

# **MEMORIAL DE CALCULO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS - TERRAPLANAGEM / PAVIMENTAÇÃO**

---

REVISÃO 01 | 24/07/2024

ETAPA | PROJETO EXECUTIVO

---

Contratação de empresa para prestação de serviços de elaboração de projetos básicos e executivos de urbanização para atender a demanda dos Campi de Janaúba e Unaí da UFVJM.

---

CONTRATANTE

**UFVJM**

---



**IZABEL SOUKI ENGENHARIA E PROJETOS LTDA**

**CNPJ | 11.085.188/0001-34**

**ENDEREÇO | Av. Raja Gabaglia, 2000, 2º andar, bairro Estoril,  
Belo Horizonte, Minas Gerais**

**CONTATO | (31)3653-9598 | [www.izabelsouki.com.br](http://www.izabelsouki.com.br)**

## SUMÁRIO

1 FINALIDADE .....	2
2 DISPOSIÇÕES GERAIS .....	2
2.1 OBJETO .....	2
2.2 DESCRIÇÃO DA OBRA .....	2
2.3 GENERALIDADES .....	2
3 NORMAS .....	3
4 Projeto de pavimentação - universidade .....	4
5 Terraplanagem .....	5
5.1 Metodologia de cálculo .....	5
6 Pavimentação ASFÁLTICA EM CBUQ .....	5
6.1 Metodologia de cálculo .....	5
6.2 Informações de dimensionamento .....	6
6.3 Espessura do revestimento .....	6
6.4 Número "n" .....	7
6.5 ESPESSURA DAS DEMAIS CAMADAS .....	7
6.6 CÁLCULO DAS DEMAIS CAMADAS .....	8
7 Resultado de QUANTITATIVO de projeto .....	10
7.1 Quantitativo de terraplanagem .....	10
7.2 Quantitativo de pavimentação .....	11
8 DISPOSIÇÕES GERAIS .....	13

## **1 FINALIDADE**

As presentes especificações técnicas visam a estabelecer as condições gerais para a obra de terraplanagem e pavimentação asfáltica na UFVJM - CAMPUS UNAÍ.

## **2 DISPOSIÇÕES GERAIS**

Recomendam-se aos LICITANTES fazer um reconhecimento no local da obra antes da apresentação das propostas, a fim de tomar conhecimento da situação atual das instalações, da extensão dos serviços a serem executados, das dificuldades que poderão surgir no decorrer da obra, bem como científicarem-se de todos os detalhes construtivos necessários à sua perfeita execução.

### **2.1 OBJETO**

O objeto destas especificações é a obra de terraplanagem e pavimentação asfáltica na UFVJM - CAMPUS UNAÍ.

### **2.2 DESCRIÇÃO DA OBRA**

A obra consistirá na terraplanagem e pavimentação asfáltica, de área total de 15.955,73 m<sup>2</sup>, com as seguintes características principais: serviços de terraplenagem, pavimentação asfáltica em CBUQ.

### **2.3 GENERALIDADES**

O projeto de terraplanagem e pavimentação tem o propósito final de realizar a preparação e adequação do terreno para a implantação de vias urbanas, garantindo a estabilidade e a durabilidade da infraestrutura rodoviária. Este memorial descritivo apresenta as generalidades do projeto, abrangendo os principais aspectos e etapas envolvidas na sua execução.

Este memorial descritivo serve como guia para a execução do projeto de terraplanagem e pavimentação, assegurando que todas as diretrizes sejam seguidas e os objetivos alcançados.

Com estas generalidades, o projeto de terraplanagem e pavimentação visa proporcionar uma infraestrutura segura, durável e funcional, contribuindo para a melhoria das condições urbanas e a qualidade de vida dos usuários.

O principal objetivo é fornecer um projeto técnico eficiente visando a perfeita execução dos serviços, em função de se garantir um mínimo custo com uma máxima eficiência, além disso, fornece a máxima facilidade possível de manutenção deste sistema. À empresa contratada, cabendo a esta o fornecimento de todos os materiais e mão de obra necessária à execução dos serviços descritos nesta especificação como um documento complementar ao projeto básico e demais projetos complementares.

Qualquer alteração nas especificações apresentadas deverá ter sempre o objetivo de melhorar o padrão da edificação. Os materiais e mão-de-obra empregados deverão ser de primeira qualidade, de comprovada eficiência e capacitação técnica, seguindo os dispostos nas normas técnicas pertinentes.

Não é permitida nenhuma alteração nos projetos sem o consentimento e/ou autorização por escrito do proprietário e do responsável técnico pelo projeto, sendo que as modificações ainda estarão sujeitas à aprovação. Os desenhos do projeto e este memorial descritivo se completam e têm o mesmo grau de importância. Em caso de conflito entre estes documentos, deve ser consultado o responsável técnico para elucidação da informação discordante.

### 3 NORMAS

A seguir é apresentada a relação das Normas Técnicas que deverão ser observadas na execução do pavimento de concreto.

- DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Manual de Pavimentação e Especificação de Serviço Ministério dos Transportes. 2006.
- DNIT 031/2006 - ES: Pavimentação – Cimento Asfáltico de Petróleo – Especificação de Serviço
- DNIT 032/2006 - ES: Pavimentação – Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) – Especificação de Serviço
- DNIT 033/2006 - ES: Pavimentação – Tratamento Superficial Simples com Emulsão Asfáltica – Especificação de Serviço
- DNIT 034/2006 - ES: Pavimentação – Tratamento Superficial Duplo com Emulsão Asfáltica – Especificação de Serviço
- DNIT 035/2006 - ES: Pavimentação – Tratamento Superficial Triplo com Emulsão Asfáltica – Especificação de Serviço
- DNIT 139/2010 – ES: Pavimentação – Misturas Betuminosas a Quente – Procedimentos
- DNIT 141/2010 – ES: Pavimentação – Cimento Asfáltico Modificado por Polímero – Especificação de Serviço

#### 4 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO - UNIVERSIDADE

As vias internas têm por finalidade possibilitar o trânsito dos veículos necessários ao funcionamento da Universidade e possibilitar o acesso destes às diversas edificações académicas.

Para a pavimentação dos acessos internos são previstos um tipo de pavimentos. Prevê-se pavimento flexível ASFÁLTICA EM CBUQ para o acesso principal à universidade; e no restante dos acessos, para os estacionamentos, está prevista a construção de pavimentos ASFÁLTICA EM CBUQ.

Tendo em vista a não previsão de tráfego significativo de veículos pesados sobre os pavimentos flexíveis, para a determinação das camadas da estrutura de pavimentação desse trecho foram adotadas espessuras mínimas de dimensionamento.

## 5 TERRAPLANAGEM

### 5.1 METODOLOGIA DE CÁLCULO

Os volumes de terraplanagem foram determinados por cubagem utilizando o método da soma das áreas, em um processo totalmente informatizado. A classificação dos materiais a escavar foi conduzida de maneira eficiente, baseada em análises preliminares derivadas dos estudos geológico e geotécnico.

Os dados foram obtidos utilizando o AutoCAD Civil 3D, uma ferramenta especializada para determinação de volumes e elaboração de projetos de terraplenagem.

Os serviços preliminares englobam operações como desmatamento, destocamento e limpeza das áreas destinadas à implantação do corpo estradal, removendo obstruções naturais ou artificiais como camada vegetal, arbustos, tocos, raízes, entulhos e pedras soltas de pequeno porte.

Os resultados obtidos estão disponíveis no quantitativo por seção e são detalhados no projeto por estacamento.

## 6 PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA EM CBUQ

### 6.1 METODOLOGIA DE CÁLCULO

Para o dimensionamento do pavimento em questão adotou-se o Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis, esta metodologia está em conformidade com o Manual de Pavimentação do DNIT (Brasil, 2006).

O método é baseado em dados empíricos que se fundamentam na capacidade de suporte do subleito, traduzida pelos ensaios de ISC dos seus materiais constituintes e pelo tráfego em termos de número equivalente de operações de um determinado eixo padrão, que é fixado em 8,2 t.

As diversas camadas que irão constituir o pavimento são dimensionadas de forma a proteger o subleito e resistirem à atuação das cargas dinâmicas causadas pelo tráfego.

## 6.2 INFORMAÇÕES DE DIMENSIONAMENTO

Para introduzir os dados de dimensionamento do pavimento asfáltico de forma clara, apresento abaixo os parâmetros em uma tabela:

Parâmetro	Valor
Número de solicitações (N)	2.000.000
CBR sub-base	20%
CBR subleito	8%
Reforço do subleito	Não considerado
Tipo de base	Base granular
Coeficiente K (Base granular)	1,00
Razão CBR sub-base/CBR subleito	Menor que 3,00
Coeficiente K (Sub-base)	0,77

**Tabela 1 - Dados de Dimensionamento | Fonte: O autor, 2024.**

Esses dados são fundamentais para o dimensionamento preciso do pavimento asfáltico, garantindo que as espessuras e os materiais utilizados atendam às exigências de durabilidade e desempenho frente ao volume de tráfego projetado.

## 6.3 ESPESSURA DO REVESTIMENTO

Conforme o Manual de Pavimentação do DNIT, “A fixação da espessura mínima a adotar para os revestimentos betuminosos é um dos pontos ainda em aberto na engenharia rodoviária, quer se trate de proteger a camada de base dos esforços impostos pelo tráfego, quer se trate de evitar a ruptura do próprio revestimento por esforços repetidos de tração na flexão”.

O mesmo manual apresenta valores de espessuras recomendadas, apresentadas na tabela a seguir:

<b>N</b>	<b>Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso</b>
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5cm de espessura

**Tabela 2 - Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso | Fonte: Manual de Pavimentação DNIT, 2006.**

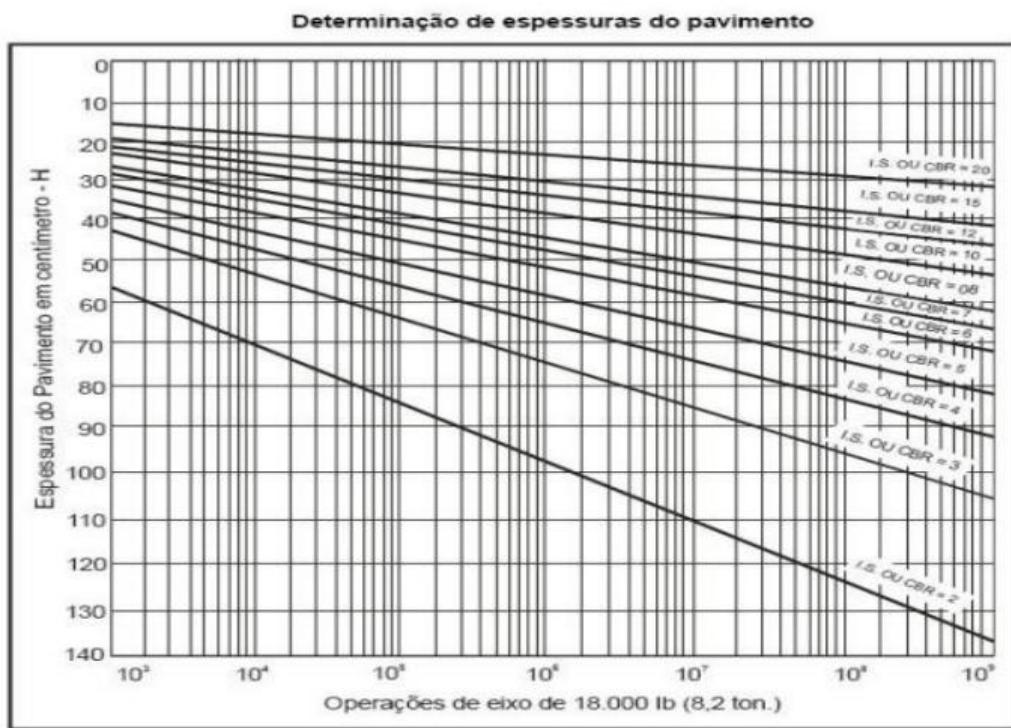
## 6.4 NÚMERO "N"

O dimensionamento do pavimento é baseado no número equivalente (N) de operações de um eixo padrão. Para pavimentos flexíveis, o método do DNER considera um eixo com carga de 8,2 toneladas-força (18.000 libras) durante o período de projeto escolhido.

Com um número N igual a 2.000.000, é necessário um revestimento de CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente) de pelo menos 5 cm de espessura, com um fator K=2.

## 6.5 ESPESSURA DAS DEMAIS CAMADAS

O ábaco de dimensionamento do DNIT possibilita a determinação da espessura de uma camada do pavimento com base no valor do CBR da camada subjacente e no número "N" de solicitações devido ao tráfego. Esse método assegura que a camada subjacente não sofrerá ruptura nem deformações excessivas.



**Figura 1 - Espessura do pavimento -“H” | Fonte: Manual de Pavimentação DNIT, 2006.**

Entrando na tabela com CBR sub-base = 20 %

Entrando na tabela com CBR subleito = 9 %

$$H_t = 77,67 * N^{0,0482} * CBR^{-0,598}$$

## 6.6 CÁLCULO DAS DEMAIS CAMADAS

Para calcular as camadas da base, sub-base e reforço do subleito (quando aplicável), utiliza-se o seguinte procedimento, levando em consideração o "K" estrutural de cada camada e algumas sugestões para melhorar o desempenho estrutural dessas camadas.



