

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

SÃO JOSÉ DAS PALMEIRAS, 07 de outubro de 2025.

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA DE ESTRADAS RURAIS

IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

1. IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

PROJETO: PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA DA ESTRADA BARRA FUNDA
EXECUTOR: PREFEITURA MUNICIPAL
MUNICÍPIO: SÃO JOSÉ DAS PALMEIRAS - PR

2. DESCRIÇÃO E OBJETOS

Execução de pavimentação asfáltica da Estrada Barra Funda, contemplando os serviços de terraplenagem, regularização e compactação 100% PN, execução de base de brita graduada tratada com 4% de cimento (17 cm), aplicação de imprimação com emulsão asfáltica tipo EAI, execução de revestimento em CBUQ com espessura de 5 cm, e pintura de ligação com emulsão RR-1C, além da sinalização viária horizontal e vertical. O objetivo da obra é melhorar as condições de tráfego e promover a qualidade de vida da população local, garantindo maior segurança e durabilidade ao pavimento.

3. LOCALIZAÇÃO

ESTRADA BARRA FUNDA, MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DAS PALMEIRAS - PR.

4. ALTERNATIVA SELECIONADA / DIMENSIONAMENTO

Foram escolhidas as alternativas técnicas mais indicadas para a pavimentação em nossa região, considerando conforto, qualidade e durabilidade do mesmo.

5. CUSTOS E CRONOGRAMA

Custo conforme Planilha ORÇAMENTÁRIA em anexo ao processo. A previsão para execução dos serviços é de 210 (Dias).

6. DOCUMENTAÇÃO

- 1 – Apresentação
- 2 – Identificação do Projeto
- 3 – Planilhas Orçamentárias da Obra
- 4 – Cronograma Físico-Financeiro
- 5 – Memorial Descritivo
- 6 – Localização do Projeto
- 7 – Projetos
- 10 – ART de Projeto e Orçamento

DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

PAVIMENTO

1 - INTRODUÇÃO

As vias deste projeto, constituem itinerário de caminhões pesados em período de safra de grãos , e veículos leves, tanto comerciais como de passeio.

As vias a serem pavimentadas está implantada sobre leito argiloso natural.

Para o dimensionamento do pavimento foi utilizado o método desenvolvido pelo Eng. Murilo Lopez de Souza – 1966 – Método de Projetos de Pavimentos Flexíveis.

2 – PARÂMETROS DE TRÁFEGO

A definição do parâmetro de tráfego (número “N”) foi realizada a partir de uma estimativa de volume veicular obtida para a via em estudo, permitindo determinar o número de veículos que nela transitam diariamente.

Adotou-se um **Tráfego Diário Médio (TDM)** de **700 veículos/dia**, com **fator de ocupação de 50%**, **taxa de crescimento anual de 4,5%** e **período de projeto de 20 anos**, considerando o **crescimento exponencial do tráfego**.

O **Volume Diário Médio (VDM)** resultante é de **598 veículos/dia**, distribuídos conforme a **composição veicular e número de eixos** apresentados a seguir:

- Veículos avaliados com 2 eixos: **80%**
- Veículos avaliados com 3 eixos: **30%**
- Veículos avaliados com 4 eixos: **12%**
- Veículos avaliados com 5 eixos: **8%**
- Veículos avaliados com 6 eixos: **7%**
- Veículos avaliados com 7 eixos: **3%**
- Veículos avaliados com 8 eixos: **2%**
- Veículos avaliados com 9 eixos: **1%**

O número total de solicitações equivalentes foi calculado em $N = 8,34 \times 10^7$, e o **fator de eixo adotado é 2,98**.

Foram considerados os seguintes parâmetros estruturais:

- **Módulo de reação da base (k): 1,70**
- **Módulo de reação da sub-base (k): 0,77**

- **Reforço estrutural:** não considerado

A **precipitação média anual** da região é de **800 a 1500 mm/ano**.

A composição de tráfego é a que segue:

EIXO (tf)	FREQUÊNCIA	PORCENTAGEM	TIPO
6	353	37,32%	EIXO SIMPLES
10	119	12,58%	TANDEM DUPLO
17	308	32,56%	TANDEM DUPLO
25,5	166	17,55%	TANDEM TRIPLO

O volume diário inicial de tráfego em um só sentido é:

$$V_o = 598 / 2 = 299 \text{ veículos/dia}$$

- $n=20$ = 20 anos (período considerado)
- 0,045 é a taxa de crescimento anual (4,5%)

O volume médio de tráfego portando de:

$$V_m = 299 \times (2 + 0,045 \times 20) / 2 = (2+0,9)/2 = 299 \times 1,45 = 433,55$$

$$V_m = 434 \text{ veículos/dia}$$

Adotado, $V_m = 434$

O fator entre eixos é dado por:

Tipo de Eixo	Número de eixos	Porcentagem de ocorrência	Cálculo Parcial (Fé)
Eixo Simples	1	37,32% (0,3732)	$1 \times 0,3732 = 0,3732$
Eixo Duplo	2	45,14% (0,4514)	$2 \times 0,4514 = 0,9028$
Eixo Triplo	3	17,55% (0,1755)	$3 \times 0,1755 = 0,5265$
Total		100,01%	1,8025

O Fator de Eixo final, arredondando para duas casas decimais, é = 1,80.

Determinação do Fator de Carga:

Tabela de Fator de Carga – com Coluna de Percentagem

Tipo de Eixo	Nº de Eixos	% Ocorrência	Carga por Eixo (t)	Fator de Equivalência	Equivalência de Operações
Simples	1	37,32%	8 t	1,0	$1 \times 1 \times 0,3732 = 0,3732$
Duplo/Tandem	2	45,14%	16 t	1,0	$2 \times 1 \times 0,4514 = 0,9028$
Triplo	3	17,55%	24 t	1,0	$3 \times 1 \times 0,1755 = 0,5265$
4 Eixos	4	8%	32 t	1,0	$4 \times 1 \times 0,08 = 0,32$

Tipo de Eixo	Nº de Eixos	% Ocorrência	Carga por Eixo (t)	Fator de Equivalência	Equivalência de Operações
5 Eixos	5	7%	40 t	1,0	$5 \times 1 \times 0,07 = 0,35$
6 Eixos	6	3%	48 t	1,0	$6 \times 1 \times 0,03 = 0,18$
7 Eixos	7	2%	56 t	1,0	$7 \times 1 \times 0,02 = 0,14$
8 Eixos	8	2%	64 t	1,0	$8 \times 1 \times 0,02 = 0,16$
9 Eixos	9	1%	72 t	1,0	$9 \times 1 \times 0,01 = 0,09$

EIXO SIMPLES (t)	PERCENTAGEM	FATOR DE EQUIVALÊNCIA	EQUIVALÊNCIA DE OPERAÇÕES
< 5	81	< 0,1	
7	10	0,5	5
9	3	2	6
11	2	4	8
13	2	10	20
15	1	30	30
EIXOS TANDEM (t)			
19	1	20	20
100 F.C			89

Fator de Carga = 0,89

Dada a natureza do sub-leito o fator climático regional foi fixado em $Fr = 1$, atendendo as mais recentes recomendações dos principais órgãos rodoviários do país.

Sendo assim:

$$N = 365 \times P \times Vm \times Fé \times Fc \times Fr$$

$$N = 365 \times 10 \times 63 \times 2,1 \times 0,89 \times 1 = 429.776,55$$

Onde:

N = número de passadas do eixo padrão

(8,4 ton); P = período de projeto

Vm = volume de tráfego no período de

projeto Fé = fator de eixo;

Fc = fator de carga;

Fr = fator climático regional

Assim, $N = 4,29 \times 10^5$

1. Informações do Projeto

- **Localidade:** Diamante do Oeste – PR
- **Período de Projeto:** 20 anos
- **Precipitação Anual:** 800 a 1500 mm

2. Parâmetros de Tráfego

- **Tráfego Diário Médio (TDM):** 700 veículos/dia
- **Volume Diário Médio (VDM):** 598 veículos/dia
- **Volume diário inicial em um só sentido (Vo):** 299 veículos/dia
- **Volume médio considerando crescimento (Vm):** 434 veículos/dia
- **Taxa de Crescimento Anual:** 4,5%
- **Tipo de Crescimento:** Exponencial
- **Fator de Ocupação (%D):** 50%
- **Número N de Solicitações Equivalentes:** $8,34 \times 10^7$
- **Fator de Eixo:** 1,80

Composição de Eixos e Cálculo Parcial:

