

# PREFEITURA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

Estado de São Paulo

CONTRATO N° 192/2023

CONTRATANTES: O MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS E EDMILSON PORFIRIO DA SILVA – LOCAÇÃO E CONSTRUÇÃO CIVIL - ME, para EXECUÇÃO DE OBRAS DE ALTERAÇÃO DE CRUZAMENTO NA AVENIDA DOS EVANGÉLICOS X AVENIDA ADONIAS DA SILVA - CAMPOS DOS ALEMÃES, na conformidade dos Anexos deste Contrato e Projeto Básico, incluindo o fornecimento de materiais, mão de obra e equipamentos necessários.

Prazo: 04 (quatro) meses

Valor: R\$ 516.861,90

MODALIDADE: TOMADA DE PREÇOS nº 025/SGAF/2022

Dotação Orçamentária: 65.20.4.4.90.51.26.122.0009.2.048.03 (recurso próprio)

Processo Administrativo Digital: 108938/2022

## DAS PARTES

O MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, com sede à Rua José de Alencar nº 123, Vila Santa Luzia, inscrito no CNPJ sob o nº 46.643.466/0001-06, Inscrição Estadual nº isento, representado pelo Secretário de Mobilidade Urbana, Sr. Glaucio Lamarca Rocha, brasileiro, casado, portador do CPF nº 062.██████████61 e do RG nº 14.██████████6, SSP/SP, adiante designado simplesmente CONTRATANTE, e EDMILSON PORFIRIO DA SILVA – LOCAÇÃO E CONSTRUÇÃO CIVIL - ME, com sede à Rua Amparo, nº 433, Jardim América, na cidade de Poá/SP, inscrita no CNPJ sob o nº 04.859.525/0001-38, Inscrição Municipal nº 44924, representada por seu proprietário, sr. Edmilson Porfirio da Silva, brasileiro, divorciado, empresário, portador do CPF nº 238.██████████49 e do RG. nº 33.██████████, e com endereço residencial em ██████████, cidade de ██████████, estado de ██████████, inscrito no CPF sob o nº ██████████, adiante designada simplesmente CONTRATADA, ajustam o que se segue:

## CLÁUSULA 1ª - DO OBJETO E DE SEUS ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS

1.1. A CONTRATADA se obriga a executar para a CONTRATANTE, a obra descrita e caracterizada no Anexo do presente instrumento, que deverá incluir ainda todo e qualquer serviço de engenharia, bem como os correlatos, na conformidade dos Anexos deste contrato e Projeto Básico, incluindo o fornecimento de material, mão de obra e equipamentos necessários.

1.2. A Especificação do Objeto, Especificações PSJC e Projeto Básico, ANEXOS I, IA e XII do Edital da TOMADA DE PREÇOS, para todos os efeitos, devem ser considerados como parte integrante do Anexo deste contrato, como se nele estivessem transcritos.

## CLÁUSULA 2ª - DO REGIME DE EXECUÇÃO

2.1. As obras e serviços serão executados sob o regime de empreitada por preço unitário nas condições nesta avença estabelecidas, fornecendo a CONTRATADA a mão de obra, maquinário, equipamentos, material, acessórios e tudo mais que for necessário ao pleno desenvolvimento dos trabalhos, em volumes e quantidades compatíveis para a conclusão do objeto contratado, dentro do prazo neste instrumento fixado.

2.2. A Contratante em data posterior a assinatura deste Instrumento emitirá Ordem de Serviço sujeitando as partes ao fiel cumprimento do objeto em conformidade com o Cronograma Físico-financeiro e com os termos pactuados no Contrato e seu Anexo Único.

## CLÁUSULA 3ª - DO PREÇO E DAS CONDIÇÕES DE PAGAMENTO

3.1. O preço total ajustado para o presente contrato é de R\$ 516.861,90 (quinhentos e dezesseis mil, oitocentos e sessenta e um reais e noventa centavos), correspondente à execução total da obra e serviços descritos na cláusula 1ª.

3.2. O preço ajustado será pago, na conformidade das obras e serviços que forem executados, obedecendo-se o Cronograma Físico-financeiro e Planilha de Preços que integram o presente como anexos.

3.3. Nos preços apresentados acham-se computados e diluídos todos os ônus decorrentes de despesas diretas e indiretas, mão de obra, maquinários, eventual modificação de Projeto Executivo, instalações de canteiros, energia elétrica, telefone, água, equipamentos, acessórios,

encargos fiscais e sociais, e todas as despesas necessárias para a consecução dos serviços e obras, mesmo que não tenham sido apontadas expressamente pela CONTRATANTE.

3.4. As MEDIÇÕES serão realizadas a cada 30 (trinta) dias, com sua aprovação em até 10 (dez) dias. Os PAGAMENTOS serão feitos em 20 (vinte) dias corridos após cada recebimento dos serviços e respectiva nota fiscal/fatura, acompanhada de comprovação do recolhimento de encargos e tributos referentes aos serviços prestados, INSS, FGTS, ISSQN e GFIP completa (se for o caso), devidamente assinada pela Secretaria responsável. Na nota fiscal, deverá conter ainda as seguintes informações: número da matrícula da Obra no INSS (CEI), Objeto do Contrato, Período de Execução dos Serviços, número do Contrato, número da Autorização de Fornecimento (AF) e número do Empenho;

3.4.1. Os pagamentos deverão ocorrer através de crédito em conta corrente, devendo a Contratada indicar o banco para recebimento, preferencialmente um dos seguintes bancos: Banco do Brasil e Caixa Econômica Federal.

3.5. As medições mencionadas no item 3.4. serão efetuadas na presença do responsável técnico da CONTRATADA, somente sendo considerado nestas os serviços e partes da obra que estiverem efetivamente concluídas.

3.6. As faturas/notas fiscais deverão ser recebidas somente pela Assessoria Geral da Secretaria de Mobilidade Urbana. Não se considerarão recebidas as faturas/notas fiscais que, eventualmente, sejam entregues a outro órgão da municipalidade.

3.7. O pagamento fora do prazo estabelecido, sujeitará à CONTRATANTE a multa de 1% (um por cento) em favor da CONTRATADA, além de juros de mora de 0,5% (zero vírgula cinco por cento) ao mês, e atualização monetária, conforme o índice IPC FIPE.

#### CLÁUSULA 4ª - DOS REAJUSTES

4.1. Não haverá reajuste de qualquer natureza e os preços não serão objeto de atualização financeira por via de aplicação de qualquer índice de correção em cumprimento à legislação aplicável a matéria.

#### CLÁUSULA 5ª - DOS PRAZOS DE INÍCIO DE ETAPAS DE EXECUÇÃO, DE CONCLUSÃO, DE ENTREGA, DE OBSERVAÇÃO E DE RECEBIMENTO DEFINITIVO

5.1. O prazo de conclusão e entrega da obra será de 04 (quatro) meses, após o recebimento pela

CONTRATADA, da Ordem de Serviço que será emitida pela Secretaria de Mobilidade Urbana.

5.1.1. A Ordem de Serviço será expedida pela Secretaria de Mobilidade Urbana no prazo máximo de 08 (oito) dias úteis, a contar da data da assinatura do contrato.

5.1.2. O prazo para emissão da Ordem de serviço poderá ser prorrogado desde que ocorra motivo justificado.

5.1.3. No prazo determinado na Ordem de Serviço, fica, desde já, notificada a CONTRATADA da obrigatoriedade de apresentação da prova de inscrição da obra/serviço no posto do INSS e informações sobre seu valor para obtenção da Certidão de Regularidade de Débitos (INSS).

5.1.4. Como condição para o recebimento da Ordem de Serviço, a Contratada deverá apresentar ao Chefe de Contratos da Secretaria Requisitante, a relação dos funcionários com comprovação de vínculo profissional; Cronograma Físico-financeiro, histograma de mão de obra (quantidade de pessoal por mês, função e hora), marca dos produtos a serem utilizados na obra, relação de equipamentos e indicação do preposto da obra.

5.1.4.1. A comprovação de vínculo profissional poderá ser feita mediante contrato social, registro em carteira profissional, ficha de empregado ou contrato de trabalho, sendo possível a contratação de profissional autônomo que preencha os requisitos e se responsabilize tecnicamente pela execução dos serviços.

5.2. A execução das obras e serviços deverá ser iniciada no primeiro dia útil seguinte ao recebimento da Ordem de Serviço expedida pela CONTRATANTE nos termos do item 2.2. da cláusula 2ª deste Contrato.

5.3. É vedada a subcontratação total do Objeto deste contrato, sendo admitida, no entanto, a subcontratação parcial desde que aprovada por escrito pelo Município.

5.4. As etapas de execução serão aquelas constantes do Cronograma Físico-financeiro da obra.

5.5. O Cronograma Físico-financeiro supra mencionado poderá ser modificado pela CONTRATADA, quanto ao prazo de execução da obra, em até 10 (dez) dias após o recebimento da Ordem de Serviço. O prazo do novo cronograma não poderá ser maior que o originalmente proposto.

5.6. No recebimento e aceitação do objeto deste Contrato será observado, no que couber, as disposições contidas nos artigos de 73 a 76 da Lei Federal nº 8.666/93 e suas alterações.

5.6.1. O Termo de Recebimento Provisório será lavrado no prazo máximo de 15 (quinze) dias, contados da data da comunicação por escrito à CONTRATANTE, que por meio de seu responsável pelo acompanhamento, realizará vistoria da obra juntamente com a CONTRATADA.

5.7. Na hipótese da não aceitação dos serviços a CONTRATANTE registrará o fato, sem prejuízo da aplicação da penalidade cabível, indicando as razões da não aceitação.

5.8. Atendidas todas as exigências do item anterior, a CONTRATADA deverá solicitar novamente o recebimento da obra, e, estando conforme, a Secretaria responsável emitirá o Termo de Recebimento Provisório.

5.9. O Termo de Recebimento Definitivo será lavrado e assinado pela Secretaria responsável no prazo máximo de 90 (noventa) dias corridos, contados da data de emissão do Termo de Recebimento Provisório, desde que corrigidos eventuais defeitos surgidos neste período.

5.9.1. Para a emissão do Termo de Recebimento Definitivo, a CONTRATADA deverá solicitar através de processo interno a ser aberto junto à Divisão de Protocolo, situada à rua José de Alencar nº 123 - andar térreo - Paço Municipal, no horário compreendido entre 8h15 e 16h30.

## CLÁUSULA 6ª - DO CRÉDITO PELO QUAL CORRERÁ A DESPESA

6.1. A respectiva contratação será atendida pela dotação orçamentária constante do exercício de 2022, e exercício subsequente, conforme segue: 65.20.4.4.90.51.26.122.0009.2.048.03 (recurso próprio).

## CLÁUSULA 7ª - DOS DIREITOS E DAS RESPONSABILIDADES DAS PARTES

7.1. Fica reconhecido à CONTRATADA o direito ao equilíbrio econômico-financeiro deste contrato e à CONTRATANTE os consignados na Lei e no presente contrato.

7.2. O controle das obras deverá ser executado fielmente pelas partes, de acordo com as cláusulas avençadas e as normas da Lei Federal nº 8.666/93, respondendo cada uma delas pelas consequências de sua inexecução total ou parcial.

7.3. A CONTRATADA é responsável pelos danos causados diretamente à CONTRATANTE ou a terceiros, decorrentes de sua vontade ou dolo na execução do contrato não diminuindo ou excluindo essa responsabilidade a fiscalização ou acompanhamento da CONTRATANTE ou de outro órgão interessado.

7.4. Sem embargo do disposto no item 7.3. desta cláusula, deverá a CONTRATADA adotar todas as medidas, precauções e cuidados visando evitar a ocorrência de danos materiais e pessoais a seus funcionários e a terceiros, em especial a estrita observância das normas de segurança do trabalho.

7.5. A CONTRATADA é, exclusivamente, responsável pelos encargos trabalhistas, previdenciários, fiscais e comerciais resultantes da execução do contrato.

7.5.1. A inadimplência da CONTRATADA com referência aos encargos estabelecidos nesta cláusula, não transfere à CONTRATANTE a responsabilidade por seu pagamento, nem poderá onerar o objeto do contrato ou restringir a regularização e o uso das obras e edificações, inclusive perante o Registro de Imóveis, caso necessário.

7.5.2. Caberá, também, à CONTRATADA o registro do presente contrato, na conformidade das normas estabelecidas pelo CREA - Conselho Regional de Engenharia e Agronomia, em especial a Anotação de Responsabilidade Técnica, com base no valor total do contrato, cujo número, em até cinco dias úteis, após a assinatura deste contrato, deverá ser fornecido à CONTRATANTE.

7.6. Na execução das obras e serviços obriga-se a CONTRATADA:

I - remover do canteiro de obras os materiais que, a critério da CONTRATANTE, sejam considerados inadequados ao serviço, no prazo máximo de vinte e quatro horas após notificação neste sentido;

II - corrigir e refazer, sem acréscimo aos custos deste contrato, os serviços que, a critério da CONTRATANTE, sejam tidos como irregulares, no prazo máximo de dez dias após notificação neste sentido.

III - submeter-se à legislação e a todos os regulamentos municipais em vigor, em especial a Lei nº 4.380 de 24/05/93;

IV - afixar, no local das obras, placa(s) alusiva(s) aos serviços a serem executados, na conformidade da legislação em vigor, nas dimensões e locais que a CONTRATANTE indicar;

V - manter no canteiro de obras o "diário de ocorrências", destinado a registrar todas as visitas que se verificarem, bem como as ordens e providências que forem determinadas pela fiscalização e, ainda, os demais registros por lei obrigatórios;

VI - conservar, junto ao "diário de ocorrências", uma cópia do cronograma de execução, com indicações gráficas atualizadas, tanto da previsão como do andamento real dos serviços, com as datas e períodos respectivos;

VII - a adotar nos locais de execução da obra a sinalização diurna e noturna necessárias, de acordo com as exigências do Código Nacional de Trânsito, do DST - Departamento de Serviços de Trânsito da Secretaria de Mobilidade Urbana da CONTRATANTE e as demais normas legais ou regulamentares aplicáveis, quando o local exigir tal providência.

VIII - efetuar ensaios, testes, análises de materiais ou serviços, no prazo que lhe for determinado, por notificação, e unicamente às suas custas, sem nenhum acréscimo de ônus para a CONTRATANTE, se por esta for julgado necessária tais providências.

7.7. A CONTRATADA deverá manter a frente dos serviços, um engenheiro preposto e responsável direto pela obra/serviço e assuntos de ordem operacional, aceito pela CONTRATANTE, que a representará na execução do contrato, cuja designação (que deverá mencionar seu nome, formação, número do CREA, endereço, fone) deverá se efetivar por, escrito, no prazo máximo de três dias após a assinatura deste contrato.

7.7.1. A CONTRATANTE poderá, se assim entender, manifestar por escrito o seu aceite ao preposto até três dias úteis após a sua designação e comunicação por parte do contratado.

7.7.2. O preposto designado na forma do item 7.7. desta cláusula deverá acompanhar as medições de serviços e, além disso comparecer ao local da execução da obra diariamente permanecendo nele durante o período que for determinado pela CONTRATANTE, devendo o seu comparecimento ser consignado no "Diário de Ocorrências".

7.7.3. O preposto designado na forma desta cláusula, sem necessidade de disposição especial neste sentido, terá amplos poderes para receber as notificações previstas neste Contrato, bem como toda e qualquer correspondência que, pela CONTRATANTE, for dirigida à CONTRATADA, especialmente as referentes às multas contratuais.

7.8. A execução do Contrato será acompanhada e fiscalizada por um representante da CONTRATANTE especialmente designado, permitida a contratação de terceiros para assisti-lo e subsidiá-lo de informações pertinentes a esta atribuição.

7.8.1. O representante da CONTRATANTE anotará em registro próprio todas as ocorrências relacionadas com a execução do Contrato, determinando o que for necessário a regularização das faltas ou defeitos observados.

7.8.2. As decisões e providências que ultrapassarem a competência do representante deverão ser solicitadas a seus superiores em tempo hábil para a adoção das medidas convenientes.

7.9. Sem autorização prévia, expressa e escrita da CONTRATANTE, sob pena de o Contrato ser considerado rescindido unilateralmente por sua culpa, é defeso à CONTRATADA:

I - a execução dos serviços por meio de associação ou de subcontratação;

II - cindir-se, ou, com outrem, fundir-se ou participar de incorporação, e

III - transferir, no todo ou em parte, o Contrato ou obrigações dele originárias.

## CLÁUSULA 8ª - DAS PENALIDADES CABIVEIS E DOS VALORES DAS MULTAS

8.1. Com fulcro nos artigos 86 e 87 a Lei nº 8.666/1993, o CONTRATANTE poderá, garantida a prévia defesa, aplicar à CONTRATADA as seguintes sanções:

8.1.1. advertência;

8.1.2. multa, nas seguintes hipóteses e condições:

8.1.2.1. 0,3% (três décimos por cento) por dia de atraso injustificado e por descumprimento das obrigações estabelecidas neste Contrato, até o máximo de 10% (dez por cento), sobre o valor relativo à parcela do Cronograma Físico-financeiro não cumprida, ou do previsto neste contrato quando não houver cronograma.



8.1.2.2. 10% (dez por cento) sobre o valor total do Contrato, no caso de inexecução total, ou 10% (dez por cento) sobre o valor da parcela do cronograma Físico-financeiro não cumprida, no caso de inexecução parcial, ou do previsto neste contrato quando não houver cronograma.

8.1.3. suspensão temporária de participar em licitação e impedimento de contratar com a Administração Municipal, pelo prazo de até 2 (dois) anos;

8.1.4. declaração de inidoneidade para licitar ou contratar com a Administração Pública, enquanto perdurarem os motivos determinantes da punição ou até que seja promovida a sua reabilitação perante a própria autoridade que aplicou a penalidade.

8.2. As sanções previstas nos subitens 8.1.1, 8.1.3 e 8.1.4 poderão ser aplicadas juntamente com as do subitem 8.1.2, nos termos do artigo 87 da Lei nº 8.666/93.

8.3. Será aplicada a sanção de advertência nas seguintes condições:

- a. Descumprimento parcial das obrigações e responsabilidades assumidas contratualmente, e nas situações que ameacem a qualidade do produto ou serviço, ou a integridade patrimonial ou humana;
- b. Outras ocorrências que possam acarretar transtornos ao desenvolvimento dos serviços da Administração Pública, a critério da Fiscalização, desde que não caiba a aplicação de sanção mais grave;
- c. Na primeira ocorrência de quaisquer dos itens relacionados na Tabela 2 do item 8.10;
- d. A qualquer tempo, se constatado atraso da obra de até 5% (cinco por cento), da execução do contrato.

8.4. Será configurada a inexecução parcial do objeto, quando a CONTRATADA deixar de executar, no mínimo, 20% (vinte por cento) do previsto para o período no Cronograma Físico-financeiro por ela apresentado e aprovado pela fiscalização, ou do previsto neste contrato quando não houver cronograma.

Percentuais referidos no item 8.4 serão apurados com base na fórmula abaixo:

$$PE = (VPCE/VPC) \times 100$$

PE= Percentual executado

VPC= Valor a ser executado conforme previsto no cronograma ou neste contrato

VPCE= Valor efetivamente executado no período previsto no cronograma ou neste contrato

8.5. Será configurada a inexecução total do objeto quando houver atraso injustificado para o início dos serviços por mais de 30 (trinta) dias após a emissão da ordem de serviço.

8.6. Será configurado atraso injustificado na execução da obra, quando ocorrer o não atingimento do percentual acumulado previsto para o período no Cronograma Físico-financeiro apresentado pela Contratada e aprovado pela fiscalização, ou do previsto neste contrato quando não houver cronograma.

8.7. Os dias de atraso injustificado de que trata o item 8.6 serão calculados observando-se o seguinte critério:

$$Da = DPC \times (VPC - VPCE) / VPC$$

Da= dias de atraso

DPC= dias previstos no cronograma para a conclusão

VPC= Valor a ser executado conforme previsto no cronograma ou neste contrato

VPCE= Valor efetivamente executado no período previsto no cronograma ou neste contrato

8.8. De acordo com o artigo 88 da Lei nº 8.666/93, serão aplicadas as sanções previstas nos incisos III e IV do seu artigo 87, à CONTRATADA ou aos profissionais que, em razão do Contrato decorrente desta Licitação:

- a. tenham sofrido condenação definitiva por praticarem, por meios dolosos, fraudes fiscais no recolhimento de quaisquer tributos;

b. tenham praticado atos ilícitos visando frustrar os objetivos da licitação;

c. demonstrem não possuir inidoneidade para contratar com a Administração em virtude de atos ilícitos praticados.

8.9. Se o valor da multa não for pago, será acrescido de juros moratórios de 1% (um por cento) ao mês, ou ainda, quando for o caso, cobrado judicialmente.

8.10. Além das multas previstas no subitem 8.1.2, poderão ser aplicadas multas, segundo os graus e eventos descritos nas tabelas 1 e 2 abaixo:

TABELA 1

GRAU	CORRESPONDÊNCIA
1	R\$ 300,00
2	R\$ 500,00
3	R\$ 700,00
4	R\$ 900,00
5	R\$ 5.000,00
6	R\$ 10.000,00

TABELA 2

ITEM	DESCRIÇÃO	GRAU
1	Permitir a presença de empregado sem uniforme; por empregado e por ocorrência.	01
2	Manter funcionário sem qualificação para a execução dos serviços; por empregado e por dia.	01
3	Executar serviço incompleto, paliativo substitutivo como por caráter permanente, ou deixar de providenciar recomposição complementar; por ocorrência.	02
4	Fornecer informação pérfida de serviço ou substituição de material;	02

	por ocorrência.	
5	Executar serviço sem a utilização de equipamentos de proteção individual (EPI), quando necessários; por empregado e por ocorrência.	03
06	Suspender ou interromper, salvo motivo de força maior ou caso fortuito, os serviços contratuais; por dia e por tarefa designada.	03
07	Reutilizar material, peça ou equipamento sem anuência da FISCALIZAÇÃO, por ocorrência.	03
08	Destruir ou danificar os documentos por culpa ou dolo de seus agentes; por ocorrência,	03
09	Utilizar as dependências da CONTRATANTE para fins diversos do objeto do contrato; por ocorrência.	04
10	Recusar-se a executar serviço determinado pela FISCALIZAÇÃO, sem motivo justificado; por ocorrência.	04
11	Permitir situação que crie a possibilidade de causar ou cause dano físico, lesão corporal ou consequências letais; por ocorrência.	06
12	Usar indevidamente patentes registradas; por ocorrência.	06

Para os itens a seguir, deixar de:

13	Apresentar a Anotação de Responsabilidade Técnica – ART dos serviços para início da execução destes nos prazos de até 10 (dez) dias após a emissão da ordem de serviço; por dia de atraso	01
14	Substituir empregado que tenha conduta inconveniente ou incompatível com suas atribuições; por empregado e por dia.	01
15	Manter a documentação de habilitação atualizada; por item e por ocorrência.	01
16	Cumprir horário estabelecido pelo contrato ou determinado pela FISCALIZAÇÃO; por ocorrência.	01
17	Cumprir determinação da FISCALIZAÇÃO para controle de acesso de seus funcionários; por ocorrência.	01
18	Fornecer EPI, quando exigido, aos seus empregados e de impor penalidades àqueles que se negarem a usá-los; por empregado e por ocorrência.	02
19	Cumprir determinação formal ou instrução complementar da FISCALIZAÇÃO; por ocorrência.	02
20	Iniciar execução de serviço nos prazos estabelecidos pela FISCALIZAÇÃO, observados os limites mínimos estabelecidos por este contrato; por serviço, por dia.	02
21	Refazer serviço não aceito pela FISCALIZAÇÃO, nos prazos estabelecidos no contrato ou determinado pela FISCALIZAÇÃO;	03

	por ocorrência.	
22	Indicar, manter durante a execução do contrato o engenheiro responsável técnico pela obra, nas quantidades previstas no edital e em seus anexos; por dia.	04
23	Efetuar o pagamento de salários, vale-transporte, tíquetes-refeição, seguros, encargos fiscais e sociais.	05
24	Arcar com quaisquer despesas diretas ou indiretas relacionadas à execução do contrato nas datas avençadas; por dia e por ocorrência.	05

8.11. A aplicação de multas, ou de outras penalidades, deverá obedecer ao seguinte procedimento:

I - deverá o representante da CONTRATANTE responsável pela execução deste Contrato, elaborar Comunicado de Infração, o qual deverá:

a. descrever a infração observada, indicando todos os elementos necessários para identificá-la e individualizá-la, e

b) indicar o dispositivo legal, regulamentar ou contratual violado.

II - o Comunicado de Infração será autuado em apenso ao processo administrativo referente a este Contrato e, imediatamente, submetido ao Diretor do Departamento responsável pelo acompanhamento do contrato.

III - por despacho, deverá o Diretor do Departamento responsável receber ou arquivar o expediente de Comunicado de Infração.

IV - no caso de o receber, deverá, também, determinar que seja a CONTRATADA notificada para, em até cinco dias úteis, exercer o seu amplo direito à defesa e ao contraditório (conf. artigo 5º, inciso LV, da Constituição Federal).

V - deverá acompanhar a notificação cópia do Comunicado de Infração e do despacho que o recebeu, além de, obrigatoriamente, nela constar que "no caso de não ser oferecida defesa no prazo fixado, presumir-se-ão verdadeiros e aceitos os termos do Comunicado de Infração".

VI - recebida a defesa, que deverá estar acompanhada de todos os documentos que a CONTRATADA julgar oportunos para a sua defesa, o Diretor do Departamento responsável a apreciará, deferindo as provas que forem solicitadas e que, por ele, forem consideradas pertinentes.

VII - caso tenham sido deferidas provas, serão estas produzidas, às custas da CONTRATADA.

VIII - após a instrução, ou não havendo esta, ou ainda, no caso de não ser oferecida defesa, elaborará o Diretor do Departamento responsável, despacho/manifestação, onde concluirá pela aplicação da pena ou pela improcedência da imputação feita pelo Comunicado de Infração.

IX - para os casos onde a penalidade cabível for aquela disposta pelo artigo 87, inciso IV da Lei Federal 8.666/93, a competência para sua aplicação é exclusiva do Secretário Municipal (artigo 87, § 3º da mesma Lei Federal).

X - se a decisão for pela aplicação da pena, será a CONTRATADA disto notificada para, em 10 (dez) dias úteis, efetuar o pagamento da multa ou, querendo, requerer reconsideração do despacho, nos prazos legalmente estabelecidos (artigo 109, inciso I, "f" e inciso III da Lei Federal 8.666/93).

XI - havendo requerimento de reconsideração do despacho, serão os autos novamente remetidos a autoridade que emitiu a decisão, que o opinará pelo acolhimento ou não do pedido e, em seguida, serão eles remetidos à autoridade administrativa imediata e superior, para reforma ou manutenção da decisão anterior.

XII - caso a CONTRATADA não efetue o pagamento da multa no prazo assinalado, será a multa descontada de qualquer eventual pagamento a ser realizado.

XIII - não havendo pagamento a ser realizado, será a multa inscrita na Dívida Ativa, para cobrança executiva.

8.12. Os prazos mencionados nesta cláusula terão o seu início no dia útil seguinte ao do recebimento da notificação.

8.13. A aplicação das penalidades previstas neste contrato não prejudicará a aplicação de outras penas previstas na lei ou em regulamento, especialmente a de rescisão do contrato, bem como a responsabilidade administrativa, cível ou criminal que no caso couber.

## CLÁUSULA 9ª - DOS CASOS DE RESCISÃO

9.1. A exclusivo critério da CONTRATANTE, poderá ser rescindido de "pleno jure" o contrato, entre outros, nos seguintes casos:

I - os previstos na cláusula 8ª.

II - não início dos serviços dentro de dez dias, contados do dia seguinte ao do recebimento de ordem de serviço, prazo este já integrante do prazo total de execução.

III - lentidão no ritmo de execução face das várias etapas da obra conforme previstas no Cronograma Físico-financeiro.

IV - interrupção do serviço por mais de trinta dias.

V - execução dos serviços por meio de terceiros, sem expressa anuência da CONTRATANTE.

VI - infração, ou reincidência de infração, a qualquer cláusula do contrato, se a rescisão for julgada conveniente pela CONTRATANTE.

VII - nas hipóteses previstas pelo artigo 78 da Lei Federal nº 8.666/93.

VIII - ocorrência de fatos considerados como suficientes para caracterizar, a juízo da CONTRATANTE, a rescisão, e

IX - outros, previstos em lei ou por regulamento.

9.2. As rescisões administrativas serão sempre motivadas formalmente nos autos do processo

administrativo referente a este contrato e deverão ser processadas, no que couber, de acordo com o procedimento descrito no item 8.11.

9.3. O disposto no item anterior não se aplica nos casos em que a infração contratual se der por motivo de força maior ou caso fortuito plenamente justificado e aceito pela CONTRATANTE.

9.3.1. A justificativa do motivo de força maior ou de caso fortuito será efetuada administrativamente, em autos em apenso ao processo referente à execução deste contrato.

9.3.2. A juízo do representante da CONTRATANTE, ou de outra autoridade competente, o contrato poderá ser suspenso até apreciação definitiva da justificativa mencionada no item 9.3.1.

**CLÁUSULA 10ª - DO RECONHECIMENTO DOS DIREITOS DA CONTRATANTE NOS CASOS DE RESCISÃO ADMINISTRATIVA PREVISTA NO ART. 77 DA LEI FEDERAL Nº 8.666/93 DE 21/06/93**

10.1. A CONTRATADA concorda e reconhece expressamente os direitos da CONTRATANTE, consignados neste instrumento, na lei ou em regulamento, no caso de rescisão administrativa deste contrato na forma prevista no Art. 77 Lei Federal nº 8.666/93 de 21/06/93.

**CLÁUSULA 11ª - DA VINCULAÇÃO DO CONTRATO A PROPOSTA E A LICITAÇÃO**

11.1. Fica vinculado este contrato a proposta e ao processo de licitação que autorizou a sua celebração.

**CLÁUSULA 12ª - DA LEGISLAÇÃO APLICÁVEL A EXECUÇÃO DO CONTRATO E ESPECIALMENTE AOS CASOS OMISSOS**

12.1. Na execução será aplicada a Lei Federal nº 8.666/93 de 21/06/93, e, nos casos em que esta for omissa aplicar-se-á subsidiária e sucessivamente, a legislação municipal, preceitos de direito público e as normas legais aplicáveis.

**CLÁUSULA 13ª - DOS ADITAMENTOS CONTRATUAIS**

13.1. Os aditamentos contratuais deverão respeitar o limite fixado pelo Art. 65 parágrafo 1º da Lei



13.2. Será admitida a celebração de termo aditivo, entre as partes contratantes, sempre que juridicamente exigido ou cabível, com o objetivo de se proceder as adequações que se fizerem necessárias, em face de eventuais alterações na legislação federal que regulamenta a matéria.

#### CLÁUSULA 14ª - DAS CONDIÇÕES DE HABILITAÇÃO

14.1. É obrigação da CONTRATADA demonstrar, junto à Secretaria de Gestão Administrativa e Finanças da CONTRATANTE, durante todos os meses de duração do contrato, que mantém as mesmas condições de habilitação, principalmente quanto a encargos previdenciários, que demonstrou na fase de habilitação da licitação.

14.2. Caberá à CONTRATANTE, exigir a demonstração, mês a mês, da situação regular junto ao INSS, com relação ao FGTS e Certidão Negativa de Débitos Trabalhistas (CNDT).

