



Relatório de Estágio Curricular



Universidade Federal de Campina Grande – UFCEG

Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – CTRN

Unidade Acadêmica de Engenharia Civil – UAEC



# Relatório de Estágio

Arthur Porto Ribeiro

Campina Grande, Junho de 2009



Biblioteca Setorial do CDSA. Julho de 2021.

Sumé - PB

## Índice

1. Introdução	01
2. A Empresa	02
3. Atividades Desenvolvidas	03
3.1. Adaptação	03
3.2. Acompanhamento laboratorial	04
3.3. Execução de serviços	04
3.3.1. C.B.U.Q	05
3.3.2. Reciclagem	07
3.3.3. Microrrevestimento asfáltico	09
3.3.4. Tratamentos superficiais	09
3.3.4.1. Tratamento Superficial Simples (TSS)	09
3.3.4.2. Tratamento Superficial Duplo (TSD)	12
3.4. Acompanhamento da Usina	12
3.4.1. Principais componentes da Usina	12
3.4.1.1. SILOS DOSADORES	12
3.4.1.2. SECADOR	13
3.4.1.3. QUEIMADOR	14
3.4.1.4. MISTURADOR	15
3.4.1.5. SEPARADOR ESTÁTICO	16
3.4.1.6. FILTRO DE MANGAS	17
3.4.1.7. TANQUE	18
3.4.2. Princípio de funcionamento da Usina.	18
4. Conclusões	20
5. Bibliografia	21

## Lista de Figuras

Figura 3.1 Exemplo de aplicação de imprimação.	06
Figura 3.2 Exemplo de lançamento de C.B.U.Q. em vibroacabadora.	06
Figura 3.3 Exemplo de um rolo de pneus.	07
Figura 3.4 Exemplo de um rolo tandem.	07
Figura 3.5 Exemplo de uma Fresadora de asfalto.	08
Figura 3.6 Exemplo de uma recicladora de asfalto.	08
Figura 3.7 Exemplo de usina de Microrrevestimento asfáltico.	09
Figura 3.8 Primeiro espargimento da superfície.	10
Figura 3.9 Exemplo de distribuição da 1ª camada de agregado.	11
Figura 3.10 Exemplo de compactação de agregado.	11
Figura 3.11 Exemplo de Silos dosadores.	13
Figura 3.12 Parte interna do Secador.	13
Figura 3.13 Esquema de um secador de contra-fluxo.	14
Figura 3.14 Visão esquemática de um queimador.	14
Figura 3.15 Vista superior do Misturador.	15
Figura 3.16 Registro fotográfico das aletas.	16
Figura 3.17 Vista interna do Separador Estático.	16
Figura 3.18 Vista externa do Separador Estático.	17
Figura 3.19 Filtros de Mangas.	17
Figura 3.20 Exemplo de um tanque de armazenamento de CAP.	18
Figura 3.21 Esquema de uma usina de asfalto contra-fluxo.	18
Figura 3.22 Exemplo de uma usina de asfalto contra-fluxo abastecendo caminhões.	19



## 1. Introdução

Este relatório tem como principal objetivo mostrar as atividades desenvolvidas no estágio curricular que foi realizado na empresa Paviservice, nas cidades de Campina Grande – PB, Simão Dias – SE e Barreiras - BA, entre os meses de Abril e Junho de 2009.

A empresa fornece salário mensal como benefício fixo para os estagiários. Em situações onde haja a necessidade de deslocamentos, a empresa arca com todas as despesas referentes a moradia, alimentação e transporte do estagiário.

O estágio foi realizado nos trechos de recuperação da rodovia BR-104 a partir da divisa RN/PB até a divisa PB/PE, onde foram feitas obras de recuperação de pista de rolamento, acostamento, sarjetas e meios-fio. Havendo o interesse por parte da empresa e a necessidade por parte do estagiário de um maior aprendizado no que se refere a terraplanagem, houve a transferência do mesmo para a cidade de Simão Dias, onde foram acompanhadas obras de construção de aterros e taludes, pista de rolamento, acostamento, canteiro central, calçada e sarjetas drenantes. Tendo em vista o aprendizado da parte referente a execução de obras, a empresa deslocou o estudante para a cidade de Barreiras – BA, com a finalidade de o mesmo passasse a dominar o processo de armazenamento, transporte e produção de Cimento Betuminoso Usinado a Quente – C.B.U.Q. e lama Asfáltica.



