

NORMAS DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS DE INFRAESTRUTURA DO BAIRRO MORRO ALTO.

PROPRIETÁRIA:

Prefeitura Municipal de Paulínia



LOCAL:

PAULÍNIA/SP.



Assunto Normas e Especificações dos Serviços	Data Dezembro / 2025	
--	--------------------------------	--

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

A presente especificação tem como objetivo descrever o desenvolvimento das “Obras de infraestrutura urbana, drenagem e serviços complementares no bairro Morro Alto, no município de Paulínia/SP”, onde todos os materiais, mão de obra e equipamentos necessários para a execução dos serviços serão de responsabilidade da Contratadas os materiais, mão de obra e equipamentos necessários para a execução dos serviços serão de responsabilidade da Contratada.

01. ASSISTÊNCIA TÉCNICA E ADMINISTRATIVA

Para perfeito e completo acabamento das obras e serviços, a empreiteira se obriga sobre as responsabilidades legais nos termos do Código Civil Brasileiro, a prestar toda a assistência técnica e administrativa necessária para imprimir andamento conveniente aos trabalhos.

A presença da Fiscalização da Prefeitura, não implica na diminuição das responsabilidades acima citadas.

Deverá a empreiteira obrigatoriamente, ter no local de cada obra um profissional (engenheiro civil ou arquiteto urbanista) legalmente habilitado no CREA e CAU, como responsável geral da obra, e um auxiliar como encarregado geral.

As determinações da Fiscalização que devem ser cumpridas, não implicam em co-responsabilidade e devem ser consideradas como complementares, cabendo à empreiteira promover os ensaios e as providências que julgue indispensáveis à qualidade e a segurança da obra.

02. MATERIAIS E MÃO DE OBRA

Será de exclusivo critério da Fiscalização, a especificação complementar a apreciação e o julgamento da qualidade dos materiais e para isto poderá solicitar da empreiteira a realidade de todo os ensaios que julgar necessários, que serão feitos sempre as expensas da empreiteira. Os ensaios poderão ser substituídos por certificados de ensaios emitidos por Órgãos Oficiais desde que estes forneçam as principais características técnicas que permitam a Fiscalização comprovarem a qualidade.

Para obras e serviços que forem contratados, caberá à empreiteira fornecer e conservar equipamento mecânico, ferramentas e equipamentos de proteção individual referente à segurança e higiene do trabalho, que deverão ser modernos e eficazes.

Aplicar mão-de-obra idônea de modo a reunir em serviços homogêneos e suficientes de operários, mestres, encarregados e engenheiros civis, que assegure progresso satisfatório das obras, bem como obter os materiais em quantidades suficientes para conclusão das obras no prazo fixado do contrato. É de inteira responsabilidade da empreiteira a apresentação à **Fiscalização** da obra, de todo e qualquer material a ser utilizado na mesma, bem como os catálogos, mostruários, folhetos técnicos, etc., antes de sua aplicação, para análise e aprovação pela mesma.



Assunto	Data	
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

A proposição de substituição de qualquer material por um similar e sua aceitação ou não pela **Fiscalização**, não será motivo justificado para o atraso na conclusão das obras.

A **Fiscalização** não tomará conhecimento dos materiais que por acaso existem no canteiro e não tenham sido encaminhadas as aprovações e podendo inclusive solicitar a retirada, no prazo de **48 horas** a partir da notificação fiscal, deste material do canteiro de obras, pela empreiteira.

03. INÍCIO DAS OBRAS

A empreiteira iniciará dentro do prazo fixado no respectivo contrato, a contar do recebimento da Ordem de Serviços fornecida pela **Fiscalização**.

A execução dos serviços contratados, definidos em projeto de Pavimentação, Drenagem e Sinalização das obras de Pavimentação, Drenagem, Sinalização será realizada em etapas definidas em projeto fornecido pela Equipe de Engenharia da PREFEITURA, desta forma, somente será iniciada uma nova etapa após totalmente concluída a etapa em trabalho.

Todo o serviço contratado será acompanhado (fiscalizado) pela Equipe de Engenharia da Prefeitura, com o controle tecnológico em todas as etapas da obra.

Ao final dos trabalhos, a CONTRATADA deverá apresentar o "As Built" de todo o serviço executado.

04. SEGUROS E ACIDENTES

Correrá por conta exclusiva da empreiteira a responsabilidade de qualquer acidente no trabalho de execução de obras e serviços contratados, sofridos pelos seus operários, usos indevidos de patentes registradas e ainda resultante do caso fortuito e danificação da obra em construção até definitiva aceitação dela pela Fiscalização, bem como as indenizações que possam vir a ser devido a terceiros por fatos oriundos serviço contrário, ainda que ocorridos na via pública. A empreiteira é responsável ainda pelo fornecimento dos EPI's adequados ao risco de cada atividade assim como por exigir o seu uso.

05. LICENÇA E FRANQUIAS

É a empreiteira obrigada obter as licenças e franquias necessárias aos serviços que contratar, pagando os emolumentos prescritos por lei, observando todas as leis, regulamentos e posturas referentes às obras, a segurança pública e as normas de segurança e higiene do trabalho, bem como atender pagamento de seguro pessoal, despesas em decorrentes de leis trabalhistas, impostos aparentes (CREA, CAU, Prefeitura, INSS, etc.) e taxa de consumo de água, luz e força.

É a empreiteira obrigada ao cumprimento de quaisquer formalidades e ao pagamento, as suas custas das multas impostas pelas autoridades fiscalizadoras.

O registro da obra no CREA e no INSS deve ser efetuado em tempo hábil, pela empreiteira, e as cópias das matrículas em ambos os órgãos deverão ser apresentadas à Fiscalização.

06. LIVRO DE OCORRÊNCIA

Todas as ordens de serviços e comunicações da Fiscalização a empreiteira ou vice-versa, serão transmitidas por escrito e só assim produzirão seus efeitos, deverão ser utilizados para tal o Livro de Ocorrência.

07. ESTUDO E CONFERÊNCIA PRELIMINAR DE DOCUMENTAÇÃO



Assunto	Data	
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Compete à empreiteira fazer minucioso estudo, verificação e comparação de todos os desenhos dos projetos, das especificações e demais documentos integrantes da documentação técnica fornecida pela Fiscalização, para execução da Obra.

Dos resultados desta verificação preliminar, a qual será feita antes da assinatura do contrato, deverá a empreiteira dar imediata comunicação escrita a Fiscalização, apontando, discrepância, emissões ou erro que tenha observado, inclusive sobre quaisquer transgressões às normas técnicas, regulamentos ou leis em vigor, de forma a serem sanados os erros, ou missões ou discrepância que possam trazer embaraços ao perfeito desenvolvimento da obra.

Todos os projetos serão fornecidos pela CONTRATANTE, assinados por profissional legalmente habilitado e registrados no CREA e CAU através de Anotação de Responsabilidade Técnica (A.R.T.) e Registro de Responsabilidade Técnica (RRT), respectivamente.

As obras a serem executadas devem obedecer aos Projetos, detalhes, memoriais e especificações fornecidos pelo PREFEITURA.

No caso de eventuais divergências entre elementos de projeto, devem ser obedecidos os seguintes critérios:

-Divergência entre as cotas assinaladas e as suas dimensões medidas em escala: prevalecem as primeiras;

-Na divergência entre DETALHES e PLANTAS GERAIS, prevalecerão os DETALHES;

-Na divergência entre PLANTAS, ORÇAMENTOS E ESPECIFICAÇÕES, prevalecerá o entendimento entre o ORÇAMENTO as ESPECIFICAÇÕES.

Toda e qualquer modificação nos projetos, detalhes, especificações, inclusive acréscimos, somente serão admitidos com prévia autorização escrita dos autores do projeto.

Os materiais e/ou serviços não previstos nesta especificação, constituem casos especiais, devendo ser apreciados pela Fiscalização. Todo o material considerado "similar" deverá ser previamente submetido à apreciação da Fiscalização, devendo a autorização do mesmo ser dada por escrito.

No local da obra, deve ser mantido, em bom estado, pelo menos um jogo de plantas, memoriais e especificações do projeto, para consultas pela Fiscalização.

Todos os aspectos particulares do projeto, omissos ou ainda os de obras complementares não considerados no projeto, devem ser, em ocasião oportuna, especificados e detalhados pela Fiscalização. Deverão ser obrigatoriamente executados, desde que sejam necessários à complementação técnica do projeto.

08. VIGILÂNCIA

A EMPREITEIRA é a única responsável pela segurança, guarda e conservação de todos os equipamentos, ferramentas e utensílios e ainda pela proteção destes e das instalações da obra. Qualquer perda ou dano sofrido no material, equipamento ou instrumental, eventualmente entregue pela Contratante à EMPREITEIRA, será avaliado pela FISCALIZAÇÃO.

A EMPREITEIRA é responsável integralmente por danos causados à Contratante e a terceiros, decorrentes de sua negligência, imperícia ou omissão.

Deve ser proibida a entrada no local da obra, de pessoas estranhas ao serviço a não ser que estejam autorizadas pela Contratante ou pela EMPREITEIRA.



Assunto	Data	
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

A EMPREITEIRA deve tomar todas as precauções e cuidados no sentido de garantir inteiramente a integridade de áreas adjacentes, pavimentações, canalizações, redes elétricas e ainda a segurança de operários e transeuntes durante a execução de todas as etapas da obra.

NORMAS DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS

01. SERVIÇOS GERAIS DO EMPREENDIMENTO

1.1 Administração Local:

A Contratada deverá compor a equipe técnica adequada, contemplando, inclusive, equipamentos e demais materiais necessários para o gerenciamento da obra.

1.2 Mobilização e Desmobilização

Equivale a instalação e desinstalação da Equipe do local de trabalho.

02. SERVIÇOS PRELIMINARES

2.1 Limpeza do terreno

Os serviços de limpeza do terreno compreendem:

- a) O corte e a remoção de vegetação;
- b) A escavação e remoção total de tocos e da camada de solo orgânico;
- c) A remoção de quaisquer outros materiais que venham a prejudicar a execução dos serviços.

A operação de limpeza será executada mediante a utilização de equipamentos adequados e complementada com o emprego de serviços manuais.

2.2 Coleta mecanizada e carga manual de entulho

O entulho e os materiais não sujeitos a reaproveitamento de qualquer escavação, demolição ou remoção devem ser transportados pela EMPREITEIRA e levados a bota-fora em locais a critério da mesma e aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

A escolha, as autorizações para uso, o preparo e a manutenção das áreas de bota-fora são de exclusiva responsabilidade da EMPREITEIRA.

A empresa deverá manter a obra permanentemente limpa, coletando todo o resíduo gerado durante a execução da obra, evitando o acúmulo de entulhos na obra.

2.3 Transporte local com caminhão

A empresa deverá se responsabilizar pela destinação final de todo resíduo gerado pela construção da obra.

03. SERVIÇOS GERAIS

3.1 Placa da obra

A EMPREITEIRA deve fornecer e colocar, nos locais determinados pela Fiscalização, placas de identificação da obra de acordo com dimensões, modelos e cores padronizadas pela Fiscalização.



Assunto	Data	
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Só serão colocadas placas da EMPREITEIRA, ou de eventuais subempreiteiros ou firmas fornecedoras, após prévio consentimento da Fiscalização, principalmente no que se refere à sua localização.

3.2 Barracão provisório

Deverá ser construído barracão de obra de acordo com a Norma NR-18, composta de sala de fiscalização, escritório, banheiros e vestiários, depósito de materiais e ferramentas, almoxarifado, refeitório e o que mais for necessário de acordo com a fiscalização.

3.4 Locação com gabarito de madeira

A firma empreiteira fará a locação da obra, obedecendo inteiramente ao projeto e de acordo com as cotas de níveis apresentadas nas plantas fornecidas pela FISCALIZAÇÃO.

No gabarito poderá ser usado sarrafo de 0,15m com espessura de 1", e deverão ser nivelados e fixados em pontaletes de 3" x 2" espaçados de 2,0 em 2,0 m.

A empreiteira será responsável por qualquer engano de alinhamento ou nivelamento correndo por sua conta a demolição e reconstrução dos serviços imperfeitos.

04. LIGAÇÕES PROVISÓRIAS DE ÁGUA E LUZ

A firma empreiteira poderá fazer, inicialmente, já as ligações definitivas de água, luz energia, telefone e esgotos, para uso durante as construções. Evidentemente, todos os materiais e mão de obra necessária serão a expensas da empresa construtora.

Na hipótese da empresa optar por ligações eminentemente provisórias, estas também serão às suas expensas, após aprovação dos Projetos correlatos pela fiscalização.

No Projeto de Canteiro, a empresa deverá constar previsão das cargas para eventuais equipamentos como: Betoneiras; Vibradores; Serras; Máquinas de Cortar Ferros e demais equipamentos necessários à execução de todos os serviços. Antes do início dos trabalhos, a Empresa vencedora deverá apresentar à Fiscalização para aprovação, o Projeto do Canteiro de Obras.

A EMPREITEIRA é responsável, até o final das obras, pela adequada manutenção e boa apresentação dos canteiros de trabalho e de todas as suas instalações, inclusive especiais cuidados higiênicos com os compartimentos sanitários do pessoal e conservação dos pátios internos, ficando ao seu encargo, também, a limpeza das instalações, móveis e utensílios das dependências da FISCALIZAÇÃO, bem como a reposição do material de consumo necessário (carga do extintor de incêndio, produtos para higiene do ambiente e pessoal, etc.).

05. CANTEIRO DE OBRAS

Durante o desenvolvimento dos serviços, todas as áreas do canteiro bem como vizinhanças influenciadas pelas construções serão permanentemente mantidas limpas, sujeita a notificações e penalidades. Após a conclusão, todas as áreas danificadas serão recuperadas.



Assunto	Data	
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

O local escolhido para construção do canteiro de obras deve ser aprovado pela Fiscalização. Apesar da aprovação, não caberá à Contratante, em hipótese alguma, o ônus decorrente de locação, manutenção e acesso da área escolhida.

A abertura e manutenção dos acessos à área do canteiro de obras são de responsabilidade única da EMPREITEIRA.

A EMPREITEIRA, antes de iniciar qualquer trabalho com relação ao barracão, deverá submeter à aprovação prévia da FISCALIZAÇÃO o seu projeto simplificado, constando de:

- a) Planta Geral de Localização;
- b) Desenhos das Construções.

É de critério exclusivo da FISCALIZAÇÃO a aceitação do projeto apresentado, sendo de seu pleno direito alterá-lo, quer quanto à localização, “lay-out” ou padrão de construção, se assim julgar necessário.

Os canteiros de serviços devem ser localizados nos pontos mais próximos das principais frentes de trabalho, com acesso fácil através de áreas bem conservadas, abrigando todos os equipamentos, materiais e mão-de-obra necessários à execução dos serviços contratados, conforme descrito na Norma Regulamentadora NR 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção Civil (item 18.4 - Áreas de vivência).

A EMPREITEIRA deverá construir as instalações mínimas necessárias ao desenvolvimento dos serviços técnicos e administrativos e compatíveis com o porte da obra, assim como ao atendimento do pessoal empregado, inclusive com execução das instalações, a saber:

- a) escritório para EMPREITEIRA e FISCALIZAÇÃO;
- b) depósito de materiais;
- c) almoxarifado (s) para a guarda de equipamentos miúdos, utensílios, peças e ferramentas;
- d) instalações sanitárias para todo o pessoal da obra;
- e) instalações necessárias ao adequado abastecimento, acumulação e distribuição de água;
- f) instalações necessárias ao adequado fornecimento, transformação e condução da energia elétrica (luz e força);
- g) outras construções ou instalações necessárias, a critério da EMPREITEIRA, tais como extintores de incêndio, produtos para higiene pessoal e de ambiente, etc.

RESUMO DO PROCESSO EXECUTIVO

07 MICRO-DRENAGEM

7.1. REDE DE DRENAGEM PLUVIAL

7.1.1 Órgãos Acessórios

7.1.1.1 Escoamentos Superficiais

Nas ruas onde a área de contribuição é pequena, o próprio leito da via na faixa próxima ao meio-fio, poderá ser suficiente para dar vazão à água de chuva que chega a mesma.

A capacidade de escoamento superficial das ruas projetadas foi calculada em função da declividade de cada trecho analisado, obtidas do projeto geométrico do conjunto.



Assunto	Data	
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

7.1.2 MATERIAIS BÁSICOS

7.1.2.1 Areia

As areias serão de origem quartzosa, com grãos inertes e resistentes isentos de impurezas prejudiciais, especialmente argila, matérias orgânicas, cloreto de sódio, etc., e deverão satisfazer a EB-4 da ABNT. As areias deverão ser lavadas e provenientes de rio, não sendo permitido o uso de areias de cava (estradas).

Para argamassas, a areia deverá ser grossa ou média, de acordo com a sua finalidade, apresentando módulo de finura superior a 2,39.

Deverá ser estocada em pilhas de acordo com suas dimensões nominais, devendo ser possibilitada a drenagem livre do excesso de água.

7.1.2.2 Pedra Britada

Agregado graúdo proveniente do britamento de rochas estáveis, deverá se apresentar limpa, com arestas vivas, formas não lamelares, granulométrica uniforme, isenta de argila e impurezas orgânicas, satisfazendo às condições da EB-4 da ABNT.

Será estocada de acordo com o item anterior.

7.1.2.3 Cimento

Todo cimento deverá ser de fabricação recente, de boa procedência, só sendo aceito na obra quando chegar com acondicionamento original e com a embalagem e rotulagem intactas. O cimento utilizado será do tipo Portland, devendo satisfazer rigorosamente às especificações da EB-1, EB-2, e EB-208 da NB-1 da ABNT.

O armazenamento deverá ser em local seco, à prova d'água e bem ventilado, as pilhas não deverão ter número superior a 10 sacos.

7.1.2.4 Água

A água destinada ao amassamento da argamassa e concreto será límpida, isenta de teores prejudiciais de sais, óleos, ácidos, álcalis e substâncias orgânicas, devendo-se obedecer ao disposto nos artigos 79 e 80 da MB-1 da ABNT.

A água potável é considerada de boa qualidade para a utilização do concreto.

7.1.2.5 Concreto



Assunto	Data	
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Os concretos serão constituídos de cimento Portland, areia, brita, água e aditivos de qualidade, rigorosamente de acordo com o especificado para estes materiais.

Poderão ser produzidos no local da obra ou pré-misturados (desde que inspecionado e aprovado pela FISCALIZAÇÃO).

Os concretos deverão apresentar os seguintes consumos mínimos de cimento:

Concreto magro: 150 Kg/m³

Concreto simples: 210 Kg/m³

Concreto estrutural: fck ≥ 25 Mpa

A dosagem deverá ser racional, de modo a se obter misturas trabalháveis que, sendo devidamente curado, satisfaça às exigências de resistência mecânica estabelecidas nos projetos, nos termos da NB-1.

7.1.2.6 Aço

As barras de aço para concreto armado deverão satisfazer às exigências da EB-3/72 e apresentar homogeneidade de características geométricas e mecânicas, além de se apresentarem isentas de defeitos como bolhas, fissuras, esfoliações e corrosão.

Não poderão ser empregados aços de qualidade diferente dos especificados no projeto, sem aprovação prévia da FISCALIZAÇÃO.

As barras deverão ser armazenadas de modo a permitir a identificação das diversas partidas, segundo categoria, diâmetro e lotes de fornecimento.

7.1.2.7 Argamassas

As argamassas serão de areia e cimento, preparadas nas quantidades necessárias e nos traços indicados para cada serviço.

No preparo da argamassa deverão ser misturados a seco a areia e o cimento até a obtenção de uma coloração uniforme, sendo em seguida adicionada água em quantidade suficiente para se obter a consistência desejada.

7.1.2.8 Tijolos

Os tijolos para execução de alvenarias serão do tipo comum, de barro cozido (maciço), leves, sonoros e não vitrificados, com faces planas e arestas vivas, com dimensões correntes no mercado, mas que permitam paredes acabadas de acordo com as dimensões das peças projetadas.

7.2. ESCAVAÇÃO

A escavação poderá ser manual ou mecânica, em função das particularidades existentes, à critério da EMPREITEIRA, e compreende a remoção de qualquer material abaixo da superfície natural do terreno até as linhas e cotas especificadas no Projeto, procedida seletivamente de modo a separar os solos destinados aos diversos fins.

O material escavado será lançado, em princípio, ao lado ou perto da vala ou cava. Se o seu uso está levado em conta para reaterro futuro, dependendo do porte e período de duração das obras, aguardará no local o seu aproveitamento ou será removido para depósitos provisórios em locais escolhidos pela EMPREITEIRA e aprovados pela FISCALIZAÇÃO. Se o material for imprestável, será removido para o bota-fora.

Para proteção das valas ou cavas contra inundação das águas superficiais deverão ser construídas muretas longitudinais nas bordas da escavação, desviando as águas para local adequado de descarga.



Assunto	Data	
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Quando a escavação tiver atingido a cota indicada no projeto, será feita a regularização, limpeza e apiloamento do fundo da vala ou cava. Essas operações devem ser executadas com a vala ou cava seca, com a água de lençol totalmente deslocada.

Conforme o tipo do terreno, a FISCALIZAÇÃO definirá o tipo de fundação a ser adotada para assentamento da tubulação.

7.3. ESCORAMENTO DE VALAS

Toda vez que a escavação, em virtude da natureza do terreno, possa provocar desmoronamento, a EMPREITEIRA é obrigada a providenciar o escoramento adequado.

Os tipos de escoramento a serem utilizados devem ser determinados pela FISCALIZAÇÃO e serão os seguintes:

a) Escoramento Descontínuo

Consiste na contenção do solo lateral à vala por pranchas metálicas ou de madeira, espaçadas de 0,16 m, travadas horizontalmente por longarinas de peroba de 0,06 m x 0,16 m em toda a sua extensão, e estroncas de eucalipto de diâmetro 0,20 m a cada 1,35 m, a menos das extremidades das longarinas de onde as estroncas estarão a 0,40 m.

b) Escoramento Contínuo Simples

Neste caso a contenção do solo lateral à vala deve ser feita por pranchas metálicas ou de madeira, encostadas umas às outras, travadas horizontalmente por longarinas de peroba de 0,06 m x 0,16 m em toda a sua extensão, e estroncas de eucalipto de 0,20 m de diâmetro espaçadas de 1,35 m, a menos das extremidades das longarinas de onde as estroncas estarão a 0,40 m.

c) Escoramento Contínuo Especial (metálico)

O solo lateral a cava, neste caso, será contido por pranchas metálicas com encaixe e espessura da chapa de 4,75mm, ou de madeira em peroba, de 0,05 x 0,16 m, do tipo macho e fêmea, travados horizontalmente por longarinas de peroba de 0,08 x 0,18m em toda a sua extensão, e estroncas de eucalipto de DN 0,20 m espaçadas de 1,35m, a menos das extremidades das longarinas de onde as estroncas estarão a 0,40 m.

Para se evitar sobrecarga no escoramento, o material escavado deve ser colocado a uma distância da vala, no mínimo, igual a 60% da sua profundidade.

Para se evitar a percolação de água pluvial para dentro da vala, a EMPREITEIRA deverá:

No aparecimento de trincas laterais à vala, providenciar a vedação das mesmas e a impermeabilização da área com asfalto;

Vistoriar junto às sarjetas se não está ocorrendo penetração de água. Em caso positivo, vedar com asfalto.

O escoramento em escavações abaixo do lençol freático, em solos que apresentem reais dificuldades quanto à fixação, estanqueidade e equilíbrio do fundo da vala, deve ter "fichas", cujo dimensionamento deve ser aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

7.5. ASSENTAMENTO DE TUBULAÇÕES

Os tubos serão assentados nas cotas e alinhamentos previstos no Projeto, logo após a abertura das valas.

O assentamento das tubulações deverá ser executado de jusante para montante, com a bolsa voltada para montante. Não deverão ser assentados tubos defeituosos, devendo os mesmos ser vistoriados pela EMPREITEIRA, juntamente com a FISCALIZAÇÃO, antes de sua colocação na vala.



Assunto	Data	
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

As cotas de escavação e de assentamento deverão ser demarcadas topograficamente no campo, de acordo com o projeto. As demarcações serão lançadas em estacas distanciadas de 10 m, utilizando-se piquetes e réguas.

Para colocação dos tubos no fundo da vala serão adotados métodos adequados, manuais ou mecânicos, que permitam uma descida lenta, evitando golpes contra as paredes das valas e quedas durante a operação.

O rejunte das juntas dos tubos ponta e bolsa será executada com argamassa de cimento e areia no traço 1:3. Externamente a argamassa será respaldada com uma inclinação de 45º sobre a superfície do tubo.

Sempre que for interrompido o trabalho, o último tubo assentado deverá ser tamponado a fim de se evitar a entrada de elementos estranhos.

7.6. REATERRO DE VALAS E RETIRADA DE ESCORAMENTO

7.6.1 Reaterro de Valas

Antes de ser iniciada a operação de reaterro de qualquer trecho da tubulação, a FISCALIZAÇÃO deve realizar uma inspeção rigorosa das condições da tubulação abaixada de forma a garantir a inexistência de defeitos ou danos no revestimento e nos tubos.

Os serviços de reaterro só podem ser iniciados após autorização e de acordo com indicações específicas da FISCALIZAÇÃO.

O reaterro das valas deve ser processado até o restabelecimento dos níveis anteriores das superfícies originais ou da forma designada pela FISCALIZAÇÃO, e deve ser executado de modo a oferecer condições de segurança às estruturas e às tubulações e bom acabamento à superfície.

Somente serão reaproveitados os solos da escavação, quando estes se encontrarem homogêneos, sem mistura, e principalmente sem a presença de argilas orgânicas compressíveis.

O aterro deverá ser executado em camadas de, no máximo, 30cm.

A primeira camada, até a altura de 30cm acima da geratriz superior do tubo assentado, deve ser executada com solo arenoso, isento de impurezas, compactado em ambos os lados da tubulação com apiloamento manual através de soquetes.

O reaterro da camada intermediária entre as descritas anteriormente deve ser executado com material selecionado da própria escavação ou, nos casos onde não haja essa disponibilidade, com material de jazidas de empréstimo, compactado mecanicamente, em camadas de, no máximo, 30 cm.

As camadas de aterro compactadas mecanicamente devem atender às seguintes condições:

Terrenos arenosos - grau de compacidade de 95%.

Terrenos coesivos - densidade aparente seca em média não inferior a 95% da densidade máxima determinada nos ensaios de compactação, de conformidade com a MB-33 da ABNT.

7.6.2 Retirada do Escoramento

O plano de retirada das peças deve ser objeto de programa previamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO;

7.7. TUBOS DE CONCRETO

7.7.1 Normalização

ABNT-EB-6 (NBR-9793): Tubos de Concreto Simples Circular para Águas Pluviais;

ABNT-EB-103 (NBR-9794): Tubos de Concreto Armado de Seção Circular para Águas Pluviais.

Especificação da Classe de Tubos de Concreto



Assunto	Data	
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

DIÂMETRO (m)					
0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50
PA-1	PA-2	PA-2	PA-3	PA-3	PA-3

Deverão ser obedecidas as seguintes normas de fabricação:

Tubos da classe PA - (conforme ABNT, EB-103)

Tubos da classe P-S - (conforme ABNT, EB-6/R)

(*) Ligação de bocas de lobo aos PV's





Assunto	Data	
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

DRENAGEM: ATERRO DE ACESSO

Aterros. Fundações. Drenagem.

OBJETIVO

Definir os critérios que orientam a execução, aceitação e medição de aterro de acesso, em obras rodoviárias.

DEFINIÇÃO

O aterro de acesso consiste no lançamento e compactação de uma via provisória de apoio à execução das obras: sondagens, implantações de obras de arte, fundações, corta-rios, bueiros, drenos e demais dispositivos de drenagem.

MATERIAIS

Para a construção dos aterros de acesso podem ser utilizados solos, pedregulho ou solo contendo fragmentos de rocha; estes materiais devem estar isentos de materiais orgânicos. Os locais de extração dos solos devem ser os estabelecidos no projeto ou indicados pela fiscalização.

EQUIPAMENTOS

Antes do início dos serviços todo equipamento deve ser inspecionado e aprovado pelo PREFEITURA.

Os equipamentos básicos necessários aos serviços de construção de aterros de acesso compreendem:

- a) caminhão irrigador;
- b) caminhão basculante;
- c) escavadeira. hidráulica;
- d) motoniveladora ripper;
- e) rolo compactador;
- f) trator agrícola;
- g) outros equipamentos manuais que se fizerem necessários.

EXECUÇÃO

O aterro de acesso deve, preferencialmente ser implantado dentro da faixa de domínio, e ter suporte suficiente para permitir o tráfego dos equipamentos e veículos necessários à execução das obras.

Todas as operações de limpeza de terreno, escavação e compactação do aterro devem ser executadas nas dimensões indicadas no projeto.

O material de aterro deve ser carregado na jazida e transportado até o local de execução dos serviços.

O material deve ser descarregado e espalhado em espessuras que permitam a sua compactação através das passagens do equipamento durante o espalhamento do material. A camada final deve receber quatro passadas de compactação, ida e volta, em cada faixa de tráfego do equipamento.

Deve ser prevista drenagem superficial provisória de águas pluviais, de acordo com o projeto, prevendo-se saídas d'água adequadas, com proteção contra erosão no pé do aterro.

Não deve ser permitido o tráfego de máquinas a menos de um metro de distância da borda da obra. Nessa região, os serviços de aterro e de compactação de aterro devem ser executados com ferramentas manuais e equipamentos apropriados.



Assunto	Data	
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

CONTROLE

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.

O acabamento quanto à declividade transversal e a inclinação dos taludes devem ser as indicadas em projeto, as verificações devem ser realizadas pela executante e conferidas pela fiscalização desde o início e até o término das operações, de modo a permitir as correções eventualmente necessárias.

ACEITAÇÃO

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde tenham sido atendidas as exigências estabelecidas nesta especificação.

CONTROLE AMBIENTAL

As medidas de controle ambiental que devem ser tomadas durante a execução de aterros referem-se à execução dos dispositivos de drenagem, proteção vegetal dos taludes, previstos no projeto, para evitar erosões e consequente carreamento de material.

Os aterros implantados em áreas de preservação permanente, próximos a rios, várzeas etc, devem contar com cuidados especiais.

Caso o aterro seja executado sobre a várzea, esta deve ser adequadamente drenada, evitando o lançamento do material de aterro diretamente sobre água.

Se o aterro for implantado próximo a corpos d'água, em sua APP – Área de Proteção Ambiental, os cuidados com drenagem e estabilidade do talude devem ser redobrados.

Os serviços devem ser conduzidos de forma a causar o mínimo de danos às áreas do entorno, e devidamente licenciados junto aos órgãos ambientais.

CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O serviço é medido e pago por metro cúbico (m³) de aterro compactado, cujo volume é calculado multiplicando-se as extensões obtidas a partir do estaqueamento pela área da seção transversal de projeto.

A limpeza do terreno e o destocamento são medidos e pagos de acordo com os preços unitários contratuais correspondentes da especificação ET-DE-Q00/001 - Limpeza do Terreno e Destocamento.

O serviço recebido e medido da forma descrita é pago conforme o preço unitário contratual respectivo, no qual estão inclusos: a mão de obra com encargos sociais, BDI, equipamentos, controle de qualidade e eventuais necessários à completa execução dos serviços, de forma a atender ao projeto e às especificações técnicas.

DRENAGEM: ESCAVAÇÕES PARA IMPLANTAÇÃO DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

Escavações. Reaterros. Drenagem.

OBJETIVO

Definir os critérios que orientam a execução, aceitação e medição dos serviços de escavações para a implantação dos dispositivos de drenagem, em obras rodoviárias.



Assunto	Data	
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

DEFINIÇÃO

Os serviços consistem na execução de escavação de valas para implantação dos dispositivos de drenagem. Esta escavação pode ser manual ou com equipamento adequado.

EQUIPAMENTOS

Antes do início dos serviços todo equipamento deve ser inspecionado e aprovado pelo PREFEITURA.

Os equipamentos básicos necessários aos serviços de escavação para implantação de dispositivos de drenagem compreendem:

- a) caminhão basculante;
- b) escavadeira hidráulica;
- c) compressores;
- d) outros equipamentos tais como, pá, enxada, martelo, etc.

EXECUÇÃO

As operações necessárias à execução das escavações para implantação dos dispositivos de drenagem compreendem:

- a) limpeza do terreno;
- b) escavação e carga do material;
- c) depósito do material excedente.

A escavação deve ser manual somente quando as dimensões ou a localização da obra não permitirem a escavação mecânica.

