

PAVIMENTAÇÃO

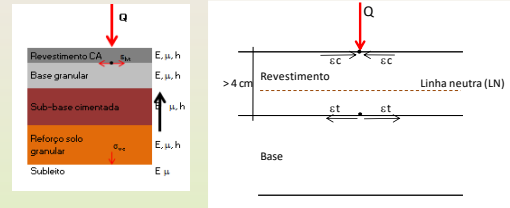
Revestimentos Asfálticos com Função Estrutural

1º. Semestre 2024

1

O que caracteriza um tipo de revestimento quanto a função estrutural

O que caracteriza um determinado revestimento asfáltico exercer função estrutural é a sua espessura.



4

Temas

- O que caracteriza um tipo de revestimento estrutural
- Tipos de misturas asfálticas:
 - distribuição granulométria contínua - concreto asfáltico
 - distribuição granulométrica descontínua – mistura asfáltica
- Tipo de ligante asfáltico importância no desempenho estrutural
- Produção
- Aplicação e compactação
- Controle tecnológico
- Verificação de traço
- Dimensionamento de frota de caminhão basculante

2

O que caracteriza um tipo de revestimento quanto a função estrutural

A capacidade estrutural de uma determinada mistura asfáltica está associada:

- Distribuição granulométrica
- Teor e tipo de ligante asfáltico utilizado, se convencional, modificado por polímero, BPM, etc.
- Compatibilidade de superfície entre os agregados e o ligante asfáltico;
- Espessura da camada;
- Grau de compactação;
- Temperatura;
- Carga dos veículos - deformação não é linear.
- Relação filler/betume
- Outros fatores de menor importância

5

O que caracteriza um tipo de revestimento quanto a função estrutural

3

MISTURAS ASFÁLTICAS DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA CONTÍNUAS E DESCONTÍNUAS

6

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Concreto asfáltico x mistura asfáltica

A diferença entre concreto asfáltico e mistura asfáltica está somente na distribuição granulométrica.

Concreto asfáltico a distribuição granulométrica, necessariamente, deve ser contínua. O termo concreto refere-se ao fato dos agregados de menor dimensão ocupar os espaços deixados pelos agregados de maior dimensão.

Distribuição granulométrica descontínua está associado ao termo mistura asfáltica.

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

7

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Concreto asfáltico x mistura asfáltica

Observe-se que essa facilidade de densificação de concreto asfáltico com rolos chapa depois o rolo de pneus e posteriormente a finalização com rolo chapa vibrando e ao passo que para misturas asfálticas descontínuas utilizam-se somente rolo chapa, essa condição deve-se única e exclusivamente à distribuição granulométrica da mistura.

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

10

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Concreto asfáltico x mistura asfáltica

Todo concreto asfáltico é uma mistura asfáltica mas, nem toda mistura asfáltica é um concreto asfáltico.

Embora essa diferenciação seja sutil, no processo de espalhamento e principalmente, na compactação, o tipo de rolagem diferencia-se muito.

Misturas asfálticas descontínuas tendem a ser o tipo de "tender mix", ou seja, misturas que não apresentam dificuldades de densificação em campo. Essa facilidade, muitas vezes torna-se um problema. Se for utilizado rolos de pneu, ocorrerá marcas de sulcos dos pneus na superfície e não mais poderá ser reparada, mesmo utilizando rolo liso vibratório.

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

8

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Concreto asfáltico

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

11

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Concreto asfáltico x mistura asfáltica

Enquanto que para concretos asfálticos, pode-se optar pela início da densificação com rolo chapa sem vibração, seguido de rolo pneumático – esse em duas pressões (90 lbs e 120 lbs) e finaliza com rolo capa vibrando. Esse último é chamado para fechamento ou tombamento dos agregados.

Para as misturas asfálticas descontínuas, utilizam-se somente dolo de chapa, podendo ou não iniciar com vibração.

Com relação as pressões do rolo pneumático, a pressão de 120 lbs propicia uma saliência no meio do pneu permitindo a densificação na parte inferior da camada e com a pressão de 90 lbs a densificação é da parte mais exposta da camada.