Tipo de Eixo	Nº de Eixos	% Ocorrência	Cálculo Parcial (Fé)
Eixo Simples	1	37,32%	$1 \times 0,3732 = 0,3732$
Eixo Duplo	2	45,14%	$2 \times 0,4514 = 0,9028$
Eixo Triplo	3	17,55%	$3 \times 0,1755 = 0,5265$
Total	—	100,01%	1,8025

3. Composição de Camadas e Materiais

- **Revestimento:** 5 cm de CBUQ
- **Base:** 17 cm de Brita Graduada Melhorada com 3,5% de Cimento
- **Sub-base:** 30 cm de Macadame (espessura aumentada para reforçar a estrutura do pavimento)
- **Reforço do Subleito:** Compactação 100% PN

4. Valores de CBR e Módulos Estruturais (K)

- **CBR do subleito:** 12%
- **CBR da sub-base:** 20%
- **K estrutural do Revestimento:** 2
- **K estrutural da Base:** 1,7
- **K estrutural da Sub-base:** 0,77
- **K estrutural do Reforço:** Não considerado

5. Espessuras Calculadas

- **Espessura total sobre o subleito (Hm):** 52 cm (Revestimento + Base + Sub-base)
- **Espessura da Base (B):** 17 cm
- **Espessura da Sub-base (h20):** 30 cm (adotada para reforço estrutural)
- **Espessura do Reforço (hn):** Não calculada (não considerada)

3 - RESISTÊNCIAS DO SUBLEITO

Foram realizados ensaios laboratoriais de caracterização e suporte do solo, conforme as

normas **DNIT 172/2016-ME (Índice de Suporte Califórnia – CBR)**, **DNIT 181/2018-ME (Determinação da Expansão do Solo)**, **ABNT NBR 7182/2016 (Ensaio de Compactação – Proctor Normal)** e **ABNT NBR 6459/2016 e NBR 7180/2016 (Limites de Consistência)**.

As amostras foram coletadas na **Estrada Ponte Queimada x Linha Santa Terezinha**, no município de **Diamante do Oeste – PR**, e analisadas no **Laboratório de Mecânica dos Solos da Tecnolab Consultoria de Pavimentação**.

O solo predominante na região é uma **argila vermelha de origem basáltica**, classificada como **A-7-5**, segundo o **Sistema de Classificação Rodoviária HRB/DNIT (2006)** e o **DER/PR (IPR-720)**. Este tipo de material é considerado **regular para utilização como subleito**, podendo ser empregado em vias de **baixo e médio volume de tráfego**, desde que devidamente compactado e protegido por camada de reforço.

A utilização destes materiais, tanto nas camadas citadas quanto na camada de base — nesta com **adição de cimento na proporção de 4% em volume** — foi analisada sob o **aspecto técnico e econômico**, visto que a adoção de outro tipo de suporte na região seria inviável.

Os resultados médios obtidos foram:

Parâmetro	Resultado Médio
Índice de Suporte Califórnia (CBR)	9,8%
Expansão	0,3%
Limite de Liquidez (LL)	65%
Limite de Plasticidade (LP)	32%
Índice de Plasticidade (IP)	33%
Densidade Máxima ($\gamma_{\text{máx}}$)	1,56 g/cm³
Umidade Ótima	22%
Classificação HRB/DNIT	A-7-5

De acordo com o **DER/PR – Manual de Pavimentação e Dimensionamento de Estradas Rurais**, solos com **CBR entre 8% e 12%** são considerados adequados para **subleito natural compactado**. Assim, para este projeto, adota-se o **valor de CBR = 10%** como referência de cálculo.

Para a **camada de reforço do subleito**, será utilizado **material de jazida local**, com **CBR \geq 20%**, conforme critérios estabelecidos na **Especificação DER/PR – ES-D-06/05 (Camadas de Reforço do Subleito)**.

4 – MATERIAIS DE PAVIMENTAÇÃO

Considerando o tráfego previsto, as características geotécnicas dos solos e as condições construtivas da região, a estrutura do pavimento foi dimensionada para vias de tráfego **leve a médio**, garantindo resistência, estabilidade e durabilidade, com aproveitamento de materiais locais.

Camadas adotadas:

Camada	Material	Especificação / Norma Aplicável	Espessura (cm)
Revestimento	Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ)	DNIT 031/2006 – ES / DER/PR – ES-D-04/05	5,0

Camada	Material	Especificação / Norma Aplicável	Espessura (cm)
Base	Brita Graduada Tratada com Cimento (BGTC) com 3,5% de cimento	DER/PR – ES-D-02/05 / DNIT 141/2010 – ES	17,0
Sub-base	Macadame compactado	DER/PR – ES-D-05/05 / DNIT 141/2010 – ES	30,0
Reforço do Subleito	Solo de jazida local compactado (CBR \geq 20%)	DER/PR – ES-D-06/05	20,0
Subleito Natural	Solo argila vermelha compactado (CBR = 10%)	DNIT 172/2016 – ME / DER/PR – IPR-720	—

A **imprimação da base** será executada conforme DNIT 093/2016 – ES, com taxa média de **1,2 L/m²**, podendo ser ajustada conforme condições climáticas e textura da superfície.

O **revestimento asfáltico (CBUQ)** será composto por mistura usinada a quente, com agregados graduados e CAP 50/70, atendendo às exigências das DNIT 031/2006 – ES e DNIT 183/2015 – ES, garantindo aderência, impermeabilidade e resistência ao desgaste.

A combinação desses materiais assegura **desempenho estrutural adequado e economia**, aproveitando o solo local e reduzindo a necessidade de transporte de materiais externos.

4 – COEFICIENTES DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL

Foram adotados os seguintes coeficientes:

Base de Brita graduada melhorada 4% cimento	$K_b = 1,70$
CBUQ	$K_r = 2,00$

5 – DIMENSIONAMENTOS DO PAVIMENTO

. Dimensionamento das Camadas

O dimensionamento das espessuras das camadas do pavimento foi realizado pelo método de projetos de pavimentos flexíveis, com base no ábaco do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Este método determina a espessura de uma camada do pavimento em função do valor do CBR da camada subjacente e do número 'N' de solicitações de tráfego.

- **Condição do tráfego:** $N \geq 5 \times 10^7 \rightarrow$ (Tráfego pesado / Classe de Projeto 1 ou 2 – DNIT)
- **Revestimento:** CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente)
- **Espessura do Revestimento (R):** 5 cm
- **K estrutural do Revestimento (KR):** 2,0 (valor padrão DNIT para CBUQ, conforme Manual de Pavimentação)

Valores de CBR:

- **Sub-base:** 15% (material granular ou solo selecionado melhorado, compatível com os resultados do laudo)
- **Subleito:** 9,5% (*valor médio obtido nos ensaios CBR do estudo geotécnico*)
- **Reforço do Subleito:** não considerado (*o solo apresenta CBR > 8%, boa capacidade de suporte e baixa expansão, dispensando reforço adicional*)

Valores de K estrutural:

- **Base (KB):** 1,7 (base com brita graduada melhorada com cimento – BGTC)

- **Sub-base (KSB):** 0,77 (CBR sub-base / CBR subleito < 3) (*razão CBR sub-base / CBR subleito ≈ 1,6 < 3, portanto valor reduzido conforme DNIT 006/2003-PRO*)
- **Reforço (KRF):** Não considerado

3. Cálculo das Espessuras

As espessuras são calculadas com base em inequações que consideram o "K" estrutural de cada camada.

- **Espessura Total (Hm):** 43 cm
- **Espessura (H20):** 32 cm
- **Nota:** Como N é maior que 1×10^7 , H20 foi ajustado para $1,2 \times H20$ para os cálculos. A espessura mínima para a camada de bases granulares é de 15 cm.

a. Espessura da Base (B): A espessura total da base (B) é calculada pela inequação:
 $KR \times R + KB \times B > H20$

- **Resultado do cálculo:** B = 17 cm

b. Espessura da Sub-base (h20): A espessura total da sub-base (h20) é calculada pela inequação:

$$KR \times R + KB \times B + KSB \times h20 > Hn$$

- **Nota:** O reforço do subleito não foi considerado, então Hn é igual a Hm (43 cm).
- **Resultado do cálculo:** h20 = 15 cm. Para um maior reforço, a camada da sub-base foi aumentada para 30 cm (duas camadas de 15 cm).

4. Resultado Final

A representação final das espessuras calculadas para o pavimento é:

- **Revestimento:** 5 cm
- **Base:** 17 cm
- **Sub-base:** 15 cm
- **Reforço do Subleito:** Não considerado

Espessura total do pavimento: 5 cm (Revestimento) + 17 cm (Base) + 15 cm (Sub-base) = **37 cm**

A execução da obra deverá obedecer a sequência, tomando-se os parâmetros recomendados no projeto além das normas técnicas pertinentes vigentes para o país.