## 2. A Empresa

A Paviservice é uma empresa que presta serviços de pavimentação de rodovias ou vias urbanas, a empresa conta hoje com uma média de 500 funcionários, uma vez que a rotatividade de pessoal é considerável devido a busca por economia e aumento de produção.

A empresa conta hoje com a prestação de serviços para Cidades, Estados e o Governo Federal, além de empresas privadas na área referente a pavimentação, restauração e manutenção de vias. Atualmente prestamos serviços simultaneamente em 5 estados da federação, onde quatro são obras Federais, duas são obras Estaduais, uma para prefeitura e uma para empresa privada.

A Paviservice é uma empresa de engenharia de recente formação, com apenas 12 anos de atuação no mercado a empresa conta hoje com um quadro de dez engenheiros, sendo oito responsáveis pela parte de campo e dois engenheiros de contrato.



### 3. Atividades Desenvolvidas

Com o intuito de conhecer os melhormente os equipamentos, fui designado a controlar a medição dos equipamentos, onde me foi apresentado os ditos “ativos” dos equipamentos, que são nada mais que as siglas que fazem referência ao equipamento, agindo como o nome dado a cada máquina. Passada a etapa de adaptação, passei a acompanhar os ensaios laboratoriais rotineiros, como verificação da granulometria dos agregados, viscosidade, ensaio de índice de surporte Califórnia, verificação e controle da temperatura de usinagem e lançamento de cimento asfáltico, equivalente de areia, estabilidade Marshal, ensaio de compactação, ponto de fulgor.

Após o período de acompanhamento laboratorial, fui orientado a acompanhar as equipes de execução no lançamento de C.B.U.Q., microrevestimento asfáltico a frio, tratamento superficial duplo e simples (TSD e TSS), onde pude verificar as dificuldades e necessidades a serem atendidas para que haja um resultado final satisfatório, uma vez que a qualidade do serviço é determinada por fatores como produção, transporte, lançamento da mistura, condições climáticas e preparação da superfície a qual será aplicada a massa.

Ao término da aprendizagem prática de execução de pavimentos flexíveis, fui designado a acompanha a montagem e funcionamento da usina de asfalto, a qual deve manter-se sempre bem conservada e com perfeito equilíbrio e nível estático, para que na haja degaste excessivo de peças que possam comprometer o funcionamento da usina e a qualidade do material fabricado.

#### 3.1. Adaptação.

No período o qual posso chamar de adaptativo, fui apresentado aos funcionários e equipamentos da empresa, para que pudesse me familiarizar com os nomes e ativos comumente utilizados no dia-a-dia das obras. Fiquei responsável pela medição de ponto dos mesmos, onde, com o tempo aprendi a sigla que os designa, como mostra o quadro 1.



Quadro 1 – Descrição e informação de uso de ativo de equipamentos

ATIVO FIXO	DESCRIÇÃO
AAP-02	ACABADORA DE ASFALTO
CB 17	CAMINHÃO BASCULANTE
CE-03	CAMINHÃO ESPAGIDOR
CP-01	CAMINHÃO PREVENTIVA
CT 05	CARRO TANQUE
MN 12	MOTONIVELADORA
PC-013	PÁ CARREGADEIRA
REC-01	RECICLADORA DE ASFALTO
RPC 07	ROLO PÉ CARNEIRO
UAQ-02	USINA DE ASFALTO QUENTE
UMC 02	CAMINHÃO MICRORREVESTIMENTO

### 3.2. Acompanhamento laboratorial.

Diariamente, são realizados ensaios de Penetração, Viscosidade, Ponto de amolecimento, Dutilidade, Ponto de fulgor, Ensaio de espuma, Recuperação elástica, Ensaio de desemulsibilidade e ensaio de carga de partícula, além da determinação da granulometria dos agregados, do ensaio de equivalente de areia e CBR . Estes controles tecnológicos são realizados com intuito de manter a qualidade dos serviços e materiais utilizados pela empresa.