#### CLÁUSULA 15ª - DA GARANTIA

15.1. Para garantir a plena execução do presente Contrato, a CONTRATADA, deverá no ato de sua assinatura, oferecer a garantia, conforme disposição do Art. 56 da Lei Federal nº 8.666/93, no valor correspondente a 5% (cinco por cento) do valor total do Contrato, que deverá vigor até o cumprimento integral de todas as obrigações estabelecidas no contrato a que se referir, sendo admitidas as seguintes modalidades:

a) caução em dinheiro ou títulos da dívida pública, devendo este ter sido emitido sob a forma escritural, mediante registro em sistema centralizado de liquidação e da custódia autorizado pelo Banco Central do Brasil e avaliados pelos seus valores econômicos conforme definido pelo Ministério da Fazenda;

b) seguro garantia; e

c) fiança bancária, com expressa declaração de renúncia, por parte do fiador, do benefício de ordem assegurado no art. 827, caput, do Código Civil.

15.1.1. A CONTRATADA deverá providenciar sua prorrogação ou substituição, com antecedência ao seu vencimento, independentemente de notificação, de forma a manter a garantia contratual vigente até o 30º (trigésimo) dia após o recebimento definitivo do objeto do contrato.

15.1.2. Em caso de aditamento do Contrato, a CONTRATADA, complementar\u00e1 a garantia, na mesma propor\u00e7\u00e3o do aditamento.

15.2. A CONTRATANTE descontar\u00e1 da garantia prestada, toda import\u00e2ncia que, a qualquer t\u00edtulo lhe for devida pela CONTRATADA em decorr\u00eancia do Contrato objeto da presente licita\u00e7\u00e3o.

15.3. A devolu\u00e7\u00e3o da garantia dar-se-\u00e1 ap\u00f3s 30 (trinta) dias do recebimento definitivo da obra em quest\u00e3o.

15.3.1. Para a devolu\u00e7\u00e3o da garantia prestada, a CONTRATADA dever\u00e1 solicitar atrav\u00e9s de processo interno a ser aberto pelo representante da interessada junto \u00e0 Divis\u00e3o de Protocolo, situada na rua Jos\u00e9 de Alencar n\u00b0 123 - andar t\u00e9rreo - Pa\u00e7o Municipal, no hor\u00e1rio compreendido entre 8h15 e 16h30, anexando c\u00f3pias da garantia prestada (Ex: ap\u00f3lice, seguro garantia, ou original da guia de recolhimento), do contrato e do termo de recebimento definitivo da obra).

## CL\u00c1USULA 16\u00b0 – DAS DISPOSI\u00c7\u00d5ES FINAIS

16.1. O Munic\u00edpio de S\u00e3o Jos\u00e9 dos Campos no atendimento de sua finalidade p\u00fablica, na persecu\u00e7\u00e3o do interesse p\u00fablico, com o objetivo de executar as compet\u00eancias legais ou cumprir as atribui\u00e7\u00f5es legais do servi\u00e7o p\u00fablico, sempre que aplic\u00e1vel, realiza o tratamento de dados pessoais, nos termos da Lei n\u00b0 13.709/2018.

16.1.1. Nas hip\u00f3teses em que no exerc\u00edcio de suas compet\u00eancias seja necess\u00e1rio o tratamento de dados pessoais, ser\u00e3o fornecidas informa\u00e7\u00f5es claras e atualizadas sobre a previs\u00e3o legal, a finalidade, os procedimentos e pr\u00e1ticas utilizadas para a execu\u00e7\u00e3o dessas atividades, em anexo desta Ata.

16.1.2. Os itens expressos neste Edital que fazem refer\u00eancia aos direitos e princ\u00edpios expressos na Lei n\u00b0 13.709/2018, n\u00e3o excluem outros previstos no ordenamento jur\u00eddico p\u00e1trio relacionados \u00e0 mat\u00e9ria.

16.1.3. A CONTRATANTE e a CONTRATADA se comprometem a proteger os direitos fundamentais de liberdade e de privacidade e o livre desenvolvimento da personalidade da pessoa natural, relativos ao tratamento de dados pessoais, inclusive nos meios digitais, garantindo que:

- a. O tratamento de dados pessoais dar-se-\u00e1 de acordo com as bases legais previstas nas hip\u00f3teses dos arts. 7\u00b0 e/ou 11 da Lei Federal n\u00b0 13.709/2018 \u00e0s quais se submeter\u00e3o os

- serviços, e para propósitos legítimos, específicos, explícitos e informados ao titular;
- b. O tratamento seja limitado às atividades necessárias ao atingimento das finalidades de execução do contrato e do serviço contratado, utilizando-os, quando seja o caso, em cumprimento de obrigação legal ou regulatória, no exercício regular de direito, por determinação judicial ou por requisição da ANPD;
  - c. Em caso de necessidade de coleta de dados pessoais indispensáveis à própria prestação do serviço, esta será realizada mediante prévia aprovação da CONTRATANTE, responsabilizando-se a CONTRATADA por obter o consentimento dos titulares (salvo nos casos em que opere outra hipótese legal de tratamento).

Os dados assim coletados só poderão ser utilizados na execução dos serviços especificados neste contrato, e em hipótese alguma poderão ser compartilhados ou utilizados para outros fins;

Eventualmente, as partes podem ajustar que a CONTRATANTE será responsável por obter o consentimento dos titulares, observadas as demais condicionantes desta alínea;

- d. Os sistemas que servirão de base para armazenamento dos dados pessoais coletados, seguem um conjunto de premissas, políticas e especificações técnicas que regulamentam a utilização da tecnologia de informação e comunicação com a CONTRATANTE;
- e. Encerrada a vigência do contrato ou não havendo mais necessidade de utilização dos dados pessoais, sejam eles sensíveis ou não, a CONTRATADA interromperá o tratamento dos dados pessoais disponibilizados pelo CONTRATANTE e, em no máximo trinta dias, sob instruções e na medida do determinado, eliminará completamente os Dados Pessoais e todas as cópias porventura existentes (seja em formato digital ou físico), salvo quando a CONTRATADA tenha que manter os dados para cumprimento de obrigação legal ou outra hipótese da Lei Federal nº 13.709/2018.

16.1.4. A CONTRATADA dará conhecimento formal aos seus empregados das obrigações e condições acordadas, inclusive no tocante à Política de Privacidade do CONTRATANTE, cujos princípios deverão ser aplicados à coleta e tratamento dos dados pessoais.

16.1.5. O eventual acesso, pela CONTRATADA, às bases de dados que contenham ou possam conter dados pessoais implicará para a CONTRATADA e para seus prepostos – devida e formalmente instruídos nesse sentido – o mais absoluto dever de sigilo, no curso do presente contrato e pelo prazo de até 10 anos contados de seu termo final.

16.1.6. A CONTRATADA cooperará com o CONTRATANTE no cumprimento das obrigações referentes ao exercício dos direitos dos titulares previstos na Lei Federal nº 13.709/2018 e nas Leis e Regulamentos de Proteção de Dados em vigor e também no atendimento de requisições e determinações do Poder Judiciário, Ministério Público e órgãos de controle administrativo.

16.1.7. A CONTRATADA deverá informar imediatamente o CONTRATANTE quando receber uma solicitação de um titular de dados, a respeito dos seus dados pessoais e abster-se de responder qualquer solicitação em relação aos dados pessoais do solicitante, exceto nas instruções

documentadas do CONTRATANTE ou conforme exigido pela Lei Federal nº 13.709/2018 e Leis e Regulamentos de Proteção de Dados em vigor.

16.1.8. O “Encarregado” da CONTRATADA manterá contato formal com o Encarregado do CONTRATANTE, no prazo de até vinte e quatro horas da ocorrência de qualquer incidente que implique violação ou risco de violação de dados pessoais, para que este possa adotar as providências devidas, na hipótese de questionamento das autoridades competentes.

16.1.9. A critério do Encarregado do CONTRATANTE, a CONTRATADA poderá ser provocada a colaborar na elaboração do relatório de impacto, conforme a sensibilidade e o risco inerente dos serviços objeto deste contrato, no tocante a dados pessoais.

16.1.10. Eventuais responsabilidades das partes serão apuradas conforme estabelecido neste contrato e também de acordo com o que dispõe a Seção III, Capítulo VI, da Lei Federal nº 13.709/2018.

16.2. Integram ao presente contrato, como se nele estivessem transcritos, o Edital e a proposta da CONTRATADA.

16.4. Os casos omissos serão resolvidos de acordo com a Lei Federal nº 8.666/93 e demais normas aplicáveis. Subsidiariamente, aplicar-se-ão os princípios gerais de Direito.

## CLÁUSULA 17ª - DO FORO

17.1. O Foro competente para dirimir, qualquer questão oriunda deste contrato é o da Comarca de São José dos Campos, com a renúncia de outro, por mais privilegiado que seja.

17.2. E, por estarem assim concordes, firmam o presente instrumento, juntamente com duas testemunhas abaixo, para que as cláusulas aqui avençadas produzam os seus jurídicos e legais efeitos.

São José dos Campos,

P S J C  
DIVISÃO DE  
FORMALIZAÇÃO E ATOS  
02/03/2023

Data da Formalização do Contrato



GLAUCIO LAMARCA ROCHA  
SECRETÁRIO(A) DE MOBILIDADE URBANA



Documento assinado eletronicamente por **EDMILSON PORFIRIO DA SILVA, CPF 238.XXX.X16-49, RG 33XXXXX24**, Cargo Proprietario, Telefone institucional: 1143805199 E-mail institucional: comercial@epstransloc.com.br, empresa EDMILSON PORFIRIO DA SILVA - LOCAÇÃO E CONSTRUÇÃO CIVIL - 04.859.525/0001-38, em 02/03/2023, À s 14:24, conforme o Decreto 17.620/2017.

---

Testemunhas:



JULIA KAWAMURA RODRIGUES

ASSESSOR(A)

Matricula: 722820



RAFAEL MARIANI LIMA FOGOLIN

CHEFE DE CONTRATOS

Matricula: 661650



A veracidade do documento pode ser conferida no site

<https://servicos.sjc.sp.gov.br/ConsultaAssinaturaContrato/Consulta.aspx?p=108938&a2022&c11510> ou informando os seguintes dados: Nº Processo: **108938** Ano: **2022** Identificador: **11510**

---

## ANEXO ÚNICO DO CONTRATO

CONTRATADA: EDMILSON PORFIRIO DA SILVA – LOCAÇÃO E CONSTRUÇÃO CIVIL - ME

### ESPECIFICAÇÃO DO OBJETO

**OBJETO:** CONTRATAÇÃO DE EMPRESA PARA EXECUÇÃO DE OBRAS DE ALTERAÇÃO DE CRUZAMENTO NA AVENIDA DOS EVANGÉLICOS X AVENIDA ADONIAS DA SILVA - CAMPOS DOS ALEMÃES

Para garantir a qualidade dos serviços, deverão ser obedecidas as seguintes Especificações Técnicas de obra:

#### Memorial Descritivo de Passeio de Concreto

##### Especificações PSJC:

PSJC ES-P04/19 r.02 – Preparo e Melhoria do Subleito do Pavimento  
PSJC ES-P11/19 r.02 – Sub-base ou Base de Brita Graduada Simples  
PSJC ES-P14/19 – Imprimações Betuminosas  
PSJC ES-P17/19 r.02 – Concreto Asfáltico Usinado à Quente  
PSJC ES-P21/19 – Sub-base de Macadame Seco  
PSJC ES-P25/19 – Concreto Asfáltico com Asfalto-Borracha  
PSJC ES-P27/19 – Fresagem de Pavimento Asfáltico

**Prazo de Execução: 04 (quatro) meses.**

**Preço Global: R\$ 516.861,90** (quinhentos e dezesseis mil, oitocentos e sessenta e um reais e noventa centavos).

**FONTE DE FORMAÇÃO DE PREÇOS:** o orçamento foi executado com valores obtidos através das tabelas para orçamentos da PINI – mês base junho de 2022, CDHU – mês base maio de 2022 e DER – mês base junho de 2022.

**BDI:** o valor do BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) adotado pela Prefeitura de São José dos Campos é de 25%.

**Observação:** Se houver menção de marcas de equipamentos ou materiais neste anexo, as mesmas são para fins de exigências de similaridade.

**e-mail para Nota Fiscal Eletrônica (NF-e):** [almox@sjc.sp.gov.br](mailto:almox@sjc.sp.gov.br) // [valeria.mendes@sjc.sp.gov.br](mailto:valeria.mendes@sjc.sp.gov.br)

## ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

### Memorial Descritivo – Passeio em Concreto

#### Preparo de caixa

- A construção de calçadas será iniciada com abertura e o preparo da caixa. O material excedente será removido e transportado para “bota-fora” autorizado pela Prefeitura. A base deverá ser regularizada, limpa e compactada mecanicamente.

#### Movimentação de terra e/ou entulho

- Nos locais onde houver necessidade de aterro, deverá ser feito o lançamento, espalhamento e compactação mecânica em camadas de no máximo 15 cm, com equipamentos apropriados para compactação, como sapo mecânico. Quando houver a necessidade de corte e remoção de terra e/ou entulho, o material removido deverá ser transportado imediatamente para os locais determinados/autorizados.

#### Execução

- O lastro deverá ser executado com brita graduada simples com espessura mínima de 5,0 cm.
- O piso deverá ser em concreto usinado, FCK 20,0 Mpa, brita 1 com espessura mínima de 7 cm, acabamento desempenado, com o próprio concreto. Este acabamento deverá ser perfeito de maneira que não haja qualquer defeito como rastros, estrias. A declividade mínima será de 3% e concordância de acordo com as características do local, observando-se sempre o direcionamento das águas para a via pública. Nos locais de passagem de veículos a espessura do concreto será de 0,10 m com a inclusão de malha de aço de 4,2 mm de diâmetro, espaçamento de 15 cm.

#### Dilatação

- As juntas de dilatação deverão ser do tipo “Junta seca”, executando-se a concretagem em quadros alternados a cada 2,0 m no máximo. Em pontos notáveis como passagem de veículos e linhas de projeção das divisas, deverão esses quadros serem adequadamente ajustados, de forma a se obter o melhor resultado estético e mecânico da placa de concreto implantada. Com autorização da fiscalização as juntas “poderão” ser executadas após a concretagem, através de corte efetuada com máquina apropriada para corte de piso/pavimento, desde que atinja a espessura total do

concreto (7 cm) e seja executado no máximo 3 dias após a concretagem, observando criteriosamente o esquadro e alinhamento do mesmo e sem danos a guias ou muros de divisa.

### **Limpeza**

- A contratada deverá manter sempre limpas as sarjetas e bocas-de-lobo para o perfeito escoamento das águas pluviais. Deverá também, remover todas as sobras e executar limpeza geral imediatamente após a conclusão dos serviços.
- Todo entulho, bem como sobras de materiais, deverão ser removidos do local.



## **PSJC ES-P04/19 r.02**

### **Preparo e Melhoria do Subleito do Pavimento**

---

#### **1. OBJETIVO**

Definir os critérios que orientam a execução, aceitação e recebimento da melhoria e preparo do subleito, em obras de infraestrutura viária sob a jurisdição da Prefeitura Municipal de São José dos Campos/SP.

---

#### **2. DESCRIÇÃO**

Melhoria e preparo do subleito é o conjunto de operações que visa conformar a camada final de terraplenagem, mediante cortes e aterros de até 20 cm de espessura, conferindo-lhe condições adequadas de geometria e compactação, para recebimento de uma estrutura de pavimento.

---

#### **3. ENSAIOS NECESSÁRIOS**

Para o entendimento desta especificação técnica devem ser consultados os documentos seguintes em sua última versão:

- a) ABNT NBR 7181 Solos – Análise Granulométrica;
- b) ABNT NBR 7182 Solos – Ensaio de Compactação;
- c) ABNT NBR 7180 Solos – Limite de Plasticidade;
- d) ABNT NBR 7185 Solos – Determinação da Massa Específica Aparente, “in situ”, com emprego do frasco de areia;
- e) ABNT NBR 6459 Solos – Limite de Liquidez;
- f) ABNT NBR 9895 Solos – Índice de Suporte Califórnia (ISC);
- g) ABNT NBR 9813 Solos Determinação da Massa Específica Aparente, “in situ”, com emprego do cilindro de cravação;
- h) ABNT NBR 16097 Solos – Determinação do teor de umidade – Métodos expeditos de ensaios;
- i) DNIT-ME 024 - Pavimento – Determinação das deflexões pela viga Benkelman;
- j) DNER PRO 273 – Determinação das deflexões pelo FWD, *Falling Weight Deflectometer*.

#### **4. CONDIÇÕES GERAIS**

Não é permitida a execução dos serviços em dias de chuva.

A superfície do subleito deve estar perfeitamente limpa, desempenada e sem excessos de umidade para execução da camada da melhoria do subleito

Durante todo o tempo de execução da melhoria do subleito, os materiais e os serviços devem ser protegidos contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da executante a responsabilidade desta conservação.

---

## **5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS**

### **5.1. Material**

O material a ser empregado na regularização do subleito deve apresentar características iguais ou superiores às especificadas em projeto para o subleito, devendo satisfazer as seguintes condições, descritas a seguir:

- a) A granulometria determinada conforme NBR 7181, deve ser compatível com a especificada no projeto de dimensionamento do pavimento e o diâmetro máximo das partículas deve ser de 76 mm;
- b) A massa específica aparente seca máxima e a umidade ótima devem ser determinadas conforme o método ABNT NBR 7182, na energia normal ou intermediária dependendo do tipo de material e do especificado em projeto;
- c) O CBR determinado conforme ABNT NBR 9895, deve ser igual ou superior ao considerado para o subleito no dimensionamento da estrutura de pavimento, e quando não especificado, no mínimo igual ou superior a 5%. A energia de compactação a ser adotada pode ser a normal ou intermediária, dependendo do tipo de material e do especificado em projeto;
- d) A expansão determinada no ensaio de CBR, de acordo com a ABNT NBR 9895, utilizando a energia especificada no projeto, deve ser igual ou inferior a 2%;
- e) Não é admitida a utilização de solos turfosos, micáceos ou que contenham substâncias orgânicas.

---

## **6. EQUIPAMENTOS**

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser examinado e aprovado pela fiscalização da PSJC/SP. O equipamento básico para a execução da regularização do subleito compreende as seguintes unidades:

- a) Caminhões basculantes;
- b) Escavadeira hidráulica ou pá carregadeira;
- c) Motoniveladora equipada com escarificador, com dispositivos para controle de profundidade;
- d) Caminhão tanque irrigador de água e distribuidor com no mínimo 6.000 litros de capacidade;
- e) Trator agrícola com grade de discos ou pulvi-misturador ou enxada rotativa ou recicladora;

- f) Rolo compressor pneumático, pé de carneiro ou liso, dependendo do tipo de solos a ser compactado.

---

## **7. EXECUÇÃO**

### **7.1. Conformação e Escarificação**

Inicialmente deve-se proceder a verificação geral, mediante nivelamento geométrico, comparando as cotas da superfície existente, com as cotas previstas no projeto para a camada final de terraplenagem.

Segue-se, posteriormente, a esscarificação geral da superfície do subleito obtido até a profundidade de 0,20 m abaixo da plataforma de projeto, nos segmentos em que a terraplenagem estiver concluída.

Caso seja necessária a complementação de materiais, deve-se lançá-los preferencialmente antes da esscarificação, para, em seguida, efetuar as operações de pulverização e homogeneização do material.

Eventuais fragmentos de pedra com diâmetro superior a 76 mm, raízes ou outros materiais estranhos devem ser removidos.

Com atuação da motoniveladora, através de operações de corte e aterro, deve-se conformar a superfície existente, adequando-a ao projeto, de acordo com os perfis transversais e longitudinais.

Os materiais excedentes resultantes das operações de corte que possuam as características que permitam a sua utilização em: aterros, camada final de terraplenagem ou em outras camadas do pavimento devem ser transportados para locais designados pela fiscalização para utilização posterior, de acordo com o estabelecido em projeto ou indicado pela fiscalização.

Operações de corte ou aterro que excedam a espessura de 20 cm devem ser executadas conforme discriminado nas especificações de terraplenagem.

### **7.2. Homogeneização do Material**

O material espalhado e esscarificado, após ter atingido a cota desejada, deve ser umedecido, se necessário, e homogeneizado mediante ação combinada de um dos equipamentos de mistura citados no item 6.e e operações com a motoniveladora.

Essas operações devem prosseguir até que o material se apresente visualmente homogêneo, isento de grumos ou torrões.

Admitem-se variações, em pontos percentuais, do teor de umidade entre -2,0 % a +1,0 % da umidade ótima de compactação para solos argilosos.

Para solos arenosos, o limite de variação, em pontos percentuais, do teor de umidade é -1,0 % a +1,0 % da umidade ótima de compactação.

Caso o teor de umidade se apresente abaixo do limite mínimo especificado, deve-se proceder o umedecimento da camada através de caminhão tanque irrigador. Se o teor de umidade de campo exceder ao limite superior especificado, deve-se aerar o material mediante ação conjunta de um dos equipamentos de mistura citados no item 6.e e da motoniveladora, para que o material atinja o intervalo da umidade especificada.

### **7.3. Compactação**

Após terminada a operação de espalhamento, a camada de regularização deve ser compactada. O teor de umidade no momento da compactação deve ser de no máximo +1% ou no mínimo -2% para solos argilosos e de  $\pm 1,0\%$  para solos arenosos, pontos percentuais em relação à umidade ótima definida no ensaio de compactação ABNT NBR 7182 na energia definida no projeto.

A compactação será iniciada nas bordas do pavimento. As passagens seguintes do compactador recobrirão, no mínimo, 30 cm da largura da faixa anteriormente compactada.

A densidade aparente da mistura compactada (grau de compactação) deve ser maior ou igual a 100% da densidade aparente máxima definida no ensaio de compactação ABNT NBR 7182 na energia definida no projeto.

O valor do CBR e da expansão devem atender ao estabelecido no projeto.

A deflexão medida não pode, em nenhum ponto, ser superior à definida no projeto.

A determinação do grau de compactação deve ser realizada de acordo com os métodos ABNT NBR 7185 ou ABNT NBR 9813 e ABNT NBR 16097.

### **7.4. Acabamento**

O acabamento deve ser executado pela ação conjunta da motoniveladora e do rolo de pneus ou liso.

A motoniveladora deve atuar, quando necessário, exclusivamente em operação de corte, sendo vetada a correção de depressões por adição de material.

As pequenas depressões e saliências, resultantes da atuação de rolo pé de carneiro de pata curta, podem ser toleradas, desde que o material não se apresente solto, sob a forma de lamelas.

Em complementação às operações de acabamento, deve-se proceder a remoção das leiras, que se formam lateralmente à pista acabada, como resultado da conformação da regularização do subleito.

#### **7.5. Abertura ao Tráfego**

Não deve ser permitida a liberação de tráfego ao usuário face à possibilidade de danos ao serviço executado, em especial sob condições climáticas adversas.

#### **7.6. Subleito em Rocha**

São aplicáveis, para os cortes em rocha sã ou alterada, as operações de regularização do subleito aqui descritas, prevendo-se o rebaixamento da plataforma e a reposição com material granular, conforme especificação de terraplenagem ou o determinado em projeto, especialmente de drenagem.

---

### **8. CONTROLE DE QUALIDADE**

Todos os materiais devem ser testados em laboratório, obedecendo à metodologia indicada no item 3.

#### **8.1. Controle dos Materiais**

Os solos utilizados na melhoria e preparo do subleito devem ser submetidos aos ensaios abaixo discriminados, executados na frequência e critérios de aceitação indicados na tabela do Anexo 1:

- a) Análise granulométrica, conforme ABNT NBR 7181;
- b) Ensaio de compactação, conforme ABNT NBR 7182 na energia de compactação especificada em projeto;
- c) Ensaio de CBR, conforme ABNT NBR 9895, com determinação da expansão, na energia de compactação especificada em projeto;
- d) Determinação dos Limites de Atterberg, conforme NBR 7180 e NBR 6459.

#### **8.2. Controle da Execução**

O controle da execução da camada deve ser realizado pelos seguintes procedimentos:

- a) Determinação da massa específica aparente "in situ", conforme ABNT NBR 7185 ou ABNT NBR 9813;
- b) Determinação do teor de umidade através de um dos métodos citados no método ABNT NBR16097. Se a umidade estiver compreendida no intervalo da umidade ótima indicado no item 7.2, o material pode ser liberado para compactação.

### **8.3. Controle Geométrico e de Acabamento**

O controle da execução da camada deve ser realizado pelos seguintes procedimentos:

#### **8.3.1. Controle de Cotas**

A relocação e o nivelamento do eixo e das bordas devem ser executados a cada 20 m; devem ser nivelados os pontos no eixo, bordas e dois pontos intermediários.

#### **8.3.2. Controle da Largura e Alinhamentos**

A verificação do eixo e das bordas deve ser feita durante os trabalhos de locação e nivelamento nas diversas seções correspondentes às estacas da locação. A largura da plataforma acabada deve ser determinada por medidas à trena, executadas pelo menos a cada 20 m.

#### **8.3.3. Controle de Acabamento da Superfície**

O acabamento da superfície dos diversos segmentos concluídos é verificado com duas réguas, uma de 1,20 m e outra 3,00 m de comprimento, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação.

### **8.4. Deflexões**

Deve-se verificar as deflexões recuperáveis máximas ( $D_0$ ) da camada a cada 20 m por faixa alternada e 40 m na mesma faixa, através da viga Benkelman, conforme DNER ME 024, ou FWD, *Falling Weight Deflectometer*, de acordo com DNER PRO 273.

---

## **9. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO**

Quando os cortes e aterros tiverem espessuras iguais ou inferiores a 40 cm, a totalidade dos serviços "de preparo e melhoria do subleito" será paga por metro quadrado executado. Os preços unitários a serem utilizados serão dois, um para espessura de até 25 cm e outro para espessuras entre 25 cm e 40 cm.

Quando os aterros ou cortes tiverem espessuras superiores a 40 cm, os serviços de "preparo do subleito" serão pagos por metro quadrado executado, acrescido do volume das camadas de aterro ou dos cortes que excederem os 40 cm, que serão pagos separadamente como serviços de terraplanagem.

No preço unitário deverão estar incluídas todas as despesas de aquisição, escavação, carga, transporte, descarga, esparrame e compactação, bem como as de administração, despesas indiretas, encargos diversos, entre outros.

## 10. REFERÊNCIAS E BIBLIOGRAFIA

- a) ABNT. (s.d.). *Associação Brasileira de Normas Técnicas*.
- b) ARTERIS. (2017). *Regularização do Subleito - SL*.
- c) DER/SP. (2005). *Melhoria e Preparo do Subleito*. São Paulo.
- d) DNIT. (2010). *Pavimentação - Regularização do subleito*.
- e) DURSARP. (1994). *Preparo e Melhoria do Subleito do Pavimento*. Ribeirão Preto.
- f) Institute, A. (2010). *The Asphalt Handbook*. Asphalt Institute.
- g) Jones, D., Rahim, A., Saadeh, & Harvey, J. (2012). *Guidelines for the Stabilization of Subgrade Soils In California*. UC Berkeley: University of California Pavement Research Center.
- h) Pinto, S., & Preussler, E. S. (2010). *Pavimentação Rodoviária - Conceitos Fundamentais sobre Pavimentos Flexível*. Rio de Janeiro: Synergia.
- i) PSJC. (1995). *Preparo e Melhoria do Subleito do Pavimento*. São José dos Campos.

### ANEXO 1 – CRITÉRIOS DE CONTROLE TECNOLÓGICOS E ACEITAÇÃO

CONTROLE DE MATERIAIS			
ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
Análise Granulométrica ABNT NBR 7181	1 ensaio a cada 2.000 m <sup>2</sup> contínuos de pista. No mínimo 3 ensaios por obra.	Resultados Individuais	Diâmetro máximo das partículas menor que 76 mm
Determinação da massa Específica Aparente Seca Máxima e Umidade Ótima – ABNT NBR 7182	1 ensaio a cada 2.000 m <sup>2</sup> contínuos de pista, intercalado com o ensaio de CBR e Expansão. No mínimo 3 ensaios por obra.	Determinação de Valores de Referência	Determinação de Valores de Referência
CBR na energia de compactação definida em projeto – ABNT NBR 9895	1 ensaio a cada 2.000 m <sup>2</sup> contínuos de pista.	Resultados Individuais	Igual ou superior ao CBR definido para cada Segmento Homogêneo do Projeto

	No mínimo 3 ensaios por obra.		
Expansão na energia de compactação definida em projeto – ABNT NBR 9895	1 ensaio a cada 2.000 m <sup>2</sup> contínuos de pista. No mínimo 3 ensaios por obra.	Resultados Individuais	Expansão ≤ 2,0%

### CONTROLE DE EXECUÇÃO

ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
Teor de Umidade – ABNT NBR 16097	1 ensaio a cada 500 m <sup>2</sup> contínuos de pista, imediatamente antes da compactação. No mínimo 3 ensaios por obra.	Resultados Individuais	<u>Solos Argilosos e Siltosos</u> -2 pontos percentuais a +1 ponto percentual em relação à Umidade Ótima <u>Solos Arenosos</u> ± 1 ponto percentual em relação à Umidade Ótima
Massa Específica Aparente Seca, <i>in situ</i> , e Grau de Compactação – ABNT NBR 7185 e 9813	1 ensaio a cada 1.000 m <sup>2</sup> contínuos de pista. No mínimo 3 ensaios por obra.	<u>Controle Estatístico</u> $\bar{X} - KS \geq LIE$ Análise e de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Os segmentos devem ser analisados segundo Controle Estatístico e todas as amostras devem atender ao Controle Individual. <u>Controle Estatístico</u> GC ≥ 100% <u>Controle Individual</u> GC ≥ 98%
Determinação das Deflexões Viga Benkelman – DNER ME 24 ou FWD – DNER PRO 273	A cada 40 m de faixa, para todas as faixas da pista, em posição alternada.	Controle Estatístico $\bar{X} + KS \leq LSE$ Análise de no mínimo 15 determinações	A deflexão característica deve ser fornecida em projeto. No caso de ocorrência de Valores Individuais superiores a 105% da deflexão de controle



			fornecida em projeto, o segmento deve ser refeito
--	--	--	---------------------------------------------------

### CONTROLE GEOMÉTRICO E DE ACABAMENTO

ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
Espessuras e Cotas Locação e nivelamento topográfico	A cada 20 m, no eixo e bordos e dois pontos intermediários	Resultados Individuais	Varição máxima admitida -2 a +1 cm da cota de projeto
Largura e Alinhamento da Plataforma Medidas de trena	A cada 20 m	Resultados Individuais	Não se admite valores para semi-largura inferiores aos previstos em projeto
Acabamento da Superfície Duas réguas, uma de 1,20m e outra 3,0m de comprimento, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada	A cada 20 m	Resultados Individuais	A variação máxima admitida, entre dois pontos de contato, de qualquer uma das réguas e a superfície da camada é de 0,5cm

### CONTROLE ESTATÍSTICO

Média Aritmética da Amostra ( $\bar{X}$ )	Desvio-Padrão da Amostra (S)
$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$	$S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{N-1}}$
Controle pelo Limite Inferior	Controle pelo Limite Superior
$X = \bar{X} - KS \geq \text{LIE}$	$X = \bar{X} + KS \leq \text{LSE}$
Controle pelo Limite Inferior e Superior	
$X = \bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$	e $X = \bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$

Onde:

**X<sub>i</sub>** = valor individual da amostra

**N** = nº de determinações efetuadas

**K** = coeficiente unilateral tabelado em função do número de amostras

**K<sub>1</sub>** = coeficiente bilateral tabelado em função do número de determinações

**LSE** = limite superior especificado

**LIE** = limite inferior especificado

<b>VALORES K – TOLERÂNCIA UNILATERAL E K1 TOLERANCIA BILATERAL</b>								
<b>N</b>	<b>K</b>	<b>K1</b>	<b>N</b>	<b>K</b>	<b>K1</b>	<b>N</b>	<b>K</b>	<b>K1</b>
<b>4</b>	0,95	1,34	<b>10</b>	0,77	1,12	<b>25</b>	0,67	1,00
<b>5</b>	0,89	1,27	<b>12</b>	0,75	1,09	<b>30</b>	0,66	0,99
<b>6</b>	0,85	1,22	<b>14</b>	0,73	1,07	<b>40</b>	0,64	0,97
<b>7</b>	0,82	1,19	<b>16</b>	0,71	1,05	<b>50</b>	0,63	0,96
<b>8</b>	0,80	1,16	<b>18</b>	0,70	1,04	<b>100</b>	0,60	0,92
<b>9</b>	0,78	1,14	<b>20</b>	0,69	1,03	<b>Infinito</b>	0,52	0,84

## **PSJC ES-P11/19 r.02**

### **Sub-base ou Base de Brita Graduada Simples**

---

#### **1. OBJETIVO**

Definir os critérios que orientam a execução, aceitação e recebimento de sub-base e base de brita graduada simples, em obras de infraestrutura viária sob a jurisdição da Prefeitura Municipal de São José dos Campos/SP.

