçalves de Macedo**

Co-orientador

*Gentil Felizola Lins de Araújo*

---

**Gentil Felizola Lins de Araújo**

Supervisor

---

**Raimundo Leidimar Bezerra**

Examinador

Campina Grande  
Maio de 2001

## Dados do Estagiário

*Nome: Fábio Domingos Magalhães*

*Matrícula: 29711315*

*Período: 00.2*

*Curso de Graduação: Engenharia Civil – Campus II/UFPB*

*Local de Estágio: Obras de Recuperação e Duplicação da Rodovia BR-230*

*Período de Estágio: 02/01/2001 à 30/04/2001*

*Turno de Estágio: Tarde – 13:00h às 17:00h*

*Engº Responsável: Gentil Filizola Lins de Araújo*

*Órgão Contratante: Departamento Estadual de Estradas de Rodagem  
da Paraíba - DER/PB*

*Diretor Superintendente: Paulo José de Souto*

*Total de Horas de Estágio: 320 horas*

*Orientador de Estágio: Prof. Ricardo Correia de Lima*

*Co-orientador: Prof. José Afonso Gonçalves de Macedo*

---

*Fábio Domingos Magalhães*

*Fábio Domingos Magalhães*  
*Estagiário*

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Área de Estágio : Pavimentação

Orientador : Ricardo Correia Lima

Co-Orientador : José Afonso Gonçalves de Macêdo

Supervisor : Gentil Felizola Lins de Araújo

Examinador : Raimundo Leidimar Bezerra

Coordenadora : Maria Constância Ventura Crispim Muniz

Local de Estágio : Duplicação da Rodovia BR – 230/PB

Entidade concedente : Departamento de Estradas e Rodagem da Paraíba (DER-PB)

Endereço : Av. José Américo de Almeida, s/n, João Pessoa – Paraíba

Campina Grande  
Maio de 2001

## APRESENTAÇÃO

No presente Relatório estão descritas as atividades relacionadas as Obras de Recuperação e Duplicação da Rodovia BR-230, Lote III, trecho Campina Grande a entrada de Ingá, acompanhadas pelo Estagiário **Fábio Domingos Magalhães**, Aluno de Graduação do Curso de Engenharia Civil , Campus II – UFPB.

O referido Estágio foi realizado no período de 02 de Janeiro a 30 de Abril de 2001, totalizando uma carga horária de 320 horas, comprovada em documentação anexa.

O mesmo esteve sob orientação do **Prof. Ricardo Correia Lima** e Supervisão do **Engº Gentil Filizola Lins de Araújo** . O Estágio Supervisionado tem por finalidade de proporcionar ao Graduando um contato direto e prático com atividades relacionadas as Obras de Pavimentação, desde os aspectos técnicos , bem como problemas surgidos durante a sua execução, oferecendo com isso subsídios ao conhecimento teórico desenvolvidos durante o Curso.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>01</b>
<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>02</b>
<b>1.0 – PROJETO DE MISTURAS ( CONCRETO ASFÁLTICO).....</b>	<b>07</b>
1.1 - Composição Granulométrica da Mistura de Agregados.....	07
1.2 - Seleção do Teor Ótimo de Asfalto.....	07
1.3 - Ensaio Sobre Misturas de Agregados.....	08
1.4 - <b>PRODUÇÃO DE CONCRETO ASFÁLTICO.....</b>	<b>08</b>
1.4.1 - Usinas de Asfaltos.....	08
1.4.1.1 - Tipos de Usinas e Suas Características.....	09
1.1.1.2 - Componentes das Usinas.....	10
<b>2.0 – CALIBRAÇÃO DA USINA.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 – PROCESSOS DE CALIBRAÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>3.0 – CONTROLES TECNOLÓGICOS.....</b>	<b>15</b>
3.1 - Concreto Asfáltico.....	15
3.2 - Agregados.....	15
3.3 - Misturas Betuminosas.....	16
3.4 – Controles de Temperaturas.....	16
3.5 – <b>EXECUÇÃO E CONTROLE.....</b>	<b>17</b>
3.5.1 - INSTALAÇÕES DE BRITAGEM, PENEIRAMENTO.....	17
E ESTOCAGEM	
3.5.2 - INSTALAÇÕES DE DEPÓSITO DO LIGANTE.....	18
BETUMINOSO	
3.5.3 - EQUIPAMENTOS.....	19
<b>4.0 – CONCLUSÃO.....</b>	<b>21</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>22</b>
<b>ANEXOS ( FOTOS E DADOS RELATIVOS A OBRA DE DUPLICAÇÃO.....</b>	<b>23</b>
<b>DA RODOVIA BR-230, LOTE III)</b>	

## INTRODUÇÃO

Os melhoramentos na BR-230 entre Campina Grande e João Pessoa começaram com a assinatura de um convênio, em dezembro de 1997, entre a secretaria de Infra-Estrutura/Departamento de Estrada de Rodagem do Estado da Paraíba (DER-PB) e Governo Federal, especificamente através do Ministério dos Transportes/Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (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 benefícios.

O convênio prevê a duplicação da rodovia, no lote I, compreendido entre o trevo de Várzea Nova, município de Santa Rita, e o acesso a Sapé, através da PB-073, em Café do Vento. O lote 2, é composto da restauração da pista existente de Várzea Nova até Campina Grande. O lote 3, refere-se a duplicação do trecho compreendido entre o acesso a Ingá (PB-405) até Campina Grande. Neste lote está incluído um binário no Riachão, com a subida feita através da estrada atual e a descida (Campina Grande-Litoral) através de uma variante em implantação. O lote 4 constitui a construção do viaduto, localizado na confluência da BR-101 com a BR-230 no bairro de Oitizeiro em João Pessoa. Desse convênio consta também a iluminação do trecho entre Oitizeiro e Cabedelo (28Km) 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 **STRATA**, no primeiro semestre de 1999. A obra foi iniciada pelo lote 3, no segundo semestre de 1999, pela 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 de reais. O Estado da Paraíba é ainda responsável por toda infra-estrutura técnica de fiscalização e apoio, através do Departamento de Estradas de Rodagem-DER/PB.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### **Materiais Betuminosos**

Materiais betuminosos são materiais compostos essencialmente de betume.

O betume pode ser definido como um produto complexo, de natureza orgânica, de origem natural ou pirogênica, composto de uma mistura de hidrocarbonetos (com consistência sólida, líquida ou gasosa) freqüentemente acompanhada de seus derivados não metálicos, completamente solúvel em dissulfeto de carbono.

Esta definição – e conseqüentemente a terminologia dos materiais betuminosos não é internacionalmente aceita. É, no entanto, a adotada entre nós e consagrada pela ABNT em sua TB-27.

### **Obtenção e tipos**

Os materiais betuminosos que podem ser utilizados em pavimentação classificam-se em dois tipos: derivados do carvão (alcatrão) e derivados do petróleo (asfalto).

Os alcatrões para pavimentação (AP) resultam de processos de refino de alcatrões brutos, os quais originam-se da destilação dos carvões durante a fabricação de gás e coque. Na década de 60 deixaram de ser utilizados no Brasil.