São realizadas coletas de amostras de materiais, como a brita, a cada 50 m<sup>3</sup> chegadas ao pátio, já para o CAP, são coletadas amostras de todas as carretas que chegam à usina. O ensaio de CBR é com extração de corpo de prova a cada 100 m e rompido em laboratório.

Durante os 15 dias que acompanhei as atividades laboratoriais, foram verificados que as maiores alterações de resultados ocorreram nos ensaios relacionados aos agregados. Tais variações podem ser atribuídas à forma de coleta de amostras e estocagem destes materiais.

### 3.3. Execução de serviços.



A execução dos serviços se deu na forma de lançamento de C.B.U.Q. sobre a base existente anteriormente, com função de aumento da capacidade de suporte da pista de rolamento, ou ainda sobre a forma de capa regularizadora. Também foram executados serviços como a reciclagem de base, micro revestimento, TSD e TSS.

### 3.3.1. C.B.U.Q.

Seguindo as especificações de projeto, foram lançadas misturas usinadas a quente com a graduação dita como densa, a qual apresenta curva granulométrica contínua e bem graduada que proporciona um índice pequeno de vazios, uma vez que os agregados finos preenchem os espaços deixados pelos mais graúdos.

O transporte e lançamento da mistura na obra da BR 104 é feito através de 25 caminhões basculantes com capacidade de 12 m<sup>3</sup> a uma carga de 20 t. A quantidade de caminhões a serem utilizados dependem da velocidade de produção da usina, distância da usina ao ponto de lançamento da mistura e velocidade de trabalho da vibroacabadora.

As principais razões para a rejeição da mistura são:

- Temperatura excessiva;
- Temperatura baixa;
- Excesso de ligante asfáltico;
- Falta de ligante asfáltico;
- Mistura não homogênea;
- Excesso de umidade;
- Segregação;
- Contaminação.

É de comum ocorrência a rejeição das primeiras usinagens devido à adequação e ajuste da usina, uma vez que a umidade, granulometria e as condições e/ou distâncias da usina em relação ao local de lançamento da mistura. O destino dado a essas usinagens iniciais é normalmente a correção de imperfeições no pátio do canteiro onde a usina encontra-se instalada, facilitando assim a movimentação dos veículos.

O processo de lançamento do C.B.U.Q. se dá através do lançamento da massa sobre a vibroacabadora que, necessita de uma aplicação prévia da imprimação ou pintura de ligação para que haja uma melhor interação entre a base e a sub-base.

Após o lançamento em vibroacabadora, é necessário que haja uma pré-compactação da pista de rolamento antes da liberação do tráfego, essa compactação serve para que o pavimento atinja a uniformidade e um grau de compactação eficiente.

As figuras 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4 apresentam exemplos de aplicação da imprimação, de lançamento de C.B.U.Q. em vibroacabadora, compactação em rolo de pneus e rolo tandem liso.



Figura 3.1 Exemplo de aplicação de imprimação.



Figura 3.2 Exemplo de lançamento de C.B.U.Q. em vibroacabadora.



Figura 3.3 Exemplo de um rolo de pneus.



Figura 3.4 Exemplo de um rolo tandem.

### 3.3.2. Reciclagem

A reciclagem de base é uma alternativa na recuperação de pavimentos deteriorados estruturalmente, onde há a necessidade de recuperação de sua capacidade de carga através de colocação de espessuras adicionais de camadas ou através de corte de todo ou parte do revestimento deteriorado. O equipamento utilizado para tal função é a fresadora que retira o

material e o deposita em um caminhão basculante auxiliar, que pode descartar ou encaminhar o material para o reaproveitamento. O reaproveitamento de pequenas espessuras pode ser feito diretamente com um equipamento específico denominado de recicladora de asfalto, que fresa o pavimento, e através do reaquecimento do material, o adéqua as condições estabelecidas em projeto e o lança novamente com estrutura modificada.

As figuras 3.5 e 3.6 mostram exemplos de uma fresadora de asfalto e uma recicladora, respectivamente.



Figura 3.5 Exemplo de uma Fresadora de asfalto.



Figura 3.6 Exemplo de uma recicladora de asfalto.

