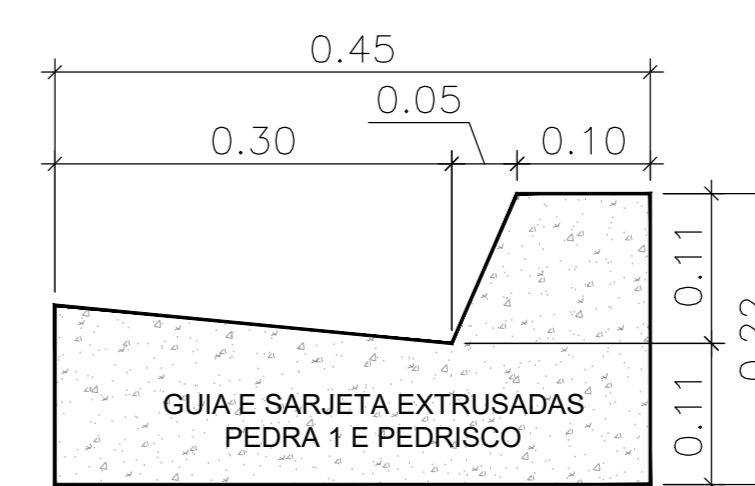
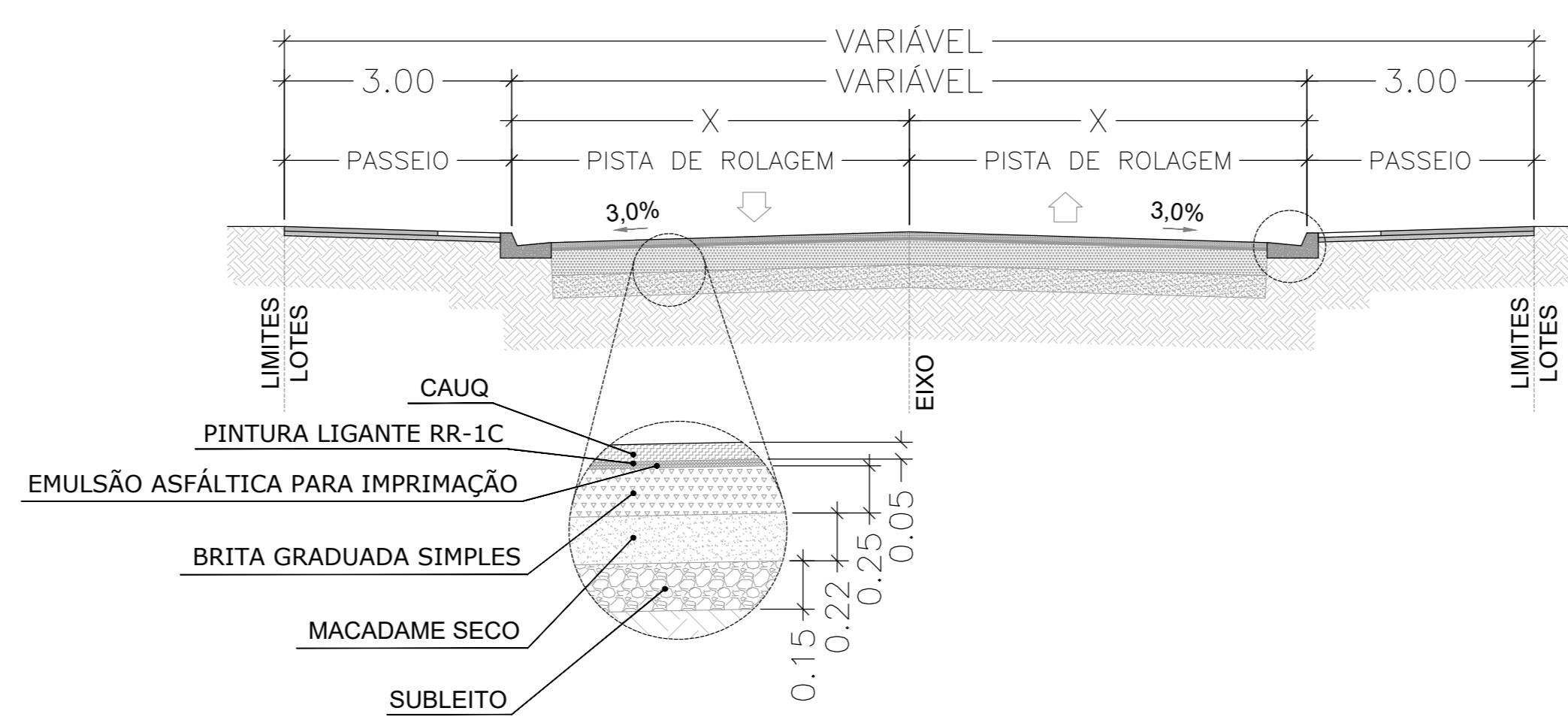


01 PLANTA BAIXA DE PAVIMENTAÇÃO

ESC.:1/200

- LEGENDA:**
- ÁREA À PAVIMENTAR FASE I - 905,55 m²
 - GUIA E SARJETA GS 450 - 262,48 m



NOTAS:

- MEDIDAS E NÍVEIS EM METROS.
- NÃO TOMAR MEDIDAS EM ESCALA.
- CONFERIR MEDIDAS NO LOCAL.