Os asfaltos são materiais aglutinantes, de cor escura, constituídos por misturas complexas de hidrocarbonetos não voláteis de elevada massa molecular. Originam-se do petróleo, sendo obtidos, pela evaporação natural de depósitos localizados na superfície terrestre (asfaltos naturais), ou por destilação em unidades industriais especialmente projetadas. Atualmente, a maior parte do asfalto produzido e empregado no mundo é proveniente do petróleo, do qual é isento de impurezas, sendo solúvel em tricloroetileno.

### **Asfaltos de petróleo**

Para obtenção do asfalto, tipos específicos de petróleo são submetidos ao processo de destilação no qual as frações leves (gasolina, querosene, diesel), são separadas do asfalto por vaporização, fracionamento e condensação. A operação se desenvolve em torres de fracionamento com arraste de vapor. A fim de permitir o processamento a temperaturas relativamente baixas, o estágio final consta de destilação a vácuo evitando-se, assim, o craqueamento do asfalto com a conseqüente perda de algumas de suas propriedades.

O produto obtido no fundo da torre de vácuo, após a remoção dos demais destilados de petróleo, quando enquadrado nas Especificações Brasileiras passa a ter o nome de cimento asfáltico de petróleo (CAP).

O cimento asfáltico de petróleo é obtido em diferentes consistências medidas pelos ensaios de penetração ou de viscosidade dinâmica e constitui o produto básico a partir do qual preparam-se vários tipos de materiais para pavimentação.

## Tipos de asfaltos de petróleo

Cerca de 95% dos asfaltos fabricados no Brasil são utilizados em trabalhos de pavimentação, destinando-se uma pequena parcela a aplicações industriais, como impermeabilizante, como isolante, etc.

Os asfaltos, portanto, de acordo com a sua aplicação, classificam-se em dois grupos:

### a) Asfaltos para Pavimentação:

- a.1) Cimento Asfáltico;
- a.2) Asfaltos Diluídos;
- a.3) Emulsões Asfálticas;
- a.4) Asfaltos Modificados;

### b) Asfaltos Industriais( para outras finalidades)

- b.1) Asfaltos Oxidados;
- b.2) Asfaltos Modificados para Impermeabilização

## a) asfaltos para pavimentação

### a.1) cimentos asfálticos

Os cimentos asfálticos são preparados para apresentarem características próprias para uso direto na construção de camadas asfálticas de pavimentos. É um material adequado para aplicação em trabalhos de pavimentação, pois além de suas propriedades aglutinantes e impermeabilizantes, possui características de flexibilidade, durabilidade e alta resistência à ação da maioria dos produtos inorgânicos.

Classificam-se de acordo com a sua consistência, medida pela viscosidade dinâmica ou absoluta, e também por penetração.

De acordo com o Regulamento Técnico DNC 01/92 e revisão 2 (Quadros 1 e 2), os cimentos asfálticos de petróleo são classificados nos seguintes tipos:

viscosidade
CAP 7
CAP 20
CAP 40

Penetração
CAP 30/45
CAP 50/60
CAP 85/100
CAP 150/200

Os asfaltos classificados por penetração são fabricados somente nas Refinarias de Mataripe-Bahia (RLAM) e Fortaleza-Ceará (LUBNOR).

### a.2) asfaltos diluídos

Os asfaltos diluídos, também conhecidos como asfaltos recortados ou “cut-backs”, resultam da diluição do cimento asfáltico por destilados do petróleo.

Os diluentes utilizados funcionam apenas com veículos, resultando produtos menos viscosos que podem ser aplicados a temperaturas mais baixas em relação ao CAP.

De acordo com o tempo de cura, determinado pela natureza do diluente utilizado, os asfaltos diluídos no Brasil classificam-se em duas categorias:

- **CR**-Asfaltos diluídos de cura rápida;
- **CM**-Asfaltos diluídos de cura média.

### **a.3) emulsões asfálticas**

São dispersões de cimento asfáltico em fase aquosa estabilizada com tensoativos, com ruptura variável.

O tempo de ruptura depende, dentre outros fatores, da quantidade e tipo de agente emulsificante e a viscosidade depende principalmente da qualidade do ligante residual. A quantidade de emulsificante utilizada varia geralmente de 0.2 a 1%, enquanto que a quantidade de asfalto é da ordem de 60 a 70%.

A cor das emulsões asfálticas é marrom, constituindo esta característica em elemento auxiliar para inspeção visual e constatação rápida das boas condições do produto. Após a ruptura prevalece a cor preta do CAP.

Emulsões invertidas são aquelas em que partículas de água estão dispersas em asfalto, que constitui a fase contínua.

Quanto à carga da partícula classificam-se em:

- Catiônicas;
- Aniônicas;
- Não-iônicas.

Quanto ao tempo de ruptura classificam-se em:

- ruptura rápida;
- ruptura média;
- ruptura lenta;

As emulsões para lama asfáltica são especificadas de acordo com a resolução CNP 01/ 73- Sessão Extraordinária de 20/02/73.

### **a.4) asfaltos modificados**

#### **a.4.1) asfaltos modificados por polímeros**

Os asfaltos modificados por polímeros são obtidos a partir da incorporação do polímero no CAP, em unidade apropriada, podendo ou não envolver reação química.

Os cimentos asfálticos que se prestam à modificação são aqueles que apresentam compatibilidade com o polímero a ser empregado.

Os polímeros mais amplamente utilizados na modificação de asfaltos, para fins rodoviários são: SBS (copolímero de estireno butadieno), SBR (borracha de butadieno estireno), EVA (copolímero de etileno acetato de vinila).

Os polímeros quando adicionados ao asfalto podem alterar profundamente o comportamento reológico do asfalto e melhorar as propriedades mecânicas, numa grande faixa de temperatura.

As principais vantagens técnicas dos asfaltos modificados com polímeros são:

- Diminuição da suscetibilidade térmica;
- Melhor característica adesiva e coesiva;
- Maior resistência ao envelhecimento;
- Elevação do Ponto de Amolecimento;
- Diminuição do Ponto de Ruptura Fraass;
- Maior resistência à deformação permanente.

#### **a.4.2) agentes de reciclagem/ agentes de rejuvenescimento**

São materiais utilizados na reciclagem de revestimento com a finalidade de redução da viscosidade e da reposição dos compostos aromáticos do ligante envelhecido de forma a restabelecer as suas características físicas e químicas. A especificação brasileira para os Agentes Rejuvenecedores utilizados a quente se denomina especificação para Aditivos Asfálticos de Reciclagem para Mistura à quente, de acordo com o Regulamento Técnico DNC nº 04/97, portaria nº 44 de 29 de setembro de 1997.

#### **a.4.3) asfaltos modificados por produtos naturais**

Modificações podem ser feitas em cimentos asfálticos de petróleo para melhorar suas características mecânicas através de adições de asfaltos naturais tais como Gilsonita (EUA), Asfaltita (Argentina), Asfalto de Trinidad, Fibras (asbestos, celulose, etc.) ou Enxofre elementar. Devido as excelentes propriedades dos asfaltos modificados por polímeros, esses ligantes são cada vez menos utilizados em serviços de impermeabilização e pavimentação.