### 3.3.3. Microrrevestimento asfáltico

Como o próprio nome já nos diz, microrrevestimento é lançado com espessuras normalmente inferior a 20 mm. Esta é uma técnica que se assemelha ao processo das lamas asfálticas, onde diferencia-se por utilizar emulsões modificadas com polímeros, com a intenção de aumentar a sua vida útil. A emulsão é preparada de tal forma que permite uma rápida liberação do tráfego, cerca de duas horas. O microrrevestimento é uma mistura a frio processada em usina móvel especial, de agregados minerais, fíler, água e emulsão com polímero. A figura 3.7 mostra um exemplo de usina de microrrevestimento asfáltico.



Figura 3.7 Exemplo de usina de microrrevestimento asfáltico.

### 3.3.4. Tratamentos superficiais.

#### 3.3.4.1. Tratamento Superficial Simples (TSS).

É a camada de revestimento do pavimento constituída de uma aplicação de ligante betuminoso coberta por camada de agregado mineral, submetida à compressão.

Seqüência de Operações:

- a - Limpeza da superfície subjacente;
- b - Primeiro espargimento do ligante asfáltico;
- c - Primeira distribuição dos agregados;

d - Compactação da primeira camada.

a. Limpeza da superfície.

Antes do início das operações da execução do tratamento superficial, deve-se limpar a pista para eliminar todas as partículas de pó, material solto e tudo o mais que possa prejudicar a ligação da camada de base com o tratamento. Dependendo da natureza e do estado da superfície, foram usadas vassouras manuais ou mecânicas ou jatos de ar comprimido.

b. Primeiro espargimento do ligante asfáltico.

O ligante é aplicado de uma única vez, em toda a largura da faixa a ser tratada, de modo uniforme, na taxa especificada no projeto e em temperatura que proporcione viscosidade adequada à sua aplicação. Na figura 3.8 temos um exemplo dessa etapa.



Figura 3.8 Primeiro espargimento da superfície.

c. Primeira distribuição dos agregados

A aplicação dos agregados sobre a ligante asfáltico é feita imediatamente após o término do espargimento como mostra a figura 3.9.

Após a aplicação do agregado com equipamento distribuidor, deve-se verificar cuidadosamente a homogeneidade de espalhamento, promovendo-se a correção de eventuais falhas.



Figura 3.9 Exemplo de distribuição da 1ª camada de agregado.

d. Compactação da primeira camada :

Iniciar a compressão do agregado imediatamente após o lançamento na pista. A compressão deve começar pelos bordos e progredir para o eixo em trechos retilíneos e em curvas deve-se iniciar da borda mais baixa para mais alta;

Deve-se proceder à rolagem da camada com utilização exclusiva do rolo pneumático, variando-se a pressão e utilizando um número de coberturas tantas vezes quanto necessário.

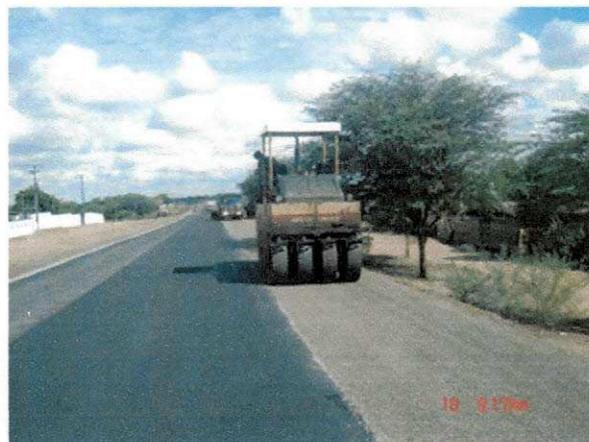


Figura 3.10 Exemplo de compactação de agregado.



#### 3.3.4.2. Tratamento Superficial Duplo (TSD).

A execução do TSD se dá de maneira análoga ao TSS, onde apenas acrescentamos a aplicação de segunda camada de tratamento e repetimos as etapas supracitadas.

#### 3.4. Acompanhamento da Usina.

A Usina de Asfalto a qual acompanhei a montagem e manutenção pode ser classificada como uma usina de contra-fluxo do fabricante Ciber com capacidade de produção horária entre 40 e 80 t/h e é composta por Silos Dosadores, Secador, Queimador, Misturador, Separador Estático, Filtro de Mangas e faz-se necessário para o estoqagem e manutenção das propriedades químicas do CAP o uso de Tanque de Armazenamento.