REV.	DESCRIÇÃO	DATA
00	EMISSÃO INICIAL	28/01/2022



CLÍNICA DE MEDICINA VETERINÁRIA UNITAU

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO
 ETAPA: PROJETO BÁSICO
 CLIENTE: UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
 ENDEREÇO: CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
 Estr. Adm.1 Prof. Dr. José Luis Cembranel, 5000 - Taubaté/SP
 CEP: 13100-011
 TELEFAX: (011) 3944-8102

DATA: 28/01/2022
 ESCALA: 1/50
 REVISÃO:
 REV: 01/01
 FOLHA: 01/01

Memorial de Dimensionamento e Descritivo de Pavimentação
Flexível

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ-SP

São Paulo, 23 de janeiro de 2021

MEMORIAL DE DIMENSIONAMENTO, DESCRITIVO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Empreendimento

Campus de Ciências Agrárias Universidade de Taubaté, Taubaté-SP

Considerações preliminares

O presente volume contém o Estudo de Pavimentação flexível para implantação de Pavimento Asfáltico, localizado no município de TAUBATÉ-SP, e tem por finalidade estabelecer as condições e critérios que orientaram a elaboração do referido Estudo.

Para execução dos serviços e aceitação dos materiais deverão ser seguidas, quando aplicáveis, as normas da ABNT, da PMSP e DER/SP.

Todos os serviços apresentados deverão ser locados topograficamente e executados mediante contratação de profissional e/ou empresa responsável tecnicamente, registrados no CREA-SP.

Também fazem parte deste memorial as especificações e detalhamentos técnicos necessários a implantação das obras necessárias a pavimentação do referido empreendimento.

1. DIMENSIONAMENTO

1.1. Método de Dimensionamento

O objetivo deste item de projeto é a definição do dimensionamento da estrutura de pavimento viável do ponto de vista técnico e econômico para as vias internas do empreendimento.

O método utilizado para dimensionamento procura dirigir o dimensionamento principalmente para pavimentos urbanos baseando-se na normativa IP-04/2004 (Dimensionamento de pavimentos flexíveis para tráfego leve e médio) da Prefeitura de SP, usada como referência para outras municipalidades.

1.2. Caracterização do Tráfego

Para a definição do tráfego no sistema viário do loteamento, empregou-se a Instrução de Projeto IP-02 – Classificação das Vias da SIURB/PMSP. As vias a serem pavimentadas são classificadas de acordo com a função predominante:

Função predominante	Tráfego previsto	Vida de projeto	Volume inicial faixa mais carregada		Equivalente / Veículo	N	N característico
			Veículo Leve	Caminhão/ Ônibus			
Via local	LEVE	10	100 a 400	4 a 20	1,50	$2,70 \times 10^4$ a $1,40 \times 10^5$	10^5
Via Local e Coletora	MÉDIO	10	401 a 1500	21 a 100	1,50	$1,40 \times 10^5$ a $6,80 \times 10^5$	5×10^5
Vias Coletoras e Estruturais	MÉDIO PESADO	10	1501 a 5000	101 a 300	2,30	$1,4 \times 10^6$ a $3,1 \times 10^6$	2×10^6
	PESADO	12	5001 a 10000	301 a 1000	5,90	$1,0 \times 10^7$ a $3,3 \times 10^7$	2×10^7
	MUITO PESADO	12	> 10000	1001 a 2000	5,90	$3,3 \times 10^7$ a $6,7 \times 10^7$	5×10^7
Faixa Exclusiva de Ônibus	VOLUME MÉDIO	12		< 500		$3 \times 10^{6(1)}$	10^7
	VOLUME PESADO	12		> 500		5×10^7	5×10^7

N = valor obtido com uma taxa de crescimento de 5% ao ano, durante o período de projeto.

As vias que compõem o sistema viário do loteamento podem ser enquadradas como “*via local e coletora*”, portanto, com **tráfego previsto médio**. Ruas e Avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 21 a 100 por dia, por faixa de tráfego N característico na ordem de 5×10^5 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 10 anos.

1.3. Caracterização do Solo

A espessura do pavimento a ser construído será calculada de acordo com o presente procedimento, em função do Índice de Suporte Califórnia (ME-9/92 ou ME-54/92, da SIURB/PMSP) representativo de suas camadas.

OBS: CBR foi estimado, ensaio não recebido para o previsto estudo

1.4. Determinação CBR_p: (Tratamento t-Student)

O CBR de projeto (CBR_p) será calculado pela fórmula a seguir:

- CBR Médio

$$\overline{CBR} = \frac{\sum CBR_i}{n}$$

- Desvio padrão das Amostras indeformadas

$$S = \sqrt{\frac{\sum (CBR_i - \overline{CBR})^2}{n-1}}$$

- CBR_p: CRB de Projeto:

$$CBR_p = \overline{CBR} - \frac{S \times t_{0,90}}{\sqrt{n}}$$

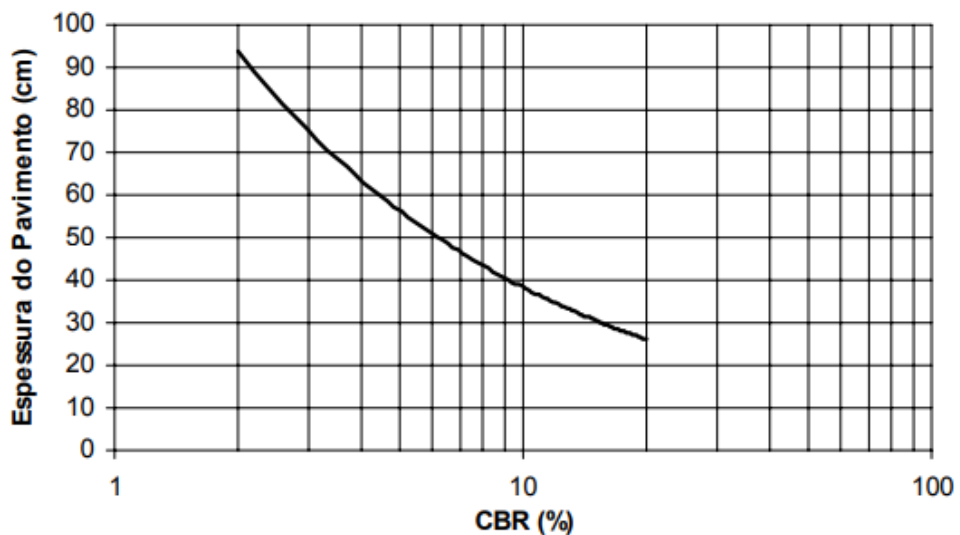
- CBR_p Adotado: \cong 5,00 %

1.5. Determinação H_m

Valores Tabelados

CBR	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20
Heq	95	75	64	57	51	48	44	40	39	34	30	26

(fonte: DNIT)



H_m: \cong 57,00 cm

1.6. Dimensionamento da estrutura do Pavimento

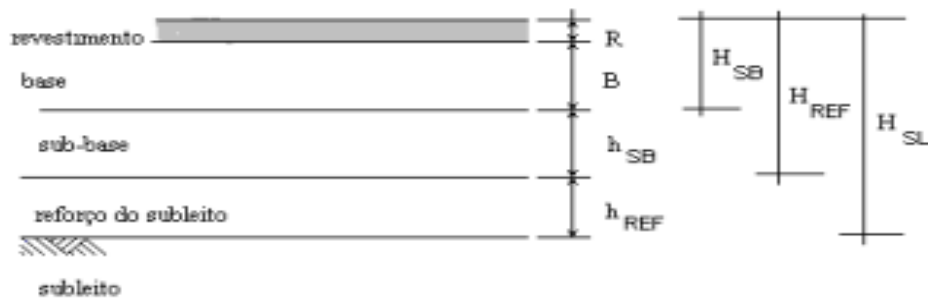
As Espessuras da base (B), sub-base (h_{SB}) e do reforço do subleito (h_{REF}) são obtidas pela resolução sucessiva das seguintes inequações:

$$R \times K_R + B \times K_B \geq H_{SB} \quad (1)$$

$$R \times K_R + B \times K_B + h_{SB} \times K_{SB} \geq H_{REF} \quad (2)$$

$$R \times K_R + B \times K_B + h_{SB} \times K_{SB} + h_{REF} \times K_{REF} \geq H_{SL} \quad (3)$$

Esquema Elucidativo:



Coefficiente de equivalência estrutural para materiais adotados no dimensionamento do presente estudo:

CAMADA DO PAVIMENTO	COEFICIENTE ESTRUTURAL (K)
Base ou Revestimento de Concreto Asfáltico	2,00
Base ou Revestimento de Concreto Magro/Compactado com Rolo	2,00
Base ou Revestimento de Pré-Misturado a Quente, de Graduação Densa / Binder	1,80
Base ou Revestimento de Pré-Misturado a Frio, de Graduação Densa	1,40
Base ou Revestimento Asfáltico por Penetração	1,20
Paralelepípedos	1,00
Base de Brita Graduada Simples, Macadame Hidráulico e Estabilizadas Granulometricamente	1,00
Sub-bases Granulares ou Estabilizadas com Aditivos	≤ 1,00
Reforço do Subleito	≤ 1,00
Base de Solo-Cimento ou BGTC, com resistência à compressão aos 7 dias, superior a 4,5 MPa	1,70
Base de BGTC, com resistência à compressão aos 7 dias, entre 2,8 e 4,5 MPa	1,40
Base de Solo-Cimento, com resistência à compressão aos 7 dias, menor que 2,8 e maior ou igual a 2,1 MPa	1,20
Base de Solo melhorado com Cimento, com resistência à compressão aos 7 dias, menor que 2,1 MPa	1,00