### **b) asfaltos industriais**

#### **b.1) asfaltos oxidados**

Asfaltos oxidados ou soprados são asfaltos aquecidos e submetidos à ação de uma corrente de ar com o objetivo de modificar as suas características normais, a fim de adapta-los para aplicações especiais.

Os asfaltos oxidados são usados geralmente para fins industriais como impermeabilizantes, películas protetoras, etc, sendo que os seus requisitos são especificados através da norma NBR 9910 de junho de 1987 da ABNT.

O processo de oxidação produz nos asfaltos as seguintes modificações físicas principais:

- Aumento do peso específico e resistência;
- Diminuição da ductibilidade;
- Diminuição da suscetibilidade térmica;
- Modificação de composição química.

### **b.2) asfaltos modificados para impermeabilização**

Os polímeros mais amplamente utilizados na modificação dos asfaltos para fins de impermeabilização são: SBS, APP (Polipropileno Atático), Borracha Vulcanizada, Resina Epóxi, entre outros.

### **função do asfalto na pavimentação**

Duas, dentre outras, são as mais importantes funções exercidas pelo asfalto na pavimentação:

- Aglutinadora;
- Impermeabilizadora.

Como aglutinante consiste em proporcionar uma íntima ligação entre agregados, capaz de resistir à ação mecânica de desagregação produzidas pelas cargas dos veículos.

Como impermeabilizante garante ao revestimento vedação eficaz contra a penetração da água proveniente de chuvas, evitando danos à estrutura do pavimento.

Nenhum outro material garante melhor do que o asfalto a realização econômica e simultânea dessas duas funções, ao mesmo tempo em que proporciona ao revestimento, característica de flexibilidade que permite sua acomodação a eventuais recalques.

# CONCRETO ASFÁLTICO

## PROJETO, FABRICAÇÃO, EXECUÇÃO E CONTROLE

### 1.0 - PROJETO DE MISTURAS (CONCRETO ASFÁLTICO)

O projeto de mistura consiste, em resumo, em obter uma mistura que atenda às exigências quanto a:

- Composição percentual dos resumos dos agregados;
- Relação entre os vazios da mistura (vazios totais, vazios só dos agregados, vazios preenchidos com asfalto ou relação betume/vazios);
- Resistência mecânica da mistura (estabilidade);
- Resistência ao deslocamento da película asfáltica

#### 1.1 - Composição Granulométrica da Mistura de Agregados

Para que a mistura de agregados seja uma estrutura estável, sem deslocamento dos fragmentos sob a ação das cargas do tráfego (trava) e sem que apresente um teor demasiado elevado de vazios inter-partículas (o que levaria a permeabilidade excessiva, consumo elevado de ligante betuminoso e instabilidade da camada) ou um teor muito baixo de vazios (o que poderia levar a um consumo elevado de ligante para recobrir o excesso de materiais finos, e a uma certa rigidez da camada) é necessário obedecer a certas condições. A curva representativa da mistura de agregados (quando traçada no gráfico semi-logaritmo padrão) deverá estar o mais próximo possível da faixa especificada (traçada no mesmo gráfico) e não apresentar "cotovelos" ou inflexões bruscas ou inversão brusca de curvatura; deve se aproximar, ao máximo, da conformação das curvas de distribuição estatística ideal de Fuller e Talbot.

#### 1.2 - Seleção do Teor Ótimo de Asfalto

Consiste na confecção de corpos de prova contendo a mistura de agregados projetados e teores variáveis, crescentes, de ligante betuminoso.

Os corpos de prova deverão ser moldados nas condições das especificações e curados ou repousados e, a seguir, testados em função do método de projeto adotado.

Em seguida, traçando as curvas das "características/% de asfalto", podemos selecionar o teor mais adequado do ligante betuminoso.

### **1.3 - Ensaio Sobre Misturas de Agregados**

Preparamos uma mistura dos agregados a serem utilizados, nas proporções do projeto granulométrico, e a submetemos aos seguintes ensaios:

- Granulometria;
- Densidade de agregados graúdos (para a fração retida na peneira nº 10)
- Densidade de agregados miúdos (para a fração passa na peneira nº 10)
- Cálculo das densidades da mistura total de agregados, em função da densidade de cada fração e de seu percentual na mistura de agregados;
- Teor passando, realmente, pela peneira nº 200;
- Equivalência de areia, para a fração fina da mistura.

### **1.4 - PRODUÇÃO DE CONCRETOS ASFÁLTICOS**

#### **1.4.1 - Usinas de asfaltos**

As usinas de asfalto são os conjuntos de instalações e máquinas, destinados a produzir misturas betuminosas dentro dos parâmetros de um projeto e dentro das exigências das especificações.

Podem ser de três tipos, de acordo com a sua constituição e funcionamento. Seja qual for o tipo de usina, no entanto, todos os seus componentes devem estar sob uma cobertura (telhado ou telheiro), para mantê-los ao abrigo do intemperismo.

Todas as usinas têm partes em comum que são as seguintes:

- Instalações de britagem, peneiramento e estocagem de agregados;
- Depósitos de ligantes betuminosos;
- Equipamentos de carga;
- Equipamentos de transporte de agregados (dos estoques para a usina, propriamente dita).

Outras instalações comuns aos três tipos de usinas são:

- Silos frios;
- Alimentadores de agregados dos silos frios para o forno de secagem e aquecimento;
- Depósitos de filler mineral;
- Alimentadores de filler;
- Sistemas de despoeiramento da fumaça e demanda do forno.

#### **1.4.1.1 - Tipos de Usinas e Suas Características**

Os tipos de usinas, com suas características gerais, são as seguintes:

- **GRAVIMÉTRICA OU DESCONTÍNUA** - é a que dispõe de sistema de pesagem dos agregados constituintes, já secos e aquecidos, pesando-os separadamente (o asfalto é medido por volume), descarregando-os num recipiente de mistura e após o processo de mistura efetuando a descarga da massa na caçamba basculante do caminhão que vai transportá-la para a pista. A usina é descontínua porque ela interrompe a alimentação do misturador entre uma "caçambada" e a seguinte.
- **VOLUMÉTRICA OU CONTÍNUA** - é a que descarrega os agregados secos e aquecidos, continuamente, através de comportas reguláveis, para dentro do misturador (sendo o ligante asfáltico e o filler mineral também alimentados continuamente); o misturador produz a mistura sem interrupção, impulsionando-a ao longo de sua caixa, em direção a uma chapa, de altura regulável, pela qual a mistura transborda, caindo dentro da caçamba basculante do caminhão; a mistura é produzida continuamente, de onde o nome da usina.
- **Tipo "DRUM"**- é a usina que não possui sistema de peneiramento dos agregados quentes, nem silos para o seu depósito, nem misturadores. Os agregados frios são conduzidos por dentro do forno de secagem e lá mesmo recebem o filler mineral, o ligante betuminoso e, também aí, se processa a mistura, que é descarregada no seu final.

### 1.4.1.2 - Componentes das Usinas

A seguir vamos examinar as partes comuns a todos tipos de usina, que ainda não foram descritas.