---

#### **2. DESCRIÇÃO**

Brita graduada é a camada de base ou sub-base composta por mistura em usina de produtos de britagem de rocha sã e que, ao serem enquadradas em uma faixa granulométrica contínua, assegura a esta camada estabilidade.

---

#### **3. ENSAIOS NECESSÁRIOS**

Para o entendimento desta especificação técnica devem ser consultados os documentos seguintes em sua última versão:

- a) ABNT NBR NM 51 – Agregado Graúdo – Ensaio de abrasão “Los Angeles”;
  - b) ABNT NBR NM 248 – Agregados – Determinação da Composição Granulométrica;
  - c) DNER-ME 089 – Agregado Graúdo – Avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio;
  - d) ABNT NBR 5564 Anexo A – Agregado Graúdo – Determinação da forma dos fragmentos da pedra britada;
  - e) ABNT NBR 7182 Solos – Ensaio de Compactação;
  - f) ABNT NBR 7185 Solos – Determinação da Massa Específica Aparente, “in situ”, com emprego do frasco de areia;
  - g) ABNT NBR 9895 Solos – Índice de Suporte Califórnia (ISC);
  - h) ABNT NBR 12052 – Agregado Miúdo – Determinação do equivalente de areia;
  - i) ABNT NBR 16097 Solos – Determinação do teor de umidade – Métodos expeditos de ensaios;
  - j) DNIT-ME 024 - Pavimento – Determinação das deflexões pela viga Benkelman;
  - k) DNER PRO 273 – Determinação das deflexões pelo FWD, Falling Weight Deflectometer.
- 

#### **4. CONDIÇÕES GERAIS**

Não é permitida a execução dos serviços em dia de chuva.

A brita graduada simples pode ser empregada como camada estabilizada granulometricamente ou camada drenante.

A camada de sub-base e base de brita graduada simples só pode ser executada quando a camada subjacente estiver liberada, quanto aos requisitos de aceitação de materiais e execução.

A superfície deve estar perfeitamente limpa, desempenada e sem excessos de umidade antes da execução da sub-base ou base de brita graduada simples.

Durante todo o tempo de execução da sub-base ou base de brita graduada simples, os materiais e os serviços devem ser protegidos contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da executante a responsabilidade desta conservação.

---

## **5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS**

### **5.1. Materiais**

#### **5.1.1. Agregados**

A camada de base e sub-base de brita graduada simples deve ser executada com materiais que atendam aos seguintes requisitos:

- a)** Os agregados utilizados obtidos a partir da britagem e classificação de rocha são devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, assim como de outras substâncias ou contaminações prejudiciais;
- b)** O desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles, conforme NBR NM 51, deve ser inferior a 50%;
- c)** Equivalente de areia do agregado miúdo, conforme NBR 12052, superior a 55%;
- d)** Partículas não cúbicas inferior a 15%, conforme ABNT NBR 5564 Anexo A;
- e)** A perda no ensaio de durabilidade, conforme DNER ME 089, em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio, deve ser inferior a 20% e com sulfato de magnésio inferior a 30%.

#### **5.1.2. Mistura dos Agregados**

O projeto da mistura dos agregados deve atender aos seguintes requisitos:

- a)** A curva de projeto da mistura de agregados deve apresentar granulometria contínua e se enquadrar em uma das faixas granulométricas especificadas na Tabela 1;

- b)** A faixa de trabalho, definida a partir da curva granulométrica de projeto, deve obedecer à tolerância indicada para cada peneira na Tabela 1, porém, respeitando os limites da faixa granulométrica adotada;
- c)** Quando ensaiada de acordo com a NBR 9895, na energia modificada, a mistura deve ter CBR igual ou superior a 100% e expansão igual ou inferior a 0,3%;
- d)** No caso de utilização de brita graduada simples como base drenante em acostamentos, deve-se utilizar a faixa granulométrica indicada na Tabela 2;
- e)** A porcentagem do material que passa na peneira nº 200 não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira nº 40;

**TABELA 1 – FAIXAS GRANULOMÉTRICAS**

PENEIRA DE MALHA QUADRADA		% EM MASSA, PASSANDO				TOLERÂNCIA
ASTM	mm	I	II	III	IV	
2"	50,0	100	100	100	100	± 7%
1 ½"	37,5	90-100	-	100	100	± 7%
1"	25,0	-	82-90	100	100	± 7%
¾"	19,0	50-68	-	-	100	± 7%
3/8"	9,5	30-46	60-75	50-85	60-100	± 7%
Nº 4	4,8	20-34	45-60	35-65	50-85	± 5%
Nº 10	2,0	-	32-45	25-50	40-70	± 5%
Nº 40	0,42	4-12	22-30	15-30	25-45	± 5%
Nº 200	0,075	1-4	10-15	5-15	5-20	± 2%

**TABELA 2 – FAIXA GRANULOMÉTRICA RECOMENDADA P/ BASE DRENANTE**

PENEIRA DE MALHA QUADRADA		% EM MASSA, PASSANDO	TOLERÂNCIA
ASTM	mm		
1 ½"	37,5	100	± 7%
1"	25,0	90-100	± 7%
¾"	19,0	75-99	± 7%
3/8"	9,5	45-64	± 7%
Nº 4	4,8	30-45	± 5%
Nº 10	2,0	18-33	± 5%
Nº 40	0,42	7-17	± 5%
Nº 80	0,18	1-11	± 3%
Nº 200	0,075	0-8	± 2%

---

## 6. EQUIPAMENTOS

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser examinado e aprovado pela fiscalização da PMSJC/SP. O equipamento básico para a execução da sub-base ou base de brita graduada simples compreende as seguintes unidades:

- a) Usina misturadora dotada de unidade dosadora com, no mínimo, três silos, dispositivo de adição de água com controle de vazão e misturador do tipo “pugmill”;
- b) Pá-carregadeira;
- c) Caminhões basculantes;
- d) Caminhão tanque irrigador de água;
- e) Motoniveladora com escarificador;
- f) Vibro-acabadora;
- g) Rolos compactadores do tipo liso vibratório;
- h) Rolos compactadores pneumáticos de pressão regulável;
- i) Compactadores portáteis manuais ou mecânicos, eventuais;
- j) Duas réguas de madeira ou metal, uma de 1,20 e outra de 3,0 m de comprimento;
- k) Ferramentas manuais diversas.

---

## 7. EXECUÇÃO

### 7.1. Preparo da Superfície

A superfície a receber a camada de sub-base ou base de brita graduada simples deve estar totalmente concluída, perfeitamente limpa, isenta de pó, lama e demais agentes prejudiciais, desempenada e com as declividades estabelecidas no projeto, além de ter recebido prévia aprovação por parte da fiscalização.

Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados antes da distribuição da brita graduada simples.

### 7.2. Produção

A rocha sã da pedreira aprovada deve ser previamente britada e classificada em frações a serem definidas em função da granulometria prevista para a mistura.

Nas usinas utilizadas para produção brita graduada simples, os silos devem ter capacidade total de, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador, e devem possuir, no mínimo, três silos agregados. Os silos devem conter dispositivos que os abriguem da chuva.

A usina deve ser calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura.

As frações obtidas, acumuladas nos silos da usina 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 subsequentes. Deve ser previsto o eficiente abastecimento, de modo a evitar a interrupção da produção.

Não é permitida a mistura prévia dos materiais no abastecimento dos silos.

### **7.3. Transporte**

A brita graduada simples produzida na central deve ser descarregada diretamente sobre caminhões basculantes e em seguida transportada para a pista. Os materiais devem ser protegidos por lonas para evitar perda de umidade durante seu transporte.

Não é permitida a estocagem do material usinado. A produção da brita graduada simples na usina deve ser adequada às extensões de aplicação na pista.

Não é permitido o transporte de brita graduada simples para a pista quando o subleito ou a camada subjacente estiver molhada, incapaz de suportar, sem se deformar, a movimentação do equipamento.

### **7.4. Espalhamento**

A definição da espessura do material solto 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 em projeto.

A distribuição da brita graduada simples deve ser feita com vibro-acabadora, capaz de distribuir a brita graduada em espessura uniforme, sem produzir segregação, e 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.

A espessura da camada individual acabada deve situar-se no intervalo de 10 cm, no mínimo, a 20 cm, no máximo. Quando se desejar executar camada de base ou sub-base de maior espessura, os serviços devem ser executados em mais de uma camada, respeitando os limites mínimos e máximos.

Não é permitida a execução de camadas de sub-base ou base de brita graduada simples em dias chuvosos.

### **7.5. Compactação e Acabamento**

O tipo de equipamento a ser utilizado e o número de passadas do rolo compactador devem ser definidos logo no início da obra, em função dos resultados obtidos na execução de trechos experimentais, de forma que a camada atinja o grau de

compactação especificado. Este procedimento deve ser repetido no caso de mudança no projeto da faixa granulométrica adotada.

A energia de compactação a ser adotada como referência para a execução da brita graduada simples deve ser a modificada e deve ser adotada na determinação da densidade seca máxima e umidade ótima de compactação, conforme a ABNT NBR 7182. O teor de umidade da brita graduada, imediatamente antes da compactação, deve estar compreendido no intervalo de  $\pm 1,0\%$  em relação à umidade ótima obtida de compactação.

A compactação da brita graduada simples deve ser executada mediante o emprego de rolos vibratórios lisos e de rolos pneumáticos de pressão regulável.

Nos trechos em tangente, a compactação deve evoluir partindo das bordas para eixo, e nas curvas, partindo da borda interna para borda externa. Em cada passada, o equipamento utilizado deve recobrir, ao menos, a metade da faixa anteriormente compactada.

Durante a compactação, se necessário, pode ser promovido o umedecimento da superfície da camada mediante emprego de caminhão tanque irrigador de água.

As manobras do equipamento de compactação que impliquem variações direcionais prejudiciais devem ser processar fora da área de compactação.

A compactação deve evoluir até que se obtenha o grau de compactação mínimo igual ou superior a 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, obtido no ensaio de compactação, conforme ABNT NBR 7182 na energia modificada. Deve-se realizar uma vistoria cautelar de vizinhança para liberação dos serviços de compactação, quando executados em energia intermediária e modificada.

Em lugares inacessíveis ao equipamento de compactação ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação deve ser realizada à custa de compactadores portáteis, sejam manuais ou mecânicos.

A imprimação da camada de brita graduada deve ser realizada após a conclusão da compactação com emulsão asfáltica.

## **7.6. Abertura ao Tráfego**

A sub-base ou base de brita graduada simples não deve ser submetida à ação do tráfego. Não deve ser executado pano muito extenso para que a camada não fique exposta à ação de intempéries que possam prejudicar sua qualidade.



---

## **8. CONTROLE DE QUALIDADE**

Todos os materiais devem ser testados em laboratório, obedecendo às metodologias indicadas no item 3. Os insumos devem ser submetidos aos ensaios abaixo discriminados, executados na frequência e critérios de aceitação indicados na tabela do Anexo 1.

### **8.1. Controle dos Materiais**

Devem ser executados os seguintes ensaios nos agregados graúdos.

- a) Abrasão Los Angeles, conforme NBR NM 51;
- b) Índice de forma e percentagem de partículas lamelares, conforme NBR 6954 Anexo A;
- c) Durabilidade com sulfato de sódio e sulfato de magnésio, em cinco ciclos, conforme DNER ME 089. Para agregado miúdo, determinar o equivalente de areia, conforme NBR 12052.

### **8.2. Controle da Produção da Brita Graduada Simples**

O controle das características da mistura na usina, com amostras coletadas na saída do misturador deve abranger:

- a) Determinação do teor de umidade, conforme ABNT NBR 16097, pelo método expedito da frigideira, com amostras coletadas na saída do misturador, sendo 4 determinações por jornada de 8 h de trabalho; o desvio da umidade em relação à umidade ótima deve ser estabelecido experimentalmente, no início dos serviços, em função da perda de umidade por evaporação, ocorrida entre a saída do misturador e o início das operações de compactação;
- b) Determinar a densidade seca máxima, conforme ABNT NBR 7182 e o CBR e a expansão, conforme ABNT NBR 9895; os resultados da densidade seca máxima e umidade ótima obtidos no ensaio devem ser adotados como parâmetros de controle da compactação da camada.

### **8.3. Controle de Execução**

O controle das características da brita graduada simples na pista, com amostras coletadas in situ, deve ser feito pelas seguintes determinações:

- a) Determinação do teor de umidade pelo método expedito da frigideira;
- b) Granulometria de amostras obtidas na pista durante o espalhamento, conforme NBR NM 248;
- c) Ensaio de compactação na energia modificada, conforme NBR 7182, de amostras coletadas na pista;
- d) Determinação da umidade e da massa específica aparente seca in situ, conforme ABNT NBR 16097 e ABNT NBR 7185, respectivamente, e o

respectivo grau de compactação, imediatamente após a conclusão da camada;

- e) Devem ser registrados os locais de aplicação da mistura, sempre associados às datas de produção, mediante controle de carga e descarga realizada pelos caminhões acompanhados dos respectivos ensaios de controle tecnológico.

## **8.4. Controle Geométrico e de Acabamento**

### **8.4.1. Controle de Espessuras e Cotas**

A espessura da camada e as diferenças de cotas, entre a camada subjacente e a de brita graduada simples, devem ser determinadas pelo nivelamento da seção transversal, a cada 20 m, conforme nota de serviço.

A relocação e o nivelamento do eixo e das bordas devem ser executados a cada 20 m; devem ser nivelados os pontos no eixo, bordas e em dois pontos intermediários.

### **8.4.2. Controle da Largura e Alinhamentos**

A verificação do eixo e das bordas deve ser feita durante os trabalhos de locação e nivelamento nas diversas seções correspondentes às estacas da locação. A largura da plataforma acabada deve ser determinada por medidas à trena executadas pelo menos a cada 20 m.

### **8.4.3. Controle de Acabamento da Superfície**

Durante a execução deve ser feito, em cada estaca da locação, o controle de acabamento da superfície, com o auxílio de duas réguas, uma de 3,00 m e outra de 1,20 m, colocadas respectivamente em ângulo reto e paralelamente ao eixo da pista.

## **8.5. Deflexões**

Deve-se verificar as deflexões recuperáveis máximas ( $D_0$ ) da camada, a cada 20 m por faixa alternada e 40 m na mesma faixa, através da viga Benkelman, conforme DNER ME 024, ou FWD, *Falling Weight Deflectometer*, de acordo com DNER PRO 273.

---

## **9. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO**

A medição dos serviços, executados e recebidos na norma descrita, serão medidos em metros cúbicos de base de Brita Graduada simples compactada na pista, segundo a seção transversal de projeto.

No cálculo dos volumes, obedecidas as tolerâncias especificadas, será considerada a espessura média  $X$ , calculada como indicado anteriormente desde que  $X$  não seja

inferior à espessura de projeto. No caso de X ser maior do que a espessura de projeto, será considerada a de projeto para o cálculo do volume.

O pagamento será feito após a aceitação da medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representará a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão de obra, equipamentos, encargos e outros gastos eventuais necessários à completa execução dos serviços.

## ANEXO 1 – CRITÉRIOS DE CONTROLE TECNOLÓGICOS E ACEITAÇÃO

CONTROLE DE MATERIAIS			
ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
<b>AGREGADO GRAÚDO</b>			
Abrasão Los Angeles ABNT NBR NM 51	1 ensaios no início da utilização e sempre que houver variação da natureza do material.	Resultados Individuais	≤ 50%
Índice de Forma e Partículas Lamelares ABNT NBR 5564 Anexo A	1 ensaios no início da utilização e sempre que houver variação da natureza do material.	Resultados Individuais	Partículas não cúbicas inferior a 15%.
Durabilidade frente ao Sulfato de Sódio e Sulfato de Magnésio, em 5 ciclos DNER ME 089	1 ensaios no início da utilização e sempre que houver variação da natureza do material.	Resultados Individuais	<u>Sulfato de Sódio</u> < 20% <u>Sulfato de Magnésio</u> < 30%
<b>AGREGADO MIÚDO</b>			
Equivalente de Areia ABNT NBR 12052	1 ensaio por jornada de 8 h de trabalho e sempre que houver variação da natureza do material.	Resultados Individuais	≥ 55%
<b>CONTROLE DE PRODUÇÃO</b>			
ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
CBR e Expansão Energia Modificada ABNT NBR 9895	1 ensaio a cada 10.000 m <sup>2</sup> contínuos de pista.	Resultados Individuais	CBR ≥ 100% Expansão ≤ 0,3%

	No mínimo 3 ensaios por obra.		
Teor de Umidade - ABNT NBR 16097	1 ensaio a cada 500 m <sup>2</sup> contínuos de pista, imediatamente antes da compactação. No mínimo 3 ensaios por obra.	Resultados Individuais	-1 ponto percentual a +1 ponto percentual em relação à Umidade Ótima
Massa Específica Aparente Seca Máxima e Umidade Ótima – ABNT NBR 7182	1 ensaio a cada 2.000 m <sup>2</sup> contínuos de pista, intercalado com o ensaio de CBR e Expansão. No mínimo 3 ensaios por obra.	Resultados Individuais	Determinação de Valores de Referência

#### CONTROLE DE EXECUÇÃO

ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
Ensaio de Compactação Energia Modificada ABNT NBR 7182	1 ensaio a cada 2.000 m <sup>2</sup> contínuos de pista, intercalado com o ensaio de CBR e Expansão. No mínimo 3 ensaios por obra.	Determinação de Valores de Referência	Determinação de Valores de Referência
Massa Específica Aparente Seca, <i>in situ</i> , e Grau de Compactação ABNT NBR 7185 e 9813	1 ensaio a cada 1.000 m <sup>2</sup> contínuos de pista. No mínimo 3 ensaios por obra.	<u>Controle Estatístico</u> $\bar{X} - KS \geq \text{LIE}$ Análise e de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Os segmentos devem ser analisados segundo Controle Estatístico e todas as amostras devem atender ao Controle Individual. <u>Controle Estatístico</u> GC $\geq$ 100% <u>Controle Individual</u> GC $\geq$ 98%
Teor de Umidade ABNT NBR 16097	1 ensaio a cada 500 m <sup>2</sup> contínuos de pista, imediatamente antes da compactação. No mínimo 3 ensaios por obra.	Resultados Individuais	-1 ponto percentual a +1 ponto percentual em relação à Umidade Ótima

Granulometria da Mistura ABNT NBR NM 248	1 ensaio a cada 2.000 m <sup>2</sup> contínuos de pista. No mínimo 3 ensaios por obra.	<u>Controle Bilateral</u> $\bar{X} - K_1 S \geq LIE$ e $\bar{X} + K_1 S \leq LSE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Valores obtidos estatisticamente devem estar dentro da faixa de trabalho
Determinação das Deflexões Viga Benkelman – DNER ME 24 FWD DNER PRO 273	A cada 40 m de faixa, para todas as faixas da pista, em posição alternada.	Controle Estatístico $\bar{X} + KS \leq LSE$ Análise de no mínimo 15 determinações	A deflexão carac. deve ser fornecida em projeto. No caso de ocorrência de valores individuais superiores a 105% da deflexão de controle do projeto, o segmento deve ser refeito

#### CONTROLE GEOMÉTRICO E DE ACABAMENTO

ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
Espessuras e Cotas Locação e nivelamento topográfico	A cada 20 m, no eixo e bordos e dois pontos intermediários	Resultados Individuais	Varição máxima admitida -2 a +1 cm da cota de projeto
Largura e Alinhamento da Plataforma Medidas de trena	A cada 20 m	Resultados Individuais	Não se admite valores para semi-largura inferiores aos previstos em projeto
Acabamento da Superfície Duas réguas, uma de 1,20m e outra 3,0m de comprimento, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada	A cada 20 m	Resultados Individuais	A variação máxima admitida, entre dois pontos de contato, de qualquer uma das réguas e a superfície da camada é de 0,5cm

CONTROLE ESTATÍSTICO	
Média Aritmética da Amostra ( $\bar{X}$ )	Desvio-Padrão da Amostra (S)
$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$	$S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{N-1}}$
Controle pelo Limite Inferior	Controle pelo Limite Superior
$X = \bar{X} - KS \geq \text{LIE}$	$X = \bar{X} + KS \leq \text{LSE}$
Controle pelo Limite Inferior e Superior	
$X = \bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$	e $X = \bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$

Onde:

**X<sub>i</sub>** = valor individual da amostra

**N** = nº de determinações efetuadas

**K** = coeficiente unilateral tabelado em função do número de amostras

**K<sub>1</sub>** = coeficiente bilateral tabelado em função do número de determinações

**LSE** = limite superior especificado

**LIE** = limite inferior especificado

VALORES K – TOLERÂNCIA UNILATERAL E K1 TOLERANCIA BILATERAL								
N	K	K1	N	K	K1	N	K	K1
4	0,95	1,34	10	0,77	1,12	25	0,67	1,00
5	0,89	1,27	12	0,75	1,09	30	0,66	0,99
6	0,85	1,22	14	0,73	1,07	40	0,64	0,97
7	0,82	1,19	16	0,71	1,05	50	0,63	0,96
8	0,80	1,16	18	0,70	1,04	100	0,60	0,92
9	0,78	1,14	20	0,69	1,03	Infinito	0,52	0,84

# **PMSJC ES-P14/19**

## **Imprimações Betuminosas**

---

### **1. OBJETIVO - IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE**

Definir os critérios que orientam a execução, aceitação e recebimento da imprimação asfáltica ligante, auxiliar de ligação ou pintura de cura, em obras de infraestrutura viária sob a jurisdição da Prefeitura Municipal de São José dos Campos/SP.

---

### **2. DESCRIÇÃO - IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE**

Imprimação asfáltica ligante consiste na aplicação de película de material asfáltico sobre uma camada do pavimento, base coesiva ou camada asfáltica, visando promover a aderência desta superfície com outra camada de revestimento asfáltico subsequente.

Imprimação asfáltica auxiliar de ligação consiste na aplicação de película de material asfáltico sobre revestimentos antigos que irão receber uma camada de lama asfáltica fina ou grossa ou microrrevestimento asfáltico a frio.

Pintura de cura é a imprimação aplicada sobre camadas tratadas com cimento Portland ou cal hidratada recém executadas, com função de evitar a perda acelerada de umidade e, conseqüentemente promover condições adequadas para o desenvolvimento do processo de cura.

---

### **3. ENSAIOS NECESSÁRIOS - IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE**

Para o entendimento desta especificação técnica devem ser consultados os documentos seguintes em sua última versão:

- a) ABNT NBR 6293 – Ligantes asfálticos – Determinação da ductilidade;
- b) ABNT NBR 6297 – Emulsão asfáltica de ruptura – Determinação da ruptura – Método da mistura com cimento;
- c) ABNT NBR 6299 – Emulsões asfálticas – Determinação do pH;
- d) ABNT NBR 6300 – Emulsões asfálticas catiônicas – Determinação da resistência à água (adesividade) em agregados graúdos;
- e) ABNT NBR 6560 – Ligantes asfálticos – Determinação do ponto de amolecimento - Método do anel e bola;
- f) ABNT NBR 6567 – Emulsões asfálticas – Determinação da carga da partícula;
- g) ABNT NBR 6568 – Emulsões asfálticas – Determinação do resíduo de destilação;

- h) ABNT NBR 6569 – Emulsões asfálticas catiônicas – Determinação da desemulsibilidade;
- i) ABNT NBR 6570 – Ligantes asfálticos – Determinação da sedimentação e estabilidade à estocagem de emulsões asfálticas;
- j) ABNT NBR 6576 – Materiais asfálticos – Determinação da penetração;
- k) ABNT NBR 14376 – Ligantes asfálticos – Determinação do teor do resíduo seco de emulsões asfálticas convencionais ou modificadas – Métodos expeditos;
- l) ABNT NBR 14393 – Emulsões asfálticas – Determinação da peneiração;
- m) ABNT NBR 14491 – Emulsões asfálticas – Determinação da viscosidade Saybolt Furol;
- n) ABNT NBR 14855 – Ligantes asfálticos – Determinação da solubilidade em tricloroetileno;
- o) ABNT NBR 15086 – Materiais betuminosos – Determinação da recuperação elástica pelo ductilômetro;
- p) ABNT NBR 15184 – Materiais betuminosos – Determinação da viscosidade em temperaturas elevadas usando um viscosímetro rotacional.

---

#### **4. CONDIÇÕES GERAIS - IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE**

O ligante betuminoso 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.

Todo carregamento de ligante betuminoso que chegar à obra deve apresentar, por parte do fabricante/distribuidor, certificado de resultados de análise dos ensaios de caracterização exigidos nesta Especificação, correspondente à data de fabricação ou ao dia de carregamento para transporte com destino ao canteiro de serviço, se o período entre os dois eventos ultrapassar 10 dias. Deve trazer também indicação clara de sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo e distância de transporte entre a refinaria e o canteiro de obra.

É responsabilidade da executante a proteção dos serviços e materiais contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los.

---

#### **5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS - IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE**

##### **5.1. Emulsão Asfáltica**

Na imprimação asfáltica ligante podem ser aplicados os seguintes materiais asfálticos:

- Emulsão catiônica de ruptura rápida RR-1C e RR-2C;



As emulsões asfálticas convencionais de ruptura rápida devem atender o especificado no Anexo 2, ou a especificação que estiver em vigor na época de sua utilização.

Todo o carregamento de emulsão asfáltica que chegar à obra deve apresentar por parte do fabricante ou distribuidor o certificado de resultados de análise dos ensaios de caracterização exigidos pela especificação, correspondente à data de fabricação, ou ao dia de carregamento para transporte com destino ao canteiro de serviço, se o período entre os dois eventos ultrapassar 10 dias.

Deve trazer também indicação clara da sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo e distância de transporte entre o fabricante e o canteiro de obra.

### 5.1.1. Taxa de Aplicação

A definição do teor asfáltico é obtida experimentalmente, no canteiro da obra, variando a taxa de aplicação em função da superfície que irá receber a imprimação. A emulsão deve ser diluída de forma que a taxa de ligante residual atenda o especificado na Tabela 1.

<b>Tipo de Imprimação</b>	<b>Consumo de Material l/m<sup>2</sup></b>	<b>Resíduo Asfáltico l/m<sup>2</sup></b>
Imprimação Ligante	0,4 a 0,7	0,3 a 0,5
Imprimação Auxiliar de Ligação	0,3 a 0,6	0,2 a 0,4
Pintura de Cura	0,3 a 0,6	0,2 a 0,4

A taxa de aplicação da emulsão, definida em projeto, deve ser ajustada experimentalmente em campo e aprovada pela fiscalização.

A água empregada na diluição deve ser isenta de teores nocivos de sais ácidos, álcalis ou matéria orgânica e outras substâncias nocivas.

---

## 6. EQUIPAMENTOS - IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser examinado e aprovado pela fiscalização da PMSJC/SP. O equipamento básico para a execução da imprimação ligante, auxiliar de ligação ou de cura, compreende as seguintes unidades:

- a) Depósitos de material asfáltico, com sistema completo, com bomba de circulação, e que permitam, quando necessário, aquecimento adequado e

uniforme; devem ter capacidade compatível com o consumo da obra no mínimo para um dia de trabalho;

- b) Vassouras rotativas mecânica, trator de pneus e vassouras manuais;
- c) Jato de ar comprimido ou sopradores de ar;
- d) Caminhão distribuidor de emulsão asfáltica, com sistema de aquecimento, bomba de pressão regulável, barra de distribuição de circulação plena e dispositivos de regulação horizontal e vertical, bicos de distribuição calibrados para aspersão em leque, tacômetros, manômetros e termômetros de fácil leitura, e mangueira de operação manual para aspersão em lugares inacessíveis à barra; o equipamento espargidor deve possuir certificado de aferição atualizado que deverá ser aprovado pela PMSJC/SP; a aferição deve ser renovada a cada quatro meses, como regra geral, ou a qualquer momento, caso a fiscalização julgue necessário; durante o decorrer da obra deve-se manter controle constante de todos os dispositivos do equipamento espargidor;
- e) Caminhão tanque irrigador de água.

---

## 7. EXECUÇÃO - IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE

Antes da aplicação da imprimação asfáltica deve-se proceder à limpeza da superfície, que deve ser executada com emprego de vassouras mecânicas rotativas ou manuais, jato de ar comprimido, sopradores de ar ou, se necessário, lavagem. Devem ser removidos todos os materiais soltos e nocivos encontrados sobre a superfície da camada.

O material asfáltico não deve ser distribuído com temperatura ambiente abaixo de 10° C, em dias de chuva ou sob o risco de chuva.

A temperatura de aplicação do material asfáltico deve ser fixada para cada tipo de ligante em função da relação temperatura-viscosidade; deve ser escolhida a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento.

As faixas de viscosidade recomendadas para espalhamento são de 20 a 100 segundos, *Saybolt-Furol*.

No caso de aplicação do ligante asfáltico em bases ou sub-bases cimentadas, solo cimento, concreto magro entre outros, a superfície da base deve ser ligeiramente umedecida.

A distribuição do material asfáltico não pode ser iniciada enquanto a temperatura necessária à obtenção da viscosidade adequada à distribuição não for atingida e estabilizada.

Aplica-se, em seguida, o material asfáltico, na temperatura compatível com o seu tipo, na quantidade especificada no projeto e ajustada experimentalmente no campo e de maneira uniforme. O ligante deve ser aplicado de uma vez, em toda a largura da faixa a ser tratada. Durante a aplicação, devem ser evitados e corrigidos imediatamente o excedente ou falta de ligante.

Deve-se imprimir a pista inteira em um mesmo turno de trabalho e deixá-la, sempre que possível, fechada ao tráfego. Quando isto não for possível, deve-se trabalhar em meia pista, executando a imprimação da adjacente assim que a primeira for liberada ao tráfego.

Após a aplicação, o ligante asfáltico deve permanecer em repouso até que se verifiquem as condições ideais de ruptura, de acordo com a natureza e tipo do material asfáltico empregado.

Cabe à contratada a responsabilidade de manter dispositivo eficiente de controle do tráfego, de forma a não permitir a circulação de veículos sobre a área imprimada antes de completada a cura ou ruptura.

### **7.1. Abertura ao Tráfego**

A imprimação ligante não deve ser submetida à ação direta das cargas e da abrasão do trânsito. No entanto a fiscalização poderá, a seu critério e excepcionalmente, autorizar o trânsito sobre as imprimações ligante, após verificadas as condições de cura e ruptura.