- a)  $K_R \times R + K_B \times B > H_{20}$
- b)  $K_R \times R + K_B \times B + K_{SB} \times h_{20} > H_n$
- c)  $K_R \times R + K_B \times B + K_{SB} \times h_{20} + K_{RF} \times h_n > H_m$

**Figura 2 - Metodologia de Calculo de Camadas | Fonte: O autor, 2024.**

Nota: Quando o CBR da Sub-base for maior ou igual a 40% e, para  $N < 10^6$ , admite-se substituir na inequação  $H_{20}$  por  $0,8 \times H_{20}$ . Para  $N > 10^7$ , recomenda-se substituir  $H_{20}$  por  $1,2 \times H_{20}$ .

A espessura mínima para a camada de bases granulares é de 15 cm. A espessura total do pavimento deve levar em consideração o CBR do subleito e pode ser calculada através do ábaco ou da fórmula que o representa.

$$H_m = 46 \text{ cm}$$

Como não há condição para  $N \leq 10^6$  e CBR da sub-base maior ou igual a 40%, nem para  $N > 10^7$ , portanto  $H_{20}$  não é alterado. A espessura  $H_{20}$  do pavimento deve levar em consideração o CBR da sub-base e pode ser calculada através do ábaco ou da fórmula que o representa.

$$H_{20} = 27 \text{ cm}$$

Aqui está a reescrita considerando que o CBR do reforço do subleito não está sendo considerado no cálculo:

A espessura  $H_n$  do pavimento leva em consideração o CBR do reforço do subleito; como este não está sendo considerado neste cálculo, considera-se  $H_n$  igual a  $H_m$ .

$$H_n = 46 \text{ cm}$$

Utilizando-se a inequação e considerando espessura mínima de 15 cm, a espessura total da base (B) pode ser calculada:

$$B = 17 \text{ cm}$$

Utilizando-se a inequação e considerando espessura mínima de 15 cm, a espessura total da sub-base (**h20**) pode ser calculada:

$$h_{20} = 25 \text{ cm}$$

Como o reforço do subleito não foi considerado no cálculo, seu valor não foi calculado na inequação, sendo seus valores igual a zero.

$$h_n = \text{não calculado}$$

Calculadas todas as espessuras necessárias para cada camada do pavimento chega-se a representação final do mesmo.



Figura 3 - Espessuras de Camadas adotado em Projeto | Fonte: O autor, 2024.

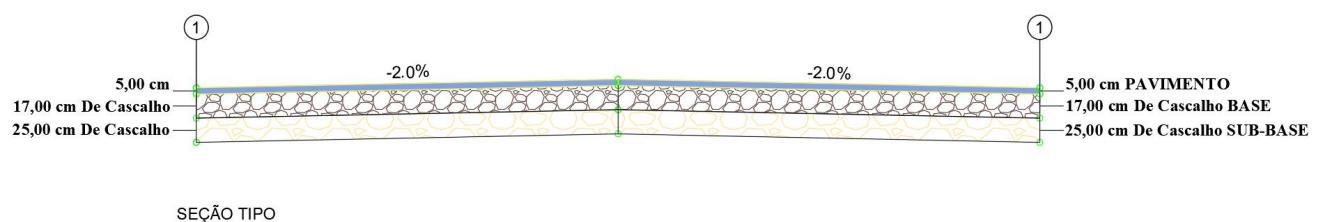


Figura 4 - Espessuras de Camadas adotado em Projeto | Fonte: O autor, 2024.

## 7 RESULTADO DE QUANTITATIVO DE PROJETO

### 7.1 QUANTITATIVO DE TERRAPLANAGEM

Conforme o projeto de terraplanem elaborado, segue o quantitativo geral de movimentação de terra:

- Volume de **CORTE ACUMULATIVO**: 5.664,62 m<sup>3</sup>
- Volume de **ATERRO ACUMULATIVO**: 2.019,00 m<sup>3</sup>

A fim de setorizar o projeto, segue a apresentação dos resultados seção por seção:

SEÇÃO	VOLUM.CORTE ACUM. (m <sup>3</sup> )	VOLUM.ATERRO ACUM. (m <sup>3</sup> )
ROTATÓRIA	211,88	55,09
RUA A	395,60	24,61
RUA B	358,49	28,66
RUA C	564,04	6,61
RUA D	553,49	10,23
RUA E	109,56	421,02
RUA F	967,66	5,45
RUA G	408,00	51,05
RUA H	148,54	39,83
RUA I	103,12	21,15
RUA J	122,81	21,10
RUA K	430,86	0,54
RUA L	1040,75	421,88
RUA M	30,58	483,63
RUA N	73,43	414,39
RUA O	145,81	13,76
<b>SOMATÓRIO TOTAL</b>	<b>5.664,62 m<sup>3</sup></b>	<b>2.019,00 m<sup>3</sup></b>

Tabela 3 - Quantitativo de Terraplanagem | Fonte: O autor, 2024.

## 7.2 QUANTITATIVO DE PAVIMENTAÇÃO

Conforme o projeto de pavimentação elaborado, segue o quantitativo geral de pavimentação:

- Área total: 20.672,33 m<sup>2</sup>
- Volume de camada **RR REVESTIMENTO**: 1.033,62 m<sup>3</sup>
- Volume de camada **KB BASE**: 3.514,30 m<sup>3</sup>
- Volume de camada **KSB SUB-BASE**: 5.168,08 m<sup>3</sup>

A fim de setorizar o projeto, segue a apresentação dos resultados seção por seção:

SEÇÃO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	RR REVESTIMENTO (m <sup>3</sup> )	KB BASE (m <sup>3</sup> )	KSB SUB-BASE (m <sup>3</sup> )
ROTATÓRIA	1498,98	74,95	254,83	374,75
RUA A	1256,90	62,85	213,67	314,23
RUA B	1282,33	64,12	218,00	320,58
RUA C	1172,60	58,63	199,34	293,15
RUA D	1371,28	68,56	233,12	342,82
RUA E	1508,38	75,42	256,42	377,10
RUA F	1493,94	74,70	253,97	373,49
RUA G	1395,14	69,76	237,17	348,79
RUA H	1141,10	57,06	193,99	285,28
RUA I	352,35	17,62	59,90	88,09
RUA J	352,35	17,62	59,90	88,09
RUA K	573,63	28,68	97,52	143,41
RUA L	4329,86	216,49	736,08	1082,47
RUA M	1145,65	57,28	194,76	286,41
RUA N	1145,65	57,28	194,76	286,41
RUA O	652,19	32,61	110,87	163,05
<b>SOMATÓRIO TOTAL</b>	<b>20.672,33 m<sup>2</sup></b>	<b>1.033,62 m<sup>3</sup></b>	<b>3.514,30 m<sup>3</sup></b>	<b>5.168,08 m<sup>3</sup></b>

**Tabela 4 - Quantitativo de Pavimentação | Fonte: O autor, 2024.**

## 8 DISPOSIÇÕES GERAIS

Todas as informações presentes neste relatório foram derivadas do projeto arquitetônico. Os cálculos e dimensões foram elaborados de acordo com as normas técnicas vigentes, incluindo as normas estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e as especificações do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).

É importante ressaltar que o projetista não assume a responsabilidade por possíveis modificações neste projeto durante sua execução. Recomendamos enfaticamente que alterações no tipo de pavimento especificados no projeto não sejam alterados sem consulta prévia e autorização do projetista.

Aconselhamos o uso de produtos de alta qualidade e comprovada confiabilidade, pois a qualidade da instalação depende diretamente dos materiais utilizados.

Este projeto foi desenvolvido com base no layout e nas informações fornecidas pela arquitetura e pelo cliente. Em caso de dúvidas quanto à localização exata dos pontos, é recomendável que esses detalhes sejam esclarecidos por meio de consulta.

Documento assinado digitalmente  
 JEAN PABLO DA COSTA  
Data: 19/08/2024 11:04:50-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

# **MEMORIAL DESCRIPTIVO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS - TERRAPLANAGEM / PAVIMENTAÇÃO**

---

REVISÃO 02 | 23/08/2024

ETAPA | PROJETO EXECUTIVO

---

Contratação de empresa para prestação de serviços de elaboração de projetos básicos e executivos de urbanização para atender a demanda dos Campi de Janaúba e Unaí da UFVJM.

---

CONTRATANTE

**UFVJM**

---



**IZABEL SOUKI ENGENHARIA E PROJETOS LTDA**

**CNPJ | 11.085.188/0001-34**

**ENDEREÇO | Av. Raja Gabaglia, 2000, 2º andar, bairro Estoril,  
Belo Horizonte, Minas Gerais**

**CONTATO | (31)3653-9598 | [www.izabelsouki.com.br](http://www.izabelsouki.com.br)**

## SUMÁRIO

1 FINALIDADE .....	2
2 DISPOSIÇÕES GERAIS .....	2
2.1 OBJETO .....	2
2.2 DESCRIÇÃO DA OBRA .....	2
3 TERRAPLANAGEM .....	2
3.1 Escavação e carga de material com trator 97kW e carregadeira de 1,72m <sup>3</sup> .....	2
3.2 Transporte com caminhão basculante de 10 m <sup>3</sup> - rodovia pavimentada e não pavimentada .....	3
3.3 REGULARIZAÇÃO DE SUB-LEITO .....	3
3.4 SUB-BASE E BASE DE SOLO ESTABILIZADO GRANULOMETRICAMENTE SEM MISTURA .....	4
4 PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA EM CBUQ .....	28
4.1 IMPRIMAÇÃO COM ASFALTO DILUÍD .....	28
4.2 PINTURA DE LIGACAO COM EMULSAO RR-1C .....	30
4.3 CONCRETO ASFÁLTICO - FAIXA C - AREIA E BRITA COMERCIAIS (E=5CM) .....	37
5 DISPOSIÇÕES GERAIS .....	53

## **1 FINALIDADE**

As presentes especificações técnicas visam a estabelecer as condições gerais para a obra de terraplanagem e pavimentação asfáltica na UFVJM - CAMPUS UNAÍ.

## **2 DISPOSIÇÕES GERAIS**

Recomendam-se aos LICITANTES fazer um reconhecimento no local da obra antes da apresentação das propostas, a fim de tomar conhecimento da situação atual das instalações, da extensão dos serviços a serem executados, das dificuldades que poderão surgir no decorrer da obra, bem como científarem-se de todos os detalhes construtivos necessários à sua perfeita execução.

### **2.1 OBJETO**

O objeto destas especificações é a obra de terraplanagem e pavimentação asfáltica na UFVJM - CAMPUS UNAÍ.

### **2.2 DESCRIÇÃO DA OBRA**

A obra consistirá na terraplanagem e pavimentação asfáltica, de área total de 15.955,73 m<sup>2</sup>, com as seguintes características principais: serviços de terraplenagem, pavimentação asfáltica em CBUQ.

## **3 TERRAPLANAGEM**

### **3.1 ESCAVAÇÃO E CARGA DE MATERIAL COM TRATOR 97KW E CARREGADEIRA DE 1,72M<sup>3</sup>**

Esse tipo de escavação compreende a remoção de qualquer material abaixo da superfície natural do terreno, até as linhas e cotas especificadas no projeto. Toda

escavação deverá ser mecânica, exceto no caso de proximidade de interferências cadastradas ou detectadas ou outros locais a critério da FISCALIZAÇÃO.

Poderá ser feita com escavadeira mecânica Clamshell e deverá obedecer às Normas de boa execução. A escavação será de modo a proporcionar o máximo de rendimento e economia em função do volume de terra a remover e das dimensões, natureza e topografia do terreno. Deverão ser obedecidas todas as linhas e cotas especificadas no projeto.

Os materiais escavados que forem considerados apropriados para utilização no aterro pela FISCALIZAÇÃO serão separados de acordo com sua natureza e distribuídos em locais escolhidos para posterior aproveitamento. Os materiais não aproveitáveis serão transportados pela CONTRATADA e levados a bota-fora em local escolhido pela FISCALIZAÇÃO.

No bota-fora, entende-se que o material será espalhado a critério da FISCALIZAÇÃO.

### **3.2 TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 10 M<sup>3</sup> - RODOVIA PAVIMENTADA E NÃO PAVIMENTADA**

A execução dos serviços de carga e descarga mecanizada se fará conforme elementos técnicos fornecidos ao EXECUTANTE, sendo que existe a necessidade de utilizar local adequado para realização desses serviços, tendo em vista que o mesmo é oriundo de escavação, logo este material não pode ser reutilizado para os serviços de terraplenagem.

### **3.3 REGULARIZAÇÃO DE SUB-LEITO**

Esta especificação se aplica a regularização do sub-leito de área à pavimentar, com terraplanagem já concluída.

A regularização do subleito é uma etapa crucial no processo de construção de estradas e rodovias. Vejamos os principais pontos:

**Definição e Objetivo:** A regularização consiste em ajustar o leito do terreno conforme as necessidades, seguindo as diretrizes transversais e longitudinais indicadas no projeto.

Essa operação ocorre antes e separadamente da construção de outras camadas de pavimentação.

**Execução e Preparação:** Para realizar a regularização do subleito, é necessário prever a compactação em toda a largura da pista de rolamento, acrescentando 50 cm para cada lado.

Essa compactação visa estabilizar a base do meio-fio, garantindo a uniformidade e resistência necessárias.

**Importância do Ensaio de CBR:** O ensaio de CBR (California Bearing Ratio) é fundamental nesse processo. Ele avalia a resistência do solo, comparando-o com uma brita padrão. Essa informação é crucial para a construção das camadas superiores da pavimentação, pois indica como o solo suportará o tráfego e a carga.