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

9

FATEC – Faculdade de Tecnologia de São Paulo

- Graduação Contínua: Faixa C DNIT 031-2006

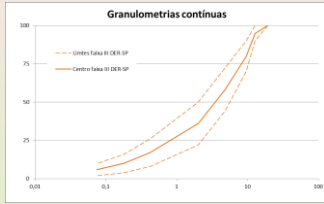
| Peneiras N. | (mm) | Fx.C | | |
|-------------|-------|--------|--------|--------|
| | | L.inf. | L.Sup. | Centro |
| 3/4" | 19,1 | 100 | 100 | 100 |
| 1/2" | 12,7 | 80 | 100 | 90 |
| 3/8" | 9,52 | 70 | 90 | 80 |
| 4 | 4,76 | 44 | 72 | 58 |
| 10 | 2 | 22 | 50 | 36 |
| 40 | 0,42 | 8 | 26 | 17 |
| 80 | 0,18 | 4 | 16 | 10 |
| 200 | 0,075 | 2 | 10 | 6 |

Bibliotecas de Pavimentação PROF. Dr. Edson de Moura

12

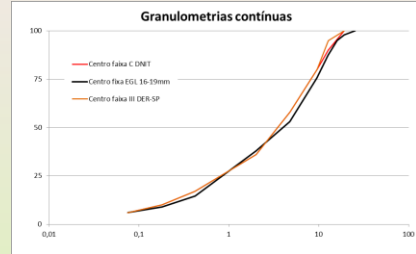
• **Gradação Contínua: Faixa III DER SP ET-DE-P00/027**

| Peneiras N. (mm) | Faixa III DER-SP | | |
|------------------------|------------------|--------|--------|
| | L.Inf. | L.Sup. | Centro |
| 3/4" | 19,1 | 100 | 100 |
| 1/2" | 12,7 | 90 | 100 |
| 3/8" | 9,52 | 70 | 90 |
| 4 | 4,76 | 44 | 72 |
| 10 | 2 | 22 | 50 |
| 40 | 0,42 | 8 | 26 |
| 80 | 0,18 | 4 | 16 |
| 200 | 0,075 | 2 | 10 |



13

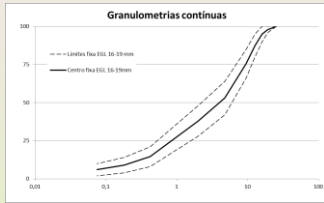
• **Gradação Faixas Contínuas**



16

• **Gradação Contínua: Faixa EGL 16-19 mm**

| Peneiras N. (mm) | EGL 16-19 mm | | |
|------------------------|--------------|--------|--------|
| | L.Inf. | L.Sup. | Centro |
| 1" | 25,4 | 100 | 100 |
| 3/4" | 19,1 | 96 | 100 |
| 5/8" | 16 | 90 | 100 |
| 1/2" | 12,7 | 80 | 95 |
| 3/8" | 9,52 | 66 | 85 |
| 4 | 4,76 | 42 | 64 |
| 10 | 2 | 28 | 48 |
| 40 | 0,42 | 8 | 21 |
| 80 | 0,18 | 4 | 14 |
| 200 | 0,075 | 2 | 10 |



14

Concreto asfáltico

Vantagens

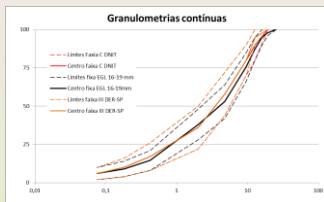
- a) Maior facilidade na dosagem e produção da mistura;
- b) Possibilidade de utilização de ligante asfáltico convencional, portanto, mistura asfáltica de menor custo.