A produção de C.B.U.Q. depende diretamente da umidade dos agregados, uma vez que durante a usinagem há o aquecimento do material.

##### 3.4.1. Principais componentes da Usina.

###### 3.4.1.1. SILOS DOSADORES

São os componentes responsáveis pelo armazenamento temporário e dosagem dos agregados.

Com formação em linha, possuem abertura superior suficientemente grande para receber alimentação através de pá carregadeiras.

A dosagem de agregados é individual, por meio da pesagem dinâmica com células de carga, sensores de rotação e moto-redutor de velocidade variável. O sistema de pesagem é totalmente automatizado. A figura 3.11 mostra um exemplo sobre este componente.



Figura 3.11 Exemplo de Silos dosadores.

#### 3.4.1.2. SECADOR

O secador, do tipo cilindro rotativo possui aletas internas aparafusadas, opera com processo contra-fluxo de mistura externa. É o processo de secagem mais eficiente para aquecimento e secagem de agregados, possui boa produtividade e economia de combustível. O calor é aplicado gradativamente aos agregados, resultando em alta eficiência de troca térmica. A figura 3.12 mostra a parte interna do secador.

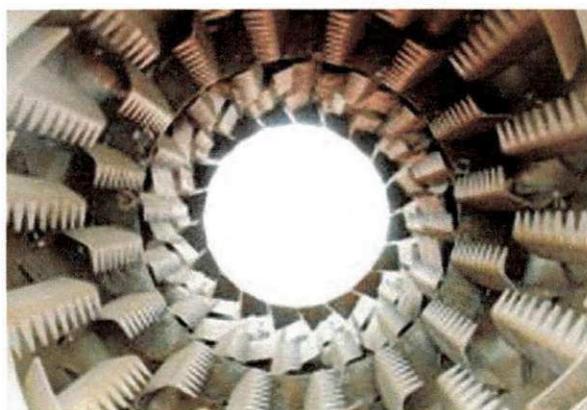


Figura 3.12 Parte interna do Secador.

O tambor possui função exclusiva de secar e aquecer os agregados, enquanto que a mistura fica a cargo do misturador, como esquematizado na figura 3.13.

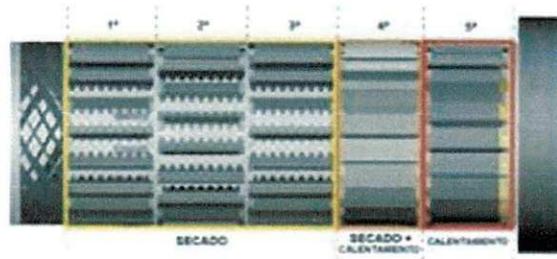


Figura 3.13 Esquema de um secador de contra-fluxo.

O processo contra-fluxo de mistura externa garante longa vida à mistura, já que as propriedades ligantes do CAP são preservadas: apenas os agregados, quando em processo de secagem e aquecimento, têm contato com o fluxo de gases quentes. Já o CAP, componente suscetível a radiação e gases em alta temperatura, são injetados somente no misturador, componente hermeticamente fechado.

#### 3.4.1.3. QUEIMADOR

É o componente responsável pela geração de energia para secagem e aquecimento dos agregados através da combustão de óleos combustíveis (leves e/ou pesados) e/ou gases (GLP e/ou Gás Natural). A figura 3.14 mostra um exemplo sobre este componente.

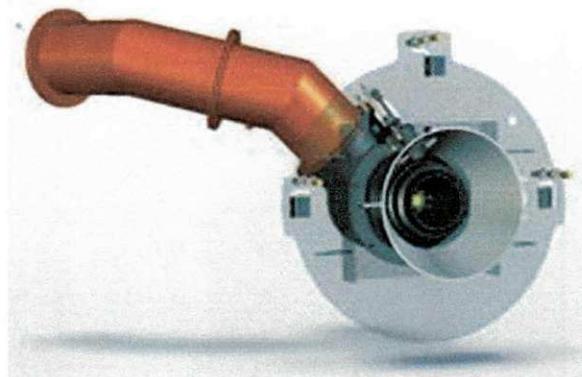


Figura 3.14 Visão esquemática de um queimador.