As valas devem ser abertas com as dimensões e nas posições estabelecidas no projeto, no sentido de jusante para montante, com declividade longitudinal mínima do fundo de 1%, exceto quando indicada em projeto. O material escavado pode, a critério da fiscalização, ser reservado, no todo ou em parte, para posterior aproveitamento. Quando não ocorrer a reserva, o material deve ser transportado para o depósito de material excedente.

A fiscalização deve ser avisada com antecedência quando houver a necessidade de empregar explosivos para a execução da escavação.

CONTROLE

Os levantamentos topográficos devem apontar se as dimensões da seção transversal e a declividade atendem às especificadas no projeto. Admitem-se as seguintes tolerâncias:

- a) variação de altura máxima para o fundo e bordas da escavação:
 - escavação em solo: $\pm 0,02$ m; - escavação em rocha: $\pm 0,10$ m.
- b) variação máxima da largura de $+ 0,05$ m para o fundo e bordas da escavação, não se admitindo variação negativa.

O controle qualitativo da escavação deve ser feito visualmente pela fiscalização, avaliando se as características de acabamento das obras executadas.

ACEITAÇÃO

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde que atendam às exigências de execução estabelecidas nesta especificação e discriminadas a seguir:

- a) na inspeção visual, as características de acabamento da obra forem considerados satisfatórios;
- b) as características geométricas previstas tenham sido obedecidas.



Assunto	Data	
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

No caso do não atendimento do disposto na alínea a do item 5, a executante deve refazer ou melhorar o acabamento e conferir ao dispositivo as condições indicadas pela fiscalização da Prefeitura.

No caso de não atendimento à alínea b do item 5, o serviço é rejeitado, devendo ser refeita a geometria do dispositivo, dentro dos limites especificados.

CONTROLE AMBIENTAL

Os procedimentos de controle ambiental referem-se à proteção de corpos d'água, da vegetação lindeira e à segurança viária. A seguir são apresentados os cuidados e providências para proteção do meio ambiente, a serem observados no decorrer da execução das escavações para implantação dos dispositivos de drenagem .

- a) o desmatamento e destocamento devem obedecer rigorosamente os limites estabelecidos no projeto, ou pela fiscalização, evitando acréscimos desnecessários; deve ser suficiente para garantir as operações de construção e a visibilidade dos motoristas, com a precaução de não expor os solos e taludes naturais à erosão;
- b) nas operações de limpeza, a camada vegetal deve ser estocada, sempre que possível, para o futuro uso da recomposição vegetal dos taludes;
- c) não será permitida a queima do material removido;
- d) o tráfego de máquinas e funcionários deve ser disciplinado de forma a evitar a abertura indiscriminada de caminhos e acessos, o que acarretaria desmatamento desnecessário.

CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O serviço é medido em metros cúbicos (m³) de escavação, cujo volume é calculado multiplicando-se as extensões obtidas a partir do estaqueamento pela área da seção transversal de projeto.

O serviço recebido e medido da forma descrita é pago conforme os preços unitários contratuais respectivos, no qual estão inclusos, a mão de obra com encargos sociais, BDI, equipamentos, controle de qualidade e eventuais necessários à completa execução dos serviços, de forma a atender ao projeto e às especificações técnicas

- Acréscimo escavação com explosivo, para 1,5 m



Assunto	Data	
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

REATERROS

Reaterros. Bueiros. Drenagem.

1 OBJETIVO

Definir os critérios que orientam a execução, aceitação e medição de reaterro das valas dos dispositivos de drenagem, em obras rodoviárias.

2 2 DEFINIÇÃO

O reaterro de valas dos dispositivos de drenagem consiste no enchimento de valas dos dispositivos de drenagem com solo devidamente compactado.

3 3 MATERIAIS

O solo destinado ao reaterro de valas deve ser, preferencialmente, o próprio material da escavação da vala, desde que este seja de boa qualidade. Caso contrário o material deve ser importado.

O solo para reaterro deve:

- possuir CBR $\geq 2\%$ e expansão $< 4\%$;
- ser isento de matéria orgânica.

Não se admite a utilização de materiais de qualidade inferior ao do terreno adjacente.

4 4 EQUIPAMENTOS

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser inspecionado e aprovado pelo PREFEITURA.

Os equipamentos básicos necessários ao serviço de reaterro de vala compreendem:

- a) compactadores manuais: placas vibratórias ou sapos mecânicos;
- b) equipamentos manuais: pás, enchadas, soquetes etc.

EXECUÇÃO

A compactação do material de reaterro deve ser executada em camadas individuais de 15,0 cm de espessura, com sapos mecânicos, placas vibratórias ou soquetes manuais.

O equipamento utilizado deve ser compatível com as dimensões de trabalho entre as linhas de tubos de bueiros duplos ou triplos. Deve ser dada atenção especial à compactação junto às paredes dos tubos, de forma a não danificá-los.

O reaterro deve prosseguir até atingir a espessura de, no mínimo, 60,0 cm da geratriz superior externa do corpo do bueiro, ou atingir a cota prevista em projeto.



Assunto	Data	
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

A variação do teor de umidade admitido para o material de reaterro é de -2% a +1% em relação à umidade ótima de compactação, e o grau de compactação mínimo exigido é de 95% em relação à massa específica aparente seca máxima, determinada conforme NBR 7182⁽¹⁾, na energia normal.

CONTROLE

Controle dos Materiais

Os solos utilizados no reaterro devem ser submetidos ao ensaio de ensaio de CBR, conforme NBR 9895⁽²⁾ com determinação da expansão, na energia normal; 1 ensaio a cada 1.500 m² de vala, ou na frequência fixada pela fiscalização.

Controle da Execução

O controle da execução do reaterro deve ser realizado pelos seguintes procedimentos:

- a) determinação da massa específica aparente seca máxima e umidade ótima, conforme NBR 7182⁽¹⁾, na energia normal, com amostras coletadas na pista, 1 ensaio a cada 500 m² de vala; ou na frequência fixada pela fiscalização;
- b) determinação do teor de umidade com umidímetro Speedy, conforme PREFEITURA M 145⁽³⁾, ou similar, a cada 350 m² de vala. Se a umidade estiver compreendida no intervalo de - 2,0 % a + 1,0 % da umidade ótima o material pode ser liberado para compactação;
- c) determinação, após o término da compactação, da umidade e da massa específica aparente seca *in situ*, de acordo com NBR 7185⁽⁴⁾, e o respectivo grau de compactação, em relação aos valores obtidos na alínea a, 1 determinação a cada 350 m² de vala compactada, ou na frequência fixada pela fiscalização.

Controle Geométrico e de Acabamento

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.

ACEITAÇÃO

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde que atendam simultaneamente as exigências de materiais e de execução, estabelecidas nesta especificação e discriminadas as seguir.

Execução

Compactação

O grau de compactação é aceito desde que não sejam obtidos valores individuais inferiores a 95%, ou os valores de grau de compactação, analisados estatisticamente para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras, através da equação 3 do anexo A, sejam iguais ou superiores a 95%.

Geometria

A geometria é aceita desde que as dimensões das seções transversais, obtidos após as operações de reaterro, atendam às seções especificadas no projeto.

CONTROLE AMBIENTAL

Os procedimentos de controle ambiental referem-se à proteção de corpos d'água, da vegetação lindeira e à segurança viária.



Assunto	Data	
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

O material excedente do reaterro deve ser transportado para local pré-definido em conjunto com a fiscalização, sendo vedado seu lançamento na faixa de domínio, nas áreas lindeiras, no leito dos rios e em quaisquer outros locais onde possam causar prejuízos ambientais; Devem ser atendidas, no que couber, as recomendações ambientais da Prefeitura, referentes às obras e serviços de drenagem e pavimentação.

CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O serviço é medido em metro cúbico (m³) de camada acabada, cujo volume é calculado multiplicando-se as extensões obtidas a partir do estaqueamento pela área da seção transversal de projeto.

O serviço recebido e medido da forma descrita é pago conforme o preço unitário contratual respectivo, no qual estão incluídos: a mão de obra com encargos sociais, BDI, equipamentos, controle de qualidade e eventuais necessários à completa execução dos serviços, de forma a atender ao projeto e às especificações técnicas.

Tabela B-1 – Controle Estatístico

Parâmetro		
1 - Média aritmética da amostra ($\bar{X}$)	$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$	
2 – Desvio-padrão da amostra (S)	$s = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{N-1}}$	Onde: X_i = valor individual da amostra N = nº de determinações efetuadas
Controle Unilateral		K = coeficiente unilateral tabelado em função do número de amostras
3 – controle pelo limite inferior	$\bar{X} - Ks \geq \text{LIE}$ Ou	K_1 = coeficiente bilateral tabelado em função do número de determinações
4- controle pelo limite superior	$\bar{X} + Ks \leq \text{LSE}$	LSE = limite superior especificado
Controle Bilateral		LIE = limite inferior especificado
5 – controle pelo limite inferior e superior	$\bar{X} - K_1s \geq \text{LIE}$ e $\bar{X} + K_1s \leq \text{LSE}$	

Tabela B-2 – Valores K – Tolerância Unilateral e K1 Tolerância Bilateral

N	K	K ₁	N	K	K ₁	N	K	K ₁
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	∞	0,52	0,84



CONCRETO ESTRUTURAL

Concreto. Cimento. Drenagem.

1. OBJETIVO

Definir os critérios que orientam a produção, execução, aceitação e medição do concreto utilizado nas estruturas de drenagem, em obras rodoviárias sob jurisdição do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo – PREFEITURA.

2. DEFINIÇÃO

O termo concreto estrutural refere-se a toda gama das aplicações do concreto como material estrutural.

3. MATERIAL

3.1 Considerações de Caráter Geral

Toda e qualquer alteração de componentes do concreto ou alteração de metodologia executivas previamente definidas ou acordadas, que possam direta ou indiretamente afetar as solicitações, o comportamento ou o desempenho das estruturas, quer seja no plano provisório, quer seja no plano definitivo, deve ter o aval da fiscalização para ser efetivada.



Assunto	Data	
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Cimento

- a) a escolha do tipo de cimento deve ter presente a finalidade última da estrutura e considerar parâmetros como: a característica das unidades estruturais, tempos de aplicação, de desforma e resistência, condições ambientais;
- b) nenhuma unidade estrutural deve ser executada com diferentes cimentos, quer quanto ao tipo, quer quanto à resistência;
- c) os cimentos devem atender, em cada caso, às suas regulamentações específicas:
NBR 5732⁽¹⁾: Cimento Portland Comum – CP;
NBR 5733⁽²⁾: Cimento Portland de Alta Resistência Inicial – ARI;
NBR 5736⁽³⁾: Cimento Portland Pozolânico – POZ;
NBR 5737⁽⁴⁾: Cimento Resistente a Sulfatos – MRS/ARS; NBR 5735⁽⁵⁾:
Cimento Portland de Alto-Forno – AF.
- d) recebimento do cimento:
catalogar procedência, tipo, classe, data de fabricação e data de recebimento;
caracterizar o estado inviolado das embalagens; atenção especial para evidências de hidratação precoce.
- e) armazenamento do cimento:
o cimento deve ficar protegido das intempéries, com cuidados especiais relativos à contaminação por umidade; o cimento fornecido em sacos deve ser armazenado sobre plataformas ou estrados de madeira, suficientemente afastados do chão, e cada pilha de sacos deve conter no máximo 10 unidades.

Agregados

- a) os agregados devem atender à NBR 7221⁽⁶⁾;
- b) os agregados não devem conter teores minerais passíveis de proporcionar reações químicas alcali-agregado;
 - com agregados potencialmente ativos, recomenda-se a utilização de cimento com limite de 0,6% para teor de álcalis;
 - desgaste *Los Angeles*: inferior a 50%;
 - agregados graúdos: devem atender à NBR 7809⁽⁷⁾ e ter índice de forma < 3,0;
 - a granulometria básica deve levar em conta a garantia do módulo de deformação especificado, se for o caso;
 - agregado graúdo: preferência por pedra britada; alternativas devem ter o aval da fiscalização;
 - agregado miúdo: deve atender à NBR 7211⁽⁸⁾;
- c) recebimento dos agregados:
 - caracterizar procedência e granulometria;
 - a NBR 7211⁽⁸⁾ regulamenta os ensaios necessários sempre que os agregados apresentarem formato lamelar ou formato de agulhas.
 - armazenamento dos agregados: os diferentes padrões de agregados devem ser armazenados separadamente e protegidos das intempéries ventanias e outros vetores de impureza como óleos e graxas.



Assunto	Data	
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Água

A água destinada ao amassamento e cura do concreto deve ser isenta de teores prejudiciais de substâncias estranhas. São consideradas satisfatórias as águas potáveis e que tenham pH entre 6,0 e 8,0 e respeitem os seguintes limites máximos:

- a) matéria orgânica (expressa em oxigênio consumido)...5mg/l.
- b) sólidos totais.....4000mg/l.
- c) sulfatos (expressos em íons SO_4^{--})..... 300mg/l.
- d) cloretos (expresso em íons Cl^-).....250mg/l.
- e) açúcar.....ausente (pelo teste alfa-naftol).

Aditivos

A utilização de aditivos deve ser analisada e aprovada pela fiscalização, sempre que inexistir determinação específica de projeto a respeito.

- a) os aditivos são regulamentados pela NBR 1401⁽⁹⁾ e NBR 11768⁽¹⁰⁾, e complementados oficiosamente pela ASTM 260⁽¹¹⁾ e 494⁽¹²⁾;
- b) os aditivos são definidos para alterar características do concreto normal. As porcentagens de aditivo são normalmente definidas pelo fabricante, mas é recomendável que a aplicabilidade de um traço composto por aditivos seja

transporte do concreto recém preparado até o ponto de lançamento deve ser o menor possível e com cuidados dirigidos para evitar segregação ou perda de material;

- g) a fiscalização pode vetar qualquer sistema de transporte que entenda inadequado e passível de provocar segregação;
- h) as retomadas de lançamentos sucessivos pressupõem a existência de juntas de concretagem tratadas para garantir aderência entre os dois lances, monoliticidade e impermeabilidade;
- i) por junta tratada entende-se a remoção da película superficial de nata, remoção de excessos e elementos estranhos; o processo de limpeza deve ser aprovado pela fiscalização;
- j) o concreto deve ser lançado de um ponto o mais próximo possível da posição final, através de sucessivas camadas, com espessura não superior a 50 cm, e com cuidados especiais para garantir o preenchimento de todas as reentrâncias, cantos vivos, e prover adensamento antes do lançamento da camada seguinte;
- k) concretagens sucessivas com intervalo inferior a 30 minutos são consideradas concretagens contínuas;
- l) em nenhuma situação o concreto deve ser lançado de alturas superiores a 2,0 m. No caso de peças altas, e principalmente se forem estreitas, o lançamento deve se dar através de janelas laterais em número suficiente que permita o controle visual da operação;
- m) cuidados complementares:
 - concretos com suspeita de terem iniciado pega antes do lançamento devem ser recusados;



Assunto	Data	
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

- evitar evaporação precoce, controle da cura, mantendo úmida a superfície exposta com sacos de estopa molhados ou utilização de geradores de neblina. O tempo de cura é função do tipo de cimento utilizado e deve ser considerado um tempo, médio mínimo de 3 dias nas condições usuais;
 - pode ser empregada cura química com aval da fiscalização;
 - devem ser tomados cuidados especiais quando a temperatura ambiente se afastar do intervalo 10° - 40°. Estas situações exigem procedimentos específicos com apoio ensaios de laboratório;
 - não deve ser iniciado o desempenamento antes do início de pega.
- n) adensamento:
- o adensamento, que objetiva atingir a máxima densidade possível e a eliminação de vazios, deve ser executada por equipamentos vibratórios mecânicos;
 - os vibradores de imersão devem trabalhar na posição vertical, exigindo-se frequências superiores a 8.000 Hz. A frequência do equipamento deve ser aferida sistematicamente; o tempo de vibração não pode ser demasiado de modo a provocar segregação. O controle deve ser visual no início de exsudação da nata;
 - é permitido o uso de vibrador de forma, mas deve ser associado com o emprego de vibradores de imersão nos pontos críticos das formas, onde possam existir reentrâncias de qualquer tipo.
- o) cuidados com armadura
- devem ser obedecidas as prescrições referentes às classes, categorias, limpeza, dobramento, emendas, montagem, proteção e tolerâncias da NBR 6118⁽¹⁴⁾.
 - devem ser tomadas precauções especiais na colocação da armadura, seja sob a forma de barras ou telas, visando evitar a criação de áreas congestionadas, evitando a formação de bolsões de areia atrás das barras.
 - o cobrimento da armadura deve estar dentre os valores prescritos pela NBR 6118⁽¹⁴⁾.
 - deve-se deixar um espaço mínimo de 1 cm entre a armadura de reforço e a superfície de concreto preparada, de modo a permitir o preenchimento deste espaço com o material projetado.
 - a armadura deve ser adequadamente fixada de modo a manter-se na posição de projeto durante as operações de projeção.
 - as pastilhas ou espaçadores da armadura não devem ser dispostos diretamente sob a armadura, o que enfraqueceria a seção, mas sob uma barra adicional de menor diâmetro, disposta transversalmente à armadura de reforço.
 - após a projeção deve ser evitado todo movimento ou deslocamento da armadura para que não advenham defeitos na região recém concretada.

CONTROLE

Material

Cimento

- a) verificar se os cimentos atendem, em cada caso, às suas regulamentações específicas, conforme item 3.1.1.c;



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

- b) verificar se o cimento se encontra dentro do prazo de validade, as embalagens estão invioladas, e não existem evidências de hidratação precoce.

Agregados

- a) verificar se os agregados atendem à NBR 7221⁽⁶⁾;
- b) verificar se os agregados não contêm teores minerais passíveis de proporcionar reações químicas alcali-agregado;
- c) verificar se os agregados graúdos atendem à NBR 7809⁽⁷⁾ e tem índice de forma < 3,0;
- d) verificar se os agregados graúdos atendem à NBR 7211⁽⁸⁾;

Água

- a) verificar se a água de amassamento apresenta os limites máximos de pH e NBR 12655⁽¹⁶⁾ tenham sido cumpridas, atendendo também ao estabelecido nas especificações de projeto, e na NBR 6118⁽¹⁴⁾.

Quando $F_{ck_{estimado}} < F_{ck_{projeto}}$, a aceitação fica condicionada aos resultados de ensaios comprobatórios, através de provas-de-carga, autorizadas pela fiscalização, ou referendo técnico decorrente de análises da projetista.

CONTROLE AMBIENTAL

Os procedimentos de controle ambiental referem-se à proteção de corpos d'água, da vegetação lindeira e da segurança viária. A seguir são apresentados os cuidados e providências para proteção do meio ambiente, a serem observados no decorrer da produção e aplicação de concretos.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Exploração de Ocorrência de Materiais

Devem ser observados os seguintes procedimentos na exploração das ocorrências de materiais:

- a) para as áreas de apoio necessárias a execução dos serviços devem ser observadas as normas ambientais vigentes no PREFEITURA;
- b) o material somente será aceito após a executante apresentar a licença ambiental de operação da pedreira e areal;
- c) não é permitida a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação permanente ou de proteção ambiental;
- d) não é permitida a exploração de areal em área de preservação permanente ou de proteção ambiental;
- e) deve-se planejar adequadamente a exploração dos materiais, de modo a minimizar os impactos decorrentes da exploração e facilitar a recuperação ambiental após o término das atividades exploratórias;
- f) caso seja necessário promover o corte de árvores, para instalação das atividades, deve ser obtida autorização dos órgãos ambientais competentes; os serviços devem ser executados em concordância com os critérios estipulados pelos órgãos ambientais constante nos documentos de autorização. Em hipótese alguma, será admitida a queima de vegetação ou mesmo dos resíduos do corte: troncos e arvores.
- g) deve-se construir, junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água;
- h) caso os agregados britados sejam fornecidos por terceiros, deve-se exigir documentação que ateste a regularidade das instalações, assim como sua operação, junto ao órgão ambiental competente;
 - i) instalar sistemas de controle de poluição do ar, dotar os depósitos de estocagem de agregados de proteção lateral e cobertura para evitar dispersão de partículas, dotar o misturador de sistema de proteção para evitar emissões de partículas para a atmosfera.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

TÍTULO

ENCHIMENTO PARA BASE DE TUBOS

PALAVRAS-CHAVE

Aterros. Bueiros. Drenagem.

1**OBJETIVO**

Definir os critérios que orientam a execução, aceitação e medição de enchimentos de base de tubos, em obras rodoviárias.

2**DEFINIÇÃO**

As bases de tubos referem-se a berços de apoio sobre a qual os tubos são assentados.

Os berços de apoio podem ser constituídos por material granular ou de concreto, conforme indicação de projeto.

Os berços de material granular, concreto simples e armado devem seguir as dimensões especificadas nos projetos padrão PP-DE-H07-072 Berços e Detalhes de Bueiros Tubulares e PP-DE-H07-073 – Berços e Detalhes para Bueiros Ovóides.

Não é admitida a instalação de bueiros diretamente sobre o fundo das valas.

3**MATERIAIS****3.1****Material Granular**

O material granular é constituído pedra britada 1, limpa, isenta de argila e matérias orgânicas.

3.2**Concreto**

A base e a envoltória dos bueiros tubulares devem ser executados em concreto simples com resistência característica a compressão de 15 MPa.

A base dos bueiros ovóides com altura de aterro até 6,00 m devem ser executados em concreto simples com resistência característica a compressão de 15 MPa.

A base dos bueiros ovóides com altura de aterro superiores a 6,00 m, devem ser executados em concreto com resistência característica a compressão de 20 MPa.

Os dentes quando previstos, devem ser executados em concreto com resistência característica a compressão de 20 MPa.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

3.3

Armadura

A armação deve ser em tela eletrosoldada em aço CA-60, malha Q92 e malha Q138.

4

EQUIPAMENTOS

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser inspecionado e aprovado pelo PREFEITURA.

Os equipamentos básicos necessários ao serviço de enchimento de base de tubos compreendem:

- a) retroescavadeira;
- b) caminhão betoneira;
- c) caminhão com grua;
- d) equipamentos manuais.

5

EXECUÇÃO

A superfície de execução da base, seja de material granular ou de concreto deve ser nivelada e apiloada, antes do início do assentamento dos tubos.

Não é admitida a instalação de bueiros diretamente sobre o fundo das valas. Para seu assentamento devem ser sempre construídos berços de apoio com pedra britada ou com concreto, com dimensões e características de acordo com os projetos padrão PP-DE-H07-072, Berços e Detalhes de Bueiros Tubulares e PP-DE-H07-073, Berços e Detalhes para Bueiros Ovóides.

O assentamento dos tubos somente pode ser iniciado após aprovação do berço de concreto ou brita pela fiscalização. O assentamento deve ser iniciado pela jusante da vala seguindo para montante de modo que as geratrizes inferiores dos tubos formem uma linha reta.

5.1

Material Granular

Após a escavação das valas o material do enchimento da base deve ser lançado e apiloado, até a altura indicada no projeto.

Os tubos devem ser colocados, assentados e rejuntados. Após o posicionamento correto dos tubos, em alinhamento e cota, deve ser completado o enchimento do berço, acomodando e compactando o material cuidadosamente, de modo a garantir que o berço envolva completamente os tubos até a altura especificada em projeto.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

5.2 Concreto Simples

A base e enchimento de tubos em concreto são realizados em duas etapas.

A primeira etapa de concretagem deve ser realizada até a altura que permita o assentamento dos tubos com apoio ao longo de seu corpo de modo a mantê-los na cota prevista em projeto. Após a execução da base e assim que a resistência do concreto permitir, as formas devem ser instaladas para execução da segunda etapa da concretagem.

Somente após a cura da base, os tubos devem ser assentados e rejuntados.

A segunda etapa de concretagem deve ser realizada garantindo a perfeita aderência com o concreto da primeira etapa. O concreto vertido deve ser vibrado, de forma a garantir o perfeito envolvimento dos tubos pelo berço.

Quando a declividade do bueiro for superior a 10%, devem ser executados os dentes da base, simultaneamente à execução da base.

5.3

Concreto Armado

A base de concreto armado é utilizada nos tubos ovóides com aterro superior a 6,00 m de altura, conforme PP-DE-H07-073.

Após a instalação das formas e armadura o concreto deve ser lançado e vibrado.

Os tubos somente devem ser assentados e rejuntados após a cura do concreto.

6 CONTROLE

6.1

Materiais

A cada 15 m³ de concreto, devem ser moldados corpos de prova cilíndricos, para a determinação da resistência a compressão simples conforme NBR 5739⁽¹⁾.

6.2

Geometria e Acabamento

O controle geométrico da execução de bueiros deve ser feito através de levantamentos topográficos, auxiliado por gabarito reto, régua de 3 m, para o alinhamento do tubo.

O nivelamento do fundo da vala de escavação e do berço de concreto; da largura da vala e do berço de concreto deve ser feito em intervalos máximos de 5,0 m.

As condições de acabamento devem ser verificadas visualmente.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

7**ACEITAÇÃO**

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde tenham sido atendidas as exigências estabelecidas nesta especificação.

7.1**Materiais**

Os agregados que constituem o material granular devem atender ao discriminado no item 3. Os concretos são aceitos desde que a resistência característica do concreto determinada conforme a NBR 12655⁽²⁾ seja igual ou superior a 15 MPa e 20MPa, para a base e envoltória do bueiros tubulares e ovoídes com altura de aterro superior 6,0m, respectivamente.

7.2**Geometria e Acabamento**

Os serviços executados são aceitos desde que as seguintes condições sejam atendidas:

- o nivelamento do fundo da vala admite tolerância de ± 2 cm;
- o nivelamento do berço de concreto admite tolerância de $\pm 0,5$ cm
- a tolerância para largura do fundo da vala é de $\pm 0,5$ cm e para a largura do concreto + 1 cm;
- a tolerância para alinhamento dos tubos é de 1% a cada 3 m, comprimento da régua, e de 0,5% para o total das medidas;
- e) na inspeção visual, o acabamento for julgado satisfatório.

No caso do não atendimento do disposto nas alíneas a executante deve refazer ou melhorar o acabamento e conferir ao dispositivo as condições satisfatórias indicadas pelo PREFEITURA quanto à sua conservação e funcionamento.

8 CONTROLE AMBIENTAL

A seguir são apresentados os cuidados a serem observados para a proteção do meio ambiente no decorrer das operações de execução do enchimento para base de tubos.

- quando os agregados forem obtidos mediante exploração de ocorrências indicadas no projeto, a brita para enchimento da base somente será aceita após a apresentação da licença ambiental de exploração da pedreira;
- deve ser evitada a exploração de pedreiras em áreas de preservação ambiental;
- a exploração das pedreiras deve ser planejada de modo a minimizar os danos inevitáveis e possibilitar a recuperação ambiental após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- quando a brita for adquirida de terceiros, deve ser exigida a documentação atestando a regularidade das instalações e da operação da pedreira junto aos órgãos competentes;
- durante o desenvolvimento das obras deve ser evitado o tráfego desnecessário de equipamentos ou veículos por terrenos naturais, de modo a evitar sua desfiguração.

TÍTULO**MEIO-FIO, SARJETAS E SARJETÕES**



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

PALAVRAS-CHAVE

Meios-fios. Sarjetas. Sarjetões. Drenagem.

1 OBJETIVO

Definir os critérios que orientam a execução, aceitação e medição de meios-fios, sarjetas e sarjetões, em obras rodoviárias.

2 DEFINIÇÃO

O meio-fio, é um elemento pré-moldado em concreto destinado a separar a faixa de pavimentação da faixa de passeio.

A sarjeta e o sarjetão são canais triangulares longitudinais destinados a coletar e conduzir as águas superficiais da faixa pavimentada e da faixa de passeio ao dispositivo de drenagem, boca de lobo, galeria etc.

Os meios-fios, as sarjetas e os sarjetões são assentados sobre um lastro de concreto de acordo com especificações de projeto.

3 MATERIAIS

O concreto utilizado nas sarjetas e sarjetões devem atender as NBR 6118⁽¹⁾, NBR 12654⁽²⁾ e NBR 12655⁽³⁾. O concreto deve ser dosado racionalmente e deve possuir as seguintes resistências características:

- meios-fios pré- moldados, sarjetas e sarjetões moldados no local: fck 20 MPa; - lastro de concreto: fck 15 MPa.

4 EQUIPAMENTOS

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser inspecionado e aprovado pelo PREFEITURA. Os equipamentos básicos necessários aos serviços de assentamento de meios-fios e execução de sarjetas e sarjetões compreendem:

- caminhão basculante;
- caminhão de carroceria fixa;
- betoneira ou caminhão-betoneira;
- pá-carregadeira;
- compactador portátil, manual ou mecânico; - ferramentas manuais, pá, enxada etc.

5 EXECUÇÃO

Os meios-fios e sarjetas devem obedecer às dimensões representadas no PP-DE-H07/005.

Os meios-fios devem ser executados em peças de 1,00 m de comprimento, as quais devem ser vibradas até seu completo adensamento e, devidamente curadas antes de sua aplicação. Seu comprimento deve ser reduzido para a execução de segmentos em curva.

O concreto empregado na moldagem dos meios-fios, sarjetas e sarjetões devem possuir resistência mínima de 20 MPa no ensaio de compressão simples, aos 28 dias de idade.

As formas para a execução dos meios-fios devem ser metálicas, ou de madeira revestida, que permita acabamento semelhante àquele obtido com o uso de formas metálicas.

Para o assentamento dos meios-fios, sarjetas e sarjetões, o terreno de fundação deve estar com sua superfície devidamente regularizada, de acordo com a seção transversal do projeto, apresentando-se liso e isento de partículas soltas ou sulcadas e, não deve apresentar solos turfosos, micáceos ou que contenham substâncias orgânicas. Devem estar, também, sem quaisquer de infiltrações d'água ou umidade excessiva.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Para efeito de compactação, o solo deve estar no intervalo de mais ou menos 1,5% em torno da umidade ótima de compactação, referente ao ensaio de *Proctor* Normal.

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

Após a compactação, deve-se umedecer ligeiramente o terreno de fundação para o lançamento do lastro.

Sobre o terreno de fundação devidamente preparado, deve ser executado o lastro de concreto das sarjetas e sarjetões, de acordo com as dimensões especificadas no projeto. O lastro deve ser apiloado, convenientemente, de modo a não deixar vazios.

O assentamento dos meios-fios deve ser feito antes de decorrida uma hora do lançamento do concreto da base. As peças devem ser escoradas, nas juntas, por meio de bolas de concreto com a mesma resistência da base.

Depois de alinhados os meios-fios, deve ser feita a moldagem das sarjetas, utilizando-se concreto com plasticidade e umidade compatível com seu lançamento nas formas, sem deixar buracos ou ninhos.

As sarjetas e sarjetões devem ser moldados in loco, com juntas de 1 cm de largura a cada 3 m. Estas juntas devem ser preenchidas com argamassa de cimento e areia de traço 1:3.

A colocação do meio-fio deve preceder à execução da sarjeta adjacente.

Estes dispositivos devem estar concluídos antes da execução do revestimento betuminoso

6

CONTROLE

6.1

Materiais

O controle do material deve ser executado através dos seguintes procedimentos::

- a) determinar a resistência à compressão do concreto utilizado sarjetas e sarjetões em corpos de prova cilíndricos, de acordo com a NBR 5739⁽⁴⁾; para um lote de 10 unidades de cada 300 peças de meio-fio, destacadas aleatoriamente, devem ser feitas as seguintes verificações:
verificação da forma, presença de materiais de desintegração e condições das arestas;
- b) verificação das dimensões das guias pré-moldas.

6.2

Geometria e Acabamento

O controle da geometria deve ser executado através dos seguintes procedimentos:

- a) nivelamento do fundo da vala para execução dos meios-fios e sarjetas de 5 m em 5 m;
 - b) nivelamento dos meios fios, sarjetas de 5 m em 5 m;
 - c) medidas da largura das sarjetas de 5 m e 5 m;
 - d) alinhamento do meio-fio de 5 m e 5 m e entre eles com fio de arame, nos trechos retos;
- As condições de acabamento devem ser verificadas visualmente.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

7**ACEITAÇÃO**

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde tenham sido atendidas as exigências estabelecidas nesta especificação.

7.1**Materiais**

Os lotes de meio-fio pré-moldados são recebidos e aceitos desde que acompanhados de certificado de qualidade.

O concreto utilizado nas sarjetas e sarjetões são aceitos desde que possuam resistência a compressão característica maior ou igual a 20 MPa.