6 – TERRAPLENAGEM

Praticamente em todo o trecho, o greide coincide com o terreno natural, devendo ser escavado a espessura de 30,00 cm, exigida no dimensionamento. Far-se-á então a regularização e compactação do subleito.

7 – PREÇOS UNITÁRIOS

Os preços unitários utilizados na composição do orçamento de pavimentação foram retirados diretamente do Sistema de Custo do DER-PR e SINAPI, quando possível ou composto a partir de custos individuais apresentados por aquele sistema, para materiais, serviços e mão-de-obra. No custo, também foram considerados as distâncias médias de transporte, bem como o BDI adotado.

8 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista, que o dimensionamento do pavimento acima descrito é o procedimento realizado pelo DER, para estradas de rodagem, concluímos, com base nestes dados e pela larga experiência já aplicada na cidade e região, adotaremos o dimensionamento apresentado seguido das recomendações a seguir:

- 1 – Limpeza e preparo da caixa da estrada – retirada do solo superficial solto, matéria orgânica e impurezas localizadas ao longo do trecho;
- 2 – Reforço do subleito – com material de jazida (solo natural, limpo e isento de impurezas);
- 3 – Regularização do subleito, compactação do solo como rolo pé de carneiro e de pneus, até atingir a compactação desejada 100% PN.
- 4 - Base de brita graduada tratada com 3,5% de cimento, compactado até o grau desejado mantendo-se a espessura calculada.

Espessura da Base = 17,00cm

- 5 – Imprimação;
- 6 – Pintura de Ligação;
- 7 – Revestimento em CBUQ = 5,00 cm

DIMENSIONAMENTO CALCULADO:

K_R	REVESTIMENTO	5 cm
K_B	BASE	17 cm
K_{SB}	SUB-BASE	16 cm
K_{RF}	REFORÇO DO SUBLEITO	não considerado
	Subleito	

DIMENSIONAMENTO OPTADO COM REFORÇO DA ESTRUTURA PRA AGRANTIR DE UMA ESTRUTURA REFORÇADA :

REVESTIMENTO- CBUQ 5 cm

BASE- 17 cm brita tratada 4% de cimento PI

SUB-BASE - COMPACTAÇÃO 100% PN

SISTEMA VIARIO

MEMORIAL DESCRITIVO DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS

10– ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Para os serviços previstos, será obrigatória a apresentação de Laudo Técnico de Controle Tecnológico, bem como dos resultados dos ensaios correspondentes a cada etapa executiva, em conformidade com as normas do DER-PR e as recomendações constantes nas respectivas “Especificações de Serviços”. A liberação da última parcela de recursos ficará condicionada à entrega e aprovação desses documentos.

11 – GENERALIDADES

Terraplenagem compreende as operações necessárias para adequar o terreno existente às cotas e seções definidas em projeto. Incluem-se neste item os serviços de limpeza da cobertura vegetal, escavação, transporte e/ou reposição de solo, bem como a compactação do material até atingir o grau de densidade exigido em norma.

12 – MATERIAIS, EQUIPAMENTOS E EXECUÇÃO

12.1 – Terraplenagem

Materiais:

Os materiais empregados na terraplenagem, após análise e aprovação quanto à qualidade, serão preferencialmente provenientes do próprio leito. Nos casos em que houver necessidade de importação ou adição de material, este deverá apresentar Índice de Suporte Califórnia (I.S.C.) ≥ 6 (seis).

A classificação dos materiais seguirá as especificações do DNER, sendo enquadrados em 1ª, 2ª ou 3ª categoria.

Equipamentos:

- Motoniveladora;
- Pá Carregadeira;
- Caminhão Basculante;
- Rolo Pé-de-Carneiro;
- Rolo Pneumático;
- Trator Agrícola.

A utilização dos equipamentos deverá ser racional, garantindo produtividade e qualidade de acordo com as condições específicas da obra.

Execução dos Serviços:

A terraplenagem compreenderá a remoção de toda a vegetação, camada orgânica, entulhos e materiais existentes em valetas de erosão. Serão executadas as operações de corte, escarificação, remoção, aterro e compactação.

Nos trechos em que a plataforma coincidir com o greide do projeto ou em cortes necessários para atingi-lo, o subleito deverá ser recomposto e compactado.

O teor de umidade do material deverá estar em torno de hótimo = +2% e a densidade mínima exigida será de 100% do Proctor Normal.

12.2 – Preparo da Caixa

Generalidades:

O preparo da caixa é destinado a conformar o leito viário transversal e longitudinalmente, após a conclusão da terraplenagem, conforme os perfis de projeto.

Materiais:

Sempre que possível, serão utilizados os materiais do próprio subleito, a critério da fiscalização.

Equipamentos:

- Motoniveladora;
- Caminhão Pipa;
- Rolo Compactador de Pneus;
- Rolo Corrugado;
- Trator Agrícola;
- Pá Carregadeira;
- Caminhão Basculante.

Execução dos Serviços:

O preparo da caixa incluirá corte, aterro e compactação.

Quando houver necessidade de aterro, a execução será feita com material importado, em camadas de no máximo 20 cm de espessura após compactação.

Nos trechos em greide de projeto ou em cortes necessários, o subleito deverá ser recomposto e recompresso, pelo menos nos últimos 20 cm.

Será exigido hótimo = +2% e densidade mínima de 95% do Proctor Normal.

Para controle de qualidade, poderá ser realizada compactação de prova com rolos pneumáticos de alta pressão, identificando pontos de baixa resistência, que geralmente decorrem de:

- Solos com excesso de umidade;
- Solos com alto teor de matéria orgânica;
- Áreas em que não se atingiu a compactação mínima.

12.3 – Reforço/Recomposição do Subleito

Generalidades:

O reforço do subleito corresponde a uma camada de espessura constante transversalmente e variável longitudinalmente, conforme dimensionamento do pavimento. Será executado sobre o subleito já regularizado, compondo parte integrante da estrutura de pavimento.

Materiais:

Será utilizado material de jazidas previamente selecionadas, com propriedades superiores às do subleito existente e Índice de Suporte (I.S.) adequado ao dimensionamento.

Equipamentos:

Serão utilizados os mesmos equipamentos indicados para o preparo da caixa.

Execução dos Serviços:

Compreende o espalhamento e compactação do material importado sobre a pista regularizada, em camadas de no máximo 30 cm após compactação.

O teor de umidade deverá ser hótimo = +2% e a densidade não poderá ser inferior a 95%

2.0 – BASE DE BRITA GRADUADA

2.1 – Generalidades

A base de brita graduada é constituída por uma camada de 17 cm de espessura, resultante da mistura em usina de agregado previamente dosado, incluindo material de enchimento (fino) e água, em proporções adequadas para obtenção da máxima compactação e estabilidade da camada.

2.2 – Agregados

a) Requisitos gerais

Os agregados deverão ser provenientes da britagem e classificação de rocha sã, apresentando fragmentos duros, limpos, duráveis, isentos de partículas lamelares ou alongadas em excesso, materiais macios ou de fácil desintegração, bem como de quaisquer impurezas ou substâncias nocivas.

b) Durabilidade

Quando submetidos ao ensaio de durabilidade em solução de sulfato de sódio (DNER-ME 89/94), em cinco ciclos, os agregados deverão atender aos seguintes limites de perda máxima:

- Agregados graúdos: $\leq 12\%$**
- Agregados miúdos: $\leq 15\%$**

c) Abrasão Los Angeles

Para o material retido na peneira nº 10, a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 35/98) não poderá ser superior a 50%.