Em resumo, a regularização do subleito, aliada ao ensaio de CBR, contribui para a segurança, durabilidade e qualidade das vias.

## **EXECUÇÃO**

a) Toda a vegetação e material orgânico porventura existentes no leito da rodovia devem ser removidos.

b) Após a execução de corte, aterro e adição do material necessário para atingir o greide de projeto, deve-se proceder à escarificação geral na profundidade de 20cm, seguida de pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento.

### **3.4 SUB-BASE E BASE DE SOLO ESTABILIZADO GRANULOMETRICAMENTE SEM MISTURA**

A SUB-BASE OU BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE – é a camada do pavimento posicionada logo abaixo da camada do Revestimento Asfáltico, responsável pela maior absorção de "tensões" das cargas aplicadas pelos veículos ao pavimento.

É constituída de camadas de solos, mistura de solos, mistura de solo com brita (solo-brita) ou produtos totais de britagem (brita graduada e seixo britado) cuja estabilização como "base" de um pavimento é obtida somente pela compactação sem o uso de nenhum aditivo (cimento Portland, cal, asfalto, DS-328, etc).

A "areia" é considerada como solo do tipo A-3 segundo a classificação do TRB (Transport Research Board).

## MATERIAIS

Os materiais empregados podem ser divididos em dois grupos:

GRUPO 1 - solos lateríticos

GRUPO 2 - solos não lateríticos

## SOLOS LATERÍTICOS

Os solos lateríticos são provenientes do processo de laterização do solo onde se verifica uma hidratação e oxidação dos elementos minerais, sendo o ferro liberado sob a forma de hidróxido férrico. O "comportamento laterítico" é constatado em solos com baixa expansibilidade, tendência ao concrecionamento, altos valores para o LL, IP e com granulometria descontinua.

Entendem-se como solos lateríticos aqueles que apresentam:

- Relação molecular S/R (sílica/sesquióxidos) menor que 2;
- Ausência comprovada, por análise mineralógica de minerais ativos da família montimorilonitas.

Os solos lateríticos para emprego na constituição da camada de Base Estabilizada Granulo metricamente devem satisfazer as seguintes condições:

I) Quanto à granulometria:

- a) Deverão possuir composição granulométrica que satisfaça a uma das seguintes faixas:

PENEIRAS		FAIXAS		
ASTM	mm	A	B	C
2"	50,8	100	-	-
1"	25,4	75-100	100	-
3/8"	9,5	40-85	60-95	100
Nº 4	4,8	20-75	30-85	50-100
Nº 10	2,0	15-60	15-60	35-90
Nº 40	0,42	10-45	10-45	20-80
Nº 200	0,74	5-30	5-30	8-40

b) A porcentagem elo material que passa na peneira nº 200 não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira nº 40.

c) A faixa "C" somente poderá ser aplicada para  $N < 5 \times 10^6$  (número de repetições do eixo simples padrão, calculado pelo método DNER/1966, correspondente ao período do projeto).

d) o agregado retido na peneira nº 10 deve ser constituído de partículas duras e duráveis, isentas de fragmentos moles, alongados ou achataos, isentos de matéria vegetal ou outras substâncias nocivas devendo apresentar valor de "abrasão Los Angeles" (DNER-ME 35/64) igual ou inferior a 65%.

## II) Quanto aos limites físicos:

a) Limite de Liquidez (LL)  $\leq 40\%$  (DNER-ME 44/71)

b) índice de Plasticidade (IP)  $\leq 15\%$  (DNER-ME 82/63)

## III) Quanto ao Índice Suporte Califórnia:

a) o Índice Suporte Califórnia (CBR) determinado segundo o método DNER-ME 49/74 deverá obedecer aos seguintes valores, relacionados ao número N de operações do eixo padrão de 8,2 t, para o período de projeto:

ISC  $\leq 60\%$  para  $N \geq 5 \times 10^6$

ISC  $\leq 80\%$  para  $N \geq 5 \times 10^6$

b) O material será compactado no laboratório, conforme ensaio DNER-ME 48/64, com 26 ou 55 golpes por camada, para atender aos valores mínimos de ISC especificado.

c) Os valores mínimos do ISC devem ser verificados dentro de uma caixa de variação de umidade, a qual será fixada pelo projeto e por especificações particulares.

IV) Quanto à expansão:

- a) A expansão medida no ensaio CBR não deve ser superior a 0,2%.
- b) Admitir-se-á o valor de expansão até 0,5% no ensaio de CBR, desde que o ensaio de expansibilidade DNER-ME 29/74 apresente um valor inferior a 10%.

## **SOLOS NÃO LATERÍTICOS**

Compreendem os solos que não tenham o comportamento e as características químicas dos solos lateríticos e aqueles provenientes de produtos de britagem (solos artificiais).

Para emprego em camadas de Base Estabilizada sem mistura, estes solos devem atender as seguintes condições:

I) Quanto à granulometria:

- a) Os materiais devem satisfazer uma das seguintes faixas granulométricas:

PENEIRAS			FAIXAS					
ASTM	Mm	A	B	C	D	E	F	
2"	50,8	100	100	-	-	-	-	
1"	25,4	-	75-90	100	100	100	100	
3/8"	9,5	30-65	40-75	50-85	60-100	-	-	
Nº 4	4,8	25-55	30-60	35-65	50-85	50-100	70-100	
Nº 10	2,0	15-40	20-45	25-50	40-70	40-100	55-100	
Nº 40	0,42	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50	30-70	
Nº 200	0,74	2-8	5-15	5-15	5-20	6-20	8-25	

- b) As faixas E e F somente poderão ser aplicadas para  $N < 5 \times 10^6$  (número de repetições do eixo simples, padrão calculado pelo método DNER/1966, correspondente ao período de projeto).
- c) A porcentagem do material que passa na peneira nº 200 não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira nº 40.

d) O agregado retido na peneira nº 10 deve ser constituído de partículas duras e duráveis, isentas de fragmentos moles, alongados ou achatados, isentos de matéria vegetal ou outras substâncias nocivas. Quando submetido ao ensaio de Los Angeles, “não deve apresentar desgaste superior a 55%”.

II) Quanto aos limites físicos:

- a) Limite de Liquidez (LL)  $\leq$  40% (DNER-ME 44/71);
- b) Índice de Plasticidade (IP)  $\leq$  6% (DNER-ME 82/63).

III) Quanto ao Índice Suporte Califórnia:

a) O Índice Suporte Califórnia (CBR) deverá obedecer aos seguintes valores, relacionados ao nº N de operações do eixo padrão de 8,2 t, para o período de projeto:

ISC  $\geq$  80% para N =  $\leq$  5 x 106

ISC  $\geq$  60% para N  $\geq$  5 x 106

ISC  $\geq$  40% para N  $\leq$  5 x 106 (para casos especiais onde realmente houver carência de material na região).

b) O ISC será determinado pelo método DNER-ME 49/74, e o material será compactado no laboratório, conforme ensaio DNER-ME 48/64, com a energia especificada no projeto (intermediária ou modificada) para atender aos valores mínimos de ISC especificado.

IV) Quanto à expansão:

- a) A expansão medida no ensaio CBR não deve ser superior a 0,5%.

## EQUIPAMENTO

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para a execução da base:

- Motoniveladora pesada com escarificador;
- Carro tanque distribuidor de água (capacidade mínima 4000 l);
- Rolos compactadores tipos: pé-de-carneiro, liso, liso - vibratório e pneumático;
- Grade de disco;
- Central de mistura;
- Distribuidor de solos.

Os rolos mais recomendados são o liso e o pé-de-carneiro vibratórios e os pneumáticos usados isoladamente ou em combinação.

Além desses, poderão ser usados outros equipamentos desde que aceitos pela Fiscalização.

A central de mistura e o distribuidor de solo só será empregado quando houver indicação de solução com previsão de mistura.

## **EXECUÇÃO**

Quando houver mistura de mais de 2 componentes, essa mistura terá de ser necessariamente feita em usina de solos.

A mistura de até 2 componentes pode ser opcionalmente feita na pista.

### **EXECUÇÃO EM USINA DE SOLOS**

A mistura deve sair da Usina de Solos perfeitamente homogeneizada, num teor de umidade tal que, após o espalhamento na pista esteja dentro da faixa de "teor de umidade para compactação".

Durante o transporte da mistura da usina para a pista devem ser tomadas precauções para que não perca ou adquira umidade (água de chuva).

A mistura em usina deve, preferencialmente, ser espalhada com um distribuidor de solos. No caso de espalhamento com motoniveladora pode se tornar difícil o enquadramento na faixa de "teor de umidade para compactação". Devem-se, então, dispor de carro-tanque distribuidor de água, grade de discos, e motoniveladora para umedecimento (ou aeração) e homogeneização.

O espalhamento deve ser feito de modo a conduzir a urna camada de espessura constante, com espessura compactada no máximo de 20,0 cm no mínimo de 10,0 cm.

A compactação, o acabamento e a liberação ao tráfego serão realizados como descrito a seguir.

### **EXECUÇÃO NA PISTA**

#### **a) Espalhamento**

O espalhamento do material depositado na plataforma se fará com motoniveladora de modo que a camada fique com espessura constante. Não poderão ser confeccionadas camadas com espessura compactadas superiores a 20,0 cm nem inferiores a 10,0 cm.

No caso de mistura de 2 materiais, será feito primeiramente o espalhamento do material de maior qualidade e sobre esta camada espalhar-se-á o outro material.

b) Homogeneização dos materiais secos

O material espalhado será homogeneizado com o uso combinado de grade de disco e motoniveladora. A homogeneização prosseguirá até que visualmente não se distinga um material do outro. Nessa fase serão retirados os materiais estranhos (blocos de pedra, raízes, etc). No caso de um só material, o fundamental é a pulverização.

c) Umedecimento ou aeração para homogeneização da umidade.

Para atingir-se a faixa do teor de umidade na qual o material será compactado, serão utilizados carros-tanques (para umedecimento), motoniveladora, grade de discos (para aeração). A faixa de umidade deverá ser fixada através da curva CBR x umidade, entrando-se com o valor do CBR fixado e determinando-se a faixa de "teor de umidade de compactação".

A curva CBR x h deverá ser obtida simultaneamente com a curva de compactação (DNER-ME 48/64) utilizando a energia de compactação fixada no projeto.

Se por qualquer motivo não se puder traçar a curva CBR x h, deve-se adotar a faixa: (hot - 1,5)% a (hot + 0,5)%.

É muito importante uma perfeita homogeneização da umidade.

d) Compactação

A compactação deve ser executada, preferencialmente com rolo liso vibratório autopropulsor em combinação com rolo pneumático autopropulsor, podendo-se, entretanto, usar-se apenas um desses rolos, isoladamente.

Deverá ser elaborada na pista, para o mesmo tipo de material, uma relação entre o número de passadas do rolo e o grau de compactação para se determinar o nº necessário de "coberturas" (passadas num mesmo ponto).

Cuidados especiais devem ser observados para mistura de solos com material de britagem ou produtos totais de britagem (solo brita, brita graduada) quanto à compactação. Esses materiais tendem a aumentar sua densidade para energias superiores ao Proctor Modificado sem se degradar. A energia de compactação neste caso deve ser determinada pela curva "densidade x energia", considerando-se a energia que praticamente torna a curva assintótica.

Para o caso específico de brita graduada, outro método usado para definir com eficiência, a densidade de referência para o cálculo do grau de compactação, é o descrito a seguir:

- a densidade de comparação a ser adotada para fins de verificação do grau de compactação, deverá ser obtida através de pesquisa a ser realizada no início dos serviços para execução destas camadas. A pesquisa consistirá na verificação da variação da densidade "in situ" com o número de passadas do equipamento indicado para a compactação. Com este procedimento será obtido uma curva representada pela densidade "in situ" e o número de passadas. A densidade a ser adotada será a máxima obtida neste processo, a qual é sempre superior àquela obtida em laboratório.

Este procedimento deve ser feito no máximo a cada 5000 m. de base ou quando houver alteração do material.

e) Acabamento

A operação de acabamento será executada com os rolos compactadores usados, que darão a conformação geométrica longitudinal e transversal da plataforma, de acordo com o projeto, e com o auxílio da motoniveladora.

Só é permitida a conformação geométrica por corte.

f) Liberação ao tráfego

Após a verificação e aceitação do segmento trabalhado, o mesmo poderá ser entregue ao tráfego usuário.

O intervalo de tempo que uma base estabilizada granulometricamente pode ficar exposta ao tráfego é função de vários fatores, tais como:

- Umidade do material, que pode ser mantida através de molhagem com carros-tanque;
- Coesão do material;

- Condições meteorológicas, onde o excesso de umidade e condições de escoamento; podem danificar rapidamente a camada;
- a intensidade do tráfego.

Em princípio, é vantajoso expor a base estabilizada granulo metricamente ao tráfego usuário durante algum tempo, quando se têm a oportunidade de se observar eventuais defeitos. Neste caso, a umidade deve ser mantida para evitar desagregação.