7.2**Geometria e Acabamento**

Os serviços executados são aceitos desde que as seguintes condições sejam atendidas

- a) a variação admitida do nivelamento do fundo das valas é de ± 2 cm; em relação a de projeto;
- b) a variação admitida da largura do fundo das valas é de $\pm 0,5$ cm, em relação a de projeto;
- c) a tolerância para alinhamento é de $\pm 0,5$ cm em qualquer ponto.
- d) quanto à espessura e cotas do revestimento em concreto,
- e) na inspeção visual, o acabamento seja julgado satisfatório.

8**CONTROLE AMBIENTAL**

Os procedimentos de controle ambiental referem-se à proteção de corpos d'água e à segurança viária. A seguir são apresentados os cuidados e providências para proteção do meio ambiente a serem observados no decorrer da execução meio-fios, sarjetas e sarjetões:

- a) deve ser implantada a sinalização de alerta e de segurança de acordo com as normas pertinentes aos serviços;
- b) o material descartado deve ser removido para local apropriado, definido pela fiscalização, de forma a preservar as condições ambientais e não ser conduzidos aos cursos d'água;
- c) é proibido o lançamento da água de lavagem dos caminhões betoneiras na drenagem superficial e em corpos d'água. A lavagem ó deve ser executada em locais prédefinidos e aprovados pela fiscalização;
- d) é obrigatório o uso de EPI, equipamentos de proteção individual, pelos funcionários.

9**CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO**

Os meios-fios pré-fabricados em concreto fck 20 MPa são medidos em metros lineares efetivamente aplicados, incluso o concreto de fck 15 MPa, utilizado para apoio entre duas guias e lastro de pedra. A sarjeta, sarjetão e lastro são medidos em metros cúbicos (m³) de concreto aplicado.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Os serviços recebidos e medidos da forma descrita são pagos conforme os preços unitários contratuais respectivos, nos quais estão inclusos: fornecimento de materiais, carga, descarga, transporte, perdas, mão-de-obra com encargos sociais, BDI, e equipamentos necessários para execução dos serviços, e outros recursos utilizados.

TÍTULO

BUEIROS DE TUBOS DE CONCRETO

PALAVRAS-CHAVE

Bueiros. Drenagem. Tubos.

1**OBJETIVO**

Definir os critérios que orientam o fornecimento de materiais, a execução, aceitação e medição de bueiros de tubos de concreto, em obras rodoviárias.

2**DEFINIÇÃO**

Os bueiros de tubos de concreto classificam-se:

- a) quanto à forma da seção:
 - tubulares, quando a seção for circular;
 - ovóides, quando sua seção apresentar tal configuração.
- b) quanto ao número de linhas:
 - simples, duplos e triplos;
- c) quanto ao tipo de material: - concreto simples; - concreto armado.

3**MATERIAIS**



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

3.1**Tubos de Concreto de Seção Circular**

Os tubos de concreto de seção circular para bueiros devem ser do tipo, classe e dimensões indicadas no projeto e devem atender exigências da NBR 8890⁽¹⁾.

Os tubos devem satisfazer às seguintes condições gerais: possuir ponta e bolsa, eixo retilíneo perpendicular aos planos das duas extremidades, seção transversal circular, espessura uniforme, superfícies internas e externas suficientemente lisas, não possuir trincas, fraturas, retoques ou pinturas, produzir som típico de tubo não trincado quando percutidos com martelo leve, ter em caracteres legíveis gravados no concreto, o nome ou marca do fabricante, diâmetro nominal, a classe a que pertencem ou a resistência do tubo, a data de fabricação e um número para rastreamento de todas as suas características de fabricação.

3.2**Tubos de Concreto de Seção Ovíde**

Os tubos de concreto de seção ovóide devem ser produzidos com as dimensões e armaduras indicadas nos projetos padrão PP-DE-C03/050 a PP-DE-C03/059 da Prefeitura. Os tubos ovóides devem oferecer a resistência necessária para suportar os carregamentos indicados no projeto, de aterros executados pelo método comum. Sendo vedada a execução de falsa trincheira ou vala imperfeita.

4**EQUIPAMENTOS**

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser inspecionado e aprovado pelo PREFEITURA.

Os equipamentos necessários aos serviços de fornecimento e instalação de bueiros de tubos de concreto compreendem:

- a) caminhão de carroceria fixa ou basculante;
- b) betoneira ou caminhão-betoneira;
- c) pá-carregadeira;
- d) carrinho de concretagem;
- e) compactador portátil, manual ou mecânico;
- f) ferramentas manuais, tais como pá, enxada, etc.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

5**EXECUÇÃO**

Não é admitida a instalação de bueiros diretamente sobre o fundo das valas. Para seu assentamento devem ser sempre construídos berços de apoio com pedra britada ou com concreto, com dimensões e características de acordo com os projetos padrão PP-DE-H07-072 Berços e Detalhes de Bueiros Tubulares e PP-DE-H07-073 Berços e Detalhes para Bueiros Ovóides.

Para bueiros tubulares com berço de concreto, a primeira etapa de concretagem deve ser realizada até altura tal que permita o assentamento dos tubos com nas bolsas e em pontos intermediários colocados nos tubos, de modo a mantê-los na cota prevista em projeto.

A segunda etapa de concretagem deve ser realizada garantindo a perfeita aderência com o concreto da primeira etapa. O concreto vertido deve ser vibrado, de forma a garantir um perfeito envolvimento dos tubos pelo berço.

No assentamento de bueiros sobre berço de brita, a primeira camada de brita deve atingir à superfície inferior dos tubos, fazendo com que eles se acomodem no berço mediante pequenos movimentos dos tubos, ajudados, se for o caso, por retirada de material na posição das bolsas dos tubos. Após o posicionamento correto dos tubos, em alinhamento e cota, deve ser completado o enchimento do berço, acomodando-se e compactando-se o material cuidadosamente, de modo a garantir que o berço envolva completamente os tubos até as alturas correspondentes, especificadas em projeto.

As juntas dos tubos de concreto destinados a águas pluviais devem ser rígidas, de argamassa de cimento e areia de traço mínimo 1:3. A argamassa que não for empregada em até 45 minutos após a preparação deve ser descartada.

Os tubos devem ser assentados de montante para a jusante, de acordo com o alinhamento e elevações indicadas no projeto, e com as bolsas montadas no sentido contrário ao fluxo de escoamento.

6**CONTROLE****6.1****Materiais**

Os tubos de concreto devem ser controlados através dos ensaios preconizados na NBR 8890⁽¹⁾.

O comprimento útil não deve diferir da dimensão declarada em mais de 20 mm para menos, nem mais de 50mm para mais.

O diâmetro interno médio não deve diferir mais de 1% do diâmetro nominal;

A espessura da parede não deve ter diferenças para menos de 5% da espessura declarada ou 5 mm, adotando sempre o menor valor.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

6.2 Geométrico e Acabamento

O controle geométrico da execução de bueiros deve ser feito através de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos para verificação dos elementos geométricos das canalizações. O alinhamento dos tubos não devem ter variação maior que 2° (dois graus)
O controle do nivelamento do fundo da vala de escavação, da largura da vala e do berço de concreto para assentamento dos bueiros deve ser feito em intervalos máximos de 5,0 m
O nivelamento do berço de concreto admite tolerância de $\pm 0,5$ cm com relação às notas de serviço.

7 ACEITAÇÃO

Materiais

Os materiais são aceitos desde que atendam ao discriminado no item 6. Os lotes de tubos de concreto e ovóides, devem ser recebidos e aceitos desde que acompanhados de certificado de qualidade.

No caso dos bueiros tubulares, a resistência à compressão diametral obtida nos ensaios efetuados, deve ser superior aos valores mínimos especificados na NBR 8890⁽¹⁾, para a classe e diâmetro de tubo considerado.

Serviços

Os serviços executados são aceitos desde que as seguintes condições sejam atendidas:

- a) na inspeção visual, o acabamento for julgado satisfatório;
- b) os dispositivos encontrem-se em perfeitas condições de conservação e funcionamento;
- c) as características geométricas previstas tenham sido obedecidas;

No caso do não atendimento à alínea c, o serviço deve ser rejeitado, devendo ser removido e substituído por dispositivos de geometria dentro dos limites especificados.

No caso do não atendimento do disposto nas alíneas a e b, a executante deve refazer ou melhorar o acabamento e conferir ao dispositivo as condições satisfatórias indicadas pelo PREFEITURA quanto à sua conservação e funcionamento.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

8 CONTROLE AMBIENTAL

Os procedimentos de controle ambiental referem-se à proteção de corpos d'água, da vegetação lindeira e à segurança viária.

O material excedente da aplicação da manta geotêxtil deve ser transportado para local pré-definido em conjunto com a fiscalização, sendo vedado seu lançamento na faixa de domínio, nas áreas lindeiras, no leito dos rios e em quaisquer outros locais onde possam causar prejuízos ambientais.

Devem ser atendidas, no que couber, as recomendações ambientais da Prefeitura, referentes às obras e serviços de drenagem e pavimentação.

9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O serviço é medido em metros lineares (m), cujo valor é calculado a partir das extensões obtidas do estaqueamento do projeto.

Os serviços recebidos e medidos da forma descrita são pagos conforme preços unitários contratuais respectivos, nos quais se incluem a mão-de-obra com encargos sociais, BDI, equipamentos, materiais, transportes, perdas, controle da qualidade e eventuais, necessários à completa execução dos serviços, de forma a atender ao projeto e às especificações técnicas.



Assunto Normas e Especificações dos Serviços	Data Dezembro / 2025	Folha
--	--------------------------------	-------

TÍTULO

LIMPEZA DO TERRENO E DESTOCAMENTO

PALAVRAS-CHAVE

Terraplenagem. Limpeza. Destocamento.

1 OBJETIVO

Definir os critérios que orientam a execução, aceitação e medição dos serviços limpeza, destocamento do terreno, carga e remoção do material, para implantação do corpo estradal e, exploração das áreas de empréstimos de materiais, em obras rodoviárias.

2 DEFINIÇÃO

Os serviços limpeza do terreno consistem em todas as operações de desmatamento, destocamento, retiradas de restos de raízes envoltos em solo, solos orgânicos, entulhos e outros materiais impeditivos à implantação do empreendimento ou exploração de materiais das áreas de empréstimo.

Entende-se por:

- limpeza sem destocamento: operação de remoção total de material vegetal e da camada de solo orgânico;
- desmatamento: operações de corte e remoção de toda vegetação, independente de porte e densidade;
- limpeza com destocamento: operação de escavação e remoção dos tocos e raízes e da camada de solo vegetal;
- solos orgânicos: solos com elevado percentual de matéria orgânica, geralmente existentes superficialmente como proteção do corpo estradal e das áreas de empréstimo;
- áreas de empréstimo: áreas definidas em projeto para exploração de materiais que são utilizados na implantação da rodovia.

5 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os serviços de desmatamento, destocamento e limpeza devem preservar os elementos de composição paisagística, assinalados no projeto.

Nenhum movimento de terra deve ter início enquanto as operações de desmatamento, destocamento, e limpeza não tenham sido totalmente concluídas.

Os materiais provenientes dos serviços de limpeza e destocamento, executados dentro da faixa de domínio, são de propriedade da Prefeitura, desde que não haja disposição em contrário.

É de responsabilidade da empresa contratada a manutenção e preservação dos marcos poligonais, de RRNN e de amarrações implantados até o recebimento provisório do objeto do contrato.

6 EQUIPAMENTO

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser examinado e aprovado pelo PREFEITURA.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

O equipamento básico para a execução das operações de desmatamento, destocamento e limpeza compreende as seguintes unidades:

- serras mecânicas portáteis;
- tratores de esteira com lâmina frontal;
- tratores de pneus com lâmina frontal;
- guinchos;
- escarificadores;
- pequenas ferramentas, enxadas, pás picaretas etc.;
- caminhões basculantes;
- pá carregadeira.

Os equipamentos devem ser selecionados de acordo com o tipo e densidade da vegetação a ser removida e complementada com emprego de serviços manuais.

7

EXECUÇÃO

As áreas de abrangência dos serviços de desmatamento, destocamento e limpeza são as seguintes:

- áreas compreendidas pelos off-set's de corte e aterro, acrescida de 3 m de cada lado;
- áreas de empréstimo indicadas no projeto, acrescidas das áreas necessárias às suas devidas explorações, tais como acessos e eventuais áreas de estocagem;
- outros locais definidos pelo projeto ou pela fiscalização.

Antes do início das operações de desmatamento é necessário observar os fatores condicionantes de manejo ambiental de modo que as operações de desmatamento não atinjam os elementos de proteção ambiental.

A fiscalização deve assinalar, mediante caiação, as árvores que devem ser preservadas, e as toras que pretende reservar para posterior aproveitamento. As toras, destinadas para posterior aproveitamento, devem ser transportadas para locais indicados.

A limpeza deve ser sempre iniciada pelo corte de árvores e arbustos de maior porte, tomando-se os cuidados necessários para evitar danos às cercas, árvores ou construções nas vizinhanças.

Para derrubada e destocamento em áreas que houver risco de dano a outras árvores, linhas físicas aéreas, cercas, ou construções existentes nas imediações, as árvores devem ser amarradas e, se necessário, cortadas em pedaços a partir do topo.

Nas áreas de corte, as operações de desmatamento, destocamento e limpeza somente são consideradas concluídas, quando as raízes remanescentes ficarem situadas na profundidade de 1 m abaixo do greide de terraplenagem.

Nas áreas de implantação de aterros, a camada superficial contendo matéria orgânica, deve ser removida na espessura total, a menos que haja indicação em contrário do projeto ou da fiscalização. Para qualquer altura de aterro, as raízes remanescentes devem ficar pelo menos à 2 m abaixo do greide da plataforma de terraplenagem. Os buracos ou depressões ocasionados por destocamento, devem ser preenchidos com material de áreas de empréstimo, devidamente compactados.

Nas áreas de empréstimo as operações de limpeza devem ser executadas até a profundidade que assegure a não contaminação do material a ser utilizado por materiais indesejáveis.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Os solos da camada superficial fértil, que forem removidos nas operações de limpeza, devem ser estocados e utilizados posteriormente na recomposição das áreas de exploração de materiais.

Os serviços devem estar defasados em relação à terraplenagem, de modo a reduzir o desenvolvimento de vegetação e de processos erosivos.

Os materiais de desmatamento, que não serão utilizados posteriormente devem ser depositados em locais indicados pelo projeto ou pela fiscalização.

Os serviços de limpeza podem ser dispensados em terrenos de solos moles, se indicado em projeto.

8 CONTROLE E ACEITAÇÃO

As operações de desmatamento, destocamento e limpeza devem ser verificadas visualmente, e são aceitas se atenderem às exigências preconizadas nesta especificação e forem consideradas satisfatórias pela fiscalização.

O controle geométrico é feito com trena para verificação das larguras além do *off-set*.

9 CONTROLE AMBIENTAL

Os serviços de desmatamento, destocamento e limpeza somente devem ser iniciados após a obtenção da autorização para supressão da vegetação do órgão ambiental competente.

São indicados os seguintes cuidados relativamente ao controle ambiental:

- a) o desmatamento e destocamento devem obedecer rigorosamente os limites estabelecidos no projeto, aprovado pelo órgão ambiental competente, evitando acréscimos desnecessários; deve ser suficiente para garantir o isolamento, das operações de construção e a visibilidade dos motoristas, com a precaução de não expor os solos e taludes naturais à erosão;
- b) as áreas destinadas às atividades de desmatamento, destocamento e limpeza devem ser delimitadas fisicamente, por meio de fitas ou redes sinalizadoras ou material similar, de forma a orientar os responsáveis pela atividades.
- c) nas operações de limpeza, a camada vegetal deve ser estocada sempre que possível, para futuro uso da recomposição vegetal do taludes e de outras áreas, conforme a necessidade;
- d) não é permitida a queima do material removido;
- e) o material originado destas atividades não pode permanecer nos locais de obras, devem ser encaminhados para áreas devidamente regulamentadas, como aterro classe 2;
- f) o tráfego de máquinas e funcionários deve ser disciplinado de forma a evitar a abertura indiscriminada de caminhos e acessos, o que acarretaria desmatamento desnecessário;
- g) a executante deve dispor de equipamentos específicos para trituração de restos vegetais de pequenos porte, galhadas e folhas; a critério da fiscalização, o subproduto gerado deverá ser utilizado nas adubações orgânicas prevista nos serviços de manutenção ou plantio arbóreos e arbustivos, nos locais ou áreas indicadas.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Desmatamento, Destocamento e Limpeza do Terreno

O serviço de desmatamento, destocamento limpeza do terreno é medido em função da área e do diâmetro da vegetação retirada.

- a) é medido e pago por metro quadrado (m²), considerando a área de projeção horizontal;
- b) em unidades derrubadas, destocadas e amontoadas, cujos perímetros sejam iguais ou maiores que setenta e oito centímetros, o perímetro das árvores é apreciado a um metro de altura do nível do terreno;
 - em locais onde houver risco de danos a outras árvores, linhas físicas áreas, cercas, ou construções existentes nas imediações, as árvores devem ser amarradas, se necessário cortadas em pedaços a partir do topo
- c) em unidades destocadas, de tocos cujos perímetros das seções transversais, no topo, sejam iguais ou maiores que setenta e oito centímetros; o perímetro das árvores é apreciado a um metro de altura do nível do terreno.

Carga e Transporte do Material

A medição de carga e transporte dos materiais resultantes da limpeza do terreno é aplicável quando os materiais tiverem que ser transportados para distâncias maiores que 50 m, menores ou iguais a 1.000 m ou além de 1 km.

Quando aplicável, a carga do material de limpeza é medida e paga pelo volume resultante do produto da superfície efetivamente limpa, pela sua espessura que não deve ser superior:

- a) a 15 cm, quando se tratar apenas de limpeza sem destocamento;
- b) a 20 cm, quando se tratar de limpeza e destocamento.

Os serviços de trituração de restos vegetais estão inclusos nos preços unitários de limpeza do terreno.

Os itens relativos à proteção do meio ambiente não são objeto de medição, exceto o transporte, dos solos orgânicos do local da estocagem até o local de aplicação, quando autorizada pela fiscalização, e estiver em distância superior a 5 dam. Neste caso, a medição é feita com produto resultante do volume obtido na cava ou no corte, pela distância de transporte.

Os serviços de limpeza do terreno são pagos uma única vez em cada local, mesmo que seja necessário repetir as operações executivas no todo ou parte. Por isso, os serviços devem ser executados à medida que se fizerem necessários.

Os serviços recebidos e medidos da forma descrita são pagos conforme os respectivos preços unitários contratuais, nos quais estão inclusos: toda a mão de obra com encargos sociais, BDI, equipamentos e ferramentas manuais necessárias à retirada da camada vegetal de qualquer porte, tocos, galhos, raízes, seccionamento de troncos em segmentos de comprimentos menores que viabilizem seu transporte, limpeza, amontoamento dos materiais, carga, transporte até 50 m, descarga e espalhamento dos materiais.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

TÍTULO

ESCAVAÇÃO E CARGA DE MATERIAL

PALAVRAS-CHAVE

Escavação. Cortes. Carga.

1 OBJETIVO

Definir os critérios que orientam a execução, aceitação, e medição dos serviços de escavações e carga e, remoção de materiais de primeira, segunda e terceira categorias, em obras rodoviárias.

2 DEFINIÇÃO

Escavação e carga de material consiste-se nas operações de remoção do material constituinte do terreno nos locais onde a implantação da geometria projetada requer a sua remoção, ou escavação de áreas de empréstimo de material, incluindo a carga e o transporte dos materiais para seu destino final: aterro ou depósito de materiais de excedentes.

As operações de escavação e carga compreendem:

- a) escavação e carga do material em áreas de corte até o greide de terraplenagem;
- b) escavação e carga de material em áreas de corte situadas abaixo do greide de terraplenagem no caso em que o subleito é constituído por materiais impróprios, na espessura fixada em projeto ou pela fiscalização;
- c) escavação e carga de material de degraus ou arrasamentos nos alargamentos de aterros existentes;
- d) escavação e carga de material de degrau em terrenos de fundação fortemente inclinados;
- e) escavação e carga de material, quando houver necessidade de remoção da camada vegetal, em profundidades superiores a 20 cm;
- f) escavação e carga de materiais de área de empréstimos;
- g) escavação com equipamento convencional de terraplenagem, destinados à alteração de cursos d'água objetivando eliminar travessias ou posicioná-las de forma mais conveniente em relação ao traçado, os assim chamados corta rios.

3 MATERIAIS

Os materiais ocorrentes no cortes devem ser classificados em conformidade com as seguintes definições:

3.1 Materiais de 1ª Categoria:

Compreendem os solos em geral, de natureza residual ou sedimentar e seixos rolados ou não com diâmetro máximo de 0,15 cm.

Em geral todos os materiais são escavados por tratores escavo-transportadores de pneus, empurrados por tratores esteiras de peso compatível ou por escavadeiras hidráulicas.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Sua escavação não exige o emprego de explosivo.

3.2 Materiais de 2ª Categoria:

Compreendem os materiais com resistência ao desmonte mecânico inferior ao da rocha sã, piçarras, isto é, material granular formado geralmente por fragmentos de rocha alterada ou fraturada: saibros, ou seja, material composto geralmente por areia e silte proveniente da alteração da rocha, argilas e rochas alteradas, cuja extração se processa por combinação de métodos que obriguem a utilização contínua e indispensável de equipamento de escarificação, constituído por trator de esteira escarificador de somente um dente - ripper, de dimensões adequadas.

Pode, eventualmente, ser necessário o uso de explosivos.

Estão incluídos nesta classificação os blocos de rocha com volume inferior a 2,0 m³ e os matacões ou pedras de diâmetro médio compreendido entre 0,15 m e 1,0 m.

Os materiais de 2ª categoria são classificados em:

- a) 2ª categoria com ripper: aplica-se quando houver predominância acentuada do emprego de ripper;
- b) 2ª categoria com explosivos: aplica-se quando houver predominância acentuada do emprego de explosivos.

3.3 Materiais de 3ª Categoria:

Compreendem a rocha sã, matacões maciços, blocos e rochas fraturadas de volume superior a 2,0 m³ que só possam ser extraídos após a redução em blocos menores, exigindo o uso contínuo de explosivos, ou outros materiais e dispositivos para desagregação da rocha.

3.4 Solo Mole ou Material Brejoso

Compreendem os solos que não apresentam em seu estado natural, capacidade de suporte para apoio direto dos equipamentos de escavação. Sua escavação somente é possível com escavadeiras apoiadas fora da área de remoção, isto é, em aterros ou estivas colocadas para propiciar suporte adequado ao equipamento.

Esta classificação abrange solos localizados acima e abaixo do nível d'água, com teor de umidade elevado.

4 EQUIPAMENTOS

Antes do início da execução dos serviços todos os equipamentos devem ser examinados e aprovados pelo PREFEITURA.

A seleção de equipamentos deve obedecer às seguintes indicações:

- a) escavação em materiais de 1ª categoria: tratores de esteiras equipados com lâmina, escavo-transportador ou escavadores conjugados, caminhões basculantes, pás carregadeiras, motoniveladoras e escavadeiras hidráulica, tratores para operação de *push*;
- b) escavação em materiais de 2ª categoria: tratores de esteiras equipados com ripper, escarificador pesado, moto niveladora, escavadores conjugados, caminhões basculantes, pás carregadeiras, moto niveladoras e escavadeiras hidráulica; compressores e perfuratrizes;



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

- c) escavação em materiais de 3ª categoria: compressores de ar, perfuratrizes pneumáticas ou elétricas, tratores equipados com lâmina, escavadores conjugados com transportadores; caminhões basculantes e pás carregadeiras;
- d) escavação solos brejosos, inclusive execução de corta-rios com emprego de escavadeiras de arraste, *dragline*, complementado por outros equipamentos citados nas alíneas anteriores.

Para execução dos serviços de escavação deve-se utilizar para complementar os equipamentos destinados à manutenção de caminhos de serviços, áreas de trabalho e esgotamento das águas das cavas de remoção. Tais atividades devem ser previstas pela executante para otimização e garantia da qualidade dos trabalhos.

5 EXECUÇÃO

Todas as escavações devem ser executadas nas larguras e com a inclinação dos taludes indicados no projeto.

A operação de escavação deve ser precedida dos serviços de desmatamento, destocamento e limpeza.

A escavação dos cortes deve obedecer aos elementos técnicos fornecidos pelo projeto de terraplenagem e nas notas de serviço. O desenvolvimento dos trabalhos deve otimizar a utilização adequada, ou rejeição dos materiais extraídos. Apenas são transportados para constituição dos aterros, os materiais que pela classificação e caracterização efetuados nos cortes, sejam compatíveis com as especificações de execução dos aterros, em conformidade com o projeto.

Constatada a conveniência técnica e econômica de reserva de materiais escavados em cortes, para execução de camadas superficiais da plataforma, é recomendável o depósito dos referidos materiais em locais indicados pela fiscalização para sua oportuna utilização.

Em situações em que o nível de água situe-se acima da cota do greide de terraplenagem, os taludes apresentem teor de umidade elevado, é necessário que se execute a drenagem adequada, com a instalação de um sistema de drenos profundos ou drenos sub-horizontais. A quantidade, posicionamento, diâmetro e comprimentos destes drenos devem ser executados de acordo com o projeto.

Imediatamente após a conclusão da execução dos drenos, deve ser iniciada a execução do aterro de proteção de taludes de corte, utilizando-se solo superficial, argilo-arenoso, areno-argiloso laterizado ou aqueles indicados no projeto. Sempre que possível os materiais para proteção devem ser provenientes de cortes vizinhos ou de áreas de empréstimos indicados em projeto ou pela fiscalização.

Quando a escavação atingir o greide de terraplenagem, e os solos do subleito forem inadequados, isto é, constituídos por solos de expansão maior que 2%, possuírem baixa capacidade de suporte ou orgânicos, é necessário o rebaixamento do greide de terraplenagem na espessura estabelecida em projeto, ou de 60 cm no mínimo, ou a definida pela fiscalização, nos casos não previstos em projeto.

As espessuras e as características dos materiais constituintes das camadas de aterro, devem estar em conformidade com a especificação ET-DE-Q004, aterro e, com as determinações de projeto.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Os taludes ao final das escavações devem possuir a geometria indicada em projeto e superfície desempenada. Somente devem ser efetuadas alterações de inclinação caso novos dados geotécnicos justifiquem a alteração da inclinação, ou quando ocorrerem escorregamentos durante a execução. O talude deve apresentar a superfície desempenada, obtida pelos equipamentos de escavação.

As cristas de corte e entradas dos taludes devem ser arredondadas e as banquetas, sempre que possível, devem possuir concordância com terreno natural, o que pode envolver escavações não previstas em projeto, cabendo a fiscalização autorizar estas escavações adicionais.

Os taludes em que houver diferentes inclinações, a concordância deve ser contínua, e executada de modo evitar a formação de elevações e depressões.

Nas áreas de transição de aterros para corte, deve ser executada a escavação e remoção de 0,60 m abaixo da cota de terraplenagem, na área de corte, na extensão mínima de 2,0 m. O material escavado deve ser substituído por materiais com as mesmas características dos 0,60 m da camada final de aterro.

SEÇÃO LONGITUDINAL

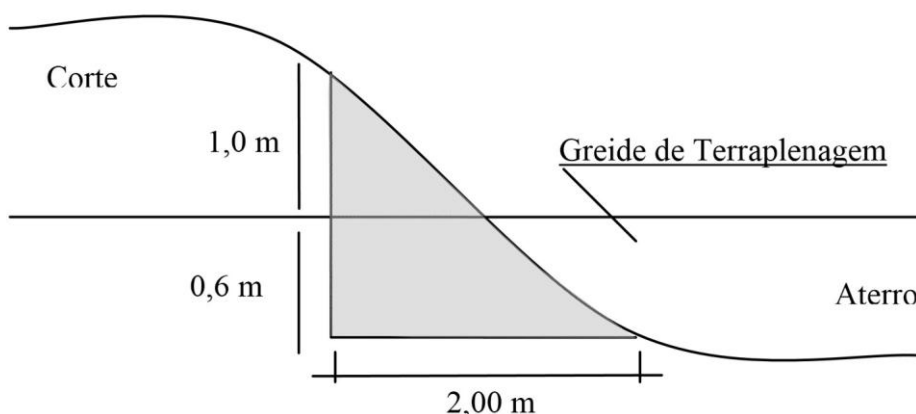


Figura 1

Quando as escavações necessitarem da utilização de explosivos, para desmonte de material de 3ª categoria, a utilização de explosivos deve ser executada de acordo com projeto específico para cada caso.

As escavações em locais que apresentarem material rochoso devem atender as seguintes exigências:

- quando a escavação atingir o greide de terraplenagem, mas apresentar saliências provenientes da retirada de blocos rochosos, as depressões devem ser preenchidas com material britado, tomando-se o cuidado de drenar essas depressões;
- não devem ser admitidos saliências superiores a 0,10 m, nem depressões superiores a 0,30 m em relação ao plano definido pela superfície de corte;
- não é permitida a existência de blocos de rocha em taludes que coloque a segurança dos usuários em risco.

Durante a execução dos cortes deve ser implantados, simultaneamente, os dispositivos de drenagem superficial, drenos sub-horizontais e elementos de proteção de talude, indicadas no projeto.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Não devem ser permitidos materiais soltos provenientes de limpeza ou escavação nas proximidades das linhas de *off-set's* dos cortes.

Os corta-rios, caso ocorram, devem ser tratados em conformidade com o projeto.

Desde o início das obras até seu recebimento definitivo, as escavações já executadas ou em execução devem ser protegidas contra a ação erosiva das águas e mantidas em condição que assegurem drenagem eficiente.

Durante a execução, o executante é responsável pela manutenção dos caminhos de serviço sem ônus ao contratante.

Todos os danos ou prejuízos que porventura ocorram em propriedades lindeiras, durante a execução dos serviços são de responsabilidade exclusiva do executante.

5.1 Escavação de Material Solo Mole ou Material Brejoso

Em locais de terreno alagado, toda área de escavação, sempre que possível, deve ser previamente drenada antes das operações de escavação carga do material.

A água da área deve ser removida por meio de valetas de drenagem, drenos de talvegue, bombeamento ou qualquer outro processo com eficácia comprovada e que seja economicamente viável, estes processos devem estar especificados no projeto ou serem indicados pela fiscalização.

Quando for executada abertura de valas, para drenagem da água, a escavação deve ser executada, preferencialmente, de jusante para montante.

Quando as paredes das valas apresentarem instabilidade, a fiscalização deve determinar o seu preenchimento com material inerte, envolvido ou não por manta filtrante, ou a construção de dreno de talvegue.

Em locais cuja a inclinação do terreno não permitam a drenagem da área por gravidade, deve ser executado poço de captação, para o qual devem ser conduzidas as água por meio de valetas ou drenos de talvegue, para posterior esgotamento da água do poço por meio de bombeamento.

A presença de água durante a escavação, exceto quando autorizada pela fiscalização, só é permitida no caso de dragagem.

O material escavado deve ser transportado para fora da faixa de construção e depositado em local indicado pelo projeto ou pela fiscalização, de modo que não interfira com a construção da rodovia. A deposição do material deve obedecer a ET-DE-Q00/007 – Depósito de Materiais Excedentes.

6 CONTROLE

6.1 Geométrico

Os levantamentos topográficos devem apontar se a altura e a largura da plataforma nos cortes atendem à seção transversal especificada no projeto.

Os taludes em corte devem apresentar, após operações de terraplenagem, a inclinação indicada no projeto. As verificações devem ser realizadas, pela executante e pela fiscalização, desde o início e até o término das escavações, de modo a permitir as que sejam executadas correções, sempre que houver necessidade.

O acabamento da plataforma resultante deve atender à conformação da seção transversal indicada no projeto.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

As tolerâncias admitidas para acabamento dos taludes e plataforma de terraplenagem são seguintes:

- a) variação de altura máxima, para eixos e bordas, escavação em solo: $\pm 0,05$ m;
- b) variação de altura máxima, para eixos e bordas, escavação em rocha: $\pm 0,10$ m;
- c) variação máxima de largura de + 0,20 m para cada semiplataforma não se admitindo variação negativa.

7 ACEITAÇÃO

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde que sejam executados de acordo com esta especificação e o controle geométrico esteja dentro da faixa de tolerância permitida.

Os serviços rejeitados devem ser corrigidos ou complementados.

8 CONTROLE AMBIENTAL

Nas operações de escavação é exigida a adoção dos seguintes procedimentos.