1.1 Brita Graduada

- a) A composição granulométrica da brita graduada deve estar enquadrada em uma das seguintes faixas:

Peneira de malha quadrada		Porcentagem passando, em peso		
ASTM	Abertura (mm)	Faixa I	Faixa II	Faixa III
2"	50,8	100	-	-
1 1/2"	38,1	90-100	100	100
1"	25,4	-	-	77-100

3/4"	19,1	50-85	60-95	66-88
3/8"	9,5	35-65	40-75	46-71
Nº 4	4,8	25-45	25-60	30-56
Nº 10	2,0	18-35	15-45	20-44
Nº 40	0,42	8-22	8-25	8-25
Nº 200	0,074	3-9	2-10	5-10

Especificações Técnicas para a Camada de Base em Brita Graduada

b) A porcentagem de material que passa na peneira nº 200 (0,075 mm) não deve ultrapassar **2/3 da porcentagem que passa na peneira nº 40 (0,42 mm)**, garantindo a adequada graduação e evitando excesso de finos.

c) Para camadas de base, a porcentagem passante na peneira nº 40 deve ser **igual ou superior a 12%**, assegurando que haja material suficiente para preenchimento dos vazios entre os grãos maiores.

d) A diferença entre as porcentagens passantes nas peneiras nº 4 (4,8 mm) e nº 40 (0,42 mm) deve estar compreendida entre **20% e 30%**, de modo a manter uma curva granulométrica bem distribuída.

e) A fração passante na peneira nº 4 deve apresentar **equivalente de areia superior a 40%**, conforme o método **DNER-ME 54/97**, garantindo adequada proporção de finos não plásticos.

f) A porcentagem de grãos de forma defeituosa, obtida através do ensaio de lamelaridade, não deve ultrapassar **20%**, evitando o predomínio de partículas alongadas ou achatadas que comprometam a compactação.

g) O Índice de Suporte Califórnia (CBR), obtido através do ensaio **DNER-ME 49/94**, realizado com **energia de compactação modificada**, deve ser **igual ou superior a 80%**, assegurando capacidade estrutural adequada da camada.

Especificações de Compactação e Execução

h) O tipo de equipamento a ser utilizado (rolo compactador vibratório liso, rolo pneumático ou compactadores portáteis) e o número de passadas necessárias devem ser definidos logo no início da obra, a partir dos resultados obtidos em **trechos experimentais**, visando atingir o grau de compactação especificado.

- A energia de compactação de referência para a brita graduada deve ser a **energia modificada**, adotada tanto na determinação da **massa específica aparente seca máxima** quanto da **umidade ótima de compactação**, conforme **NBR 7182**.
- O teor de umidade da brita graduada, imediatamente antes da compactação, deve estar no intervalo de **-2,0% a +1,0% em relação à umidade ótima** determinada em laboratório.
- A compactação deve ser realizada com o uso combinado de:
 - Rolos vibratórios lisos**, para obtenção da densificação inicial;
 - Rolos pneumáticos de pressão regulável**, para acomodação e intertravamento dos grãos;
 - Em áreas de difícil acesso, utilizar **compactadores portáteis, manuais ou mecânicos**.
- Durante a execução, se necessário, deve ser realizado **umedecimento adicional da superfície da camada**, mediante caminhão-tanque irrigador, a fim de manter o teor de umidade dentro dos limites especificados.
- A compactação deve prosseguir até que se atinja o **grau de compactação mínimo de 100%**, em relação à **massa específica aparente seca máxima** determinada em laboratório, conforme ensaio de compactação da **NBR 7182**, energia modificada.
- Após a conclusão da compactação, deve ser aplicada **imprimação betuminosa impermeabilizante** sobre a camada de brita graduada, de modo a garantir a proteção da base contra infiltrações de água e permitir a adequada aderência com a camada superior do pavimento.

2.4 – EQUIPAMENTOS

- 2.4.1 Qualquer equipamento pode ser rejeitado pela fiscalização a qualquer momento, caso não esteja em condições de operação.
- 2.4.2 Os seguintes equipamentos são utilizados para a execução de camadas de brita graduada:
- a) Pá-carregadeira;
 - b) Central de mistura dotada de unidade dosadora com, no mínimo, três silos, dispositivo de adição de água com controle de vazão e misturador do tipo “pugmill”;

- c) Caminhões basculantes;
- d) Caminhão-tanque irrigador;
- e) Motoniveladora pesada;
- f) Vibroacabadora;
- g) Rolos compactadores do tipo liso vibratório;
- h) Rolos compactadores de pneumáticos de pressão regulável;
- i) Compactadores portáteis, manuais ou mecânicos;
- j) Ferramentas manuais diversas.

2.5 – EXECUÇÃO

2.5.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

2.5.2 Preparo da superfície

- a) A superfície que receber a camada de base ou sub-base de brita graduada deve apresentar-se desempenada e limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.

Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados, previamente à distribuição da brita graduada.

2.5.3 Produção da brita graduada

- a) A central de mistura deve ser calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura.
- b) As frações obtidas, acumuladas nos silos da central de mistura, são combinadas no misturador, acrescentando-se ainda a água necessária à condução da mistura de agregados à respectiva umidade ótima, mais o acréscimo destinado a fazer frente às perdas verificadas nas operações construtivas subseqüentes. Deve ser previsto o eficiente abastecimento, de modo a evitar a interrupção da produção.

2.5.4 Transporte da brita graduada

- a) A brita graduada produzida na central é descarregada diretamente sobre

caminhões basculantes, Coberta com lona, para evitar perda de umidade e em seguida transportada para a pista.

- b) Não é permitida a estocagem do material usinado.
- c) Não é permitido o transporte de brita para a pista, quando o subleito ou a camada subjacente estiver molhada, não sendo capaz de suportar, sem se deformar, a movimentação do equipamento.

2.5.5 Distribuição da mistura

- a) A distribuição da mistura por vibro acabadoras, sobre a camada anterior previamente liberada pela fiscalizadora, deverá ser, capaz de distribuir a brita graduada em espessura uniforme, sem produzir segregação.
- b) A distribuição da mistura deve ser procedida de forma a evitar conformação adicional da camada. Caso, no entanto, isto seja necessário, admite-se conformação pela atuação da motoniveladora, exclusivamente por ação de corte, previamente ao início da compactação.
- c) É vedado o uso, no espalhamento, de equipamentos ou processos que causem segregação do material.

A espessura de cada camada individual deve estar **entre 0,10 m e 0,17 m** (ou seja, **10 cm a**

17 cm).

m. Quando se desejar camadas de bases ou sub-bases de maior espessura, os serviços devem ser executados em mais de uma camada.

2.5.6 Compressão

a) A energia de compactação a ser adotada como referência para a execução da brita graduada é a modificada.

b) A compactação da camada deve ser executada, no intervalo compreendido entre - 2,0% + 1,0% em relação é umidade ótima.

- c) A compactação da brita graduada é executada mediante o emprego de rolos vibratórios lisos, e de rolos pneumáticos de pressão regulável.
- d) Nos trechos em tangente, a compactação deve evoluir partindo dos bordos para o eixo, e nas curvas, partindo do bordo interno para o bordo externo. Em cada passada, o equipamento utilizado deve recobrir, ao menos, a metade da faixa anteriormente comprimida.
- e) Durante a compactação, se necessário, pode ser promovido o umedecimento da superfície da camada, mediante emprego do caminhão-tanque irrigador.
- f) Eventuais manobras do equipamento de compactação que impliquem em variações direcionais prejudiciais devem se processar fora da área de compressão.
- g) A compactação deve evoluir até que se obtenha o grau de compactação mínimo de 100%, em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio DNIT 164/2013-ME , executando com a energia adotada (modificada). O número de passadas do equipamento compactador necessário para a obtenção das condições de densificação especificadas, é definido em função dos resultados obtidos dos trechos iniciais.
- h) Em lugares inacessíveis ao equipamento de compressão, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida é feita à custa de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

2.5.7 Observações gerais

- a) A sub-base de brita graduada não deve ser submetida à ação direta do tráfego. No caso de camada de base de brita graduada melhorada 3,5% cimento, só é permitida a liberação do tráfego após a cura da imprimação, por período de pelo menos 12 horas, e proteção adequada com “salgamento” da camada.
- b) Quando é prevista a imprimação da camada de brita graduada melhorada 3,5% cimento, a mesma deve ser Realizada após a conclusão da compactação, tão logo se constate a evaporação do excesso de umidade superficial. Antes da aplicação da pintura betuminosa, a superfície deve ser perfeitamente limpa, mediante emprego de processos e equipamentos adequados.

3.0 – IMPRIMAÇÃO

3.1 – GENERALIDADES

Consiste a imprimação na aplicação de uma camada de material betuminoso, antes da execução de um revestimento asfáltico qualquer, objetivando:

- a) Promover condições de aderência entre a base e o revestimento;
- b) Impermeabilizar a base e promover condições adequadas .

3.1.1 – MATERIAIS:

Podem ser empregados asfaltos diluídos tipo (EAI). A taxa de aplicação é aquela que pode ser absorvida pela base em 24 horas, devendo ser determinada experimentalmente nos canteiros da obra. A Taxa residual de aplicação varia de 1,0 a 1,3 litros por metro quadrado.

3.1.2 – EXECUÇÕES:

Após a conformação geométrica da base, procede-se a varredura da sua superfície de modo a eliminar o pó e o material solto existente. Aplica-se a seguir, o material betuminoso adequado, na temperatura compatível com o seu tipo na proporção certa e de maneira mais uniforme.