Desvantagens

- a) Textura superficial menos favorável a segurança do usuário em dias chuvosos;
- b) Desempenho estrutural inferior para DP, principalmente, quando emprego de ligante asfáltico convencional;
- c) Vida de fadiga sofrível

17

• **Gradação Contínua: Faixa C DNIT 031-2006, EGL 16-19 mm e Fx III DER-SP**



15

Misturas asfálticas - descontínuas

18

FATEC – Faculdade de Tecnologia de São Paulo

- Gradação Descontínua:** DNIT ES 386-99 – Pavimentação – Pré mistura a quente com polímero – Camada porosa de atrito

| Peneiras | N. | (mm) | Faixa III DER-SP | | |
|----------|-------|------|------------------|--------|--------|
| | | | L.Inf. | L.Sup. | Centro |
| 1/2" | 12,7 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 3/8" | 9,52 | 80 | 90 | 90 | 85 |
| 4 | 4,76 | 40 | 50 | 45 | 45 |
| 10 | 2 | 10 | 18 | 14 | 14 |
| 40 | 0,42 | 6 | 12 | 9 | 9 |
| 200 | 0,075 | 3 | 6 | 4,5 | 4,5 |

Granulometria CPA - DNER ES 386-99

--- Limites Faixa III
— Centro Faixa III

Fontes: Materiais de Pavimentação | PROF. Dr. Edson de Moura

19

FATEC – Faculdade de Tecnologia de São Paulo

- Gradação Descontínua:** CPA – DNER ES 386-99
GAP GRADED - CALTRANS
SMA – Faixa III – DER-SP

Granulometria CPA - DNER ES 386-99

--- Limites Faixa III
— Centro Faixa III

Fontes: Materiais de Pavimentação | PROF. Dr. Edson de Moura

22

FATEC – Faculdade de Tecnologia de São Paulo

- Gradação Descontínua:** Gap graded – Caltrans - USA

| Peneiras | N. | (mm) | Faixa III DER-SP | | |
|----------|-------|------|------------------|--------|--------|
| | | | L.Inf. | L.Sup. | Centro |
| 1/2" | 12,7 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 3/8" | 9,52 | 95 | 100 | 97,5 | 97,5 |
| 4 | 4,76 | 42 | 55 | 48,5 | 48,5 |
| 8 | 2,38 | 19 | 32 | 25,5 | 25,5 |
| 16 | 1,19 | 16 | 22 | 19 | 19 |
| 30 | 0,59 | 10 | 18 | 14 | 14 |
| 50 | 0,297 | 8 | 13 | 10,5 | 10,5 |
| 100 | 0,149 | 6 | 10 | 8 | 8 |
| 200 | 0,075 | 4 | 7 | 5,5 | 5,5 |

Granulometria GAP GRADED - CALTRANS

--- Limites Faixa GAP GRADED
— Centro Faixa GAP GRADED

Fontes: Materiais de Pavimentação | PROF. Dr. Edson de Moura

20

FATEC – Faculdade de Tecnologia de São Paulo

- GRADUAÇÃO DESCONTÍNUAS**

CENTROS DAS FAIXAS DESCONTÍNUAS: CPA, GAP GRADED E SMA

— Centro faixa III CAP DNER ES 386-99
— GAP GRADED - CALTRANS
— Faixa III - SMA DER-SP

Fontes: Materiais de Pavimentação | PROF. Dr. Edson de Moura

23

FATEC – Faculdade de Tecnologia de São Paulo

- Gradação Descontínua:** SMA – faixa III – DER-SP

| Peneiras | N. | (mm) | Faixa III DER-SP | | |
|----------|-------|------|------------------|--------|--------|
| | | | L.Inf. | L.Sup. | Centro |
| 3/8" | 9,52 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 5/16" | 7,93 | 90 | 100 | 95 | 95 |
| 4 | 4,76 | 30 | 52 | 41 | 41 |
| 10 | 2 | 20 | 30 | 25 | 25 |
| 40 | 0,42 | 7 | 12 | 9,5 | 9,5 |
| 200 | 0,075 | 2,5 | 3,5 | 3 | 3 |

Granulometrias contínuas

--- Limites Faixa III DER-SP
— Centro Faixa III DER-SP

Fontes: Materiais de Pavimentação | PROF. Dr. Edson de Moura

21

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo | Departamento de Transportes e Obras de Terra

