

# RESTAURAÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO DO SETOR COMERCIAL SUL

## PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO SIMÃO

PAVIMENTAÇÃO A RESTAURAR - 10.652,85m <sup>2</sup>							
ITEM	LOGRADOURO	SETOR	LARG.	COMP.	PISTA	ÁREA	M.FIO
00.01	<b>RUA 03</b> (COM A ROD. 2 E AV. RIO PARANAIBA)	COMERCIAL SUL	7,10	202,50	1,00	1.437,75	
00.02	<b>AV. RIO CLARO</b> (COM RUA 2A E RUA 04 )	COMERCIAL SUL	7,10	298,00	1,00	2.115,80	
00.03	<b>AV. RIO PARANAIBA</b> (COM RUA 2A E RUA 04)	COMERCIAL SUL	7,50	453,50	1,00	3.401,25	
00.04	<b>RUA 04</b> (COM AV. PARANAIBA E RODOVIA 2 )	COMERCIAL SUL	7,10	195,50	1,00	1.388,05	
00.05	<b>RUA JOSÉ ARGEMIRO NOGUEIRA</b> (ENTRE A RODOVIA 2 E SAIDA RODOVIA 2)	COMERCIAL SUL	7,00	258,00	1,00	1.806,00	
00.06	<b>ALAMEDA A</b> (COM RUA JOSÉ ARGEMIRO NOGUEIRA E A RUA 29)	COMERCIAL SUL	8,00	63,00	1,00	504,00	
	<b>TOTAL</b>					<b>10.652,85</b>	

Devido ao estado do pavimento estar totalmente comprometido; tapa buraco várias vezes no decorrer do tempo, com alguns anos de existência.

Tomamos a decisão de removê-lo escarificando, transportando este material, abrindo e recompondo a caixa e batendo novamente.

### 1) INTRODUÇÃO

O Projeto Básico de Pavimentação Urbana tem por objetivo conceber uma estrutura construída após a terraplenagem, destinada, econômica e simultaneamente em seu conjunto a:

- Resistir e distribuir ao subleito (terreno de fundação da pavimentação) os esforços verticais oriundos dos veículos;
- Melhorar as condições de rolamento quanto a economicidade, comodidade e segurança;

- Resistir aos esforços horizontais que nele atuam, tornando mais durável a superfície de rolamento.

Em princípio, um Pavimento é constituído por duas camadas: a BASE (sub-base, reforço) e o REVESTIMENTO.

A BASE é uma camada destinada a resistir às deformações e distribuir os esforços verticais através das tensões (pressão) dos veículos e sobre a qual se constrói um revestimento.

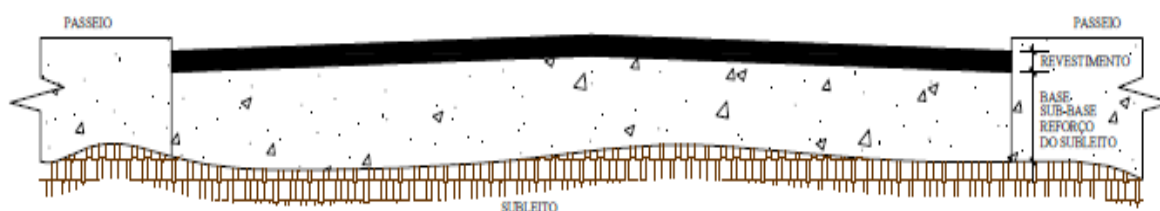
O REVESTIMENTO é a camada, tanto quanto possível impermeável, coesa, o mais possível desempenado geometricamente, que recebe diretamente a ação de rolamento dos veículos e das intempéries (água, vento, temperatura, atrito, hidrocarbonetos, impactos mecânicos e outros) e destinada a resistir aos esforços tangenciais (cisalhamento, frenagem, aceleração, movimentos centrífugos, etc.).

O Pavimento Projetado será do tipo flexível, o qual utiliza o ligante betuminoso na construção do revestimento.