**SILOS FRIOS** - são caixas metálicas em forma de tronco de pirâmide invertida, de base quadrada ou retangular. São duas ou três ou mais, dependendo do número de tipos de agregados. São continuadas na sua parte inferior por uma seção de paredes verticais onde existe uma comporta, de abertura regulável, descarregando os agregados diretamente sobre uma lâmina horizontal, dotada de movimento horizontal - de vai e vem, que descarrega o agregado do silo diretamente sobre a correia que transporta os agregados em direção ao forno de secagem e aquecimento. O silo que contém areia ou pó de pedra, que podem entrar na composição da mistura, descarrega diretamente sobre a esteira transportadora, sem possuir a lâmina vai e vem; a largura de todos esses elementos deve ser de ordem a não fazer descarga de agregados fora da largura da correia. Todos os componentes devem estar sob uma instalação de cobertura (telheiro) para evitar a entrada de chuva.

Sua parte superior é coberta e com localização tal que os caminhões basculantes que trazem os agregados frios para a usina, possam descarrega-los para dentro de cada silo por meio de uma calha curta sem que se misturem. Os silos devem ser instalados de modo que não haja mistura de agregados, por cima (contaminação de um agregado pelo o outro); não devem ser muito altos, para evitar segregação dos agregados no seu interior, o que pode ocorrer se caírem de grande altura; e devem ter capacidade para um volume de agregados suficiente para não causar interrupções na alimentação do forno. Alguns possuem um tipo de vibrador nas paredes, para promover a descida dos agregados sempre que haja, por algum motivo, uma colmatação ou compactação do agregado no seu interior, interrompendo o fluxo; todos devem ser metálicos e com espessuras de paredes resistentes à deformação pelo peso do agregado. Algumas marcas possuem capacidade muito pequena para os agregados e para a produção do restante da usina; para estes se faz, na parte superior uma extensão das paredes inclinadas, com peças de madeira grossa (pranchões). A esteira, o sistema de vai e vem de cada silo e o sistema de canecos (presos a uma corrente metálica) que leva os agregados misturados, jogando-os para dentro do forno, são acionados por um sistema que faz parte de um único eixo movimentado por um motor independente do resto da usina; este eixo possui um conta-giros que pode ser usado para a calibração dos silos frios da usina.

**ALIMENTADOR DE AGREGADOS FRIOS** - É uma correia, de tipo especial, de alta resistência, e constituída de material flexível, pois trabalha num sistema sem fim; também faz parte do sistema uma corrente (sem fim) que funciona numa posição inclinada e possui, presa a ela, uma série de canecos metálicos (sucessivos ao longo da corrente) que recebem o material da correia e o descarrega no interior do forno; os canecos devem ser dimensionados e espaçados de tal modo que não haja perda de material, por cima de caneco, nem transbordamento da correia para o chão, para fora dos canecos.

**DEPÓSITO DE FILLER** - Deve ser um depósito coberto e fechado, para evitar que filler seja molhado pela chuva ou se contamine com o pó que, por acaso, venha a ser lançado no ambiente. Deve estar munido em uma de suas paredes verticais, na parte inferior, de uma abertura regulável, também com sistema de vai e vem, que descarrega o filler num sistema que transporta o filler para:

- Balança (Usina Gravimétrica);
- Misturador (Usina Volumétrica);
- Forno (Usina "Drum Type").

**ALIMENTADOR DE FILLER** - Pode ser do tipo:

- Corrente com canecos (Usina Gravimétrica) ou
- Correia (Usina Gravimétrica e "Drum Type").

**ALIMENTADOR DE ASFALTO** - É constituído por uma bomba que puxa o asfalto para dentro da área de mistura, sendo ligado uma caixa, de capacidade regulável, que medirá o asfalto e o descarregará no misturador (Usina Gravimétrica);

O alimentador é acionado por pares de engrenagens de tamanhos diferentes, intercambiáveis, de modo a permitir a regulagem da sua velocidade e, conseqüentemente, o volume do asfalto, por unidade de tempo, que vai sendo introduzido no misturador (Usina Volumétrica) ou no forno (Usina "Drum Type"). Existem usinas que possuem outros tipos de sistemas de variação de velocidade; todos devem ser confiáveis e devem permitir a medição e o ajuste do volume de asfalto bombeado, por unidade de tempo.

**DESPOEIRADOR** - Pode ser de qualquer tipo de eficiência comprovada (eletrostático, de ciclone, etc...) e que recebe a fumaça oriunda do forno. Deve descarregar o pó precipitado, num depósito hermético sem saídas que contaminem o meio ambiente, e de onde é retirado em períodos de tempos apropriados. Este pó não deve ser re-usado para alimentar, como agregado fino ou filler, a usina.

## 2.0 - CALIBRAÇÃO DA USINA

A calibração da Usina tem pôr objetivos:

- Medir a vazão dos componentes da mistura asfáltica, por todos os pontos onde passam;
- Estabelecer os gráficos que permitem determinar a vazão e fixar os ajustes para a vazão desejada de cada componente, reproduzindo a mistura asfáltica projetada.

## 2.1 – PROCESSOS DE CALIBRAÇÃO

### I – Silos frios (Usinas Gravimétricas e Volumétricas)

Consiste em medir a vazão dos agregados de cada silo em peso por minuto ou peso por rotação do eixo acionador. Mede-se a vazão de cada agregado (cada silo) em função da abertura de sua comporta.

#### a) Silo 1

Procedimentos de Calibração:

Fecham-se totalmente as aberturas de saída de todos os silos (comportas inferiores) carrega-se plenamente o silo 1 com seu respectivo agregado; Abre-se a comporta deste silo até uma abertura mínima que permita a vazão de agregado e anota-se a altura desta abertura; aciona-se o sistema de vazão do silo até que a correia fique, em toda a sua extensão, com a mesma e uniforme altura de agregado, sobre ela depositado; para-se a movimentação do sistema; coloca-se sobre o extremo da correia (na ponta onde a mesma transporta o agregado) um dispositivo adequado para receber o agregado, sem deixar cair nada para fora; este dispositivo deve ser previamente tarado; aciona-se o sistema deixando funcionar por um tempo adequado (15 segundos, 30 segundos ou outro período de tempo que se julgar conveniente) recolhendo todo o agregado que cair pela ponta da correia; para-se a movimentação após este período de tempo; registra-se este tempo e pesa-se o agregado recolhido, registrando. Repete-se a operação 3 ou mais vezes para ter dados suficientes para desprezar os valores discrepantes. Remove-se todo o agregado remanescente sobre a correia.

Abre-se mais um pouco a comporta; registra-se a altura da abertura e repete-se o procedimento anterior; e assim por diante até que se possua dados suficientes para traçar num gráfico cartesiano(ortogonal) a curva “abertura da comporta” x “vazão do agregado”. Estes dados são:

Abertura da comporta – em cm;

Vazão do agregado – em kg/minuto ou toneladas/hora.

Obs.: Para cada abertura para qual se vai medir a vazão, as medições deverão ser feitas 3 ou mais vezes.

b) Silo 2 – Executa-se o mesmo procedimento do silo 1.

c) Repetindo-se sucessivamente, para todos os silos frios.