Misturas asfálticas descontínuas

| | |
|---|---|
| <p>Vantagens</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Textura superficial mais favorável a segurança do usuário em dias chuvosos, melhor aderência pneu/pavimento. b) BBTM (francesa) espessura delgada c) SMA – textura rugosa e elevada capacidade frente a DP d) CPA diminuição do spray e também do ruído pneu/pavimento. | <p>Desvantagens</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Utilização, somente, de ligante asfáltico modificado, portanto, mistura asfáltica de maior custo b) Durabilidade inferior a misturas asfálticas contínuas; c) Maior dificuldade na dosagem, produção da mistura e aplicação da mistura; d) Misturas asfálticas mais sensível a não conformidades, principalmente, do agregado; e) Dosagem Marshall com adaptações |
|---|---|

Fontes: Pavimentação | Prof. Dr. Edson de Moura

24

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Efeito do tipo de ligante asfáltico no desempenho das misturas asfálticas

Concreto asfáltico

Passíveis de se utilizar tanto ligante asfáltico modificados por polímeros ou BPM e também CAP

Mistura asfáltica descontínuas

Normalmente, tem utilizado ligante asfáltico modificados

Sabe-se que no esqueleto pétreo está a maior parte da responsabilidade da resistência à DP. Quando a distribuição granulométrica é falha, o tipo de ligante asfáltico passa a ter um papel de oferecer resistência a deformação

Já a resistência à vida de fadiga, o ligante asfáltico exerce grande influência. Ligante asfáltico modificados por polímero SBS tendem a oferecer maior vida de fadiga às misturas.

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

25

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Produção de mistura asfáltica – t/h

O tempo de mistura das misturas asfálticas descontínuas são maiores devido:

- Ligantes asfálticos modificados apresentam maior viscosidade e para que os agregados sejam envolvidos o tempo de mistura deve ser majorado em relação as misturas usinadas com CAP.
- Ao número de frações de agregados e também da cal e fibra, em alguns tipos de mistura, é necessário a adição de silos extras ou elevadores de caneca adicional na planta da usina;
- No caso específico da mistura asfáltica SMA, a fibra de celulose (em formato de grânulo) deve ser adicionada à mistura seca para que seja "ativada", e nesse sentido, deve-se ter um tempo maior de mistura seca.

Usinas que tem produção nominal de 100 a 120 t/h para um tipo de mistura asfáltica de condições normais, para misturas "especiais" a produção diminui.

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

28

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Composição / Produção

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

26

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Produção de mistura asfáltica – t/h

Usina gravimétrica de produção média de 120 t/h

Tempo de mistura de cada batelada de 45 s

Numa hora = $3600 \text{ s} / 45 \text{ s} = 80$ bateladas

Cada batelada = $120 / 80 = 1,5 \text{ t}$

Adição de fibra de celulose à mistura, torna necessário uma adição de cerca de 5 s no tempo de mistura seca para propiciar a "ativação da fibra"

Numa hora = $3600 \text{ s} / 50 \text{ s} = 72$ bateladas

A produção passa a ser: $72 * 1,5 \text{ t} = 108 \text{ t/h}$ redução de 12 t/h (-10%)

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

29

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Composição

Materials, normalmente empregados em misturas asfálticas com distribuição granulométrica contínuas e descontínuas

| Material | Concreto asfáltico | Mistura asfáltica descontínuas | | | |
|--------------|--------------------|--------------------------------|-----|------------|------|
| | | SMA | CPA | Gap Graded | BBTM |
| Brita 1 | X | X | X | X | |
| Brita 1/2 | | X | X | X | |
| Pedrisco | X | X | X | X | X |
| pó de pedra | X | X | X | X | X |
| Cal | X | X | X | X | X |
| Fibra | | X | X | | |
| CAP | X | | | | |
| Lig. Mod SBS | X | X | X | X | X |
| Lig. BPM | X | | | X | |

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

27

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Produção de mistura asfáltica – t/h



| | | |
|--|-----|-------------|
| Carga legal com tolerância de 7,5% (t) | 6,5 | 18,3 |
| Eixo vazio (t) | 3,0 | 6,0 |
| Carga útil (t) | 3,5 | 12,3 |
| Carga útil total (t) | | 16,0 |

Densidade da mistura asfáltica condição: solta **1,65 a 1,70 t/m³**

Variações dessa densidade é função da massa específica aparente do agregado, basalto tem $\gamma_d > 3,0 \text{ g/cm}^3$ - granito na ordem de $2,7 \text{ g/cm}^3$. A distribuição granulométrica também influi consideravelmente.