O material betuminoso não pode ser distribuído em dias de chuvas ou quando esta estiver eminente. Deve-se imprimir a pista inteira em um mesmo turno de trabalho e deixá-la, sempre que possível, fechada ao trânsito. Quando isto não for possível, trabalhar-se-á em meia pista, fazendo-se a imprimação da adjacente, assim que a primeira permita a sua abertura ao trânsito.

3.1.3 – EQUIPAMENTOS:

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deverá ser examinado pela fiscalização, devendo estar de acordo com a presente especificação, sem o que não será dada a ordem para o início do serviço. Para a varredura da superfície da base, usa-se de preferência vassouras mecânicas rotativas, podendo, entretanto, ser manual esta operação.

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 material betuminoso em quantidade uniforme, quando for o caso. As barras de distribuição devem ser do tipo de circulação plena com dispositivos que possibilitem ajustamentos verticais e larguras variáveis de espalhamento do ligante.

Os carros distribuidores devem dispor de tacômetro, calibrador, termômetro, em locais de fácil observação e ainda de um espagidor manual, para tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas.

3.1.4 – CONTROLE:

- a) Controle de qualidade do material betuminoso:

a.1) Cimento Asfáltico

- Um ensaio de viscosidade saybolt para todo o carregamento;
- Um ensaio de ponto de fulgor para cada 100 tol;
- Um índice Pleiffer para cada 500 tol;
- Um ensaio de espuma para todo o carregamento.

a.2) Emulsões Asfálticas;

- Um ensaio de viscosidade para todo o carregamento;
- Um ensaio de resíduo por evaporação para todo o carregamento;

- Um ensaio de peneiramento para todo carregamento;
- Um ensaio de sedimentação para cada 100 tol.
-
- b) Controle de Temperatura de Aplicação do Ligante Betuminoso:
 - de acordo com o especificado.
- c) Controle de Qualidade do Ligante Betuminoso:
 - O controle será por pesagem do carro distribuidor ligante antes e depois da passagem (distribuição);
 - Opcionalmente poderá ser feita por intermédio do método da bandeja;
- d) Controle de Uniformidade de Aplicação do Material Betuminoso:
 - Controle geométrico.
 - Obrigatório a apresentação de Laudo Técnico de Controle Tecnológico e dos resultados dos ensaios realizados em cada etapa dos serviços, conforme exigências normativas do DNIT.

1- MEMORIAL DE EXECUÇÃO DE SERVIÇOS DE REVESTIMENTO ASFÁLTICO COM CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE – C.B.U.Q.

DESCRIÇÃO DO PROCESSO EXECUTIVO DOS SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO

- 1) ESCALIFICAÇÃO E RETIRADA DE REVESTIMENTO PRIMÁRIO;
- 2) Regularização do subleito;
- 3) Reposição e alteamento do subleito; 20cm estrada Bernardelli;
- 4) Execução da Base;
- 5) Imprimação;
- 6) Aplicação de pintura ligante, com emulsão asfáltica, na taxa de 0,5 a 1,20 litros/m²;
- 7) Revestimento Asfáltico em CBUQ e=5,00 cm;

CONSIDERAÇÕES GERAIS

O C.B.U.Q. não deverá ser aplicado com temperatura inferior à 125°C, devendo a empresa vencedora tomar as devidas precauções, quando do transporte da usina até o local a ser aplicado.

Os locais onde estiverem sendo executados os serviços deverão ser devidamente sinalizados pela empreiteira, ficando a mesma responsável por eventuais acidentes de qualquer natureza que venham a ocorrer.

PINTURA LIGANTE

BETUMINOSA. 1 - OBJETIVO.

A pintura ligante betuminosa consistirá na aplicação de material betuminoso diretamente sobre uma superfície betuminosa ou de concreto já existente, para assegurar sua perfeita ligação com um novo revestimento betuminoso.

2 - DESCRIÇÃO.

A pintura ligante deverá obedecer as seguintes operações

- a) Varredura e limpeza da superfície
- b) Secagem da superfície
- c) Distribuição do material betuminoso
- d) Repouso da imprimação.

3 - MATERIAIS.

Materiais betuminosos

- O material betuminoso, para efeito da presente instrução deve ser, a critério da fiscalização, asfalto (cut-back) do tipo: RR-1C
- O material betuminoso referido deverá estar isento de água.
-

4 - EQUIPAMENTOS.

- A aparelhagem necessária à execução da imprimação ligante betuminosa deverá consistir de vassourões manuais ou vassoura mecânica, equipamento para aquecimento do material, distribuidor de material betuminoso sob pressão e distribuidor manual de material betuminoso.
- Vassourões manuais: deverão ser em número suficiente para o bom andamento dos serviços e ter os fios suficientemente duros para varrer a superfície sem corta-la.
- Vassoura mecânica: deverá ser construída de modo que a vassoura possa ser regulada e fixada em relação à superfície a ser varrida e possa varrê-la perfeitamente, sem cortá-la ou danificá-la de qualquer maneira.
- Equipamentos para aquecimento do material betuminoso: deverá ser tal que aqueça e

mantenha o material betuminoso de maneira que satisfaça aos requisitos desta instrução; deverá ser provido de pelo menos um termômetro, sensível a 1 grau Celsius para determinação das temperaturas do material betuminoso.

- Distribuidor do material betuminoso sob pressão: deverá ser equipado com aros pneumáticos

e ter sido projetado a funcionar de maneira que distribua o material betuminoso em jato uniforme, sem falhas, na quantidade e entre os limites de temperatura estabelecidos nesta instrução.

- Distribuidor manual de material betuminoso: mangueira apropriada do distribuidor de material betuminoso, só será utilizada nos casos expressamente liberados pela fiscalização.

5 - CONSTRUÇÃO.

Varredura e limpeza de superfície:

- A varredura da superfície a ser imprimada deverá ser feita com vassourões manuais ou vassoura mecânica especificada e de modo que remova completamente toda terra, poeira e outros materiais estranhos.
- O material betuminoso deverá ser aplicado por distribuidor sob pressão, nos limites de temperatura de aplicação especificadas na tabela abaixo e na razão de 0,5 a 1,2 litros por metro quadrado, conforme a fiscalização determinar.

CARACTERÍSTICA TIPO: RR-1C

TEMPERATURA DE APLICAÇÃO (°C): 10-40 27-52 27-66 52-79 66-93

- Deverá ser feita nova aplicação de material betuminoso com o distribuidor manual nos lugares onde, a juízo da fiscalização houver deficiência dele.

Repouso da Imprimação

- Depois de aplicada, a imprimação deverá permanecer em repouso até que seque e endureça suficientemente para receber o revestimento.
- A superfície imprimada deverá ser conservada em perfeitas condições, até que seja colocado o revestimento.

Secagem da Superfície

- Quando o material betuminoso for asfaltado recortado, sua aplicação só poderá ser feita quando a superfície a ser imprimada estiver completamente seca.

CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE (C.B.U.Q.).

1. Descrição

- 1.1 - Genericamente, concreto betuminoso é uma mistura do agregado mineral graduado de graúdo a fino, material de enchimento ("filler" mineral) e betume, realizada a quente, em usina apropriada, de modo que

o betume recubra uniformemente as partículas dos agregados. Eventualmente deverá ser usado um corretor de adesividade. Deverá a mistura ser espalhada a quente, segundo o alinhamento, perfil, seção transversal típica e dimensões indicadas no projeto, tudo de acordo com a presente instrução.

2. Materiais.

2.1 - O agregado graúdo, assim considerado o retido na peneira n° 4 (4,76 mm) será constituído por pedra britada ou pedregulho (seixo rolado) britado. A porcentagem de partículas lamelares não deve exceder 15% (quinze por cento).

2.2 - O agregado fino consiste nas partículas que passam na peneira n° 4, podendo ser constituído de areia, pó de pedra ou mistura de ambos, isento de torrões de argila e matéria orgânica.