Nas áreas de cortes:

- a) evitar o quanto possível o trânsito dos equipamentos e veículos de serviço fora das áreas de trabalho; evitar o excesso de carregamentos dos veículos e controlar a velocidade usada;
- b) aspergir água permanentemente nos trechos poeirentos, principalmente nas passagens por áreas habitadas;
- c) o revestimento vegetal dos taludes, quando previsto, deve ser executado imediatamente após a execução dos corte;
- d) implantar, caso necessário, sistema de drenagem provisório e de controle de processos erosivos, como carreamento.

Nas áreas de empréstimo:

- a) a empresa executante deve licenciar a área de empréstimo, localizada fora da faixa de domínio, junto ao órgão ambiental responsável, antes do início de qualquer atividade na área;
- b) o desmatamento, destocamento e limpeza, devem ser executados de acordo com ETQ00-001, dentro do limite da área licenciada, e o material retirado deve ser estocado de forma que, após a exploração do empréstimo, o solo orgânico possa ser reutilizado na recuperação da área;
- c) não é permitida a queima da vegetação removida;
- d) deve ser evitada a localização de empréstimo em áreas com restrições ambientais e de boa aptidão agrícola;
- e) não devem ser explorados empréstimos em áreas legalmente protegidas tais como: reservas ecológicas ou florestais, de preservação cultural, ou mesmos em suas proximidades;
- f) o tráfego de equipamentos e veículos de serviço deve ser controlado para evitar a implantação de vias ou trilhas desnecessárias;
- g) as áreas de empréstimo devem ser mantidas, durante sua exploração, convenientemente drenadas de modo a evitar o acúmulo das águas, bem como os efeitos da erosão;



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

- h) a exploração deve se dar de acordo com o projeto aprovado pela fiscalização e licenciado ambientalmente; qualquer alteração deve ser objeto de complementação do licenciamento ambiental;
- i) imediatamente após o término da sua exploração, a área deve ser recuperada, considerando no mínimo:
 - a reconformação da topografia de modo a não provocar pontos de alagamentos, e a não permitir a formação de sulcos erosivos, além de buscar restabelecer a conformação conforme o entorno da área;
 - a implantação de sistema de drenagem que complemente a atividade acima, auxiliando no escoamento das águas de modo a complementar a função de reconformação topográfica da área. Deve-se buscar ao máximo a utilização de canaleta coberta com grama em placa.
- j) a cobertura com grama em placas ou hidrossemeadura nos taludes e platôs formados. Antes de iniciar a regeneração, a camada superior do solo, estocada na fase de limpeza, deve ser espalhada no platô.

9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

9.1 Escavação e Carga de Material

A escavação e carga de material são medidas e pagas por metro cúbico (m³) do volume escavado, medido no corte.

A medição dos serviços executados é realizada da seguinte forma:

- a) a área da seção transversal a ser considerada, para cálculo e medição do volume escavado, é a da seção transversal medida após a escavação;
- b) o volume das escavações não previstas em projeto, mas autorizadas pela fiscalização, é obtido através da seção medida após a escavação;
- c) os materiais escavados são classificados em conformidade com o descrito no item 3 desta especificação;
- d) quando ocorrerem, em uma região, materiais de categorias diferentes, os volumes devem ser medidos para cada categoria, e se não for possível definir, na cava, horizontes ou linhas de separação entre os materiais, é feita a classificação em porcentagens dos volumes:
 - os volumes de blocos, matacões ou fragmentos de rocha maiores 0,5 m, isolados uns dos outros, são calculados considerando sua forma geométrica;
 - blocos de dimensões menores que 0,50 m são amontoados e o volume do monte é obtido considerando sua forma geométrica e dimensões aproximadas, o total de espaços vazios no monte admitido é de 40%;
 - no caso dos blocos de dimensões menores que 0,50 m misturados com material de outra categoria, o volume de cada material é obtido com base na avaliação da composição percentual da mistura
- e) é objeto de medição a escavação e carga de material estocado, para posterior utilização, cujo o volume é determinado através da seção transversal medida no corte, após a escavação

9.2 Transporte de Material Escavado



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

A unidade de transporte de material escavado é o metro cúbico pela distância de transporte. A distância de transporte é a menor distância real entre os centros de gravidade de corte e aterro ou depósito de materiais excedentes, considerando o percurso de ida e volta.

A menor fração a ser considerada para efeito de medição é de 10 dam (100m).

Não é objeto de medição o transporte de terra vegetal brejosa, quando a distância de transporte for inferior a 5 decâmetros; e de qualquer categoria quando a distância de transporte for inferior ou igual a 1 decâmetro.

9.3 Pagamento

Os serviços executados e medidos da forma descrita são pagos de acordo com os seus respectivos preços contratuais, que variam de acordo com a natureza do material escavado. Nos preços unitários estão inclusos: mãos de obra necessária para execução dos serviços, com encargos sociais, BDI, todos os equipamentos e recursos utilizados na execução dos serviços de escavação, carga e transporte do material.

No preço unitário para execução de escavação de materiais de 3ª categoria, estão inclusos: as operações de execução do plano de fogo, perfurações, fornecimento e colocação dos explosivos, bem como cordel, espoleta, detonadores e todos os demais procedimentos relativos à segurança, isolamento do perímetro afetado pelas detonações e seu respectivo abafamento através de quaisquer materiais. Após as detonações, estão inclusos o término da desagregação e a carga do material nos veículos transportadores.

Está incluso ainda no preço unitário, o pré fissuramento para a conformação dos taludes de acordo com as solicitações de projetos. No caso de escavações em locais de região urbana ou de outras interferências, estão inclusos também os cuidados necessários para evitar os riscos de projeção dos fragmentos e propagação das vibrações sonoras e, deslocamentos de ar.

A drenagem da área é paga indiretamente por intermédio de bombeamento de vala.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

ATERRO

PALAVRAS-CHAVE

Terraplenagem. Aterro. Solo.

1 OBJETIVO

Definir os critérios que orientam a execução, aceitação e medição de aterros em obras rodoviárias.

2 DEFINIÇÃO

Aterros são segmentos da rodovia cuja implantação requer deposição de materiais provenientes de cortes ou de empréstimos, no interior dos limites das seções de projeto que definem o corpo estradal ou, a substituição de materiais inadequados, previamente removidos do subleito dos cortes ou materiais existentes na fundação dos próprios aterros. A deposição dos materiais envolve as operações de espalhamento, aeração ou umedecimento, homogeneização e compactação do material.

Para entendimento desta especificação são adotadas também as seguintes definições:

Corpo de aterro: parte do aterro constituída de material lançado e compactado em camadas de espessuras uniformes, situadas no horizonte entre o terreno natural e a linha delimitadora do início da camada final do aterro.

Camada final: parte do aterro constituído de material selecionado lançado e compactado em camadas de espessuras uniformes, situadas no horizonte entre o greide de terraplenagem e o corpo de aterro, com 1,00 m de espessura.

3 MATERIAIS

Os aterros são constituídos por materiais, devidamente selecionados, provenientes da escavação de cortes ou de áreas de empréstimo, devidamente selecionados. Devem atender à qualidade e à destinação prévia indicada no projeto.

Os solos utilizados devem:

- a) ser isentos de matéria orgânica;
- b) para corpo de aterro possuir $\text{CBR} \geq 2\%$ e expansão $< 4\%$, ou o especificado em projeto;
- c) a camada final dos aterros deve ser constituída de solo selecionado, dentre os melhores disponíveis, os quais devem ser objeto de especificações complementares indicadas no projeto. Não é permitido o uso de solos com expansão maior que 2%;
- d) em regiões em que ocorra a presença de materiais rochosos e ocorra falta de material de 1ª e 2ª categoria, admite-se a construção de aterros com material rochoso, desde que haja especificação complementar de projeto.

4 EQUIPAMENTOS

Antes do início da execução dos serviços todos os equipamentos devem ser examinados e aprovados pelo PREFEITURA.

Os equipamentos básicos para execução dos aterros são compostos das seguintes unidades:

- a) motoniveladoras pesadas equipadas com escarificador;
- b) grade de discos;
- c) pá carregadeira;
- d) rolos compactadores, lisos, pé de carneiro, estáticos ou vibratórios;



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

- e) caminhão tanque irrigador;
- f) trator de esteira com lâmina e ripper;
- g) trator agrícola;

5 EXECUÇÃO

5.1 Considerações Iniciais

O início das operações deve ser precedido da execução dos serviços de desmatamento, destocamento e limpeza.

Quando a fundação do aterro for constituída de solos compressíveis ou em zona inundada, deve ser atendido o disposto na especificação ET-DE-Q00/004-Aterro sobre Solos Compressíveis.

No caso de execução de aterros a meia encosta, onde o terreno natural possui inclinação superior a 25%, o talude deve ser previamente cortado em degraus com altura aproximada de 1,0 m antes do lançamento do material para execução da respectiva camada de aterro. A execução das camadas deve ser iniciada pelo lado mais baixo, os degraus executados no talude devem ter largura suficiente para deslocamento dos equipamentos ao realizar as operações de descarga e compactação das camadas lançadas.

Os cortes horizontais para formação dos degraus devem ser iniciados na interseção do terreno natural com a superfície da última camada lançada e compactada. O material resultante da escavação deve ser espalhado e compactado no aterro em execução, se a quantidade de material for insuficiente, resultando uma camada muito delgada, isto é, inferior as espessuras definidas nesta especificação, deve ser adicionado mais material de aterro para completar a espessura. Os materiais devem ser misturados, homogeneizados e compactados em única camada.

Nos alargamentos de aterros ou no caso de correções de erosões, o talude existente deve ser cortado em degraus, com largura suficiente para permitir as operações de deposição, espalhamento e compactação do material. O alargamento ou correção das erosões são constituídas conforme descrito nesta especificação até atingir o nível do aterro existente. Todo leito antigo deve ser escarificado, conformado e compactado com a camada adjacente do alargamento ou correção, e a espessura total da camada escarificada e do material adicional, se houver, não deve ser ultrapassar a espessura máxima determinada nesta especificação.

Os cortes horizontais no aterro antigo devem ser executados conforme o especificado para aterros na meia encosta. A superfície das camadas compactadas deve possuir inclinação para fora do aterro de alargamento ou correção, a fim de não acumular água de chuva nos pontos de junção do aterro antigo com o aterro novo.

Desde o início das obras até seu recebimento, os aterros construídos ou em construção devem ser protegidos contra ação erosiva das águas e mantidos em condições que assegurem a drenagem eficiente.

Nos aterros de acesso de encontros das pontes, o enchimento das cavas das fundações e as trincheiras de bueiros, bem como todas as áreas de difícil acesso ao equipamento usual de compactação, devem ser compactadas com o uso de equipamento adequado, como soquetes manuais e sapos mecânicos.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Em regiões onde houver predominância de areia, admite-se a execução de aterros com seu emprego, desde que previsto em projeto. Exige-se a proteção das camadas de areia, através da execução de camadas subseqüentes, na espessura definida em projeto, com material terroso devidamente compactado.

Durante todo o tempo que durar a construção, até o recebimento do aterro, os materiais e os serviços devem estar protegidos contra ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. A responsabilidade desta conservação é da executante e não é objeto de medição.

5.2 Aterro em Solo

Os aterros devem ser executados em camadas sucessivas, com espessura solta, definida pela fiscalização, em função das características geotécnicas do material e do equipamento de compactação utilizado que resultem na espessura compactada de no mínimo de 15 cm. O lançamento do material deve ser feito em camadas sucessivas em toda largura da seção transversal e em extensões tais que permitam seu umedecimento e compactação.

São aceitas camadas compactadas com espessuras superiores a 15 cm, desde que autorizadas pela fiscalização e comprovadas em aterro experimental, isto é, desde que equipamento utilizado confira o grau de compactação mínimo exigido de 100% em relação ao próctor Normal, conforme NBR 7182⁽¹⁾. Admitem-se espessuras de até 30 cm de espessura para as camadas do corpo do aterro e do máximo 20 cm para as camadas finais de aterro, isto é, o último um metro.

As camadas individuais do aterro devem ser constituídas preferencialmente por material homogêneo. Quando os materiais provenientes da escavação forem heterogêneos, os materiais devem ser misturados com emprego de grades de disco, motoniveladoras, a fim de se obter, ao final destas operações, a homogeneidade do material.

Quando existirem materiais em excesso provenientes da escavação, e optar-se pela utilização de execução de aterros com alargamento da plataforma, abrandamentos dos taludes ou for necessária à execução de bermas de equilíbrio, estas operações devem ser efetuadas desde a etapa inicial do aterro.

Durante a compactação das camadas de aterro, o equipamento deve deslocar-se sobre a camada de maneira a proporcionar a cobertura uniforme de toda área. A compactação deve ser realizada com equipamentos adequados ao tipo de solo.

As condições de compactação exigidas para aterro e as variações de umidade admitidas são:

- a variação do teor de umidade admitido para o material do corpo de aterro é de $\pm 3\%$ em relação a umidade ótima de compactação e o grau de compactação mínimo exigido é de 95% em relação à massa específica aparente seca máxima conforme NBR 7182⁽¹⁾, na energia normal;
- para as camadas situadas no último um metro, camada final de aterro, a variação de umidade do material admitida é de $\pm 3\%$ para as camadas iniciais, e de $\pm 2\%$ para as três últimas camadas, em relação à umidade ótima de compactação determinado conforme NBR 7182⁽¹⁾, na energia adotada para compactação do material;
- o grau de compactação mínimo exigido para as camadas finais situadas no último um metro é de 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, determinada conforme NBR 7182⁽¹⁾, na energia adotada para compactação do material.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

A energia de compactação a ser adotada deve ser a maior energia que o material empregado suporte, perante as condições dos equipamentos utilizados. Deve-se assegurar que os valores obtidos para o CBR sejam superiores ou iguais ao previsto no projeto, bem como as expansões sejam inferiores às especificadas também em projeto.

5.3 Camada Final

Os materiais empregados na execução da camada final, quando não estiver definido no projeto, devem possuir as seguintes características:

- pertencer aos grupos de classificação MCT, determinado conforme DER M196⁽²⁾, especificados em projeto;
- nos 0,30 m iniciais os solos devem possuir CBR > 3% e expansão ≤ 2%;
- nos 0,40 m intermediários os solos devem possuir CBR > 5% e expansão ≤ 2%; - nos 0,30 m finais, superficiais os solos devem possuir > 10% e expansão ≤ 2%;
- nos cortes onde o material do subleito não apresentar CBR mínimo de 10%, deve ser feita a substituição do material, numa espessura mínima de 0,40 m, com materiais que atendam os parâmetros CBR ≥ 10% e expansão ≤ 2%.

Nas áreas de transição de aterros para corte deve ser executada a escavação e remoção de 0,60 m abaixo da cota de terraplenagem, na área de corte a extensão mínima de 2,0 m. O material escavado deve ser substituído por materiais com as mesmas características dos 0,60 m finais da camada final de aterro.

5.4 Aterro com Material Rochoso

Em regiões com predominância de material rochoso, proveniente das escavações, admite-se a construções de aterro com estes materiais, desde que prevista em projeto. Os fragmentos de rocha não devem ser possuir dimensões superiores a 75 cm, os fragmentos de rocha que ultrapassem esta dimensão devem ser reduzidos de tal forma que seus fragmentos maiores não ultrapassem a 75 cm.

Não devem ser admitidos fragmentos de rochas de estratificação lamelar, facilmente fragmentáveis.

Os aterros constituídos de fragmentos de rochas devem ter em sua constituição rochas em toda a largura do aterro, por camadas sucessivas de no máximo 1,0 m de espessura. Os últimos 2,0 m de aterro devem ser executados em camadas de no máximo 0,30 m de espessura.

Os aterros devem ser executados descarregando-se o material rochoso sobre o terreno e posteriormente sobre a camada já construída, espalhado com trator de lâmina na espessura indicada, de maneira que os blocos maiores de rocha fiquem colocados na parte inferior e os vazios entre as pedras de maior dimensão sejam preenchidos por pedras menores. Devem ser compactados por meio de rolos vibratórios.

A maior dimensão de qualquer bloco de pedra, em qualquer caso deve ser inferior a 75 % da espessura da camada. Todos os blocos que não preencham esta condição devem ser fragmentados ou, a critério da fiscalização, removidos para fora da área de aterro e depositados em local aprovado.

Em situação que envolva alargamento de aterro em rocha, deve ser adotado procedimento idêntico ao de aterro em solo.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

6 CONTROLE

6.1 Materiais

Devem ser executados os seguintes ensaios nos solos empregados na execução do aterro:

- a) CBR e expansão conforme NBR 9895⁽³⁾, na energia normal, um ensaio a cada quatro amostras submetidas ao ensaio de compactação, para os materiais constituintes do corpo de aterro durante a execução;
- b) CBR e expansão conforme NBR 9895⁽³⁾, na energia adotada para compactação do material, um ensaio a cada quatro amostras submetidas a ensaio de compactação, para os materiais constituintes da camada final do aterro;
- c) classificação MCT, conforme DER M196⁽²⁾, através dos ensaios de mini-MCV, conforme DER M191⁽⁴⁾, e perda de massa por imersão, conforme DER M197⁽⁵⁾; uma determinação para cada grupo de quatro amostras submetidas ao ensaio de compactação, para o material da camada final, último 1,0 m de aterro;
- d) análise granulométrica conforme NBR 7181⁽⁶⁾ para todo o corpo de aterro e camada final, uma determinação para cada grupo de quatro amostras submetidas ao ensaio de compactação.

6.2 Execução

O controle da execução é realizado através de ensaios e verificações *in situ*, conforme especificado abaixo:

- a) determinação do teor de umidade com umidímetro *speedy* conforme DER M145⁽⁶⁾ ou similar, imediatamente antes da compactação do material, a cada 150 m², a umidade deve estar compreendida no intervalo de $\pm 3\%$ e $\pm 2\%$, da umidade ótima para o corpo do aterro e da camada final, respectivamente;
- b) determinação da densidade aparente seca máxima e umidade ótima, conforme NBR 7182⁽¹⁾, a cada 1.500 m² de um mesmo material do corpo de aterro e a cada 750 m² de um mesmo material das camadas finais de aterro;
- c) determinação da massa específica aparente *in situ* conforme NBR 7185⁽⁸⁾ e da umidade *in situ* conforme DER M145⁽⁶⁾ ou similar, na profundidade mínima de 75% da espessura da camada, imediatamente após a compactação, e determinação do grau de compactação em relação aos valores obtidos no item b, uma determinação a cada 350 m² de camada compactada do corpo de aterro e a cada 250 m² de camada final de terraplenagem;
- d) verificação da espessura do material solto lançado no aterro, e acompanhamento do número de passadas do equipamento, ida e volta. A espessura solta e compactada deve ser igual à estabelecida pela fiscalização. O número de passadas do equipamento é definido em função do tipo de equipamento utilizado, das características geotécnicas do material e do grau de compactação exigido para a respectiva camada, O número de passadas deve ser constante para camadas similares.

6.3 Geométrico

6.3.1 Controle de Espessura e Cotas

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.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

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.

O acabamento quanto à declividade transversal e a inclinação dos taludes devem ser as indicadas em projeto, as verificações devem ser realizadas pela executante e conferidas pela fiscalização desde o início e até o término das operações, de modo a permitir as correções eventualmente necessárias.

6.3.2 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.

7 ACEITAÇÃO

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde que atendam simultaneamente as exigências de materiais, e de execução, estabelecidas nesta especificação, discriminadas a seguir.

7.1 Materiais

Os materiais constituintes do aterro devem ser aceitos quanto ao CBR desde que:

- a análise estatística dos resultados de CBR realizada de acordo com a equação 3 do anexo B, para conjunto de no mínimo quatro e no máximo dez amostras, apresentem CBR iguais ou superiores ao especificado em projeto, no mínimo iguais a 2%, quando se tratar do corpo do aterro, e para camada final do aterro atenda ao especificado no item 5.3;
- os valores individuais da expansão devem ser $< 4\%$; para corpo de aterro e $\leq 2\%$ para camada final; ou atender às especificadas em projeto, nunca superiores às fixadas nesta especificação;
- os materiais da camada final devem pertencer aos grupos da classificação MCT, especificados em projeto.

7.2 Grau de Compactação

O grau de compactação e umidade do material é aceito desde que:

- a) não se obtenham, para as camadas do corpo de aterro, valores individuais de grau de compactação inferiores 95%, e a umidade esteja compreendida no intervalo de $\pm 3\%$;
- b) não se obtenham, para a camada final, valores individuais de grau de compactação inferiores 100%, e a umidade esteja compreendida no intervalo de $\pm 2\%$;
- c) alternativamente, a análise estatística dos resultados do grau de compactação realizada de acordo com a equação 3 do anexo A, para o conjunto de no mínimo quatro e no máximo dez amostras, apresente grau de compactação maior ou igual a 95% e 100%, para as camadas do corpo do aterro e para camada final do aterro, respectivamente.

7.3 Geometria

Os serviços são aceitos com a relação à geometria se as variações de cota e largura encontrarem-se dentro das seguintes tolerâncias:

- a) variação da cota $\pm 0,05$ m para eixo e bordas;
- b) variação máxima da largura da plataforma de $+ 0,30$ m. Não se admitindo valores inferiores para a semi-largura da plataforma.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

8 CONTROLE AMBIENTAL

As medidas de controle ambiental que devem ser tomadas durante a execução de aterros referem-se à execução dos dispositivos de drenagem, proteção vegetal dos taludes previstos no projeto para evitar erosões e consequente carreamento de material.

Os aterros implantados em áreas de preservação permanente, próximos a rios, várzeas etc, devem contar com cuidados especiais.

Caso o aterro seja executado sobre a várzea, esta deve ser adequadamente drenada, evitando o lançamento do material de aterro diretamente sobre água.

Se o aterro for implantado próximo a corpos d'água, em sua APP – Área de Proteção Ambiental, os cuidados com drenagem e estabilidade do talude devem ser redobrados.

Os serviços devem ser conduzidos de forma a causar o mínimo de danos às áreas de entorno.

9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O serviço deve ser medido e pago por metro cúbico (m³) de aterro compactado, apurado a partir do terreno natural, isento de camada vegetal e de elementos geométricos contidos nas seções transversais de projeto.

Os serviços recebidos e medidos da forma descrita são pagos conforme os respectivos preços unitários contratuais, nos quais estão inclusos: compactação e acabamento, abrangendo inclusive a mão-de-obra com encargos sociais, BDI e equipamentos necessários aos serviços, e outros recursos utilizados de forma a atender ao projeto e às especificações técnicas.

DESIGNAÇÃO	UNIDADE
– Compactação de aterro, energia normal	m ³
– Compactação de aterro, energia intermediária	m ³

3 ANEXO A – TABELAS DE CONTROLE



PREFEITURA DE PAULÍNIA - OBRAS DE INFRAESTRUTURA NO BAIRRO MORRO ALTO

Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

ENSAIO	MÉTODO	FREQÜÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
1. MATERIAIS				
CBR e expansão, na energia normal.	NBR 9895 ⁽³⁾	um ensaio para cada 4 amostras submetidas ao ensaio de compactação, do corpo de aterro.	CBR — $X = X - KS \geq LIE$ no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	CBR $\geq$ CBR projeto no mínimo $\geq 2\%$ Expansão $\leq 4\%$ ou $\leq$ à especificada no projeto
CBR e expansão, na energia adotada para compactação do material, normal ou intermediária	NBR 9895 ⁽³⁾	um ensaio para cada 4 amostras submetidas ao ensaio de compactação, da camada final do aterro	CBR — $X = X - KS \geq LIE$ no mínimo 4 e no máximo 10 amostras Expansão valores individuais	CBR $\geq$ CBR projeto Expansão $\leq$ expansão de projeto e 0,30 m iniciais CBR $>3\%$ e expansão $\leq 2\%$ 0,40 m intermediários CBR $>5\%$ e expansão $\leq 2\%$ 0,30 m finais CBR $>3\%$ e expansão $\leq 2\%$
Classificação MCT Minii – MCV Perda de massa por imersão	DER M196 ⁽²⁾ DER M191 ⁽⁴⁾ DER M197 ⁽⁵⁾	Para grupo de 4 amostras submetidas ao ensaio de compactação da camada final do aterro.	Valores individuais	Pertencerem aos grupos da classificação MCT, especificados em projeto.
Análise granulométrica	NBR 7181 ⁽⁶⁾	Para grupo de 4 amostras submetidas ao ensaio de compactação do corpo de aterro	Valores individuais	Parâmetro de controle

/continua



PREFEITURA DE PAULÍNIA - OBRAS DE INFRAESTRUTURA NO BAIRRO MORRO ALTO

Assunto Normas e Especificações dos Serviços	Data Dezembro / 2025	Folha
--	--------------------------------	-------

/continuação

ENSAIO	MÉTODO	FREQÜÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTI- COS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
2. EXECUÇÃO				
Determinação do teor de umidade	DER M145 ⁽⁷⁾ ou similar	Imediatamente antes da compactação a cada 150 m ²	Valores individuais	Entre $\pm 3\%$ da umidade ótima de compactação para corpo do aterro e Entre $\pm 2\%$ da umidade ótima de compactação para camada final do aterro
Ensaio de compactação	NBR 7182 ⁽¹⁾	Um ensaio para cada 1.500 m ³ de um mesmo material do corpo de aterro	Valores individuais	Parâmetro de controle
Ensaio de compactação	NBR 7182 ⁽¹⁾	Um ensaio para cada 750 m ³ para material um mesmo material da camada final de aterro	Valores individuais	Parâmetro de controle
Determinação da massa específica aparente seca máxima e do teor de umidade,e o respectivo grau de compactação.	NBR 7185 ⁽⁸⁾ DER M145 ⁽⁷⁾ ou similar	Uma determinação a cada 350 m ³ de camada compactada do corpo do aterro Na profundidade de no mínimo 75% da camada compactada	Valores individuais ou Controle Estatístico Unilateral — $X - KS \geq LIE$ no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Valores individuais de $GC \geq 95\%$ Umidade compreendida no intervalo de $\pm 3\%$ da umidade ótima de compactação ou $GC_{est} \geq 97\%$

/continua



PREFEITURA DE PAULÍNIA - OBRAS DE INFRAESTRUTURA NO BAIRRO MORRO ALTO

Assunto Normas e Especificações dos Serviços	Data Dezembro / 2025	Folha
--	--------------------------------	-------

/continuação

ENSAIO	MÉTODO	FREQÜÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
Determinação da massa específica aparente seca máxima e do teor de umidade, e o respectivo grau de compactação.	NBR 7185 ⁽⁸⁾ DER M145 ⁽⁷⁾ ou similar	Uma determinação a cada 250 m ³ de camada compactada da camada final na profundidade de no mínimo 75% da camada compactada	Valores individuais ou Controle Estatístico Unilateral — $X = \bar{X} - KS \geq LIE$ no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Valores individuais de $GC \geq 100\%$ Umidade compreendida no intervalo de $\pm 2\%$ da umidade ótima de compactação ou $GC_{est} \geq 100\%$
Espessura do material solto	Medida de trena	Em todas as camadas	Resultados individuais	Igual a determinada pela fiscalização para compactação da camada.
Número de passadas do equipamento, para atingir o grau de compactação exigido para camada.	Visual	Em todas as camadas	Resultados individuais	Igual ao determinado experimentalmente
3. GEOMETRIA				
Cotas	Nivelamento do eixo e bordas	A cada 20 m	Resultados individuais	$\pm 0,05$ m do projeto, para eixo e bordas
Largura plataforma	Medidas de Trena	A cada 20 m	Resultados individuais	+0,30 m, não se admitindo valores inferiores aos previstos em projeto para semi-largura da plataforma.
A verificação da declividade e inclinação dos taludes deve ser executada periodicamente pela fiscalização em conjunto com executante, através de régua e esquadro, desde o início até o término das operações, de modo a permitir correções se necessário.				

/ANEXO B



Tabela B-1 – Controle Estatístico

Parâmetro		
1 - Média aritmética da amostra ($\bar{X}$)	$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$	Onde: X_i = valor individual da amostra $N = n^{\circ}$ 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
2 – Desvio-padrão da amostra (S)	$S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{N - 1}}$	
Controle Unilateral		
3 – controle pelo limite inferior	$X = \bar{X} - KS \geq LIE$ Ou	
4- controle pelo limite superior	$X = \bar{X} + KS \leq LSE$	
Controle Bilateral		
5 – controle pelo limite inferior e superior	$X = \bar{X} - K_1 S \geq LIE$ e $X = \bar{X} + K_1 S \leq LSE$	

Tabela B-2 – Valores K – Tolerância Unilateral e K1 Tolerância Bilateral

N	K	K ₁	N	K	K ₁	N	K	K ₁
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	∞	0,52	0,84



Assunto Normas e Especificações dos Serviços	Data Dezembro / 2025	Folha
--	--------------------------------	-------

TÍTULO

ATERRO SOBRE SOLOS COMPRESSÍVEIS

PALAVRAS-CHAVE

Aterro. Compressíveis. Fundação

1 OBJETIVO

Definir os critérios que orientam a execução, aceitação e medição de aterro sobre solos compressíveis, em obras rodoviárias.

2 DEFINIÇÃO

A presente especificação refere-se à construção de aterros sobre locais onde o terreno natural é constituído por solos compressíveis, isto é, altamente deformáveis, que apresentam recalques excessivos ou ruptura da base quando carregados.

Os solos compressíveis possuem baixa resistência ao cisalhamento, normalmente associada à baixa resistência à penetração estática SPT < 2 golpes/30 cm. Geralmente, são constituídos por argilas orgânicas ou não, e solos turfosos, comumente saturados.

3 MATERIAIS

Os materiais que devem ser utilizados na fundação dos aterros sobre solos compressíveis, devem ser indicados em projeto, em função das condições de suporte e drenagem da área. Podem ser empregados os seguintes tipos:

- areia isenta de matéria orgânica, torrões de argila ou outros materiais prejudiciais;
- pedra britada (n.º3 e n.º4);
- pedra detonada;
- pedra rachão; - geotextil.

Os materiais de preenchimento devem ser lançados ou compactados, de maneira que atendam às condições de compactidade e consistência exigidas em projeto.

4 EQUIPAMENTOS

O conjunto de equipamentos necessários à execução dos serviços é:

- a) trator de esteira leve, com peso total máximo ≤ 8 tf;;
- b) retroescavadeira com comando hidráulico;
- c) caminhões basculantes.

5 EXECUÇÃO**5.1 Considerações Gerais**

Sempre que a camada inferior do aterro assentar-se em terreno alagado, toda área de fundação do aterro, quando possível, deve ser previamente drenada antes do início da execução da fundação.

Nos casos em que o bombeamento esteja previsto em projeto ou indicado pela fiscalização, nenhuma camada da fundação de aterro pode ser lançada antes da conclusão do esgotamento.

Quando não houver a possibilidade de execução da drenagem, deve ser construída previamente uma camada do aterro, com material inerte, cuja superfície fique acima do nível d'água, de maneira que a camada inicial do aterro sobrejacente possa ser compactada. A altura do material inerte não deve ser inferior a 1.0 m em relação ao nível d'água.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Outra solução que pode ser adotada, quando não houver a possibilidade de drenagem prévia, é a execução de aterro sobre estiva lançada ou estiva natural. Neste caso, ou seja, quando o aterro for lançado sobre estiva natural, a área não deve ser limpa.

As primeiras camadas de fundação de aterro, a critério da fiscalização ou indicado em projeto, devem ser lançadas em ponta de aterro, utilizando trator de esteira leve, com peso total $\leq$

8 tf.

Antes do lançamento do material inerte a área deve ser limpa. O processo de limpeza e o material a ser utilizado na fundação devem ser fixados em projeto ou pela fiscalização, em função das características de cada fundação e da disponibilidade dos materiais existentes no local.

Após a construção das camadas compactadas acima descritas, o material de fundação deve ser compactado conforme a ET-DE-Q00/003 - Aterro.

Em zonas em que a lâmina d'água for excessivamente espessa, de modo que impossibilite o lançamento de material inerte e, sempre que indicado em projeto, devem ser executados diques de vedação, para isolar a fundação de aterro e reduzir o volume de água a ser drenado.

5.2 Execução

Os aterros sobre solos compressíveis devem ser executados geralmente por três processos:

- lançamento do aterro após a remoção do solo compressível,
- lançamento de aterro com adensamento normal;
- lançamento de aterro com adensamento acelerado.

5.2.1 Lançamento de Aterro Após a Remoção do Solo Compressível

Nos casos onde haja viabilidade econômica para retirada total ou parcial dos solos compressíveis, a escavação do material deve ser executada de acordo com as determinações de projeto, isto é, na largura, profundidade e inclinações de taludes indicados em projeto.