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

30

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Produção de mistura asfáltica – t/h

Dimensões do caminhão basculante de canto redondo

Comprimento (m) = 4,2
Largura (m) = 2,20
Altura (m) = 0,6

Volume útil de 5,4 m³

Prolongamento da altura da caçamba com aba de madeira de 0,3 m

Volume útil = 8,1 m³

Normalmente, a carga recebe um adicional além da borda superior da aba de 10 cm - denominado de carga coroadada

Volume útil 9,2 m³

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

31

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Procedimento de carregamento de misturas asfálticas com caminhão basculante

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

34

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Produção de mistura asfáltica – t/h

O caminhão tem volume útil de 9,2 m³

Massa específica aparente da mistura asfáltica solta 1,65 a 1,70 t/m³

Considerando uma massa específica aparente média de 1,7 t/m³

O caminhão transporta em média 15,6 t

A carga útil legal de transporte é de 16 t

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

32

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Carregamento da mistura asfáltica em usina

Os caminhões utilizados no carregamento da mistura asfáltica recém fabricadas na usina, devem possuir as seguintes características:

- caçamba sem nenhuma saliência que possa de forma a evitar o descarregamento da mistura asfáltica;
- A caçamba antes do carregamento, deve ser aplicado óleo ou uma calda de nata de cal, para propiciar a não aderência da mistura à caçamba;
- Ter lona impermeável e retrátil em dimensões compatíveis com o tamanho da caçamba. O recobrimento deve ser imediatamente após carregamento e a regularização dos picos de massa. Assim, evita-se o resfriamento a mistura durante o transporte e também molhar em caso de eventual chuva;
- Após o carregamento o caminhão é pesado e a carga de mistura deve constar na NF, inclusive com a hora de saída da usina e os dados do caminhão;

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

35

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Produção de mistura asfáltica x carregamento

Uma usina de produção nominal de 100 a 120 t/h de mistura asfáltica.

Caminhões basculante com capacidade de carga de 17,5 t

Para uma produção de 110 t/h tem-se: $110 / 17,5 = 6,3$ caminhões/h

Somado o tempo de manobra do caminhão pode-se considerar

6 caminhões por hora - Uma caminhão a cada 10 minutos

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

33

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Carregamento da mistura asfáltica em usina

Aptidões dos motoristas dos caminhões de transporte de mistura asfáltica, deve permitir o posicionamento adequado da caçamba embaixo da boca do silo. Esse procedimento diminuirá ou praticamente, irá zelar, problemas de segregação de massa no carregamento:

- O motorista deve ser treinado para as operações de: carregamento / transporte e descarregamento;
- Na operação de carregamento o motorista deve posicionar, o primeiro terço da caçamba (próximo a cabine) embaixo da boca do silo e após receber a primeira carga de mistura, posicionar o último terço e em seguida o terço do meio. Dependendo da carga, que função da capacidade de carregamento do silo e também do tipo de mistura asfáltica, procede-se com o carregamento parcial dos vãos intermediários.