2.3 - O material de enchimento ou "filler" deverá constituir-se de partículas finamente divididas e inertes em relação aos demais componentes da mistura, não plásticas, tais como pó calcário, cal hidratada, cimento Portland ou outros materiais que venham a ser aprovados pela Seção competente do Departamento, de acordo com o Regimento Interno Vigente. Deverá ser usado seco e sem grumos e obedecendo à seguinte granulometria:

Peneira % em peso	
passando n° 40:	100
n° 80:	95 - 100
n° 200:	65 - 100

2.4 - Os agregados deverão, ainda, apresentar as seguintes características físicas ou mecânicas:

- a) Quando obtidos por britagem de pedregulho, 90% em peso dos fragmentos retidos na peneira n° 4 deverão ter, no mínimo, uma face fragmentada pela britagem;
- b) Abrasão Los Angeles 40%, determinada pelo método DER-M 24-61;
- c) Índice de tenacidade Treton 10%, determinado pelo método DER-M 26-54;
- d) Resistência à desintegração (durabilidade) traduzida por perdas inferiores a

20% sob ação de soluções saturadas de sulfato de magnésio, determinadas após 5 ciclos pelo método DNER- DPT M89-64;

- e) Equivalente de areia do agregado fino 55%, determinado pelo método DNER DPT M 54-63;
- f) Adesividade boa, ou melhor que o material betuminoso que será empregado, determinada pelo método DER-M 149-61, utilizando-se melhoradores de adesividade, se necessário;
- g) Composição granulométrica determinada pelo método DER-M 15-61.

2.5 - O material betuminoso poderá ser um dos seguintes:

- Cimento asfáltico natural ou derivado de petróleo CAP-50/60, 85/100 e 100/120, satisfazendo às exigências contidas na EB 78/70 da ABNT/IBP;
- alcatrões RT-9, RT-10, RT-11 e RT-12, satisfazendo às exigências do M52 da AASHO.

Faculta-se à Fiscalização a escolha do material betuminoso a ser utilizado, desde que não ocorra no mercado escassez do escolhido.

2.6 - Granulometria da mistura de agregados e composição da mistura de agregado e ligante. Conforme a camada, intermediária ou de rolamento, dever-se-á ter a composição granulométrica indicada no ANEXO I.

2.7 - Dosagem da mistura betuminosa.

A mistura betuminosa deverá ser dosada pelo método Marshall e deverá satisfazer aos requisitos apresentados

2.8 - Variações admitidas.

Uma vez estabelecida à curva granulométrica e fixado o teor de betume, de acordo com o método indicado, não serão admitidas, na execução do projeto, variações superiores às seguintes:

Peneiras % passando em peso $3/4$ "e $1/2$ " ± 7

% $3/8$ "e n° 4 ± 5 %". n° 10 e n° 40 ± 4 %

n° 80 ± 3 %

n° 200 ± 2 %

TEOR DE ASFALTO $\pm 0,3$ %

3. Execução.

3.1 - Equipamento.

O equipamento mínimo para execução de uma camada de rolamento ou intermediária é o seguinte:

- a) Veículos para transporte dos agregados;

b) Depósito para o material betuminoso, munido de bomba, de modo a permitir que sua circulação seja contínua e desembaraçada, do depósito ao misturador da usina, durante todo o período de operação. O depósito deve ser capaz de aquecer e manter o material nas temperaturas especificadas, o que deverá ser feito por meio de serpentinas a vapor, eletricidade ou outros meios, de modo a não haver contato de chamas com o interior do depósito. As tubulações e os acessórios deverão ser dotados de isolamento, a fim de evitar perdas de calor;

c) Usina volumétrica ou gravimétrica, equipada com unidade classificadora de agregados após o secador, que distribuirá o material classificado para os silos quentes, devendo um deles receber a parcela que passa na peneira nº 4. Deverá possuir coletor de pó com dispositivos que permitam coletar e devolver uniformemente ao misturador todo ou parte do material coletado. O misturador será do tipo "pugmill", com duplo eixo coletado. O provido de palhetas reversíveis e removíveis. 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° a 210° deverá ser fixado na linha da alimentação do asfalto, em local adequado, próximo à descarga no misturador. A usina deverá ser equipada, além disso, com um termômetro de mercúrio, com escala em "dial", piezômetro elétrico ou outros instrumentos termométricos aprovados, colocados na descarga dos silos quentes, para registrar a temperatura dos agregados neles armazenados;

d) Veículos para transporte da mistura betuminosa, dotados de caçamba metálica basculante e de lonas impermeáveis para cobertura durante o transporte entre a usina e o local de aplicação.

e) Acabadora automotriz, capaz de espalhar e conformar a mistura ao alinhamento, cotas e seção transversal do projeto. Deverá possuir parafuso sem fim, para boa distribuição da mistura na largura de uma faixa de camada, marchas para frente e para trás, além de alisadores, vibradores e dispositivos para aquecimento dos mesmos, à temperatura especificada, de modo que não haja irregularidade na mistura esparramada;

f) Equipamento para a compactação auto propulsor e reversível constituído por rolo pneumático e rolo- metálico tipo tandem de 2 eixos, de 6 a 8 t. Os rolos pneumáticos devem

ser dotados de dispositivos que permitam a mudança automática da pressão dos pneus, de 35 a 125 libras/pol².

Equipamento diverso de compactação poderá ser utilizado, desde que previamente aprovado pela Seção competente da fiscalização, de acordo com o Regimento em vigor na ocasião. A proposta do empreiteiro nesse sentido deverá discriminar os tipos do rolo que pretende utilizar, o esquema de trabalho com a seqüência de operações desde a rolagem inicial até o acabamento da camada, resultados comprovados em outros serviços, etc;

g) Régua de madeira ou metálica, com arestas vivas e comprimento de aproximadamente 4 (quatro) metros;

- h) Gabarito de madeira ou metálico, cuja borda inferior tenha a forma da seção transversal da camada estabelecida pelo projeto;
- i) Soquetes manuais, de qualquer tipo aprovado pela Fiscalização;
- j) Ferramentas, tais como pás, garfos, ancinhos, enxadas, etc;

3.2 - Produção da mistura betuminosa.

3.2.1 - A mistura betuminosa deverá ser produzida em qualquer tipo de usina, volumétrica ou gravimétrica, com capacidade de produção suficiente para execução das camadas betuminosas no prazo previsto no cronograma físico das obras.

3.2.2 - O peso de uma porção no misturador de usina gravimétrica ou a velocidade de alimentação no misturador de uma usina volumétrica deverá ser tal que permita obter uma mistura completa e homogênea dos materiais. Se houver regiões no misturador em que não se perceba movimento do material suficiente, durante a operação de mistura, tais regiões devem ser eliminadas mediante redução do volume de material ou por outros meios de ajuste.

3.2.3 - Ao ser adicionado ao agregado, o cimento asfáltico deve estar entre 125°C e 177°C, mas a faixa mais adequada deverá ser determinada em função da relação Temperatura-Viscosidade e será aquela na qual o CAP apresente viscosidade entre 75 e 150 segundos Saybolt-Furol. A temperatura mais conveniente é a que corresponde à viscosidade 85 ± 10 segundos. No caso do emprego de Icatrão, sua adição ao agregado será feita a temperatura entre 79°C e 125°C.

3.2.4- O tempo de mistura dos agregados e filler (mistura seca) deverá ser de no mínimo 10 segundos.

3.2.5 - O tempo de mistura dos agregados +filler com o ligante betuminoso (mistura úmida), que começa a ser contado a partir do término da injeção do ligante e acaba com a abertura do portão de descarga do misturador deve ser tal que a mistura produzida seja homogênea, com os agregados + filler recobertos uniformemente pelo ligante.

Em geral, o referido tempo é de 25 a 40 segundos, variando em função da capacidade do misturador, do JULHO ou menor desgaste de suas palhetas, do material betuminoso utilizado

e da própria granulometria dos agregados. A fixação do tempo mínimo da mistura úmida deverá ser feita pelo Ensaio de Contagem Ross, método ASTM D-2489, adotando-se o valor de 90% para as granulometrias A e B e 95% para a granulometria C.

3.2.6 - No caso de usinas volumétricas o tempo de mistura (seca + úmida) poderá ser controlado com base na fórmula:

Tempo total = $\frac{\text{capacidade do misturador, em kg}}{\text{descarga do misturador, em kg/seg.}}$

3.3 - Transporte da mistura.

3.3.1 - Os caminhões basculantes para transporte da mistura betuminosa deverão apresentar suas carrocerias metálicas lisas e limpas, feita sua limpeza com a quantidade mínima de água ensaboada, óleo solúvel ou solução cal, para evitar aderência da mistura à carroceria. Para essa finalidade não será permitido o emprego de gasolina, querosene, óleo Diesel e produtos similares.

3.3.2 - Todo veículo transportador que, por deficiência de sua sustentação ou qualquer outra causa, provoque excessiva segregação da mistura ou constantes atrasos nas viagens por defeitos mecânicos deverá ser retirado do serviço, até que sejam completamente sanados os defeitos que apresente.