A fundação do aterro deve ser constituída por uma ou mais camadas de material granular inerte, esta última camada deve possuir granulometria conveniente, que impeça a penetração de finos do aterro no material de fundação. A compactação do material de fundação deve ser executada conforme a ET-DE-Q00/003 - Aterro.

Quando a remoção dos solos compressíveis não puder ser executada em sua totalidade, ou seja, em etapa única, a substituição do material compressível deve ser executada em etapas, deixando septos ou executando aterros de pontas.

A substituição por etapas deve ser executada escavando-se uma faixa de solo compressível entre os septos, que deve ser aterrado com material de enchimento antes da escavação da etapa seguinte. O aterro de ponta deve ser executado forçando o material de substituição contra o solo compressível, provocando seu deslocamento.

Nos dois casos devem-se tomar os cuidados necessários para garantir que o material de enchimento não seja contaminado pelo material escavado, exceto na zona de contato dos materiais. O material contaminado deve ser removido e substituído por um novo.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

A execução do aterro é obrigatoriamente precedida da comprovação, pela fiscalização, do adensamento estabelecido em projeto, pode-se prosseguir a execução do aterro, conforme a ET-DE-Q00/003 – Aterro.

5.2.2 Lançamento de Aterro com Adensamento Normal

Neste caso, o solo compressível não deve ser removido completamente, o aterro é construído diretamente sobre o solo compressível.

Quando no local houver água, deve-se efetuar a drenagem da área, antes do início do lançamento do material inerte que irá constituir a fundação do aterro.

As camadas de material inerte devem ser executadas com equipamentos leves, tipo esteira, sendo proibido o acesso de equipamentos de pneus ou pesados, até que a fundação atinja a estabilidade necessária.

Nos casos em que não haja possibilidade de lançamento de camadas de material, o projeto deve indicar solução alternativa que promova a separação física entre o solo compressível e o material de aterro. À exemplo do indicado no item 5.1 podem ser utilizadas estivas lançadas ou naturais.

Sempre que existirem riscos de ruptura da base do aterro, devem ser previstas bermas de equilíbrio, de maneira, que a sua construção, seja simultânea com a construção de aterros. Quando a fundação atingir o adensamento previsto em projeto e tiver sido liberada pela fiscalização, deve-se dar início da execução do corpo do aterro.

O aterro deve ser construído de acordo com a ET-DE-Q00/003 - Aterro, sendo que a sua execução deve ser realizada em etapas, respeitando os prazos e recalques mínimos indicados no projeto para cada etapa de construção.

5.2.3 Lançamento de Aterro com Adensamento Acelerado

Em situações que o solo compressível não for removido e seja necessário reduzir o tempo previsto para o aparecimento de recalques, devem ser adotados métodos construtivos que permitam reduzir o tempo previsto para a ocorrência de recalques.

Os métodos de aceleração do adensamento, geralmente, consistem de aplicação de sobrecarga na fundação, ou na execução de um conjunto de drenos verticais junto à fundação do aterro.

A presente especificação tratar apenas da construção com sobrecarga.

A execução da sobrecarga deve ser executada de acordo com as indicações de projeto, quanto a: largura, cota, prazos de construção. Se indicado em projeto a construção das bermas de equilíbrio, devem ser simultâneas à construção do aterro.

A remoção da sobrecarga, parcial ou total, somente deve ser iniciada após liberação da fiscalização, a qual deve orientar-se pelas estimativas de projeto e pela instrumentação de campo, para verificar se a fundação atingiu o recalque previsto.

Quando a sobrecarga for incorporada ao aterro, sua execução também deve obedecer às orientações da ET-DE-Q00/003 - Aterro.

Quando a fundação atingir o adensamento previsto em projeto e tiver sido liberada pela fiscalização, deve-se dar prosseguimento a execução do aterro.

O aterro deve ser construído de acordo com a especificação de aterro, a sua execução deve ser realizada em etapas, respeitando os prazos e recalques mínimos indicados no projeto para cada etapa de construção.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

6 CONTROLE

6.1 Materiais

Para cada 1.000 m³, do mesmo material inerte arenoso, proveniente de corte ou de jazida, utilizado na fundação, deve ser executado, no mínimo:

- um ensaio de impurezas orgânicas em areia, conforme NBR NM 49⁽¹⁾;
- um ensaio de granulometria, conforme NBR 7181⁽²⁾.

Para cada 1.000 m³, do mesmo material inerte rochoso ou pedra britada, proveniente de jazida ou corte, utilizado na fundação, deve ser executado no mínimo:

- um ensaio de granulometria, conforme NBR NM 248⁽³⁾.

O controle de compactação e do restante dos materiais do aterro deve ser feita conforme a especificação ET-DE-Q00/003 - Aterro.

6.2 Geométrico

O controle geométrico deve consistir na verificação topográfica das dimensões, cotas e inclinações das cavas e aterros, de forma a ser obtida a conformação da seção transversal de projeto. A largura da plataforma deve ser determinada por medidas de trena.

O acabamento quanto à declividade transversal e a inclinação dos taludes devem ser as indicadas em projeto. As verificações devem ser realizadas, pela executante e pela fiscalização, desde o início e até termino das operações, de modo a permitir as correções eventualmente necessárias.

6.3 Controle de Recalques

O controle de recalques deve ser feito topograficamente, utilizando marcos superficiais ou placas de recalque.

As leituras de recalques devem ser feitas periodicamente, de acordo com o estipulado no projeto, durante e após o período construtivo, até que ocorra o adensamento previsto em projeto.

7 ACEITAÇÃO

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde que atendam simultaneamente as exigências de materiais, e de execução, estabelecidas nesta especificação, discriminadas a seguir.

7.1 Materiais

Os materiais da fundação de aterro são aceitos desde que atendam as seguintes condições:

- as areias devem ser isentas de matéria orgânica e deve apresentar no máximo 15% do material passando na peneira n.º40;
- a granulometria do material rochoso deve atender a especificada em projeto.

7.2 Geometria

Os serviços são aceitos quanto desde que:

- a declividade transversal do terreno na superfície inferior do colchão propicie condições adequadas para o escoamento das águas coletadas nas camadas, evitando-se depressões que gerem acúmulo de água;
- não haja contaminação do aterro com lama na execução de suas primeiras camadas;
- as condições de espalhamento e desempenho da camada sejam julgadas satisfatórias.

As variações individuais de cota de cada seção e da largura da plataforma admitidas para a fundação do aterro são:



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

- a) variação de cota máxima para eixo e bordas de $\pm 0,20$ m;
- b) variação da largura máxima da cava de remoção para cada lado de + 1,0 m, não se admitindo variação negativa.

As variações individuais de cota de cada seção e da largura da plataforma admitidas para aterro acabado são:

- a) variação da cota $\pm 0,05$ m para eixo e bordas;
- b) variação máxima da largura da plataforma de + 0,30 m. Não se admitindo valores inferiores para a semi-largura da plataforma.

7.3 Recalque

O recalque é aceito quando ocorrer a estabilização do adensamento previsto no projeto.

8 CONTROLE AMBIENTAL

Deve-se tomar medidas necessárias de proteção contra ação erosiva das águas e manutenção de drenagem eficiente. As providências a serem tomadas visando a proteção do meio ambiente referem-se à execução, de acordo com as normas correspondentes, dos dispositivos de drenagem e proteção vegetal dos taludes, previstos no projeto, para evitar erosões e conseqüente carreamento do material.

9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

A execução da fundação de aterros é medida e paga por metro cúbico (m^3) de camada acabada, com base nas medidas das seções transversais da cava, considerando a cota de fundo o limite da remoção.

A escavação, carga e transporte e esgotamento de água é paga indiretamente, por intermédio dos serviços de escavação, carga, transporte de material e bombeamento de vala.

Os serviços recebidos e medidos da forma descrita são pagos conforme os respectivos preços unitários contratuais, nos quais estão inclusos: o fornecimento e transporte do material, perdas, toda mão de obra com encargos sociais, BDI, e equipamentos necessários para a execução de estabilização da superfície onde houver afloramento do lençol freático, como no caso de fundo de cavas proveniente da remoção de solo mole, ou ainda, em locais que apresentam baixa capacidade de suporte, onde foram realizadas trocas de solo.

As camadas de fundação possuem espessuras variadas de modo a acomodar e confinar a presença de água local. Incluem ainda o espalhamento e acomodação no caso de pedra rachão e adensamento com água no caso de areia lavada.

DESIGNAÇÃO

- Fundação de aterro com areia lavada
- Fundação de aterro com pedra rachão
- Espalhamento e adensamento de fundação de aterro

UNIDADE

m^3

m^3

m^3

4 ANEXO A – TABELAS DE CONTROLE



PREFEITURA DE PAULÍNIA - OBRAS DE INFRAESTRUTURA NO BAIRRO MORRO ALTO

Empreendimento

INFRAESTRUTURA BAIRRO MORRO ALTO

Projeto

NORMAS

Assunto

Normas e Especificações dos Serviços

Data

Dezembro / 2025

Folha

ENSAIO	MÉTODO	FREQÜÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
1. CONTROLE DOS MATERIAIS				
1.1 Areia				
Impurezas orgânicas	NBR NM 49 ⁽¹⁾	A cada 1.000m ³	Resultados individuais	Ser isenta de matéria orgânica
Análise granulométrica	NBR 7181 ⁽²⁾	A cada 1.000m ³	Resultados individuais	No máximo 15% do material passa na peneira n.º 40
1.2 Material Rochoso ou Pedra Britada				
Análise granulométrica	NBR NM 248 ⁽³⁾	A cada 1.000m ³	Resultados individuais	Atender o especificado em projeto
2. GEOMETRIA				
Cotas	Nivelamento do eixo e bordas	A cada 20m	Resultados individuais	Fundação do aterro para eixo e bordas ± 0,20m Plataforma acabada Para eixo e bordas ± 0,05m
Largura plataforma	Medidas de Trena	A cada 20m	Resultados individuais	Cava de remoção +1m não se admite variação para menos +0,30 m, não se admitindo valores inferiores



PREFEITURA DE PAULÍNIA - OBRAS DE INFRAESTRUTURA NO BAIRRO MORRO ALTO

Empreendimento

INFRAESTRUTURA BAIRRO MORRO ALTO

Projeto

NORMAS

Assunto

Normas e Especificações dos Serviços

Data

Dezembro / 2025

Folha

				aos previstos em projeto para semi-largura da plataforma
--	--	--	--	--



PREFEITURA DE PAULÍNIA - OBRAS DE INFRAESTRUTURA NO BAIRRO MORRO ALTO

Empreendimento

INFRAESTRUTURA BAIRRO MORRO ALTO

Projeto

NORMAS

Assunto

Normas e Especificações dos Serviços

Data

Dezembro / 2025

Folha

. RECALQUE				
ENSAIO	MÉTODO	FREQÜÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
Os serviços devem apresentar também: a) declividade transversal do terreno na superfície inferior do colchão propicie condições de adequado escoamento das águas coletadas nas camadas, evitando-se depressões que gerem acúmulo de água; b) não haja contaminação do aterro com lama na execução de suas primeiras camadas; c) condições satisfatórias de espalhamento e desempenho da camada sejam julgadas satisfatórias.				
Controle do adensamento	Topográfico, utilizando marcos superficiais ou placas de recalque	As leituras de recalques devem ser feitas periodicamente, de acordo com o estipulado no projeto, durante e após o período construtivo, até que ocorra o adensamento previsto em projeto.	Resultados individuais	Ocorra estabilização do adensamento previsto em projeto



Assunto Normas e Especificações dos Serviços	Data Dezembro / 2025	Folha
--	--------------------------------	-------

TÍTULO

DEPÓSITO DE MATERIAIS EXCEDENTES

PALAVRAS-CHAVE

Depósito. Excedentes. Bota-Fora.

1 OBJETIVO

Definir os critérios que orientam a execução, aceitação e medição de depósito de materiais excedentes.

DEFINIÇÃO

Este serviço consiste na deposição ordenada, em local previamente definido e aprovado pela fiscalização, de materiais provenientes da escavação de solo mole, materiais de 1ª, 2ª e 3ª categorias considerados inadequados, ou materiais em excesso que não forem integrados aos aterros, aterros para alargamento de plataforma, suavização de taludes ou na execução de bermas de equilíbrio.

A deposição de materiais, quando necessário, deve ser complementada por pequenas obras para estabilização, drenagem de águas contra erosões e outras obras que vierem ser necessárias, a critério da fiscalização.

EQUIPAMENTOS

O conjunto de equipamento necessário para execução dos serviços:

- a) rolo compactador;
- b) trator de esteira;

LOCALIZAÇÃO

Os locais mais propícios para se constituírem em áreas de depósitos são: crateras de exploração industrial desativada; áreas abertas improdutivas ou destinadas a loteamentos; voçorocas em fase de formação e aterros sanitários.

Não é permitido o uso de áreas localizadas em:

- a) reservas florestais, ecológicas;
- b) preservação cultural;
- c) áreas de mananciais e nascentes de água;
- d) faixas de domínio de estradas de ferro e rodagem;
- e) áreas particulares lindeiras à faixa de domínio, mesmo que improdutivas;
- f) sob pontes e viadutos.

Os locais para disposição dos materiais devem ser indicados pelo projeto, fiscalização ou pela própria executante. Entretanto o local somente deve ser considerado apto quando aprovado pela fiscalização e pelo órgão ambiental responsável.

EXECUÇÃO

O material destinado ao depósito de material de excedente deve ser descarregado e espalha-

do de modo que a conformação da superfície acabada seja coerente com a topografia local. É vedada a disposição dos materiais pelo simples descarregamento em forma de monte.

Os materiais devem ser depositados em espessuras que permitam a sua compactação através das passagens do equipamento durante o espalhamento do material. A camada final



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

deve receber quatro passadas de compactação, ida e volta, em cada faixa de tráfego do equipamento.

Os depósitos destinados à deposição de solos moles e brejosos devem ser providos de diques de retenção dos materiais compactados.

Na deposição dos materiais a executante deve proceder de tal forma que durante e após o término das operações:

- a) não haja possibilidade de assoreamento de cursos de água ou lagos próximos, pelo carreamento de material por enxurradas;
- b) se necessário, devem ser executadas obras de contenção de drenagem adequada e proteção contra a erosão dos taludes;
- c) os taludes devem ter inclinação suficiente para evitar escorregamentos.

A executante deve ser a única responsável pelo desempenho do serviço, inclusive as correções ou reconstruções que se fizerem necessárias.

A deposição de materiais em talvegues, que não estejam contidos no corpo estradal, somente deve ser permitida mediante apresentação pela executante de projeto específico, aprovado pela fiscalização e pelo órgão ambiental responsável. O projeto deve contemplar principalmente os seguintes tópicos:

- a) detalhamento dos dispositivos de drenagem dos talvegues, tais como: bueiros com bocas de entrada e saída; drenos; filtros e outros dispositivos de drenagem necessária, dimensionados de forma compatível com o projeto da estrada;
- b) espalhamento, compactação e conformação final da superfície de modo a igualar-se com a topografia da área circunvizinha;
- c) drenagem superficial e revestimento vegetal.

Crateras em forma de ferraduras, abertas num dos lados, as eventuais voçorocas devem ser preenchidas com material espalhado, nivelado e compactado com o tráfego das máquinas de terraplenagem.

Deve ser prevista drenagem superficial permanente de águas pluviais para fora da cratera, prevendo-se saídas d'água adequadas à altura final do aterro, com proteção contra erosão no pé do aterro.

O caminho de acesso ao interior da cratera, quando esta não for completamente preenchida, deve ser deixado disponível para futuros depósitos complementares.

Quando a altura do talude do depósito de material for igual ou superior a 4 m, deve-se executar berma para compensar a deficiência de compactação e proporcionar estabilidade ao talude. Em alguns casos, pode-se executar diques com o próprio material, de forma a garantir a inclinação dos taludes externos e caimentos transversais e longitudinais da praça do depósito.

Os matacões devem ser dispostos em terrenos de pouca declividade, determinados pela fiscalização, de maneira que não ocorram deslizamentos, quando tratar-se matacões isolados, se possível, deve-se confiná-los com materiais de primeira categoria.

CONTROLE

O controle é feito visualmente sendo observado o aspecto de segurança, acabamento e garantia contra erosões.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

ACEITAÇÃO

Os serviços são aceitos após a comprovação de que o depósito esteja totalmente concluído, e apresente condições satisfatórias de segurança, acabamento e não possui processos de erosão ocasionados pela ação do escoamento de águas superficiais.

A aprovação é feita por apreciação visual dos serviços executados, com garantia de desempenho passada por escrito pela executante.

Os prazos de conservação e de responsabilidade devem ser definidos caso a caso, em comum acordo entre a executante e a fiscalização.

CONTROLE AMBIENTAL

A executante deve licenciar a área de depósito de materiais de excedentes, localizada fora da faixa de domínio, junto ao órgão ambiental responsável da região, antes de qualquer deposição de material na área prevista.

Deve ser evitada a localização de depósito de materiais excedentes em áreas com restrições ambientais e de boa aptidão agrícola.

Não devem ser utilizadas como depósitos de material de excedentes áreas localizadas em reservas florestais ou ecológicas, de preservação cultural ou mesmo em suas proximidades. Deve ser feita a recuperação vegetal da área após a conformação final do depósito, de acordo com projeto licenciado pelo órgão ambiental, a fim incorporá-lo a paisagem local, considerando, no mínimo:

- a) evitar o quanto possível o trânsito dos equipamentos e veículos de serviço fora das áreas de trabalho; evitar o excesso de carregamentos dos veículos e controlar a velocidade usada;
- b) aspergir água permanentemente nos trechos poeirentos, principalmente nas passagens por áreas habitadas;
- c) o revestimento vegetal dos taludes, quando previsto, deve ser executado imediatamente após a execução dos corte;
- d) implantar, caso necessário sistema de drenagem provisório e de controle de processos erosivos, como carreamento;
- e) o desmatamento, destocamento e limpeza da área devem ser executados de acordo com ET-DE-Q00/001, dentro do limite da área licenciada, e o material retirado deve ser estocado de forma que o solo orgânico possa ser reutilizado na recuperação da área;
- f) não é permitida a queima da vegetação removida;
- g) as áreas devem ser mantidas, convenientemente drenadas de modo a evitar o acúmulo das águas, bem como os efeitos da erosão;
- h) a implantação do depósito de materiais excedentes deve se dar de acordo com o projeto aprovado pela fiscalização e licenciado ambientalmente; qualquer alteração deve ser objeto de complementação do licenciamento ambiental.

CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O serviço deve ser medido e pago por metro cúbico (m³), considerando o volume proveniente da escavação no corte ou na cava.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

O serviço recebido e medido da forma descrita é pago conforme respectivo preço unitário contratual, no qual estão inclusos espalhamento, regularização e compactação; abrangendo inclusive a mão-de-obra com encargos sociais, BDI, e equipamentos necessários aos serviços.

DESIGNAÇÃO**UNIDADE**

- Espalhamento/regularização/compactação de material em bota-fora m³
- reservas florestais, ecológicas;
 - preservação cultural;
 - áreas de mananciais e nascentes de água;
 - faixas de domínio de estradas de ferro e rodagem;
 - áreas particulares lindeiras à faixa de domínio, mesmo que improdutivas;
 - sob pontes e viadutos.

Os locais para disposição dos materiais devem ser indicados pelo projeto, fiscalização ou pela própria executante. Entretanto o local somente deve ser considerado apto quando aprovado pela fiscalização e pelo órgão ambiental responsável.

EXECUÇÃO

O material destinado ao depósito de material de excedente deve ser descarregado e espalhado de modo que a conformação da superfície acabada seja coerente com a topografia local. É vedada a disposição dos materiais pelo simples descarregamento em forma de monte.

Os materiais devem ser depositados em espessuras que permitam a sua compactação através das passagens do equipamento durante o espalhamento do material. A camada final deve receber quatro passadas de compactação, ida e volta, em cada faixa de tráfego do equipamento.

Os depósitos destinados à deposição de solos moles e brejosos devem ser providos de diques de retenção dos materiais compactados.

Na deposição dos materiais a executante deve proceder de tal forma que durante e após o término das operações:

- d) não haja possibilidade de assoreamento de cursos de água ou lagos próximos, pelo carreamento de material por enxurradas;
- e) se necessário, devem ser executadas obras de contenção de drenagem adequada e proteção contra a erosão dos taludes;
- f) os taludes devem ter inclinação suficiente para evitar escorregamentos.

A executante deve ser a única responsável pelo desempenho do serviço, inclusive as correções ou reconstruções que se fizerem necessárias.

A deposição de materiais em talwegues, que não estejam contidos no corpo estradal, somente deve ser permitida mediante apresentação pela executante de projeto específico, aprovado pela fiscalização e pelo órgão ambiental responsável. O projeto deve contemplar principalmente os seguintes tópicos:

- d) detalhamento dos dispositivos de drenagem dos talwegues, tais como: bueiros com bocas de entrada e saída; drenos; filtros e outros dispositivos de drenagem necessária, dimensionados de forma compatível com o projeto da estrada;
- e) espalhamento, compactação e conformação final da superfície de modo a igualar-se com a topografia da área circunvizinha;



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

f) drenagem superficial e revestimento vegetal.

Crateras em forma de ferraduras, abertas num dos lados, as eventuais voçorocas devem ser preenchidas com material espalhado, nivelado e compactado com o tráfego das máquinas de terraplenagem.

Deve ser prevista drenagem superficial permanente de águas pluviais para fora da cratera, prevendo-se saídas d'água adequadas à altura final do aterro, com proteção contra erosão no pé do aterro.

O caminho de acesso ao interior da cratera, quando esta não for completamente preenchida, deve ser deixado disponível para futuros depósitos complementares.

Quando a altura do talude do depósito de material for igual ou superior a 4 m, deve-se executar berma para compensar a deficiência de compactação e proporcionar estabilidade ao talude. Em alguns casos, pode-se executar diques com o próprio material, de forma a garantir a inclinação dos taludes externos e caimentos transversais e longitudinais da praça do depósito.

Os matacões devem ser dispostos em terrenos de pouca declividade, determinados pela fiscalização, de maneira que não ocorram deslizamentos, quando tratar-se matacões isolados, se possível, deve-se confiná-los com materiais de primeira categoria.

CONTROLE

O controle é feito visualmente sendo observado o aspecto de segurança, acabamento e garantia contra erosões.

ACEITAÇÃO

Os serviços são aceitos após a comprovação de que o depósito esteja totalmente concluído, e apresente condições satisfatórias de segurança, acabamento e não possui processos de erosão ocasionados pela ação do escoamento de águas superficiais.

A aprovação é feita por apreciação visual dos serviços executados, com garantia de desempenho passada por escrito pela executante.

Os prazos de conservação e de responsabilidade devem ser definidos caso a caso, em comum acordo entre a executante e a fiscalização.

CONTROLE AMBIENTAL

A executante deve lincenciar a área de depósito de materiais de excedentes, localizada fora da faixa de domínio, junto ao órgão ambiental responsável da região, antes de qualquer deposição de material na área prevista.

Deve ser evitada a localização de depósito de materiais excedentes em áreas com restrições ambientais e de boa aptidão agrícola.

Não devem ser utilizadas como depósitos de material de excedentes áreas localizadas em reservas florestais ou ecológicas, de preservação cultural ou mesmo em suas proximidades. Deve ser feita a recuperação vegetal da área após a conformação final do depósito, de acordo com projeto licenciado pelo órgão ambiental, a fim incorporá-lo a paisagem local, considerando, no mínimo:

- i) evitar o quanto possível o trânsito dos equipamentos e veículos de serviço fora das áreas de trabalho; evitar o excesso de carregamentos dos veículos e controlar a velocidade usada;



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

- j) aspergir água permanentemente nos trechos poeirentos, principalmente nas passagens por áreas habitadas;
- k) o revestimento vegetal dos taludes, quando previsto, deve ser executado imediatamente após a execução dos corte;
- l) implantar, caso necessário sistema de drenagem provisório e de controle de processos erosivos, como carreamento;
- m) o desmatamento, destocamento e limpeza da área devem ser executados de acordo com ET-DE-Q00/001, dentro do limite da área licenciada, e o material retirado deve ser estocado de forma que o solo orgânico possa ser reutilizado na recuperação da área;
- n) não é permitida a queima da vegetação removida;
- o) as áreas devem ser mantidas, convenientemente drenadas de modo a evitar o acúmulo das águas, bem como os efeitos da erosão;
- p) a implantação do depósito de materiais excedentes deve se dar de acordo com o projeto aprovado pela fiscalização e licenciado ambientalmente; qualquer alteração deve ser objeto de complementação do licenciamento ambiental.

CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O serviço deve ser medido e pago por metro cúbico (m³), considerando o volume proveniente da escavação no corte ou na cava.

O serviço recebido e medido da forma descrita é pago conforme respectivo preço unitário contratual, no qual estão inclusos espalhamento, regularização e compactação; abrangendo inclusive a mão-de-obra com encargos sociais, BDI, e equipamentos necessários aos serviços.

TÍTULO

MELHORIA E PREPARO DO SUBLEITO

PALAVRAS-CHAVE

Subleito. Regularização. Melhoria.

1 OBJETIVO

Definir os critérios que orientam a execução, aceitação e recebimento da melhoria e preparo do subleito, em obras rodoviárias sob a jurisdição do Departamento de Estradas e Rodagem do Estado de São Paulo – PREFEITURA.

2 DEFINIÇÃO

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 MATERIAIS

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:



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

- a) a granulometria determinada conforme NBR 7181⁽¹⁾, deve ser compatível com a especificada no projeto de dimensionamento do pavimento e o diâmetro máximo das partículas deve ser de 76 mm;
- b) o CBR determinado conforme NBR 9895⁽²⁾, ou Mini-CBR imerso, determinado conforme PREFEITURA M 192⁽³⁾, deve ser igual ou superior ao considerado para o subleito no dimensionamento do pavimento, no mínimo igual ou superior a 2%, preferencialmente superior a 4%. A energia de compactação a ser adotada pode ser a normal ou a intermediária, dependendo do tipo de material e do especificado em projeto;
- c) a expansão determinada no ensaio de CBR, de acordo com a NBR 9895⁽²⁾, ou no ensaio de Mini-CBR, conforme PREFEITURA M 192⁽³⁾, utilizando a energia especificada no projeto, deve ser igual ou inferior a 2%;
- d) pertencer a um dos seguintes grupos: LA, LA', LG', NA, NA' ou NG', da classificação da metodologia MCT, conforme PREFEITURA M 196⁽⁴⁾, ou ao especificado em projeto.

4 EQUIPAMENTOS

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser examinado e aprovado pelo PREFEITURA.

O equipamento básico para a execução da regularização do subleito compreende as seguintes unidades:

- a) caminhões basculantes;
- b) pá carregadeira;
- c) motoniveladora equipada com escarificador, com dispositivos para controle de profundidade;
- d) caminhão tanque irrigador de água, com no mínimo 6.000 litros de capacidade, equipado com motobomba capaz de distribuir água sob pressão regulável e de forma uniforme;
- e) rolos compactadores: vibratório ou estático, de pneus lisos ou pé de carneiro, capaz de produzir a compactação e o acabamento especificado;
- f) trator agrícola com arados e grade de discos;
- g) compactador vibratório portátil ou sapos mecânicos, uso eventual;
- h) duas réguas de madeira ou metal, uma de 1,20 m e outra de 3,00 m de comprimento;
- i) pequenas ferramentas, tais com: pás, enxadadas, garfos, rastelos etc.

5 EXECUÇÃO

5.1 Condições Gerais

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

5.2 Conformação e Escarificação

Inicialmente deve-se proceder 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 escarificação 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.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Caso seja necessária a complementação de materiais, deve-se lançá-los preferencialmente antes da escarificação, 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 0,20 m devem ser executadas conforme discriminado nas especificações de terraplenagem sendo elas: Escavação e Carga de Material, e Aterro.

5.3 Homogeneização do Material

O material espalhado e escarificado, após ter atingido a cota desejada, deve ser, umedecido, se necessário, e homogeneizado mediante ação combinada da grade de discos e operações com a motoniveladora.

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

Admitem-se variações do teor de umidade entre -2,0 % 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 da grade de discos e da motoniveladora, para que o material atinja o intervalo da umidade especificada.

5.4 Compactação

Concluídas as correções necessárias para obtenção do teor ótimo da umidade especificada, deve-se conformar a camada pela ação da motoniveladora, iniciando em seguida a compactação.

Nos trechos em tangente, a compactação deve ser executada das bordas para o centro, em percurso equidistante da linha de base, eixo. O percurso ou passadas do equipamento utilizado devem distar entre si de forma tal que, em cada percurso, seja coberta metade de faixa do percurso anterior.

Nos trechos em curva, havendo sobrelevação, a compactação deve progredir da borda mais baixa para a mais alta, com percursos análogos aos descritos para trechos em tangente.

Nas partes adjacentes ao início e ao fim da camada em construção, a compactação deve ser executada transversalmente à linha do eixo. Nos locais inacessíveis aos rolos compactadores, como cabeceiras de obra de arte etc., a compactação deve ser executada com compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

As operações de compactação devem prosseguir até que se atinja o grau de compactação de 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida na energia especificada em projeto, obtida conforme NBR 7182⁽⁵⁾.

O número de passadas necessárias do equipamento de compactação, para atingir grau de compactação exigido, deve ser determinado experimentalmente na pista.

Deve ser realizada nova determinação sempre que houver variação no material ou do equipamento empregado.

5.5 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.

5.6 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.

5.7 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: Escavação e Carga de Material, ou o determinado em projeto.

6 CONTROLE

6.1 Controle dos Materiais

Os solos utilizados na melhoria e preparo do subleito devem ser submetidos aos ensaios abaixo discriminados, na frequência indicada:

- a) análise granulométrica, conforme NBR 7181⁽¹⁾; um ensaio a cada 1.500 m² de pista;
- b) ensaio de CBR, conforme NBR 9895⁽²⁾, ou Mini-CBR, conforme PREFEITURA M 192⁽³⁾, com determinação da expansão, na energia de compactação especificada em projeto; 1 ensaio a cada 1.500 m² de pista;
- c) classificação MCT, conforme PREFEITURA M196⁽⁴⁾, através dos ensaios de Mini-MCV, conforme PREFEITURA M 191⁽⁶⁾, e perda de massa por imersão, conforme PREFEITURA M 197⁽⁷⁾; uma determinação a cada 1.500 m² de pista.

6.2 Controle da Execução

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

- a) determinação da massa específica aparente seca máxima e umidade ótima, conforme NBR 7182⁽⁵⁾, com a energia especificada em projeto, com amostras coletadas na pista; 1 ensaio a cada 750 m² de pista;



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

- b) determinação do teor de umidade com umidímetro *Speedy*, conforme PREFEITURA M 145⁽⁸⁾, ou similar, a cada 350 m² de pista, imediatamente antes do início da compactação. Se a umidade estiver compreendida no intervalo de -2,0 % a + 1,0 % da umidade ótima, o material pode ser liberado para compactação;
- c) determinação, após o término da compactação, da umidade e da massa específica aparente seca *in situ*, de acordo com NBR 7185⁽⁹⁾, e o respectivo grau de compactação, em relação aos valores obtidos na alínea a, em amostras retiradas na profundidade de no mínimo 75% da espessura da camada; 1 determinação a cada 350 m² de pista compactada

6.3 Controle Geométrico e de Acabamento

6.3.1 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.

6.3.2 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.

6.3.3 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 3,0 m de comprimento, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação.

6.4 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⁽¹⁰⁾, ou FWD, *Falling Weight Deflectometer*, de acordo com DNER PRO 273⁽¹¹⁾.

7 ACEITAÇÃO

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde que atendam simultaneamente as exigências de materiais e de execução estabelecidas nesta especificação e discriminadas as seguir.

7.1 Materiais

7.1.1 Solo

Os solos são aceitos desde que:

- a) apresentem granulometrias compatíveis com as especificadas nos projetos de pavimento e diâmetro máximo das partículas menor que 76 mm;
- b) os resultados de CBR ou Mini-CBR, analisados estatisticamente para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras, através da equação 3 do anexo B, devem ser iguais ou superiores ao CBR de projeto;
- c) os valores individuais de expansão sejam no máximo igual a 2%;
- d) pertençam aos grupos de solos LA, LA', LG', NA, NA' ou NG', ou aos grupos especificados no projeto de pavimento.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

7.2 Execução

7.2.1 Compactação

O grau de compactação é aceito desde que não sejam obtidos valores individuais inferiores a 100%, ou os valores de grau de compactação, analisados estatisticamente para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras, através da equação 3 do anexo B, sejam iguais ou superiores a 100%.