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

36

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Procedimento de carregamento de mistura asfáltica no silo da usina

Aplicação de nata de cal no interior da caçamba

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

37

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Procedimento de carregamento de mistura asfáltica no silo da usina

segunda carga primeira carga

Aba de madeira

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

40

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Procedimento de carregamento de mistura asfáltica no silo da usina

Aba de madeira

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

38

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Procedimento de carregamento de mistura asfáltica no silo da usina

segunda carga terceira carga primeira carga

Aba de madeira

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

41

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Procedimento de carregamento de mistura asfáltica no silo da usina

primeira carga

Aba de madeira

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

39

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Procedimento de carregamento de mistura asfáltica no silo da usina

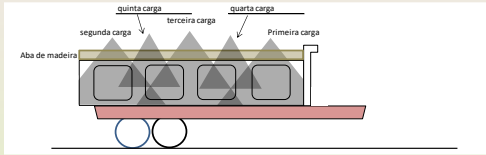
segunda carga terceira carga quarta carga primeira carga

Aba de madeira

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

42

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

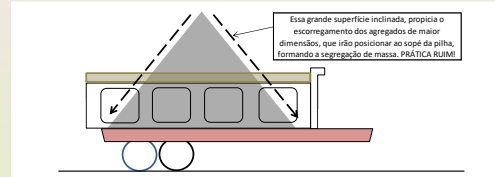
Procedimento de carregamento de mistura asfáltica no silo da usina

Pavimentação

Prof. Dr. Edson de Moura

43

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

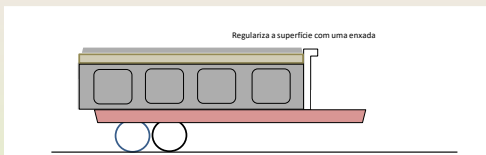
Procedimento de carregamento de mistura asfáltica no silo da usina

Pavimentação

Prof. Dr. Edson de Moura

46

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

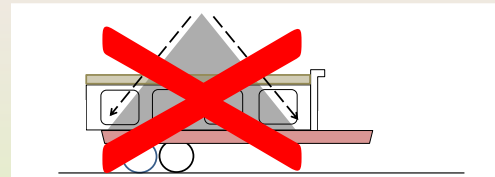
Procedimento de carregamento de mistura asfáltica no silo da usina

Pavimentação

Prof. Dr. Edson de Moura

44

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

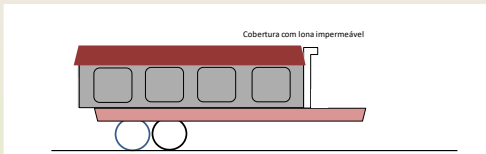
Procedimento de carregamento de mistura asfáltica no silo da usina

Pavimentação

Prof. Dr. Edson de Moura

47

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Procedimento de carregamento de mistura asfáltica no silo da usina

Pavimentação

Prof. Dr. Edson de Moura

45

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Procedimento de carregamento de mistura asfáltica no silo da usina

Após o carregamento, lona-se o caminhão, a carga é pesada e juntamente com a identificação do caminhão emite-se a NF.

O controle tecnológico do laboratório de usina, faz a coleta de amostra da mistura e também mede a temperatura da massa.

Esses procedimentos de controle fazem parte da rastreabilidade da mistura asfáltica.

Através de amostragem estatísticas (a cada determinado número de caminhões), são conduzidos ensaios de teor de ligante asfáltico e também distribuição granulométrica da massa. Essa operação não pode demorar, o resultado deve sair antes da aplicação da mistura asfáltica em campo. Qq não conformidade, dependendo, o(s) caminhão(ões) é(são) descartado(s)!

Pavimentação

Prof. Dr. Edson de Moura

48

Espalhamento e Compactação de mistura asfáltica

49

Procedimento de controle de recebimento do caminhão na obra e espalhamento da mistura asfáltica

Na operação de deslocamento do caminhão, quando estiver em um processo contínuo, ou seja com a mesa em movimento espalhando a mistura, deve-se evitar ao máximo o choque dos pneus do caminhão com a vibro acabadora. Esse choque causa o abaixamento das mesa comprimindo a massa e causando um dente (degrau na massa) mesmo após a compactação.



Caminhão sendo posicionado para descarregamento



Caminhão conectado à vibro

52

Procedimento de controle de recebimento do caminhão na obra e espalhamento da mistura asfáltica

O primeiro controle é a medição da temperatura da mistura asfáltica ainda dentro da caçamba. Minutos antes do descarregamento, remove-se a lona expondo toda a área da caçamba e mede-se a temperatura da mistura asfáltica em vários pontos. Nessa ocasião também se faz a coleta de amostra da mistura para o controle tecnológico posterior.