Tem ignição controlada pelo operador desde o painel de comando: uma chama piloto é acionada para iniciar a combustão. As dosagens de ar e combustível são precisas, garantindo aproveitamento e economia de combustível, o queimador pode ser acessado facilmente para limpeza, manutenção e regulagem a fim de garantir a integridade física do operador.

#### 3.4.1.4. MISTURADOR

É o componente responsável pela homogeneização entre agregados e CAP, um dos principais fatores relacionados à qualidade da mistura produzida. O misturador externo é do tipo Pug-Mill que é constituído por uma grande caixa metálica com tampas superiores móveis, aquecida pela circulação de óleo térmico que mantém a temperatura da mistura durante do processo; mais dois eixos paralelos, que giram em sentido oposto, com braços, aletas e proteções internas construídos em aço de alta resistência. O acionamento é realizado diretamente através de dois moto-redutores, sincronizados por duas caixas de redução angulares. As figuras 3.15 e 3.16 nos mostram vistas diferentes desse componente.

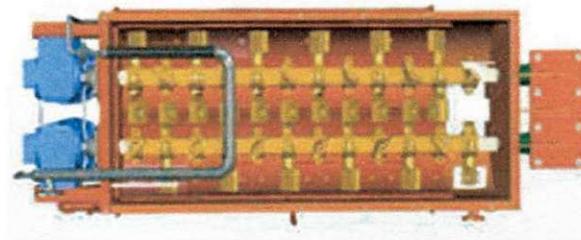


Figura 3.15 Vista superior do Misturador.



Figura 3.16 Registro fotográfico das aletas.

Os equipamentos que possuem misturador tipo Pug-Mill nos garante qualidade do material produzido, resultante da grande ação mecânica aplicada diretamente sobre a mistura aliada a preservação da vida útil do ligante, já que este é injetado em ambiente controlado, não sendo exposto a agentes que o danifiquem.

#### 3.4.1.5. SEPARADOR ESTÁTICO

O Separador Estático cumpre a função de pré-filtro, coletando o material particulado com eficiência aproximada de 80% considerando todos os tamanhos, e de 100% para partículas com tamanho superior a 200 microns. Isto aumenta a vida útil dos elementos filtrantes, pois as partículas maiores são as mais abrasivas e possuem maior temperatura que os gases, onde o material coletado no Separador Estático é devolvido diretamente ao misturador. As figuras 3.17 e 1.18 mostram vistas do Separador Estático.

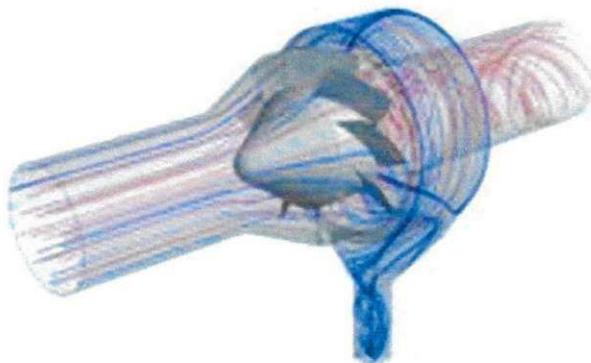


Figura 3.17 Vista interna do Separador Estático.



. Figura 3.18 Vista externa do Separador Estático.

#### 3.4.1.6. FILTRO DE MANGAS

Para qualificar a purificação de gases de exaustão das usinas, são utilizados filtro de mangas plissadas construídas em forma de cartucho com sistema autolimpante através do uso de ar comprimido, todavia é possível lavá-las em caso de necessidade, como, por exemplo, no caso da utilização de combustível contaminado. O material coletado no filtro de mangas é devolvido diretamente ao misturador. A figura 3.19 nos mostra os Filtros de Mangas devidamente posicionados.



Figura 3.19 Filtros de Mangas.

### 3.4.1.7. TANQUE

Utilizado juntamente com as usinas de asfalto, o tanque pode ser fixo ou portátil com aquecedor acoplado. Os componentes oferecem sistema de aquecimento indireto para preservar as propriedades químicas do CAP, com leitura de temperatura direta e sistemas de auto-monitoramento. A figura 3.20 mostra um exemplo deste componente.



Figura 3.20 Exemplo de um tanque de armazenamento de CAP.