---

## **8. CONTROLE DE QUALIDADE - IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE**

No Anexo 1, estão apresentados os critérios de controle tecnológico e de aceitação dos serviços.

Todos os materiais devem ser testados em laboratório, obedecendo às metodologias indicadas no item 3. Os insumos devem ser submetidos aos ensaios abaixo discriminados, executados na frequência e critérios de aceitação indicados na tabela do Anexo 2 e 3.

### **8.1. Controle dos Materiais**

Deve estar isenta de matéria orgânica ou outras substâncias prejudiciais à hidratação do cimento.

Sempre que houver indícios sobre a má qualidade da água, verificar a sua sanidade conforme a ABNT NBR NM 137.

#### **8.1.1. Controle dos Materiais**

Para todo carregamento que chegar à obra, devem ser realizados:

- a) Um ensaio de viscosidade *Saybolt-Furol*, conforme NBR 14491, na temperatura indicada para o tipo de emulsão utilizada;
- b) Um ensaio de resíduo asfáltico da emulsão, conforme NBR 6568;
- c) Um ensaio de peneiração, conforme NBR 14393;
- d) Um ensaio de sedimentação, conforme NBR 6570;
- e) Sobre o resíduo da emulsão: 1 ensaio penetração, conforme NBR 6576; e 1 ensaio de ponto de amolecimento, conforme NBR 6560.

Para todo carregamento de emulsão asfáltica, que chegar a obra deve-se retirar uma amostra que será identificada e armazenada para possíveis ensaios posteriores.

## **8.2. Controle da Execução**

### **8.2.1. Controle de Temperatura**

A temperatura da emulsão asfáltica deve ser medida diretamente no caminhão distribuidor, imediatamente antes da aplicação, a fim de verificar se satisfaz ao intervalo de temperatura definido pela relação viscosidade-temperatura.

### **8.2.2. Controle da Taxa de Aplicação**

O controle da taxa de aplicação (t) da imprimação ligante aplicada deve ser feito aleatoriamente, na borda esquerda, eixo ou borda direita, mediante a colocação de bandejas de peso e área conhecida, na pista onde está sendo feita a aplicação. Deve-se determinar uma taxa de aplicação para cada 200 metros de faixa imprimada, da barra do caminhão espargidor após sua passagem por intermédio de pesagens das bandejas.

## **8.3. Controle Geométrico**

A verificação do eixo e das bordas deve ser feita durante os trabalhos de locação nas diversas seções correspondentes às estacas da locação. A largura da plataforma recoberta com a pintura de ligação deve ser determinada por medidas à trena, executadas pelo menos a cada 20 m, não se admitindo largura inferior à indicada no projeto.

---

## **9. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO - IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE**

Os serviços recebidos serão medidos em metros quadrados de imprimação de cada um dos tipos utilizados.

O pagamento será feito, após a aceitação e medição dos serviços executados, com base nos preços unitários contratuais, os quais representarão a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão de obra, equipamentos, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

## ANEXO 1 – CRITÉRIOS DE CONT. TEC. E ACEIT. – IMPRIMADURA LIGANTE

CONTROLE DE MATERIAIS			
ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
<b>EMULSÃO ASFÁLTICA</b>			
Viscosidade de <i>Saybolt-Furol</i> ABNT NBR 14491	1 ensaio para todo carregamento que chegar à obra	Resultados individuais	Atender o especificado no Anexo 2.
Determinação do Resíduo ABNT NBR 6568			
Carga da Partícula ABNT NBR 6567			
Peneiração ABNT NBR 14393			
Viscosidade <i>Saybolt-Furol</i> a diferentes temperaturas para o estabelecer a curva viscosidade-temperatura ABNT NBR 14491	1 ensaio para cada 100 t	Resultados individuais	Atender o especificado no Anexo 2.
Sedimentação ABNT NBR 6570			
<b>CONTROLE DA EXECUÇÃO</b>			
ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
Temperatura de Aplicação Termômetro bimetálico	Uma verificação antes da aplicação no caminhão espargidor distribuidor	Resultados Individuais	Parâmetro determinado pelo gráfico temperatura-viscosidade
Taxa de Aplicação – t Pesagens de bandejas	Uma determinação para cada faixa de espargimento e no máximo para cada 200 m	<p style="text-align: center;"><u>Controle Bilateral</u></p> $\bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE} \text{ e}$ $\bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	$\pm 0,2 \text{ l/m}^2$ da taxa de projeto recomendada e adequada experimentalmente no campo. O resíduo da emulsão deve ser para:  Imprimação ligante: 0,3 a 0,5 l/m <sup>2</sup>  Imprimação aux.: Ligação

			0,2 a 0,4 l/m <sup>2</sup> Imprimação de cura: 0,2 a 0,4 l/m <sup>2</sup>
--	--	--	---------------------------------------------------------------------------------

CONTROLE ESTATÍSTICO	
Média Aritmética da Amostra ( $\bar{X}$ )	Desvio-Padrão da Amostra (S)
$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$	$S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{N-1}}$
Controle pelo Limite Inferior	Controle pelo Limite Superior
$X = \bar{X} - KS \geq \text{LIE}$	$X = \bar{X} + KS \leq \text{LSE}$
Controle pelo Limite Inferior e Superior	
$X = \bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$	e $X = \bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$

Onde:

$X_i$  = valor individual da amostra

$N$  = nº de determinações efetuadas

$K$  = coeficiente unilateral tabelado em função do número de amostras

$K_1$  = coeficiente bilateral tabelado em função do número de determinações

**LSE** = limite superior especificado

**LIE** = limite inferior especificado

VALORES K – TOLERÂNCIA UNILATERAL E K1 TOLERANCIA BILATERAL								
N	K	K1	N	K	K1	N	K	K1
4	0,95	1,34	10	0,77	1,12	25	0,67	1,00
5	0,89	1,27	12	0,75	1,09	30	0,66	0,99
6	0,85	1,22	14	0,73	1,07	40	0,64	0,97
7	0,82	1,19	16	0,71	1,05	50	0,63	0,96
8	0,80	1,16	18	0,70	1,04	100	0,60	0,92
9	0,78	1,14	20	0,69	1,03	Infinito	0,52	0,84

## ANEXO 2 – EMULSÕES ASF. CAT. CONVENCIONAIS – IMPRIMADURA LIGANTE

<b>EMULSÕES ASFÁLTICAS CATIÔNICAS CONVENCIONAIS</b>		
<b>ENSAIO</b>	<b>RUPTURA RÁPIDA</b>	
	<b>RR1C</b>	<b>RR2C</b>
<b>ENSAIOS SOBRE A EMULSÃO</b>		
Viscosidade de <i>Saybolt-Furol</i> , S, a 25 °C ABNT NBR 14491	Máximo 90	-
Viscosidade de <i>Saybolt-Furol</i> , S, a 50 °C ABNT NBR 14491	-	100-400
Sedimentação, % peso, máx. ABNT NBR 6570	5	5
Peneiração 0,84 mm, % peso, máx. ABNT NBR 14393	0,10	0,10
Resistência à água, % mínima de cobertura ABNT NBR 6300	80	80
Mistura com cimento, % máxima ou filler silícico ABNT NBR 6297 ABNT NBR 6302	-	-
Carga de partícula ABNT NBR 6567	Positiva	Positiva
pH máximo ABNT NBR 6299	-	-
Destilação: Solvente destilado, % volume sobre resíduo da emulsão Resíduo, % mínima em peso ABNT NBR 6568	0-3 62	0-3 62
Resíduo seco, % peso, mínimo ABNT NBR 14376	62	67
Desemulsibilidade, % peso, mínima ABNT NBR 6569	50	50
<b>ENSAIOS SOBRE O RESÍDUO DA EMULSÃO</b>		
Penetração a 25 °C, 100g, 5s, 0,1mm ABNT NBR 6576	40 a 150	40 a 150
Teor de Betume, % mínima em peso ABNT NBR 14855	97	97
Ductibilidade a 25 °C, 5 cm/min, cm mínimo % ABNT NBR 6293	40	40

# **PMSJC ES-P17/19 r.02**

## **Concreto Asfáltico Usinado à Quente**

---

### **1. OBJETIVO**

Definir os critérios que orientam a execução, aceitação e recebimento de concreto asfáltico usinado a quente, em obras de infraestrutura viária sob a jurisdição da Prefeitura Municipal de São José dos Campos/SP.

---

### **2. DESCRIÇÃO**

Concreto asfáltico é uma mistura executada a quente, em usina apropriada, com características específicas. É composta de agregado graduado, cimento asfáltico, e se necessário, material de enchimento, filler, e melhorador de adesividade, espalhada e compactada a quente. O concreto asfáltico pode ser empregado como revestimento, camada de ligação, binder, regularização ou reforço estrutural do pavimento.

---

### **3. ENSAIOS NECESSÁRIOS**

Para o entendimento desta especificação técnica devem ser consultados os documentos seguintes em sua última versão:

- a)** DNER-ME 043/95 – Misturas betuminosas a quente – Ensaio Marshall;
- b)** DNER-ME 053/94 – Misturas Betuminosas – Percentagem de Betume;
- c)** DNER-ME 089/94 – Agregados – Avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio;
- d)** DNER-ME 117/94 – Mistura betuminosa – Determinação da densidade aparente;
- e)** DNER-ME 401/99 – Agregados – determinação do índice de degradação de rochas após compactação Marshall, com ligante – IDML e sem ligante - IDM;
- f)** DNER-PRO 164/94 – Calibração e controle de sistemas medidores de irregularidade de superfície de pavimento (Sistemas Integradores IPR/USP e *Maysmeter*);
- g)** DNER-PRO 182/94 – Medição da irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores IPR/USP e *Maysmeter*;
- h)** DNER-PRO 173/86 – Método de Nível e Mira para Calibração de Sistemas Medidores de Irregularidade Tipo Resposta;
- i)** ABNT NBR NM 51 – Agregado graúdo – Ensaio de abrasão *Los Angeles*;
- j)** ABNT NBR NM 248 – Agregados – Determinação da composição granulométrica;
- k)** ABNT NBR 5564 – Via férrea – Lastro ferroviário – Requisitos e métodos de ensaio;
- l)** ABNT NBR 6293 – Ligantes asfálticos – Determinação da ductilidade;



- m) ABNT NBR 6560 – Ligantes asfálticos – Determinação do ponto de amolecimento - Método do anel e bola;
- n) ABNT NBR 6576 – Materiais asfálticos – Determinação da penetração;
- o) ABNT NBR 11341 – Derivados de petróleo – Determinação dos pontos de fulgor e de combustão em vaso aberto Cleveland;
- p) ABNT NBR 12052 – Solo ou agregado miúdo – Determinação do equivalente de areia - Método de ensaio;
- q) ABNT NBR 12583 – Agregado graúdo – Determinação da adesividade ao ligante betuminoso;
- r) ABNT NBR 12584 – Agregado miúdo – Verificação da adesividade ao ligante betuminoso;
- s) ABNT NBR 12891 – Agregado miúdo – Verificação da adesividade ao ligante betuminoso;
- t) ABNT NBR 14855 – Ligantes asfálticos – Determinação da solubilidade em tricloroetileno;
- u) ABNT NBR 15086 – Materiais betuminosos – Determinação da recuperação elástica pelo ductilômetro;
- v) ABNT NBR 15087 – Misturas asfálticas – Determinação da resistência à tração por compressão diametral;
- w) ABNT NBR 15184 – Materiais betuminosos – Determinação da viscosidade em temperaturas elevadas usando um viscosímetro rotacional;
- x) ABNT NBR 15235 – Materiais asfálticos – Determinação do efeito do calor e do ar em uma película delgada rotacional;
- y) ASTM E 303 – *Standard Test Method for Measuring Surface Frictional Properties Using the British Pendulum Tester*;
- z) ASTM E 1845 – *Standard Practice for Calculating Pavement Macrotexture Mean Profile Depth*;
- aa) ASTM D 2041 – *Standard Test Method for Theoretical Maximum Specific Gravity and Density of Bituminous Paving Mixtures*;
- bb) ASTM D 2872 – *Standard Test Method for Effect of Heat and Air on a Moving Film of Asphalt (Rolling Thin-Film Oven Test)*;
- cc) ASTM D 4402 – *Standard Test Method for Viscosity Determination of Asphalt at Elevated Temperatures Using a Rotational Viscometer*;
- dd) DNIT-ME 024 - Pavimento – Determinação das deflexões pela viga Benkelman;
- ee) DNER PRO 273 – Determinação das deflexões pelo FWD, *Falling Weight Deflectometer*.

---

#### 4. CONDIÇÕES GERAIS

Não será permitida a execução dos serviços durante dias de chuva.

A camada de rolamento deve ser confinada lateralmente pela borda superior chanfrada da sarjeta, com a finalidade de evitar trincamento próximo a borda.

O concreto asfáltico somente deve ser fabricado, transportado e aplicado quando a temperatura ambiente for superior a 10 °C.

---

## **5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS**

Os materiais constituintes do concreto asfáltico são: agregado graúdo, agregado miúdo, material de enchimento, filler, ligante asfáltico, e melhorador de adesividade, se necessário.

Os materiais utilizados devem satisfazer às normas pertinentes e às especificações aprovadas pela PMSJC/SP.

### **5.1. Cimento Asfáltico**

Podem ser empregados os seguintes cimentos asfálticos:

- CAP 30-45 ou CAP 50-70, classificação por penetração, atendendo ao especificado na Resolução nº 19, de 11/07/2005 e no regulamento técnico ANP nº 3/2005 de 11/07/2005 da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP; apresentada no Anexo 2;

Todo o carregamento de cimento asfáltico que chegar à obra deve apresentar por parte do fabricante ou distribuidor o certificado de resultados de análise dos ensaios de caracterização exigidos pela especificação, correspondente à data de fabricação, ou ao dia de carregamento para transporte com destino ao canteiro de serviço, se o período entre os dois eventos ultrapassar 10 dias.

Deve trazer também indicação clara da sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo e distância de transporte entre a refinaria e o canteiro de obra.

### **5.2. Agregados**

#### **5.2.1. Agregado Graúdo**

Deve constituir-se por pedra britada ou seixo rolado britado, apresentando partículas sãs, limpas e duráveis, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas. Deve atender aos seguintes requisitos:

- a) Desgaste Los Angeles igual ou inferior a 50%, conforme ABNT NBR NM 51;
- b) Admite-se excepcionalmente agregados com valores com índice de desgaste Los Angeles superior a 50% se:
  - Apresentarem comprovadamente desempenho satisfatório em utilização anterior; a degradação do agregado após a compactação

Marshall, com ligante IDml, e sem ligante IDm, determinada conforme método DNER ME 401, deve apresentar valores IDml  $\leq$  5% e IDm  $\leq$  8%.

- c) Quando obtidos por britagem de pedregulhos, 90% em massa dos fragmentos retidos na peneira no 4, de 4,8 mm, devem apresentar no mínimo uma face fragmentada pela britagem;
- d) Índice de forma apresentando partículas não cúbicas inferiores a 15%, conforme ABNT NBR 5564 Anexo A;
- e) Os agregados utilizados devem apresentar perdas inferiores a 12% quando submetidos à avaliação da durabilidade com sulfato de sódio, em cinco ciclos, conforme DNER ME 089.

### 5.2.2. Agregado Miúdo

Pode constituir-se por areia, pó de pedra ou mistura de ambos. Deve apresentar partículas individuais resistentes, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas. Deve ser atendido, ainda, o seguinte requisito:

- a) O equivalente de areia conforme ABNT NBR 12052 da mistura dos agregados miúdos, deve ser igual ou superior a 55%.

### 5.2.3. Material de Enchimento - Filler

O material de enchimento deve ser de natureza mineral finamente dividido, tal como cimento Portland, cal extinta, pós calcários, cinzas volantes entre outros, conforme DNER EM 367. Na aplicação, o filler deve estar seco e isento de grumos. A granulometria a ser atendida deve obedecer aos limites estabelecidos na Tabela 1.

TABELA 1 – GRANULOMETRIA DO FILLER		
Peneira de Malha Quadrada		Resíduo Asfáltico l/m <sup>2</sup>
ASTM	mm	
Nº 40	0,42	100
Nº 80	0,18	95-100
Nº 200	0,075	65-100

A cal hidratada deverá ser do tipo calcítica contendo no mínimo 60% de CaO e no máximo 5% de MgO.

### 5.2.4. Melhorador de Adesividade

A adesividade do ligante asfáltico aos agregados é determinada conforme os métodos ABNT NBR 12583 e ABNT NBR 12584. Quando não houver boa

adesividade deve-se empregar aditivo melhorador de adesividade na quantidade determinada na dosagem do produto.

### 5.3. Composição da Mistura

A faixa granulométrica a ser empregada deve ser selecionada em função da utilização prevista para o concreto asfáltico. Caso a mistura asfáltica seja utilizada como camada de rolamento, deve-se conferir especial atenção à seleção da granulometria de projeto, tendo em vista a obtenção de rugosidade que assegure adequadas condições de segurança ao tráfego.

A composição da mistura deve satisfazer aos requisitos apresentados na Tabela 2.

TABELA 2 – COMPOSIÇÃO DAS MISTURAS ASFÁLTICAS						
Peneira de Malha Quadrada		25,0	19,0	12,5	9,5	Tolerância
ASTM	mm	% em Massa, Passando				
1 ½"	37,5	100	100	100	100	± 2%
1"	25,0	90-100	100	100	100	± 2%
¾"	19,0	-	90-100	100	100	± 2%
½"	12,5	56-80	-	90-100	100	± 2%
3/8"	9,5	-	56-80	-	90-100	± 2%
Nº 4	4,75	29-59	35-65	44-74	55-85	± 2%
Nº 8	2,36	19-45	23-49	28-58	32-67	± 2%
Nº 50	0,30	5-17	5-19	5-21	7-23	± 2%
Nº 200	0,075	1-7	2-8	2-10	2-10	± 2%
Camadas		Ligação (Binder)	Ligação ou Rolamento	Rolamento	Reperfilagem	-
Espessura Máxima por camada executada (cm)		7,0	6,0	6,0	3,0	-

A curva granulométrica dos agregados deve se enquadrar em uma das faixas do quadro seguinte, com a tolerância de 2% em cada peneira. O percentual do ligante asfáltico deve ser o determinado pelo projeto da mistura e a tolerância será de no máximo 0,2% (absoluto).

---

## 1. OBJETIVO

Definir os critérios que orientam a execução, aceitação e recebimento de concreto asfáltico usinado a quente, em obras de infraestrutura viária sob a jurisdição da Prefeitura Municipal de São José dos Campos/SP.

---

## 2. DESCRIÇÃO

Concreto asfáltico é uma mistura executada a quente, em usina apropriada, com características específicas. É composta de agregado graduado, cimento asfáltico, e se necessário, material de enchimento, filler, e melhorador de adesividade, espalhada e compactada a quente. O concreto asfáltico pode ser empregado como revestimento, camada de ligação, binder, regularização ou reforço estrutural do pavimento.

---

## 3. ENSAIOS NECESSÁRIOS

Para o entendimento desta especificação técnica devem ser consultados os documentos seguintes em sua última versão:

- a) DNER-ME 043/95 – Misturas betuminosas a quente – Ensaio Marshall;
- b) DNER-ME 053/94 – Misturas Betuminosas – Percentagem de Betume;
- c) DNER-ME 089/94 – Agregados – Avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio;
- d) DNER-ME 117/94 – Mistura betuminosa – Determinação da densidade aparente;
- e) DNER-ME 401/99 – Agregados – determinação do índice de degradação de rochas após compactação Marshall, com ligante – IDML e sem ligante - IDM;
- f) DNER-PRO 164/94 – Calibração e controle de sistemas medidores de irregularidade de superfície de pavimento (Sistemas Integradores IPR/USP e *Maysmeter*);
- g) DNER-PRO 182/94 – Medição da irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores IPR/USP e *Maysmeter*;
- h) DNER-PRO 173/86 – Método de Nível e Mira para Calibração de Sistemas Medidores de Irregularidade Tipo Resposta;
- i) ABNT NBR NM 51 – Agregado graúdo – Ensaio de abrasão *Los Angeles*;
- j) ABNT NBR NM 248 – Agregados – Determinação da composição granulométrica;
- k) ABNT NBR 5564 – Via férrea – Lastro ferroviário – Requisitos e métodos de ensaio;
- l) ABNT NBR 6293 – Ligantes asfálticos – Determinação da ductilidade;
- m) ABNT NBR 6560 – Ligantes asfálticos – Determinação do ponto de amolecimento - Método do anel e bola;

O projeto da dosagem mistura deve atender aos seguintes requisitos:

- a) O tamanho máximo do agregado da faixa adotada deve ser inferior a 2/3 da espessura da camada compactada;
- b) A fração retida entre duas peneiras consecutivas, excetuadas as duas de maior malha de cada faixa, não deve ser inferior a 4% do total;
- c) A faixa de trabalho, definida a partir da curva granulométrica de projeto, deve obedecer a tolerância indicada para cada peneira na Tabela 2, porém, respeitando os limites da faixa granulométrica adotada;
- d) O projeto da mistura pela dosagem Marshall deve ser feito no mínimo a cada 6 meses, e todas as vezes que ocorrer alteração de algum dos materiais constituintes da mistura, a energia de compactação determinada através do número de golpes deve ser definida em projeto. O número de golpes padrão é 75 golpes por face do corpo de prova, podendo ser especificadas outras energias;
- e) Os parâmetros obtidos no ensaio Marshall para estabilidade, fluência, porcentagem de vazios e relação betume vazios devem atender aos limites apresentados na Tabela 3;
- f) O teor ótimo de ligante do projeto de mistura asfáltica deve atender a todos os requisitos da Tabela 3;
- g) Recomenda-se para a camada de rolamento a faixa 12,5 e para a camada de ligação (binder) a faixa 19,0;

**TABELA 3 – REQUISITOS PARA O PROJETO MISTURA ASFÁLTICA**

<b>Características</b>	<b>Método de Ensaio</b>	<b>Camadas de Rolamento e Reperfilagem</b>	<b>Camada de Ligação</b>
Estabilidade mínima, kN (75 golpes no Ensaio Marshall)	ABNT NBR 12891	8	8
Fluência (mm)	ABNT NBR 12891	2,0 a 4,0	2,0 a 4,0
Relação filler/ligante	-	0,6 a 1,4	0,6 a 1,4
% de Vazios (Índice de vazios)	-	3 a 5	4 a 6
Relação Betume Vazios – RBV (%)	-	65 a 78	65 a 75
Vazios do Agregado Mineral – VAM (%)	-	Ver Tabela 4	-
Resistência à Tração por Compressão Diametral Estática a 25°C, mínima, MPa	ABNT NBR 15087	0,80	0,65
Resistência a danos por	AASHTO T 283	70	-

Umidade Induzida, mínimo, %			
--------------------------------	--	--	--

- h)** As misturas asfálticas para camada de rolamento faixas 19,0 e 12,5, os vazios do agregado mineral, VAM, devem atender aos valores mínimos definidos em função do tamanho nominal máximo do agregado, conforme Tabela 4;
- i)** Recomenda-se que o teor ótimo de ligante situe-se abaixo do teor de ligante correspondente ao VAM mínimo, da dosagem Marshall;
- j)** As condições de vazios da mistura, na fase de dosagem podem ser verificadas por um dos procedimentos:

- Procedimento A

- Determinação da densidade efetiva através da densidade máxima teórica pelo método Rice, conforme ASTM D 2041.

- Procedimento B

- Determinação da densidade efetiva através da média entre a densidade aparente e densidade real agregado. Admite-se a como densidade efetiva do agregado ( $D_{ea}$ ) como sendo a média aritmética entre a  $D_1$  e  $D_2$ ;
- As densidades aparentes dos corpos de prova devem ser obtidas através do método DNER ME 117.

$$D_{ea} = \frac{D_1 + D_2}{2}$$

Onde:

$$D_1 = \frac{100}{\frac{P_1}{D_{SR1}} + \frac{P_2}{D_{SR2}} + \frac{P_3}{D_{SR3}}} \quad ; \quad D_2 = \frac{100}{\frac{P_1}{D_{SAp1}} + \frac{P_2}{D_{SR2}} + \frac{P_3}{D_{SR3}}}$$

Onde:

$P_1$  = porcentagem de agregado retido na peneira de abertura de 2,0 mm (%);

$P_2$  = porcentagem de agregado que passa na peneira de abertura de 2,0 mm, e fica retido na peneira de abertura na peneira de abertura de 0,075mm (%);

$P_3$  = porcentagem de agregado que passa na peneira de abertura de 0,075mm (%);

$D_{SR1}$  = densidade real do agregado retido na peneira de abertura de 2,0 mm;

$D_{SR2}$  = densidade real do agregado que passa na peneira de abertura de 2,0 mm, e fica retido na peneira de abertura de 0,075 mm;

$D_{SR3}$  = densidade real do agregado que passa na peneira de abertura de 0,075 mm;

$D_{SAp1}$  = densidade aparente do agregado que fica retido na peneira de abertura de 2,0 mm.

Tamanho Nominal Máximo do Agregado		VAM Mínimo (%)
ASTM	mm	Teor de Vazios = 4,0%
1 ½"	37,5	11
1"	25,0	12
¾"	19,0	13
½"	12,5	14
3/8"	9,5	15

\*Tamanho nominal máximo do agregado é definido com o diâmetro da peneira imediatamente superior àquela que retém mais que 10% dos agregados.

## 6. EQUIPAMENTOS

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser examinado e aprovado pela fiscalização da PMSJC/SP. O equipamento básico para a execução dos serviços de concreto asfáltico compreende as seguintes unidades:

### 6.1. Depósito para Cimento Asfáltico

Os depósitos para o cimento asfáltico devem ser capazes de aquecer o material conforme as exigências técnicas estabelecidas, atendendo aos seguintes requisitos:

- a) O aquecimento deve ser efetuado por meio de serpentinas a vapor, a óleo térmico, a eletricidade ou outros meios, de modo a não haver contato direto de chamas com o depósito; esses dispositivos também devem evitar qualquer superaquecimento localizado, e ser capaz de aquecer o cimento asfáltico a temperaturas limitadas;
- b) O sistema de recirculação para o cimento asfáltico deve garantir a circulação desembaraçada e contínua do depósito ao misturador, durante todo o período de operação;
- c) Todas as tubulações e acessórios devem ser dotados de isolamento térmico, a fim de evitar perdas de calor;
- d) A capacidade dos depósitos deve ser suficiente para, no mínimo, três dias de serviço.



- e) Os tanques de armazenamento do CAP devem ser do tipo vertical com fundo cônico, contendo um eixo vertical com no mínimo três níveis de agitação e sistema de retorno do CAP do fundo para o topo do tanque.

## **6.2. Depósito para Agregados**

Os agregados devem ser estocados convenientemente, isto é, em locais drenados, cobertos, dispostos de maneira que não haja mistura de agregados, preservando a sua homogeneidade e granulometria e não permitindo contaminações de agentes externos.

A transferência para silos de armazenamento deve ser feita o mais breve possível.

## **6.3. Silos para Agregados**

Os silos devem ter capacidade total de, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador e ser divididos em compartimentos, dispostos de modo a separar e estocar, adequadamente, as frações apropriadas do agregado. Cada compartimento deve possuir dispositivos adequados de descarga. Deve haver um silo adequado para filler, conjugado com dispositivos para sua dosagem.

A usina deve possuir, pelo menos quatro silos individuais para estocagem dos agregados.

## **6.4. Usina para Misturas Asfálticas**

Recomenda-se a utilização de usinas gravimétricas para a produção das misturas asfálticas com controle automatizado de pesagem e do tempo de mistura e sistema de peneiramento que classifica os agregados nos silos quentes.

A usina utilizada deve estar equipada com uma unidade classificadora de agregados, após o secador, dispor de misturador capaz de produzir uma mistura uniforme. Um termômetro, com proteção metálica e escala de 90 °C a 210 °C, com precisão de  $\pm 1$  °C, deve ser fixado no dosador de ligante ou na linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo à descarga do misturador. A usina deve ser equipada, além disso, com pirômetro elétrico, ou outros instrumentos termométricos aprovados, colocados na descarga do secador, com dispositivos para registrar a temperatura dos agregados, com precisão de  $\pm 5$  °C. A usina deve possuir termômetros nos silos quentes.

Pode, também, ser utilizada uma usina contínua do tipo contra fluxo com misturador externo tipo pugmill de eixo duplo na saída do secador ou tipo multi-paddle, equipadas com células de carga para controle de alimentação dos agregados e com sistema de alimentação do filler recuperado no filtro de mangas integrado o controle da usina.

A usina deve dispor de sistema de controle automático de injeção de CAP (flowmeter).

A usina deve possuir silos de agregados múltiplos, com pesagens dinâmicas individuais e, deve ser assegurada a homogeneidade das granulometrias dos diferentes agregados.

A usina deve possuir ainda uma cabine de comando e quadros de força. Tais partes devem estar instaladas em recinto fechado, com cabos de força e comandos ligados em tomadas externas especiais para esta aplicação. A operação de pesagem de agregados e do ligante asfáltico deve ser semiautomática com leitura instantânea e acumulada, por meio de registros digitais em display de cristal líquido. Devem existir potenciômetros para compensação das massas específicas dos diferentes tipos de ligantes asfálticos e para seleção de velocidade dos alimentadores dos agregados frios.

#### **6.5. Caminhão para Transporte da Mistura**

Os caminhões tipo basculante para o transporte do concreto asfáltico devem ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico ou solução de cal hidratada (3:1), de modo a evitar a aderência da mistura à chapa. Não é permitida a utilização de produtos susceptíveis à dissolução do ligante asfáltico, como óleo diesel, gasolina, entre outros. As caçambas devem ser providas de lona para proteção da mistura.

#### **6.6. Equipamento para Distribuição e Acabamento**

O equipamento de espalhamento e acabamento deve constituir-se de vibro-acabadoras, capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento definidos no projeto.

As vibro-acabadoras devem ser equipadas com parafusos sem fim, e com esqui eletrônico de 3 m para garantir o nivelamento adequado para colocar a mistura exatamente nas faixas, e devem possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para a frente e para trás. As vibroacabadoras devem estar equipadas com alisadores e dispositivos para aquecimento à temperatura requerida para a colocação da mistura sem irregularidade. Devem ser equipadas com sistema de vibração que permita pré-compactação na mistura espalhada.

No início da jornada de trabalho, a mesa deve estar aquecida, no mínimo, à temperatura definida pela especificação para descarga da mistura asfáltica.

A velocidade de avanço da vibroacabadora deve ser tal que seja evitado ao máximo a sua parada.

## **6.7. Equipamento para Compactação**

O equipamento para a compactação deve constituir-se por rolos pneumáticos com regulagem de pressão e rolo metálico liso, tipo tandem.

Os rolos pneumáticos, autopropulsionados, devem ser dotados de dispositivos que permitam a calibragem de variação da pressão dos pneus de 0,25 MPa a 0,84 MPa. É obrigatória a utilização de pneus calibragem uniformes, de modo a evitar marcas indesejáveis na mistura compactada.

O rolo metálico liso tipo tandem deve ter massa compatível com a espessura da camada.

O emprego dos rolos lisos vibratórios pode ser admitido desde que a frequência e a amplitude de vibração sejam ajustadas às necessidades do serviço.

O equipamento em operação deve ser suficiente para compactar a mistura de forma que esta atinja o grau de compactação exigido, enquanto esta se encontrar em condições de trabalhabilidade.

## **6.8. Ferramentas e Equipamentos Acessórios**

Devem ser utilizados, complementarmente, os seguintes equipamentos e ferramentas:

- a) Soquetes mecânicos ou placas vibratórias para a compactação de áreas inacessíveis aos equipamentos convencionais;
- b) Pás, garfos, rodos e ancinhos para operações eventuais.
- c) Vassouras rotativas, compressores de ar para limpeza da pista.
- d) Caminhão tanque irrigador para limpeza de pista.