## **II – SILOS QUENTES ( USINAS VOLUMÉTRICAS )**

São calibrados unicamente nas Usinas Volumétricas, pois nas Gravimétricas os agregados quentes são medidos por pesadas.

Cuidados:

O procedimento é idêntico à calibração dos Silos Frios ; deve-se cuidar para que a velocidade de rotação do eixo acionador permaneça constante durante a calibração como no caso dos Silos Frios.

## **III – ALIMENTADOR DE FILLER ( USINAS VOLUMÉTRICAS )**

Nestas Usinas o alimentador de filler é do tipo de esteira, que joga o filler num elevador de caneco que o despeja dentro do misturador..

Cuidados:

Calibra-se da mesma maneira que os Silos Frios.

## **IV – ALIMENTADOR DE ASFALTO ( USINAS GRAVIMÉTRICAS )**

Consiste em verificar se o indicador de volume de caixa medidora de asfalto coincide com o volume de asfalto realmente medido.

Procedimentos:

Fecha-se a saída de asfalto, ajusta-se o medidor para um volume mínimo de sua capacidade, anota-se este volume e se introduz o asfalto para enche este volume da caixa; fecha-se a entrada de asfalto e abre-se a saída recebendo todo o asfalto num recipiente tarado; pesa-se e registra-se o peso. Fecha-se a saída de asfalto, aumenta-se a capacidade do medidor e registra-se este volume; enche-se este volume do medidor com asfalto; fecha-se a entrada abre-se a saída recebendo todo o asfalto num recipiente tarado; pesa-se e registra-se o peso do asfalto; prossegue-se até obter dados suficientes para traçar a curva “Volume Indicado x “Peso do Asfalto”.

Obs.: A medição de cada “Volume de Asfalto” deve ser repetida 3 ou mais vezes, para ter consciência das medidas e pode desprezar os valores discrepantes.

## **V – ALIMENTADOR DE ASFALTO ( USINAS VOLUMÉTRICAS )**

Estas Usinas tem, em geral, uma bomba que injeta, continuamente, o asfalto no misturador. Esta bomba é movida, também, pelo eixo acionador dos silos quentes; a velocidade de rotação deste eixo deve ser mantida constante durante a calibração da bomba, e deve ser igual à mantida durante a calibração dos silos quentes.

A velocidade de alimentação, ou vazão, desta bomba é estabelecida por meio de duas engrenagens: uma é ligada ao eixo acionador e move a outra montada no eixo da bomba; variando-se o par de engrenagens, com maiores ou menores diâmetros ( e número de dentes ) varia-se a velocidade da bomba e, conseqüentemente, a vazão.

## **VI – AJUSTES DA USINA PARA A PRODUÇÃO DA MISTURA**

É importante notar que o projeto da mistura betuminosa é feito duas vezes:

- Com agregados dos silos quentes + asfalto;
- Com agregados dos silos quentes + filler + asfalto.

Objetivos:

- Verificar se as características de ambas misturas se mantêm constantes, para o mesmo teor de asfalto;
- Verificar se há coincidência e compatibilidade entre a alimentação dos agregados dos silos frios e o consumo dos agregados dos silos quentes.

Cuidados:

Afora os controles tecnológicos propriamente ditos (ensaios), existem outros que devem ser forçosamente efetuados.

Deve-se verificar se:

- Se os agregados não estão segregados;
- não há contaminação de agregados de um tamanho por outro de tamanho diferente; mistura de agregados de um silo com os de outro;
- os agregados estão limpos, sem poeira aderida ou misturados com argila ou torrões ou outras matérias estranhas;

- a instalação trabalha corretamente, sem obstruções em qualquer um dos seus pontos, fluindo os materiais normal e continuamente;
- os agregados são perfeitamente secados e aquecidos a uma temperatura de 10 a 15°C acima do asfalto.

### **3.0 - CONTROLES TECNOLÓGICOS**

Os controles Tecnológicos propriamente ditos são os seguintes:

#### **3.1 – Cimento Asfáltico**

Para cada carregamento que chegar à obra:

- 1 Ensaio de Viscosidade Saybolt Furol (SF);
- 1 Ensaio de Ponto de Fulgor;
- 1 Índice de Pfeiffer;
- 1 Ensaio de Espuma;
- 1 Ensaio de Adesividade;
- 1 Ensaio de Penetração.

#### **3.2 - Agregados**

Os Ensaio realizados para o controle tecnológico são:

- 2 Granulometrias de cada Silo Frio e de cada Silo Quente, por dia;
- 1 Abrasão Los Angeles, por mês, ou quando houver variação da natureza do material;
- 1 Índice de Forma para cada 1.000 m<sup>3</sup>;
- 1 Equivalente de Areia de cada agregado miúdo dos Silos Frios e do Silo quente, por dia;
- 1 Granulometria do Filler, por dia.

### 3.3 - Misturas Betuminosas

Para o controle tecnológico, são feitos os seguintes ensaios:

- 2 Ensaios Marshall, cada um com 3 corpos de provas, por dia de produção da usina. As amostras para estes corpos de prova devem ser conectadas com o local onde esta mesma mistura amostrada está sendo colocada na pista;
- 2 Extrações de Betume, uma de cada um dos corpos de prova dos ensaios Marshall, para verificação do teor de asfalto;
- 2 Granulometrias, uma de cada uma das extrações de Betume.

### 3.4 - Controles de Temperatura

Serão efetuados no mínimo 6 leituras, por dia de trabalho da usina, em cada um desses locais:

- Agregados nos silos quentes;
- Ligante na usina;
- Mistura betuminosa, na saída do misturador da usina;
- Mistura betuminosa, no caminhão, na usina.

Observações:

1º) Com respeito às tolerâncias para variação das características da mistura betuminosas, podem ser adotados os limites das exigências para o projeto da mistura, para a Densidade Aparente, Teor de Vazios da Mistura Total, Teor de Vazios do Agregado Mineral, Relação Betume/Vazios, Estabilidade e Fluência.

2º) Verificar se as temperaturas dos agregados (Silos Quentes) e do asfalto estão corretas e iguais às do projeto; como regra geral, pode-se estabelecer que, para a mistura, a temperatura do asfalto deve ser superior a 105°C e inferior a 177°C.

Cuidados com a Mistura:

- Há despoeiramento satisfatório da mistura;
- O despoeiramento funciona adequadamente, não expulsando poeira para o ar;

- As peneiras dos agregados quentes cumprem adequadamente a sua função, não estando desgastadas ou furadas;
- A misturação é procedida perfeitamente, com o recobrimento completo dos materiais minerais pelo asfalto e perfeita homogeneização da mistura;
- Não se formam grumos de filler, no misturador;
- Não há segregação dos agregados em qualquer ponto;
- Está ocorrendo deficiência ou excesso na alimentação de qualquer material, Por verificação visual; isto ode ser constatado ao se verificar:
  - *Excesso de asfalto: mistura com aspecto oleoso e comportamento viscoso; pode ocorrer por excesso de agregado graúdo, deficiência de finos ou ainda por excesso de asfalto.*
  - *Falta de asfalto: mistura com aspecto muito seco; pode ocorrer por causas exatamente contrárias às anteriores: deficiência de agregado graúdo, excesso de finos ou, ainda, por deficiência de asfalto.*

### **3.5 -EXECUÇÃO E CONTROLE**

#### **3.5.1- INSTALAÇÕES DE BRITAGEM, PENEIRAMENTO E ESTOCAGEM DOS AGREGADOS**

Devem ser instalações adequadas e capazes de produzir os agregados necessários e na composição granulométrica desejada. As pilhas de agregado não podem ser muito alta para evitar segregação do agregado, que ocorre quando agregados de tamanhos diferentes saem da correia transportadora, de grande altura: o agregado grande, pelo seu peso maior, adquire uma inércia maior, ao ser arremessado da correia transportadora e vai cair na parte externa da pilha de agregado; o agregado mais miúdo cai no centro da pilha ou mais perto da correia.