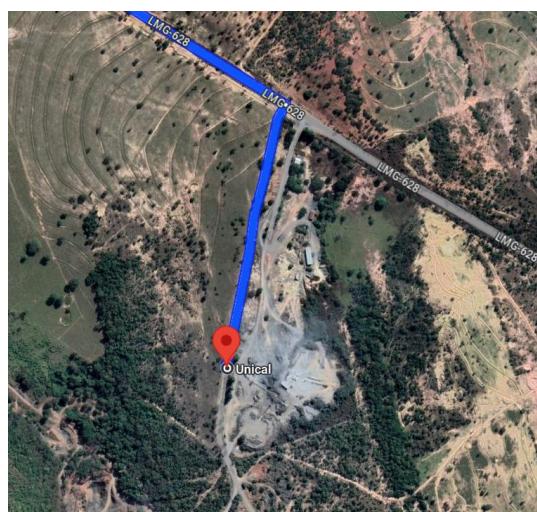
## CONTROLE

### CONTROLE TECNOLÓGICO

#### Materiais

- a) Exploração de Jazidas de Solos

#### UNICAL – UNIVERSAL DE CALCÁRIOS LTDA.



**Figura 01 - UNICAL – UNIVERSAL DE CALCÁRIOS LTDA.**

#### CARACTERÍSTICAS DA UNICAL

Nome do Proprietário:	Unical Unai Industria e Comercio de Calcario e Brita Ltda
Distância até a Obra	45,7 km
Localização:	P8J9+JQ Pedras de Marilândia, Unaí - MG, Brasil
Granulometria	Cascalho e Britas
Coordenadas	320488.00 m E , 8200698.00 m S
Registro no ANM	831.471/2016

A Fiscalização deverá manter, na obra, um "Fiscal de Jazida" que acompanhará a exploração das jazidas de solos, observando o modo de exploração e a natureza dos materiais obtidos. Deve-se dedicar muita atenção para evitar que sejam escavados "fundos de jazidas" ou horizontes de solos com qualidade inferior à indicada no projeto.

O "Fiscal de Jazida" deverá impedir que materiais suspeitos sejam transportados para a pista. Qualquer fato anormal deverá ser comunicado ao Engenheiro Fiscal, que tomará as providências cabíveis.

b) Natureza Laterítica da Mistura

Somente em caso de dúvida serão colhidas amostras para os ensaios de "Determinação da Relação S/R" (DNER-ME 30/72) com a finalidade de confirmar a natureza laterítica do material.

Não sendo confirmada a natureza laterítica do material, o mesmo ficará sujeito às condições impostas no item 2.2 desta Especificação.

c) Valores de "Abrasão Los Angeles"

O controle dos valores de abrasão Los Angeles dos diferentes solos e materiais de britagem será feito por observação visual da resistência das partículas. Somente em caso de dúvida serão colhidas 3 amostras para a realização do ensaio Los Angeles (DNER-ME 35/64). Se pelo menos 2 resultados não obedecerem à Especificação, a fonte do material será interditada e o Engenheiro Fiscal tomará as providências julgadas cabíveis.

d) Teor de Umidade

Em cada "pano" a ser compactado deverá ser determinado o teor de umidade em, no mínimo, 3 pontos aleatórios para comparação com a umidade ótima e verificação da homogeneização da umidade. A compactação só poderá ser iniciada se os teores de umidade obtida atender aos limites fixados no item Execução. Esta umidade pode ser determinada através do aparelho "speedy".

Imediatamente antes da compactação deverá ser determinado o teor de umidade a cada 100,0 m de comprimento do "pano" a ser compactado ou, no mínimo 1 (um) ensaio por pano.

Caso os teores de umidade não atendam a faixa estabelecida para "umidade de compactação", deverá ser procedido um umedecimento (ou aeração) e homogeneização de forma a se conseguir a umidade desejada;

e) Características dos Materiais

Serão controladas as seguintes características:

- Granulometria (DNER-ME 80/64)
- Limite de Liquidez - LL (DNER-ME 44/71)
- Índice de Plasticidade - IP (DNER-ME 82/63)
- Índice de Suporte Califórnia - CBR (DNER-ME 49/74)

- a) No caso de Mistura em Usina será colhida uma amostra de cerca de 15 kg na saída do misturador para os ensaios de granulometria, LL e LP. Cada amostra de 15 kg deve corresponder a cerca de 200 m de base a ser executada, devendo-se fazer uma correspondência entre a amostra obtida e a localização dos 200 m de base.
- b) No caso de mistura na pista colhe-se uma amostra de cerca de 5 kg, do material espalhado e homogeneizado, um pouco antes da compactação, para os ensaios de granulometria, LL e LP.
- c) Para o ensaio de CBR colhem-se, em ambos os casos, uma amostra na pista, após a aprovação para a compactação, moldando-se um corpo de prova para o ensaio CBR com a energia especificada no projeto (DNER-ME 48/64), a cada 200 m de base, coincidindo com o local da amostra do item (b).
- d) Para cada N=10 amostras ensaiadas, correspondendo a cerca de 2000 m de extensão de base, calculam-se os seguintes valores estatísticos:

$$X_{\text{Max}} = X + 1,29 s + 0,68s$$

$$\frac{1}{\sqrt{N}}$$

$$X_{\text{Min}} = X + \underline{1,29 s} + 0,68s$$
$$\frac{1}{\sqrt{N}}$$

$$\mu_{\text{min}} = X - \underline{1,29 s}$$

$$\sqrt{N}$$

$$\mu_{\min} = X - 1,29 s$$

$$\frac{1}{\sqrt{N}}$$

Onde:

X = média aritmética

s = desvio padrão

Nota: Desprezar valores individuais fora do intervalo  $X \pm 3s$ .

e) No caso de não aceitação dos serviços pela análise estatística, o trecho considerado será subdividido em subtrechos, fazendo-se 2 (dois) ensaios com material coletado em 2 pontos destes subtrechos.

Para os ensaios do Índice de Suporte Califórnia, cada um destes subtrechos terá uma extensão máxima de 100 metros e, para os demais ensaios, uma extensão máxima de 50 metros.

f) Se os resultados individuais dos ensaios obtidos para os subtrechos definidos no item e, não atenderem aos parâmetros mínimos especificados o serviço não será aceito quanto aos materiais e, a critério da Fiscalização, poderão ser adotadas as seguintes soluções:

- . Remoção da sub-base e substituição do material;
- . Correção do material na pista, com adição outro material granular ou de um aditivo.

#### Execução

a) A condição essencial é que o serviço seja executado de modo a satisfazer o grau mínimo de compactação especificado.

b) O Grau de Compactação (GC) é definido como a relação percentual entre a massa específica aparente seca ( $D_s$ ), geralmente chamada de "densidade aparente seca", e a massa específica aparente seca máxima ( $D_{s\max}$ .)

$$GC = \frac{D_s}{D_{s\max}} \times 100$$

$$D_{s\max}$$

$D_s$  - obtida "in situ" (DNER-ME 92/64) (sendo  $h$  o teor de umidade obtido com a "frigideira").

D<sub>s,max</sub>- obtida no ensaio de compactação (DNER-ME 48/64), mas com a energia especificada.

c) A cada 100 m de pista, na ordem: bordo direito, eixo, bordo esquerdo, bordo direito, etc, a 60 cm do bordo, colhe-se uma amostra do material na pista, já homogeneizado, para a determinação de D<sub>s,max</sub>. Aproximadamente no mesmo local, procede-se, após a compactação, ao ensaio de densidade "in situ", calculando-se, então o GC.

O número de ensaio de compactação poderá ser reduzido até um mínimo de um ensaio a cada 300 m, desde que se verifique a homogeneidade do material.

Após N = 10 ensaios, calcula-se o valor X<sub>min</sub> estatístico correspondente a GC, representando uma extensão de Base de 1000m.

d) o serviço será considerado aprovado, se X<sub>min</sub> ≥ 98%;  
e) o serviço será considerado aceito quanto compactação, se aprovado ou aprovado sob reserva.

Entretanto, se houver mais de 2 aprovações sob reserva, consecutivas, a partir daí o serviço será considerado aceito apenas com a condição de aprovado.

f) Se o serviço não for considerado aceito, deve-se escarificar a sub-base e proceder-se a uma nova compactação.

### **Registro do Controle Tecnológico**

a) Antes do início dos serviços de Estabilizada Granulometricamente, serão traçados gráficos, onde em "abcissas", constará o estaqueamento (ou a quilometragem) e em "ordenadas" os seguintes itens que devem o máximo possível, corresponder aos intervalos de estaqueamento (ou de quilometragem):

- Granulometria
- Limite de liquidez (LL)
- Índice de Plasticidade (IP)
- Índice de Suporte Califórnia (CBR)
- Grau de Compactação (GC)

b) A Fiscalização elaborará "Relatórios Mensais" que deverão conter:

- os gráficos citados no item a;
- Todos os elementos, fatos e acontecimentos relacionados com a "qualidade da obra".

## **CONTROLE GEOMÉTRICO**

### **Controle de Cotas**

Após a execução da sub-base proceder-se-á a relocação do eixo e marcar-se-á em cada estaca, à trena, os seguintes 4 pontos:

- . 2 correspondentes aos bordos do futuro revestimento
- . 2 correspondentes aos bordos da plataforma de reforço

Nota: Para pistas com mais de duas faixas de tráfego, marcar-se-á os bordos de cada faixa.

Os 5 pontos (incluindo o correspondente ao eixo) serão nivelados e comparados com as suas respectivas cotas de projeto.

A tolerância admitida por cada ponto nivelado será de ( $C \pm 2$ ) cm, sendo C a cota do Projeto.

No caso do Revestimento ser um Tratamento Superficial, exige-se uma Base mais bem “acabada” granulometricamente, passando a tolerância de cotas por ponto individual para ( $C \pm 1,5$ ) cm.

Quanto ao controle de cotas os serviços serão considerados aprovados se forem atendidas as tolerâncias especificadas, caso contrário os serviços serão considerados não aprovados.

Se a sub-base não for aprovada quanto às cotas, ela deverá ser totalmente refeita.

### **Controle de Espessura**

A espessura da camada de sub-base será controlada no eixo e nos bordos do futuro revestimento, com base na diferença entre a cota nivelada na sub-base e a correspondente cota da camada subjacente.

Para a espessura da camada de base serão admitidas as seguintes tolerâncias:

a) Para o valor individual de espessura, o intervalo:  $(h + 4)$  cm a  $(h - 2)$  cm;

Sendo  $h$  = espessura do projeto

b) Para a Espessura Mínima Estatística do segmento a ser contratado:

$U_{min} \geq (h - 1,0)$  cm;

Calculando-se  $U_{min}$  pela seguinte fórmula:

$$\mu_{min} = X - \frac{1,29 s}{\sqrt{N}}$$

em que  $X$  = média aritmética

$s$  = desvio padrão

$N \geq 9$  determinações

Nota: desprezar valores fora do intervalo  $X \pm 3s$ .

Para o valor individual de espessura não será tolerado nenhum valor fora do intervalo especificado.

Para a espessura mínima estatística, o serviço será considerado aprovado se  $U_{min} \geq (h - 1,0)$  cm e será aprovado sob reserva se  $U_{min} \geq (h - 1,5)$  cm.

Se o serviço não for aprovado, nem aprovado sob reserva, será considerado não aprovado e a sub-base deverá ser refeita.

### **Controle da Largura e da Flecha do Abaulamento**

Para cada estaca (de 20 em 20m) será determinada:

a) a largura da sub-base e base, com trena;

b) a "flecha de abaulamento, de acordo com o nivelamento dos 3 pontos: eixo e bordos do futuro revestimento.

O serviço será aceito quanto à largura e à flecha de abaulamento, se, para cada valor individual, os seguintes limites de tolerâncias não forem ultrapassados:

•  $\pm 10$  cm quanto à largura

• Até 20% em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta.

Se o serviço não for aceito, a base deverá ser completamente refeita.

Obs.: O ensaio de CBR (California Bearing Ratio) é de extrema importância para a sub-base e base de solo estabilizado granulometricamente sem mistura em projetos de pavimentação.

## EQUIPAMENTO

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para a execução da base:

- Motoniveladora pesada com escarificador;
- Carro tanque distribuidor de água (capacidade mínima 4000 l);
- Rolos compactadores tipos: pé-de-carneiro, liso, liso - vibratório e pneumático;
- Grade de disco;
- Central de mistura;
- Distribuidor de solos.

Os rolos mais recomendados são o liso e o pé-de-carneiro vibratórios e os pneumáticos usados isoladamente ou em combinação.

Além desses, poderão ser usados outros equipamentos desde que aceitos pela Fiscalização.

A central de mistura e o distribuidor de solo só será empregado quando houver indicação de solução com previsão de mistura.

## EXECUÇÃO

Quando houver mistura de mais de 2 componentes, essa mistura terá de ser necessariamente feita em usina de solos.

A mistura de até 2 componentes pode ser opcionalmente feita na pista.

## EXECUÇÃO EM USINA DE SOLOS

A mistura deve sair da Usina de Solos perfeitamente homogeneizada, num teor de umidade tal que, após o espalhamento na pista esteja dentro da faixa de “teor de umidade para compactação”.

Durante o transporte da mistura da usina para a pista devem ser tomadas precauções para que não perca ou adquira umidade (água de chuva).

A mistura em usina deve, preferencialmente, ser espalhada com um distribuidor de solos. No caso de espalhamento com motoniveladora pode se tornar difícil o enquadramento na faixa de "teor de umidade para compactação". Devem-se, então, dispor de carro-tanque distribuidor de água, grade de discos, e motoniveladora para umedecimento (ou aeração) e homogeneização.

O espalhamento deve ser feito de modo a conduzir a urna camada de espessura constante, com espessura compactada no máximo de 20,0 cm no mínimo de 10,0 cm.

A compactação, o acabamento e a liberação ao tráfego serão realizados como descrito a seguir.