---

## **7. EXECUÇÃO**

### **7.1. Preparo da Superfície**

A superfície deve apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais. Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados, previamente à aplicação da mistura.

A imprimação ligante ou pintura de ligação deve ser executada, obrigatoriamente, com a barra espargidora, respeitando os valores recomendados para taxa de ligante. Somente para correções localizadas ou locais de difícil acesso pode ser utilizada a caneta. A imprimação deve formar uma película homogênea e promover condições adequadas de aderência quando da execução do concreto asfáltico.

Quando a imprimação ou a pintura de ligação não tiverem condições satisfatórias de aderência, nova pintura de ligação deve ser aplicada previamente à distribuição da mistura.

No caso de desdobramento da espessura total de concreto asfáltico em duas camadas, a pintura de ligação entre estas pode ser dispensada se a execução da segunda camada ocorrer logo após a execução da primeira.

O tráfego de caminhões, para início do lançamento do concreto asfáltico, sobre a pintura de ligação só é permitido após o rompimento definitivo e cura do ligante aplicado.

A imprimação ligante deverá ser executada de acordo com o preconizado na especificação de serviço PMSJC ES-P14/19 – Imprimação Betuminosa Ligante.

## **7.2. Produção do Concreto Asfáltico**

O concreto asfáltico deve ser produzido em usinas apropriadas, conforme anteriormente especificado. A usina deve ser calibrada, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura.

Os agregados, principalmente os finos, devem ser homogeneizados com a pá carregadeira antes de serem colocados nos silos frios.

As aberturas dos silos frios devem ser ajustadas de acordo com a granulometria da dosagem e dos agregados para evitar sobras nos silos quentes, no caso de utilização de usina gravimétrica.

A temperatura do cimento asfáltico não modificado por polímero empregado na mistura deve ser determinada para cada tipo de ligante em função da relação temperatura-viscosidade. A temperatura conveniente é aquela na qual o cimento asfáltico apresenta uma viscosidade Brookfield, determinada conforme ASTM D 4402.

Os agregados devem ser aquecidos a temperaturas de 10 °C a 15 °C acima da temperatura do cimento asfáltico, sem ultrapassar 177 °C.

A carga dos caminhões deve ser feita de maneira a evitar segregação da mistura dentro da caçamba, 1º na frente, 2º na traseira e 3º no meio.

O início da produção na usina só deve ocorrer quando todo o equipamento de pista estiver em condições de uso, para evitar a demora na descarga na acabadora que pode acarretar diminuição da temperatura da mistura, com prejuízo da compactação.

O tempo decorrido entre a produção na usina e o seu esparrame na pista não deve exceder a três horas. Esse tempo pode ser superior, no caso de ser utilizado aditivo para mistura morna e a temperatura de usinagem ser inferior a 150°C.

A produção/hora deverá ser definida em função do tipo de mistura, umidade dos agregados e tipo de CAP, de modo a permitir a secagem dos agregados, homogeneidade da mistura e o adequado recobrimento dos agregados graúdos pelo CAP.

### **7.3. Transporte do Concreto Asfáltico**

O concreto asfáltico produzido deve ser transportado da usina ao local de aplicação, em caminhões basculantes, atendendo ao especificado no item 6.5 para que a mistura seja colocada na pista à temperatura especificada.

As caçambas dos veículos devem ser cobertas com lonas impermeáveis durante o transporte de forma a proteger a massa asfáltica da ação de chuvas ocasionais, da eventual contaminação por poeira e, especialmente, evitar a perda de temperatura e queda de partículas durante o transporte. As lonas devem estar bem fixadas na dianteira para não permitir a entrada de ar entre a cobertura e a mistura.

### **7.4. Distribuição da Mistura**

A distribuição do concreto asfáltico deve ser feita por equipamentos adequados, conforme especificado no item 6.6.

Deve ser assegurado, previamente ao início dos trabalhos, o aquecimento conveniente da mesa alisadora da acabadora à temperatura compatível com a da massa a ser distribuída. Deve-se observar que o sistema de aquecimento se destina exclusivamente ao aquecimento da mesa alisadora e nunca de massa asfáltica que eventualmente tenha esfriado em demasia.

Caso ocorram irregularidades na superfície da camada acabada, estas devem ser corrigidas de imediato pela adição manual da mistura, seu espalhamento deve ser efetuado por meio de ancinhos ou rodos metálicos. Esta alternativa deve ser, no entanto, minimizada, já que o excesso de reparo manual é nocivo à qualidade do serviço. A mistura deve apresentar textura uniforme, sem pontos de segregação.

Na partida da acabadora devem ser colocadas de 2 a 3 réguas, com a espessura do empolamento previsto, onde a mesa deve ser apoiada.

Na descarga, o caminhão deve ser empurrado pela acabadora, não se permitindo choques ou travamento dos pneus durante a operação.

O tipo de acabadora deve ser definido em função da capacidade de produção da usina, de maneira que esta esteja continuamente em movimento, sem paralisações

para esperar caminhões. Esta velocidade da acabadora deve estar sempre entre 2,5 e 10,0 m por minuto.

### **7.5. Compactação da Mistura**

A rolagem tem início logo após a distribuição do concreto asfáltico. A fixação da temperatura de rolagem condiciona-se à natureza da massa e às características do equipamento utilizado. Como regra geral, a temperatura de rolagem é a mais elevada que a mistura asfáltica pode suportar, temperatura esta fixada experimentalmente para cada caso, considerando-se o intervalo de trabalhabilidade da mistura e tomando-se a devida precaução quanto à espessura da camada, distância de transporte, condições do meio ambiente e equipamento de compactação.

A prática mais frequente de compactação de misturas asfálticas densas usinadas a quente contempla o emprego combinado de rolos pneumáticos de pressão regulável e rolo metálico liso tipo tandem, de acordo com as seguintes premissas:

- a)** Inicia-se a rolagem com uma passada com rolo liso;
- b)** Logo após, a passada com rolo liso, inicia-se a rolagem com uma passada do rolo pneumático atuando com baixa pressão;
- c)** À medida que a mistura for sendo compactada e houver conseqüente crescimento de sua resistência, seguem-se coberturas com o rolo pneumático, com incremento gradual da pressão;
- d)** O acabamento da superfície e correção das marcas dos pneus deve ser feito com o rolo tandem, sem vibrar;
- e)** A compactação deve ser iniciada pelas bordas, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista;
- f)** Cada passada do rolo deve ser recoberto na seguinte, em 1/3 da largura do rolo;
- g)** Durante a rolagem não serão permitidas mudanças de direção ou inversões bruscas de marcha, nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém rolado, ainda quente;
- h)** As rodas dos rolos devem ser ligeiramente umedecidas para evitar a aderência da mistura; nos rolos pneumáticos, devem ser utilizados os mesmos produtos indicados para a caçamba dos caminhões transportadores; nos rolos metálicos lisos, se for utilizada água, esta deve ser pulverizada, não se permitindo que escorra pelo tambor e acumule-se na superfície da camada.

A compactação através do emprego de rolo vibratório de rodas lisas, quando necessário, deve ser testada experimentalmente na obra, de forma a permitir a definição dos parâmetros mais apropriados à sua aplicação, como o número de coberturas, frequência e amplitude das vibrações. As condições de compactação da mistura exigidas anteriormente permanecem inalteradas.

Antes do início dos trabalhos deve ser executado um trecho experimental para definição da melhor metodologia de compactação, de modo a se obter o grau de compactação e o índice de vazios estabelecidos no projeto.

## **7.6. Juntas**

O processo de execução das juntas transversais e longitudinais deve assegurar condições de acabamento adequadas, de modo que não sejam percebidas irregularidades nas emendas.

Em vias de pista dupla é recomendado o uso de duas vibroacabadoras de modo que os panos adjacentes sejam executados simultaneamente.

Em vias em operação, devem ser evitados degraus longitudinais muito extensos, permitindo-se no máximo o resultante de uma jornada de trabalho. Na jornada de trabalho seguinte, a aplicação da massa asfáltica deve sempre começar no início do degrau remanescente da jornada de trabalho anterior.

No reinício dos trabalhos, deve-se realizar a compactação da emenda com o rolo perpendicular ao eixo, com 1/3 do rolo sobre o pano já compactado e os outros 2/3 sobre a massa recém aplicada.

Não é permitido o lançamento dos agregados graúdos provenientes da rastelagem na frente ou dentro da mesa da vibroacabadora. Esse material deve ser descartado.

## **7.7. Abertura ao Tráfego**

A camada de concreto asfáltico recém-acabada deve ser liberada ao tráfego somente quando a massa atingir a temperatura ambiente.

---

## **8. CONTROLE DE QUALIDADE**

Todos os materiais devem ser testados em laboratório, obedecendo às metodologias indicadas no item 3. Os insumos devem ser submetidos aos ensaios abaixo discriminados, executados na frequência e critérios de aceitação indicados na tabela do Anexo 1, 2 e 3.

### **8.1. Controle dos Materiais**

#### **8.1.1. Cimento Asfáltico**

Para todo carregamento que chegar à obra, devem ser realizados:

- a)** Um ensaio de penetração a 25° C, conforme ABNT NBR 6576;
- b)** Um ensaio de viscosidade Brookfield, conforme ASTM D 4402;
- c)** Um ensaio de ponto de fulgor, conforme ABNT NBR 11341;
- d)** Um ensaio de determinação de formação de espuma, quando aquecido a 177° C;

- e) Um ensaio de ponto de amolecimento, conforme ABNT NBR 6560.

Para cada 100 t:

- a) Um índice de susceptibilidade térmica, determinado pelos ensaios ABNT NBR 6576 e ABNT NBR 6560;
- b) Um ensaio de viscosidade Brookfield a diferentes temperaturas para o estabelecimento da curva viscosidade x temperatura, em no mínimo três pontos, conforme ASTM D 4402.

Para todo carregamento de cimento asfáltico que chegar a obra deve-se retirar uma amostra que será identificada e armazenada para possíveis ensaios posteriores.

### **8.1.2. Emulsão Asfáltica**

O controle da emulsão asfáltica deve ser realizado conforme descrito na especificação de serviço PMSJC ES-P14/19 – Imprimação Betuminosa Ligante.

### **8.1.3. Agregados**

Diariamente deve-se inspecionar a britagem e os depósitos, com o intuito de garantir que os agregados estejam limpos, isentos de pó e de outras contaminações prejudiciais.

Devem ser executadas as seguintes determinações:

- a) Abrasão Los Angeles, quando houver variação da natureza do material, conforme ABNT NBR NM 51;  
Caso agregado apresente abrasão superior a 50%, verificar a degradação do agregado após a compactação Marshall, com e sem ligante conforme DNER ME 40;
- b) Índice de forma e porcentagem de partículas lamelares, quando houver variação da natureza do material, conforme ABNT NBR 6954;
- c) Ensaio de durabilidade, com sulfato de sódio, em cinco ciclos, quando houver variação da natureza do material, conforme DNER ME 089;
- d) A adesividade dos agregados ao ligante asfáltico, conforme ABNT NBR 12583 e ABNT NBR 12584;
- e) Para agregado miúdo, determinar diariamente o equivalente de areia, conforme ABNT NBR 12052;
- f) Granulometria dos agregados nos silos quentes da usina gravimétrica a cada 8h de trabalho;
- g) Granulometria nos silos frios de todos dos agregados a cada 4h de trabalho;
- h) Determinação da umidade dos agregados nos silos frios a cada 4h de trabalho.



#### **8.1.4. Melhorados de Adesividade**

Quando a adesividade não for satisfatória e o melhorador de adesividade for incorporado na mistura, deve-se verificar novamente a adesividade conforme ABNT NBR 12583 e ABNT NBR 12584 e AASHTO 283.

### **8.2. Controle da Produção da Mistura Asfáltica**

#### **8.2.1. Controle de Temperatura**

O controle da temperatura da produção da mistura asfáltica deve ser realizado de acordo com os seguintes procedimentos:

- a) Temperatura dos agregados nos silos quentes;
- b) Temperatura do cimento asfáltico;
- c) Temperatura da massa asfáltica.

#### **8.2.2. Granulometria dos Agregados**

Devem ser executadas as seguintes análises granulométricas dos agregados, durante a produção da mistura:

- a) Granulometria do agregado de cada silo quente ou dos silos frios, quando tratar-se de usina tipo tambor secador misturador, conforme ABNT NBR NM 248;
- b) Granulometria do filler, conforme ABNT NBR NM 248;
- c) Se indicado a adição de filler no projeto da mistura, deve-se realizar inspeção rigorosa da quantidade do filler adicionado.

#### **8.2.3. Quantidade de Ligante, Granulometria da Mistura e Características Marshall e Porcentagens de Vazios**

Devem ser executados os seguintes ensaios para controle da quantidade de ligante, granulometria da mistura e verificação dos parâmetros Marshall:

- a) Extração de asfalto, preferencialmente através do forno de ignição, conforme ASTM D 6307 ou DNER ME 053, ou ensaio de extração por refluxo, Soxhlet de 1.000 ml, conforme ASTM D 2172;
- b) Granulometria da mistura asfáltica com material resultante das extrações da alínea a, conforme ABNT NBR NM 248;
- c) Ensaio Marshall, conforme ABNT NBR 12891, com no mínimo 6 corpos-de-prova; devem ser destinados 3 corpos de prova ao ensaio de tração por compressão diametral a 25 °C, conforme ABNT NBR 15087; nos outros 3 corpos-de-prova deve-se determinar a fluência, a estabilidade e as porcentagens de vazios da mistura: Vv, RBV, VAM;
- d) Ensaio RICE conforme ASTM D 2041, a cada 4h de produção.

### **8.3. Controle da Aplicação e Destinação da Mistura Asfáltica**

O controle da aplicação da mistura asfáltica deve ser efetuado através dos procedimentos descritos em seguida.

#### **8.3.1. Temperaturas**

Devem ser executadas as seguintes leituras de temperaturas na massa asfáltica na pista:

- a) Temperatura da massa asfáltica no caminhão transportador;
- b) Temperatura da massa asfáltica na saída da vibroacabadora.

#### **8.3.2. Quantidade de Ligante e Granulometria da Mistura**

Devem ser executadas as seguintes determinações:

- a) Extração de asfalto, preferencialmente através do forno de ignição, conforme ASTM D 6307 ou DNER ME 053, ou ensaio de extração por refluxo Soxhlet de 1.000 ml, conforme ASTM D 2172;
- b) Análise granulométrica da mistura de agregados, com material resultante das extrações da alínea a, de no mínimo 1.000 g, conforme ABNT NBR NM 248.

#### **8.3.3. Controle da Compactação**

A cada 100 m de faixa de rolamento de massa compactada, deve ser obtida uma amostra indeformada extraída com sonda rotativa, em local aproximadamente correspondente à trilha de roda externa, na faixa externa. De cada amostra extraída com sonda rotativa deve ser determinada a respectiva densidade aparente, conforme DNER ME 117.

#### **8.3.4. Destinação**

Os locais de aplicação da mistura devem estar sempre associados às datas de produção e com os respectivos ensaios de controle tecnológico.

### **8.4. Controle Geométrico e de Acabamento**

#### **8.4.1. Controle de Espessura e Cotas**

A espessura da camada e as diferenças de cotas de concreto asfáltico deve ser avaliada nos corpos de prova extraídos com sonda rotativa ou pelo nivelamento da seção transversal, a cada 20 m.

Devem ser nivelados os pontos para as camadas de rolamento ou binder no eixo, bordas e em dois pontos intermediários, e, para as camadas de regularização, no eixo, bordas e trilhas de roda.

#### **8.4.2. Controle da Largura e Alinhamentos**

A verificação do eixo e das bordas deve ser feita durante os trabalhos de locação e nivelamento nas diversas seções correspondentes às estacas da locação. A largura da plataforma acabada deve ser determinada por medidas à trena executadas pelo menos a cada 20 m.

#### **8.4.3. Controle de Acabamento da Superfície**

Devem ser executados os seguintes procedimentos para controle de acabamento da superfície:

- a) 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 3,00 m e outra de 1,20 m, colocadas respectivamente em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada;
- b) O acabamento longitudinal, para pavimentos novos, será avaliado pela irregularidade longitudinal da superfície, em cada faixa de tráfego; a irregularidade da superfície deve ser verificada por aparelhos medidores de irregularidade tipo resposta devidamente calibrados, conforme DNER PRO 164, DNER PRO 182 e DNER ES 173; o QI será determinado para cada trecho de 320 m ou nos locais indicados pela fiscalização; opcionalmente, poderá ser empregado o perfilômetro a laser que determina o IRI – *International Roughness Index*.

#### **8.5. Condições de Segurança**

As condições de segurança serão determinadas pela macrotextura do revestimento asfáltico, conforme ASTM E 1854, através de ensaios de mancha de areia, espaçados a cada 100 m, por faixa de rolamento e a microtextura pelo pêndulo britânico, conforme ASTM E 303.

#### **8.6. Deflexões**

Deve-se verificar as deflexões recuperáveis máximas (D0) da camada a cada 20 m por faixa alternada e 40 m na mesma faixa, através da viga *Benkelman*, conforme DNER ME 024, ou FWD, *Falling Weight Deflectometer*, de acordo com DNER PRO 273.

---

### **9. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO**

A medição do serviço de concreto asfáltico, executado e recebido na forma descrita, será medido e pago por volume de mistura aplicada e compactada, expressa em metro cúbico (m<sup>3</sup>), para qualquer uma das camadas, ou seja, camada de rolamento, camada de ligação ou de nivelamento.

O pagamento será feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representará a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão de obra, equipamentos, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

## ANEXO 1 – CRITÉRIOS DE CONTROLE TECNOLÓGICOS E ACEITAÇÃO

CONTROLE DE MATERIAIS			
ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
<b>CIMENTO ASFÁLTICO</b>			
Penetração (100g, 5s, 25°C) ABNT NBR 6576	1 ensaio para todo carregamento que chegar à obra	Resultados individuais	Ver especificação dos Cimentos Asfálticos no Anexo 2.
Viscosidade <i>Brookfield</i> ASTM D 4402			
Ponto de Fulgor ABNT NBR 11341			
Formação de Espuma Aquecido a 177 °C			
Ponto de amolecimento ABNT NBR 6560			
Índice de Susceptibilidade Térmica ABNT NBR 6576 ABNT NBR 6560	1 ensaio para cada 100 t		
Viscosidade <i>Brookfield</i> a diferentes temperaturas para o estabelecimento da curva viscosidade x temperatura ASTM D 4402			
<b>AGREGADO GRAÚDO</b>			
Abrasão Los Angeles ABNT NBR NM 51	1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza	Resultados individuais	< 50%

	do material.		
Se Abrasão Los Angeles for superior a 50%, verificar degradação do agregado após compactação Marshall DNER ME 401	1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material.	Resultados individuais	Se apresentarem desempenho satisfatório em utilização anterior e $ID_{ml} \leq 5\%$ $ID_m \leq 8\%$
Índice de Forma e Partículas Lamelares ABNT NBR 5564 Anexo A	1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material.	Resultados individuais	Não cúbicas inferior a 15%
Durabilidade com Sulfato de Sódio, em 5 Ciclos DNER ME 089	1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material.	Resultados individuais	$\leq 12\%$
Adesividade ao Ligante Betuminoso ABNT NBR 12583 ABNT NBR 12584	Em todo carregamento que cimento asfáltico que chegar na obra e sempre que houver variação da natureza dos materiais.	Resultados individuais	Adesividade satisfatória, Adesividade insatisfatória empregar melhorador.

#### MELHORADOR DE ADESIVIDADE

Verificação da Adesividade ABNT NBR 12583 ABNT NBR 12584	1 ensaio logo após o emprego do melhorador de adesividade.	Resultados individuais	Adesividade satisfatória.
----------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------	------------------------	---------------------------

#### AGREGADO MIÚDO

Equivalente Areia de cada fração do agregado miúdo ABNT NBR 12052	1 ensaio por jornada de trabalho e sempre que houver variação da natureza do agregado.	Resultados individuais	$\geq 55\%$
----------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------	------------------------	-------------

#### CONTROLE DE PRODUÇÃO

ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
<b>TEMPERATURAS</b>			
Temperatura nos silos quentes. Termômetro bimetálico com precisão de 2 °C	2 determinações de cada silo por jornada de 8 h de trabalho	Resultados individuais	Ver especificação dos Cimentos Asfálticos no Anexo 2.
Temperatura do cimento asfáltico, antes da entrada do misturador. Termômetro bimetálico com precisão de 2 °C	2 determinações por jornada de 8 h de trabalho	Resultados individuais	Devem estar e situadas na faixa desejável, definida em função da curva viscosidade x temperatura definida na dosagem e inferior a 177 °C.
Temperatura da Massa Asfáltica, na saída da usina Termômetro bimetálico com precisão de 5 °C	Determinação de todo caminhão carregado na saída da usina	Resultados individuais	Suficientemente elevada para suportar eventuais perdas de calor, e chegar a obra com temperatura compatível para sua aplicação, podendo variar entre ± 5 °C da especificada pelo projeto de mistura.
<b>GRANULOMETRIA DOS AGREGADOS</b>			
Granulometria do agregado, de cada silo quente, ou frio (usina tipo tambor-secador-misturador) ABNT NBR NM 248	2 determinações de cada agregado por jornada de 8 h de trabalho	<u>Controle Bilateral</u> $\bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$ e $\bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Aceita, quando as variações (LIE e LSE) estiverem compreendidas entre os limites da faixa de trabalho, definida a partir da curva de projeto.
Granulometria do material de enchimento (Filler) ABNT NBR NM 248	1 determinação por jornada de 8 h de trabalho	<u>Controle Bilateral</u> $\bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$ e $\bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Aceita, quando as variações (LIE e LSE) estiverem compreendidas entre os limites da faixa definida na Tabela 1.
<b>QUANTIDADE DE LIGANTE, GRANULOMETRIA DA MISTURA, PORCENTAGEM DE VAZIOS, ESTABILIDADE, FLUÊNCIA E RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO DIÂMETRAL ESTÁTICA</b>			
Extração de Ligante ASTM D 6307 DNER ME 053 ASTM D 2172	Quantas vezes forem necessárias para calibração da usina. Quando houver	<u>Controle Bilateral</u> $\bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$ e $\bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$	± 0,3% do teor ótimo de projeto.

	indícios de falta e excesso no teor de betume. No mínimo 2 ensaios por jornada de 8 h de trabalho.	Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	
Volume de Vazios totais Vv (%)	2 determinações por jornada de 8 h de trabalho.	<u>Controle Bilateral</u> $\bar{X} - K_1 S \geq LIE$ e $\bar{X} + K_1 S \leq LSE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Camada de rolamento e reperfilagem: 3 a 5% Camada de binder: 4 a 6%
Relação de Betume Vazios RBV (%)			Camada de Rolamento e reperfilagem: 65 a 80% Camada de binder: 65 a 75%
Fluência DNER-ME 043/95			8 a 16 (0,01") 2 a 4 (mm)
Estabilidade min., KN (75 golpes no Ensaio Marshall) DNER-ME 043/95	2 determinações por jornada de 8 h de trabalho.	<u>Controle Unilateral</u> $\bar{X} - K_1 S \geq LIE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	≥ 8
Resistência a compressão diametral estática a 25° C, MPa, mínima ABNT NBR 15087	2 determinações por jornada de 8 h de trabalho.	<u>Controle Unilateral</u> $\bar{X} - K_1 S \geq LIE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Camada de rolamento e reperfilagem ≥ 0,80 Camada de binder ≥ 0,65
Densidade teórica RICE ASTM D 2041	2 determinações por jornada de 8 h de trabalho.		

#### CONTROLE DA EXECUÇÃO

ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
--------	------------	---------------------	-----------------------

#### TEMPERATURAS

Temperatura da massa ao chegar na pista, medida imediatamente antes de aplicação.  Termômetro bimetalico com precisão de 5 °C	De todo caminhão carregado que chegar à pista	Resultados individuais	Poderá variar ± 5 °C da indicada para início da rolagem.
Temperatura da massa asfáltica, no momento do	De cada descarga efetuada	Resultados individuais	Dentro da faixa de tolerância para compactação da

espalhamento e no início da compactação. Termômetro bimetálico com precisão de 5 °C			massa asfáltica.
----------------------------------------------------------------------------------------	--	--	------------------

### QUANTIDADE DE LIGANTE E GRANULOMETRIA DA MISTURA

Extração de Ligante ASTM D 6307 DNER ME 053 ASTM D 2172	2 extrações por jornada de 8 h de trabalho	<u>Controle Bilateral</u> $X = \bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$ e $X = \bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$	± 0,3% do teor ótimo de projeto.
Análise granulométrica (com material resultante da extração com massa igual ou superior a 1.000 g) ABNT NBR NM 248	2 ensaios por jornada de 8 h de trabalho	Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Aceita, quando as variações (LIE e LSE) estiverem compreendidas entre os limites da faixa de trabalho, definida a partir da curva de projeto.
Extração de amostra indeformada. Determinar a densidade aparente do corpo de prova de cada corpo de prova extraído e correspondente e o grau de compactação. Extração com sonda rotativa DNER ME 117	A cada 100 m de faixa de rolamento compactada	Média $GC_1 = \frac{100 \times d_{pista}}{d_{projeto}}$ ou $GC_2 = \frac{100 \times d_{pista}}{d_{mt}}$	O grau de compactação é aceito se: A média de $GC_1 \geq 97\%$ ou A média de $GC_2 \geq 92\%$ .

### CONTROLE GEOMÉTRICO E ACABAMENTO

ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
<b>GEOMÉTRICO</b>			
Determinação da espessura através de corpos de prova extraídos. Extração com sonda rotativa, e determinação da espessura com paquímetro.	A cada 100 m de faixa de rolamento compactada.	<u>Controle Bilateral</u> $X = \bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$ e $X = \bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	± 5% da espessura de projeto e não possuir valores individuais fora do intervalo de ± 10% em relação da espessura de projeto.
Espessura Relocação e nivelamento topográfico.	A cada 20 m, no eixo, bordas e dois pontos intermediários, camada	<u>Controle Bilateral</u> $X = \bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$ e	± 5% da espessura de projeto e não possuir valores individuais fora do intervalo de ± 10% em relação da espessura de



	de rolamento. A cada 20 m, no eixo, bordas e trilhas de roda, camada de ligação.	$\bar{X} + K_1 S \leq LSE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	projeto.
Cota Relocação e nivelamento topográfico.		Resultados individuais	-2 cm a +1 cm da cota de projeto.
Largura da plataforma, desvios dos alinhamentos Medidas de trena	A cada 20 m	Resultados individuais	No máximo +5 cm.

#### ACABAMENTO

Nivelamento com 2 réguas, uma de 3,0 m e outra de 1,2 m, colocadas respectivamente em ângulo reto e paralelamente ao eixo da pista. Réguas	A cada 20 m	Resultados individuais	A variação da superfície em dois pontos quaisquer de contato deve ser < 0,5 cm.
Irregularidade longitudinal, para camada de rolamento dos pavimentos novos DNER PRO 164 DNER PRO 182 DNER PRO 173	Em cada faixa de rolamento, determinado a cada trecho de 320 m, ou nos locais indicados pela fiscalização	Resultados individuais	QI ≤ 35 contagens/km

De modo geral as juntas executadas devem apresentar-se homogêneas ao conjunto da mistura, isentas de desníveis e de saliências. A superfície deve apresentar desempenada, não deve conter marcas indesejáveis do equipamento de compactação e ondulações de variações decorrentes da carga da vibroacabadora.

#### CONDIÇÕES DE SEGURANÇA

ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
Determinar a macrotextura, para camadas de rolamento, através do ensaio de macha de areia. ASTM E 1845	Uma determinação a cada 100 m	Resultados individuais	Altura da areia situada entre 0,6 mm a 1,2 mm.
Determinar a microtextura, para camadas de rolamento, através do ensaio de pêndulo britânico.	Uma determinação a cada 100 m	Resultados individuais	≥ 47

ASTM E 303			
------------	--	--	--

**DEFLEXÕES**

ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
Determinação deflectométrica, D <sub>0</sub> e D <sub>25</sub> Viga Benkelman DNER ME 24 FWD DNER PRO 273	A cada 20 m por faixa alternada, a cada 40 m na mesma faixa, determinar D <sub>0</sub> ;  A cada 80 m determinar D <sub>25</sub>	<u>Controle Unilateral</u>  $X = \bar{X} + KS \leq LSE$  Análise de no mínimo 15 determinações	A deflexão característica de cada sub-trecho deve ser a estabelecida em projeto.

**CONTROLE ESTATÍSTICO**

Média Aritmética da Amostra ( $\bar{X}$ )	Desvio-Padrão da Amostra (S)
$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$	$S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{N-1}}$
Controle pelo Limite Inferior	Controle pelo Limite Superior
$X = \bar{X} - KS \geq LIE$	$X = \bar{X} + KS \leq LSE$
Controle pelo Limite Inferior e Superior	
$X = \bar{X} - K_1 S \geq LIE$	e $X = \bar{X} + K_1 S \leq LSE$

Onde:

**X<sub>i</sub>** = valor individual da amostra

**N** = nº de determinações efetuadas

**K** = coeficiente unilateral tabelado em função do número de amostras

**K<sub>1</sub>** = coeficiente bilateral tabelado em função do número de determinações

**LSE** = limite superior especificado

**LIE** = limite inferior especificado

**VALORES K – TOLERÂNCIA UNILATERAL E K1 TOLERANCIA BILATERAL**

N	K	K1	N	K	K1	N	K	K1
4	0,95	1,34	10	0,77	1,12	25	0,67	1,00
5	0,89	1,27	12	0,75	1,09	30	0,66	0,99

<b>6</b>	0,85	1,22	<b>14</b>	0,73	1,07	<b>40</b>	0,64	0,97
<b>7</b>	0,82	1,19	<b>16</b>	0,71	1,05	<b>50</b>	0,63	0,96
<b>8</b>	0,80	1,16	<b>18</b>	0,70	1,04	<b>100</b>	0,60	0,92
<b>9</b>	0,78	1,14	<b>20</b>	0,69	1,03	<b>Infinito</b>	0,52	0,84

## ANEXO 2 – CIMENTO ASFÁLTICO

ENSAIO	UNIDADE	LIMITES	
		CAP 30-45	CAP 50-70
Penetração (100g, 5s, 25 °C) ABNT NBR 6576 ASTM D 5	0,1 mm	30-45	50-70
Ponto de Amolecimento, mín. ABNT NBR 6560 ASTM D 36	°C	52	46
Viscosidade Brookfield - A 135 °C, SP 21 mín. 20 rpm - A 150 °C, SP 21 mín. - A 177 °C, SP 21 mín. ASTM D 4402	cP	374 203 76-285	274 112 57-285
Índice de Susceptibilidade Térmica	-	(-1,5) a (+0,7)	(-1,5) a (+0,7)
Ponto de Fulgor, mín. ABNT NBR 11341 ASTM D 92	°C	235	235
Solubilidade em Tricloroetileno, mín. ABNT NBR 14855 ASTM D 2042	% massa	99,5	99,5
Ductilidade a 25 °C, mín. ABNT NBR 6293 ASTM D 113	Cm	60	60
Efeito do calor e do ar (RTFOT) a 163 °C, 85 min.			
Varição em massa, máx. ASTM D 2872	%	0,5	0,5
Ductilidade a 25 °C, mín. ABNT NBR 6293 ASTM D 113	cm	10	20
Aumento do ponto de amolecimento, máx. ABNT NBR 6560	°C	8	8

ASTM D 36			
Penetração retida, min.			
ABNT NBR 6576	%	60	55
ASTM D 5			

Observações:

$$\text{Índice de Susceptibilidade Térmica} = \frac{(500) (\log \text{PEN}) + (20) (T^{\circ}\text{C}) - 1951}{120 - (50) \log \text{PEN} + (T^{\circ}\text{C})}$$

Onde: (T °C) = ponto de amolecimento; PEN = penetração a 25 °C, 100 g, 5 seg.