Base: H20

$$5,0 \times 2,00 + B_{BGS} \times 1,00 > 35,00 \quad (1)$$

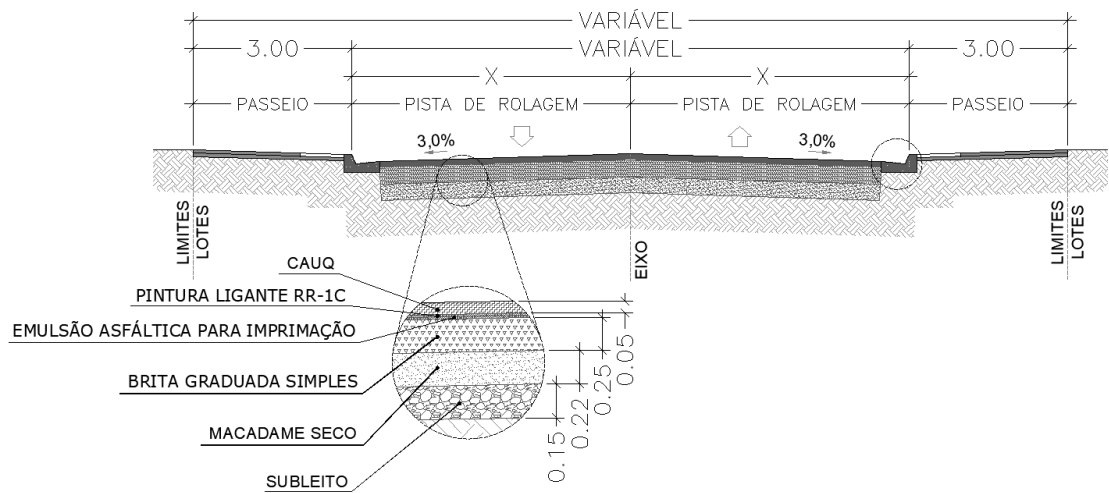
B = 25,00 cm

Sub Base: H_{SB}

$$5,0 \times 2,00 + 25 \times 1,00 + H_{SB} \times 1,00 > 57,00 \text{ (2)}$$

H_{SB} = 22,00 cm

1.7. Detalhamento da estrutura do pavimento



1.8. Quantitativo

1.8.1. Quantitativo Fase I

Cód. Estruturado	Descrição dos Serviços	Unid.	Qtde. Serviço
01.	PAVIMENTAÇÃO		
01.01	GUIA E SARJETA		
01.01.001	Guia e sarjeta extrusada in loco molde GS450	M	262,48
01.02	ESTRUTURA DO PAVIMENTO		
01.02.001	Abertura e preparo de caixa da rua até 40cm para pavimentação	M2	905,55
01.02.002	Regularização e compactação de subleito até 20cm de espessura	M2	905,55
01.02.003	Sub Base em Macadame seco e=22 cm inclusive compactação	M3	199,22
01.02.004	Base com brita graduada e=25cm - inclusive compactação	M3	226,38
01.03	PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA		
01.03.001	Imprimação com EAI Emulsão Asfáltica para imprimação	M2	905,55
01.03.002	Pintura de ligação com emulsão asfáltica RR-1C	M2	905,55
01.03.003	Capa asfáltica em concreto betuminoso usinado a quente - CBUQ 5,0cm espessura faixa C	M2	905,55

Métodos de Execução

1.9. Abertura e Preparo de Caixa

Após atingir o greide de projeto (terraplenagem), concluído execução de Guias e Sarjetas, deve-se proceder à abertura de caixa conforme especificação de projeto para Subleito, a caixa deve ser aberta, escavada, estocando o material retirado para que seja feita a compactação do subleito. A destinação do material que possa “sobrar” das escavações, preferencialmente, deverá ser lançado para conformação de passeios, porém quando não houver necessidade deverá ser estocado em jazida indicada pela obra ou feito descarte em bota-fora também indicado pela fiscalização da obra.

1.10. Subleito

Após a abertura de caixa, deve-se proceder à escarificação geral na profundidade de 20 cm ou indicado em projeto, seguida de pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento.

Os materiais utilizados na execução da regularização do subleito devem ser rotineiramente examinados mediante a execução dos seguintes procedimentos:

- a) Ensaio de compactação pelo método (DNIT 164/2013-ME), para o material coletado na pista, em locais escolhidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra para cada 400 m de pista.

A frequência indicada para a execução de ensaios é a mínima aceitável. Para pistas de extensão limitada, deverá ser feito 1 ensaio para cada 750m².

O controle da execução da regularização do subleito deve ser exercido mediante a coleta de amostras, ensaios e determinações feitas de maneira aleatória. Devem ser efetuados as seguintes determinações e ensaios:

Ensaio de umidade higroscópica do material, imediatamente antes da compactação, para cada 100 m de pista a ser compactada, em locais escolhidos aleatoriamente (método DNER-ME 052/94 ou DNER-ME 088/94). A tolerância admitida para a umidade higroscópica deve ser de $\pm 2\%$ em relação à umidade ótima.

- b) Ensaio de massa específica aparente seca “in situ” (Proctor), determinada pelos métodos DNER-ME 092/94 ou DNER-ME 036/94, em locais escolhidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra para cada 400 m de pista. Para pistas de extensão limitada, deverá ser feito 1 ensaio para cada 750m². A frequência indicada para a execução de ensaios é a mínima aceitável.

Os cálculos de grau de compactação devem ser realizados utilizando-se os valores da massa específica aparente seca máxima obtida no laboratório e da massa específica aparente seca “in

situ” obtida na pista. Não devem ser aceitos valores de grau de compactação inferiores a 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida no laboratório.

Após a execução da regularização do subleito, deve-se proceder ao controle geométrico, mediante a relocação e o nivelamento do eixo e das bordas, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- a) ± 10 cm, quanto à largura da plataforma;
- b) Até 20%, em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;
- c) ± 3 cm em relação às cotas do greide do projeto.

1.11. Base e Sub base

Os agregados utilizados, devem constituir-se por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres do excesso de partículas lamelares ou alongados, macios ou de fácil desintegração, assim como quaisquer outras substâncias ou contaminações prejudiciais. Além disso, devem se enquadrar nas seguintes disposições:

- a) O equivalente de areia do agregado miúdo, conforme DNER-ME 54/97, deve ser maior ou igual a 55%;
- b) Ensaio de granulometria e de equivalente de areia do material espalhado na pista pelos métodos DNER-ME 54/97 e DNER-ME 080/94, em locais determinados aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra por camada, para cada 750m² de pista.
- c) Ensaio de compactação pelo método DNER-ME 129/94, com energia indicada no projeto, adotando-se no mínimo a do Proctor Intermediário, com material coletado na pista em locais definidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra por camada, para cada 750m² de pista.
- d) Ensaio de Índice Suporte Califórnia - ISC e expansão pelo método método (DNIT 172/2016 – ME), na energia de compactação indicada no projeto para o material coletado na Jazida.
- e) O número mínimo de ensaios ou determinações por camada e por segmento (área inferior a 3750 m²) é de 5.