## **EXECUÇÃO NA PISTA**

### **a) Espalhamento**

O espalhamento do material depositado na plataforma se fará com motoniveladora de modo que a camada fique com espessura constante. Não poderão ser confeccionadas camadas com espessura compactadas superiores a 20,0 cm nem inferiores a 10,0 cm.

No caso de mistura de 2 materiais, será feito primeiramente o espalhamento do material de maior qualidade e sobre esta camada espalhar-se-á o outro material.

### **b) Homogeneização dos materiais secos**

O material espalhado será homogeneizado com o uso combinado de grade de disco e motoniveladora. A homogeneização prosseguirá até que visualmente não se distinga um material do outro. Nessa fase serão retirados os materiais estranhos (blocos de pedra, raízes, etc). No caso de um só material, o fundamental é a pulverização.

### **c) Umedecimento ou aeração para homogeneização da umidade.**

Para atingir-se a faixa do teor de umidade na qual o material será compactado, serão utilizados carros-tanques (para umedecimento), motoniveladora, grade de discos (para aeração). A faixa de umidade deverá ser fixada através da curva CBR x

umidade, entrando-se com o valor do CBR fixado e determinando-se a faixa de "teor de umidade de compactação".

A curva CBR x h deverá ser obtida simultaneamente com a curva de compactação (DNER-ME 48/64) utilizando a energia de compactação fixada no projeto.

Se por qualquer motivo não se puder traçar a curva CBR x h, deve-se adotar a faixa: (hot - 1,5)% a (hot + 0,5)%.

É muito importante uma perfeita homogeneização da umidade.

#### d) Compactação

A compactação deve ser executada, preferencialmente com rolo liso vibratório autopropulsor em combinação com rolo pneumático autopropulsor, podendo-se, entretanto, usar-se apenas um desses rolos, isoladamente.

Deverá ser elaborada na pista, para o mesmo tipo de material, uma relação entre o número de passadas do rolo e o grau de compactação para se determinar o nº necessário de "coberturas" (passadas num mesmo ponto).

Cuidados especiais devem ser observados para mistura de solos com material de britagem ou produtos totais de britagem (solo brita, brita graduada) quanto à compactação. Esses materiais tendem a aumentar sua densidade para energias superiores ao Proctor Modificado sem se degradar. A energia de compactação neste caso deve ser determinada pela curva "densidade x energia", considerando-se a energia que praticamente torna a curva assintótica.

Para o caso específico de brita graduada, outro método usado para definir com eficiência, a densidade de referência para o cálculo do grau de compactação, é o descrito a seguir:

A densidade de comparação a ser adotada para fins de verificação do grau de compactação, deverá ser obtida através de pesquisa a ser realizada no início dos serviços para execução destas camadas. A pesquisa consistirá na verificação da variação da densidade "in situ" com o número de passadas do equipamento indicado para a compactação. Com este procedimento será obtido uma curva representada pela densidade "in situ" e o número de passadas. A densidade a ser adotada será a máxima obtida neste processo, a qual é sempre superior àquela obtida em laboratório.

Este procedimento deve ser feito no máximo a cada 5000 m. de base ou quando houver alteração do material.

**e) Acabamento**

A operação de acabamento será executada com os rolos compactadores usados, que darão a conformação geométrica longitudinal e transversal da plataforma, de acordo com o projeto, e com o auxílio da motoniveladora.

Só é permitida a conformação geométrica por corte.

**f) Liberação ao tráfego**

Após a verificação e aceitação do segmento trabalhado, o mesmo poderá ser entregue ao tráfego usuário.

O intervalo de tempo que uma base estabilizada granulo metricamente pode ficar exposta ao tráfego é função de vários fatores, tais como:

- Umidade do material, que pode ser mantida através de molhagem com carros-tanque;
- Coesão do material;
- Condições meteorológicas, onde o excesso de umidade e condições de escoamento; podem danificar rapidamente a camada;
- A intensidade do tráfego.

Em princípio, é vantajoso expor a base estabilizada granulo metricamente ao tráfego usuário durante algum tempo, quando se têm a oportunidade de se observar eventuais defeitos. Neste caso, a umidade deve ser mantida para evitar desagregação.

**CONTROLE**

**CONTROLE TECNOLÓGICO**

**Materiais**

**a) Exploração de Jazidas de Solos**

A Fiscalização deverá manter, na obra, um "Fiscal de Jazida" que acompanhará a exploração das jazidas de solos, observando o modo de exploração e a natureza dos materiais obtidos. Deve-se dedicar muita atenção para evitar que sejam escavados "fundos de jazidas" ou horizontes de solos com qualidade inferior à indicada no projeto.

O "Fiscal de Jazida" deverá impedir que materiais suspeitos sejam transportados para a pista. Qualquer fato anormal deverá ser comunicado ao Engenheiro Fiscal, que tomará as providências cabíveis.

b) Natureza Laterítica da Mistura

Somente em caso de dúvida serão colhidas amostras para os ensaios de "Determinação da Relação S/R" (DNER-ME 30/72) com a finalidade de confirmar a natureza laterítica do material.

Não sendo confirmada a natureza laterítica do material, o mesmo ficará sujeito às condições impostas no item 2.2 desta Especificação.

c) Valores de "Abrasão Los Angeles"

O controle dos valores de abrasão Los Angeles dos diferentes solos e materiais de britagem será feito por observação visual da resistência das partículas. Somente em caso de dúvida serão colhidas 3 amostras para a realização do ensaio Los Angeles (DNER-ME 35/64). Se pelo menos 2 resultados não obedecerem à Especificação, a fonte do material será interditada e o Engenheiro Fiscal tomará as providências julgadas cabíveis.

d) Teor de Unidade

Em cada "pano" a ser compactado deverá ser determinado o teor de umidade em, no mínimo, 3 pontos aleatórios para comparação com a umidade ótima e verificação da homogeneização da umidade. A compactação só poderá ser iniciada se os teores de umidade obtida atender aos limites fixados no item Execução. Esta umidade pode ser determinada através do aparelho "speedy".

Imediatamente antes da compactação deverá ser determinado o teor de umidade a cada 100,0 m de comprimento do "pano" a ser compactado ou, no mínimo 1 (um) ensaio por pano.

Caso os teores de umidade não atendam a faixa estabelecida para "umidade de compactação", deverá ser procedido um umedecimento (ou aeração) e homogeneização de forma a se conseguir a umidade desejada;

e) Características dos Materiais

Serão controladas as seguintes características:

- Granulometria (DNER-ME 80/64)
- Limite de Liquidez - LL (DNER-ME 44/71)

- Índice de Plasticidade - IP (DNER-ME 82/63)

- Índice de Suporte Califórnia - CBR (DNER-ME 49/74)

- a) No caso de Mistura em Usina será colhida uma amostra de cerca de 15 kg na saída do misturador para os ensaios de granulometria, LL e LP. Cada amostra de 15 kg deve corresponder a cerca de 200 m de base a ser executada, devendo-se fazer uma correspondência entre a amostra obtida e a localização dos 200 m de base.
- b) No caso de mistura na pista colhe-se uma amostra de cerca de 5 kg, do material espalhado e homogeneizado, um pouco antes da compactação, para os ensaios de granulometria, LL e LP.
- c) Para o ensaio de CBR colhem-se, em ambos os casos, uma amostra na pista, após a aprovação para a compactação, moldando-se um corpo de prova para o ensaio CBR com a energia especificada no projeto (DNER-ME 48/64), a cada 200 m de base, coincidindo com o local da amostra do item (b).
- d) Para cada N=10 amostras ensaiadas, correspondendo a cerca de 2000 m de extensão de base, calculam-se os seguintes valores estatísticos:

$$X_{\text{Max}} = X + \frac{1,29s}{\sqrt{N}} + 0,68s$$

$$X_{\text{Min}} = X + \frac{\underline{1,29s}}{\sqrt{N}} + 0,68s$$

$$\mu_{\text{min}} = X - \frac{\underline{1,29s}}{\sqrt{N}}$$

$$\mu_{\text{min}} = X - \frac{1,29s}{\sqrt{N}}$$

Onde:

X = média aritmética

s = desvio padrão

Nota: Desprezar valores individuais fora do intervalo  $X \pm 3s$ .

e) No caso de não aceitação dos serviços pela análise estatística, o trecho considerado será subdividido em subtrechos, fazendo-se 2 (dois) ensaios com material coletado em 2 pontos destes subtrechos.

Para os ensaios do Índice de Suporte Califórnia, cada um destes subtrechos terá uma extensão máxima de 100 metros e, para os demais ensaios, uma extensão máxima de 50 metros.

f) Se os resultados individuais dos ensaios obtidos para os subtrechos definidos no item e, não atenderem aos parâmetros mínimos especificados o serviço não será aceito quanto aos materiais e, a critério da Fiscalização, poderão ser adotadas as seguintes soluções:

- . Remoção da sub-base e substituição do material;
- . Correção do material na pista, com adição outro material granular ou de um aditivo.

#### Execução

a) A condição essencial é que o serviço seja executado de modo a satisfazer o grau mínimo de compactação especificado.

b) O Grau de Compactação (GC) é definido como a relação percentual entre a massa específica aparente seca ( $D_s$ ), geralmente chamada de "densidade aparente seca", e a massa específica aparente seca máxima ( $D_{s\max}$ )

$$GC = \frac{D_s}{D_{s\max}} \times 100$$

$D_{s\max}$

$D_s$  - obtida "in situ" (DNER-ME 92/64) (sendo  $h$  o teor de umidade obtido com a "frigideira").

$D_{s\max}$  - obtida no ensaio de compactação (DNER-ME 48/64), mas com a energia especificada.

c) A cada 100 m de pista, na ordem: bordo direito, eixo, bordo esquerdo, bordo direito, etc, a 60 cm do bordo, colhe-se uma amostra do material na pista, já homogeneizado, para a determinação de  $D_{s\max}$ . Aproximadamente no mesmo local, procede-se, após a compactação, ao ensaio de densidade "in situ", calculando-se, então o GC.

O número de ensaio de compactação poderá ser reduzido até um mínimo de um ensaio a cada 300 m, desde que se verifique a homogeneidade do material.

Após N = 10 ensaios, calcula-se o valor Xmin estatístico correspondente a GC, representando uma extensão de Base de 1000m.

- d) o serviço será considerado aprovado, se  $X_{min} \geq 98\%$ ;
- e) o serviço será considerado aceito quanto compactação, se aprovado ou aprovado sob reserva.

Entretanto, se houver mais de 2 aprovações sob reserva, consecutivas, a partir daí o serviço será considerado aceito apenas com a condição de aprovado.

f) Se o serviço não for considerado aceito, deve-se escarificar a sub-base e proceder-se a uma nova compactação.

### **Registro do Controle Tecnológico**

a) Antes do início dos serviços de Estabilizada Granulometricamente, serão traçados gráficos, onde em "abcissas", constará o estaqueamento (ou a quilometragem) e em "ordenadas" os seguintes itens que devem o máximo possível, corresponder aos intervalos de estaqueamento (ou de quilometragem):

- Granulometria
- Limite de liquidez (LL)
- Índice de Plasticidade (IP)
- Índice de Suporte Califórnia (CBR)
- Grau de Compactação (GC)

b) A Fiscalização elaborará "Relatórios Mensais" que deverão conter:

- os gráficos citados no item a;
- Todos os elementos, fatos e acontecimentos relacionados com a "qualidade da obra".

### **CONTROLE GEOMÉTRICO**

#### **Controle de Cotas**

Após a execução da sub-base proceder-se-á a relocação do eixo e marcar-se-á em cada estaca, à trena, os seguintes 4 pontos:

- . 2 correspondentes aos bordos do futuro revestimento
- . 2 correspondentes aos bordos da plataforma de reforço

Nota: Para pistas com mais de duas faixas de tráfego, marcar-se-á os bordos de cada faixa.

Os 5 pontos (incluindo o correspondente ao eixo) serão nivelados e comparados com as suas respectivas cotas de projeto.

A tolerância admitida por cada ponto nivelado será de ( $C \pm 2$ ) cm, sendo C a cota do Projeto.

No caso do Revestimento ser um Tratamento Superficial, exige-se uma Base mais bem “acabada” granulometricamente, passando a tolerância de cotas por ponto individual para ( $C \pm 1,5$ ) cm.

Quanto ao controle de cotas os serviços serão considerados aprovados se forem atendidas as tolerâncias especificadas, caso contrário os serviços serão considerados não aprovados.

Se a sub-base não for aprovada quanto às cotas, ela deverá ser totalmente refeita.

### **Controle de Espessura**

A espessura da camada de sub-base será controlada no eixo e nos bordos do futuro revestimento, com base na diferença entre a cota nivelada na sub-base e a correspondente cota da camada subjacente.

Para a espessura da camada de base serão admitidas as seguintes tolerâncias:

c) Para o valor individual de espessura, o intervalo: ( $h + 4$ ) cm a ( $h - 2$ ) cm;

Sendo  $h$  = espessura do projeto

d) Para a Espessura Mínima Estatística do segmento a ser contratado:

$U_{min} \geq (h - 1,0)$  cm;

Calculando-se  $U_{min}$  pela seguinte fórmula:

$$\mu_{min} = X - 1,29 s$$

$$\frac{1}{\sqrt{N}}$$

em que  $X$  = média aritmética

$s$  = desvio padrão

$N \geq 9$  determinações

Nota: desprezar valores fora do intervalo  $X \pm 3s$ .

Para o valor individual de espessura não será tolerado nenhum valor fora do intervalo especificado.

Para a espessura mínima estatística, o serviço será considerado aprovado se  $U_{min} \geq (h - 1,0)$  cm e será aprovado sob reserva se  $U_{min} \geq (h - 1,5)$  cm.