As pilhas devem ser distantes uma das outra, no caso de agregados de tamanhos diferentes, para evitar que haja contaminação dos agregados de um tamanho pelos de outro tamanho.

O terreno sobre o qual assenta a pilha deve ser seco e ter uma área suficiente para permitir a manobra de equipamento de carregamento e dos caminhões de transporte do agregado britado. O chão, em volta das pilhas, deverá ser revestido com os agregados britados para que os equipamentos que delas se aproximem não tragam argila (lama) nas rodas, a qual poderá contaminar os agregados das pilhas.

### 3.5.2- INSTALAÇÕES DE DEPÓSITO DO LIGANTE BETUMINOSO

São constituídas pelos tanques de depósito, encanamentos de circulação e interligação e pelas bombas para impulsionar o material betuminoso.

Nunca usar qualquer parte da instalação com material betuminoso diferente daquele que foi utilizado anteriormente, sem uma rigorosa limpeza prévia que pode ser feita pela circulação e agitação com solventes leves e voláteis; esta limpeza se faz após esgotar totalmente o material betuminoso anterior. O solvente deve ser bem esgotado e o remanescente deixar evaporar bem. Quando o material anterior tiver sido uma emulsão asfáltica, a instalação deverá ser lavada primeiro com água limpa e só então com solvente.

As bombas devem ser de tipo apropriado e, no caso de emulsões, cuidar para que não sejam de molde a provocar ruptura do material betuminoso.

O encanamento, metálico, de diâmetro apropriado para o material betuminoso mais viscoso que se pretenda utilizar, deverá ser revestido com uma camisa (camada) de isolamento térmico e, em casos de clima frio e asfalto muito viscoso, ter uma parede dupla em cujo interior deverá circular vapor; neste caso deverão existir os pontos de escape do vapor condensado e torneiras de segurança e derivação do vapor. O metal do encanamento será de um tipo resistente ao ataque pelos materiais que circularão dentro dele e resistente à corrosão; o mesmo pode ser dito com relação às torneiras e registros. Nas proximidades dos tanques deverá haver, para cada tanque, uma torneira especial para coleta de amostras.

Os tanques de depósito deverão ser construídos de metal, também resistentes aos materiais betuminosos que conterão; deverão ser pintados interna e externamente, sendo que, externamente, por tintas normais para este fim, e, internamente por tintas resistentes aos materiais betuminosos.

Serão tanques cilíndricos, construídos preferencialmente sob uma coberta; deverão ser fechados na sua parte superior e, também, na parte inferior, possuir aberturas ( com tampas) destinadas ao carregamento do material betuminoso, à inspeção e para possibilitar a entrada de pessoas para operações de reparo, etc... Possuirão dispositivos ou acessórios para medir ou indicar o volume do material estocado; também serão munidos de sistemas de aquecimento interno, como serpentinas onde circule água quente ou, preferencialmente, vapor.

Possuirão dispositivos inferiores, para drenagem ou escoamento do material betuminoso, quando necessário. Estarão assentes sobre bases de concreto e rodeados por uma área revestida com brita miúda ou outro material que possibilite fácil circulação do veículo abastecedor de asfalto.

Toda a instalação deve estar distante de locais onde haja fogo exposto, deve estar munida de extintores de incêndio apropriados e, idealmente, possuir dispositivo protetor contra descargas elétricas (para-raios). Toda instalação elétrica deverá ser do tipo em que o revestimento dos fios, cabos, etc, seja resistente aos asfaltos e solventes. A instalação de lâmpadas de iluminação deverá ser à prova de penetração dos gases inflamáveis para que estes não entrem em contato com a lâmpada ou com o soquete ( serão de tipo similar às usadas em minas de carvão).

### **3.5.3 - EQUIPAMENTOS**

- **EQUIPAMENTO DE CARGA**

Devem ser pás-carregadeiras, auto-propulsoras, montadas sobre pneus.

- **EQUIPAMENTO DE TRANSPORTE**

São os caminhões dotados de caçamba basculante.

- **EQUIPAMENTOS DE ESPALHAMENTO DO AGREGADO**

São as espalhadeiras mecânicas de parafuso, auto-propulsoras ou rebocáveis. Elas possuem uma caçamba que recebe os agregados, um parafuso metálico transversal ( tipo rosca sem fim ) que conduz o agregado para fora da caçamba, através de uma comporta inferior, regulável para a altura com que se quer espalhar o agregado. O parafuso, além de conduzir o agregado, também faz uma espécie de pré-mistura. A comporta da caçamba deve ter uma largura que permita o espalhamento dos agregados numa única fileira em toda a largura da camada a ser construída ou em seus sub-múltiplos inteiros. No caso do espalhamento em toda a largura a espalhadeira deve ter a caçamba e a comporta articuladas para permitir a formação do diedro ( abaulamento da pista). Existem, também, tipos de espalhadeira que possuem um sistema vibratório, para fazer sair o agregado.

- **EQUIPAMENTO DE APLICAÇÃO DO MATERIAL ASFÁLTICO**

São caminhões dotados de tanque para receber o ligante betuminoso. Devem ter bomba e encanamentos para circular o material asfáltico e para aplicá-lo sob pressão através da barra espargidora. Para seu emprego com cimento asfáltico ou asfalto diluído de alta viscosidade o caminhão deve estar munido de sistema de aquecimento (maçaricos) e ter o tanque e encanamentos isolados termicamente. Deve ter barra espargidora que permita aplicar o ligante nas mesmas larguras de espalhamento do agregado, sem falhas ou excessos (superposições).

Deve possuir termômetro para se poder ler a temperatura do ligante; deve estar equipado com o que é chamado de “5ª roda “ ou seja uma roda com tacômetro, acoplada ao caminhão, para fora deste, de modo a poder ser apoiada no chão, fora da camada, permitindo controlar a velocidade do caminhão e , assim, a taxa de distribuição do ligante. Deve possuir uma régua metálica graduada, de modo a permitir determinar a quantidade de ligante existente no tanque.

- **EQUIPAMENTO DE COMPACTAÇÃO**

São os rolos compressores de rodas de aço liso, estáticos, em tandem e rolos pneumáticos; a tonelagem ou peso do rolo compressor é função do diâmetro máximo do agregado utilizado, conseqüentemente da espessura da camada. Esta tonelagem deve vir indicada no projeto.