A execução da base compreende as operações de espalhamento, compactação e acabamento, realizadas na pista devidamente preparada, na largura desejada, nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura projetada.

Não deve ser permitido o transporte da mistura para a pista quando a camada subjacente estiver molhada, incapaz de suportar sem se deformar a movimentação do equipamento.

1.11.1. Espalhamento

A definição da espessura da mistura solta deve ser obtida a partir da observação criteriosa de panos experimentais, previamente executados. Após a compactação, essa espessura deve permitir a obtenção da espessura definida no projeto.

O material distribuído deve ser homogeneizado mediante ação combinada de grade de discos e motoniveladora. No decorrer desta etapa, devem ser removidos materiais estranhos ou fragmentos de tamanho excessivo.

A espessura da camada individual acabada deve situar-se no intervalo de 10 a 20 cm. Quando houver necessidade de se executar camadas de base com espessura final superior a 20 cm, estas devem ser subdivididas em camadas parciais. A espessura mínima de qualquer camada de base deve ser de 10 cm, após a compactação.

Nesta fase devem ser tomados os cuidados necessários para evitar a adição de material na fase de acabamento.

1.11.2. Compactação

- a) A variação do teor de umidade admitida para o material para início da compactação é de $\pm 1\%$ em relação à umidade ótima de compactação. A determinação da umidade deve ser feita pelo método DNER-ME 052/94, para cada 100 m de pista. Não deve ser permitida a correção de umidade na pista.
- b) Na fase inicial da obra devem ser executados segmentos experimentais, com formas diferentes de execução, na sequência operacional de utilização dos equipamentos, de modo a definir os procedimentos a serem obedecidos nos serviços de compactação.
- c) Deve ser estabelecido o número de passadas necessárias dos equipamentos de compactação para atingir o grau de compactação especificado. Deve ser realizada nova determinação, sempre que houver variação no material ou do equipamento empregado.
- d) A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando pelas bordas. Nos trechos em tangente, a compactação deve prosseguir das duas bordas para o centro, em percursos equidistantes da linha base, o eixo. Os percursos ou passadas do equipamento utilizado devem distar entre si de forma tal que, em cada percurso, seja coberta metade da faixa coberta no percurso anterior. Nos trechos em curva, havendo superelevação, a compactação deve progredir da borda mais baixa para a mais alta, com percursos análogos aos descritos para os trechos em tangente.

- e) Nas partes adjacentes ao início e ao fim da base em construção, a compactação deve ser executada transversalmente à linha base, o eixo.
- f) Nas partes inacessíveis aos rolos compactadores, assim como nas partes em que seu uso não for recomendável, a compactação deve ser executada com rolos vibratórios portáteis ou sapos mecânicos.

1.11.3. Acabamento

O acabamento deve ser executado pela ação conjunta de motoniveladora e de rolos de pneus e liso-vibratório. A motoniveladora deve atuar, quando necessário, exclusivamente em operação de corte, sendo vetada a correção de depressões por adição de material.

1.11.4. Abertura ao tráfego

A base estabilizada granulometricamente não deve ser submetida à ação do tráfego, devendo ser imprimada imediatamente após a sua liberação pelos controles de execução, de forma que a base já liberada não fique exposta à ação de intempéries que possam prejudicar sua qualidade.

O controle da execução da base deve ser exercido através de coleta de amostras, ensaios e determinações feitos de maneira aleatória. Devem ser efetuadas as seguintes determinações e ensaios:

- a) Ensaio de umidade higroscópica do material, imediatamente antes da compactação, por camada, para cada 100m de pista a ser compactada, em locais aleatórios (métodos DNER-ME 052/94 ou DNER-ME 088/94). A tolerância admitida para a umidade higroscópica é de $\pm 1,0\%$ em relação à umidade ótima.
- b) Ensaio de massa específica aparente seca “in situ” para cada 100 m de pista, por camada, determinada pelos métodos DNER-ME 092/94 ou DNER-ME 036/94, em locais definidos aleatoriamente. Para pistas de extensão limitada, com área de no máximo 4.000 m², deve ser coletada uma amostra por camada, para cada 750m² de pista para o cálculo do grau de compactação - GC.
- c) Os cálculos de grau de compactação devem ser realizados utilizando-se os valores da massa específica aparente seca máxima obtida no laboratório e da massa específica aparente seca “in situ” obtida na pista.

NOTA: Após a execução da base, deve-se proceder ao controle geométrico, mediante a relocação e o nivelamento do eixo e das bordas, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- d) ± 10 cm, quanto à largura da plataforma;
- e) Até 20%, em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;
- f) ± 3 cm em relação às cotas do greide do projeto.