A variação em massa (%) é definida como:  $AM = \frac{M_{\text{inicial}} - M_{\text{final}}}{M_{\text{final}}} \times 100$

Onde:  $M_{\text{inicial}}$  = massa antes do ensaio RTFOT;  $M_{\text{final}}$  = massa após o ensaio RTFOT

A penetração retida é definida como:  $\text{PEN}_{\text{retida}} = \frac{\text{PEN}_{\text{final}}}{\text{PEN}_{\text{inicial}}} \times 100$

Onde:  $\text{PEN}_{\text{inicial}}$  = penetração antes do ensaio RTFOT;  $\text{PEN}_{\text{final}}$  = penetração após o ensaio RTFOT

# **PMSJC ES-P21/19**

## **Sub-base de Macadame Seco**

---

### **1. OBJETIVO**

Definir os critérios que orientam a execução, aceitação e recebimento de sub-base de macadame seco, em obras de infraestrutura viária sob a jurisdição da Prefeitura Municipal de São José dos Campos/SP.

---

### **2. DESCRIÇÃO**

A sub-base de macadame seco é constituída por agregados graúdos, naturais ou britados. Seus vazios são preenchidos a seco por agregados miúdos, cuja estabilização é obtida pela ação da energia de compactação.

Camada de bloqueio ou isolamento é a parte inferior da camada de macadame seco, limitada à espessura de 0,04 m após a compactação, constituídos por finos da britagem, aplicada nos casos que a camada subjacente ao macadame seco é constituída por solos com mais de 35% passando na peneira 200.

---

### **3. ENSAIOS NECESSÁRIOS**

Para o entendimento desta especificação técnica devem ser consultados os documentos seguintes em sua última versão:

- a) ABNT NBR NM 51 – Agregado Graúdo – Ensaio de abrasão “Los Angeles”;
- b) ABNT NBR NM 248 – Agregados – Determinação da Composição Granulométrica;
- c) DNER-ME 089 – Agregado Graúdo – Avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio;
- d) ABNT NBR 6459 Solos – Limite de Liquidez;
- e) ABNT NBR 7180 Solos – Limite de Plasticidade;
- f) ABNT NBR 12052 – Agregado Miúdo – Determinação do equivalente de areia;
- g) DNIT-ME 024 - Pavimento – Determinação das deflexões pela viga Benkelman;
- h) DNER PRO 273 – Determinação das deflexões pelo FWD, Falling Weight Deflectometer.

### **4. CONDIÇÕES GERAIS**

Não é permitida a execução dos serviços em dias de chuva.

A camada de macadame seco não poderá ser utilizada como base da estrutura de pavimento.

A camada de sub-base de macadame seco só pode ser executada quando a camada subjacente estiver liberada, quanto aos requisitos de aceitação de materiais e execução.

A superfície deve estar perfeitamente limpa, desempenada e sem excessos de umidade antes da execução da sub-base de macadame seco.

Durante todo o tempo de execução da camada, os materiais e os serviços devem ser protegidos contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da executante a responsabilidade desta conservação.

Não é admitida a complementação da espessura desejada pela adição excessiva de finos, os quais, acumulados sobre o agregado graúdo, possibilitam o aparecimento de trincas, escorregamentos e deformações no revestimento.

Quando se desejar camadas de sub-bases de espessura superior a 20 cm, os serviços devem ser executados em mais de uma camada de espessuras iguais.

No caso de construção em meia pista, é obrigatório o uso de formas ao longo do eixo da estrada; as formas devem ser metálicas ou de madeira, tendo estas últimas espessuras de no mínimo 5 cm.

---

## **5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS**

### **5.1. Materiais**

#### **5.1.1. Agregado Graúdo**

O agregado graúdo deve constituir-se por pedra britada tipo rachão, produto total da britagem primária, constituído de fragmentos duros duráveis, livres de excesso de partículas lamelares, alongadas, macias ou de fácil desintegração, matéria orgânica e outras substâncias ou contaminações prejudiciais. O agregado graúdo deve atender aos seguintes requisitos:

- a) O diâmetro máximo do agregado deve estar compreendido entre  $1/2$  e  $2/3$  da espessura final da camada. No entanto devido ao processo de obtenção da pedra rachão, admite-se um percentual de até 10% de agregado com granulometria entre 4" e 6". O agregado graúdo deve satisfazer a faixa granulométrica da Tabela 1:

TABELA 1 – FAIXAS GRANULOMÉTRICAS		
PENEIRA DE MALHA QUADRADA		% EM MASSA, PASSANDO
ASTM	mm	I
6"	152,4	100
4"	101,6	90-100
3"	76,2	65-80
2"	50,8	15-55
1"	25,4	5-30
½"	12,7	2-18
Nº 4	4,8	0-15

- b) A perda no ensaio de durabilidade conforme DNER ME 089, em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio, deve ser inferior a 20%, e com sulfato de magnésio inferior a 30%;
- c) Desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles, conforme NBR NM 51, deve ser inferior a 50%.

#### 5.1.2. Agregado para Material de Enchimento e Camada de Isolamento ou Bloqueio

O material de enchimento e da camada de isolamento deve constituir-se por produto de britagem com 50% do material com granulometria entre ¾" (19,1 mm) e 3/8" (9,5 mm) e 50% do material com granulometria inferior a 3/8", de forma a permitir o travamento da camada de pedra rachão e evitar a penetração no material do subleito.

O agregado deve atender os seguintes requisitos:

- a) A perda no ensaio de durabilidade conforme DNER ME 089, em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio, deve ser inferior a 20%, e com sulfato de magnésio inferior a 30%;
- b) O equivalente de areia, conforme NBR 12052, deve ser igual ou superior a 55%;
- c) A fração que passa na peneira de abertura 0,42 mm (nº 40), deve apresentar limite de liquidez, conforme NBR 6459, igual ou inferior a 25% e índice de plasticidade inferior ou igual a 6%.

## 6. EQUIPAMENTOS

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser examinado e aprovado pela fiscalização da PMSJC/SP. O equipamento básico para a execução da sub-base de macadame seco compreende as seguintes unidades:

- a) Caminhão basculante;
- b) Pá-carregadeira;
- c) Motoniveladora ou trator esteira equipado com lâmina;
- d) Rolo compactador tio pé de carneiro;
- e) Rolo liso autopropelido, vibratório;
- f) Compactadores portáteis vibratórios ou sapo mecânico;
- g) Equipamentos e ferramentas complementares, pás, carrinhos de mão, vassourões ou vassouras mecânicas.

---

## **7. EXECUÇÃO**

### **7.1. Camada de Isolamento ou Bloqueio**

A camada de isolamento aplica-se aos casos em que o macadame seco é executado diretamente sobre o material que apresente mais do que 35%, em peso, passando na peneira de abertura de 0,074 mm, nº 200. Sua execução tem por objetivo evitar que o agregado graúdo penetre no material subjacente e que, como consequência, os finos existentes sejam bombeados e venham a contaminar a camada a executar.

Esta camada deve ser executada na largura da pista e deve possuir espessura de 4,0 cm após a compactação, com tolerância de mais um centímetro.

O espalhamento do material de bloqueio deve ser executado por motoniveladora. A acomodação da camada deve ser feita pela compactação, com emprego de rolo estático liso, preferencialmente, em uma ou, no máximo, duas coberturas.

### **7.2. Camada de Agregado Graúdo**

O agregado graúdo deve ser espalhado em uma camada uniformemente distribuída, obedecendo aos alinhamentos e perfis projetados. A espessura solta dos agregados deve ser constante e suficiente para que seja obtida a espessura especificada após compactação.

O espalhamento pode ser feito com motoniveladora ou trator de esteira com lâmina.

Após o espalhamento do agregado graúdo, deve-se executar a verificação do greide e da seção transversal com cordéis ou gabaritos; caso ocorra deficiência ou excesso de material, deve-se efetuar a correção pela adição ou remoção do material. No caso de existir deficiência de material, utilizar sempre agregado graúdo, sendo vetado o uso de agregado miúdo.

Efetuada as correções necessárias, deve ser obtida a acomodação do material graúdo, previamente ao lançamento do material de enchimento, pela passagem do rolo liso sem vibrar.



### **7.3. Operações de Enchimento e Acabamento**

O material de enchimento, o mais seco possível, e obedecendo a faixa granulométrica especificada, deve ser espalhado com motoniveladora sobre a camada de agregado graúdo, de modo a preencher os vazios deste já parcialmente compactado.

Após a distribuição do material de enchimento, a camada deve ser compactada com uso de rolo liso vibratório, para forçar a penetração do material nos vazios do agregado graúdo.

Nos trechos em tangente, a compactação deve partir sempre das bordas para o eixo, e, nas curvas, da borda interna para a externa. Em cada passada, o equipamento utilizado deve recobrir ao menos a metade da faixa anteriormente compactada.

Em lugares inacessíveis ao equipamento de compactação, ou onde seu emprego não seja recomendável, a compactação requerida deve ser feita com compactadores portáteis, manuais ou sapos mecânicos.

A aplicação do material de enchimento deve ser feita uma ou mais vezes, até se obter um bom preenchimento, evitando-se o excesso superficial.

Logo após a completa compactação da camada, deve ser feita nova verificação na superfície para verificar a ocorrência de excesso ou deficiência de material de enchimento. Constatado o excesso ou falta de finos, deve-se realizar as correções necessárias da seguinte forma:

- Se houver deficiência de finos, deve-se processar o espalhamento da segunda camada de material de enchimento;
- Se houver excesso de finos, deve-se processar a remoção do material excedente por meios manuais ou mecânicos, utilizando-se ferramentas auxiliares, tais como: pá, enxada, rastelo ou vassoura mecânica.

A compactação deve prosseguir até se obter um bom entrosamento dos agregados componentes da camada de macadame seco.

### **7.4. Abertura ao Tráfego**

Concluída a compactação, a camada deve ser aberta ao tráfego da obra e usuários, de forma controlada e direcionada, mantendo-se a superfície umedecida. Esta etapa deve estender-se por período suficiente, que permita a verificação de eventuais problemas localizados de travamento deficiente. Caso ocorram deficiências de travamento, devem ser executadas as correções pertinentes.

---

## **8. CONTROLE DE QUALIDADE**

Todos os materiais devem ser testados em laboratório, obedecendo às metodologias indicadas no item 3. Os insumos devem ser submetidos aos ensaios abaixo discriminados, executados na frequência e critérios de aceitação indicados na tabela do Anexo 1.

### **8.1. Controle dos Materiais**

#### **8.1.1. Agregado Graúdo**

Devem ser executados os seguintes ensaios:

- a) Durabilidade com sulfato de sódio e magnésio, em cinco ciclos, conforme DNER ME 089;
- b) Abrasão Los Angeles, conforme NBR NM 51;
- c) Análise Granulométrica, conforme NBR 248.

#### **8.1.2. Agregado para Enchimento e Camada de Isolamento**

Devem ser executados os seguintes ensaios nos materiais utilizados para as camadas de enchimento ou isolamento:

- a) Durabilidade com sulfato de sódio em cinco ciclos, conforme DNER ME 089;
- b) Equivalente de areia, determinado conforme NBR 12052;
- c) Análise Granulométrica, conforme NBR 248;
- d) Na fração que passa na peneira de abertura 0,42 mm, nº 40, realizar: um ensaio de limite de liquidez, determinado conforme NBR 6459, e um ensaio de limite de plasticidade, conforme NBR 7180.

### **8.2. Controle de Execução**

O controle da execução da sub-base de macadame seco deve ser realizado através de inspeção visual, com:

- a) Verificação da uniformidade e espessura da camada de bloqueio, em cada faixa compactada;
- b) Verificação das condições de compactação do macadame seco efetuada visualmente, em cada faixa compactada;
- c) Constatação de que eventuais pontos fracos, observados após a liberação do tráfego, foram corrigidos.

### **8.3. Controle Geométrico e de Acabamento**

#### **8.3.1. Controle de Espessuras e Cotas**

A relocação e o nivelamento do eixo e das bordas devem ser executados a cada 20 m e, devem ser nivelados os pontos no eixo, bordas e dois pontos intermediários.

A espessura da camada e as diferenças de cotas devem ser determinadas pelo nivelamento da seção transversal a cada 20 m, conforme nota de serviço.

### 8.3.2. Controle da Largura e Alinhamentos

A verificação do eixo e bordas deve ser feita durante os trabalhos de locação e nivelamento nas diversas seções correspondentes às estacas da locação. A largura da plataforma acabada deve ser determinada por medidas à trena, executadas pelo menos a cada 20 m.

### 8.3.3. Controle de Acabamento da Superfície

As condições de acabamento da superfície devem ser verificadas visualmente.

### 8.4. Deflexões

Deve-se verificar as deflexões recuperáveis máximas ( $D_0$ ) da camada, a cada 20 m por faixa alternada e 40 m na mesma faixa, através da viga Benkelman, conforme DNER ME 024, ou FWD, *Falling Weight Deflectometer*, de acordo com DNER PRO 273.

---

## 9. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

A medição dos serviços, executados e recebidos na norma descrita, serão medidos em metros cúbicos de sub-base de Macadame Seco compactada na pista, segundo a seção transversal de projeto.

No cálculo dos volumes, obedecidas as tolerâncias especificadas, será considerada a espessura média  $X$ , calculada como indicado anteriormente desde que  $X$  não seja inferior à espessura de projeto. No caso de  $X$  ser maior do que a espessura de projeto, será considerada a de projeto para o cálculo do volume.

O pagamento será feito após a aceitação da medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representará a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão de obra, equipamentos, encargos e outros gastos eventuais necessários à completa execução dos serviços.

## ANEXO 1 – CRITÉRIOS DE CONTROLE TECNOLÓGICOS E ACEITAÇÃO

CONTROLE DE MATERIAIS			
ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
AGREGADO GRAÚDO			
Abrasão Los Angeles	1 ensaios no início da	Resultados Individuais	$\leq 50\%$

ABNT NBR NM 51	utilização e sempre que houver variação da natureza do material		
Análise Granulométrica ABNT NBR NM 248	1 ensaio a cada 2.000 m <sup>2</sup> contínuos de pista	<u>Controle Bilateral</u> $\bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$ e $\bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Valores obtidos estatisticamente devem estar dentro da faixa de trabalho
Durabilidade frente ao Sulfato de Sódio e Sulfato de Magnésio, em 5 ciclos DNER ME 089	1 ensaios no início da utilização e sempre que houver variação da natureza do material	Resultados Individuais	<u>Sulfato de Sódio</u> < 20% <u>Sulfato de Magnésio</u> < 30%

#### AGREGADO P/ ENCHIMENTO E CAMADA DE ISOLAMENTO OU BLOQUEIO

Equivalente de Areia ABNT NBR 12052	1 ensaio por jornada de 8 h de trabalho e sempre que houver variação da natureza do material	Resultados Individuais	≥ 55%
Análise Granulométrica ABNT NBR NM 248	1 ensaio a cada 2.000 m <sup>2</sup> contínuos de pista	<u>Controle Bilateral</u> $\bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$ e $\bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Valores obtidos estatisticamente devem estar dentro da faixa de trabalho
Limite de Liquidez e Limite de Plasticidade ABNT NBR 6459 ABNT NBR 7180	1 ensaio a cada 2.000 m <sup>2</sup> contínuos de pista	Resultados Individuais	LL ≤ 25% IP ≤ 6%
Durabilidade frente ao Sulfato de Sódio e Sulfato de Magnésio, em 5 ciclos DNER ME 089	1 ensaios no início da utilização e sempre que houver variação da natureza do material	Resultados Individuais	<u>Sulfato de Sódio</u> < 20% <u>Sulfato de Magnésio</u> < 30%

#### CONTROLE DE EXECUÇÃO

ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
Verificação da uniformidade e espessura da camada de bloqueio	Em cada faixa compactada	Resultados Individuais	Verificação da uniformidade e espessura da camada

conforme projeto Visual			de bloqueio em conformidade com o projeto
Verificação das condições de compactação Visual	Em cada faixa compactada	Resultados Individuais	Quando não existirem sulcos ou ondulações a frente do rolo compactador, a compactação será considerada finalizada
Correção de defeitos Visual	Pontos localizados, detectados após abertura do tráfego	Resultados Individuais	A correção dos defeitos seja considerada satisfatória
Determinação das Deflexões Viga Benkelman DNER ME 24 FWD DNER PRO 273	A cada 40 m de faixa, para todas as faixas da pista, em posição alternada.	Controle Estatístico $\bar{X} + KS \leq LSE$ Análise de no mínimo 15 determinações	A deflexão característica deve ser fornecida em projeto. No caso de ocorrência de valores individuais superiores a 105% da deflexão de controle do projeto, o segmento deve ser refeito

#### CONTROLE GEOMÉTRICO E DE ACABAMENTO

ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
Espessuras e Cotas Locação e nivelamento topográfico	A cada 20 m, no eixo e bordos e dois pontos intermediários	Resultados Individuais	Varição máxima admitida -2 a +1 cm da cota de projeto. O abaulamento da seção transversal deve estar compreendido de $\pm 0,5\%$ , em relação ao valor de projeto, não se admitindo depressões que propiciem acúmulo de água.
Largura e Alinhamento da Plataforma Medidas de trena	A cada 20 m	Resultados Individuais	Não se admite valores para semi-plataforma inferiores aos previstos em projeto, tolerando-se no máximo +15 cm na semi-largura.

Acabamento da Superfície Duas régua, uma de 1,20m e outra 3,0m de comprimento, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada	A cada 20 m	Resultados Individuais	A variação máxima admitida, entre dois pontos de contato, de qualquer uma das régua e a superfície da camada é de 0,5cm
Inspeção na superfície Visual	Em toda superfície	Resultados Individuais	Não ocorram finos na superfície, e acabamento seja julgado satisfatório.

### CONTROLE ESTATÍSTICO

Média Aritmética da Amostra ( $\bar{X}$ )	Desvio-Padrão da Amostra (S)	
$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$	$S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{N-1}}$	
Controle pelo Limite Inferior	Controle pelo Limite Superior	
$X = \bar{X} - KS \geq \text{LIE}$	$X = \bar{X} + KS \leq \text{LSE}$	
Controle pelo Limite Inferior e Superior		
$X = \bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$	e	$X = \bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$

Onde:

**X<sub>i</sub>** = valor individual da amostra

**N** = nº de determinações efetuadas

**K** = coeficiente unilateral tabelado em função do número de amostras

**K<sub>1</sub>** = coeficiente bilateral tabelado em função do número de determinações

**LSE** = limite superior especificado

**LIE** = limite inferior especificado

### VALORES K – TOLERÂNCIA UNILATERAL E K1 TOLERANCIA BILATERAL

N	K	K1	N	K	K1	N	K	K1
4	0,95	1,34	10	0,77	1,12	25	0,67	1,00
5	0,89	1,27	12	0,75	1,09	30	0,66	0,99

<b>6</b>	0,85	1,22	<b>14</b>	0,73	1,07	<b>40</b>	0,64	0,97
<b>7</b>	0,82	1,19	<b>16</b>	0,71	1,05	<b>50</b>	0,63	0,96
<b>8</b>	0,80	1,16	<b>18</b>	0,70	1,04	<b>100</b>	0,60	0,92
<b>9</b>	0,78	1,14	<b>20</b>	0,69	1,03	<b>Infinito</b>	0,52	0,84

# **PMSJC ES-P25/19**

## **Concreto Asfáltico c/ Asfalto-Borracha**

---

### **1. OBJETIVO**

Definir os critérios que orientam a execução, aceitação e recebimento de concreto asfáltico com asfalto-borracha, em obras de infraestrutura viária sob a jurisdição da Prefeitura Municipal de São José dos Campos/SP.

---

### **2. DESCRIÇÃO**

Concreto asfáltico com asfalto-borracha é uma mistura executada a quente, em usina apropriada, com características específicas. É composto por agregado graduado, cimento asfáltico modificado por borracha moída de pneus e, se necessário, material de enchimento, filler, e melhorador de adesividade, sendo espalhada e compactada a quente. O concreto asfáltico com asfalto-borracha pode ser empregado como revestimento, camada de ligação, binder, regularização ou reforço estrutural do pavimento.

---

### **3. ENSAIOS NECESSÁRIOS**

Para o entendimento desta especificação técnica devem ser consultados os documentos seguintes em sua última versão:

- a)** DNER-ME 043/95 – Misturas betuminosas a quente – Ensaio Marshall;
- b)** DNER-ME 089/94 – Agregados – Avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio;
- c)** DNER-ME 117/94 – Mistura betuminosa – Determinação da densidade aparente;
- d)** DNER-PRO 164/94 – Calibração e controle de sistemas medidores de irregularidade de superfície de pavimento (Sistemas Integradores IPR/USP e *Maysmeter*);
- e)** DNER-PRO 182/94 – Medição da irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores IPR/USP e *Maysmeter*;
- f)** DNER-PRO 173/86 – Método de Nível e Mira para Calibração de Sistemas Medidores de Irregularidade Tipo Resposta;
- g)** ABNT NBR NM 51 – Agregado graúdo – Ensaio de abrasão *Los Angeles*;
- h)** ABNT NBR NM 248 – Agregados – Determinação da composição granulométrica;
- i)** DNER ME 401/99 – Agregados – Determinação do índice de degradação de rochas após compactação Marshall, com ligante – IDML e sem ligante - IDM;
- j)** ABNT NBR 5564 Anexo A – Via férrea – Lastro ferroviário – Requisitos e métodos de ensaio;
- k)** ABNT NBR 6293 – Ligantes asfálticos – Determinação da ductilidade;



- l) ABNT NBR 6560 – Ligantes asfálticos – Determinação do ponto de amolecimento - Método do anel e bola;
- m) ABNT NBR 6576 – Materiais asfálticos – Determinação da penetração;
- n) ABNT NBR 11341 – Derivados de petróleo – Determinação dos pontos de fulgor e de combustão em vaso aberto Cleveland;
- o) ABNT NBR 12052 – Solo ou agregado miúdo – Determinação do equivalente de areia - Método de ensaio;
- p) ABNT NBR 12583 – Agregado graúdo – Determinação da adesividade ao ligante betuminoso;
- q) ABNT NBR 12584 – Agregado miúdo – Verificação da adesividade ao ligante betuminoso;
- r) ABNT NBR 14855 – Ligantes asfálticos – Determinação da solubilidade em tricloroetileno;
- s) ABNT NBR 15086 – Materiais betuminosos – Determinação da recuperação elástica pelo ductilômetro;
- t) ABNT NBR 15087 – Misturas asfálticas – Determinação da resistência à tração por compressão diametral;
- u) ASTM E 1845 – *Standard Practice for Calculating Pavement Macrottexture Mean Profile Depth*;
- v) ASTM D 2196 – *Standard Test Methods for Rheological Properties of Non-Newtonian Materials by Rotational Viscometer*;
- w) ASTM D 2872 – *Standard Test Method for Effect of Heat and Air on a Moving Film of Asphalt (Rolling Thin-Film Oven Test)*;
- x) ASTM D 4402 – *Standard Test Method for Viscosity Determination of Asphalt at Elevated Temperatures Using a Rotational Viscometer*;
- y) ASTM D 6307 – *Standard Test Method for Asphalt Content of Asphalt Mixture by Ignition Method*;
- z) DNIT-ME 024 - Pavimento – Determinação das deflexões pela viga Benkelman;
- aa) DNER PRO 273 – Determinação das deflexões pelo FWD, *Falling Weight Deflectometer*.

---

#### **4. CONDIÇÕES GERAIS**

Não é permitida a execução dos serviços em dias de chuva. O concreto asfáltico usinado a quente com asfalto-borracha somente deve ser fabricado, transportado e aplicado quando a temperatura ambiente for superior a 10 °C.

---

#### **5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS**

Os materiais constituintes do concreto asfáltico com asfalto-borracha são: agregado graúdo, agregado miúdo, material de enchimento ou filler, ligante asfáltico

modificado por borracha moída de pneus, e melhorador de adesividade, se necessário.

Os materiais utilizados devem satisfazer às normas pertinentes e às especificações aprovadas pela PMSJC/SP.

### 5.1. Cimento Asfáltico

Os cimentos asfálticos de petróleo modificados por adição de borracha moída de pneus devem possuir as seguintes características:

- a) O teor mínimo de borracha deve ser de 15% em massa, incorporada no ligante asfáltico;
- b) O ligante asfalto-borracha deve atender aos requisitos apresentados na Tabela 1;
- c) O tempo máximo e as condições de armazenamento e estocagem do asfalto-borracha, para diferentes situações, devem ser definidos pelo fabricante;
- d) A garantia do produto asfáltico por carga deve ser atestada pelo fabricante através de certificado com as características do produto.

Todo o carregamento de asfalto-borracha que chegar à obra deve apresentar por parte do fabricante ou distribuidor o certificado de resultados de análise dos ensaios de caracterização exigidos pela especificação, correspondentes à data de carregamento para transporte com destino ao canteiro de serviço. Deve trazer também indicação clara da sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo e distância de transporte entre a fábrica e o canteiro de obra.

**TABELA 1 – PROPRIEDADE DO LIGANTE ASFALTO-BORRACHA – AB 8**

Características	Exigência		Método
	Mínima	Máxima	ABNT
Viscosidade Brookfield a 175 °C, spindle 3, 20RPM, cP	800	2000	ABNT NBR 15529
Penetração, 100 g, 5 s, 25 °C, 0,1 mm	30	70	ABNT NBR 6576
Ponto de Amolecimento, °C,	50	-	ABNT NBR 6560
Recuperação Elástica %	50	-	ABNT NBR 15086
Ponto de Fulgor, °C	235	-	ABNT NBR 11341
Estabilidade a estocagem, °C	-	9	ABNT NBR 15166

Ensaio no Resíduo do RTFOT

- Variação em Massa, %	-	1,0	ABNT NBR 15235
- Percentagem de Penetração Original	55	-	ABNT NBR 6576
Porcentagem da recuperação elástica original (25°C, 10cm)	100	-	ABNT NBR 15086

Devido ao fato da faixa de variação da viscosidade ser elevada e sendo a viscosidade do CAP modificado por borracha importante na produção e qualidade da mistura asfáltica produzida, recomenda-se que a viscosidade Brookfield a 175°C do produto durante toda a produção da usina seja estabelecida adotando-se uma variação de  $\pm 10\%$  em relação à viscosidade do CAP modificado por borracha utilizado na dosagem da mistura asfáltica.

## 5.2. Agregados

### 5.2.1. Agregado Graúdo

Deve constituir-se por pedra britada ou seixo rolado britado, apresentando partículas sãs, limpas e duráveis, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas. Deve atender aos seguintes requisitos:

- a) Desgaste Los Angeles igual ou inferior a 50%, conforme ABNT NBR NM 51;
- b) Admite-se excepcionalmente agregados com valores com índice de desgaste Los Angeles superior a 50% se:
- c) Apresentarem comprovadamente desempenho satisfatório em utilização anterior;
- d) A degradação do agregado após a compactação Marshall, com ligante IDml, e sem ligante IDm, determinada conforme método DNER ME 401, deve apresentar valores  $IDml \leq 5\%$  e  $IDm \leq 8\%$ .
- e) Quando obtidos por britagem de pedregulhos, 90% em massa dos fragmentos retidos na peneira no 4, de 4,8 mm, devem apresentar no mínimo uma face fragmentada pela britagem;
- f) Índice de forma apresentado partículas não cúbicas inferiores a 15%, conforme ABNT NBR 5564 Anexo A;
- g) Os agregados utilizados devem apresentar perdas inferiores a 12% quando submetidos à avaliação da durabilidade com sulfato de sódio, em cinco ciclos, conforme DNER ME 089.

### 5.2.2. Agregado Miúdo

Pode constituir-se por areia, pó de pedra ou mistura de ambos. Deve apresentar partículas individuais resistentes, livres de torrões de argila e outras substâncias

nocivas. O equivalente de areia obtido conforme ABNT NBR 12052 deve ser igual ou superior a 55%.

### 5.2.3. Material de Enchimento - Filler

O material de enchimento deve ser de natureza mineral finamente dividido, tal como cimento Portland, cal extinta, pós calcários, cinzas volantes, entre outros, conforme DNER EM 367. Na aplicação, o filler deve estar seco e isento de grumos. A granulometria a ser atendida deve obedecer aos limites estabelecidos na Tabela 2.

Peneira de Malha Quadrada		% em Massa, Passando
ASTM	mm	
Nº 40	0,42	100
Nº 80	0,18	95–100
Nº 200	0,075	65–100

A cal hidratada deverá ser do tipo calcítica contendo no mínimo 60% de CaO e no máximo 5% de MgO.

### 5.2.4. Melhorador de Adesividade

A adesividade dos agregados ao ligante betuminoso é determinada conforme os métodos ABNT NBR 12583 e ABNT NBR 12584.

Quando não houver boa adesividade entre o ligante asfáltico e os agregados, deve-se empregar aditivo melhorador de adesividade na quantidade fixada no projeto de mistura asfáltica, verificando novamente a adesividade, conforme AASHTO T 283. A razão da resistência à tração por compressão diametral estática após e antes da imersão deve ser superior a 0,70.

## 5.3. Composição da Mistura

A faixa granulométrica a ser empregada deve ser selecionada em função da utilização prevista para o concreto asfáltico com asfalto-borracha. Caso a mistura asfáltica seja utilizada como camada de rolamento, deve-se conferir especial atenção à seleção da granulometria de projeto, tendo em vista a obtenção de rugosidade que assegure adequadas condições de segurança ao tráfego.

A composição da mistura deve satisfazer aos requisitos apresentados na Tabela 3.

Peneira de Malha Quadrada	25,0	19,0	12,5	9,5	Tolerância
---------------------------	------	------	------	-----	------------

ASTM	mm	% em Massa, Passando				
1 1/2"	37,5	100	100	100	100	± 2%
1"	25,0	90-100	100	100	100	± 2%
3/4"	19,0	-	90-100	100	100	± 2%
1/2"	12,5	56-80	-	90-100	100	± 2%
3/8"	9,5	-	56-80	-	90-100	± 2%
Nº 4	4,75	29-59	35-65	44-74	55-85	± 2%
Nº 8	2,36	19-45	23-49	28-58	32-67	± 2%
Nº 50	0,30	5-17	5-19	5-21	7-23	± 2%
Nº 200	0,075	1-7	2-8	2-10	2-10	± 2%
Camadas		Ligação (Binder)	Ligação ou Rolamento	Rolamento	Reperfilagem	-
Espessura Máxima por camada executada (cm)		7,0	6,0	6,0	3,0	-

A curva granulométrica dos agregados deve se enquadrar em uma das faixas do quadro seguinte, com a tolerância de 2% em cada peneira. O percentual do ligante asfáltico deve ser o determinado pelo projeto da mistura e a tolerância será de no máximo 0,2% (absoluto).