Se o serviço não for aprovado, nem aprovado sob reserva, será considerado não aprovado e a sub-base deverá ser refeita.

### Controle da Largura e da Flecha do Abaulamento

Para cada estaca (de 20 em 20m) será determinada:

a) a largura da sub-base e base, com trena;

b) a "flecha de abaulamento, de acordo com o nivelamento dos 3 pontos: eixo e bordos do futuro revestimento.

O serviço será aceito quanto à largura e à flecha de abaulamento, se, para cada valor individual, os seguintes limites de tolerâncias não forem ultrapassados:

- $\pm 10$  cm quanto à largura

- Até 20% em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta.

Se o serviço não for aceito, a base deverá ser completamente refeita.

Obs.: O ensaio de CBR (California Bearing Ratio) é de extrema importância para a sub-base e base de solo estabilizado granulometricamente sem mistura em projetos de pavimentação.

## 4 PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA EM CBUQ

### 4.1 IMPRIMAÇÃO COM ASFALTO DILUÍD

## **- GENERALIDADE**

Consiste na imprimação de uma camada de material betuminoso sobre a superfície de uma base, concluída, antes de execução do revestimento betuminoso qualquer objetivando:

- a) Aumentar a coesão as superfícies de base pela penetração de material betuminoso empregado;
- b) promover condições de aderência entre a base e o revestimento;
- c) impermeabilizar a base.

## **- MATERIAIS**

Todos os materiais de vem satisfazer as especificações aprovadas pelo DNER.

O asfalto diluído a ser empregado será do tipo CM- 30.

A taxa de aplicação é aquela que deve ser observada pela base em 24 horas, devendo ser determinada experimentalmente no canteiro da obra. A taxa de aplicação varia de 0,8 a 1,6 l/m<sup>2</sup>, conforme o tipo e textura da base e do material escolhido. No caso do presente projetado a taxa adotada será de **1,2 l/m<sup>2</sup>**.

## **- EQUIPAMENTO**

Todo o equipamento, antes do início da execução da obra deverá ser examinada pela fiscalização, devendo estar de acordo com esta especificação, sem o que não será dada a ordem pelo início dos serviços.

Para a varredura de superfície da base, usam-se, de preferência, vassoura mecânicas rotativas podendo, entretanto, ser manual esta operação. O jato de ar comprimido poderá ser também usado. A distribuição de ligante deve ser feita por carros equipados com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento que permitam aplicação do material betuminosos em quantidade e temperatura uniforme.

A barras de distribuição devem ser do tipo de circulação plena, com dispositivo que possibilite o ajustamento vertical de larguras variáveis de espalhamento do ligante.

Os carros distribuidores devem dispor de tacômetros, calibradores e termômetros, em locais de fácil observação e ainda um espargidor manual para tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas.

O deposito de materiais betuminoso, quando necessário deve ser equipado com um dispositivo que permita o aquecimento adequado e uniforme do conteúdo do recipiente. O deposito deve ter uma capacidade tal que possa armazenar a quantidade de material betuminoso a ser aplicado em pelo menos um dia de trabalho.

## - EXECUÇÃO

Após perfeita conformação geométrica da base, preceder-se-á a varredura da sua superfície, de modo a eliminar o pó material existe.

Aplica-se a seguir o material betuminoso adequado, na temperatura compatível com o seu tipo na quantidade e de maneira mais uniforme. O material betuminoso não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente estiver abaixo de 10 °C, em dias de chuva, ou quando estiver iminente. A temperatura de aplicação do material betuminoso deve ser fixada para cada tipo de ligante, em função de relação de temperatura – viscosidade, deve ser escolhida a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento. As faixas de viscosidade recomendadas para espalhamento são de 20 a 60 segundos SAYBOL – FUROL, era asfaltada diluído é de 60<sup>a</sup> 20 graus ENGLER, para alcatrões.

Deve-se imprimir a pista inteira em um mesmo turno de trabalho e deixá-la sempre que possível fechada ao trânsito. Quanto isto não for possível trabalhar-se-á em meia pista fazendo a impressão da adjacente.

Qualquer falha do material betuminoso deve ser imediatamente corrigida. Na ocasião da aplicação do material betuminoso, a base deve se encontrar levemente úmida.

## 4.2 PINTURA DE LIGACAO COM EMULSAO RR-1C

### DEFINIÇÃO E GENERALIDADES

**PINTURA DE LIGAÇÃO** é a camada de material betuminoso aplicada sobre uma superfície de uma base ou de revestimento, com a finalidade precípua de promover a aderência entre estas camadas e uma outra camada betuminosa.

A pintura de ligação é necessária para permitir a "colagem" que um revestimento asfáltico sempre deve ter ao ser colocado sobre uma superfície também asfáltica.

No caso de base granular (sem ou com pequena coesão) essa superfície asfáltica é obtida pela imprimação. Se, por qualquer motivo, a imprimação perder o poder ligante, tornasse necessário executar uma pintura de ligação sobre essa imprimação, com a função de colar a base com o revestimento asfáltico. A diferença fundamental entre uma imprimação e uma pintura de ligação é que na primeira o asfalto tem que penetrar e na segunda não deve penetrar na base.

Nas bases coesivas não asfálticas (solo-cimento, concreto magro, etc) a pintura de ligação fornece a superfície asfáltica para receber o revestimento asfáltico, propiciando a aderência entre a base e o revestimento.

A pintura de ligação é obrigatória entre duas camadas asfálticas, independente de sua espessura. Assim, deve-se proceder à pintura de ligação entre um Binder e a capa, entre uma base de PMF (ou de PMQ) e o Binder, etc.

Os revestimentos asfálticos por penetração, ou seja, os Tratamentos Superficiais e os Macadames Asfálticos é que podem ser executados diretamente sobre uma superfície asfáltica sem necessidade de uma Pintura de Ligação, mesmo que se trate de uma imprimação já "cega".

A Pintura de Ligação deve consistir em película muito fina de Cimento Asfáltico, da ordem de 0,3mm (três décimos de milímetros), espalhada uniformemente em toda a superfície a pintar.

Uma película espessa de asfalto pode provocar o deslizamento da camada superior sobre a inferior, efeito contrário ao desejado. A taxa de asfalto é, pois aproximadamente igual a 0,3 litros/m<sup>2</sup> (praticamente 0,3 kg/m<sup>2</sup>), para conduzir a uma espessura de aproximadamente 0,3m.

Como para se conseguir um espalhamento razoavelmente uniforme com um caminhão distribuidor de ligante é necessária uma taxa mínima da ordem de 0,8 a 1,0 litro/m<sup>2</sup>, O ligante ideal é uma Emulsão Asfáltica de Ruptura Rápida bem pouco viscosa, diluída em água, de modo a se poder ter uma espessura de CAP, resíduo da Emulsão, da ordem de 0,3mm.

Deve ser evitado o emprego do chamado "fio de ovos" na pintura de ligação, que consiste no lançamento descontínuo de um CAP mais mole (150/200 ou no máximo um 85/100) sobre a superfície a pintar, formando uma grande rede de "fios de CAP", chamados de "fios de Ovos", tendo em vista que a maior parte da superfície não é coberta com asfalto.

## MATERIAL ASFÁLTICO

O ligante asfáltico indicado, de um modo geral, para a pintura de ligação é a Emulsão Asfáltica de Ruptura Rápida, tipo RR-1C diluída com água na proporção de 1:1.

A Taxa de RR-1C diluída deverá ser tal, que conduza a uma espessura de asfalto da ordem de 3 mm (três milímetros), sendo, pois, da ordem de 1,0 kg/m<sup>2</sup>. A taxa ideal deverá ser determinada experimentalmente no local de serviço, em função da natureza e do estado da superfície a pintar.

É claro que se pode emplegar também a Emulsão Asfáltica de Ruptura Rápida tipo RR-1C, um pouco mais viscosa que a RR-1C, podendo-se então aumentar a proporção da água de diluição. Em hipótese alguma, será aceito o emprego do Cimento Asfáltico de Petróleo – CAP.

## EQUIPAMENTO

Para a execução dos serviços são indicados os seguintes equipamentos:

- Vassouras mecânicas rotativas;
- Vassouras manual;
- Compressor ou soprador de ar;

- Distribuidores de materiais betuminosos, montados sobre chassis de caminhão, que permitam aplicação do material betuminoso em quantidade uniforme e predeterminada, dotados de:
  - . Tanque com isolamento térmico e maçarico de aquecimento para manter a temperatura recomendada para o material betuminoso;
  - . Bomba, com vazão variável e pressão constante;
  - . Barras de distribuição com circulação plena, válvulas individuais com bicos calibrados garantindo a distribuição uniforme do material betuminoso em toda a sua extensão, com dispositivo para regulagem de sua altura em relação à pista e ajustagem da largura do espalhamento;
  - . Instrumentos de controle do espalhamento em locais de fácil observação: termômetro, tacômetro da bomba; tacômetro de quinta roda (na cabine do caminhão), medidor de nível de material no tanque;
  - . Espargidor manual para tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas;
  - . Depósito de material betuminoso que, quando necessário, deve ser equipado com dispositivo que permita o aquecimento adequado e uniforme do conteúdo do recipiente. O depósito deve ter uma capacidade que possa armazenar a quantidade do material betuminoso de, pelo menos, um dia de trabalho.

## EXECUÇÃO

A pintura de ligação deve ser aplicada somente quando tiver condições para a execução imediata da camada asfáltica sobre a mesma.

A superfície a ser pintada deve ser limpa de modo a eliminar o pó e o material solto eventualmente existente. Para a varredura, usam-se, de preferência, vassouras mecânicas rotativas, podendo, entretanto, ser manual esta operação. O jato de ar comprimido poderá, também, ser usado.

Aplica-se a seguir, o ligante asfáltico escolhido, na quantidade certa e de maneira mais uniforme. A distribuição do ligante deve ser feita por carros equipados com bomba reguladora de pressão para permitir a aplicação do ligante asfáltico em quantidade uniforme. No caso da Emulsão Asfáltica, é dispensado o sistema de aquecimento.

O ligante asfáltico não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente estiver abaixo de 10° C, ou em dias de chuva, ou, quando esta estiver eminentemente. A temperatura de aplicação do ligante asfáltico é a temperatura ambiente.

A fim de evitar a superposição, ou excesso, nos pontos inicial e final das aplicações, devem-se colocar faixas de papel transversalmente, na pista, de modo que o início e o término da aplicação do material betuminoso situem-se sobre essas faixas, as quais são, a seguir, retiradas. Qualquer falha na aplicação do ligante asfáltico deve ser imediatamente corrigida.

A uniformidade depende do equipamento empregado na distribuição. Ao se iniciar o serviço, deve ser realizada uma descarga de 15 a 30 segundos, para que possa controlar a uniformidade de distribuição. Esta descarga pode ser feita fora da pista, ou na própria pista, quando o carro distribuidor estiver dotado de uma calha colocada abaixo da barra distribuidora, para recolher o ligante betuminoso.

## **CONTROLE TECNOLÓGICO**

### **MATERIAIS ASFÁLTICOS**

O material betuminoso a ser empregado na pintura de ligação deve ser examinado e considerado de acordo e ter suas características satisfazendo às Especificações em vigor.

a) O material só poderá ser descarregado no canteiro de serviço se forem preenchidas as exigências dessa Especificação.

b) Em todo o carregamento de Emulsão que chegar à obra serão realizados os seguintes ensaios, no Laboratório de Campo:

- Viscosidade Saybolt-Furol (Método P-MB-581)
- Peneiração (Método P-MB-609)
- % de CAP Residual (Método Expedido - perda por evaporação).

c) A emulsão será "aprovada" se satisfizer às exigências da correspondente Especificação em todos os ensaios citados no item (b).

d) Se a emulsão não for considerada aprovada conforme o item (c), mas se os resultados dos ensaios satisfizerem a seguinte situação: os valores absolutos das diferenças entre os valores exigidos e os valores encontrados forem inferiores a x % dos valores exigidos, sendo:

x = 15 para a "Viscosidade"

x = 10 para a "Peneiração"

x = 3 para a % de CAP Residual" (só para abaixo do mínimo)

Então, a emulsão será "aprovada sob reserva". Em caso contrário será considerada "não aprovada".

e) Se a emulsão for aprovada ou aprovada sob reserva, o carregamento correspondente pode ser descarregado no canteiro de obra. Se a emulsão for "não aprovada" o carregamento correspondente deve ser rejeitado, sendo terminantemente proibido seu descarregamento no canteiro.

f) Se a emulsão de um carregamento for considerada "não aprovada", deve-se "circular" a emulsão no caminhão e, em seguida, repetir os ensaios. Tal procedimento poderá ser a critério da Fiscalização, repetido até mais duas vezes.

g) Será suspenso o fornecimento da emulsão asfáltica, quando:

- Ocorrerem mais de 3 carregamentos sucessivos "aprovados sob reserva";
- o número acumulado de aprovações sob reserva ultrapassara 30% do número total de carregamentos "aprovados" mais os "aprovados sob reserva".

h) o fornecimento da emulsão asfáltica só será restabelecido com autorização por escrito Fiscalização.

## **EXECUÇÃO**

a) O principal objetivo do controle de execução da pintura de ligação é garantir que o serviço seja executado de modo a obedecer à taxa de ligante indicada e as demais prescrições dessa Especificação.

b) O controle da taxa de ligante será feito colocando-se na pista uma bandeja com aproximadamente 0,50 m x 0,50 m para receber o ligante proveniente do banho do Caminhão distribuidor.