7.2.2 Geometria

Os serviços executados são aceitos, quanto à geometria, desde que:

- a) as variações individuais das cotas obtidas estejam compreendidas no intervalo de -2 cm a +1 cm em relação à de projeto;
- b) não se obtenham valores individuais da semi-largura da plataforma inferiores as de projeto;
- c) o abaulamento transversal esteja compreendido na faixa de $\pm 0,5 \%$ em relação ao valor de projeto, não se admitindo depressões que propiciem o acúmulo de água.

O acabamento da superfície será aceito desde que a variação máxima entre dois pontos de contato de qualquer uma das réguas e a superfície da camada seja inferior a 0,5 cm.

7.3 Deflexões

A deflexão característica de cada sub-trecho determinada de acordo equação 4 do anexo B, para número mínimo 15 determinações, deve ser a estabelecida em projeto.

8 CONTROLE AMBIENTAL

Os procedimentos de controle ambiental referem-se à proteção de corpos d'água, da vegetação lindeira e da segurança viária. A seguir são apresentados os cuidados e providências para proteção do meio ambiente, a serem observados no decorrer da execução da camada de preparo e melhoria do subleito.

8.1 Exploração de Ocorrência de Materiais

Devem ser observados os seguintes procedimentos na exploração das ocorrências de materiais:

- a) para as áreas de apoio necessárias a execução dos serviços devem ser observadas as normas ambientais vigentes no PREFEITURA;
- b) na exploração de áreas de empréstimo, a contratada só poderá executar escavações nas áreas previstas no projeto ou naquelas que tiverem sido projetadas e especialmente aprovada pela fiscalização durante a construção. A exploração da área de empréstimo somente pode ser iniciada após a obtenção da autorização ambiental, qualquer alteração deve ser objeto de complementação;
- c) os serviços de desmatamento, destocamento e limpeza devem ser feitos dentro do limite da área autorizada; o material retirado deve ser estocado de forma que, após sua exploração, o solo orgânico possa ser reutilizado na recuperação da área;
- d) caso seja necessário promover o corte de árvores, para instalação das atividades, deverá ser obtida autorização dos órgão ambientais competentes, sendo que os serviços deverão considerar os critérios impostos pelos órgãos. Em hipótese alguma será admitida a queima da vegetação como forma de supressão ou mesmo a queima dos resíduos do corte: troncos e ramos;



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

- e) deve ser evitada a localização de áreas de apoio em áreas com restrições ambientais como: reservas ecológicas ou florestais, áreas de preservação permanente, de preservação cultural etc., ou mesmo em suas proximidades;
- f) durante sua exploração, as áreas devem ser mantidas com drenagem adequada, de modo a evitar o acúmulo de águas bem como processos erosivos;
- g) deve-se planejar adequadamente a exploração da área, de modo a minimizar os impactos decorrentes e a facilitar a recuperação ambiental da área, que deve ser executada tão logo esteja concluída a exploração.

8.2 Execução

Durante a execução devem ser conduzidos os seguintes procedimentos.

- a) deve ser implantada a sinalização de alerta e de segurança de acordo com as normas pertinentes aos serviços;
- b) deve ser proibido o tráfego dos equipamentos fora do corpo da estrada para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural;
- c) caso haja necessidade de estradas de serviço fora da faixa de domínio, deve-se proceder o cadastro de acordo com a legislação vigente;
- d) as áreas destinadas ao estacionamento e manutenção dos veículos devem ser devidamente sinalizadas, localizadas e operadas de forma que os resíduos de lubrificantes ou combustíveis não sejam carregados para os cursos d'água. As áreas devem ser recuperadas ao final das atividades;
- e) todos os resíduos de lubrificantes ou combustíveis utilizados pelos equipamentos, seja na manutenção ou operação dos equipamentos, devem ser recolhidos em recipientes adequados e dada a destinação apropriada;
- f) é proibida a disposição de materiais provenientes da escarificação nas bordas da pista de forma causar soterramento da vegetação lindeira. A remoção de materiais quando necessária deve obedecer a especificação técnica depósito de materiais excedentes;
- g) deve-se providenciar a execução de barreiras de proteção, tipo leiras de solo, quando as obras estiverem próximas a cursos d'água ou mesmo sistema de drenagem que descarregue em cursos d'água, para evitar o carregamento de solo ou queda, de blocos ou fragmentos de rocha em corpos d'água próximos a rodovia;
- h) é obrigatório o uso de EPI, equipamentos de proteção individual, pelos funcionários.

-9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Os serviços de melhoria e preparo do subleito, recebidos de conformidade com esta norma, devem ser medidos em metros quadrados de plataforma concluída, com base no comprimento e na largura da superfície acabada, contidos no projeto e confirmados pela fiscalização.

Os serviços recebidos e medidos da forma descrita são pagos aos preços unitários contratuais respectivos. Este pagamento constitui remuneração única para toda a mão-de-obra, com encargos sociais e equipamentos necessários de conformação, regularização, acréscimo, remoção, escarificação, umedecimento ou aeração, compactação e acabamento sobre a plataforma final de terraplenagem.

Estão excluídos os serviços de compactação e reaterro do material.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

5 ANEXO A – TABELAS DE CONTROLE



PREFEITURA DE PAULÍNIA - OBRAS DE INFRAESTRUTURA NO BAIRRO MORRO ALTO

Assunto
Normas e Especificações dos Serviços

Data
Dezembro / 2025

Folha

ENSAIO	MÉTODO	FREQÜÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
1. CONTROLE DOS MATERIAIS				
Análise granulométrica	NBR 7181 ⁽¹⁾	1 ensaio a cada 1.500 m ² de pista	Resultados individuais	Granulometria compatível com a especificada em projeto e diâmetro máximo das partículas menor que 76 mm
CBR ou Mini-CBR, na energia especificada em projeto	NBR 9895 ⁽²⁾ PREFEITURA M 192 ⁽³⁾	1 ensaio a cada 1.500 m ² de pista	Controle Estatístico Unilateral $\bar{X} - KS \geq LIE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Deve igual ou superior a ou superior ao CBR de projeto
Expansão	NBR 9895 ⁽²⁾ PREFEITURA M 192 ⁽³⁾	1 ensaio a cada 1.500 m ² de pista	Resultados individuais	Expansão $\leq 2,0\%$
Classificação MCT Ensaio de compactação de solos com equipamento miniatura Determinação da perda de massa por imersão de solos compactados com equipamento miniatura	PREFEITURA M 196 ⁽⁴⁾ PREFEITURA M 191 ⁽⁶⁾ PREFEITURA M 197 ⁽⁷⁾	1 ensaio a cada 1.500 m ² de pista	Resultados individuais	Pertencam aos grupos LA, LA', LG', NA, NA' ou NG', ou aos especificados no projeto de pavimento.
Massa específica aparente seca máxima e umidade ótima	NBR 7182 ⁽⁵⁾	1 ensaio a cada 750 m ² de pista	Resultados individuais	Parâmetro de controle
Teor de umidade	PREFEITURA M 145 ⁽⁸⁾	1 ensaio a cada 350 m ² de pista, imediatamente antes a compactação	Resultados individuais	Parâmetro de controle



PREFEITURA DE PAULÍNIA - OBRAS DE INFRAESTRUTURA NO BAIRRO MORRO ALTO

Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Teor de umidade e a massa específica aparente seca, <i>in situ</i> , e o respectivo grau de compactação	NBR 7185 ⁽⁹⁾	1 ensaio a cada 350 m ² de pista compactada	Controle Estatístico Unilateral — $X = X - KS \geq LIE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras ou Resultados Individuais	Resultados Individuais GC $\geq 100\%$ ou GCest $\geq 100\%$
Espessuras e cotas	Relocação e nivelamento topográfico	A cada 20 m, no eixo, bordas e dois pontos intermediários.	Resultados individuais	Varição máxima admitida -2 a +1 cm da cota de projeto.
Largura e alinhamentos 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 contado, de qualquer uma das réguas e a superfície da camada é de 0,5cm.
5. DEFLEXÕES				
Determinação das deflexões	Viga Benkelman DNER ME 24 ⁽¹⁰⁾ FWD DNER PRO 273 ⁽¹¹⁾	A cada 20 m por faixa alternada, a cada 40 m na mesma faixa, determinar D ₀ ;	Controle Unilateral — $X = X + KS \leq LSE$ Análise de no mínimo 15 determinações	A deflexão característica de cada sub-trecho deve ser a estabelecida em projeto



Assunto
Normas e Especificações dos Serviços

Data
Dezembro / 2025

Folha

Tabela B-1 – Controle Estatístico

Parâmetro		
1 - Média aritmética da amostra ($\bar{X}$)	$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$	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
2 – Desvio-padrão da amostra (S)	$s = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{N-1}}$	
Controle Unilateral		
3 – controle pelo limite inferior	$X = \bar{X} - KS \geq LIE$ Ou	
4- controle pelo limite superior	$X = \bar{X} + KS \leq LSE$	
Controle Bilateral		
5 – controle pelo limite inferior e superior	$X = \bar{X} - K_1 S \geq LIE$ e $X = \bar{X} + K_1 S \leq LSE$	

Tabela B-2 – Valores K – Tolerância Unilateral e K1 Tolerância Bilateral

N	K	K ₁	N	K	K ₁	N	K	K ₁
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	∞	0,52	0,84

/ANEXO C



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

TÍTULO

REFORÇO DO SUBLEITO

PALAVRAS-CHAVE

Subleito. Reforço. Solo Seleccionado.

1 OBJETIVO

Definir os critérios que orientam a execução, aceitação e recebimento do reforço do subleito com solo selecionado, em obras rodoviárias sob a jurisdição do Departamento de Estradas e Rodagem do Estado de São Paulo – PREFEITURA.

2 DEFINIÇÃO

Reforço do subleito de solo selecionado é a camada do pavimento constituída de solo escolhido proveniente de áreas de jazidas ou empréstimos, executada sobre o subleito, com intuito de melhorar a capacidade estrutural do pavimento. Apresenta estabilidade e durabilidade quando adequadamente compactada.

3 MATERIAIS

Os solos empregados devem ser isentos de matéria orgânica e impurezas e devem possuir características superiores às do material do subleito, sendo imprescindível que:

- a) a granulometria, determinada conforme NBR 7181⁽¹⁾, deve ser compatível com a especificada no projeto de dimensionamento do pavimento e o diâmetro máximo das partículas deve ser de 76 mm;
- b) o CBR determinado conforme NBR 9895⁽²⁾, ou Mini-CBR imerso determinado conforme PREFEITURA M 192⁽³⁾, na energia normal ou intermediária, seja:
 - superior ao do subleito;
 - igual ou superior ao considerado para reforço do subleito no dimensionamento do pavimento.
- c) a expansão determinada no ensaio de CBR, de acordo com a NBR 9895⁽²⁾, ou no ensaio de Mini-CBR, conforme PREFEITURA M 192⁽³⁾, utilizando a energia especificada no projeto, seja igual ou inferior a 1%;
- d) pertençam a um dos seguintes grupos: LA, LA', LG', NA' ou NG', da classificação da metodologia MCT, conforme PREFEITURA M 196⁽⁴⁾, ou ao especificado em projeto.

4 EQUIPAMENTOS

Antes do início dos serviços todo equipamento deve ser examinado e aprovado pelo PREFEITURA.

O equipamento básico para a execução da regularização do subleito compreende as seguintes unidades:

- a) caminhões basculantes;
- b) escavadeira hidráulica;
- c) motoniveladora equipada com escarificador; com dispositivos para controle de profundidade;
- d) caminhão tanque irrigador de água com, no mínimo, 6.000 litros de capacidade, equipado com motobomba capaz de distribuir água sob pressão regulável e de forma uniforme;
- e) rolos compactadores: vibratório ou estático, de pneus lisos ou de pé de carneiro, capaz de produzir a compactação e o acabamento especificado;



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

- f) trator agrícola com arados e grade de discos;
- g) compactador vibratório portátil ou sapos mecânicos, uso eventual;
- h) duas réguas de madeira ou metal, uma de 1,20 e outra de 3,0 m de comprimento;
- i) pequenas ferramentas, tais como: pás, enxadas, garfos, rastelos etc.

5 EXECUÇÃO

5.1 Condições Gerais

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

O reforço do subleito com solo selecionado só pode ser executado 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 para execução da camada do reforço do subleito.

Durante todo o tempo de execução do reforço 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.

5.2 Espalhamento, Mistura e Homogeneização

Os materiais escavados a serem utilizados na camada de reforço do subleito devem ser transportados para local de aplicação, descarregados e distribuídos em montes e leiras sobre o subleito, para posterior espalhamento com motoniveladora, de forma a obter a espessura da camada definida em projeto.

Nos casos de correção de umidade, o material deve ser destorroado até pelo menos 60% do total em peso, excluído o material graúdo, que passa na peneira nº 4, de 4,8 mm.

Admitem-se variações do teor de umidade entre - 2,0 % a +1,0 % em relação à umidade ótima de compactação.

Caso o teor de umidade se apresente abaixo do limite mínimo especificado, deve-se proceder ao umedecimento da camada, através de caminhão tanque irrigador. Se o teor de umidade de campo exceder ao limite superior especificado, o material deve ser aerado mediante ação conjunta da grade de discos e da motoniveladora para que o material atinja o intervalo da umidade especificado.

O material umedecido e homogeneizado deve ser espalhado de forma regular e uniforme em toda a largura do leito, de forma tal que, após a compactação, sua espessura não exceda 15 cm.

A execução de camadas com espessura superior a 15 cm e limitadas a 20 cm somente serão permitidas pela fiscalização se ficar comprovado que o equipamento empregado é capaz de compactar espessuras maiores, de modo a garantir a uniformidade do grau de compactação em toda a profundidade da camada.

5.3 Compactação

Concluídas as correções necessárias para obtenção do teor ótimo da umidade especificada, deve-se conformar a camada pela ação da motoniveladora, iniciando em seguida a compactação.

O equipamento de compactação utilizado deve ser compatível com o tipo de material e com as condições de densificação pretendidas no reforço do subleito.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Nos trechos em tangente, a compactação deve ser executada das bordas para o centro, em percurso eqüidistante da linha de base, eixo. O percurso ou passadas do equipamento utilizado devem distar entre si de forma tal que, em cada percurso, seja coberta metade de faixa do percurso anterior.

Nos trechos em curva, havendo sobrelevação, a compactação deve progredir da borda mais baixa para a mais alta, com percursos análogos aos descritos para trechos em tangente.

Nas partes adjacentes ao início e ao fim da camada em construção, a compactação deve ser executada transversalmente à linha do eixo. Nos locais inacessíveis aos rolos compactadores, como cabeceiras de obra de arte etc., a compactação deve ser executada com compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

As operações de compactação devem prosseguir até que se atinja o grau de compactação de 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida na energia especificada em projeto, conforme NBR 7182⁽⁵⁾.

O número de passadas necessárias do equipamento de compactação, para atingir grau de compactação exigido, deve ser determinada experimentalmente na pista.

Deve ser realizada nova determinação sempre que houver variação no material ou do equipamento empregado.

5.4 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 superfície da camada de reforço do subleito.

Se houver a necessidade de aterro para conformação final da camada de reforço, a camada deve ser escarificada e refeita sem ônus para a contratante.

5.5 Abertura ao Tráfego

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

6 CONTROLE

6.1 Controle dos Materiais

Os solos utilizados no reforço do subleito devem ser submetidos aos ensaios abaixo discriminados, na frequência indicada:

- a) análise granulométrica, conforme NBR 7181⁽¹⁾; 1 ensaio a cada 1.500 m² de pista;
- b) ensaio de CBR, conforme NBR 9895⁽²⁾, ou Mini-CBR, conforme PREFEITURA M 192⁽³⁾, com determinação da expansão, na energia de compactação especificada em projeto; 1 ensaio a cada 1.500 m² de pista;



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

- c) classificação do solo de acordo com a metodologia MCT, conforme PREFEITURA M 196⁽⁴⁾, através dos ensaios de Mini-MCV, conforme PREFEITURA M 191⁽⁶⁾, e perda de massa por imersão, conforme PREFEITURA M 197⁽⁷⁾; uma determinação a cada 1.500 m² de pista.

6.2 Controle da Execução

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

- a) determinação da massa específica aparente seca máxima e umidade ótima, conforme NBR 7182⁽⁵⁾, com a energia especificada em projeto, com amostras coletadas na pista, 1 ensaio a cada 350 m² de pista;
- b) determinação do teor de umidade com umidímetro Speedy, conforme PREFEITURA M 145⁽⁸⁾, ou similar, a cada 150 m² de pista; mínimo de 3 determinações em amostras representativas de toda a espessura da camada, colhidas após a conclusão das operações de umedecimento e homogeneização. Se a umidade estiver compreendida no intervalo de -2,0 % a +1,0 % da umidade ótima o material pode ser liberado para compactação;
- c) determinação, após o término da compactação, da umidade e da massa específica aparente seca *in situ*, de acordo com NBR 7185⁽⁹⁾, e o respectivo grau de compactação, em relação aos valores obtidos na alínea a, em amostras retiradas na profundidade de no mínimo 75% da espessura da camada; 1 determinação a cada 150 m² de pista compactada.

6.3 Controle Geométrico e de Acabamento

6.3.1 Controle de Espessura e Cotas

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.

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.

6.3.2 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.

6.3.3 Controle de Acabamento da Superfície

O acabamento da superfície dos diversos segmentos concluídos é verificado com duas réguas, uma de 1,20m e outra 3,0m de comprimento, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação.

6.4 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⁽¹⁰⁾, ou FWD, *Falling Weight Deflectometer*, de acordo com DNER PRO 273⁽¹¹⁾



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

7 ACEITAÇÃO

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde que atendam simultaneamente as exigências de materiais e de execução estabelecidas nesta especificação e discriminadas as seguir.

7.1 Materiais

7.1.1 Solo

Os solos são aceitos desde que:

- a) apresentem granulometrias compatíveis com as especificadas no projeto de pavimento e diâmetro máximo das partículas menor que 76 mm;
- b) os resultados de CBR ou Mini-CBR, analisados estatisticamente para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras, através da equação 3 do anexo B, sejam iguais ou superiores ao CBR de projeto e ao definido na alínea b do item 3;
- c) os valores individuais de expansão sejam no máximo igual a 1%;
- d) pertençam aos grupos de solos LA, LA', LG', NA'ou NG', ou aos grupos especificados no projeto de pavimento.

7.2 Execução

7.2.1 Compactação

O grau de compactação é aceito desde que não sejam obtidos valores individuais inferiores a 100%, ou os valores de grau de compactação, analisados estatisticamente para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras, através da equação 3 do anexo B, sejam iguais ou superiores a 100%.

7.2.2 Geometria

Os serviços executados são aceitos, quanto à geometria, desde que:

- a) as variações individuais das cotas obtidas estejam compreendidas no intervalo de -2 cm a +1 cm em relação à de projeto;
- b) não se obtenham diferenças nas espessuras superiores a 10% em relação a espessura de projeto, em qualquer ponto da camada;
- c) não se obtenham valores individuais da semi-largura da plataforma inferiores as de projeto;
- d) o abaulamento transversal esteja compreendido na faixa de $\pm 0,5 \%$ em relação ao valor de projeto, não se admitindo depressões que propiciem o acúmulo de água.

O acabamento da superfície é aceito desde que a variação máxima entre dois pontos de contato de qualquer uma das réguas e a superfície da camada seja inferior a 0,5 cm.

7.3 Deflexões

A deflexão característica de cada sub-trecho determinada de acordo equação 4 do anexo B, para número mínimo 15 determinações, deve ser a estabelecida em projeto.

8 CONTROLE AMBIENTAL

Os procedimentos de controle ambiental referem-se à proteção de corpos d'água, da vegetação lindeira e da segurança viária. A seguir são apresentados os cuidados e providências para proteção do meio ambiente, a serem observados no decorrer da execução da camada de reforço do subleito.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

8.1 Exploração de Ocorrência de Materiais

Devem ser observados os seguintes procedimentos na exploração das ocorrências de materiais:

- a) para as áreas de apoio necessárias a execução dos serviços devem ser observadas as normas ambientais vigentes no PREFEITURA;
- b) na exploração de áreas de empréstimo, a contratada só poderá executar escavações nas áreas previstas no projeto ou naquelas que tiverem sido projetadas e especialmente aprovada pela fiscalização durante a construção. A exploração da área de empréstimo somente pode ser iniciada após a obtenção da autorização ambiental, qualquer alteração deve ser objeto de complementação;
- c) os serviços de desmatamento, destocamento e limpeza devem ser feitos dentro do limite da área autorizada; o material retirado deve ser estocado de forma que, após sua exploração, o solo orgânico possa ser reutilizado na recuperação da área;
- d) caso seja necessário promover o corte de árvores, para instalação das atividades, deverá ser obtida autorização dos órgão ambientais competentes, sendo que os serviços deverão considerar os critérios impostos pelos órgãos. Em hipótese alguma será admitida a queima da vegetação como forma de supressão ou mesmo a queima dos resíduos do corte: troncos e ramos;
- e) deve ser evitada a localização de áreas de apoio em áreas com restrições ambientais como: reservas ecológicas ou florestais, áreas de preservação permanente, de preservação cultural etc., ou mesmo em suas proximidades;
- f) durante sua exploração, as áreas devem ser mantidas com drenagem adequada, de modo a evitar o acúmulo de águas bem como processos erosivos;
- g) deve-se planejar adequadamente a exploração da área, de modo a minimizar os impactos decorrentes e a facilitar a recuperação ambiental da área, que deve ser executada tão logo esteja concluída a exploração.

8.2 Execução

Durante a execução devem ser conduzidos os seguintes procedimentos.

- a) deve ser implantada a sinalização de alerta e de segurança de acordo com as normas pertinentes aos serviços;
- b) deve ser proibido o tráfego dos equipamentos fora do corpo da estrada para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural;
- c) caso haja necessidade de estradas de serviço fora da faixa de domínio, deve-se proceder o cadastro de acordo com a legislação vigente;
- d) as áreas destinadas ao estacionamento e manutenção dos veículos devem ser devidamente sinalizadas, localizadas e operadas de forma que os resíduos de lubrificantes ou combustíveis não sejam carreados para os cursos d'água. As áreas devem ser recuperadas ao final das atividades;
- e) todos os resíduos de lubrificantes ou combustíveis utilizados pelos equipamentos, seja na manutenção ou operação dos equipamentos, devem ser recolhidos em recipientes adequados e dada a destinação apropriada;
- f) é proibida a disposição de materiais provenientes da escarificação nas bordas da pista de forma causar soterramento da vegetação lindeira. A remoção de materiais quando



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

necessária deve obedecer a especificação técnica – Depósito de Materiais Excedentes;

- g) deve-se providenciar a execução de barreiras de proteção, tipo leiras de solo, quando as obras estiverem próximas a cursos d'água ou mesmo sistema de drenagem que descarregue em cursos d'água, para evitar o carreamento de solo ou queda, de blocos ou fragmentos de rocha em corpos d'água próximos a rodovia;
- h) é obrigatório o uso de EPI, equipamentos de proteção individual, pelos funcionários.

9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Os serviços objeto desta norma devem ser medidos separadamente nos seguintes itens:

- a) em m³ de camada acabada, para a escavação do solo escolhido aplicado *in natura*;
- b) em m³ de camada acabada x km, para o transporte do material importado;
- c) em m³ de camada acabada, para a compactação exigida no projeto.

9.1 Escavação do Solo Escolhido Aplicado *in natura*

Deve ser medido e pago por metro cúbico de camada acabada, conforme projeto.

O volume de reforço do subleito deve ser calculado considerando as dimensões de projeto, em projeção horizontal.

No preço unitário estão inclusos: operações de limpeza e expurgo do material indesejável em corte ou jazida, escavação do material escolhido, carga nos veículos transportadores, bem como a mão-de-obra com encargos sociais, ferramentas e equipamentos necessários para execução do serviço.

9.2 Transporte do Material Escavado

Deve ser medido e pago por metro cúbico de camada acabada multiplicado por quilômetro (m³ x km), considerando o volume obtido da seção de projeto, e a menor distância real possível, de ida e volta, entre o local de escavação e de aplicação.

Nos preços unitários estão inclusos: o transporte dos materiais, independente de o percurso de ida e volta ser urbano, rodoviário ou de caminho de serviços, além da descarga dos materiais em locais determinados pelo projeto ou, na falta deste, pela fiscalização.

9.3 Compactação

É medida e paga por metro cúbico de material compactado, com camada acabada, conforme projeto.

Nos preços unitários incluem-se a mão-de-obra, com encargos sociais e equipamentos necessários para o adensamento do material utilizado para a execução do reforço, além dos rolos compactadores, todos os equipamentos necessários ao espalhamento, homogeneização, umidificação ou aeração das camadas, quando necessário, compactação, acabamento, bem como à recomposição da camada durante a execução, em virtude de erosões. Estão excluídos os serviços de compactação e reaterro do material



PREFEITURA DE PAULÍNIA - OBRAS DE INFRAESTRUTURA NO BAIRRO MORRO ALTO

Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

ANEXO A – TABELAS DE CONTROLE



PREFEITURA DE PAULÍNIA - OBRAS DE INFRAESTRUTURA NO BAIRRO MORRO ALTO

Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

ENSAIO	MÉTODO	FREQÜÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
1. CONTROLE DOS MATERIAIS				
Análise granulométrica	NBR 7181 ⁽¹⁾	1 ensaio a cada 1.500m ² de pista	Resultados individuais	Granulometria compatível com a especificada em projeto., diâmetro menor 76mm
CBR ou Mini-CBR, na energia especificada em projeto	NBR 98915 ⁽²⁾ PREFEITURA M 192 ⁽³⁾	1 ensaio a cada 1.500m ² de pista	Controle Estatístico Unilateral $\bar{X} = \bar{X} - KS \geq LIE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	CBR maior ou igual ao do subleito e CBR maior ou igual ao CBR de projeto
Expansão	NBR 9895 ⁽²⁾ PREFEITURA M 192 ⁽³⁾	1 ensaio a cada 1.500m ² de pista	Resultados individuais	Expansão $\leq 1,0\%$
Classificação MCT Ensaio de Compactação de solos com equipamento miniatura Determinação da perda de massa por imersão de solos compactados com equipamento miniatura	PREFEITURA M 196 ⁽⁴⁾ PREFEITURA M 191 ⁽⁶⁾ PREFEITURA M 197 ⁽⁷⁾	1 ensaio a cada 1.500m ² de pista	Resultados individuais	Pertençam aos grupos LA, LA', LG', NA' ou LG' ou aos especificados no projeto de pavimento
Massa específica aparente seca máxima e umidade ótima	NBR 7182 ⁽⁵⁾	1 ensaio a cada 350m ² de pista	Resultados individuais	Parâmetro de controle



PREFEITURA DE PAULÍNIA - OBRAS DE INFRAESTRUTURA NO BAIRRO MORRO ALTO

Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Teor de umidade	PREFEITURA M 145 ⁽⁸⁾	1 ensaio a cada 150m ² de pista, imediatamente antes a compactação	Resultados individuais	Parâmetro de controle
Massa específica aparente seca, in situ, e o respectivo grau de compactação	NBR 7185 ⁽⁹⁾	1 ensaio a cada 150m ² de pista compactada	Controle Estatístico Unilateral $X = X - KS \geq LIE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Resultados Individuais $GC \geq 100\%$ ou $GC_{est} \geq 100\%$
Espessuras e cotas	Relocação e nivelamento topográfico	A cada 20m, no eixo, bordas e dois pontos intermediários.	Resultados individuais	Variação no eixo longitudinal e das cotas das bordas, nas seções transversais não devem ser superiores a - 2,0 à +1,0cm das cotas de projeto Variação máxima admitida na espessura é de 10% da espessura de projeto, em qualquer ponto da camada;
Largura e alinhamentos 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 contado, de qualquer uma das réguas e a superfície da camada é de 0,5cm.
4. DEFLEXÕES				
Determinação das deflexões	Viga Benkelman DNER ME 24 ⁽¹⁰⁾ FWD DNER PRO 273 ⁽¹¹⁾	A cada 20 m por faixa alternada, a cada 40 m na mesma faixa, determinar D_0 ;	Controle Unilateral $X = X + KS \leq LSE$ Análise de no mínimo 15 determinações	A deflexão característica de cada sub-trecho deve ser a estabelecida em projeto



Tabela B-1 – Controle Estatístico

Parâmetro		
1 - Média aritmética da amostra ($\bar{X}$)	$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$	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
2 – Desvio-padrão da amostra (S)	$s = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{N-1}}$	
Controle Unilateral		
3 – controle pelo limite inferior	$X = \bar{X} - KS \geq LIE$ Ou	
4- controle pelo limite superior	$X = \bar{X} + KS \leq LSE$	
Controle Bilateral		
5 – controle pelo limite inferior e superior	$X = \bar{X} - K_1 S \geq LIE$ e $X = \bar{X} + K_1 S \leq LSE$	

Tabela B-2 – Valores K – Tolerância Unilateral e K1 Tolerância Bilateral

N	K	K ₁	N	K	K ₁	N	K	K ₁
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	∞	0,52	0,84



Assunto
Normas e Especificações dos Serviços

Data
Dezembro / 2025

Folha

IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA IMPERMEABILIZANTE

PALAVRAS-CHAVE

Imprimação. Impermeabilizante.

1 OBJETIVO

Definir os critérios que orientam a execução, aceitação e medição da imprimação asfáltica impermeabilizante em obras rodoviárias.

2 DEFINIÇÃO

Imprimação asfáltica impermeabilizante consiste na aplicação de película de material asfáltico sobre a superfície concluída de uma camada de base ou sub-base. Visa aumentar a coesão da superfície imprimada por meio da penetração do material asfáltico empregado, impermeabilizar a camada subjacente e, quando necessário, promover condições de aderência com a camada sobrejacente.

3 MATERIAL

3.1 Ligante Asfáltico

Deve ser empregado CM -30, asfalto diluídos de cura média..

Todo o carregamento de asfalto diluído 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.

3.2 Taxa de Aplicação

A taxa de aplicação do asfalto diluído é obtida experimentalmente, variando-se a taxa de aplicação entre 0,7 l/m² a 1,5 l/m², em função do tipo e textura da camada a ser imprimada. A taxa determinada deve ser aquela que após 24 horas, produza uma película asfáltica consistente na superfície imprimada, sem excessos ou deficiências. Na Tabela 1, estão indicadas as taxas usuais de asfalto diluído para imprimação.

Tabela 1 – Taxas Usuais de Asfalto Diluído para Imprimação

Camada	Taxa de Aplicação l/m ²
Brita Graduada	0,9 a 1,3
Bica Corrida	1,0 a 1,3
Camadas Estabilizadas Granulometricamente	1,0 a 1,2
Solo Arenoso Fino	1,0 a 1,3
Solo Brita Arenoso	1,0 a 1,2
Solo Brita Argiloso	0,9 a 1,1



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

4 EQUIPAMENTO

Antes do início dos serviços todo equipamento deve ser examinado e aprovado pelo PREFEITURA.

Os equipamentos necessários para execução da imprimação impermeabilizante compreendem as seguintes unidades:

- a) depósitos de material asfáltico, que permitam o aquecimento adequado, de maneira uniforme, e que tenham capacidade compatível com o consumo da obra no mínimo para um dia de trabalho;
- b) vassouras mecânicas rotativas, trator de pneus e vassouras manuais;
- c) jato de ar comprimido ou sopradores de ar;
- d) caminhão distribuidor de cimento asfáltico, 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 e aprovado pelo PREFEITURA; 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.

5 EXECUÇÃO

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 em função da viscosidade da relação x viscosidade, a faixas de viscosidade recomendada para espalhamento para asfaltos diluídos são de 20 a 60 segundos, *Saybolt-Furol*.

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.

Devem-se tomar precauções no aquecimento dos asfaltos diluídos durante o transporte e armazenamento: em função do baixo ponto de fulgor dos produtos, o risco de incêndio é maior.

Aplica-se, em seguida, o material asfáltico, na temperatura compatível e na quantidade especificada e ajustada experimentalmente no campo e de maneira uniforme. A imprimação deve ser aplicada em uma vez, em toda a largura da faixa a ser tratada. Durante a aplicação, devem ser evitados e corrigidos imediatamente o excedente ou a falta do material asfáltico. 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.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

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

Deve-se evitar o emprego de pedrisco ou areia, com a finalidade de permitir o tráfego sobre a superfície imprimada, não curada.

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.