**TABELA 4 – REQUISITOS PARA O PROJETO DE MISTURA ASFÁLTICA**

Características	Método de Ensaio	Camadas de Rolamento e Reperfilagem	Camada de Ligação (Binder)
Estabilidade mínima, kN (75 golpes no Ensaio Marshall)	ABNT NBR 12891	8	8
Fluência (mm)	ABNT NBR 12891	2,0 a 4,0	2,0 a 4,0
% de Vazios (índice de vazios)	-	4	4 a 6
Relação Betume Vazios – RBV (%)	-	65	65 a 75
Vazios do Agregado Mineral – VAM (%)	-	Ver Tabela 4	-
Resistência à Tração por Compressão Diametral Estática a 25 °C, mínima, MPa	NBR 15087	0,80	0,65

Resistência a danos por Umidade Induzida, mínimo, %	AASHTO T 283	70	70
-----------------------------------------------------	--------------	----	----

- a)** As misturas asfálticas para camada de rolamento faixas II e III, os vazios do agregado mineral – VAM, devem atender aos valores mínimos definidos em função do tamanho nominal máximo do agregado, conforme Tabela 4;
- b)** Recomenda-se que o teor ótimo de ligante situe-se abaixo do teor de ligante correspondente ao VAM mínimo, da dosagem Marshall;
- c)** As condições de vazios da mistura na fase de dosagem podem ser verificadas por um dos procedimentos:

- Procedimento A

- Determinação da densidade efetiva através da densidade máxima teórica pelo método Rice, conforme ASTM D 2041.

- Procedimento B

- Determinação da densidade efetiva através da média entre a densidade aparente e densidade real agregado. Admite-se a como densidade efetiva do agregado ( $D_{ea}$ ) como sendo a média aritmética entre a  $D_1$  e  $D_2$ ;
- As densidades aparentes dos corpos de prova devem ser obtidas através do método DNER ME 117.

$$D_{ea} = \frac{D_1 + D_2}{2}$$

Onde:

$$D_1 = \frac{100}{\frac{P_1}{D_{SR1}} + \frac{P_2}{D_{SR2}} + \frac{P_3}{D_{SR3}}} \quad ; \quad D_2 = \frac{100}{\frac{P_1}{D_{SAp1}} + \frac{P_2}{D_{SR2}} + \frac{P_3}{D_{SR3}}}$$

Onde:

$P_1$  = porcentagem de agregado retido na peneira de abertura de 2,0 mm (%);

$P_2$  = porcentagem de agregado que passa na peneira de abertura de 2,0 mm, e fica retido na peneira de abertura na peneira de abertura de 0,075mm (%);

$P_3$  = porcentagem de agregado que passa na peneira de abertura de 0,075mm (%);

$D_{SR1}$  = densidade real do agregado retido na peneira de abertura de 2,0 mm;

$D_{SR2}$  = densidade real do agregado que passa na peneira de abertura de 2,0 mm, e fica retido na peneira de abertura de 0,075 mm;

$D_{SR3}$  = densidade real do agregado que passa na peneira de abertura de 0,075 mm;

$D_{SAp1}$  = densidade aparente do agregado que fica retido na peneira de abertura de 2,0 mm.

Tamanho Nominal Máximo do Agregado		VAM Mínimo (%)
ASTM	mm	Teor de Vazios = 4,0%
1 ½"	37,5	11
1"	25,0	12
¾"	19,0	13
½"	12,5	14
3/8"	9,5	15

\*Tamanho nominal máximo do agregado é definido com o diâmetro da peneira imediatamente superior àquela que retém mais que 10% dos agregados.

## 6. EQUIPAMENTOS

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser examinado e aprovado pela fiscalização da PMSJC/SP. O equipamento básico para a execução dos serviços de concreto asfáltico compreende as seguintes unidades:

### 6.1. Depósito para Cimento Asfáltico

Os depósitos para o cimento asfáltico devem ser capazes de aquecer o material conforme as exigências técnicas estabelecidas, atendendo aos seguintes requisitos:

- O aquecimento deve ser efetuado por meio de serpentinas a vapor, a óleo térmico, a eletricidade ou outros meios, de modo a não haver contato direto de chamas com o depósito; esses dispositivos também devem evitar qualquer superaquecimento localizado, e ser capaz de aquecer o cimento asfáltico a temperaturas limitadas;
- O sistema de recirculação para o cimento asfáltico deve garantir a circulação desembaraçada e contínua do depósito ao misturador, durante todo o período de operação;
- Todas as tubulações e acessórios devem ser dotados de isolamento térmico, a fim de evitar perdas de calor;
- A capacidade dos depósitos deve ser suficiente para, no mínimo, três dias de serviço.

- e) Os tanques de armazenamento do CAP devem ser do tipo vertical com fundo cônico, contendo um eixo vertical com no mínimo três níveis de agitação e sistema de retorno do CAP do fundo para o topo do tanque.

## **6.2. Depósito para Agregados**

Os agregados devem ser estocados convenientemente, isto é, em locais drenados, cobertos, dispostos de maneira que não haja mistura de agregados, preservando a sua homogeneidade e granulometria e não permitindo contaminações de agentes externos.

A transferência para silos de armazenamento deve ser feita o mais breve possível.

## **6.3. Silos para Agregados**

Os silos devem ter capacidade total de, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador e ser divididos em compartimentos, dispostos de modo a separar e estocar, adequadamente, as frações apropriadas do agregado. Cada compartimento deve possuir dispositivos adequados de descarga. Deve haver um silo adequado para filler, conjugado com dispositivos para sua dosagem.

A usina deve possuir, pelo menos quatro silos individuais para estocagem dos agregados.

## **6.4. Usina para Misturas Asfálticas**

Devido a elevada viscosidade do CAP borracha, o que dificulta o envolvimento dos agregados graúdos nas usinas volumétricas, recomenda-se a utilização de usinas gravimétricas para a produção das misturas asfálticas com controle automatizado de pesagem e do tempo de mistura e sistema de peneiramento que classifica os agregados nos silos quentes.

A produção/hora da usina não é a mesma de quando se está utilizando CAPs convencionais. No caso das misturas contínuas que é o caso das contempladas nesta especificação há necessidade de se avaliar qual deverá ser a produção/hora adequada para que ocorra o perfeito recobrimento dos agregados graúdos.

A avaliação para definição da produção/hora deverá ser feita através da determinação do teor de CAP/Mistura dos agregados que ficam retidos na peneira de maior abertura, procedendo-se a retirada dos agregados miúdos da superfície dos agregados retidos na peneira de maior abertura.

O teor mínimo de CAP/Mistura que recobre os agregados graúdos deverá ser de 2,5%.



A usina utilizada deve estar equipada com uma unidade classificadora de agregados, após o secador, dispor de misturador capaz de produzir uma mistura uniforme. Um termômetro, com proteção metálica e escala de 90 °C a 210 °C, com precisão de  $\pm 1$  °C, deve ser fixado no dosador de ligante ou na linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo à descarga do misturador. A usina deve ser equipada, além disso, com pirômetro elétrico, ou outros instrumentos termométricos aprovados, colocados na descarga do secador, com dispositivos para registrar a temperatura dos agregados, com precisão de  $\pm 5$  °C. A usina deve possuir termômetros nos silos quentes.

Pode, também, ser utilizada uma usina contínua do tipo contra fluxo com misturador externo tipo *pugmill* de eixo duplo na saída do secador ou tipo *multi-paddle*, equipadas com células de carga para controle de alimentação dos agregados e com sistema de alimentação do *filler* recuperado no filtro de mangas integrado o controle da usina.

A usina deve dispor de sistema de controle automático de injeção de CAP *flowmeter*.

A usina deve possuir silos de agregados múltiplos, com pesagens dinâmicas individuais e, deve ser assegurada a homogeneidade das granulometrias dos diferentes agregados.

A usina deve possuir ainda uma cabine de comando e quadros de força. Tais partes devem estar instaladas em recinto fechado, com cabos de força e comandos ligados em tomadas externas especiais para esta aplicação. A operação de pesagem de agregados e do ligante asfáltico deve ser semiautomática com leitura instantânea e acumulada, por meio de registros digitais em display de cristal líquido. Devem existir potenciômetros para compensação das massas específicas dos diferentes tipos de ligantes asfálticos e para seleção de velocidade dos alimentadores dos agregados frios.

## **6.5. Caminhão para Transporte da Mistura**

Os caminhões tipo basculante para o transporte do concreto asfáltico devem ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico ou solução de cal hidratada (3:1), de modo a evitar a aderência da mistura à chapa. Não é permitida a utilização de produtos susceptíveis à dissolução do ligante asfáltico, como óleo diesel, gasolina entre outros. As caçambas devem ser providas de lona para proteção da mistura.

## **6.6. Equipamento para Distribuição e Acabamento**

O equipamento de espalhamento e acabamento deve constituir-se de vibroacabadoras, capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento definidos no projeto.

As vibroacabadoras devem ser equipadas com parafusos sem fim, e com esqui eletrônico de 3 m para garantir o nivelamento adequado para colocar a mistura exatamente nas faixas, e devem possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para a frente e para trás. As vibroacabadoras devem estar equipadas com alisadores e dispositivos para aquecimento à temperatura requerida para a colocação da mistura sem irregularidade. Devem ser equipadas com sistema de vibração que permita pré-compactação na mistura espalhada.

No início da jornada de trabalho, a mesa deve estar aquecida, no mínimo, à temperatura definida pela especificação para descarga da mistura asfáltica.

A velocidade de avanço da vibroacabadora deve ser tal que seja evitado ao máximo a sua parada.

## **6.7. Equipamento para Compactação**

O equipamento para a compactação deve constituir-se por rolos pneumáticos com regulagem de pressão e rolo metálico liso, tipo tandem.

Os rolos pneumáticos, autopropulsionados, devem ser dotados de dispositivos que permitam a calibragem de variação da pressão dos pneus de 0,25 MPa a 0,84 MPa. É obrigatória a utilização de pneus calibragem uniformes, de modo a evitar marcas indesejáveis na mistura compactada.

O rolo metálico liso tipo tandem deve ter massa compatível com a espessura da camada.

O emprego dos rolos lisos vibratórios pode ser admitido desde que a frequência e a amplitude de vibração sejam ajustadas às necessidades do serviço.

O equipamento em operação deve ser suficiente para compactar a mistura de forma que esta atinja o grau de compactação exigido, enquanto esta se encontrar em condições de trabalhabilidade.

## **6.8. Ferramentas e Equipamentos Acessórios**

Devem ser utilizados, complementarmente, os seguintes equipamentos e ferramentas:

- a) Soquetes mecânicos ou placas vibratórias para a compactação de áreas inacessíveis aos equipamentos convencionais;

- b) Pás, garfos, rodos e ancinhos para operações eventuais.
- c) Vassouras rotativas, compressores de ar para limpeza da pista.
- d) Caminhão tanque irrigador para limpeza de pista.

---

## **7. EXECUÇÃO**

### **7.1. Preparo da Superfície**

A superfície deve apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais. Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados, previamente à aplicação da mistura.

A imprimação ligante ou pintura de ligação deve ser executada, obrigatoriamente, com a barra espargidora, respeitando os valores recomendados para taxa de ligante. Caneta ou regador podem ser utilizados somente para correções localizadas ou em locais de difícil acesso. Deve apresentar película homogênea e promover adequadas condições de aderência quando da execução do concreto asfáltico.

Quando a imprimação ou a pintura de ligação não tiverem condições satisfatórias de aderência, uma nova pintura de ligação deve ser aplicada previamente à distribuição da mistura.

No caso de desdobramento da espessura total de concreto asfáltico em duas camadas, a pintura de ligação entre estas pode ser dispensada se a execução da segunda camada ocorrer logo após a execução da primeira.

O tráfego de caminhões, para início do lançamento do concreto asfáltico com asfalto-borracha, sobre a pintura de ligação só é permitido após o rompimento e cura do ligante aplicado.

A imprimação ligante deverá ser executada de acordo com o preconizado na especificação de serviço PMSJC ES-P14/19 – Imprimação Betuminosa Ligante.

### **7.2. Produção do Concreto Asfáltico com Asfalto-Borracha**

O concreto asfáltico com asfalto-borracha deve ser produzido em usinas apropriadas, conforme anteriormente especificado. A usina deve ser calibrada, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura.

Os agregados, principalmente os finos, devem ser homogeneizados com a pá carregadeira antes de serem colocados nos silos frios.

As aberturas dos silos frios devem ser ajustadas de acordo com a granulometria do traço e dos agregados para evitar sobras nos silos quentes.

A temperatura de aquecimento do cimento asfáltico modificado com borracha de pneus empregado deve, salvo em orientação contrária e justificada do fabricante, se situar no limite de 175 °C. Variações constantes ou desvios significativos em relação à faixa de temperatura desejável indicam a necessidade de suspensão temporária do processo de produção, para que sejam executados os necessários ajustes.

A temperatura de aquecimento dos agregados, medida nos silos quentes, deve ser até 10 °C superior à temperatura definida para o aquecimento do ligante, desde que não supere 180 °C.

A carga dos caminhões deve ser feita de maneira a evitar segregação da mistura dentro da caçamba, 1º na frente, 2º na traseira e 3º no meio.

O início da produção na usina só deve ocorrer quando todo o equipamento de pista estiver em condições de uso, para evitar a demora na descarga na acabadora que pode acarretar em diminuição da temperatura da mistura com prejuízo da compactação.

O tempo decorrido entre a produção na usina e o seu esparrame na pista não deve exceder a três horas. Esse tempo pode ser superior, no caso de ser utilizado aditivo para mistura morna e a temperatura de usinagem ser inferior a 150 °C.

A produção/hora deverá ser definida em função do tipo de mistura, umidade dos agregados, de modo a permitir a secagem dos agregados, homogeneidade da mistura e o adequado recobrimento dos agregados graúdos pelo CAP.

### **7.3. Transporte do Concreto Asfáltico com Asfalto-Borracha**

O concreto asfáltico com asfalto-borracha produzido deve ser transportado da usina ao local de aplicação, em caminhões basculantes, atendendo ao especificado no item 6.6 para que a mistura seja colocada na pista à temperatura especificada.

As caçambas dos veículos devem ser cobertas com lonas impermeáveis durante o transporte de forma a proteger a massa asfáltica da ação de chuvas ocasionais, da eventual contaminação por poeira e, especialmente, da perda de temperatura e queda de partículas durante o transporte. As lonas devem estar bem fixadas na dianteira para não permitir a entrada de ar entre a cobertura e a mistura, o que provoca resfriamento precoce.

### **7.4. Distribuição da Mistura**

A distribuição do concreto asfáltico com asfalto-borracha deve ser feita por equipamentos adequados, conforme especificado no item 6.7.

Para o caso de emprego de concreto asfáltico com asfalto-borracha como camada de rolamento, ligação ou de regularização, a mistura deve ser distribuída por uma ou mais acabadoras, atendendo aos requisitos anteriormente especificados.

Deve ser assegurado, previamente ao início dos trabalhos, o aquecimento conveniente da mesa alisadora da acabadora à temperatura compatível com a da massa a ser distribuída. Deve-se observar que o sistema de aquecimento se destina exclusivamente ao aquecimento da mesa alisadora e nunca de massa asfáltica que eventualmente tenha esfriado em demasia.

Caso ocorram irregularidades na superfície da camada acabada, estas devem ser corrigidas de imediato pela adição manual da mistura. Seu espalhamento deve ser efetuado por meio de rodos metálicos. Esta alternativa deve ser, no entanto, minimizada, já que o excesso de reparo manual é nocivo à qualidade do serviço.

Na partida da acabadora devem ser colocadas de 2 a 3 réguas, com a espessura do empolamento previsto, onde a mesa deve ser apoiada.

A mistura deve apresentar textura uniforme, sem pontos segregados. Qualquer falha constatada na superfície deve ser sanada antes do início da compactação, com espalhamento manual.

Na descarga, o caminhão deve ser empurrado pela acabadora, não se permitindo choques ou travamento dos pneus durante a operação.

O tipo de acabadora deve ser definido em função da capacidade de produção da usina, de maneira que esta esteja continuamente em movimento, sem paralisações para esperar caminhões. A velocidade da acabadora deve estar sempre entre 2,5 m/minuto e 10,0 m/minuto.

## **7.5. Compactação da Mistura**

A rolagem tem início logo após a distribuição do concreto asfáltico com asfalto-borracha. A fixação da temperatura de rolagem condiciona-se à natureza da massa e às características do equipamento utilizado. Como regra geral, deve-se iniciar a compactação na temperatura mais elevada que a mistura asfáltica possa suportar, temperatura esta fixada experimentalmente, em cada caso. A temperatura mínima recomendável para a compactação da mistura é de 150 °C, devendo ser ajustada no campo em função dos equipamentos de compactação, condições ambientais e de serviço que garantam as características requeridas pela mistura, por ocasião do projeto de dosagem.

É obrigatória, às expensas do contratado, a execução de trecho experimental, que deve possuir no mínimo 150 m e cobrir a largura da faixa ou a metade da largura da pista, para definição dos equipamentos de compactação e números de passadas

necessárias dos equipamentos para atingir o grau de compactação mínimo exigido nesta especificação. Após aceitação do trecho experimental pela fiscalização, aos serviços podem ser iniciados.

A prática mais frequente de compactação de misturas asfálticas densas usinadas a quente contempla o emprego combinado de rolos pneumáticos de pressão regulável e rolo metálico liso tipo tandem, de acordo com as seguintes premissas:

- a) Inicia-se a rolagem com uma passada com rolo liso;
- b) Logo após, a passada com rolo liso, inicia-se a rolagem com uma passada do rolo pneumático atuando com baixa pressão;
- c) À medida que a mistura for sendo compactada e houver consequente crescimento de sua resistência, seguem-se coberturas com o rolo pneumático, com incremento gradual da pressão;
- d) O acabamento da superfície e correção das marcas dos pneus deve ser feito com o rolo tandem, sem vibrar;
- e) A compactação deve ser iniciada pelas bordas, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista;
- f) Cada passada do rolo deve ser recoberto na seguinte, em 1/3 da largura do rolo;
- g) Durante a rolagem não serão permitidas mudanças de direção ou inversões bruscas de marcha, nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém rolado, ainda quente;
- h) As rodas dos rolos devem ser ligeiramente umedecidas para evitar a aderência da mistura; nos rolos pneumáticos, devem ser utilizados os mesmos produtos indicados para a caçamba dos caminhões transportadores; nos rolos metálicos lisos, se for utilizada água, esta deve ser pulverizada, não se permitindo que escorra pelo tambor e acumule-se na superfície da camada.

No caso de rejeição dos serviços no trecho experimental por desempenho insatisfatório, o trecho experimental deve ser refeito, as expensas do contratado.

## **7.6. Juntas**

O processo de execução das juntas transversais e longitudinais deve assegurar adequadas condições de acabamento, de modo que não sejam percebidas irregularidades nas emendas.

Em pista dupla é recomendado o uso de duas vibroacabadoras, de modo que os panos adjacentes sejam executados simultaneamente.

Em vias em operação, devem ser evitados degraus longitudinais muito extensos, permitindo-se no máximo o resultante de uma jornada de trabalho. Na jornada de trabalho seguinte, a aplicação da massa asfáltica deve começar no início do degrau remanescente da jornada de trabalho anterior.

No reinício dos trabalhos, deve-se realizar a compactação da emenda com o rolo perpendicular ao eixo, com 1/3 do rolo sobre o pano já compactado e os outros 2/3 sobre a massa recém-aplicada.

Não é permitido o lançamento dos agregados graúdos provenientes da rastelagem na frente ou dentro da mesa da vibro acabadora. Esse material deve ser descartado.

### **7.7. Abertura ao Tráfego**

A camada de concreto asfáltico, com asfalto-borracha recém-acabada, deve ser liberada ao tráfego somente quando a massa atingir a temperatura ambiente.

---

## **8. CONTROLE DE QUALIDADE**

Todos os materiais devem ser testados em laboratório, obedecendo às metodologias indicadas no item 3. Os insumos devem ser submetidos aos ensaios abaixo discriminados, executados na frequência e critérios de aceitação indicados na tabela do Anexo 1, 2 e 3.

### **8.1. Controle dos Materiais**

#### **8.1.1. Cimento Asfáltico Modificado por Borracha de Pneu**

Para todo carregamento que chegar à obra, devem ser realizados:

- c) Um ensaio de viscosidade Brookfield a 175°C, conforme ASTM D 2196;
- d) Um ensaio de penetração a 25 °C, conforme ABNT NBR 6576;
- e) Um ensaio de ponto de amolecimento, conforme ABNT NBR 6560;
- f) Um ensaio de recuperação elástica, conforme NLT 329;
- g) Um ensaio de determinação de formação de espuma, quando aquecido a 175 °C.

Para cada 100 t:

- a) Um ensaio de estabilidade à estocagem, conforme ABNT NBR 15166;
- b) Um ensaio de ponto de amolecimento, conforme ABNT NBR 6560;
- c) Um ensaio do resíduo no RTFOT: variação em massa conforme ABNT NBR 15235, ponto de amolecimento conforme ABNT NBR 6560, penetração conforme ABNT NBR 6576 e recuperação elástica conforme ABNT NBR 15086.

Pode ser utilizado viscosímetro rotacional portátil compatível ou adaptável através de correlação com o viscosímetro Brookfield.

Para todo carregamento de cimento asfáltico modificado por borracha de pneu, com ou sem polímero, que chegar a obra deve-se retirar uma amostra que será identificada e armazenada para possíveis ensaios posteriores.

### **8.1.2. Agregados**

Diariamente deve-se inspecionar a britagem e os depósitos, com o intuito de garantir que os agregados estejam limpos, isentos de pó e de outras contaminações prejudiciais.

Devem ser executadas as seguintes determinações:

- a)** Abrasão Los Angeles, conforme ABNT NBR NM 51: um ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;  
Caso o agregado apresente abrasão superior a 50%, verificar a degradação do agregado após a compactação Marshall, com e sem ligante conforme DNER ME 401: um ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do agregado;
- b)** Índice de forma e porcentagem de partículas lamelares, ABNT NBR 5564 Anexo A: um ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;
- c)** Ensaio de durabilidade, com sulfato de sódio, em cinco ciclos, conforme DNER ME 089: um ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;
- d)** A adesividade dos agregados ao ligante asfáltico, conforme ABNT NBR 12583 e ABNT NBR 12584: um ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;
- e)** Granulometria dos agregados nos silos quentes da usina gravimétrica a cada 8h de trabalho;
- f)** Granulometria nos silos frios de todos dos agregados a cada 4h de trabalho;
- g)** Determinação da umidade dos agregados nos silos frios a cada 4 h de trabalho.

Para agregado miúdo, determinar equivalente de areia, conforme ABNT NBR 12052: um ensaio por jornada de 8 h de trabalho e sempre que houver variação da natureza do material.

### **8.1.3. Melhorador de Adesividade**

Quando a adesividade não for satisfatória e o melhorador de adesividade for incorporado na mistura, deve-se verificar novamente a adesividade conforme ABNT NBR 12583, ABNT NBR 12584 e AASHTO T 283.



## **8.2. Controle da Produção da Mistura Asfáltica**

O controle da produção do concreto asfáltico com asfalto-borracha deve ser acompanhado por laboratório, o qual deve realizar o acompanhamento e os ensaios pertinentes devendo obedecer à metodologia indicada pela PMSJC/SP atendendo os parâmetros recomendados.

### **8.2.1. Controle de Temperatura**

O controle da temperatura da produção da mistura asfáltica com asfalto-borracha deve ser realizado de acordo com os seguintes procedimentos:

- a) Temperatura dos agregados nos silos quentes: duas determinações de cada silo, por jornada de 8 h de trabalho;
- b) Temperatura do cimento asfáltico, antes da entrada do misturador: duas determinações por jornada de 8 h de trabalho;
- c) Temperatura da massa asfáltica, na saída dos caminhões carregados na usina: em todo caminhão.

### **8.2.2. Granulometria dos Agregados**

Devem ser executadas as seguintes análises granulométricas dos agregados, durante a produção da mistura:

- a) Granulometria do agregado de cada silo quente ou dos silos frios, quando tratar-se de usina tipo tambor-secador-misturador: duas determinações de cada agregado por jornada de 8 h de trabalho conforme ABNT NBR NM 248;
- b) Granulometria do material de enchimento: um ensaio por jornada de 8 h de trabalho conforme ABNT NBR NM 248.
- c) Se indicado a adição de filler no projeto da mistura, deve-se realizar inspeção rigorosa da quantidade do filler adicionado.

### **8.2.3. Quantidade de Ligante, Granulometria da Mistura, Características Marshall e Porcentagens de Vazios**

Devem ser executados os seguintes ensaios para controle da quantidade de ligante, granulometria da mistura e verificação dos parâmetros Marshall:

- a) Extração de asfalto, preferencialmente através do forno de ignição conforme ASTM D 6307 ou DNER ME 053, ou ensaio de extração por refluxo, Soxhlet de 1.000 ml, conforme ASTM D 2172, ou, quantas vezes forem necessárias no início de cada jornada de trabalho e sempre que houver indícios da falta ou excesso de ligante no teor de asfalto da mistura, no mínimo 2 ensaios por jornada de 8 h de trabalho.

- b) Quando for utilizado o método DNER ME 053 ou ASTM D 2172, o teor de ligante obtido após a extração deve ser multiplicado por um fator de correção que leva em conta a percentagem de borracha não solúvel pelo solvente. Esse fator de correção é indicado pelo fabricante durante a execução dos serviços;
- c) Granulometria da mistura asfáltica com material resultante das extrações da alínea a; quantas vezes forem necessárias para a calibração da usina, no mínimo dois ensaios por jornada de 8 h de trabalho, conforme ABNT NBR NM 248;
- d) Ensaio Marshall, conforme ABNT NBR 12891, com no mínimo 6 corpos-de-prova; devem ser destinados 3 corpos-de-prova ao ensaio de resistência a tração por compressão diametral a 25 °C, conforme ABNT NBR 15087; nos outros 3 corpos-de-prova deve-se determinar a fluência, a estabilidade e as propriedades volumétricas da mistura. Devem ser realizados, no mínimo, 2 ensaios por jornada 8 h de trabalho;
- e) Ensaio RICE conforme ASTM D 2041, a cada 4h de produção.

### **8.3. Controle da Aplicação e Destinação da Mistura Asfáltica**

O controle da aplicação da mistura asfáltica deve ser efetuado através dos procedimentos descritos em seguida.

#### **8.3.1. Temperaturas**

Devem ser executadas as seguintes leituras de temperaturas na massa asfáltica na pista:

- a) Temperatura da massa asfáltica em cada caminhão que chegar à pista, com leituras efetuadas na frente, no meio e na traseira da caçamba;
- b) Temperatura da massa asfáltica distribuída no momento do espalhamento e no início da compactação, a cada descarga efetuada.

#### **8.3.2. Quantidade de Ligante e Granulometria da Mistura**

Devem ser executadas as seguintes determinações:

- a) Extração de asfalto, preferencialmente conforme ASTM D 6307 ou DNER ME 053, ou ensaio de extração por refluxo Soxhlet de 1.000 ml ou, conforme ASTM D 2172, 2 extrações por jornada de 8 h de trabalho;

Quando for utilizado o método DNER ME 053 ou ASTM D 2172, o teor de ligante obtido após a extração deve ser multiplicado por um fator de correção que leva em conta a percentagem de borracha não solúvel pelo solvente. Esse fator de correção é indicado pelo fabricante durante a execução dos serviços.

- b) Análise granulométrica da mistura de agregados, com material resultante das extrações da alínea a, de no mínimo 1.000 g, conforme ABNT NBR NM 248: dois ensaios por jornada de 8 h de trabalho.

### **8.3.3. Controle da Compactação**

A cada 100 m de faixa de rolamento de massa compactada, deve ser obtida uma amostra indeformada extraída com sonda rotativa, em local aproximadamente correspondente à trilha de roda externa, na faixa externa. De cada amostra extraída com sonda rotativa deve ser determinada a respectiva densidade aparente, conforme DNER ME 117.

### **8.3.4. Destinação**

Os locais de aplicação da mistura devem estar sempre associados às datas de produção e com os respectivos ensaios de controle tecnológico.

## **8.4. Controle Geométrico e de Acabamento**

O controle geométrico deve ser feito por acompanhamento topográfico, obedecendo à metodologia indicada pela PSJC/SP e deve satisfazer os parâmetros recomendados.

### **8.4.1. Controle de Espessura e Cotas**

A espessura da camada e as diferenças de cotas de concreto asfáltico com asfalto-borracha deve ser avaliada nos corpos de prova extraídos com sonda rotativa ou pelo nivelamento da seção transversal, a cada 20 m.

Devem ser nivelados os pontos para as camadas de rolamento ou binder no eixo, bordas e em dois pontos intermediários, e, para as camadas de regularização, no eixo, bordas e trilhas de roda.

### **8.4.2. Controle da Largura e Alinhamentos**

A verificação do eixo e das bordas deve ser feita durante os trabalhos de locação e nivelamento nas diversas seções correspondentes às estacas da locação. A largura da plataforma acabada deve ser determinada por medidas à trena executadas pelo menos a cada 20 m.

### **8.4.3. Controle de Acabamento da Superfície**

Devem ser executados os seguintes procedimentos para controle de acabamento da superfície:

- a) 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 3,00 m e outra de 1,20 m, colocadas respectivamente em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada;

- b) O acabamento longitudinal, para pavimentos novos, será avaliado pela irregularidade longitudinal da superfície, em cada faixa de tráfego; a irregularidade da superfície deve ser verificada por aparelhos medidores de irregularidade tipo resposta devidamente calibrados, conforme DNER PRO 164, DNER PRO 182 e DNER ES 173; o QI será determinado para cada trecho de 320 m ou nos locais indicados pela fiscalização; opcionalmente, poderá ser empregado o perfilômetro a laser que determina o IRI – *International Roughness Index*.

### 8.5. Condições de Segurança

As condições de segurança devem ser determinadas pela macrotextura do revestimento asfáltico, conforme ASTM E 1845, através de ensaios de mancha de areia, espaçados a cada 100 m, por faixa de rolamento e a microtextura pelo pêndulo britânico, conforme ASTM E 303.

### 8.6. Deflexões

Deve-se verificar as deflexões recuperáveis máximas (D0) da camada a cada 20 m por faixa alternada e 40 m na mesma faixa, através da viga *Benkelman*, conforme DNER ME 024, ou FWD, *Falling Weight Deflectometer*, de acordo com DNER PRO 273.

---

## 9. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

A medição do serviço de concreto asfáltico com asfalto-borracha, executado e recebido na forma descrita, será medido e pago por volume de mistura aplicada e compactada, expressa em metro cúbico (m<sup>3</sup>), para qualquer uma das camadas, ou seja, camada de rolamento, camada de ligação ou de nivelamento.

O pagamento será feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representará a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão de obra, equipamentos, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

### ANEXO 1 – CRITÉRIOS DE CONTROLE TECNOLÓGICOS E ACEITAÇÃO

CONTROLE DE MATERIAIS			
ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
CIMENTO ASFÁLTICO MODIFICADOS POR POLÍMERO			

Penetração ABNT NBR 6576	1 ensaio para todo carregamento que chegar à obra	Resultados individuais	Ver especificação para Cimento Asfáltico Modificado por Polímero no Anexo 3.
Viscosidade de <i>Brookfield</i> ABNT NBR 15184			
Ponto de Fulgor ABNT NBR 11341			
Formação de Espuma Aquecido a 175 °C			
Recuperação Elástica ABNT NBR 15086			
Ponto de amolecimento ABNT NBR 6560			
Estabilidade à Estocagem ABNT NBR 15166	1 ensaio para cada 100 t	Resultados individuais	Ver especificação para Cimento Asfáltico Modificado por Polímero no Anexo 3.
Ponto de Amolecimento ABNT NBR 6560			
Ensaio do Resíduo no RTFOT: - Variação em Massa ABNT NBR 15235 - Ponto de Amolecimento ABNT NBR 6560 - Penetração ABNT NBR 6576 - Recuperação Elástica ABNT NBR 15086			

#### AGREGADOS

Abrasão Los Angeles ABNT NBR NM 51	1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material.	Resultados individuais	≤ 50%
Se Abrasão Los Angeles for superior a 50%, verificar degradação do agregado após compactação Marshall DNER ME 401			Se apresentarem desempenho satisfatório em utilização anterior e $ID_{ml} \leq 5\%$ $ID_m \leq 8\%$
Índice de Forma e Partículas Lamelares			Não cúbicas inferior a 15%

ABNT NBR 5564 Anexo A			
Durabilidade com Sulfato de Sódio, em 5 Ciclos DNER ME 089			≤ 12%
Equivalente de Areia do Agregado Miúdo ABNT NBR 12052	1 ensaio por jornada de 8 h de trabalho e sempre que houver variação da natureza do agregado.		≥ 55%
Adesividade ao Ligante Betuminoso ABNT NBR 12583 ABNT NBR 12584	Em todo carregamento que cimento asfáltico que chegar na obra e sempre que houver variação da natureza dos materiais.		Adesividade satisfatória. Quando a adesividade for insatisfatória, empregar melhorador de adesividade.