A taxa de ligante será determinada através da diferença de peso da "bandeja", antes e depois da passagem do Caminhão distribuidor, dividida pela área da mesma. Será feita uma determinação a cada 100 m (cem metros), ao longo da faixa trabalhada. No caso de Emulsão Asfáltica, a taxa de aplicação da mesma será determinada levando em conta a água de diluição.

c) Os resultados das taxas de ligante serão analisados estatisticamente para fins de aceitação, do seguinte modo:

O serviço de Pintura de Ligação será considerado "aprovado" se:

$N \geq 9$  (número de determinações)

$$X_{\text{Max}} = X + \frac{1,29s + 0,68s}{\sqrt{N}}$$

$$X_{\text{Min}} = X + \frac{1,29s - 0,68s}{\sqrt{N}}$$

Onde:  $X$  = média aritmética

$s$  = desvio padrão

O serviço de imprimação será considerado "aprovado" se:

$X_{\text{Max}} \leq 1,20T$  sendo  $T$  a taxa preconizada (em kg/m<sup>2</sup>);

$X_{\text{Min}} \geq 0,75T$

E também se o serviço tiver a aprovação da inspeção visual da Fiscalização, que deverá observar principalmente, a uniformidade de distribuição transversal do ligante.

Se houver a aprovação da Fiscalização por inspeção visual, o serviço de Pintura de Ligação será considerado "aprovado sob reserva" se:

X Max  $\leq$  1,35 T

X Min  $\geq$  0,70 T

Em caso contrário, o serviço é considerado "não aprovado".

- e) Os serviços aprovados e aprovados sob reserva serão aceitos, e os serviços não aprovados não serão aceitos, cabendo a Fiscalização indicar a solução.

#### **4.3 CONCRETO ASFÁLTICO - FAIXA C - AREIA E BRITA COMERCIAIS (E=5CM)**

##### **DEFINIÇÃO E GENERALIDADES**

CONCRETO ASFÁLTICO – é o revestimento resultante de uma mistura asfáltica a quente, processada em usina apropriada, de agregado mineral graduado, material de enchimento (filler) e cimento asfáltico de petróleo (CAP), espalhada e comprimida em temperatura bem superior a do ambiente.

A mistura é espalhada de modo a apresentar, quando comprimida, a espessura do projeto.

O Concreto Asfáltico (CA) é usualmente empregado, como:

Revestimento asfáltico em uma só camada;

Revestimento asfáltico em duas camadas – a superior recebe o nome de Camada de Rolamento (ou capa) e a inferior o de Camada de Ligação (ou Binder);

A “Capa” tem geralmente: agregado de menor diâmetro máximo (Dmáx.) menor porcentagem de vazios (% Vv), maior porcentagem da relação betume/vazios (% RBV) e consome um pouco mais de material de enchimento (“Filler”) e de CAP.

O “Binder” normalmente de maior espessura, tem agregado de maior Dmáx., maior % (Vv), menor % (RBV), consome menos “Filler” e menos “CAP”.

A “Camada de Prefilamento” tem espessura variável e deve ser constituída por uma mistura asfáltica mais fina.

O Concreto Asfáltico deve ser executado sobre uma superfície coberta uniformemente por uma delgada película de CAP que poderá ser resultante de uma Pintura de Ligação ou mesmo de uma Imprimação.

Deve-se ter muito cuidado com a pintura de ligação sobre uma base ou um binder que vai receber uma capa, principalmente quando esta for delgada ( $h \leq 5$  cm), pois pode haver o deslizamento da mesma.

Após se ter obtido a quantidade de agregados necessária para se obter em usina cerca de 30 t, projeta-se o traço do CA pelo método Marshall, no laboratório de campo, com o “filler” e o CAP a serem utilizados.

## MATERIAIS

### MATERIAL ASFÁLTICO

Podem ser empregados os seguintes:

. Cimento Asfáltico de Petróleo:

CAP-50/60 e 85/100 (classificados por penetração);

ou

CAP-20 e 55 (classificado por viscosidade)

### AGREGADOS

#### Agregado Graúdo

O agregado graúdo pode ser pedra britada, escória britada, seixo rolado britado, ou outro material indicado no projeto e aprovado pela Fiscalização.

Deve se constituir de partículas sãs, duráveis, livres de torrões de argila e substâncias nocivas.

Valor máximo tolerado no ensaio de desgaste Los Angeles (DNER-ME-35/64), é de 50%.

Não deve apresentar perda superior a 12% em 5 ciclos, quando submetido ao ensaio de durabilidade (DNER-ME 89/64), com sulfato de sódio (somente para balsato e diabásico);

O índice de forma (DNER-ME 86/64) não deve ser inferior a 0,4.

A) porcentagem de grãos de forma defeituosa não deve ultrapassar de 25%.

b) Agregado Miúdo

O agregado miúdo pode ser areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos.

Suas partículas individuais devem ser resistentes, livres de torrões de argila e de substâncias nocivas.

O equivalente de areia (DNER-ME 54/83) deverá ser igual ou superior a 55%.

c) Material de Enchimento (“Filler”)

O “filler” deve ser constituído por materiais minerais finamente divididos, tais como cimento Portland, cal extinta, pós calcários, etc, e que atendam à seguinte granulometria:

Deve atender a seguinte granulometria:

PENEIRA	PORCENTAGEM MÍNIMA PASSANDO
Nº 40	100
Nº 80	95
Nº 200	65

Quando da aplicação, deverá estar seco e isento de grumos.

#### COMPOSIÇÃO DA MISTURA

A faixa granulométrica a ser usada na mistura deve ser aquela, cujo diâmetro máximo seja igual a 2/3 da espessura da camada. A composição de Concreto Asfáltico deve satisfazer aos requisitos do quadro abaixo:

PENEIRAS	PORCENTAGEM PASSANDO, EM PESO
----------	-------------------------------

	Mm	A	B	C
2"	50,8	100	-	-
1.1/2"	38,1	95-100	100	-
1"	25,4	75-100	95-100	-
3/4"	19,1	60-90	80-100	100
1/2"	12,7	-	-	100
3/8"	9,5	35-65	45-80	75-100
Nº 4	4,8	25-50	28-60	50-85
Nº 10	2,0	20-40	20-45	30-75
Nº 40	0,42	10-30	10-32	15-40
Nº 80	0,18	5-20	8-20	8-30
Nº 200	0,074	1-8	3-8	5-10
Teores de CAP em Peso (%)		4,0-7,0	4,5-7,5	4,5-9,0

- UTILIZAÇÃO:

- Faixa A – Camada de Ligação (Binder)
- Faixa B – Camada de Ligação (Binder) ou de Rolamento
- Faixa C – Camada de Rolamento

As faixas acima já envolvem o “filler”, cuja percentagem mínima deve ser:

Faixa A – 1,0%;

Faixa B – 1,5% e

Faixa C – 2,5%

As percentagens de CAP se referem à mistura de agregados considerada com 100%.

Para todos os tipos, a fração retirada entre duas peneiras consecutivas não deverá ser inferior a 4% do total, com exceção das duas primeiras.

A curva granulométrica, indicada no projeto, poderá apresentar as seguintes tolerâncias máximas:

PENEIRAS	MM	PORCENTAGEM PASSANDO, EM PESO
3/8" a 1.1/2"	9,5 a 38,0	± 7
Nº 40 a nº 4	0,42 a 4,8	± 5

Nº 80	0,18	± 3
Nº 200	0,074	± 2

Deverá ser adotado o Método Marschall para a verificação das condições de vazios, relação Betume/Vazios, estabilidade e fluênciada mistura asfáltica, segundo os valores seguintes:

PARÂMETRO	CAMADA	
	ROLAMENTO (CAPA)	LIGAÇÃO (BINDER)
Porcentagem de vazios	3 a 5	4 a 6
Relação Betume/Vazios (%)	75 a 82	65 a 72
Estabilidade, Kgl	420 a 900 (75 golpes)	350 a 750 (75 golpes)
	300 a 660 (50 golpes)	250 a 550 (50 golpes)
Fluênci a: - (1/100") - (mm)	8 a 18 2,0 4,5	8 a 18 2,0 a 4,5

A energia de compactação deverá ser fixada no projeto.

Caso não haja indicação no projeto, será adotada a energia de 75 golpes por face do corpo de prova.

No diagrama a seguir a linha inclinada indica, para o diâmetro máximo do agregado correspondente a 95% passando na curva granulométrica, os valores mínimos de vazios de agregado mineral (VAM).

## EQUIPAMENTO

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deverá ser examinado pela Fiscalização, devendo estar de acordo com esta Especificação, sem o que não será dada a ordem de serviço.

## **DEPÓSITOS PARA MATERIAL BETUMINOSO**

Os depósitos para o material betuminoso (CAP) deverão ser capazes de aquecer o material, às temperaturas necessárias, determinadas nesta Especificação.

O aquecimento deverá ser feito por meio de serpentinas a vapor, óleo, eletricidade ou outros meios, de modo a não haver contato de chamas com o interior do depósito. Deverá ser instalado um sistema de circulação, desembaraçada e contínua, do depósito do misturador, durante todo o período de operação.

## **DEPÓSITO PARA AGREGADOS**

Os silos deverão ter capacidade total de, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador e serão divididos em compartimentos dispostos de modo a separar e estocar, adequadamente, as frações apropriadas do agregado. Cada compartimento deverá possuir dispositivos adequados de descarga. Haverá um silo adequado para o “filler” conjugado com dispositivos para a sua dosagem.

## USINAS PARA MISTURAS ASFÁLTICAS

### MAPA CONSTRUTORA LTDA



**Figura 02 - MAPA CONSTRUTORA LTDA.**

CARACTERÍSTICAS DA MAPA CONSTRUTORA LTDA		
Nome do Proprietário:	<b>MATHEUS BROCHADO</b>	<b>MATOS</b>
Distância até a Obra	7,2 km	<b>LEPESQUEUR</b>
Localização:	Rua Arlindo Gomes Branquinho, 1135, B. Campi Branco – CEP: 38.616-114 – UNAI-MG	
Característica	Usina de Asfalto	

A usina deverá estar equipada com uma unidade classificadora de agregados, após o secador, dispor de misturador tipo Pugmill com duplo eixo conjugado, provido de palhetas reversíveis e removíveis, ou outro tipo capaz de produzir uma mistura uniforme. Deve, ainda, o misturador possuir dispositivo de descarga, de fundo ajustável e dispositivo para controlar o ciclo completo da mistura. Um termômetro, com proteção metálica e escala de 90°C a 210°C, deverá ser fixado na linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo à descarga do misturador.

A usina deverá ser equipada, além disso, com um termômetro de mercúrio, com escala em “dial”, pirômetro elétrico, ou outros instrumentos termométricos aprovados, colocados na descarga do secador e em cada silo quente, para registrar a temperatura dos agregados.

## **ACABADORA**

O equipamento para espalhamento e acabamento deverá ser constituído de pavimentadoras automotrices, capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamentos previstos.

As acabadoras deverão ser equipadas com parafusos sem fim, para colocar a mistura exatamente na largura desejada e possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para frente e para trás. As acabadoras deverão ser equipadas com alisadores vibratórios e dispositivos para aquecimento dos mesmos, à temperatura requerida, para aplicação da mistura sem irregularidades.

## **EQUIPAMENTOS PARA A COMPRESSÃO**

O equipamento a ser utilizado para compressão será constituído por rolos de pneus autopropulsores, metálico liso tipo tandem, ou vibratório. Os rolos compressores, tipo tandem, ou vibratório. Os rolos compressores, tipo tandem, devem ter uma carga de 8 a 12 t. Os rolos de pneus devem permitir a calibragem dos mesmos no intervalo de 35 a 120 libras por polegada quadrada. Os rolos vibratórios devem ter o sistema de vibração com frequência e amplitude reguláveis.

O equipamento deve ser operado em velocidade adequada e ser suficiente para comprimir a mistura até atingir a densidade requerida, enquanto está se encontra em condições de trabalhabilidade.

## **CAMINHÕES PARA TRANSPORTE DA MISTURA**

Os caminhões tipos basculantes, para o transporte do concreto asfáltico, deverão ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo parafínico, de modo a evitar a aderência da mistura às chapas.

## **EXECUÇÃO**

Sendo decorridos mais de sete dias entre a execução da imprimação, ou pintura de ligação, ou da camada asfáltica, ou no caso de ter havido trânsito, ou ainda, recobrimento com areia, pó-de-pedra, etc., deverá ser feita uma pintura de ligação.

A temperatura do cimento asfáltico, no momento da misturação, é definida para cada tipo de ligante em função da relação temperatura-viscosidade. A temperatura conveniente é aquela na qual o cimento asfáltico apresenta uma viscosidade situada dentro da faixa de 75 a 150 segundos, Saybolt-Furol, indicando-se, preferencialmente, a viscosidade entre 75 a 95 segundos, Saybolt-Furol.

Não podem ser feitas misturas e temperaturas inferiores a 107°C e nem superiores a 177°C.

Os agregados devem ser aquecidos a temperatura de 5°C e a 10°C, acima da temperatura do CAP.

## **TRANSPORTE DO CONCRETO ASFÁLTICO**

O Concreto Asfáltico produzido deverá ser transportado da usina ao ponto de aplicação, nos veículos basculantes cujas características foram anteriormente definidas.