- **EQUIPAMENTO PARA LIMPEZA DA BASE**

São vassouras mecânicas e vassouras manuais confeccionadas com materiais adequados, duros e resistentes.

#### 4.0 - CONCLUSÃO

Observa-se a importância nos estudos referentes ao projeto de Mistura Asfáltica, no que concerne a sua composição Granulométrica e Teor ótimo de Ligante, não esquecendo-se os ensaios relativos ao referido estudo.

Quanto a Produção do Concreto Asfáltico, descreveu-se os tipos de Usinas, suas características e componentes, relacionando o tipo de Usina mais adequada (Usina Gravimétrica), instalada e operacionalizada, nas **Obras de Recuperação e Duplicação da Rodovia BR-230, Lote III – Trecho Campina Grande a Ent. de Ingá.**

Descreveu-se os Processos relativos a sua Calibração, bem como o Controle de Qualidade do Produto Final (CBUQ), desde o recebimento do Ligante Asfáltico, agregados e sua aplicação em Campo. Quanto a Execução, estão descritas as principais Instalações, tanto de apoio, quanto de Produção, culminando-se no estágio final com transporte em caminhões basculantes, até a sua aplicação e compactação.

Desta forma, pode-se concluir que todos as etapas e cuidados relacionados aos serviços de Pavimentação executados, e sendo acompanhados durante este período de estágio foram feitos dentro de técnicas corretas, com material de qualidade e características que satisfazem às normas do Departamento Nacional de Estradas e Rodagem (DNER).

Alguns dos resultados observados durante o período de estágio estão apresentados em anexo.

## BIBLIOGRAFIA

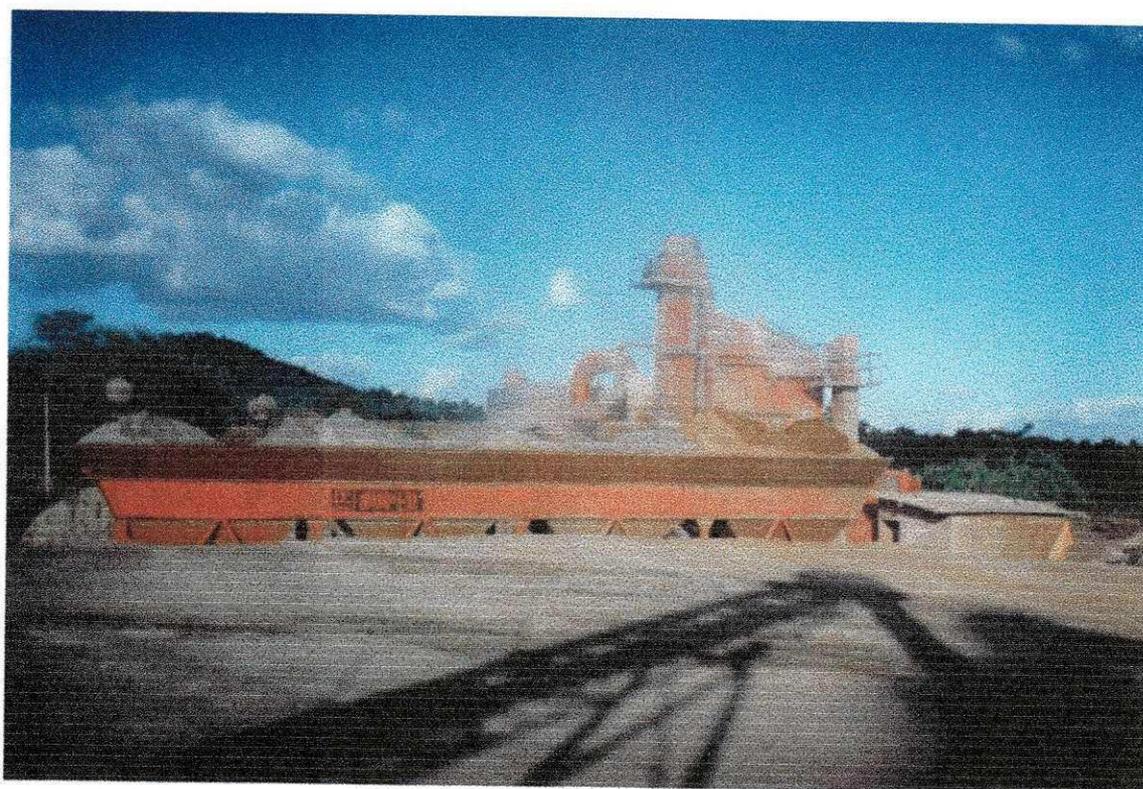
- **IBP** – Instituto Brasileiro do Petróleo, Rio de Janeiro. Informações básicas sobre materiais asfálticos. 6ª edição revisada. Rio de Janeiro IBP/ Comissão de Asfalto, 1999.
- **PINTO**, Salomão. Engº. Chefe do Laboratório de Pesquisa – IPR/DNER. Apostila: Materiais Betuminosos: Conceituação, Especificação e Utilização  
1987.
- **Curso AM-8**, Asfaltos e Misturas Asfálticas, DNER.  
Módulo AM-8.1, Materiais Asfálticos.  
Apostila: Projeto de Misturas Asfálticas, Calibração da Usina, Controles  
Tecnológicos, 1994.