#### MELHORADOR DE ADESIVIDADE

Verificação da Adesividade ABNT NBR 12583 ABNT NBR 12584 AASTHO T 283	1 ensaio logo após o emprego do melhorador de adesividade.	Resultados individuais	$\frac{RT_{SATURADO}}{RT_{SECO}} > 0,70$
--------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------	------------------------	------------------------------------------

#### CONTROLE DE PRODUÇÃO

ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
--------	------------	---------------------	-----------------------

#### TEMPERATURAS

Temperatura nos silos quentes. Termômetro bimetálico com precisão de 2 °C	2 determinações de cada silo por jornada de 8 h de trabalho.	Resultados individuais	Deve ser de até 10 °C superior à temperatura definida para o aquecimento do ligante, desde que não supere a 180°C.
Temperatura do cimento asfáltico, antes da entrada do misturador. Termômetro bimetálico com precisão de 2 °C	2 determinações por jornada de 8 h de trabalho.	Resultados individuais	165 °C a 180 °C
Temperatura da Massa Asfáltica, na saída da usina Termômetro bimetálico	Determinação de todo caminhão carregado na saída da usina.	Resultados individuais	Suficientemente elevada para suportar eventuais perdas de calor, e chegar a obra com temperatura compatível para sua aplicação, podendo

com precisão de 5 °C			variar entre ± 5 °C da especificada pelo projeto de mistura.
----------------------	--	--	--------------------------------------------------------------

### GRANULOMETRIA DOS AGREGADOS

Granulometria do agregado, de cada silo quente, ou frio (usina tipo tambor-secador-misturador) ABNT NBR NM 248	2 determinações de cada agregado por jornada de 8 h de trabalho.	<u>Controle Bilateral</u> $X = \bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$ e $X = \bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Aceita, quando as variações (LIE e LSE) estiverem compreendidas entre os limites da faixa de trabalho, definida a partir da curva de projeto.
Granulometria do material de enchimento (Filler) ABNT NBR NM 248	1 determinação por jornada de 8 h de trabalho.	<u>Controle Bilateral</u> $X = \bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$ e $X = \bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Aceita, quando as variações (LIE e LSE) estiverem compreendidas entre os limites da faixa definida na Tabela 2.

### QUANTIDADE DE LIGANTE, GRANULOMETRIA DA MISTURA, PORCENTAGEM DE VAZIOS, ESTABILIDADE, FLUÊNCIA E RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO DIÂMETRAL ESTÁTICA

Extração de Ligante ASTM D 6307 DNER ME 053 ASTM D 2172	Quantas vezes forem necessárias para calibração da usina. Quando houver indícios de falta e excesso no teor de betume. No mínimo 2 ensaios por jornada de 8 h de trabalho.	<u>Controle Bilateral</u> $X = \bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$ e $X = \bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	± 0,3% do teor ótimo de projeto.
Análise Granulométrica (com Material Resultante da Extração com Massa Igual ou Superior a 1000 g) ABNT NBR NM 248	Quantas vezes forem necessárias para calibração da usina. No mínimo 2 ensaios por jornada de 8 h de trabalho.		Aceita, quando as variações (LIE e LSE) estiverem compreendidas entre os limites da faixa definida na Tabela 3.
Volume de Vazios totais V <sub>v</sub> (%)	2 determinações por jornada de 8 h de trabalho.	<u>Controle Bilateral</u> $X = \bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$ e $X = \bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$	Camada de rolamento e reperfilagem: 3 a 5% Camada de binder: 4 a 6%
Relação de Betume Vazios RBV (%)		Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Camada de Rolamento e reperfilagem: 65 a 80%

			Camada de binder: 65 a 75%
Fluência DNER-ME 043/95			8 a 16 (0,01") 2 a 4 (mm)
Estabilidade min., KN (75 golpes no Ensaio Marshall) DNER-ME 043/95	2 determinações por jornada de 8 h de trabalho.	<u>Controle Unilateral</u> $X = \bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	$\geq 8$
Resistência a tração por compressão diametral estática a 25 °C, MPa ABNT NBR 15087	2 determinações por jornada de 8 h de trabalho.	<u>Controle Unilateral</u> $X = \bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Camada de rolamento e reperfilagem $\geq 0,80$ Camada de binder $\geq 0,65$
Densidade teórica RICE ASTM D 2041	2 determinações por jornada de 8 h de trabalho.	-	-

#### CONTROLE DA EXECUÇÃO

ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
--------	------------	---------------------	-----------------------

#### TEMPERATURAS

Temperatura da massa ao chegar na pista, medida imediatamente antes de aplicação. Termômetro bimetálico com precisão de 5 °C	De todo caminhão carregado que chegar à pista	Resultados individuais	Poderá variar $\pm 5$ °C da indicada para início da rolagem.
Temperatura da massa asfáltica, no momento do espalhamento e no início da compactação. Termômetro bimetálico com precisão de 5 °C	De cada descarga efetuada	Resultados individuais	Temperatura que propicie adequadas condições de compactação, nunca inferior a 150 °C.

#### QUANTIDADE DE LIGANTE E GRANULOMETRIA DA MISTURA

Extração de Ligante ASTM D 6307 DNER ME 053 ASTM D 2172	2 extrações por jornada de 8 h de trabalho	<u>Controle Bilateral</u> $X = \bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$ e $X = \bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$	$\pm 0,3\%$ do teor ótimo de projeto.
Análise granulométrica (com material resultante)	2 ensaios por jornada de 8 h de trabalho	Análise de no mínimo 4 e no máximo 10	Aceita, quando as variações (LIE e LSE) estiverem



da extração com massa igual ou superior a 1.000 g) ABNT NBR NM 248		amostras	compreendidas entre os limites da faixa de trabalho, definida a partir da curva de projeto.
-----------------------------------------------------------------------	--	----------	---------------------------------------------------------------------------------------------

### COMPACTAÇÃO

Extração de amostra indeformada. Determinar a densidade aparente do corpo de prova de cada corpo de prova extraído e correspondente e o grau de compactação. Extração com sonda rotativa DNER ME 117	A cada 100 m de faixa de rolamento compactada	Média $GC_1 = \frac{100 \times d_{pista}}{d_{projeto}}$ ou $GC_2 = \frac{100 \times d_{pista}}{d_{mt}}$	O grau de compactação é aceito se: A média de $GC_1 \geq 97\%$ ou A média de $GC_2 \geq 92\%$ .
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------

### CONTROLE GEOMÉTRICO E ACABAMENTO

ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
--------	------------	---------------------	-----------------------

#### GEOMÉTRICO

Determinação da espessura através de corpos de prova extraídos. Extração com sonda rotativa, e determinação da espessura com paquímetro.	A cada 100 m de faixa de rolamento compactada.	<u>Controle Bilateral</u> $\bar{X} - K_1 S \geq LIE$ e $\bar{X} + K_1 S \leq LSE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	$\pm 5\%$ da espessura de projeto e não possuir valores individuais fora do intervalo de $\pm 10\%$ em relação da espessura de projeto.
Espessura Relocação e nivelamento topográfico.	A cada 20 m, no eixo, bordas e dois pontos intermediários, camada de rolamento. A cada 20 m, no eixo, bordas e trilhas de roda, camada de ligação.	<u>Controle Bilateral</u> $\bar{X} - K_1 S \geq LIE$ e $\bar{X} + K_1 S \leq LSE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	$\pm 5\%$ da espessura de projeto e não possuir valores individuais fora do intervalo de $\pm 10\%$ em relação da espessura de projeto.
Cota Relocação e nivelamento topográfico.		Resultados individuais	-2 cm a +1 cm da cota de projeto.
Largura da plataforma, desvios dos alinhamentos	A cada 20 m	Resultados individuais	No máximo +5 cm.

Medidas de trena			
------------------	--	--	--

### ACABAMENTO

Nivelamento com 2 réguas, uma de 3,0 m e outra de 1,2 m, colocadas respectivamente em ângulo reto e paralelamente ao eixo da pista. Réguas	A cada 20 m	Resultados individuais	A variação da superfície em dois pontos quaisquer de contato deve ser < 0,5 cm.
Irregularidade longitudinal, para camada de rolamento dos pavimentos novos DNER PRO 164 DNER PRO 182 DNER PRO 173	Em cada faixa de rolamento, determinado a cada trecho de 320 m, ou nos locais indicados pela fiscalização	Resultados individuais	QI ≤ 35 contagens/km

De modo geral as juntas executadas devem apresentar-se homogêneas ao conjunto da mistura, isentas de desníveis e de saliências. A superfície deve apresentar desempenada, não deve conter marcas indesejáveis do equipamento de compactação e ondulações de variações decorrentes da carga da vibroacabadora.

### CONDIÇÕES DE SEGURANÇA

ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
Determinar a macrotextura, para camadas de rolamento, através do ensaio de macha de areia. ASTM E 1845	Uma determinação a cada 100 m	Resultados individuais	Altura da areia situada entre 0,6 mm a 1,2 mm.
Determinar a microtextura, para camadas de rolamento, através do ensaio de pêndulo britânico. ASTM E 303	Uma determinação a cada 100 m	Resultados individuais	≥ 47

### DEFLEXÕES

ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
Determinação deflectométrica, D <sub>0</sub> e D <sub>25</sub> Viga Benkelman DNER	A cada 20 m por faixa alternada, a cada 40 m na mesma faixa,	<u>Controle Unilateral</u> — $X = \bar{X} + KS \leq LSE$	A deflexão característica de cada sub-trecho deve ser a estabelecida em projeto.

ME 24 FWD DNER PRO 273	determinar D <sub>0</sub> ; A cada 80 m determinar D <sub>25</sub>	Análise de no mínimo 15 determinações	
---------------------------	--------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------	--

### CONTROLE ESTATÍSTICO

Média Aritmética da Amostra ( $\bar{X}$ )	Desvio-Padrão da Amostra (S)
$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$	$S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{N-1}}$
Controle pelo Limite Inferior	Controle pelo Limite Superior
$X = \bar{X} - KS \geq \text{LIE}$	$X = \bar{X} + KS \leq \text{LSE}$
Controle pelo Limite Inferior e Superior	
$X = \bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$	e $X = \bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$

Onde:

**X<sub>i</sub>** = valor individual da amostra

**N** = nº de determinações efetuadas

**K** = coeficiente unilateral tabelado em função do número de amostras

**K<sub>1</sub>** = coeficiente bilateral tabelado em função do número de determinações

**LSE** = limite superior especificado

**LIE** = limite inferior especificado

### VALORES K – TOLERÂNCIA UNILATERAL E K1 TOLERANCIA BILATERAL

N	K	K1	N	K	K1	N	K	K1
4	0,95	1,34	10	0,77	1,12	25	0,67	1,00
5	0,89	1,27	12	0,75	1,09	30	0,66	0,99
6	0,85	1,22	14	0,73	1,07	40	0,64	0,97
7	0,82	1,19	16	0,71	1,05	50	0,63	0,96
8	0,80	1,16	18	0,70	1,04	100	0,60	0,92
9	0,78	1,14	20	0,69	1,03	Infinito	0,52	0,84

## ANEXO 2 – CIMENTO ASFÁLTICO MODIFICADO POR BORRACHA

PROPRIEDADE DO LIGANTE ASFALTO-BORRACHA – AB 8

Características	Exigência		Método ABNT
	Mínima	Máxima	
Viscosidade Brookfield a 175 °C, spindle 3, 20 RPM, cP	800	2000	ABNT NBR 15529
Penetração, 100 g, 5 s, 25 °C, 0,1 mm	30	70	ABNT NBR 6576
Ponto de Amolecimento, °C,	50	-	ABNT NBR 6560
Recuperação Elástica a 25 °C, 10cm, %	50	-	ABNT NBR 15086
Ponto de Fulgor, °C	235	-	ABNT NBR 11341
Estabilidade a estocagem, °C		9	ABNT NBR 15166
Ensaio no Resíduo do RTFOT			
- Variação em Massa, %	-	1,0	ABNT NBR 15235
- Variação no ponto de amolecimento	-	-	ABNT NBR 6560
- Percentagem de Penetração Original	55	-	ABNT NBR 6576
Porcentagem da recuperação elástica original (25°C, 10cm)	100	-	ABNT NBR 15086

RESOLUÇÃO ANP Nº 39, DE 24.12.2008

# **PMSJC ES-P27/19**

## **Fresagem de Pavimento Asfáltico**

---

### **1. OBJETIVO**

Definir os critérios que orientam a execução, aceitação e recebimento do serviço de fresagem à frio em pavimentos asfálticos, em obras de infraestrutura viária sob a jurisdição da Prefeitura Municipal de São José dos Campos/SP.

---

### **2. DESCRIÇÃO**

Fresagem a frio consiste no corte ou desbaste de uma ou mais camadas do pavimento asfáltico por meio de processo mecânico a frio. É realizada através de cortes por movimento rotativo contínuo, seguido de elevação do material fresado para caçamba do caminhão basculante.

A fresagem deve produzir uma superfície de textura aparentemente uniforme, sobre a qual o rolamento do tráfego seja suave. A superfície deve ser isenta de saliências diferenciadas, sulcos contínuos e outras imperfeições de construção, quando o pavimento permitir.

A fresagem tem como finalidade a remoção de pavimento previamente à execução de novo revestimento asfáltico. É executada em áreas com ocorrência de remendos em mau estado, áreas adjacentes a panelas, rupturas plásticas e corrugações, áreas com grande concentração de trincas e outros defeitos.

A fresagem do pavimento aplica-se também na remoção revestimento betuminoso existente sobre o tabuleiro de obras de arte especiais, em áreas de intensa deterioração, regularização de pavimento de encontros, e como melhoria de coeficiente de atrito nas pistas em locais de alto índice de derrapagem.

A fresagem do pavimento é também a etapa preliminar para a reciclagem de pavimentos asfálticos.

No processo a frio a fresagem é executada sem qualquer pré-aquecimento.

Os serviços descritos nesta especificação abrangem o corte, desbaste, carga, transporte e descarga dos resíduos resultantes da operação de fresagem.

---

### **3. CONDIÇÕES GERAIS**

O serviço de fresagem deve ser iniciado somente após a prévia demarcação das áreas a serem fresadas e definidas as profundidades de corte e rugosidade indicadas no projeto.

Deve ser implantada sinalização provisória de regulamentação e advertência para execução da obra. Durante a execução dos serviços, no caso de haver degraus, se inevitáveis, deve ser implantada a sinalização específica, para advertir a sua existência aos usuários, principalmente aos condutores de motocicletas.

A área da fresagem fina, não deve permanecer por mais de 3 (três) dias sem o devido recobrimento.

Aplica-se também a microfresagem em pavimentos de concreto e revestimentos asfálticos sobre o tabuleiro de obras de artes especiais, na regularização do pavimento e como melhoria do coeficiente de atrito.

Esta norma abrange os serviços de corte, desbaste, carga, transporte, descarga e estocagem dos materiais da operação de fresagem.

A pista fresada só pode ser liberada ao tráfego se não oferecer perigo aos usuários, isto é, a rodovia deve estar limpa dos materiais soltos ou de problemas decorrentes da fresagem, tais como degraus, ocorrência de buracos e descolamento de placas.

---

#### **4. EQUIPAMENTOS**

Todos os equipamentos devem ser examinados antes do início da execução da obra e devem estar de acordo com esta especificação.

Os equipamentos básicos necessários para execução dos serviços são:

**a) Máquina fresadora com as seguintes características:**

- Capacidade mecânica e dimensões que permitam a execução da fresagem de maneira uniforme, com dispositivos que permitam graduar corretamente a profundidade de corte;
- Possuir comando hidráulico que permita variações na espessura de fresagem, com uma largura mínima de 0,20 m até a largura de 3,80;
- Capacidade de nivelamento automático e precisão de corte que permitam o controle de conformação da inclinação transversal para satisfazer o projeto geométrico, bem como a profundidade de corte.
- Dispositivo que permita a remoção do material cortado simultaneamente à operação de fresagem, com a elevação do material removido na pista para a caçamba do caminhão basculante;
- Os dentes do tambor fresador devem ser cambiáveis e permitir que sejam extraídos e montados através de procedimentos simples e práticos, visando o controle de largura de corte.
- Dispositivo que permita a aspensão de água para controlar a emissão de poeira emitida na operação de fresagem

**b) Caminhões basculantes;**

- c) Vassouras mecânicas;
- d) Compressores de ar;
- e) Caminhão tanque de água;
- f) Minicarregadeiras;
- g) Retroescadeira de pneus;
- h) Materiais de consumo: bits, jogos de dentes.

---

## **5. EXECUÇÃO**

A remoção do pavimento asfáltico deve ser executada através de fresagem mecânica a frio do pavimento, respeitando a espessura indicada no projeto e a área demarcada previamente.

Quando o material da fresagem for destinado a reciclagem, previamente à fresagem deve ser retirado o excesso de sujeira e resíduos da superfície do pavimento, por meio de varrição mecânica.

O material resultante da fresagem deve ser imediatamente elevado para carga no caminhão e transportado para o local em que for reaproveitado ou para o bota-fora. Os locais de estocagem devem ser previstos no projeto ou em locais obtidos pela construtora e devidamente aprovados pela fiscalização.

Na ocorrência de placas de material de revestimento devido à variação de espessura da camada de revestimento a ser removida, deve-se aumentar a profundidade da fresagem para eliminação desses resíduos.

Durante a fresagem deve ser mantida a operação de jateamento de água, para resfriamento dos dentes da fresadora e controlar a emissão de poeira.

Para limpeza da área fresada, devem ser utilizadas vassouras mecânicas que disponham de caixa para recebimento do material e jateamento de ar comprimido.

---

## **6. CONTROLE DE QUALIDADE**

### **6.1. Controle da Superfície Fresada**

A fresagem deve obedecer aos limites da área demarcada previamente.

A superfície fresada deverá apresentar textura uniforme, sendo que os sulcos resultantes não devem ultrapassar a 0,5 cm.

### **6.2. Controle do Desempeno da Superfície Fresada**

O desempenho da superfície deve ser verificado visualmente, e é considerado satisfatório desde que não se observe caimentos para centro da pista.

### **6.3. Controle da Espessura Fresada**

Deve-se medir a espessura da fresagem a cada passada, admitindo-se variações de mais ou menos 0,3 cm em relação à profundidade indicada no projeto.

---

## **7. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO**

O serviço deve ser medido em metro cúbico de fresagem asfáltica. O volume é calculado multiplicando-se a extensão obtida a partir do estaqueamento pela largura da seção transversal e espessura de projeto dos locais efetivamente fresados.

O serviço recebido e medido da forma descrita é pago conforme o respectivo preço unitário contratual, no qual estão inclusos: o transporte, descarga e armazenamento do material resultante da fresagem; abrangendo inclusive a mão de obra com encargos sociais, BDI e equipamentos necessários aos serviços, executados de forma a atender ao projeto e às especificações técnicas.





## PROPOSTA COMERCIAL

OBRA: ALTERAÇÃO DE CRUZAMENTO  
 LOCAL: AV. DOS EVANGÉLICOS X AV. ADONIAS DA SILVA - CAMPOS DOS ALEMÃES

ITEM	TABELA DE REFERÊNCIA	CÓDIGO	ESPECIFICAÇÃO DO SERVIÇO	UN.	QUANT.	PREÇO MÁXIMO UNITÁRIO SEM BDI	PREÇO MÁXIMO UNITÁRIO COM BDI 25%	VALOR TOTAL
<b>1.0</b>			<b>SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA</b>					
1.1	PINI (06/22)	02.001.000016.U	PLACA DE IDENTIFICAÇÃO DE OBRA PADRÃO PMSJC	M2	6,00	287,49	359,36	2.156,16
1.2	PINI (06/22)	02.001.000019.U	PLACAS DE OBRA - FUNDO, TARJA E LETRAS REFLETIVAS (1,10M X 0,70M)	UNID	15,00	112,12	140,15	2.102,25
1.3	PINI (06/22)	02.001.000017.U	PLACA DE ADVERTÊNCIA - FUNDO, TARJA E LETRAS REFLETIVAS (LADO = 0,45M)	UNID	15,00	28,75	35,94	539,10
1.4	PINI (06/22)	02.001.000018.U	PLACA DE REGULAMENTAÇÃO - FUNDO, TARJA E LETRAS REFLETIVAS (DIÂM.= 0,40M)	UNID	15,00	17,25	21,56	323,40
1.5	PINI (06/22)	02.001.000020.U	CAVALETE DE MADEIRA	UNID	30,00	37,53	46,91	1.407,30
1.6	PINI (06/22)	22.001.000021.U	CILINDRO CANALIZADOR DE TRÁFEGO	UNID	30,00	143,53	179,41	5.382,30
1.7	PINI (06/22)	02.101.000029.SER	TAPUME DE PROTEÇÃO GUARDA CORPO COM TELA DE POLIPROPILENO	M2	300,00	62,87	78,59	23.577,00
<b>SUBTOTAL</b>								<b>35.487,51</b>
<b>2.0</b>			<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>					
2.1	PINI (06/22)	02.002.000006.1U	DEMOLIÇÃO DE CONCRETO SIMPLES	M3	21,84	162,86	203,58	4.446,19
2.2	PINI (06/22)	02.102.000014.1U	DEMOLIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA, INCLUI CARGA	M2	266,00	28,73	35,91	9.552,06
2.3	PINI (06/22)	02.105.000076.1U	CARGA MECANIZADA DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE	M3	28,39	3,94	4,93	139,96
2.4	PINI (06/22)	02.005.000073.1U	MOMENTO EXTRAORDINÁRIO DE TRANSPORTE ATÉ 10 KM	M3.KM	975,52	3,18	3,98	3.882,57
2.5	CDHU (05/22)	05.09.006	TAXA DE DESTINAÇÃO DE RESIDUO SÓLIDO EM ATERRO, TIPO INERTE	M3	75,04	47,00	58,75	4.408,60
2.6	PINI (06/22)	22.150.000060.SER	CORTE DE CONCRETO COM DISCO DIAMANTADO	M	135,00	26,26	32,83	4.432,05
2.7	CDHU (05/22)	03.07.080	FRESAGEM DE PAVIMENTO ASFÁLTICO COM ESPESSURA ATÉ 5CM, INCLUSIVE REMOÇÃO DO MATERIAL FRESADO ATÉ 10KM E VARRIÇÃO	M2	777,00	12,26	15,33	11.911,41
<b>SUBTOTAL</b>								<b>38.772,84</b>

<b>3.0</b>			<b>RECAPEAMENTO E PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA</b>					
3.1	PINI (06/22)	30.135.000043.SER	ABERTURA, PREPARO E MELHORIA DE CAIXA ATÉ 0,40 M	M2	1.033,60	19,81	24,76	25.591,94
3.2	DER (06/22)	23.04.06.03	SUB-BASE OU BASE DE MACADAME SECO	M3	169,40	172,99	216,24	36.631,06
3.3	PINI (06/22)	30.135.000055.1U	BASE DE BRITA GRADUADA	M3	155,04	214,57	268,21	41.583,28
3.4	PINI (06/22)	30.113.000110.SER	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE GUIA PRÉ-MOLDADA DE CONCRETO	M	311,00	83,96	104,95	32.639,45
3.5	PINI (06/22)	30.113.000150.SER	SARJETA DE CONCRETO MOLDADA IN-LOCO, FCK 20 MPA	M3	15,55	934,90	1.168,63	18.172,20
3.6	PINI (06/22)	30.136.000115.1.U	IMPRIMAÇÃO IMPERMEABILIZANTE	M2	847,00	10,65	13,31	11.273,57
3.7	PINI (06/22)	30.136.000113.1.U	IMPRIMAÇÃO LIGANTE	M2	2.471,00	6,14	7,68	18.977,28
3.8	PINI (06/22)	30.136.000315.1.U	BINDER	M3	33,88	1.618,85	2.023,56	68.558,21
3.9	DER (06/22)	23.08.06.04	CONCRETO ASFALTICO COM ASFALTO-BORRACHA	M3	64,96	1.324,46	1.655,58	107.546,48
<b>SUBTOTAL</b>								<b>360.973,47</b>
<b>4.0</b>			<b>SERVIÇOS COMPLEMENTARES</b>					
4.1	PINI (06/22)	30.138.000070.U	PASSEIO EM CONCRETO FCK 20 MPA (E = 7 CM), INCLUI ABERTURA E PREPARO DE CAIXA E BASE DE BRITA GRADUADA (E = 5 CM)	M2	135,00	92,59	115,74	15.624,90
4.2	PINI (06/22)	30.138.000050.3U	REBAIXAMENTO DE PASSEIO JÁ EXISTENTE, CONCRETO FCK 25 MPA (E = 7 CM), INCLUI DEMOLIÇÕES, CARGA E TRANSPORTE, ABERTURA E PREPARO DE CAIXA, BASE DE BRITA GRADUADA (E = 5 CM), CONFORME NBR 9050	M2	48,00	144,69	180,86	8.681,28
4.3	PINI (06/22)	30.138.000050.4U	REBAIXAMENTO DE PASSEIO, CONCRETO FCK 25 MPA (E = 7 CM), INCLUI DEMOLIÇÕES, CARGA E TRANSPORTE, ABERTURA E PREPARO DE CAIXA, BASE DE BRITA GRADUADA (E = 5 CM), CONFORME NBR 9050	M2	72,00	98,43	123,04	8.858,88
4.4	PINI (06/22)	30.138.000055.SER	PISO PODOTÁTIL ALERTA OU DIRECIONAL, LADRILHO HIDRÁULICO	M2	24,00	144,13	180,16	4.323,84
4.5	PINI (06/22)	32.004.000006.1U	NIVELAMENTO DE TAMPÃO DE POÇO DE VISITA EXISTENTE	UNID	2,00	145,67	182,09	364,18
4.6	PINI (06/22)	16.111.000059.U	TUBULAÇÃO PARA SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA Ø 4", INCLUI LASTRO DE CONCRETO	M	142,00	114,82	143,53	20.381,26
4.7	PINI (06/22)	30.107.000170.U	CAIXA DE PASSAGEM EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, INCLUI TAMPA	UNID	6,00	102,29	127,86	767,16
4.8	CDHU (05/22)	34.02.100	FORNECIMENTO E PLANTIO DE GRAMA ESMERALDA	M2	248,00	12,83	16,04	3.977,92
4.9	PINI (06/22)	30.147.000708.SER	IRRIGAÇÃO DE ÁREA PLANTADA EM DIAS ALTERNADOS DURANTE 1 MÊS	M2	248,00	11,97	14,96	3.710,08

				<b>SUBTOTAL</b>				<b>66.689,50</b>
<b>5.0</b>			<b>CANTEIRO DE OBRAS</b>					
5.1	DER (06/22)	36.01.01.01	MOBILIZAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRA - TIPO II (1,800%)	GL	1,00	7.170,52	8.963,15	8.963,15
5.2	DER (06/22)	36.01.01.02	MANUTENÇÃO DO CANTEIRO DE OBRA - TIPO II (1,050%)	GL	1,00	4.182,80	5.228,50	5.228,50
5.3	DER (06/22)	36.01.01.03	LIMPEZA FINAL E DESMOBILIZAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRA - TIPO II (0,150%)	GL	1,00	597,54	746,93	746,93
				<b>SUBTOTAL</b>				<b>14.938,58</b>
<b>PREÇO GLOBAL: R\$ 516.861,90 (quinhentos e dezesseis mil, oitocentos e sessenta e um reais e noventa centavos)</b>								

## CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

### ALTERAÇÃO DE CRUZAMENTO NA AV. DOS EVANGÉLICOS X AV. ADONIAS DA SILVA

semana		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
mês		mês 1				mês 2				mês 3				mês 4			
físico acumulado (%)		22,38%				44,76%				73,64%				100,00%			
financeiro acumulado (R\$)		115.774,17				231.548,34				380.667,26				516.861,90			
físico - semanal		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
financeiro - mensal		mês 1				mês 2				mês 3				mês 4			
<b>1.0</b>	<b>SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA</b>																
	físico																
	físico acumulado (%)	25,00%				50,00%				75,00%				100,00%			
	financeiro (R\$)	8.871,88				8.871,88				8.871,88				8.871,88			
	financeiro acumulado (R\$)	8.871,88				17.743,76				26.615,63				35.487,51			
<b>2.0</b>	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>																
	físico																
	físico acumulado (%)	33,33%				66,67%				100,00%							
	financeiro (R\$)	12.924,28				12.924,28				12.924,28							
	financeiro acumulado (R\$)	12.924,28				25.848,56				38.772,84							
<b>3.0</b>	<b>RECAPEAMENTO E PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA</b>																
	físico																
	físico acumulado (%)	25,00%				50,00%				75,00%				100,00%			
	financeiro (R\$)	90.243,37				90.243,37				90.243,37				90.243,37			
	financeiro acumulado (R\$)	90.243,37				180.486,74				270.730,10				360.973,47			
<b>4.0</b>	<b>SERVIÇOS COMPLEMENTARES</b>																
	físico																
	físico acumulado (%)									50,00%				100,00%			
	financeiro (R\$)									33.344,75				33.344,75			
	financeiro acumulado (R\$)									33.344,75				66.689,50			
<b>5.0</b>	<b>CANTEIRO DE OBRAS</b>																
	físico																
	físico acumulado (%)	25,00%				50,00%				75,00%				100,00%			
	financeiro (R\$)	3.734,65				3.734,65				3.734,65				3.734,65			
	financeiro acumulado (R\$)	3.734,65				7.469,29				11.203,94				14.938,58			

## COMPOSIÇÃO DO BDI

---

**PREFEITURA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS**  
SECRETARIA DE MOBILIDADE URBANA  
DIVISÃO DE PROJETOS VIÁRIOS

OBRA: ALTERAÇÃO DE CRUZAMENTO

LOCAL: AV. DOS EVANGÉLICOS X AV. ADONIAS DA SILVA - CAMPOS DOS ALEMÃES

---

**BDI calculado pela expressão:**

$$\text{BDI} = \{[(1 + A/100 + S/100 + R/100 + G/100) \times (1 + DF/100) \times (1 + L/100) / (1 - I/100)] - 1\} \times 100$$

<b>Item</b>	<b>BDI</b>	<b>Identificação</b>
AC	5,50	Administração Central
S + G	1,00	Seguro + Garantia
R	1,27	Risco
DF	1,39	Despesas Financeiras
L	7,93	Lucro
I*	5,65	Tributos*
<b>TOTAL</b>	<b>25,00</b>	

<b>*TRIBUTOS</b>	<b>%</b>
PIS	0,65
COFINS	3,00
ISS	2,00
<b>Total</b>	<b>5,65</b>

Declaramos que, conforme **legislação tributária municipal**, a base de cálculo do ISS é de **100%** sobre o valor da obra e a alíquota do ISS aplicável no Município é de **2.00%** (limitado a 5.00%).