## 2) DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

### 2.1 – Considerações

Um pavimento é um sistema de camadas de espessuras finitas, assentes sobre um semi-espaço infinito, que é o sub-leito.



O problema geral do dimensionamento consiste em considerar um ponto P qualquer do sistema, no sub-leito ou no pavimento e determinar, para este ponto, quando o sistema é solicitado por uma carga de roda Q, o estado de tensão, a deformação e se vai ou não, haver ruptura.

O sistema será considerado satisfatório, do ponto de vista do dimensionamento, quando não houver ruptura em nenhum ponto ou a deformação máxima satisfizer os limites previamente fixados, sendo as espessuras das camadas, as necessárias e suficientes.

Existem várias teorias ou modelos para o estudo do sistema de camadas múltiplas de pavimento: “Boussinesq, Busmister, Hogg, Westergaard, Peattie e Jones, Jeuffroy e Bachelez”, (Murillo Lopes, 1980, p. 317 a 353), porém é fácil concluir da dificuldade de aplicação dos métodos teóricos ao dimensionamento de pavimentos flexíveis.

Por este motivo, o dimensionamento de pavimentos flexíveis é feito através de métodos empíricos; onde são utilizados ensaios empíricos, definidores das características de resistência dos materiais, certos parâmetros de tráfego e uma equação ou ábaco, estabelecidos experimentalmente e ligando estas grandezas.

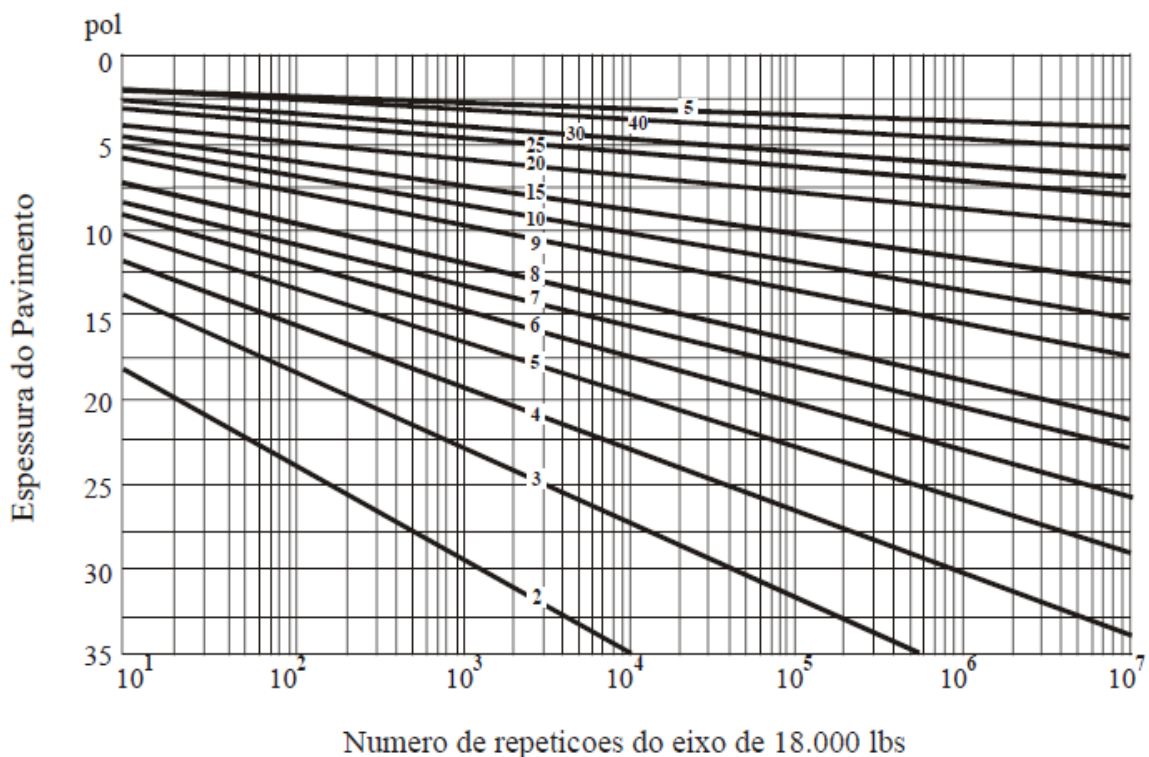
Este projeto basear-se-á no Método de Dimensionamento de Pavimento Flexível do DNER/DNIT-1966/79, que tem como base o trabalho “Design of Flexible Pavements Considering Mixed Loads and Traffic Volume”, da autoria de W. J. Turnbull, C. R. Foster e R.G. Ahlvin, do Corpo de Engenheiros do Exército dos E.E.U.U. e conclusões obtidas na Pista Experimental da AASHTO, com as considerações pertinentes às finalidades do Programa Asfalto Novo.