5.1 Abertura ao Tráfego

A imprimação impermeabilizante 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 a imprimação depois de verificadas as condições previstas de penetração e cura.

6 CONTROLE

6.1 Controle do Material

6.1.1 Asfaltos Diluídos de Cura Média

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

- um ensaio de viscosidade cinemática a 60° C, conforme NBR 14756⁽¹⁾;
- um ensaio de viscosidade *Saybolt Furol*, conforme NBR 14950⁽²⁾;
- um ensaio de ponto de fulgor, conforme NBR 5765 ⁽³⁾;
- um ensaio de viscosidade *Saybolt-Furol* a diferentes temperaturas, para estabelecimento da curva viscosidade-temperatura, conforme NBR 14950⁽²⁾.

6.2 Controle da Execução

6.2.1 Controle de Temperatura

A temperatura do asfalto diluído 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.

6.2.2 Controle da Taxa de Aplicação.

O controle da taxa de aplicação (t) do asfalto diluído 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.

6.2.3 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 imprimada deve ser determinada por medidas à trena, executadas pelo menos a cada 20 m, não se admitindo largura inferior da indicada no projeto.

7 ACEITAÇÃO

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde que atendam simultaneamente às exigências de material e de execução, estabelecidas nesta especificação, e discriminadas a seguir.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

7.1 Materiais

7.1.1 Asfaltos Diluídos de Cura Média

Os asfaltos diluídos de cura média são aceitos desde que os resultados individuais dos ensaios referidos no item 6.1.1 atendam ao especificado no anexo C ou à especificação que estiver em vigor na época de sua utilização.

7.2 Execução

7.2.1 Temperatura

As temperaturas individuais do material asfáltico, determinadas no caminhão distribuidor imediatamente antes da aplicação, devem satisfazer o intervalo de temperatura definido pela relação viscosidade x temperatura, de acordo com a especificação do material aplicado.

7.2.2 Taxa de Aplicação

A taxa de aplicação é aceita quando atender as seguintes condições desde que os resultados da taxa de aplicação (t) analisados estatisticamente por controle bilateral, conforme anexo B, estejam compreendidos no intervalo de $\pm 0,2 \text{ l/m}^2$, da taxa de aplicação fixada experimentalmente e aprovada pela fiscalização. A cada subtrecho analisado deve ser composto por no mínimo 4 e no máximo 10 determinações.

7.2.3 Geometria

Os serviços executados são aceitos quanto à largura da plataforma conforme indicado no projeto, não se admitindo largura inferior da indicada no projeto.

8 CONTROLE AMBIENTAL

Os procedimentos de controle ambiental referem-se à proteção de corpos d'água, da vegetação lindeira e da segurança viária. A seguir são apresentados os cuidados e providências para proteção do meio ambiente, a serem observados no decorrer da execução da imprimação ligante.

8.1 Emulsão Asfáltica - Estocagem

A estocagem da emulsão asfáltica deve-se feita em local pré-estabelecido e controlado. Caso seja necessário a instalação de canteiro de obras, este deve ser cadastrado conforme a legislação vigente.

- os locais de estocagem e estacionamento devem ser afastados de cursos d'água, de vegetação nativa ou de áreas ocupadas;
- no local de estacionamento e manutenção dos caminhões tanques ou espargidores devem ser instalados dispositivos para retenção de pequenos vazamentos; quando for necessário o estacionamento dos espargidores fora da área destinada, os caminhões deverão possuir algum dispositivo de retenção de vazamento acoplado ao espargidor, ou mesmo móvel que possa ser disposto sob os bicos;
- os tanques de emulsão deverão ser instalados dentro de tanques periféricos, para retenção do produto em casos de vazamentos;
- a área de estocagem, estacionamento, manutenção dos equipamentos e dos veículos devem ser recuperadas ambientalmente, quando da desmobilização das atividades.

8.2 Execução

Durante a execução devem ser observados os seguintes procedimentos:



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

- a) deve ser implantada a sinalização de alerta e de segurança de acordo com as normas pertinentes aos serviços;
- b) executar os serviços preferencialmente em dias secos, de modo a evitar o arraste da emulsão pelas águas das chuvas para os cursos d'água;
- c) caso haja necessidade de estradas de serviço fora da faixa de domínio, deve-se proceder o cadastro de acordo com a legislação vigente;
- d) os resíduos dos produtos utilizados, devem ser acumulados em locais pré-definidos e livres de restrições ambientais, no encerramento das atividades do dia, devem ser removidos, em recipientes apropriados para canteiro de obras;
- e) a utilização dos resíduos é permitida para impermeabilização das áreas de manutenção de veículos e equipamentos, acessos de terra com ligação com a rodovia. É proibido, sob qualquer hipótese, sua disposição ao longo do trecho;
- f) ao final das atividades, o canteiro de obras deverá ser desativado, segundo os critérios da legislação vigente;
- g) deve ser proibido o tráfego dos equipamentos fora do corpo da estrada para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural;
- h) é obrigatório o uso de EPI, equipamentos de proteção individual, pelos funcionários.

9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O serviço é medido em metros quadrados (m²) de área imprimada; a área é calculada multiplicando-se a extensão obtida a partir do estaqueamento pela largura da seção transversal de projeto.

O serviço recebido e medido da forma descrita é pago conforme o respectivo preço unitário contratual, no qual estão inclusos: fornecimento, armazenamento, perdas, aquecimento, transporte e aplicação do material asfáltico; operações de limpeza prévia e proteção da área imprimada; incluem-se, também, a mão-de-obra com encargos sociais, BDI, equipamentos necessários aos serviços e os cuidados a serem adotados à proteção ao meio ambiente, executados de forma a atender ao projeto e às especificações técnicas.



PREFEITURA DE PAULÍNIA - OBRAS DE INFRAESTRUTURA NO BAIRRO MORRO ALTO

Empreendimento

INFRAESTRUTURA BAIRRO MORRO ALTO

Projeto

NORMAS

Assunto

Normas e Especificações dos Serviços

Data

Dezembro / 2025

Folha

6 ANEXO A – TABELAS DE CONTROLE

ENSAIO	MÉTODO	FREQÜÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
1 CONTROLE DOS MATERIAIS				
1.1 Asfalto Diluído				
Viscosidade Cinemática	NBR 14756 ⁽¹⁾	1 ensaio para todo carregamento que chegar à obra	Valores individuais	Deve atender o especificado no anexo C, ou a especificação que estiver em vigor na época de sua utilização.
Viscosidade de Saybolt-Furol	NBR 14950 ⁽²⁾			
Ponto de Fulgor	NBR 5765 ⁽³⁾			
Viscosidade Saybolt-Furol a diferentes temperaturas para o estabelecer a curva viscosidade-temperatura	NBR 14950 ⁽²⁾			
2. CONTROLE DA EXECUÇÃO				
2.1 MATERIAL ASFÁLTICO				
Temperatura de Aplicação	Termômetro bimetálico	Uma verificação antes da aplicação no caminhão espargidor distribuidor	Resultados individuais	Dentro intervalo de viscosidade x temperatura definido para aplicação do material
Taxa de Aplicação - t	Pesagens de bandejas	Uma determinação para cada faixa de espargimento e no maximo para cada 200 m	Controle Bilateral — $X = X - K S \geq LIE\ 1$ e — $X = X + K S \leq LSE\ 1$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	$\pm 0,2\ l / m^2$ da taxa de projeto recomendada e adequada experimentalmente no campo



Tabela B-1 – Controle Estatístico

Parâmetro		
1 - Média aritmética da amostra ($\bar{X}$)	$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$	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
2 – Desvio-padrão da amostra (S)	$s = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{N - 1}}$	
Controle Unilateral		
3 – controle pelo limite inferior	$X = \bar{X} - KS \geq LIE$ Ou	
4- controle pelo limite superior	$X = \bar{X} + KS \leq LSE$	
Controle Bilateral		
5 – controle pelo limite inferior e superior	$X = \bar{X} - K_1 S \geq LIE$ e $X = \bar{X} + K_1 S \leq LSE$	

Tabela B-2 – Valores K – Tolerância Unilateral e K1 Tolerância Bilateral

N	K	K ₁	N	K	K ₁	N	K	K ₁
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	∞	0,52	0,84



Assunto

Normas e Especificações dos Serviços

Data

Dezembro / 2025

Folha

ANEXO C – ASFALTO DILUÍDO DE CURA MÉDIA

ASFALTOS DILUÍDOS DE CURA MÉDIA*		
CARACTERÍSTICAS	Métodos de Ensaio (ABNT)	CM-30
Ensaio sobre asfalto diluído		
a) Viscosidade cinemática, a 60°C, cSt	NBR 14756 ⁽¹⁾	30-60
b) Viscosidade Saybolt-Furol, a 25º, s 50º, s	NBR 14950 ⁽²⁾	75-150 -
c) Ponto de fulgor (V.A.Tag), mínimo, °C	NBR 5765 ⁽³⁾	38
d) Destilação até 360°C, % volume do total destilado, a 225°C, máximo 250°C 315°C	NBR 9619 ⁽⁴⁾	25 40-70 75-93
e) Resíduo a 360°C, por diferença, % volume mínimo. Água % volume máximo	NBR 14236 ⁽⁵⁾	50 0,2
Resíduo de destilação		
a) Penetração a 25°C, 100g, 5s; 0,1 mm	NBR-6576 ⁽⁶⁾	80-120
b) Teor de Betume,% peso, mínimo;	NBR-14855 ⁽⁷⁾	99
c) Ductibilidade a 25°C, mínimo, cm	NBR-6293 ⁽⁸⁾	100
Nota: No caso da ductibilidade a 25°C ser menor que 100 cm, o material será aceito se o seu valor a 15°C for maior que 100cm		

* Fonte DNER – EM 363/97 – Especificação de Material – Asfaltos Diluídos de cura média

TÍTULO

IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE

PALAVRAS-CHAVE

Ligante.

1**OBJETIVO**

Definir os critérios que orientam a execução, aceitação e medição da imprimação asfáltica ligante, auxiliar de ligação ou pintura de cura, em obras rodoviárias sob a jurisdição do Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo – PREFEITURA.

2**DEFINIÇÃO**

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.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

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. 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, consequentemente promover condições adequadas para o desenvolvimento do processo de cura. É aplicável em bases de solo-cimento, solo-cal, solo-cal-cimento, cascalho cal, cascalho-calcimento e brita graduada tratada com cimento.

3 MATERIAL

3.1 Emulsão Asfáltica

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

- emulsão catiônica de ruptura rápida RR-1C e RR-2C;
- emulsões asfálticas modificadas por polímero catiônicas modificadas por polímero do tipo SBS, quando indicadas em projeto.

As emulsões asfálticas de ruptura rápida modificadas por polímero devem atender o especificado no anexo C, D, respectivamente 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 a refinaria e o canteiro de obra.

3.2 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:

Tabela 1 – Consumo de Material e Resíduo Asfáltico

Tipo de imprimação	Consumo de Material l/m ²	Resíduo Afáltico l/m ²
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.

4 EQUIPAMENTO

Antes do início dos serviços todo equipamento deve ser examinado e aprovado pelo PREFEITURA.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Os equipamentos necessários para execução da imprimação ligante ou auxiliar de ligação compreendem 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 pelo PREFEITURA; 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.

5 EXECUÇÃO

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 etc., 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. Para emulsões modificadas por polímero a temperatura não deve ultrapassar 60°C.

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.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Após a aplicação, o ligante asfáltico deve permanecer em repouso até que se verifiquem as condições ideais de cura ou 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.

5.1 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.

6 CONTROLE

6.1 Controle do Material

6.1.1 Emulsões Asfálticas

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

- um ensaio de viscosidade *Saybolt-Furol*, conforme NBR 14491⁽¹⁾, a 50 °C para emulsões catiônicas RR;
- um ensaio de resíduo por destilação conforme NBR 6568⁽²⁾;
- um ensaio de carga da partícula, conforme NBR 6567⁽³⁾;
- um ensaio de peneiração, conforme NBR 14393⁽⁴⁾;
- um ensaio de viscosidade *Saybolt-Furol* a diferentes temperaturas, para estabelecimento da curva viscosidade-temperatura, conforme NBR 14491⁽¹⁾.

Para cada 100 t, deve ser efetuado um ensaio de sedimentação, conforme NBR 6570⁽⁵⁾.

6.1.2 Emulsões Asfálticas Modificadas por Polímero

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

- um ensaio de viscosidade *Saybolt Furol*, conforme NBR 14491⁽¹⁾;
- um ensaio de resíduo asfáltico da emulsão, conforme NBR 6568⁽²⁾;
- um ensaio de peneiração, conforme NBR 14393⁽³⁾;
- um ensaio de recuperação elástica no resíduo da emulsão, conforme NBR 15086⁽⁶⁾.

Para cada 100 t:

- um ensaio de sedimentação, conforme NBR 6570⁽⁵⁾;
- sobre o resíduo da emulsão: 1 ensaio penetração, conforme NBR 6576⁽⁷⁾; e 1 ensaio de ponto de amolecimento, conforme NBR 6560⁽⁸⁾.

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

6.2 Controle da Execução

6.2.1 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.

6.2.2 Controle da Taxa de Aplicação.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

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.

6.2.3 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.

7 ACEITAÇÃO

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde que atendam simultaneamente às exigências de materiais e de execução, estabelecidas nesta especificação e discriminadas a seguir.

7.1 Materiais

7.1.1 Emulsões Asfálticas

As emulsões asfálticas modificadas ou não por polímero SBS ou SBR são aceitas desde que os resultados individuais dos ensaios referidos no item 6.1.1 e 6.1.2 atendam ao especificado nos anexos C e D, respectivamente ou a especificação que estiver em vigor na época de sua utilização.

7.2 Execução

7.2.1 Temperatura

As temperaturas individuais do material asfáltico, determinadas no caminhão distribuidor imediatamente antes da aplicação, devem satisfazer o intervalo de temperatura definido pela relação viscosidade x temperatura, de acordo com a especificação do material aplicado. 7.2.2 Taxa de aplicação

A taxa de aplicação é aceita quando atender à seguinte condição:

- os resultados da taxa de aplicação da emulsão diluída (t) analisados estatisticamente por controle bilateral, conforme anexo B, não devem divergir de $\pm 0,2 \text{ l/m}^2$ da taxa de aplicação fixada experimentalmente e aprovada pela fiscalização; cada subtrecho analisado deve ser composto por no mínimo 4 e no máximo 10 determinações.
- o resíduo da emulsão deve estar compreendido no intervalo da tabela 1.

7.2.3 Geometria

Os serviços executados são aceitos quanto à largura da plataforma conforme indicado no projeto, não se admitindo largura inferior à indicada no projeto.

8 CONTROLE AMBIENTAL

Os procedimentos de controle ambiental referem-se à proteção de corpos d'água, da vegetação lindeira e da segurança viária. A seguir são apresentados os cuidados e providências para proteção do meio ambiente, a serem observados no decorrer da execução da imprimação betuminosa ligante.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

8.1 Emulsão Asfáltica - Estocagem

A estocagem da emulsão asfáltica deve-se feita em local pré-estabelecido e controlado. Caso seja necessário a instalação de canteiro de obras, este deve ser cadastrado conforme a legislação vigente.

- a) os locais de estocagem e estacionamento devem ser afastados de cursos d'água, de vegetação nativa ou de áreas ocupadas;
- b) no local de estacionamento e manutenção dos caminhões tanques ou espargidores devem ser instalados dispositivos para retenção de pequenos vazamento; quando for necessário o estacionamento dos espargidores fora da área destinada, os caminhões deverão possuir algum dispositivo de retenção de vazamento acoplado ao espargidor, ou mesmo móvel que possa ser disposto sob os bicos;
- c) os tanques de emulsão deverão ser instalados dentro de tanques periféricos, para retenção do produto em casos de vazamentos;
- d) a área de estocagem, estacionamento, manutenção dos equipamentos e dos veículos devem ser recuperadas ambientalmente, quando da desmobilização das atividades.

8.2 Execução

Durante a execução devem ser observados os seguintes procedimentos:

- a) deve ser implantada a sinalização de alerta e de segurança de acordo com as normas pertinentes aos serviços;
- b) executar os serviços preferencialmente em dias secos, de modo a evitar o arraste da emulsão pelas águas das chuvas para os cursos d'água;
- c) caso haja necessidade de estradas de serviço fora da faixa de domínio, deve-se proceder o cadastro de acordo com a legislação vigente;
- d) os resíduos dos produtos utilizados, devem ser acumulados em locais pré-definidos e livres de restrições ambientais, no encerramento das atividades do dia, devem ser removidos, em recipientes apropriados para canteiro de obras;
- e) a utilização dos resíduos é permitida para impermeabilização das áreas de manutenção de veículos e equipamentos, acessos de terra com ligação com a rodovia. É proibido, sob qualquer hipótese, sua disposição ao longo do trecho;
- f) ao final das atividades, o canteiro de obras deverá ser desativado, segundo os critérios da legislação vigente;
- g) deve ser proibido o tráfego dos equipamentos fora do corpo da estrada para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural;
- h) é obrigatório o uso de EPI, equipamentos de proteção individual, pelos funcionários.

9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O serviço deve ser medido em metro quadrado de área imprimada; a área é calculada multiplicando-se a extensão obtida a partir do estaqueamento pela largura da seção transversal de projeto.

O serviço recebido e medido da forma descrita é pago conforme os respectivos preços unitários contratuais, no qual estão inclusos: fornecimento, armazenamento, perdas, aquecimento, transporte e aplicação do material asfáltico; operações de limpeza prévia e proteção da área imprimada; incluem-se, também, a mão-de-obra com encargos sociais,



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

BDI, equipamentos necessários aos serviços e os cuidados a serem adotados à proteção ao meio ambiente, executados de forma a atender ao projeto e às especificações técnicas.

DESIGNAÇÃO

UNIDADE

– imprimação betuminosa ligante	m ²
– pintura de cura	m ²
– imprimação betuminosa auxiliar de ligação	m ²
– imprimação betuminosa ligante com polímero	m ²

/ANEXO A ANEXO A – TABELAS DE CONTROLE



PREFEITURA DE PAULÍNIA - OBRAS DE INFRAESTRUTURA NO BAIRRO MORRO ALTO

Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

ENSAIO	MÉTODO	FREQÜÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
1 CONTROLE DOS MATERIAIS				
1.1 Emulsão Asfáltica				
Viscosidade de Saybolt-Furol	NBR 14491 ⁽¹⁾	1 ensaio para todo carregamento que chegar à obra	Valores individuais	Atender o especificado no anexo C, ou a especificação que estiver em vigor na época de sua utilização.
Determinação do Resíduo	NBR 6568 ⁽²⁾			
Carga da Partícula	NBR 6567 ⁽³⁾			
Peneiração	NBR 14393 ⁽⁴⁾			
Viscosidade Saybolt-Furol a diferentes temperaturas para o estabelecer a curva viscosidade-temperatura	NBR 14491 ^(1,4)			
Sedimentação	NBR 6570 ⁽⁵⁾	1 ensaio para cada 100 t	Valores individuais	
1.2 Emulsão Asfáltica Modificada por Polímero				
Viscosidade Saybolt-Furol	NBR 14491 ⁽¹⁾	1 ensaio para todo carregamento que chegar à obra	Valores individuais	Atender o especificado no anexo D quando tratar de polímero SBS e ao anexo E quando tratar-se de polímero SBR ou a especificação que estiver em vigor na época de sua utilização.
Resíduo asfáltico da emulsão	NBR 6568 ⁽²⁾			
Peneiração	NBR 14393 ⁽⁴⁾			
Recuperação elástica	NBR 15086 ⁽⁶⁾			
Sedimentação	NBR 6570 ⁽⁵⁾			



PREFEITURA DE PAULÍNIA - OBRAS DE INFRAESTRUTURA NO BAIRRO MORRO ALTO

Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Ensaio no resíduo da emulsão: - penetração - ponto de amolecimento	NBR 6576 ⁽⁷⁾ NBR 6560 ⁽⁸⁾	1 ensaio para cada 100 t	Valores individuais
--	--	--------------------------	---------------------

2. CONTROLE DA EXECUÇÃO

2.1 MATERIAL ASFÁLTICO

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	Controle Bilateral $X - K S \geq LIE$ $X + K S \leq LSE$ 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 ² imprimação aux. Ligação 0,2 a 0,4 l/m ² imprimação de cura 0,2 a 0,4 l/m ²



PREFEITURA DE PAULÍNIA - OBRAS DE INFRAESTRUTURA NO BAIRRO MORRO ALTO

Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Tabela B-1 – Controle Estatístico

Parâmetro		
1 - Média aritmética da amostra ($\bar{X}$)	$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$	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
2 - Desvio-padrão da amostra (S)	$S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{N - 1}}$	
Controle Unilateral		
3 – controle pelo limite inferior	$X = \bar{X} - KS \geq LIE$ Ou $X = \bar{X} + KS \leq LSE$	
4- controle pelo limite superior		
Controle Bilateral		
5 – controle pelo limite inferior e superior	$X = \bar{X} - K_1 S \geq LIE$ e $X = \bar{X} + K_1 S \leq LSE$	

Tabela B-2 – Valores K – Tolerância Unilateral e K1 Tolerância Bilateral

N	K	K ₁	N	K	K ₁	N	K	K ₁
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	∞	0,52	0,84



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

ANEXO C – EMULSÕES ASFÁLTICAS CATIÔNICAS

EMULSÕES CATIÔNICAS (*)			
CARACTERÍSTICAS	Métodos de Ensaio (ABNT)	Ruptura Rápida	
		RR1C-S	RR2C-S
Ensaio sobre a emulsão			
Viscosidade Saybolt-Furol, S, a 50°C	NBR 14491 ⁽¹⁾	20-90	100 - 400
Sedimentação, % peso, máx.	NBR 6570 ⁽⁵⁾	5	5
Peneiração 0,84 mm, % peso, máx.	NBR 14393 ⁽⁴⁾	0,10	0,10
Resistência à água, % min de cobertura, Agregado seco Agregado úmido	NBR 6300 ⁽⁹⁾	80 80	80 80
Mistura com cimento, % máx. ou filer silício	NBR 6297 ⁽¹⁰⁾ NBR 6302 ⁽¹¹⁾	- -	- -
Carga de partícula	NBR 6567 ⁽³⁾	positiva	positiva
pH, máx.	NBR 6299 ⁽¹²⁾	-	-
Destilação solvente destilado , % volume sobre resíduo da emulsão resíduo, % mínima em peso	NBR 6568 ⁽²⁾	0 – 3 62	0 – 3 62
Resíduo seco, % peso, min.	NBR 14376 ⁽¹⁶⁾	62	67
Desemulsibilidade, % peso, Mínima	NBR 6569 ⁽¹³⁾	50	50
Ensaio sobre o resíduo da emulsão			
Penetração a 25°C, 100g, 5s, 0,1 mm	NBR 6576 ⁽⁷⁾	50-250	50-250
Teor de betume, % mínima em peso	NBR 14855 ⁽¹⁴⁾	97	97
Ductibilidade a 25°C, 5cm/min, cm mínimo %, min	NBR 6293 ⁽¹⁵⁾	40	40

* Fonte DNER EM 369/97 – Especificação de Material - Emulsões Asfálticas Catiônicas



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

ANEXO D – EMULSÕES ASFÁLTICAS CATIÔNICAS MODIFICADAS POR POLÍMERO - SBS

EMULSÕES CATIÔNICAS MODIFICADAS POR SBS(*)			
CARACTERÍSTICAS	Métodos de Ensaio (ABNT)	Ruptura Rápida	
		RR1C-S	RR2C-S
Ensaio sobre a emulsão			
Viscosidade Saybolt-Furol, S, a 50°C	NBR 14491 ⁽¹⁾	70 máx	100 - 400
Sedimentação, % peso, máx.	NBR 6570 ⁽⁵⁾	5	5
Peneiração 0,84 mm, % peso, máx.	NBR 14393 ⁽⁴⁾	0,10	0,10
Resistência à água, % min de cobertura, Agregado seco Agregado úmido	NBR 6300 ⁽⁹⁾	80 80	80 80
Mistura com cimento, % máx. ou filer silício	NBR 6297 ⁽¹⁰⁾ NBR 6302 ⁽¹¹⁾	-	-
Carga de partícula	NBR 6567 ⁽³⁾	positiva	positiva
pH, máx.	NBR 6299 ⁽¹²⁾	-	-
Destilação solvente destilado a 360°C, % vol.	NBR 6568 ⁽²⁾	0 - 1	0 - 1
Resíduo seco, % peso, min.	NBR 14376 ⁽¹⁶⁾	62	67
Desemulsibilidade, % peso, min.	NBR 6569 ⁽¹³⁾	50	50
Ensaio sobre o resíduo da emulsão			
Penetração a 25°C, 100g, 5s, 0,1 mm	NBR 6576 ⁽⁷⁾	45-150	45-150
Ponto de amolecimento, °C, min.	NBR 6560 ⁽⁸⁾	50	55
Viscosidade Brookfield a 135°C, SP 21,20 RPM, cP, min	NBR 15184 ⁽¹⁷⁾	550	650
Recuperação Elástica a 25°C, 20 cm, %, min.	NBR 15086 ⁽⁶⁾	65	75

(*) PROPOSIÇÃO DOS DISTRIBUIDORES DE ASFALTO – REUNIÃO DA ABEDA EM 10/10/2005 COM AS ALTERAÇÕES DO GT AMP EM 17/11/2005 (**)
Esta emulsão deve atender a Tabela 5 da instrução ABNT NBR 14948 - Microrrevestimento Asfáltico a Frio



Assunto Normas e Especificações dos Serviços	Data Dezembro / 2025	Folha
--	--------------------------------	-------

TÍTULO

CONCRETO ASFÁLTICO

PALAVRAS-CHAVE

Concreto asfáltico. Pavimento asfáltico. Especificação.

1 OBJETIVO

Definir os critérios que orientam a produção, execução, aceitação e medição de concreto asfáltico usinado a quente em obras rodoviárias.

2 DEFINIÇÃO

Concreto asfáltico é uma mistura executada a quente, em usina apropriada, com características específicas. É composta de agregado graduado, cimento asfáltico modificados ou não por polímero, e se necessário, material de enchimento, filer, 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 MATERIAIS

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

Os materiais utilizados devem satisfazer às normas pertinentes e às especificações aprovadas pelo PREFEITURA.

3.1 Cimento Asfáltico

Podem ser empregados cimentos asfálticos modificados ou não por polímero:

- CAP 30-45, CAP 50-70 e CAP 85-100, classificação por penetração, atendendo ao especificado no regulamento técnico ANP nº 3/2005 de 11/07/2005 da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP; apresentada no anexo C, ou à especificação que estiver em vigor na época de sua utilização;
- cimentos asfálticos modificados por polímero tipo SBS, que deve atender o especificado no anexo D, ou a especificação que estiver em vigor na época de sua utilização.

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.

3.2 Agregados**3.2.1 Agregado Graúdo**



Assunto Normas e Especificações dos Serviços	Data Dezembro / 2025	Folha
--	--------------------------------	-------

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 NBR NM 51⁽¹⁾;
- 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 ID_{ml}, e sem ligante ID_m, determinada conforme método DNER ME 401⁽²⁾, deve apresentar valores ID_{ml} ≤ 5% e ID_m ≤ 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 superior a 0,5 e partículas lamelares inferior a 10%, conforme NBR 6954⁽³⁾;
- 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⁽⁴⁾.

3.2.2 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 NBR 12052⁽⁵⁾ da mistura dos agregados miúdos, deve ser igual ou superior a 55%.

3.2.3 Material de Enchimento – Fíler

O material de enchimento deve ser de natureza mineral finamente dividido, tal como cimento Portland, cal extinta, pós calcários, cinzas volantes etc, conforme DNER EM 367⁽⁶⁾. Na aplicação, o fíler deve estar seco e isento de grumos. A granulometria a ser atendida deve obedecer aos limites estabelecidos na Tabela 1.

Tabela 1 – Granulometria do Fíler

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

3.2.4 Melhorador de Adesividade

A adesividade do ligante asfáltico aos agregados é determinada conforme os métodos NBR 12583⁽⁷⁾ e NBR 12584⁽⁸⁾. Quando não houver boa adesividade deve-



se empregar aditivo melhorador de adesividade na quantidade fixada no projeto e repetir os ensaios.

3.3 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		Designação				Tolerâncias
		I	II	III	IV	
ASTM	mm	% em Massa, Passando				
2"	50,0	100	-	-	-	-
1 ½"	37,5	90 – 100	100	-	-	± 7%
1"	25,0	75 – 100	90 – 100	-	-	± 7%
¾"	19,0	60 – 90	80 – 100	100	-	± 7%
½"	12,5	-	-	90 – 100	-	± 7%
3/8"	9,5	35 – 65	45 – 80	70 – 90	100	± 7%
Nº 4	4,75	25 – 50	28 – 60	44 – 72	80 – 100	± 5%
Nº 10	2,0	20 – 40	20 – 45	22 – 50	50 – 90	± 5%
Nº 40	0,42	10 – 30	10 – 32	8 – 26	20 – 50	± 5%
Nº 80	0,18	5 – 20	8 – 20	4 – 16	7 – 28	± 3%
Nº 200	0,075	1 – 8	3 – 8	2 – 10	3 – 10	± 2%
Camadas		Ligação (Binder)	Ligação ou Rolamento	Rolamento	(*) Reperfilagem	
Variação do teor de ligante		3,5 – 5,0	4,0 – 5,5	4,5 – 6,5	4,5 – 7,0	
Espessura máxima cm		6,0	6,0	6,0	3,0	

* Reperfilagem: camada de regularização de deformações de pequena amplitude, sem função estrutural.

O projeto da dosagem de mistura deve atender aos seguintes requisitos:

- o tamanho máximo do agregado da faixa adotada deve ser inferior a 2/3 da espessura da camada compactada;
- a fração retida entre duas peneiras consecutivas, excetuadas as duas de maior malha de cada faixa, não deve ser inferior a 4% do total;



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

- 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 refeito 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;

Tabela 3 – Requisitos para o Projeto Mistura Asfáltica

Características	Método de Ensaio	Camadas de Rolamento e Reperfilagem	Camada de Ligação (Binder)
Estabilidade mínima, kN (75 golpes no ensaio Marshall)	NBR 12891 ⁽⁹⁾	8	8
Fluência (mm) Fluência (0,01")	NBR 12891 ⁽⁹⁾	2,0 a 4,0 8 a 16	2,0 a 4,0 8 a 16
% de Vazios Totais		4	4 a 6
Relação Betume Vazios – RBV (%)		65 a 80	65 a 75
Vazios do agregado mineral – VAM (%)		Ver Tabela 4	-
Concentração crítica de fíler *	ES P00/26 ⁽¹⁰⁾	< 90% Cs	< 90% Cs
Resistência à Tração por Compressão Diametral Estática a 25°C, mínima, MPa	NBR 15087 ⁽¹¹⁾	0,80	0,65
Resistência a danos por umidade induzida, mínimo, %	AASHTO T 283 ⁽¹²⁾	70	
* a concentração crítica de fíler: valor da concentração máxima em volume de fíler admitida no sistema fíler-asfalto.			

- g) recomenda-se que a relação fíler/asfalto em massa esteja compreendida entre 0,6 a 1,2⁽¹³⁾;
- h) 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;



Assunto

Normas e Especificações dos Serviços

Data

Dezembro / 2025

Folha

- 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⁽¹⁴⁾.

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 densidade aparente dos corpos de prova deve ser obtida através do método DNER ME 117⁽¹⁵⁾.

$$D_{ea} = \frac{D_1 + D_2}{2}; \text{ onde:}$$
$$D_1 = \frac{100}{\frac{P_1}{D_{SR1}} + \frac{P_2}{D_{SR2}} + \frac{P_3}{D_{SR3}}} \quad \text{e} \quad D_2 = \frac{100}{\frac{P_1}{D_{SAp1}} + \frac{P_2}{D_{SR2}} + \frac{P_3}{D_{SR3}}}$$

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.

Tabela 4 – Requisitos para Vazios do Agregado Mineral – VAM

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



Assunto Normas e Especificações dos Serviços	Data Dezembro / 2025	Folha
--	--------------------------------	-------

½"	12,5	14
3/8"	9,5	15
* tamanho nominal máximo do agregado é definido como o diâmetro da peneira imediatamente superior àquela que retém mais que 10% dos agregados. ⁽¹⁶⁾		

4 EQUIPAMENTOS

Antes do início da execução dos serviços todo o equipamento deve ser examinado e aprovado pelo PREFEITURA.

Os equipamentos básicos para execução dos serviços de concreto asfáltico são compostos das seguintes unidades:

4.1 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, 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.