Importante que a temperatura da massa esteja dentro dos parâmetros de controle tecnológico.

Não se pode considerar essa temperatura corresponde a temperatura de compactação da mistura asfáltica. Trata-se da temperatura de espalhamento da mistura! A temperatura de compactação (rolagem) é bem inferior!

50

Procedimento de controle de recebimento do caminhão na obra e espalhamento da mistura asfáltica

Após a conexão, O motorista bascula a mistura para dentro da vibro, o caminhão permanece ligado e desengatado e permite que a vibro o empurre. Conforme a massa vai sendo consumida, o caminhão abastece a vibro em movimento.



53

Procedimento de controle de recebimento do caminhão na obra e espalhamento da mistura asfáltica

Por questão de rastreabilidade, deve-se identificar com a placa do caminhão e o local () a mistura foi depositada.



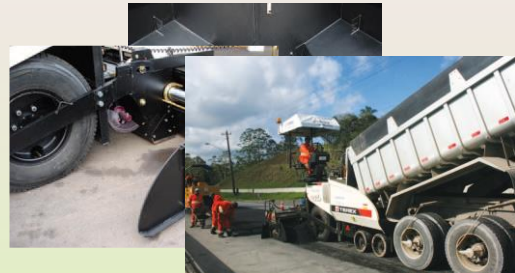
Posiciona-se a vibro acabadora no início de trecho



O caminhão desloca-se em marcha e encosta a os pneus na vibro

51

Procedimento de controle de recebimento do caminhão na obra e espalhamento da mistura asfáltica



54

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Procedimento de compactação da mistura asfáltica - Rolagem



Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

55

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Controle pós aplicação da mistura asfáltica

O controle após a aplicação da mistura asfáltica se faz com a extração de corpos de prova de 4" de diâmetro e são realizados os seguintes ensaios em laboratório:

- Verificação da espessura da camada asfáltica aplicada;
- Medição do volume de vazios através da pesagem hidrostática e comparação com DMT (rice ou massa específica aparente seca dos agregados);
- Determinação do teor de ligante asfáltico com a extração do ligante asfáltico dos corpos de prova;
- Determinação da distribuição granulométrica da mistura asfáltica – dos agregados resultante da extração do ligante asfáltico;

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

58

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Procedimento de controle de recebimento do caminhão na obra e espalhamento da mistura asfáltica

Pavimentadora AP1055F



| | |
|---|-----------|
| Velocidade Máxima de Pavimentação - Com Mesa com Barra Tamper | 25 m/min |
| Largura Máxima de Pavimentação - Mesa SE60 V | 7.65 m |
| Capacidade do Funil - Funil de Entrada Inferior | 8.1 m³ |
| Máxima Capacidade Produtiva | 1602 t/hr |

| | |
|---|---------------------------------------|
| Peso Operacional - Com SE60 VT XW | 21815 kg |
| Faixa Padrão de Pavimentação | 3 a 6 m (9 pés 10 pol a 19 pés 6 pol) |
| Velocidade Máxima de Pavimentação - Com Mesa Vibratória | 64 m/min |
| Capacidade do Funil - Entrada Padrão | 7.6 m³ |

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

56

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Controle pós aplicação da mistura asfáltica

Caso tenha ocorrido um não conformidade que pode acarretar em sérios problemas de desempenho da misturas asfálticas aplicada, pode-se fazer uma verificação de traço, que constitui os seguintes procedimentos:

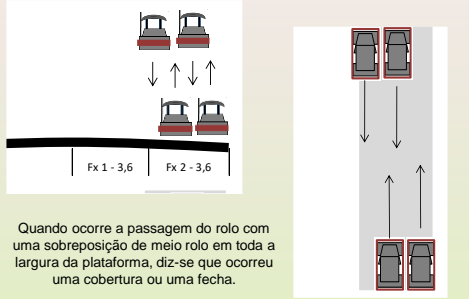
- Extração de placas do revestimento da pista onde foi observado o problema;
- Verificação da espessura e também do volume de vazios da mistura;
- Destorroamento da mistura e determinação do DMT (rice);
- Determinação do teor de ligante asfáltico e também da distribuição granulométrica;
- Recuperação do ligante asfáltico pelo método de Abson e realização dos ensaios de caracterização do ligante asfáltico.