# *ANEXOS*

**(FOTOS E DADOS RELATIVOS A OBRA DE DUPLICAÇÃO DA BR-230)**



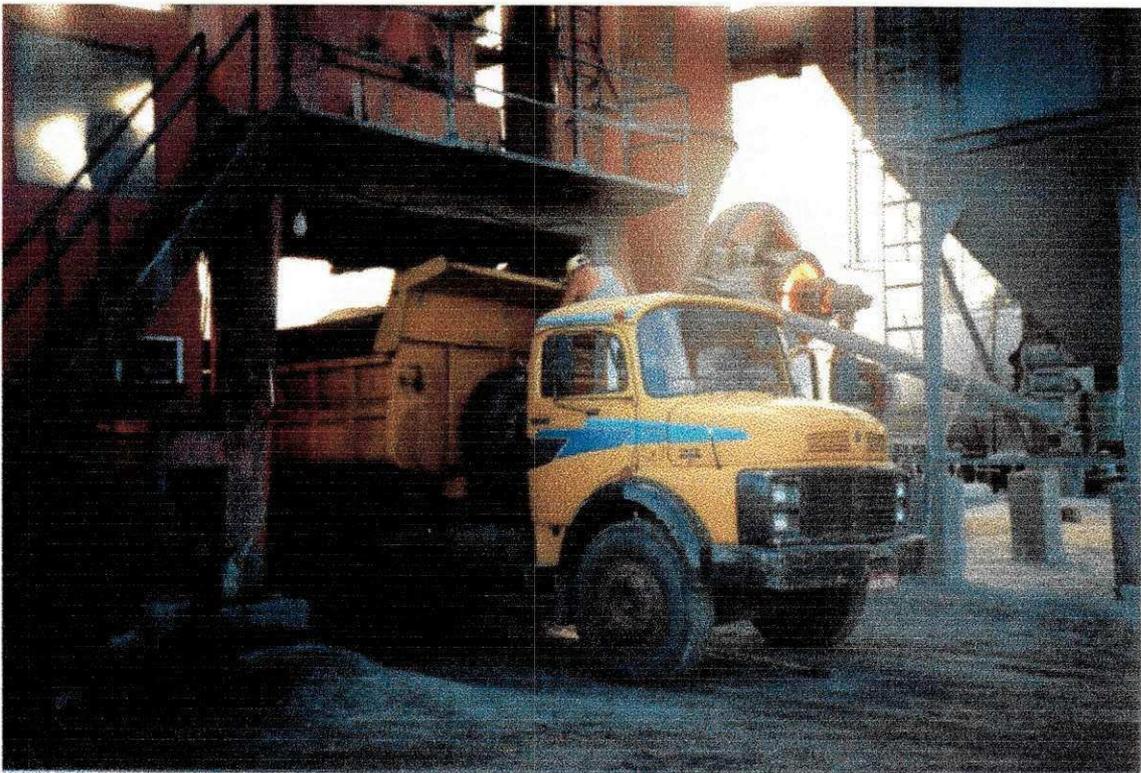
**FOTO 3 – Britador Secundário**



**FOTO 4 – Depósito de Agregados/Silos Frios**



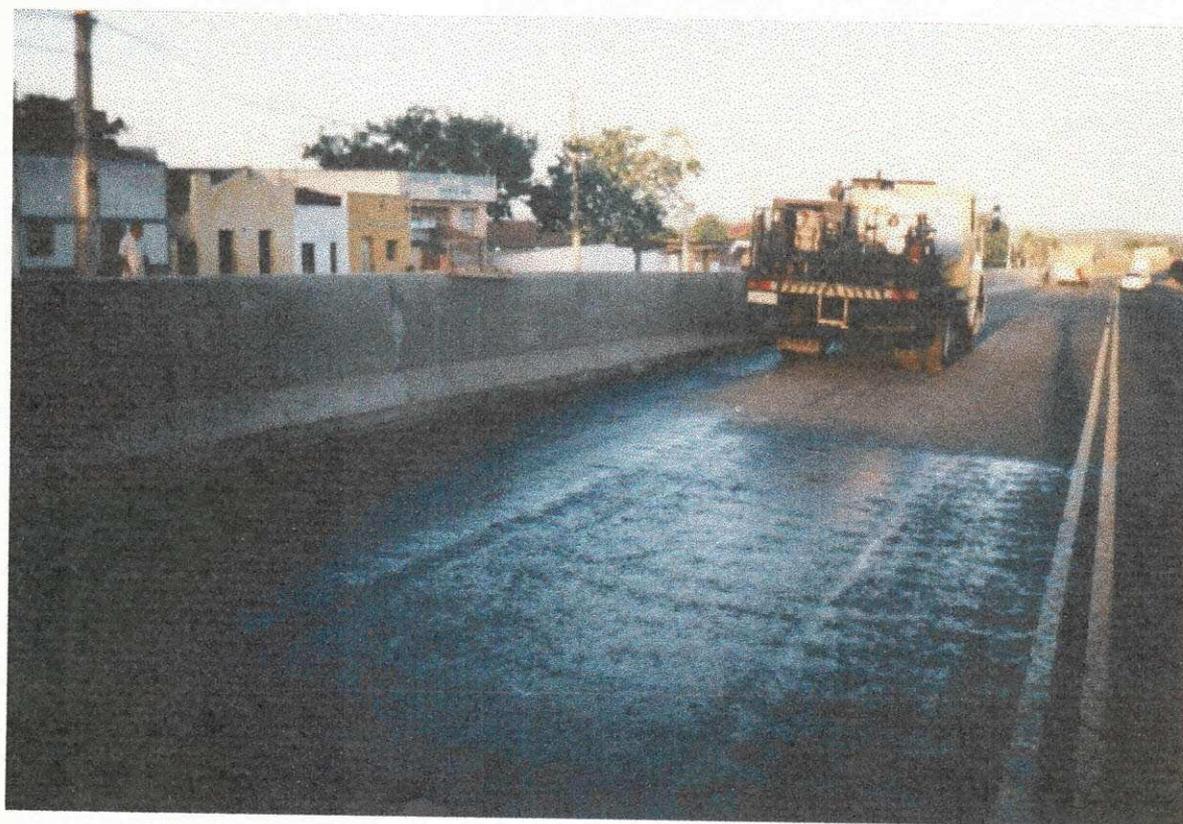
**FOTO 1 – Usina Produtora de asfalto**



**FOTO 2 – Posicionamento Para a Descarga de Asfalto**



**FIGURA 5 – Esteira Coletora de Agregados**



**FIGURA 6 – Pintura de Ligação**



**FIGURA 7 – Máquina Acabadora/Aplicação de CBUQ**



**FIGURA 8 – Rolo Pneumático/Compactação do CBUQ**



**FIGURA 9 – Caminhão Basculante**



**FIGURA 10 - Depejo do CBUQ na Máquina Acabadora**

**CONTROLE DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO**

ESTAGIÁRIO: FÁBIO DOMINGOS MAGALHÃES  
 OBRA: ECUPERAÇÃO E DUPLICAÇÃO DA BR-230, LOTE 3 - TRECHO: CAMPINA GRANDE-ENT.ING  
 ENGENHEIRO RESPONSÁVEL GENTIL FILIZOLA LINS DE ARAÚJO-DER/PB  
 TURNOS: MANHÃ 7:00 h -11:00  
 TARDE 13:00 h -17:00hr

MESES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Nº DE HORAS
JANEIRO	S	T	Q	I	X	S	D	S	T	Q	I	X	S	D	S	T	Q	I	X	S	D	S	T	Q	I	X	S	D	S	T	Q	176
	-	M/T	M/T	M/T	M/T	-	-	M/T	M/T	M/T	M/T	M/T	-	-	M/T	M/T	M/T	M/T	M/T	-	-	M/T	M/T	M/T	M/T	M/T	-	-	M/T	M/T	M/T	
	F*																															
FEVEREIRO	I	X	S	D	S	T	Q	I	X	S	D	S	T	Q	I	X	S	D	S	T	Q	I	X	S	D	S	T	Q	I	X	S	40
	T	T	-	-	T	-	T	-	T	-	T	-	T	-	T	-	T	-	T	-	T	-	T	-	T	-	T	-	T	-		
MARÇO	I	X	S	D	S	T	Q	I	X	S	D	S	T	Q	I	X	S	D	S	T	Q	I	X	S	D	S	T	Q	I	X	S	52
		T			T	T			T			T	T			T			T	T			T			T		T		T		
	-		-				-	-		-					-	-		-	-		-	-		-	-		-	-		-		
ABRIL	D	S	T	Q	I	X	S	D	S	T	Q	I	X	S	D	S	T	Q	I	X	S	D	S	T	Q	I	X	S	D	S	T	52
<b>TOTAL DE HORAS</b>																												<b>320</b>				

*Fábio Domingos Magalhães*  
 FÁBIO DOMINGOS MAGALHÃES  
 ESTAGIÁRIO

*Gentil Filizola Lins*  
 GENTIL FILIZOLA LINS DE ARAÚJO-DER/PB  
 ENG. RESPONSÁVEL