## 2.2) Estudo do Tráfego

Como preconiza o Programa Asfalto Novo, a pavimentação asfáltica urbana será executada em zonas residenciais com predominância de tráfego de veículos de passeio, quando houver.

Mesmo assim, para que se possa sistematizar um procedimento de dimensionamento de pavimento flexível e utilizar o Método do DNER-DNIT/1966/79, considerar-se-á a incidência do menor número de solicitações do eixo padrão de 8,2t, devido ao tráfego, número N, que o ábaco de dimensionamento permite, ou seja,  $N = 10$ .

### ÁBACO DE DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO FLEXÍVEL MÉTODO DNER-1966/79

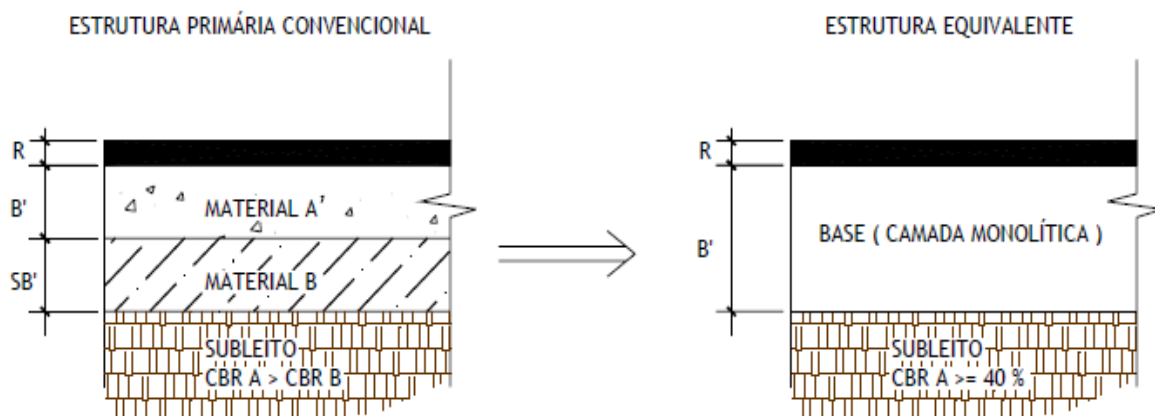


## 2.3) Capacidade de Suporte do Sub-leito (CBR)

Devido o Programa Asfalto Novo ser de caráter Estadual, com condições de atender a todos os Municípios do Estado, que por sua vez apresentam características geotécnicas diferenciadas; optou-se por adotar um valor mínimo de Índice de Suporte Califórnia – ISC/CBR do sub-leito, de tal forma a obter as espessuras mais delgadas de pavimento, buscando economicidade. O CBR mínimo do sub-leito adotado é de 8%.

## 2.4) Determinação do REVESTIMENTO e da BASE

Sejam as duas estruturas de pavimento:



Uma vez definidos os parâmetros: número N e CBR do sub-leito pode-se dimensionar o pavimento com o auxílio do ábaco de dimensionamento e das inequações abaixo:

$$R K_r + B' K_B' \geq H_{20} \quad (1)$$

$$R K_r + B' K_B' + S B' K_{S B'} \geq H_n \quad (2)$$

Onde,

R = espessura do revestimento;

**Nota:** Devido às condições de tráfego leve e ocasional, o projeto adotou o CBUQ

(CBUQ) como revestimento. Portanto  $R = 3,00$  cm.