1.12. Imprimação com ligante asfáltico convencional

1.12.1. Material

O ligante asfáltico não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente for inferior a 10°C, ou em dias de chuva, ou quando a superfície a ser imprimada apresentar qualquer sinal de excesso de umidade, a base não estar corretamente adensada/compactada ou apresentar situações de ruptura. Os ligantes asfálticos empregados na imprimação devem ser a Emulsão Asfáltica para imprimação (EAI). Taxa de Aplicação de 1,2 l/m²

1.12.2. Execução

- a) Após a perfeita conformação geométrica da base, proceder à varredura da superfície, de modo a eliminar todo e qualquer material solto.
- b) Antes da aplicação da emulsão asfáltica a pista pode ser levemente umedecida.
- c) Aplica-se, a seguir, o ligante asfáltico adequado, na temperatura compatível com o seu tipo, na quantidade recomendada e de maneira uniforme. A temperatura de aplicação do ligante asfáltico deve ser fixada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura x viscosidade, escolhendo-se a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento. A faixa de viscosidade recomendada para espalhamento dos asfaltos diluídos é de 20 a 60 segundos "Saybolt-Furol" (DNER-ME 004/94).
- d) A tolerância admitida para a taxa de aplicação do ligante asfáltico definida pelo projeto e ajustada experimentalmente no campo é de $\pm 0,2$ l/m².
- e) Deve-se imprimir a pista inteira em um mesmo turno de trabalho e deixá-la, sempre que possível, fechada ao tráfego.
- f) **É imprescindível fazer**, durante a aplicação, a proteção das guias e sarjetas com placas ou algum outro material que ofereça a proteção ao material aplicado.

1.12.3. Equipamento de distribuição

- a) A distribuição do ligante deve ser feita por carros equipados com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento que permitam a aplicação do ligante asfáltico em quantidade uniforme.

- b) Os carros distribuidores do ligante asfáltico, especialmente construídos para este fim, devem ser providos de barras de distribuição do tipo de circulação plena, com dispositivo de ajustamento vertical e larguras variáveis de espalhamento uniforme do ligante, deverá ter dispositivos de aquecimento, dispondo de velocímetro, calibradores e termômetros com precisão de 1°C, instalados em locais de fácil observação e, ainda, possuir espargidor manual para tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas.
- c) O depósito de ligante asfáltico, quando necessário, deve ser equipado com dispositivo que permita o aquecimento adequado e uniforme do conteúdo do recipiente. O depósito deve ter uma capacidade tal que possa armazenar a quantidade de ligante asfáltico a ser aplicado em , pelo menos, um dia de trabalho.

1.12.4. Ensaios

O material utilizado na execução da imprimação deve ser rotineiramente examinado em laboratório, obedecendo à metodologia indicada pelo DNIT e satisfazer as especificações em vigor.

- a) Para todo carregamento que chegar à obra: ensaio de viscosidade cinemática a 60 °C (ABNT NBR 14756:2001).
- b) Para cada 100 t: ensaio de viscosidade “Saybolt-Furol” (DNERME 004/94) a diferentes temperaturas para o estabelecimento da relação viscosidade x temperatura; ensaio do ponto de fulgor e combustão (vaso aberto TAG) (ABNT NBR 5765:2004); ensaio de destilação para os asfaltos diluídos (DNER-ME 012/94), para verificação da quantidade de solvente.
- c) A temperatura do ligante asfáltico deve ser medida no caminhão distribuidor imediatamente antes de qualquer aplicação, afim de verificar se satisfaz ao intervalo de temperatura definido pela relação viscosidade x temperatura.
- d) Taxa de aplicação (T): O controle da quantidade do ligante asfáltico aplicado deve ser efetuado aleatoriamente, mediante a colocação de bandejas, de massa (P1) e área (A) conhecidas, na pista onde está sendo feito a aplicação. O ligante asfáltico coletado (P2) se obtém a taxa de aplicação do resíduo (TR) da seguinte forma:

$$TR = \frac{P2 - P1}{A}$$

A partir da taxa de aplicação do resíduo (TR) se obtém a Taxa de Aplicação (T) do material asfáltico, em função da porcentagem de resíduo verificada no ensaio de laboratório, quando do recebimento do correspondente carregamento do ligante asfáltico.

- e) Deve ser coletada uma amostra por aplicação, para cada 750m² de pista.

1.13. Pintura de Ligação com ligante asfáltico convencional

1.13.1. Material

- a) O ligante asfáltico empregado na pintura de ligação deve ser do tipo RR-1C ou RR-2C, de acordo com o especificado em projeto.
- b) A taxa recomendada de ligante asfáltico residual é de 0,3 l/m² a 0,4 l/m². Antes da aplicação, emulsão deve ser diluída na proporção de 1:1 com água a fim de garantir uniformidade na distribuição desta taxa residual. A taxa de aplicação de emulsão diluída é da ordem de 0,8 l/m² a 1,0 l/m².

1.13.2. Aplicação

- a) O ligante asfáltico não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente for inferior a 10 °C, ou em dias de chuva, ou quando a superfície a ser pintada apresentar qualquer sinal de excesso de umidade.
- b) A superfície a ser pintada deve ser varrida, a fim de ser eliminado o pó e qualquer material solto.
- c) Aplica-se, a seguir, o ligante asfáltico adequado na temperatura compatível com o seu tipo, na quantidade recomendada e de maneira uniforme. A temperatura da aplicação do ligante asfáltico deve ser fixada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura x viscosidade, escolhendo-se a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento. A viscosidade recomendada para o espalhamento da emulsão deve estar entre 20 a 100 segundos "Saybolt-Furol" (DNER-ME 004/94).
- d) Após aplicação do ligante deve ser esperado o escoamento da água e evaporação em decorrência da ruptura.
- e) A tolerância admitida para a taxa de aplicação "T" do ligante asfáltico diluído com água é de $\pm 0,2$ l/m².
- f) Deve ser executada a pintura de ligação na pista inteira em um mesmo turno de trabalho e deve ser deixada, sempre que possível fechada ao tráfego. Quando isto não for possível, trabalhar em meia pista, executando a pintura de ligação da adjacente, assim que a primeira for permitida ao tráfego.
- g) **É imprescindível fazer**, durante a aplicação, a proteção das guias e sarjetas com placas ou algum outro material que ofereça a proteção ao material aplicado.