Quando necessário, para a mistura seja colocada na pista à temperatura especificada, cada carregamento deverá ser coberto com lona ou outro material aceitável, com tamanho suficiente para proteger a mistura.

## **DISTRIBUIÇÃO E COMPRESSÃO DA MISTURA**

O Concreto Asfáltico produzido deve ser distribuído somente quando a temperatura ambiente se encontrar acima de 10°C e com tempo não chuvoso.

A distribuição do Concreto Asfáltico deve ser feita por máquinas acabadoras, conforme já especificado. A espessura da mistura, a ser espalhada na pista, será tal que, após a compressão atinja a espessura projetada.

A espessura máxima da camada a compactar será fixada pela Fiscalização.

Após a distribuição do Concreto Asfáltico tem início a rolagem. Como normal geral, a temperatura de rolagem é a mais elevada que a mistura asfáltica possa

suportar, temperatura essa fixada, experimentalmente, para cada casa, no próprio canteiro de serviço.

Caso sejam empregados rolos de pneus de pressão variável, inicia-se a rolagem, com baixa pressão, a qual será aumentada à medida que a mistura for sendo compactada e, consequentemente, suportar pressões mais elevadas.

A compressão será iniciada pelos bordos, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista. Nas curvas, de acordo com a superelevação, a compressão deve começar sempre do ponto mais baixo para o mais alto.

Cada passada do rolo deve ser recoberta, na seguinte, de, pelo menos, a metade da largura rolada. Em qualquer caso, a operação de rolagem perdurará até o momento em que seja atingida a compressão especificada.

Durante a rolagem não serão permitidas mudanças de direção e inversões bruscas de marca, num estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém-rolado. As rodas do rolo metálico deverão ser umedecidas adequadamente, de modo a evitar a aderência da mistura e as rodas do rolo pneumático deverão, no início da rolagem, ser levemente untadas com óleo queimado, com a mesma finalidade.

## **ABERTURA AO TRÂNSITO**

A Camada de Concreto Asfáltico recém-acabada deverá ser mantida sem trânsito até o seu completo resfriamento.

## **CONTROLE TECNOLÓGICO**

### **MATERIAIS**

#### **Cimentos Asfálticos de Petróleo (CAP)**

a) Em todo carregamento de CAP que chegar à obra serão realizados os seguintes ensaios, no laboratório de campo:

- Viscosidade Saybolt-Furol (Método P-MB-581);
- Ponto de Fulgor (MB-50)
- Espuma (aquecido a 175°C não deve produzir espuma) .

b) o CAP será "aprovado" se satisfizer às exigências da correspondente Especificação em todos os ensaios citados.

c) Se o CAP de um carregamento não for aprovado, deve-se tomar uma nova amostra no caminhão e repetir os ensaios. Tal procedimento poderá ser a critério da Fiscalização, repetido até mais duas vezes. Se forem confirmados os resultados iniciais o carregamento será rejeitado e será proibida a descarga no canteiro.

d) Se ocorrerem mais de 2 carregamentos rejeitados, o fornecimento deverá ser suspenso e a Fiscalização providenciará as medidas necessárias junto aos fornecedores visando normalizar a qualidade e o fornecimento do material.

Nota: Por ocasião do recebimento dos 3 primeiros carregamentos serão traçadas as curvas "Viscosidade x Temperatura", e posteriormente, de 10 em 10 carregamentos.

#### Agregados

a) Antes do início da instalação do equipamento de britagem deverão ser confirmados os valores de abrasão Los Angeles e, se for o caso, de durabilidade, através de ensaios em 3 amostras estrategicamente coletadas. Somente após essa confirmação poderá ser autorizada a britagem, pela Fiscalização. Posteriormente, esses ensaios somente serão repetidos em caso de desconfiança provocada pelo comportamento da brita, ou da mudança de fonte de agregado.

b) Deverá ser impugnado qualquer agregado com presença de pó, torrões de argila, partículas moles, e, no caso de "filler", devido à presença de grumos.

c) Deverão ser realizados os seguintes ensaios com amostras:

- 1 ensaio de índice de forma, para agregado graúdo, a cada 5 dias de trabalho (britagem);
- 1 ensaio de Equivalente de areia (DNER-ME 54/63) para agregado miúdo, a cada 3 dias de trabalho (britagem).

Se um desses ensaios não satisfizer ao exigido repete-se os ensaios mais 8 vezes em amostras diferentes, aleatoriamente colhidas; se mais de 2 ensaios não satisfizerem à Especificação, o lote cuja posição deve ter sido previamente assinalada no depósito de estocagem não poderá ser usado na mistura.

d) O "filler" será analisado quanto a sua granulometria (DNER-ME 83/63). O "filler" rejeitado será necessariamente retirado do canteiro do serviço.

#### Melhoradores de Adesividade (Dopes)

No caso de uso de melhoradores de adesividade (“Dope”) este deve ser incorporado ao CAP no canteiro de serviço. Sua qualidade será comprovada através do ensaio de adesividade (DNER-ME-78/63) que deve ser satisfatório com a % e dope iniciada no projeto.

## EXECUÇÃO

a) O projeto da mistura deve conter:

- As percentagens em peso de: agregado graúdo, agregado miúdo, filler e CAP, sendo a soma total igual a 100%;
- A faixa granulométrica de projeto referente à mistura seca (inclusive o “filler”);
- Os valores obtidos pela dosagem Marshall:
  - Porcentagem de vazios (% Vv)
  - Relação Betume/Vazios (% RBV)
  - Vazios do Agregado Mineral (% VAM)
  - Massa Específica Aparente (kg/m<sup>3</sup>)
  - Estabilidade Marshall (gkf)
  - Fluênciaria Marshall (mm)
- As faixas de Temperatura de Mistura do CAP e do agregado.

a) Densidade de referência:

A cada dia de trabalho deve ser coletada amostra da massa recém espalhada pela acabadora, com a qual se moldará um par de corpos de prova Marshall para a obtenção da massa específica aparente que servirá de referência para o cálculo do grau de compactação.

c) Temperatura na Usina:

Serão efetuadas, no mínimo, 8 leituras de temperaturas na usina por dia de trabalho:

- dos agregados na usina (nos silos quentes);
- do CAP na usina (na linha de alimentação do asfalto);
- da massa asfáltica em cada caminhão carregado, na usina.

Se uma leitura de temperatura do CAP foi maior que 190°C ou do agregado for maior que 200°C, a correspondente mistura executada não poderá ser transportada para a pista, devendo ser jogada fora.

Imediatamente deverão ser tomadas as providências para corrigir o problema, podendo inclusive, ser determinada a interrupção da produção.

d) Temperatura de Compressão:

A temperatura de compressão da mistura deve ser a mais alta que a massa asfáltica possa suportar com o equipamento utilizado.

Para cada caminhão que chegar a pista deverá ser tirada a temperatura da massa asfáltica e anotadas a temperatura, a hora da chegada na pista, à placa do caminhão e o intervalo de aplicação. Essa temperatura não deverá ser menor que  $t_1 - 15^\circ\text{C}$ , onde  $t_1$  é a temperatura em  $^\circ\text{C}$  correspondente ao limite inferior da faixa de temperatura indicada para a mistura do CAP na usina.

Somente em caso esporádico, serão toleradas temperaturas abaixo de  $t_1 - 15^\circ\text{C}$ , desde que essa temperatura seja no mínimo de 100°C.

Em caso contrário, a massa asfáltica transportada não poderá ser usada, devendo ser jogada fora.

e) Teor de CAP

Para cada 700m<sup>2</sup> de superfície, ou no mínimo uma vez por dia de trabalho, colhe-se 1 amostra da massa asfáltica para os ensaios de teor de CAP e de granulometria dos agregados (DNER-ME-83/63), logo após a passagem da acabadora.

Para aproximadamente 2500 m<sup>2</sup> de pista, ou no mínimo uma vez por dia de trabalho, deve ser colhida uma amostra logo após a passagem de acabadora, para se determinar a massa específica aparente de referência (DNER-ME-43/64 e 75/63); calculam-se os diversos parâmetros (% Vv, % RBV e % VAM) e em seguida procede-se ao ensaio de estabilidade e a fluênciia.

Para cada 700m<sup>2</sup> de superfície compactada retira-se um corpo de prova com sonda rotativa, aproximadamente na trilha de roda externa. Determina-se a massa específica aparente do corpo de prova (DNER-ME-77/63), calcula-se: a % Vv, a % RBV e a % VAM, em seguida a espessura da amostra (média de 3 determinações com o paquímetro), e finalmente procede-se ao rompimento na prensa Marshall anotando-se a estabilidade e a fluênciia.

f) Controle estatístico:

Os resultados referentes a cada 700m<sup>2</sup> das determinações de:

- Teor de asfalto;
- Granulometria do agregado;
- Grau de compactação

$$(GC) = \frac{Dap \text{ (rotativa)}}{Dap \text{ (referência)}}$$

(O GC mínimo é de 97%)

Serão analisados estatisticamente, com as seguintes fórmulas:

$$X_{\text{Mín.}} = \bar{X} - \frac{1,29s}{\sqrt{N}} - 0,68s$$

$$X_{\text{Máx.}} = \bar{X} + \frac{1,29s}{\sqrt{N}} + 0,68s$$

Onde:

$\bar{X}$  = (média aritmética)

s = desvio padrão

Nota: São desprezados os valores individuais fora do intervalo  $X \pm 3s$ .

e) Sendo tmin e tmáx os valores dados pelo projeto da mistura, respectivamente para: o teor de asfalto, as percentagens em peso passando nas respectivas peneiras com as tolerâncias especificadas e o grau de compactação (somente o valor mínimo) e Xmáx. e Xmin. Os valores encontrados (para CG só o Xmin.), o serviço será considerado aprovado se:

$$X_{\text{min.}} \geq T_{\text{min.}} \text{ e } X_{\text{máx.}} \leq T_{\text{máx.}}$$

h) Se o serviço não for considerado aprovado, pelo critério do item (g), mas se os resultados satisfizerem a seguinte situação: os valores absolutos das diferenças entre os valores exigidos e os valores encontrados forem inferiores a x % dos valores exigidos, sendo:

x = 5 para o teor de CAP;

X = 10 para as granulometrias

E com  $X_{min}$  (CG)  $\geq 96\%$ ,

Então o serviço será considerado “aprovado sob reserva”.

Em caso contrário o serviço é considerado “não aprovado”.

i) Se o serviço não atender às condições do item (h), o mesmo não será aceito, devendo a Fiscalização indicar a solução a adotar que poderá ser a execução de uma nova camada sobre a camada rejeitada ou arrancamento da camada executada e a execução de uma nova camada com as características do traço projetado.

j) Os valores de % Vv, % RBV, % VAM, Estabilidade e Fluênci a Marschall devem servir de orientação para a Fiscalização. Se algum desses valores estiver sistematicamente fora dos valores especificados pelo projeto da mistura, os serviços devem ser paralisados para possibilitar uma avaliação do projeto e das instalações destinadas à produção da mistura.

k) Todos os detalhes referentes aos equipamentos e a execução do serviço, devem ser permanentemente acompanhados por fiscais que deverão relatar ao engenheiro responsável pela Fiscalização todos os fatos que possam comprometer a qualidade dos serviços para que possam ser tomadas as providências cabíveis.

## REGISTRO DO CONTROLE TECNOLÓGICO

a) Antes de iniciados os serviços de Concreto Asfáltico, serão traçados gráficos onde as abcissas constarão o estaqueamento (ou a quilometragem) e em ordenadas os seguintes itens, que devem corresponder aos intervalos de estaqueamento (ou de quilometragem):

- Teor de CAP;
- Granulometria dos agregados (por peneira, com tolerância);
- Grau de compactação.

A Fiscalização elaborará Relatórios Mensais contendo: os gráficos de controle e todos os elementos, fatos e acontecimentos relacionados com a qualidade da obra.

### **CONTROLE GEOMÉTRICO**

### **CONTROLE DE ESPESSURA**

Será medida a espessura por ocasião da retirada do corpo de prova.

Serão aceitas espessuras variando de  $\pm 10\%$  da espessura do projeto em pontos isolados.

Além da espessura obtida com a retirada do corpo de prova, deverão ser feitas outras medidas que permitam ajustar a acabadora de forma que seja lançada na pista, uma espessura tal que, após a compactação atenda a condição desejada.

### **CONTROLE DO ACABAMENTO DA SUPERFÍCIE**

Durante a execução deverá ser feita, diariamente, uma leitura correspondendo a máxima variação entre dois pontos quaisquer de contato, obtida com 2 réguas, uma de 3m e a outra de 0,90m, colocadas respectivamente em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, sobre a superfície da camada. A variação máxima não deve exceder de 0,5cm.

## 5 DISPOSIÇÕES GERAIS

Todas as informações presentes neste relatório foram derivadas do projeto arquitetônico. Os cálculos e dimensões foram elaborados de acordo com as normas técnicas vigentes, incluindo as normas estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e as especificações do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).

É importante ressaltar que o projetista não assume a responsabilidade por possíveis modificações neste projeto durante sua execução. Recomendamos enfaticamente que alterações no tipo de pavimento especificados no projeto não sejam alterados sem consulta prévia e autorização do projetista.

Aconselhamos o uso de produtos de alta qualidade e comprovada confiabilidade, pois a qualidade da instalação depende diretamente dos materiais utilizados.

Este projeto foi desenvolvido com base no layout e nas informações fornecidas pela arquitetura e pelo cliente. Em caso de dúvidas quanto à localização exata dos pontos, é recomendável que esses detalhes sejam esclarecidos por meio de consulta.