$B'$  = espessura de base;

$SB'$  = espessura de sub-base;

$K_r$  = coeficiente estrutural do revestimento;

**Nota:** Para revestimento do tipo CBUQ  $k_r = 1,20$

$KB'$  = coeficiente estrutural do material de base (solo granular);

$KSB'$  = coeficiente estrutural do material de sub-base (solo granular);

**Nota:** Para solo granular o  $KB' = KSB' = 1,00$

$H_{20}$  = espessura necessária acima da sub-base, admitindo seu material com CBR = 20%;

$H_n$  = espessura necessária acima do sub-leito com CBR = n, no caso do projeto n=8%.

Portanto em ( 1 ) tem,

$$RK_r + B'KB' \geq H_{20} \quad ( 1 )$$

- Utilizando o ábaco de dimensionamento para  $N = 10$  e CBR = 20%, obtém  $H_{20} = 3,5'' = 3,5 \times 2,5 = 8,75$  cm  $\cong 9,0$  cm

- Substituindo R,  $K_r$ ,  $KB'$  e  $H_{20}$  em ( 1 ) tem,

$$2,5 \times 1,2 + B' \times 1,0 = 9,0 \text{ ----- } \mathbf{B' = 6,0 \text{ cm}}$$

Em ( 2 ) tem,

$$RK_r + B'KB' + SB'KSB' \geq H_n \quad ( 2 )$$

- Utilizando o ábaco de dimensionamento para  $N = 10$  e CBR = 8% (do Sub-leito), obtém  $H_8 = 7,5'' = 7,5 \times 2,5 = 18,8$  cm  $\approx 19,0$  cm

- Substituindo R,  $K_r$ ,  $B'$ ,  $KB'$ ,  $KSB'$  e  $H_8$  em ( 2 ) tem,

$$2,5 \times 1,2 + 6,0 \times 1,0 + SB' \times 1,0 = 19,0 \text{ ----- } SB' = 10,0 \text{ cm}$$

**Nota: Este valor de  $SB'=10,0$  cm seria para a utilização de material com  $CBR = 20\%$ , porém como para a estrutura equivalente de pavimento o  $CBR \geq 40\%$ , pode-se fazer a correção da  $SB'$ , multiplicando pelo resultado da seguinte expressão  $(20/CBR)^{(1/3)}$  (Cyro Nogueira, 1974, p.197).**

Portanto,  $SB'$  corrigida =  $10,0 \times (20/40)^{(1/3)}$

$SB'$  corrigida = 8,9 cm ----- adotar  **$SB'$  corrigida = 9,0 cm**

Considerando que na estrutura equivalente de pavimento B + R , a BASE (B) comportará  $B'$  e  $SB'$  da estrutura primária, desde que o material de B apresente  $CBR \geq 40\%$ , o resumo do dimensionamento será:

**Revestimento ( R ) = 3,00 cm ( CBUQ)**  
**Base ( B ) =  $B' + SB'$  corrigida = 5,0 + 10,0 = 15,0 cm**  
**Espessura Total = 3,00 + 15,0 = 18,00 cm**

## 2.5) Recomendações

a) Os materiais do sub-leito devem apresentar, impreterivelmente, as seguintes características:

- $CBR_{SL} \geq 8,0\%$
- Expansão  $\leq 2,0\%$
- GC (Grau de Compactação)  $\geq 100,0\%$  do Proctor Normal

b) Os materiais de base, devem apresentar, necessariamente, as seguintes características:

- $CBR_B \geq 40,0\%$

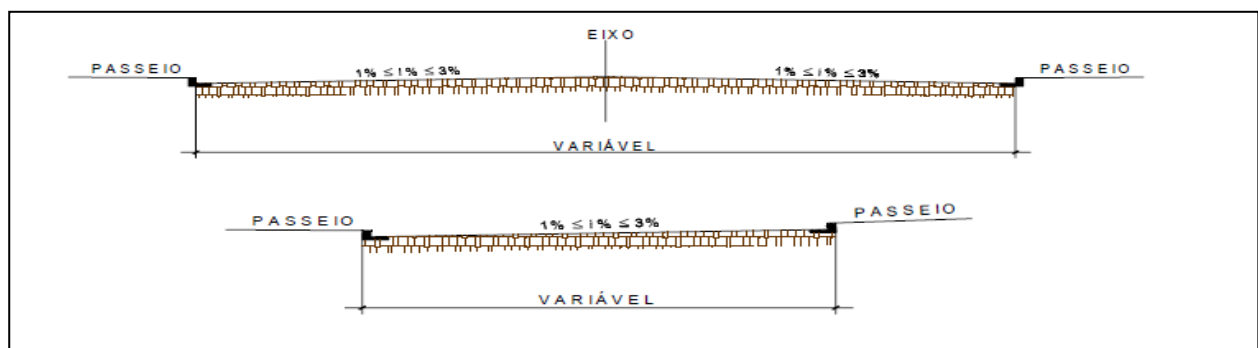
- Expansão  $\leq 0,5\%$
- Limite de Liquidez  $\leq 30,0\%$
- Índice de Plasticidade  $\leq 9,0\%$
- GC (Grau de Compactação)  $\geq 100,0\%$  do Proctor Intermediário

c) O lençol d'água deve ser rebaixado de pelo menos 1,50 m de profundidade em relação à superfície do pavimento.

d) O CBUQ deve atender às Especificações Gerais de Obras Rodoviárias da AGETOP.

e) A drenagem superficial deverá considerar uma declividade longitudinal mínima de 0,5% e 1,0% de abaulamento mínimo na plataforma acabada.

### Seções Tipo quanto à Drenagem



Eng<sup>o</sup> Ricardo Alves Cardoso  
Projetista - CREA-GO 6259/D

Eng<sup>o</sup> Delano Cavalcanti Calixto  
Diretor de Planejamento e Projetos

## 1 – INTRODUÇÃO



Os serviços básicos que constam deste programa são assim discriminados: terraplenagem, regularização do sub-leito, compactação de base de 15 cm e capa asfáltica do tipo CBUQ de 3,00cm.

## **2 – TERRAPLENAGEM**

2.1 – Os *serviços preliminares* de limpeza das vias que serão pavimentadas, uma vez definidas e delimitadas pela implantação topográfica, deverão promover a retirada da camada vegetal, de vegetações que estejam obstruindo os trabalhos, entulhos e lixos;

2.2 – Os *serviços de regularização dos perfis longitudinal e transversal* das vias deverão

ser executados seguindo o padrão do arruamento existente, ou seja, acompanhando preferencialmente a declividade longitudinal e transversal naturais da via, preservando o mínimo de 0,5% no sentido longitudinal e de 1% à 3% no sentido transversal; evitando assim grandes movimentos de terra ou serviços complementares, cortes, aterros, empréstimos, etc.;

2.3 – A área mínima, na qual as referidas operações serão executadas em sua plenitude, será compreendida na largura da plataforma da via acrescida de 0,30 m para cada lado, pelo comprimento da mesma;

2.4 – O controle das referidas operações será feito por apreciação visual da qualidade dos serviços, e/ou a critério da fiscalização;

2.5 – Os serviços de terraplenagem só serão iniciados, somente após a execução da drenagem profunda das vias, quando recomendada tecnicamente.