1.13.3. Equipamento de distribuição

- a) A distribuição do ligante deve ser feita por carros equipados com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento que permitam a aplicação do ligante asfáltico em quantidade uniforme.
- b) Os carros distribuidores do ligante asfáltico, especialmente construídos para este fim, devem ser providos de barras de distribuição do tipo de circulação plena, com dispositivo de ajustamento vertical e larguras variáveis de espalhamento uniforme do ligante, deverá ter dispositivos de aquecimento, dispendo de velocímetro, calibradores e termômetros com precisão de 1°C, instalados em locais de fácil observação e, ainda, possuir espargidor manual para tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas.
- c) O depósito de ligante asfáltico, quando necessário, deve ser equipado com dispositivo que permita o aquecimento adequado e uniforme do conteúdo do recipiente. O depósito deve ter uma capacidade tal que possa armazenar a quantidade de ligante asfáltico a ser aplicado em , pelo menos, um dia de trabalho.

1.13.4. Ensaaios

- a) O ligante asfáltico deve ser examinado em laboratório, obedecendo à metodologia indicada pelo DNIT e satisfazer as especificações em vigor. Para todo carregamento que chegar à obra devem ser executados os seguintes ensaios na emulsão asfáltica:
 - Ensaio de viscosidade “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004/94) a 50°C;
 - Ensaio de peneiramento (DNER-ME 005/94 - ABNT-NBR 14393);
- b) Para cada 100 t, devem ser executados os seguintes ensaios:
 - Ensaio de viscosidade “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004/94) a várias temperaturas para o estabelecimento da relação viscosidade x temperatura;
- c) A temperatura do ligante asfáltico deve ser medida no caminhão distribuidor imediatamente antes de qualquer aplicação, afim de verificar se satisfaz ao intervalo de temperatura definido pela relação viscosidade x temperatura.
- d) Taxa de aplicação (T): O controle da quantidade do ligante asfáltico aplicado deve ser efetuado aleatoriamente, mediante a colocação de bandejas, de massa (P1) e área (A) conhecidas, na pista onde está sendo feito a aplicação. O ligante asfáltico coletado (P2) se obtém a taxa de aplicação do resíduo (TR) da seguinte forma:

$$TR = \frac{P2 - P1}{A}$$

A partir da taxa de aplicação do resíduo (TR) se obtém a Taxa de Aplicação (T) do material asfáltico, em função da porcentagem de resíduo verificada no ensaio de laboratório, quando do recebimento do correspondente carregamento do ligante asfáltico.

- e) Deve ser coletada uma amostra por aplicação, para cada 750m² de pista.

1.14. Concreto Betuminoso Usinado a Quente

1.14.1. Execução

a) Pintura de ligação: Sendo decorridos mais de sete dias entre a execução da imprimação e a do revestimento, ou no caso de ter havido trânsito sobre a superfície imprimada, ou, ainda ter sido a imprimação recoberta com areia, pó-de-pedra, etc., deve ser feita uma pintura de ligação.

b) Distribuição e Compressão da Mistura: A temperatura de aplicação do cimento asfáltico deverá ser determinada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura/viscosidade. A temperatura conveniente é aquela na qual o asfalto apresenta uma viscosidade situada dentro da faixa de 75 a 150 segundos, Saybolt-Furol (DNER-ME 004/94). Recomenda-se, preferencialmente, a viscosidade de 85 a 95 segundos. A temperatura do ligante deverá estar entre 107°C e 177°C. Imediatamente após a distribuição do concreto betuminoso, será iniciado o processo de rolagem para compressão. A temperatura de rolagem deverá ser a mais elevada que a mistura betuminosa possa suportar, sendo esta temperatura fixada experimentalmente para cada caso. A compressão será iniciada pelos bordos, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista. Nas curvas, de acordo com a superelevação, a compressão deverá começar sempre do ponto mais baixo para o mais alto. Em qualquer caso, a operação de rolagem seguirá até o momento em que seja atingida a compactação exigida. Durante a rolagem não serão permitidas mudanças de direção e inversões bruscas de marcha, nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém-rolado. As rodas do rolo deverão ser umedecidas adequadamente, de modo a evitar a aderência da mistura.

c) Abertura ao Trânsito: Os revestimentos concluídos deverão ser mantidos sem trânsito até o seu completo resfriamento. Quaisquer danos decorrentes da abertura ao trânsito sem a devida autorização serão de inteira responsabilidade da Contratada.

1.14.2. Equipamentos

a) Transporte do Concreto Betuminoso: O concreto betuminoso deverá ser transportado, da usina ao ponto de aplicação em veículos apropriados. Quando necessário, para que a mistura seja colocada na pista à temperatura especificada, cada carregamento deverá ser coberto com lona, com tamanho suficiente para proteger todo o material.

b) Equipamento para espalhamento e acabamento: Deve ser constituído de pavimentadoras automotrizes, capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento definidos no projeto. As acabadoras devem ser equipadas com parafusos sem fim para colocar a mistura exatamente nas faixas, e possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para frente e para trás. As acabadoras devem ser equipadas com alisadores e dispositivos para aquecimento, à temperatura requerida, para colocação da mistura sem irregularidade, além de apresentarem manutenção em dia e ter uma capacidade de produção mínima de 400t/h.

c) Equipamento para compactação: Deve ser constituído por rolo pneumático e rolo mecânico liso, tipo tandem ou vibratório. Os rolos pneumáticos, autopropulsionados, devem ser dotados de dispositivos que permitam a calibragem de variação da pressão dos pneus de 2,5kgf/cm² a 8,4 kgf/cm².