3.3.3 - Quando as condições climáticas, associadas à distância de transporte o exigir, todos os carregamentos de mistura deverão ser cobertos com lona impermeável, de modo a reduzir a perda de calor e evitar a formação de crosta na parte superior da carga transportada.

Não será tolerada redução de temperatura da mistura superior a 10°C no seu transporte entre a usina e o local de aplicação.

3.4 - Distribuição, acabamento E compactação.

3.4.1 - Sobre a base, depois de feita a imprimadura cabível, impermeabilizante ou ligante, a mistura será distribuída com acabadora autopropulsionada, com mecanismo apropriado para conformá-la aos alinhamentos, perfil e seção transversal do projeto e também com a lâmina vibratória para um pré- adensamento da mistura. Deverá a acabadora operar independentemente do veículo que estiver descarregando.

Enquanto durar a descarga, o veículo transportador deverá ficar em contato permanente com a acabadora, sem que sejam usados freios para manter tal contato.

3.4.2 - A temperatura da mistura, no momento da distribuição, não deverá ser inferior a:

- No caso de emprego de cimento asfáltico 125°C
- No caso de emprego de alcatrões 70°C

3.4.3 - A vibro-acabadora deverá deslocar-se a uma velocidade, dentro da faixa indicada por seu fabricante, que permita a distribuição da mistura de maneira contínua e uniforme, reduzidos ao mínimo o número e o tempo das paradas.

3.4.4 - Quando a capacidade de as usinas permitir poder-se-á operar com 2 vibro acabadoras guardando distância conveniente, de modo a permitir a execução da camada em toda a largura da pista, evitando, assim, a junta longitudinal.

3.4.5 - Quando forem previstas duas camadas, a segunda, sempre que possível, será executada antes de a primeira receber tráfego, o mais rapidamente possível, o que evitará inclusive o emprego de nova imprimadura.

3.4.6 - O trabalho manual atrás da vibro-acabadora deverá ser reduzido ao mínimo.

3.5 - Compactação.

3.5.1 - Logo após a distribuição da mistura betuminosa na pista, à temperatura nunca inferior a 125°, será iniciada a sua compactação. A temperatura mais recomendável é aquela em que o CAP apresente viscosidade Saybolt-Furol de 140 ± 15 segundos.

3.5.2 - A rolagem será iniciada com o rolo de pneus com baixa pressão a qual será aumentada à medida que a mistura for sendo compactada e, conseqüentemente, suportando pressões mais elevadas. O acabamento final da superfície será feito com os rolos tipo tandem.

A compactação nos trechos em tangente será iniciada nos bordos e prosseguirá para o centro da pista, tomando-se o cuidado de fazer com que os rolos percorram trajetórias paralelas ao eixo. Essas trajetórias serão distanciadas entre si de tal forma que, em cada passada, seja recoberta metade da faixa coberta na passada anterior. Para evitar que os rolos retornem sempre da mesma seção transversal, as passadas sucessivas de cada um deles terão comprimentos diferentes. Nos trechos em curva, havendo sobrelevação, a compactação será iniciada do lado mais baixo e prosseguirá de forma análoga à descrita para os trechos em tangente, segundo trajetórias equidistantes do eixo, até chegar ao lado mais alto. As passadas serão realizadas sucessivamente em marcha-avante e em marcha-ré, não sendo permitida a manobra dos rolos sobre a camada que está compactada.

3.5.3 - As rodas dos rolos deverão ser molhadas com quantidade de água apenas suficiente para evitar a sua adesão ao ligante utilizado na mistura.

3.5.4 - A compactação deve prosseguir, sem interrupção, até que se obtenha, na camada em execução, o grau de compactação fixado no projeto.

3.5.5 - Não será permitida a correção de defeitos, mediante aplicação de quantidades

adicionais de mistura à camada acabada. As correções, quando necessárias, serão executadas mediante remoção da parte defeituosa em toda a espessura da camada, em área retangular ou quadrada, de lados paralelos e normais ao eixo da pista, abrangendo a totalidade do defeito, e substituição por mistura fresca, à temperatura adequada de aplicação, a qual será compactada até que adquira densidade igual à do material adjacente com o qual deverá ficar intimamente ligada, de forma que o serviço acabado não tenha aspecto de remendo.

3.6 - Proteção das camadas.

Durante todo o tempo necessário à execução das camadas previstas no projeto e até o seu recebimento, os materiais e os serviços concluídos ou em execução deverão ser protegidos contra a ação destrutiva das águas pluviais, ou de trânsito e outros agentes que possam sujá-los ou danificá-los.

3.7 - Abertura ao trânsito.

Não será permitido nenhum trânsito sobre qualquer camada concluída, enquanto sua temperatura for maior que a ambiente.

3.8 - Controle tecnológico.

- a) - O controle dos materiais será feito mediante ensaios pelos métodos indicados e nas seguintes quantidades: Verificação de faces resultantes de fratura, no caso de agregados obtidos por britagem de pedregulho - sempre que houver mudança de jazida ou do sistema de britagem;
- b) Verificação da qualidade da rocha, relativamente a:
 - Durabilidade, índice de tenacidade Treton e abrasão Los Angeles - sempre que houver mudança de jazida;
 - Adesividade - sempre que houver mudança de jazida ou do material betuminoso;
- c) Verificação da qualidade do material betuminoso - em cada entrega do material;
- d) Verificação da regularidade de britagem, relativamente à composição granulométrica, através de dois ensaios para cada dia de britagem e para cada tipo de agregado;
- e) Granulometria do agregado em cada um dos silos quentes: 1 ensaio por dia;
- f) Equivalente de areia do agregado miúdo: 1 ensaio por dia.

3.8.2 - O controle da preparação da mistura consistirá no seguinte:

- a) Verificação da secagem dos agregados, mediante determinação de sua umidade após o secador: 2 determinações por dia;
- b) Medida da temperatura da mistura de agregados nos silos quentes, do ligante na entrada do misturador, e da mistura betuminosa na saída do misturador: 4 medidas por dia para cada item retro discriminado;

- c) Verificação do completo recobrimento de todos os agregados e "filler" com o ligante betuminoso, mediante exame visual da mistura em todas as descargas do misturador, observado o tempo mínimo de mistura já referido;
- d) verificação da qualidade da mistura betuminosa através de 2 ensaios Marshal realizados com no mínimo 3 corpos de prova cada e determinação dos teores de ligante (M- 144-61) por extração de betume dos corpos de prova ensaiados;
- e) verificação de granulometria de mistura dos agregados com os materiais resultantes dos corpos de prova referidos em "d".

3.8.3. - O controle do transporte da mistura betuminosa consistirá na medida de sua temperatura nos veículos transportadores imediatamente após seu carregamento e no momento da descarga no local de aplicação, de modo a verificar se a diminuição de temperatura não ultrapassou a diferença máxima fixada: 2 medidas por dia, para cada veículo, e sempre que houver mudança sensível da distância ou do tempo de transporte.

3.8.4- O controle da execução de cada camada consistirá em:

- a) Verificação dos piquetes de amarração da locação e de nivelamento, antes do início dos serviços em cada sub-trecho;
- b) Verificação da conformação e da espessura da camada, na medida em que for sendo executada;
- d) Controle do número de passadas dos rolos compactadores e da pressão dos pneus no início e fim da rolagem feita com os de pneus, número e pressões que deverão ser anotados pela Fiscalização;
- e) Determinação do grau de compactação da camada, considerando a densidade aparente na pista, logo depois de concluída a compactação, e a densidade da mistura de projeto: 1 ensaio por dia (DER- M. 120.60), para cada 500 metros de extensão de faixa de 3,50 m de largura. A densidade aparente na pista deverá ser determinada com amostras extraídas da camada acabada, com sondas rotativas, tolerando-se, em caso

de estradas secundárias, a determinação feita com amostras obtidas com anéis de aço, de diâmetro aproximadamente igual a 100 mm e altura 5 mm menor que a espessura da camada acabada, colocados na camada subjacente antes do início da compactação daquela cuja densidade se vai medir;

f) Determinação do teor de ligante: 2 ensaios de extração de betume de amostras colhidas na pista, logo após o espalhamento da mistura pela vibro-acabadora, em cada jornada de 8 horas de trabalho;

- g) determinação da granulometria da mistura dos agregados com os materiais resultantes da extração de betume nos ensaios referidos no item anterior;
- g) Medida da temperatura da mistura betuminosa no momento do início da compactação;
- h) verificação da espessura por ocasião da extração dos corpos de prova na pista ou mediante nivelamento do eixo e dos bordos, antes e depois do espalhamento e compactação da mistura betuminosa.

3.9 – Condições de recebimento.