### **3 – PAVIMENTAÇÃO**

#### **3.1 – Regularização do Sub-leito**

3.1.1 – Regularização do sub-leito é a denominação tradicional para as operações (cortes e aterros até 0,20 m) necessárias à obtenção de um leito “conformado” para receber um pavimento. Cortes e aterros acima de 0,20 m são considerados serviços de terraplenagem, enquanto a regularização do sub-leito, que também envolve a compactação dos 0,20 m superiores do sub-leito, é considerada um serviço de pavimentação;

3.1.2 – Pode acontecer, numa regularização do sub-leito, caso o solo seja orgânico, ou expansivo, ou de baixa capacidade de suporte, ou seja, solo de má qualidade, a necessidade de substituição da camada de solo. Sendo necessária, o solo substituto deverá ser analisado, não se admitindo ISC  $\leq 8,0\%$  e expansão superior a 2%;

3.1.3 – A execução da regularização do subleito envolve basicamente as seguintes operações: escarificação e espalhamento dos materiais, homogeneização dos materiais secos, umedecimento ou aeração e homogeneização da umidade, compactação e acabamento;

3.1.4 – Os equipamentos a serem utilizados nestas operações são os seguintes: motoniveladora, grade de disco, caminhões “pipa” e rolos compactadores;

3.1.5 – Ao executar a regularização e compactação do sub-leito ter o cuidado de não atingir as tubulações de água, esgoto, telefone e fossas, bem como os tipos de moradias para não causar danos às mesmas;

3.1.6 – O controle geométrico da regularização deve ser o mesmo da terraplenagem, sendo a área regularizada e compactada compreendendo a largura da via acrescida de 0,30 m para cada lado pelo comprimento da mesma, observando as declividades longitudinal e transversal de cada via;

3.1.7 – O controle tecnológico da regularização do sub-leito deve atender os seguintes critérios:

a) Para cada “pano” de até 100m de comprimento fazer um ensaio padrão de compactação com material retirado da pista, já homogeneizado. Aproximadamente no mesmo local realizar a determinação da densidade “in situ”, calculando-se, então o Grau de Compactação-GC;

b) O serviço será considerado aprovado desde que apresente um GC  $\geq 100\%$  do Proctor Normal e umidade “in situ” variando  $\pm 2\%$  da umidade ótima de laboratório.

## **3.2 – Base Estabilizada Granulometricamente**

3.2.1 – O pavimento será executado basicamente com uma camada de 14 cm de espessura, composta de material granular devidamente analisado, não se admitindo material com ISC  $\leq 40\%$  e expansão  $\leq 0,5\%$ ;

3.2.2 – Os equipamentos a serem utilizados nas operações de estabilização da base são os seguintes: motoniveladora, grade de disco, caminhões “pipa” e rolos compactadores;

3.1.3 – A execução da estabilização da base envolve basicamente as seguintes operações: espalhamento dos materiais, homogeneização dos materiais secos, umedecimento ou aeração e homogeneização da umidade, compactação e acabamento;

3.1.4 – Ao executar a estabilização granulométrica da base ter o cuidado de não atingir as tubulações de água, esgoto, telefone e fossas, bem como os tipos de moradias para não causar danos as mesmas;

3.1.5 – O controle geométrico da base deve ser o mesmo do sub-leito, sendo a área regularizada e compactada compreendendo a largura da via acrescida de 0,30 m para cada lado pelo comprimento da mesma, observando as declividades longitudinal e transversal de cada via;

3.1.6 – A espessura da camada de base compactada não deve ser inferior a 14 cm, verificando eixo e bordos;

3.1.7 – O controle tecnológico da base deve atender os seguintes critérios:

c) Para cada “pano” de até 100m de comprimento fazer um ensaio padrão de compactação com material retirado da pista, já homogeneizado. Aproximadamente no mesmo local realizar a determinação da densidade “in situ”, calculando-se, então o Grau de Compactação-GC;

d) O serviço será considerado aprovado desde que apresente um GC  $\geq 100\%$  do Proctor Intermediário e umidade “in situ” variando  $\pm 2\%$  da umidade ótima de laboratório.

### **3.3 – Imprimação**

3.3.1 – *Imprimação* é a operação que consiste na impregnação com asfalto da parte superior de uma camada de base de solo granular já compactada, através da penetração de asfalto diluído aplicado em sua superfície, objetivando conferir:

a) uma certa coesão na parte superior da camada de solo granular, possibilitando sua aderência com o revestimento asfáltico;

b) um certo grau de impermeabilidade que, aliado com a coesão propiciada, possibilita a circulação dos veículos da obra ou mesmo do tráfego existente, sob às ações de intempéries, sem causar danos à camada imprimada;

c) garantir a necessária aderência da base granular com o revestimento tipo asfáltico, CBUQ ou mistura.