O equipamento em operação deve ser suficiente para compactar a mistura na densidade de projeto, enquanto esta se encontrar em condições de trabalhabilidade.

NOTA: Todo equipamento a ser utilizado deve ser vistoriado antes do início da execução do serviço de modo a garantir condições apropriadas de operação, sem o que, não será autorizada a sua utilização.

1.14.3. Controle da Produção

O controle da produção deve ser exercido através de coleta de amostras, ensaios e determinações feitas de maneira aleatória.

- a) Controles da quantidade de ligante na mistura: Devem ser efetuadas extrações de asfalto, de amostras coletadas na pista, logo após a passagem da acabadora (DNER-ME 053/94). A porcentagem de ligante na mistura deve respeitar os limites estabelecidos no projeto da mistura, devendo-se observar a tolerância máxima de $\pm 0,3$. Deve ser executada uma determinação, no mínimo a cada 750 m² de pista.
- b) Controle da graduação da mistura de agregados: Deve ser procedido o ensaio de granulometria (DNER-ME 083/98). A curva granulométrica deve manter-se contínua, enquadrando-se dentro das tolerâncias especificadas no projeto da mistura.
- c) Controle de temperatura: São efetuadas medidas de temperatura, durante a jornada de 8 horas de trabalho, em cada um dos itens: do agregado, no silo quente da usina; do ligante, na usina; da mistura, no momento da saída do misturador. As temperaturas podem apresentar variações de $\pm 5^{\circ}\text{C}$ das especificadas no projeto da mistura.
- d) Controle das características da mistura: Devem ser realizados ensaios Marshall em três corpos-de-prova de cada mistura por jornada de oito horas de trabalho (DNERME 043/95) e também o ensaio

de tração por compressão diametral a 25°C (DNER-ME 138/94), em material coletado após a passagem da acabadora. Os valores de estabilidade, e da resistência à tração por compressão diametral devem satisfazer ao especificado.

- e) Compactação na pista: Devem ser realizadas determinações em locais escolhidos, aleatoriamente, durante a jornada de trabalho, não sendo permitidos GC inferiores a 97% ou superiores a 101%, em relação à massa específica aparente do projeto da mistura.
- f) Espessura da camada: Deve ser medida por ocasião da extração dos corpos-de-prova na pista. Admite-se a variação de $\pm 5\%$ em relação às espessuras de projeto.
- g) Alinhamentos: A verificação do eixo e dos bordos deve ser feita durante os trabalhos de locação e nivelamento nas diversas seções correspondentes às estacas da locação. Os desvios verificados não devem exceder ± 5 cm.
- h) Acabamento da superfície: Durante a execução deve ser feito em cada estaca da locação o controle de acabamento da superfície do revestimento, com o auxílio de duas réguas, uma de 3,00m e outra de 1,20m, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, respectivamente. A variação da superfície, entre dois pontos quaisquer de contato, não deve exceder a 0,5cm, quando verificada com qualquer das réguas. O acabamento longitudinal da superfície deve ser verificado por aparelhos medidores de irregularidade, devidamente calibrados (DNER-PRO 164/94) e (DNER-PRO 182/94) ou outro dispositivo equivalente para esta finalidade. Neste caso o Quociente de Irregularidade - QI deve apresentar valor inferior ou igual a 35 contagens/km ($IRI \leq 2,7$).
- i) Condições de segurança: O revestimento de concreto asfáltico acabado deve apresentar Valores de Resistência à Derrapagem - VDR ≥ 45 quando medido com o Pêndulo Britânico (ASTM-E 303) e Altura de Areia – $1,20\text{mm} \geq HS \geq 0,60\text{mm}$ (NF P-98-216-7).

1.14.4. Ensaios

Todos os materiais utilizados devem ser examinados em laboratório, obedecendo a metodologia indicada pelo DNIT e satisfazer as especificações em vigor.

a) Concreto Asfáltico:

Para cada carregamento que chegar à obra	Para cada 100 toneladas
01 ensaio de penetração a 25°C (DNER-ME 003/99 NORMA DNIT 155/2010-ME)	01 índice de susceptibilidade (manter somente NBR 6560)
01 ensaio do ponto de fulgor (– Dner-ME 148/94 ABNT NBR 11341)	
01 ensaio de viscosidade “Saybolt-Furol” (DNER- ME 004/94)	01 ensaio de viscosidade “Saybolt-Furol” (DNER- ME 004/94) a diferentes temperaturas, para o

01 Ensaio de Marshall – Composição de Mistura	estabelecimento da curva viscosidade x temperatura.
---	---

b) Agregados:

Ensaio Eventuais (mensal)	Ensaio de Rotina (diário)
3 Ensaio de desgaste Los Angeles (DNER-ME 035/98)	2 Ensaio de granulometria (DNER-ME 083/98)
3 Ensaio de adesividade (DNER-ME 078/94 e 079/94)	2 Ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo (DNER-ME 054/97)
3 Ensaio de índice de forma do agregado graúdo (DNER-ME 086/94)	1 Ensaio (a cada 3 dias de trabalho) de granulometria do material de enchimento, filer (DNER-ME 083/98)
3 Ensaio de durabilidade (DNER-ME 89-64)	

Responsável: Ricardo Kazuhiro Michiguchi
Engenheiro Civil
CREA/SP: 5063545449