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

59

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Conceito de cobertura - fecha



Quando ocorre a passagem do rolo com uma sobreposição de meio rolo em toda a largura da plataforma, diz-se que ocorreu uma cobertura ou uma fecha.

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

57

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Dimensionamento de produção de mistura asfáltica / número de caminhões para transporte e compactação

Dados:
Em um trecho de 3,5 km de extensão, será aplicada mistura asfáltica, com largura da plataforma de 3,6 m e espessura de massa de 5 cm. A mistura asfáltica tem massa específica aparente compactada de 2,56 t/m³. A usina tem capacidade de produção de 120 t/h. Cada caminhão tem capacidade de transporte de 17,5 t.

| | | |
|---|------------------|------------|
| O tempo de ciclo do caminhão é formado por: | carregamento | 18 minutos |
| | viagem de ida | 40 minutos |
| | espera no trecho | 15 minutos |
| | viagem de volta | 30 minutos |

Pede-se:
A frota (número) de caminhões necessários para atender a demanda da obra
O tempo necessário para a conclusão do serviço

| | | | | |
|-------|---------|-----------------|----------|--------------|
| Usina | 120 t/h | 17,5 / caminhão | 120/17,5 | 6,86 cam./h |
| | 8 h/dia | Produção | 120*8 | 960,00 t/dia |

| | | | | |
|---------------------------|---------|-------------|----------|--------|
| Caminhão | 17,5 t | | | |
| distância de transporte = | 18 km | | | |
| Tempo de carregamento = | 18 min. | | | |
| Tempo de viagem de ida | 40 min. | tempo total | 18+40+15 | |
| tempo de espera | 15 min. | de ciclo do | 6+30 | 104 |
| Tempo de viagem de volta | 30 min. | caminhão | | 1,73 h |

Total de caminhões na frota 11,86286 **12 caminhões**

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

60

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Dimensionamento de produção de mistura asfáltica / número de caminhões para transporte e compactação

| | | | | | |
|-------|----------|--------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Usina | 120 8 | t/h h/dia | 17,5 / caminhão Produção | 120/17,5 120*8 | 6,86 cam./h 960,00 t/dia |
|-------|----------|--------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|

Vibro 250 t/h
8 h / dia

Ela só inicia o trabalho após a chegada de 4 caminhões
Nesse caso são necessários 4 caminhões extras ou diminuir a produção.

| | | | | | | |
|--------|------------------------|-----------------------|----------------|--------------------|--|---|
| Trecho | Comprimento | 3,5 km | Volume de | | | Serão necessários 1,68 dias 1 dia + 5:24 h |
| | largura | 3,6 m | massa | 630 m ³ | | |
| | espessura | 5 cm | compactada | | | |
| | Densidade compactada = | 2,56 t/m ³ | Massa aplicada | 1632,8 t | | |

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

61

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Resolver exercício

Dados ex. 1:
Em um trecho de 3,5 km de extensão, será aplicada mistura asfáltica, com largura da plataforma de 3,6 m e espessura de massa de 5 cm. A mistura asfáltica tem massa específica aparente compactada de 2,64 t/m³. A usina tem capacidade de produção de 100 t/h. Cada caminhão tem capacidade de transporte de 16 t.

| | | |
|---|------------------|------------|
| O tempo de ciclo do caminhão é formado por: | carregamento | 18 minutos |
| | viagem de ida | 01:45 h |
| | espera no trecho | 20 minutos |
| | viagem de volta | 01:28 h |

Pede-se: A frota (número) de caminhões necessários para atender a demanda da obra
O tempo necessário para a conclusão do serviço

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

62