3.9.1 - Qualquer camada deverá ter a forma definida pelos alinhamentos, perfis, dimensões e seção transversal típica, estabelecidos no projeto.

3.9.2 - A tolerância para efeito de aceitação ou rejeição da camada executada é de 4 mm para mais ou menos das cotas verticais para ela estabelecidas no projeto. Além do mais, a espessura no item 3.8.4, alínea h, deverá ser a do projeto com tolerância de mais ou menos 10% para pontos isolados e até 5% de redução em 10 medidas sucessivas.

ANEXO I

FAIXAS GRANULOMETRICAS DA MISTURA DE AGREGADOS				
PENEIRAS DE MALHAS QUADRADAS		PORCENTAGEM EM PESO PASSANDO		
DENOMINAÇÃO	ABERTURA(m m)	A	B	C
2 “”.	50,9	100	-	-
1 1/2”	38,1	90	100	-
1”	25,4	75 - 100	90 - 100	-
3/4”	19,1	60 - 90	75 - 100	100
1/2”	12,7	-	-	85 - 100

3/8"	9,5	40 - 65	45 - 75	-
n° 4	4,8	30 - 50	30 - 60	50 - 80
n° 10	2,0	20 - 40	20 - 45	30 - 65
n° 40	0,42	10 - 22	10 - 27	15 - 40
n° 80	0,18	5 - 13	7 - 17	10 - 25
N° 200	0,074	2 - 6	3 - 8	6 - 10
BETU ME SOLÚVELNO CS 2 (%)		4,0 a 5,5	4,5 a 6,0	5,5 a 7,0
CAMADAS		INTER ME D.	INTERMED.	ROLAMEN TO
ESPESSUR A COMPACTA DA RECOMENDADA (cm)		4,0 a 6,0		2,5 a 5,0

Notas: 1) as porcentagens de betume referem-se ao peso total da mistura:

- 2) para todos os tipos, a fração retida entre duas peneiras não deverá ser inferior 4%do total;
- 3) pelo menos 50% do material passando na peneira n° 200 deverá ser constituído de filler mineral, no caso de mistura para acamada de rolamento;
- 4) o diâmetro máximo do agregado deverá ser igual ou inferior a 2/3 (dois terços) da espessura da camada acabada.

ANEXO II

n° de golpes em cada face do corpo de prova	50 para tráfego médio	75 para tráfego pesado
Estabilidade (Kg), apenas p/camada de rolamento	mínima 500	mínima 750
Fluência (1/100"), apenas p/camada de rolamento	8 a 16	

Porcentagem de vazios: Camada de Rolamento Camada Intermediária	3% - 5% 6% - 10%
Relação betume-vazios Camada de Rolamento	75% - 85% 65% - 72%

SISTEMA VIÁRIO

- MEMORIAL DESCRITIVO DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS-

1.0 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

1.1 – SINALIZAÇÃO, LIMPEZA E LAVAGEM DA PISTA

Nas ruas com tráfego, os serviços de recuperação de pista exigem sinalização, onde o tráfego deve ser interrompido, considerando o tempo de operação e ruptura da emulsão.

Após o tráfego ser impedido, deve-se proceder a limpeza da pista, na qual deve-se retirar todo o material solto, proveniente de degradação da pista de rolamento. Procedese então uma limpeza mais fina, com vassouras manuais ou mecânicas.

Podemos então proceder a lavagem das pistas, a fim de que se retire o máximo possível de pó e material fino que eventualidade não foi retirado pelo processo de varredura.

Sinalização horizontal ou de pista

A sinalização horizontal geralmente pode ser considerada complementar, embora às vezes possa transmitir mensagens próprias.

Comumente é feita através de pintura do pavimento. A visibilidade noturna pode ser conseguida emulsionando-se pequenas esferas de vidro (bolhas) na tinta. Essas esferas refletem em alta proporção a luz incidente dos faróis, em um cone estreito, diretamente para a fonte luminosa, com pequena divergência para alcançar os olhos do motorista na sua posição normal de trabalho, fazendo, desse modo, com que a marcação pareça luminosa à noite.

Às pinturas podem ser do tipo plástico a frio, **hot spray** termoplástico, devendo a escolha ser feita com base na refletibilidade, durabilidade e mesmo por comparação entre o investimento a ser feito na pintura e o investimento global. Para auto-estradas, evidentemente, escolher-se-ia o tipo de mais alto padrão.

A marcação de pista pode ainda ser feita utilizando-se peças plásticas ou metálicas, desde que de pequena espessura, a fim de evitar dificuldades de operação dos veículos.

FAIXA AMRELA CONTÍNUA – Quando traçada ao longo da pista de rolamento indica que o veículo não pode passar a outra metade da pista. Divide fluxo de sentidos opostos. Se traçada transversalmente, indica o limite onde o veículo deve deter-se quando a sinalização mandar parar.

FAIXA BRANCA CONTÍNUA – Quando traçada ao longo da pista de rolamento, divide faixas em fluxos de mesmo sentido. Indica que a mudança de faixa de tráfego (de mesmo sentido) não é permitam a área de travessia do pedestre.

FAIXA BRANCA INTERROMPIDAS – Quando traçadas ao longo da pista de rolamento, indicam a sua divisão em duas ou mais faixas de tráfego, permitido ao veículo passar de uma para outra.

CONTROLE TECNOLÓGICO

Os ensaios de Controle Tecnológico deverão ser apresentados para a aceitação dos serviços em medição e pagamento. Os custos correspondentes a tais serviços técnicos laboratoriais estão incluídos nos custos unitários dos serviços.

O controle tecnológico deverá ser prestado por profissional habilitado e os resultados obtidos das análises deverão ser apresentados conforme norma técnica, acompanhados de “Análise dos Resultados” (descrevendo claramente se a amostra ATENDE [ou não] ao projeto e às normas), vinculado a uma ART (escrever o nº da ART em cada laudo emitido), que pode ser única para o projeto. Indicar no Laudo qual trecho (rua/ etapa) que pertence a amostra.

LAUDOS/ TESTES A SEREM APRESENTADOS (durante a execução

dos serviços) Etapa de Terraplanagem – Aterros – DNER-ES282-97

Ensaio de Compactação (DNER-ME-129/94)
Índice de Suporte Califórnia – ISC (DNER-ME-049/94) Teste de Carga
Controle geométrico (largura / comprimento)

Etapa de Regularização do Subleito – DNER-ES299-97

Ensaio de Compactação (DNER-ME-129/94)
Índice de Suporte Califórnia – ISC (DNER-ME-049/94) Teste de Carga
Controle geométrico (largura / comprimento)

Etapa de Sub-Base – DNER-ES301-97

Ensaio de Compactação (DNER-ME-129/94)
Índice de Suporte Califórnia – ISC (DNER-ME-049/94) Teste de Carga
Controle geométrico (largura / comprimento / espessura)

Base de brita graduada – DNER-

ES305-97 Grau de Compactação
(DNER-ME-216) Resistência à
Compressão – (DNER-ME-201) Teste
de Carga
Controle geométrico (largura / comprimento / espessura)

Etapa de Pinturas Asfálticas

Pintura de Imprimação/Cura – DNER-ES307-97

Ensaio de Viscosidade (DNER-ME-004/94)
Ensaio de Resíduo por Evaporação e Destilação (ABNT NBR 6568)
Atendimento da norma de execução (DNER-ES-014/71 e DNER-ES-015/71). Taxa
de aplicação Controle geométrico (largura / comprimento / taxa)

Pavimentos Flexíveis – CBUQ - DNER-ES-

031/2006 Controle de Aplicação do Ligante
(DNER-ME-053) Análise Granulométrica do

Agregado (DNER-ME-083/94)

Atendimento da norma de execução do pavimento em CBUQ (DNER-ES-031/2006) Controle geométrico (largura / comprimento)

Teste de Carga

NOTA:

- 1) Todo laudo técnico deverá vir acompanhado de ART ou RRT, conforme estabelece o CREA-PR ou CAU/BR.
- 2) Qualquer outro teste ou análise de especificação de materiais e serviços, poderá ser solicitado pela Fiscalização Municipal, no momento que julgarem necessários, para acompanhamento da obra e avaliação de aceitação dos serviços.
- 3) É obrigatório, por determinação do Gestor do Programa, a apresentação de Laudo Técnico de Controle Tecnológico, e os respectivos resultados dos ensaios realizados em cada etapa dos serviços, conforme exigências normativas do DNIT, os quais deverão ser entregues a Prefeitura, juntamente com o **último BM** – Boletim de Medição e a cópia da ART do Laudo citado;

Diamante do oeste - PR, 07 outubro de 2025.