### 3.4.2. Princípio de funcionamento da Usina.

Os silos armazenam e dosam os agregados (minério virgem) de forma individual através de correias de velocidade variável, contínua e automaticamente na proporção indicada no sistema de controle.

Os agregados dosados entram em um secador, tipo de cilindro rotativo dotado de um queimador em uma de suas extremidades, onde passam por um processo de secagem para eliminação da umidade e aquecimento para alcançar a correta temperatura de mistura com o ligante (de 150°C a 190°C, variável de acordo com o tipo de mistura e ligante).

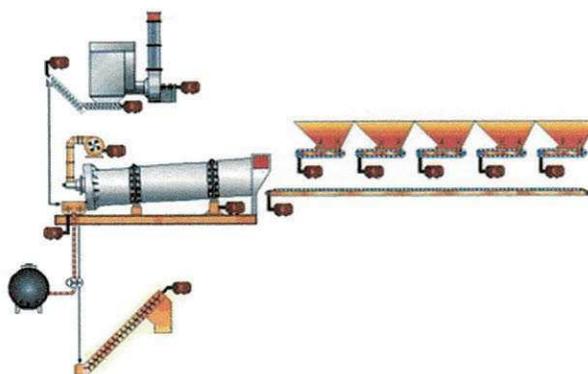


Figura 3.21 Esquema de uma usina de asfalto contra-fluxo.

O material agregado é inserido no secador na extremidade oposta ao queimador. O fluxo de agregados desloca-se em sentido contrário ao fluxo de gases quentes oriundo da chama do queimador (daí o nome contra-fluxo de mistura externa), que garante melhor aproveitamento da energia gerada no queimador, bem como maior eficiência na extração da umidade dos agregados. Uma vez secos e aquecidos, os agregados alcançam o misturador externo.

Paralelamente, os finos oriundos do processo de secagem é retido por dois componentes principais: o primeiro é o Separador Estático – que captura os finos de maior granulometria (retidos na peneira 200) – e o Filtro de Mangas – responsável pela retenção dos finos de menor granulometria (passante na peneira 200). Estes componentes entregam o material particulado ao misturador, evitando que seja lançado à atmosfera, preservando o meio ambiente. Que diminui a necessidade dosagem deste material. No processo contra-fluxo o desperdício é zero: todo o material dosado é aproveitado e estará presente na composição da mistura final.

Ao mesmo tempo, o sistema de dosagem de CAP injeta este ligante – seguindo comandos do sistema de controle – diretamente no misturador sobre os agregados secos e quentes, após ser revolvida pelos braços do misturador, a mistura resultante é o C.B.U.Q..

Através de um elevador, esta mistura é direcionada para um silo de armazenamento, de onde é descarregada em um caminhão que a transportará para o local de pavimentação como esquematiza de forma gratificante a figura 3.21 e a fotografia referente a figura 3.22.



Figura 3.22 Exemplo de uma usina de asfalto contra-fluxo abastecendo caminhões.



#### 4. Conclusões

Tendo em vista o conteúdo aprendido durante a graduação, o estágio curricular foi de suma importância para complementação do aprendizado, uma vez que, ao ver sendo aplicada as teorias vistas em sala de aula vemos que a engenharia de pavimentos não é complexa apenas na elaboração de projetos. Verifica-se a importância de todas as etapas do processo construtivo, seja com o pessoal da Topografia, do Laboratório, ou ainda da Administração Geral. Podemos ver que o sucesso de uma obra depende de vários e diferentes fatores os quais o engenheiro tem que dominar todos os assuntos referentes a obra, desde o cronograma de atividades a liberação do tráfego da via.

Contudo, após este período de experiência prática me vejo mais confiante e apaixonado pela engenharia e espero assim poder contribuir para o crescimento da nação sempre aliado ao compromisso de trazer segurança nas vias



## 5. Bibliografia

BERNUCCI, L.B.; MOTTA, L.M.G.; CERATTI, J.A.P.; SOARES, J.B. Pavimentação Asfáltica – Formação básica para Engenheiros. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Pavimentação, 2007.

CIBER. 2009. Disponível em <<http://www.ciber.com.br>>. Acesso em 09/06/2009.

4º BECONST. 2007. Disponível em <<http://www.4becnst.eb.mil.br/diario324.htm>>. Acesso em 14/06/09.