3.3.2 – O ligante asfáltico indicado, de um modo geral, para a imprimação é o asfalto diluído do tipo CM-30, admitindo-se o tipo CM-70 somente em camadas de alta permeabilidade, com consentimento escrito da fiscalização;

3.3.3 – A taxa de asfalto diluído a ser utilizada é de 0,8 à 1,2 litros/m<sup>2</sup>, devendo ser determinada experimentalmente no canteiro da obra a taxa ideal, observando durante 24 horas aquela taxa que é absorvida pela camada sem deixar excesso na superfície;

3.3.4 – Os equipamentos utilizados para a execução da imprimação são os seguintes: vassoura mecânica rotativa, podendo ser manual esta operação; caminhão espargidor, espargidor manual, para distribuição homogênea do ligante;

3.3.5 – A execução da imprimação deve atender os seguintes procedimentos:

a) Após a perfeita conformação geométrica da camada granular, procede-se a varredura da superfície, de modo a eliminar o pó e o material solto existente;

b) Proceder o banho com o asfalto diluído, na taxa e temperatura compatíveis com seu tipo, de maneira mais uniforme possível;

c) Deve-se imprimir a pista inteira em um mesmo turno de trabalho e deixá-la fechada para o trânsito;

d) A fim de evitar a superposição, ou excesso, nos pontos inicial e final das aplicações, deve-se colocar faixas de papel transversalmente, na pista, de modo que o início e o término da aplicação do material asfáltico situem-se

sobre essas faixas, as quais serão, a seguir retiradas. Qualquer falha na aplicação do ligante asfáltico deve ser imediatamente corrigida.

3.3.6 – O controle tecnológico da taxa de ligante aplicada na camada de base deverá ser verificada a cada “pano” de 100 m de comprimento, correspondente ao eixo longitudinal do caminhão.

### **3.4 – Revestimento – CBUQ(Concreto Betuminoso Usinado à Quente),**

O material utilizado para a imprimação (pintura impermeabilizante) é derivado do petróleo, conhecido como asfalto diluído (CM-30). A taxa de aplicação do material deverá ser na ordem de 1,2 L/m<sup>2</sup>. Após a cura do CM-30 (72 horas), aplica-se a pintura de ligação e posteriormente o C.B.U.Q. O material betuminoso deverá ser aplicado de maneira uniforme, sempre através de barras de aspersão e sob pressão. Antes do início da distribuição do material, deve-se verificar se todos os bicos da barra de distribuição estão abertos. A aplicação poderá ser executada manualmente utilizando-se a caneta sob pressão acoplada ao caminhão espargidor. A área a ser imprimada deve-se encontrar seca ou ligeiramente umedecida. É vedado proceder à imprimação com a superfície molhada ou quando a temperatura do ar seja inferior a 10°C ou ainda em condições atmosféricas desfavoráveis. A área imprimada que apresentar taxas abaixo da mínima especificada deverá receber uma segunda aplicação de forma a completar a quantidade recomendada. Não se deve permitir o trânsito sobre a superfície imprimada. Após a imprimação, será executada pintura de ligação que tem por função proporcionar a ligação entre a camada de base e a capa de rolamento ( C.B.U.Q. ). O material utilizado para a pintura de ligação é derivado do petróleo, conhecido como emulsão asfáltica

RR-2C, à taxa de aplicação do material deverá ser na ordem de 0,6 L/m<sup>2</sup>. A pintura de ligação será executada após a base estar perfeitamente limpa e seca, utilizando-se para tal o caminhão espargidor. O material betuminoso deverá ser aplicado de maneira uniforme, sempre através de barras de aspersão e sob pressão. Antes do início da distribuição do material deve-se verificar se todos os bicos da barra de distribuição estão abertos. A aplicação poderá ser executada manualmente utilizando-se a caneta sob pressão acoplada ao caminhão espargidor. A área a ser pintada deve estar seca ou ligeiramente umedecida. É vedado proceder ao serviço com a superfície molhada ou quando a temperatura do ar seja inferior a 10° C ou ainda em condições atmosféricas desfavoráveis. A área que apresentar taxas abaixo da mínima especificada deverá receber uma segunda aplicação de forma a completar a quantidade recomendada. Não se deve permitir o trânsito sobre a superfície pintada. A camada de rolamento será executada em C.B.U.Q. Deverá ser empregado como material betuminoso o cimento asfáltico de petróleo (CAP-50/70). O agregado graúdo deve ser de pedra britada, com partículas de forma cúbica ou piramidal, limpas, duras, resistentes e de qualidade razoavelmente uniforme. O agregado deverá ser isento de pó, matérias orgânicas ou outro material nocivo e não deverá conter fragmentos de rocha alterada ou excesso de partículas lamelares ou chatas. O agregado miúdo é composto de pedrisco e pó de pedra, de modo que suas partículas individuais apresentem moderada angulosidade, sejam resistentes e estejam isentas de torrões de argila ou outra substâncias nocivas. O teor de asfalto será de 5,8 a 6,4 %, sendo que a porcentagem de betume se refere à mistura de agregados considerada como 100%. O revestimento será em C.B.U.Q. (Concreto Betuminoso Usinado à Quente), e deve obedecer a faixa C

especificada pelo DNIT. O C.B.U.Q. será executado sobre a superfície após a realização da pintura de ligação. O C.B.U.Q. deverá deixar a usina a uma temperatura de no máximo 165° C, e chegar no local da obra a uma temperatura não inferior a 120° C.

O transporte deste material deverá ser feito através da utilização de caminhões providos de caçamba metálica juntamente com lonas para a proteção e conservação da temperatura. A aplicação do C.B.U.Q. sobre a pista deverá ser realizada com o auxílio da vibroacabadora, obedecendo à espessura do projeto 3,00cm. A rolagem deverá ser feita com a utilização do rolo pneumático e o fechamento com o rolo liso (tandem). A rolagem deve ser iniciada à temperatura de 120°C e encerrada sem que a temperatura caia abaixo de 80°C. A compactação deverá ser iniciada nas bordas e progredir longitudinalmente para o centro, de modo que os rolos cubram uniformemente em cada passada pelo menos a metade da largura de seu rastro da passagem anterior. Nas curvas, a rolagem deverá progredir do lado mais baixo para o lado mais alto, paralelamente ao eixo da guia e nas mesmas condições do recobrimento do rastro. Os compressores não poderão fazer manobras sobre a camada que está sofrendo rolagem. A compressão requerida em lugares inacessíveis aos compressores será executada por meio de soquete manual ou placa vibratória. As depressões ou saliências que aparecerem após a rolagem deverão ser corrigidas pelo afrouxamento e compressão da mistura até que a mesma adquira densidade igual ao material circundante.

As medições só serão liberadas com apresentação dos laudos; ensaios de solo e do pavimento, sendo que os custos destes estão incluídos no BDI.



Na elaboração da proposta o proponente deve conferir todos quantitativos e preços unitários e se tiver correções o faça na proposta.

NOTA.

O PROPONENTE DEVERÁ TER PLENO CONHECIMENTO E RESPONSABILIDADE QUANTO A PROPOSTA EM RELAÇÃO A QUANTITATIVOS E PREÇOS UNITÁRIOS QUE SERÃO DE SUA INTEIRA RESPONSABILIDADE.

O PROPONENTE DEVERÁ SABER QUE OS ENSAIOS E PLACA ESTÃO NO ITEM ADMINISTRAÇÃO, POREM E BOM QUE SAIBA QUE O LABORATORISTA SERÁ INDICADO PELA FISCALIZAÇÃO DA PREFEITURA E QUANTO AO PREÇO SERÁ COMBINADO COM A EMPRESA.