4.2 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.

4.3 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 filer, conjugado com dispositivos para sua dosagem.

4.4 Usina para Misturas Asfálticas

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 ± 1 °C, deve ser fixado no dosador de ligante ou na linha de



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

alimentação do asfalto, em local adequado, próximo à decarga 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 $\pm 5^{\circ}\text{C}$. A usina deve possuir termômetros nos silos quentes.

Pode, também, ser utilizada uma usina do tipo tambor-secador-misturador, de duas zonas, convecção e radiação, providas de: coletor de pó, alimentador de filer, sistema de descarga da mistura asfáltica, por intermédio de transportador de correia com comporta do tipo *clamshell* ou alternativamente, em silos de estocagem.

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 semi-automática 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.

4.5 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 etc. As caçambas devem ser providas de lona para proteção da mistura.

4.6 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 esquí 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 vibro-acabadoras 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.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

4.7 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 calibração 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.

4.8 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.

5 EXECUÇÃO

5.1 Condições Gerais

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

5.2 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 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 pin-



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

tura 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.

5.3 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.

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 *Saybolt-Furol* entre de 75 SSF a 150 SSF, determinada conforme NBR 14950⁽¹⁷⁾, recomendada-se a viscosidade situada no intervalo de 75 SSF a 95 SSF. A temperatura do ligante não deve ser inferior a 120 °C nem exceder 177 °C.

A temperatura do cimento asfáltico modificado por polímero empregado na mistura deve ser determinada para cada tipo de ligante em função da relação temperatura-viscosidade *Brookfield*, definida pelo fabricante e determinada conforme NBR 15184⁽¹⁸⁾. A temperatura do ligante não deve exceder a 177 °C.

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.

5.4 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 4.5 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.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

O tempo máximo de permanência da mistura no caminhão é dado pelo limite de temperatura estabelecido para aplicação da massa na pista.

5.5 Distribuição da Mistura

A distribuição do concreto asfáltico deve ser feita por equipamentos adequados, conforme especificado no item 4.6.

Para o caso de emprego de concreto asfáltico 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 destina-se 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.

5.6 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 freqüente 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;



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

- 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 recoberta 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 acumulese 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.

5.7 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 rodovias de pista dupla é recomendado o uso de duas vibro-acabadoras de modo que os panos adjacentes sejam executados simultaneamente, tanto para as faixas da pista quanto para o acostamento.

Em rodovias 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.

5.8 Abertura ao Tráfego

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



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

6 CONTROLE

6.1 Controle dos Materiais

6.1.1 Cimento Asfáltico Não Modificado por Polímero

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

- um ensaio de penetração a 25º C, conforme NBR 6576⁽¹⁹⁾;
- um ensaio de viscosidade de Saybolt-Furol, conforme NBR 14950⁽¹⁷⁾;
- um ensaio de ponto de fulgor, conforme NBR 11341⁽²⁰⁾;
- um ensaio determinação de formação de espuma, quando aquecido a 177º C.

Para cada 100 t:

- um índice de susceptibilidade térmica, determinado pelos ensaios NBR 6576⁽¹⁹⁾ e NBR 6560⁽²¹⁾;
- um ensaio de viscosidade Saybolt Furol a diferentes temperaturas para o estabelecimento da curva viscosidade x temperatura, em no mínimo três pontos, conforme NBR 14950⁽¹⁷⁾.

6.1.2 Cimento Asfáltico Modificado por Polímero

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

- um ensaio de penetração a 25 ºC, conforme NBR 6576⁽¹⁹⁾;
- um ensaio de viscosidade Brookfield, conforme NBR 15184⁽¹⁸⁾;
- um ensaio de ponto de fulgor, conforme NBR 11341⁽²⁰⁾;
- um ensaio determinação de formação de espuma, quando aquecido a 175 ºC;
- um ensaio de recuperação elástica, conforme NBR 15086⁽²²⁾.

Para cada 100 t:

- um ensaio de estabilidade à estocagem, conforme NBR 15166⁽²³⁾;
- um ensaio de ponto de amolecimento, conforme NBR 6560⁽²¹⁾;
- um ensaio do resíduo no RTFOT: variação em massa conforme NBR 15235⁽²⁴⁾, ponto de amolecimento conforme NBR 6560⁽²¹⁾, penetração conforme NBR 6576⁽¹⁹⁾ e recuperação elástica conforme NBR 15086⁽²²⁾.

Para todo carregamento de cimento asfáltico, com ou sem polímero, que chegar a obra deve-

se retirar uma amostra que será identificada e armazenada para possíveis ensaios posteriores.

6.1.3 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 no agregado graúdo:

- abrasão Los Angeles, conforme NBR NM 51⁽¹⁾; 1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

- b) caso agregado apresente abrasão superior a 50%, verificar a degradação do agregado após a compactação Marshall, com e sem ligante conforme DNER ME 401⁽²⁾; 1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do agregado;
- c) índice de forma e porcentagem de partículas lamelares, conforme NBR 6954⁽³⁾, 1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;
- d) ensaio de durabilidade, com sulfato de sódio, em cinco ciclos, conforme DNER ME 089⁽⁴⁾; 1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;
- e) a adesividade dos agregados ao ligante asfáltico, conforme NBR 12583⁽⁷⁾ e NBR 12584⁽⁸⁾; para todo carregamento que cimento asfáltico que chegar na obra e sempre que houver variação da natureza dos materiais.

Para agregado miúdo, determinar o equivalente de areia, conforme NBR 12052⁽⁵⁾; 1 ensaio por jornada de 8 h de trabalho e sempre que houver variação da natureza do material.

6.1.4 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 NBR 12583⁽⁷⁾ e NBR 12584⁽⁸⁾.

6.2 Controle da Produção da Mistura Asfáltica

O controle da produção do concreto asfáltico deve ser acompanhando por laboratório, que deve realizar o acompanhamento e os ensaios pertinentes, devendo obedecer à metodologia indicada pelo PREFEITURA e atender aos parâmetros recomendados.

6.2.1 Temperaturas

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: 2 determinações de cada silo, por jornada de 8 h de trabalho;
- b) temperatura do cimento asfáltico, antes da entrada do misturador: 2 determinações por jornada de 8 h de trabalho;
- c) temperatura da massa asfáltica, na saída dos caminhões carregados na usina: em todo caminhão.

6.2.2 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: 2 determinações de cada agregado por jornada de 8 h de trabalho conforme NBR NM 248⁽²⁵⁾;
- b) granulometria do filer: 1 ensaio por jornada de 8 h de trabalho conforme NBR NM



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

248⁽²⁵⁾;

- c) se indicado a adição de filer no projeto da mistura, deve-se realizar inspeção rigorosa da quantidade do filer adicionado.

6.2.3 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:

- extração de asfalto, preferencialmente conforme ASTM D 6307⁽²⁶⁾ ou DNER ME 053⁽²⁷⁾, ou ensaio de extração por refluxo, Soxhlet de 1.000 ml, conforme ASTM D 2172⁽²⁸⁾, 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;
- granulometria da mistura asfáltica com material resultante das extrações da alínea a; quantas vezes forem necessárias para a calibração da usina, no mínimo 2 ensaios por jornada de 8 h de trabalho, conforme NBR NM 248⁽²⁵⁾;
- ensaio Marshall, conforme NBR 12891⁽⁹⁾, 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 NBR 15087⁽¹¹⁾; nos outros 3 corpos-de-prova deve-se determinar a fluência, a estabilidade e as porcentagens de vazios da mistura: Vv, RBV, VAM. Devem ser realizados, no mínimo, 2 ensaios por jornada 8 h de trabalho.

6.3 Controle da Aplicação e Destinação da Mistura Asfáltica

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

6.3.1 Temperaturas

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

- temperatura da massa asfáltica em cada caminhão que chegar à pista;
- temperatura da massa asfáltica distribuída no momento do espalhamento e no início da compactação, a cada descarga efetuada.

6.3.2 Quantidade de Ligante e Granulometria da Mistura

Devem ser executadas as seguintes determinações:

- extração de asfalto, preferencialmente conforme ASTM D 6307⁽²⁶⁾ ou DNER ME 053⁽²⁷⁾, ou ensaio de extração por refluxo Soxhlet de 1.000 ml, conforme ASTM D 2172⁽²⁸⁾, 2 extrações por jornada de 8 h de trabalho;
- análise granulométrica da mistura de agregados, com material resultante das extrações da alínea a, de no mínimo 1.000 g, conforme NBR NM 248⁽²⁵⁾; 2 ensaios por jornada de 8 h de trabalho.

6.3.3 Controle da Compactação



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

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⁽¹⁵⁾.

6.3.4 Destinação

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

6.4 Controle Geométrico e de Acabamento

6.4.1 Controle de Espessura e Cotas

A espessura da camada e as diferença 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.

6.4.2 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.

6.4.3 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⁽²⁹⁾, DNER PRO 182⁽³⁰⁾ e DNER ES 173⁽³¹⁾; o QI será determinado para cada trecho de 320 m ou nos locais indicados pela fiscalização; opcionalmente, poderá ser empregado o perfilometro a laser que determina o IRI – *International Roughness Index*.

6.5 Condições de Segurança

As condições de segurança serão determinadas pela macro textura do revestimento asfáltico, conforme ASTM E 1854⁽³²⁾, através de ensaios de mancha de areia, espaçados a cada 100 m, por faixa de rolamento.

6.6 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



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

DNER ME 024⁽³³⁾, ou FWD, *Falling Weight Deflectometer*, de acordo com DNER PRO 273⁽³⁴⁾.

7 ACEITAÇÃO

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde que atendam simultaneamente as exigências de materiais, da mistura asfáltica, de produção e execução, estabelecidas nesta especificação, e discriminadas a seguir.

7.1 Materiais

7.1.1 Cimento asfáltico

O cimento asfáltico utilizado é aceito se os resultados individuais dos ensaios estabelecidos no item 6.1.1, atenderem a legislação em vigor para cimentos asfálticos, da ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, anexo C.

O cimento asfáltico modificado por polímero é aceito se os resultados individuais estabelecidos no item 6.1.2, atendam a legislação em vigor para cimentos asfálticos modificado por polímero, na ausência de legislação específica, atendam o estabelecido no anexo D.

7.1.2 Agregados

Os agregados são aceitos desde que:

- a) os resultados individuais de abrasão Los Angeles, índice de forma, lamelaridade e durabilidade do agregado graúdo atendam ao estabelecido no item 3.2.1;
- b) os resultados individuais de equivalente areia sejam superiores a 55%.

7.1.3 Melhorador de adesividade

Os aditivos melhoradores de adesividade, quando utilizados, são aceitos desde que os resultados individuais dos ensaios NBR 12583⁽⁷⁾ e NBR 12584⁽⁸⁾ produzam adesividade satisfatória.

7.2 Produção

7.2.1 Temperaturas

As temperaturas medidas durante a produção a mistura asfáltica são aceitas se:

- a) as temperaturas individuais, medidas na linha de alimentação do cimento asfáltico modificado por polímero ou não, efetuadas ao longo do dia de produção, encontrarem-se situadas na faixa desejável, definida em função da curva viscosidade x temperatura do ligante empregado; 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;
- b) as temperaturas individuais dos agregados nos silos quentes forem superiores cerca de 10 °C a 15 °C da temperatura do cimento asfáltico, sem ultrapassar 177 °C;
- c) as temperaturas medidas na saída dos caminhões da usina situarem-se em uma faixa suficientemente elevada para suportar eventuais perdas de



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

calor, e chegar à obra com temperatura compatível para sua aplicação, podendo variar entre $\pm 5^{\circ}\text{C}$ da especificada pelo projeto da mistura.

A massa asfáltica chegada à pista é aceita, sob o ponto de vista de temperatura, se:

- a) a temperatura medida no caminhão imediatamente antes da aplicação variar somente entre $\pm 5^{\circ}\text{C}$ da indicada para início da rolagem;
- b) a temperatura da mistura asfáltica reciclada, no decorrer da rolagem, propicie condições adequadas de compactação.

7.2.2 Mistura Asfáltica

7.2.2.1 Granulometria dos agregados e da mistura

Os resultados da granulometria dos agregados e da mistura devem ser analisados estatisticamente para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras, através do controle bilateral, de acordo com o anexo B. As tolerâncias admitidas para variação das granulometrias são as definidas pelas respectivas faixas de trabalho.

7.2.2.2 Quantidade de ligante

Os teores de ligante devem ser analisados estatisticamente para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras, através do controle bilateral, de acordo com o anexo B. As tolerâncias admitidas para variação do teor é de $\pm 0,3$ pontos percentuais do teor ótimo de ligante do projeto da mistura.

7.2.2.3 Porcentagens de vazios e características Marshall

Os resultados do volume de vazios (Vv), relação betume vazios (RBV) e fluência serão analisadas estatisticamente para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras, moldadas na usina, por meio de controle bilateral, conforme anexo B.

Os resultados da estabilidade, resistência a tração por compressão diametral são analisados estatisticamente para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras, por meio do controle unilateral, conforme anexo B.

As misturas, de acordo com a faixa adotada, devem atender os mínimos ou as faixas de variações estabelecidas abaixo.

Para camadas de ligação, *binder*, faixas I e II:

- Vv (4 a 6)%;
- RBV (65 a 75)%;
- fluência (8 a 16) 0,01" ou (2,0 a 4,0) mm;
- estabilidade mínima ≥ 8 kN;
- resistência à tração compressão diametral estática a $25^{\circ}\text{C} \geq 0,65$ MPa.

Para camadas de rolamento e reperfilagem, faixas II e III:

- Vv (3 a 5)%;
- fluência (8 a 16) 0,01" ou (2,0 a 4,0) mm;
- RBV (65 a 80) %;
- estabilidade mínima ≥ 8 kN;
- resistência à tração compressão diametral estática a $25^{\circ}\text{C} \geq 0,80$ MPa.

7.3 Execução



Assunto Normas e Especificações dos Serviços	Data Dezembro / 2025	Folha
--	--------------------------------	-------

7.3.1 Compactação

O grau de compactação de cada segmento avaliado é obtido através da média dos graus de compactação de mínimo 4 e máximo 10 amostras. O grau de compactação individual é determinado através de uma das seguintes expressões:

$$GC_1 = \frac{100 \times d_{pista}}{d_{projeto}}$$

ou

$$GC_2 = \frac{100 \times d_{pista}}{d_{mt}};$$

Sendo:

d_{pista} = densidade aparente do corpo de prova extraído da pista; $d_{projeto}$ = densidade aparente de projeto da mistura; d_{mt} = densidade máxima teórica do corpo de prova extraído da pista.

O grau de compactação é aceito se a média de $GC_1 \geq 97\%$ ou a média de $GC_2 \geq 92\%$.

7.3.2 Geometria

Os serviços executados são aceitos quanto à geometria desde que:

- a largura da plataforma, não apresente valores inferiores aos previstos para a camada; e os desvios verificados no alinhamento não excedam a + 5 cm;
- a espessura determinada estatisticamente conforme equações 3 e 4 do anexo B, situe-se no intervalo de $\pm 5\%$ em relação à espessura prevista em projeto;
- os valores individuais de espessura, não apresente variações fora do intervalo de $\pm 10\%$ em relação à espessura prevista em projeto;
- não apresente valores individuais de cota fora do intervalo de +2 a -1cm em relação à cota prevista em projeto;
- as regiões em que, eventualmente apresentem deficiência de espessura devem ser objeto de amostragem complementares através de novas extrações de corpos de prova com sonda rotativa; as áreas deficientes, devidamente delimitadas, devem ser reforçadas às expensas da executante e de acordo com orientação da fiscalização.

7.3.3 Acabamento

O serviço é aceito, quanto ao acabamento, desde que sejam atendidas as seguintes condições:

- o controle de acabamento da superfície de revestimento, com o auxílio de duas réguas, colocadas respectivamente em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, não apresentar variações da superfície entre dois pontos quaisquer de contatos superiores a 0,5 cm, quando verificadas com quaisquer uma das réguas;



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

- b) as juntas executadas devem apresentar-se homogêneas em relação ao conjunto da mistura, isentas de desníveis e de saliências;
- c) a superfície deve apresentar-se desempenada; não apresentando marcas indesejáveis do equipamento de compactação e ondulações decorrentes de variações na carga da vibroacabadora;
- d) para pavimentos novos a irregularidade longitudinal da superfície em cada faixa de tráfego deve apresentar o Quociente de Irregularidade (QI) com valores inferiores ou iguais a 35 contagens/km;
- e) se o QI for maior que 35 contagens/km, os trabalhos devem ser suspensos e não sendo permitido o reinício até que as ações corretivas sejam realizadas pela executante; os trechos devem ser corrigidos e novamente avaliados; onde forem feitas correções, a executante deve restabelecer as condições de rolamento e garantir a uniformidade em relação ao trecho contíguo não corrigido; os trabalhos corretivos devem estar completos antes da determinação da espessura da camada acabada; todos os trabalhos corretivos devem ser feitos às expensas da executante.

7.3.4 Condições de Segurança e Deflexões

A altura da areia determinada no ensaio de mancha de areia deve apresentar-se no intervalo de 0,6 mm a 1,2 mm, caracterizando uma classe de textura superficial de média a grossa.

A deflexão característica de cada sub-trecho determinada de acordo com a equação 4 do anexo B, para no mínimo 15 determinações, deve ser a estabelecida em projeto.

8 CONTROLE AMBIENTAL

Os procedimentos de controle ambiental referem-se à proteção de corpos d'água, da vegetação lindeira e da segurança viária. A seguir são apresentados os cuidados e providências para proteção do meio ambiente, a serem observados no decorrer da execução do concreto asfáltico.

8.1 Exploração de Ocorrência de Materiais - Agregados

Devem ser observados os seguintes procedimentos na exploração das ocorrências de materiais:

- a) para as áreas de apoio necessárias a execução dos serviços devem ser observadas as normas ambientais vigentes no PREFEITURA;
- b) o material somente será aceito após a executante apresentar a licença ambiental de operação da pedreira e areal;
- c) não é permitida a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação permanente ou de proteção ambiental;
- d) não é permitida a exploração de areal em área de preservação permanente ou de proteção ambiental;
- e) deve-se planejar adequadamente a exploração dos materiais, de modo a minimizar os impactos decorrentes da exploração e facilitar a recuperação ambiental após o término das atividades exploratórias;



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

- f) caso seja necessário promover o corte de árvores, para instalação das atividades, deve ser obtida autorização dos órgãos ambientais competentes; os serviços devem ser executados em concordância com os critérios estipulados pelos órgãos ambientais constante nos documentos de autorização. Em hipótese alguma, será admitida a queima de vegetação ou mesmo dos resíduos do corte: troncos e arvores;
- g) deve-se construir, junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água;
- h) caso os agregados britados sejam fornecidos por terceiros, deve-se exigir documentação que ateste a regularidade das instalações, assim como sua operação, junto ao órgão ambiental competente;
- i) instalar sistemas de controle de poluição do ar, dotar os depósitos de estocagem de agregados de proteção lateral e cobertura para evitar dispersão de partículas, dotar o misturador de sistema de proteção para evitar emissões de partículas para a atmosfera.

8.2 Cimento Asfáltico

Instalar os depósitos em locais afastados de cursos d'água e sem restrições ambientais. Vedar o descarte do refugo de materiais usados na faixa de domínio e em áreas onde possam causar prejuízos ambientais.

Impedir a instalação de usinas de asfalto a quente a uma distância inferior a 200 m, medidos a partir da base da chaminé, em relação a residências, hospitais, clínicas, centros de reabilitação, escolas, asilos, orfanatos, creches, clubes esportivos, parques de diversões e outras construções comunitárias.

Definir áreas para as instalações industriais de maneira tal que se consiga o mínimo de agressão ao meio ambiente, priorizando áreas sem restrições ambientais.

A empresa executante é responsável pela obtenção da licença ambiental de instalação e operação, assim como em manter a usina em condições de funcionamento dentro do prescrito nestas Normas.

8.3 Operação das Usinas e Agentes e Fontes Poluidoras

As operações em usinas asfálticas a quente englobam:

- a) estocagem, dosagem, peneiramento e transporte de agregados frios;
- b) transporte, peneiramento, estocagem e pesagem de agregados quentes;
- c) transporte e estocagem de fíler;
- d) transporte, estocagem e aquecimento de óleo combustível e cimento asfáltico.

Os agentes e fontes poluidoras da operação das usinas de asfalto estão apresentados na Tabela 5 a seguir:

Tabela 5 – Agentes e Fontes Poluidoras

Agente Poluidor	Fontes Poluidoras
-----------------	-------------------



Assunto Normas e Especificações dos Serviços	Data Dezembro / 2025	Folha
--	--------------------------------	-------

I - Emissão de Partículas	A principal fonte é o secador rotativo. Outras fontes são: peneiramento, transferência e manuseio de agregados, balança, pilhas de estocagem e tráfego de veículos e vias de acesso.
II - Emissão de gases	Combustão do óleo: óxido de enxofre, óxido de nitrogênio, monóxido de carbono e hidrocarbonetos. Misturador de asfalto: hidrocarbonetos. Aquecimento de cimento asfáltico: hidrocarbonetos. Tanques de estocagem de óleo combustível e de cimento asfáltico: hidrocarbonetos.
III – Emissões Fugitivas ¹	As principais fontes são pilhas de estocagem ao ar livre, carregamento dos silos frios, vias de tráfego, áreas de peneiramento, pesagem e mistura.

1 Emissões Fugitivas são quaisquer lançamentos ao ambiente, sem passar primeiro por alguma chaminé ou duto projetados para corrigir ou controlar seu fluxo.

Para a instalação das usinas asfálticas deve-se licenciá-las junto aos órgãos ambientais competentes.

Para a preservação do meio ambiente na operação da usinas, devem ser adotados os seguintes procedimentos:

- instalar sistemas de controle de poluição do ar constituídos por ciclone e filtro de mangas ou por equipamentos que atendam aos padrões estabelecidos na legislações vigentes;
- apresentar, com o projeto para obtenção de licença, os resultados de medições em chaminés que comprovem a capacidade do equipamento de controle proposto para atender aos padrões estabelecidos pelo órgão ambiental;
- dotar os silos de estocagem de agregados frios de proteções laterais e cobertura para evitar a dispersão das emissões durante a operação de carregamento;
- enclausurar a correia transportadora de agregados frios;
- adotar procedimentos de forma que a alimentação do secador seja feita sem emissão visível para a atmosfera;
- manter pressão negativa no secador rotativo enquanto a usina estiver em operação para evitar emissões de partículas na entrada e saída do secador;
- submeter o misturador, os silos de agregados quentes e as peneiras classificatórias do sistema de exaustão ao sistema de controle de poluição do ar, para evitar emissões de vapores e partículas para a atmosfera;
- fechar os silos de estocagem de massa asfáltica;
- manter limpas as vias de acesso internos, de tal modo que as emissões provenientes do tráfego de veículos não ultrapassem 20% da capacidade;
- dotar os silos de estocagem de fíler de sistema próprio de filtragem a seco;
- adotar procedimentos operacionais que evitem a emissão de partículas provenientes dos sistemas de limpeza dos filtros de mangas e de reciclagem do pó retido nas margens;



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

- l) acionar os sistemas de controle de poluição do ar antes dos equipamentos de processo;
- m) manter as chaminés de instalações adequadas para realização de medições;
- n) substituir o óleo combustível por outra fonte de energia menos poluidora, como gás ou eletricidade, e estabelecer barreiras vegetais no local sempre que possível.

8.4 Execução

Durante a execução devem ser observados os seguintes procedimentos:

- a) deve ser implantada a sinalização de alerta e de segurança de acordo com as normas pertinentes aos serviços;
- b) deve ser proibido o tráfego dos equipamentos fora do corpo da estrada para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural;
- c) caso haja necessidade de estradas de serviço fora da faixa de domínio, deve-se proceder o cadastro de acordo com a legislação vigente;
- d) as áreas destinadas ao estacionamento e manutenção dos veículos devem ser devidamente sinalizadas, localizadas e operadas de forma que os resíduos de lubrificantes ou combustíveis não sejam carreados para os cursos d'água. As áreas devem ser recuperadas ao final das atividades;
- e) todos os resíduos de lubrificantes ou combustíveis utilizados pelos equipamentos, seja na manutenção ou operação dos equipamentos, devem ser recolhidos em recipientes adequados e dada a destinação apropriada;
- f) é proibido a deposição irregular de sobras de materiais utilizado na camada de concreto asfáltico junto ao sistema de drenagem lateral, evitando seu assoreamento, bem como o soterramento da vegetação;
- g) é obrigatório o uso de EPI, equipamentos de proteção individual, pelos funcionários.

9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O serviço deve ser medido em metros cúbicos de camada acabada, cujo volume é calculado multiplicando-se as extensões obtidas a partir do estaqueamento pela área da seção transversal de projeto.

O serviço recebido e medido da forma descrita é pago conforme respectivo preço unitários contratual, nos quais se inclui o fornecimento de materiais, homogeneização da mistura em usina devidamente calibrada, perdas, carga e transporte até os locais de aplicação, descarga, espalhamento, compactação e acabamento, 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.



PREFEITURA DE PAULÍNIA - OBRAS DE INFRAESTRUTURA NO BAIRRO MORRO ALTO

Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Formação de espuma	Aquecido a 175°C		
Recuperação elástica	NBR 15086 ⁽²²⁾		
Estabilidade à estocagem	NBR 15166 ⁽²³⁾ ;	1 ensaio para cada 100 t	Resultados individuais
Ponto de amolecimento	NBR 6560 ⁽²¹⁾		
Ensaio do resíduo no RTFOT: - variação em massa - ponto de amolecimento - penetração - recuperação elástica	NBR 15235 ⁽²⁴⁾ NBR 6560 ⁽²¹⁾ NBR 6576 ⁽¹⁹⁾ NBR 15086 ⁽²²⁾		

/continua /continuação

ENSAIO	MÉTODO	FREQUÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
1.2 Agregado Graúdo				
Abrasão Los Angeles	NBR NM 51 ⁽¹⁾	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 ⁽²⁾	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	NBR 6954 ⁽³⁾	1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material.	Resultados individuais	Índice de forma $\geq 0,5$ e Partículas lamelares $\leq 10\%$



PREFEITURA DE PAULÍNIA - OBRAS DE INFRAESTRUTURA NO BAIRRO MORRO ALTO

Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Durabilidade com sulfato de sódio, em 5 ciclos	DNER ME 089 ⁽⁴⁾	1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material.	Resultados individuais	≤ 12%
Adesividade ao ligante betuminoso	NBR 12583 ⁽⁷⁾ e NBR 12584 ⁽⁸⁾	em todo carregamento que cimento asfáltico que chegar na obra e sempre que houver variação da natureza dos materiais.	Resultados individuais	Adesividade satisfatória, Adesividade PREFEITURAsatisfatória empregar melhorador
1.3 Melhorador de Adesividade				
Verificação da adesividade	NBR 12583 ⁽⁷⁾ e NBR 12584 ⁽⁸⁾	1 ensaio logo após o emprego do melhorador de adesividade	Resultados individuais	Adesividade satisfatória
1.4 Agregado Miúdo				
Equivalente Areia de cada fração do agregado miúdo	NBR 12052 ⁽⁵⁾	1 ensaio por jornada de trabalho e sempre que houver variação da natureza do agregado	Resultados individuais	≥ 55%

ENSAIO	MÉTODO	FREQUÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
2. CONTROLE DA PRODUÇÃO DA MISTURA ASFÁLTICA				
2.1 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 10 a 15 °C superior à temperatura definida para o aquecimento do ligante, desde que não supere a 177 °C



PREFEITURA DE PAULÍNIA - OBRAS DE INFRAESTRUTURA NO BAIRRO MORRO ALTO

Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Temperatura do cimento asfáltico, antes da entrada do misturador		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
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				

ENSAIO	MÉTODO	FREQUÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
2.2 Granulometria dos Agregados				
Granulometria do agregado, de cada silo quente, ou frio (usina tipo tambor-secadormisturador)	NBR NM 248 ⁽²⁵⁾	2 determinações de cada agregado por jornada de 8 h de trabalho	Controle Bilateral $X - K S \geq LIE$ e $X + K S \leq LSE$ 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



PREFEITURA DE PAULÍNIA - OBRAS DE INFRAESTRUTURA NO BAIRRO MORRO ALTO

Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Granulometria do material de enchimento (filer)	NBR NM 248 ⁽²⁵⁾	1 determinação por jornada de 8 h de trabalho	Controle Bilateral $X = X - K S \geq LIE$ 1 — $X = X + K S \leq LSE$ 1 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
2.3 Quantidade de Ligante, Granulometria da Mistura, Porcentagem de Vazios, Estabilidade, Fluência e Resistência a Compressão Diametral Estática				
Extração de ligante	ASTM D 6307 ⁽²⁶⁾ ou DNER ME 053 ⁽²⁷⁾ ou ASTM D 2172 ⁽²⁸⁾	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	Controle Bilateral $X = X - K S \geq LIE$ 1 — $X = X + K S \leq LSE$ 1 Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	± 0,3% do teor ótimo de projeto

ENSAIO	MÉTODO	FREQUÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
Análise granulométrica (com material resultante da extração com massa igual ou superior a 1.000 g)	NBR NM 248 ⁽²⁵⁾	Quantas vezes forem necessárias para calibração da usina, no mínimo 2 ensaios por jornada de 8 h de trabalho.	Controle Bilateral $X = X - K S \geq LIE$ 1 — $X = X + K S \leq LSE$ 1 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
Moldagem de corpos-de-prova Marshall, no mínimo 6 corpos-de-prova com 75 golpes, para as determinações abaixo	NBR 12891 ⁽⁹⁾	Moldagem 2 vezes por jornada de 8 h de trabalho	-	-



PREFEITURA DE PAULÍNIA - OBRAS DE INFRAESTRUTURA NO BAIRRO MORRO ALTO

Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Volume de Vazios totais Vv (%)		2 determinações por jornada de 8 h de trabalho	Controle Bilateral $X = X - K S \geq LIE$ e 1 — $X = X + K S \leq LSE$ 1 Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Camada de rolamento e reperfilagem –(3 a 5)%
Relação de Betume Vazios - RBV (%)				Camada de binder (4 a 6)%
Fluência	NBR 12891 ⁽⁹⁾			Camada de Rolamento e reperfilagem (65 a 80)% Camada de binder (65 a 75) % 8 a 16 (0,01") 2 a 4 (mm)
Estabilidade min., KN (75 golpes no Ensaio Marshall)	NBR 12891 ⁽⁹⁾	2 determinações por jornada de 8 h de trabalho	Controle Unilateral — $X = X - KS \geq LIE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	≥8
Resistência a compressão diametral estática a 25º C, MPa, mínima	NBR 15087 ⁽¹¹⁾	2 determinações por jornada de 8 h de trabalho	Controle Unilateral — $X = X - KS \geq LIE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Camada de rolamento e reperfilagem ≥ 0,80 Camada de binder ≥ 0,65

ENSAIO	MÉTODO	FREQUENCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTI- COS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
3. CONTROLE DA APLICAÇÃO DA MISTURA ASFÁLTICA				
3.1 Temperaturas				



PREFEITURA DE PAULÍNIA - OBRAS DE INFRAESTRUTURA NO BAIRRO MORRO ALTO

Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

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 ± 5 °C da indicada para início de rolagem
Temperatura da massa asfáltica, no momento do espalhamento e no início da compactação		De cada descarga efetuada		Dentro da faixa de tolerância para compactação da massa asfáltica
3.2 Quantidade de Ligante e Granulometria da Mistura				
Extração de ligante	ASTM D 6307 ⁽²⁶⁾ ou DNER ME 053 ⁽²⁷⁾ ou ASTM D 2172 ⁽²⁸⁾	2 extrações por jornada de 8 h de trabalho	Controle Bilateral $X - K S \geq LIE$ e $X + K S \leq LSE$	± 0,3% do teor ótimo de projeto
Análise granulométrica (com material resultante da extração com massa igual ou superior a 1.000 g)	NBR NM 248 ⁽²⁵⁾	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 ⁽¹⁵⁾	A cada 100 m de faixa de rolamento compactada	Média $100xd$ $GC_1 = \frac{\quad}{d_{projeto}}_{pista}$ ou $100xd$ $GC_2 = \frac{\quad}{d_{mt}}_{pista}$	O grau de compactação é aceito se: a média de $GC_1 \geq 97\%$ ou a média de $GC_2 \geq 92\%$.



PREFEITURA DE PAULÍNIA - OBRAS DE INFRAESTRUTURA NO BAIRRO MORRO ALTO

Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

ENSAIO	MÉTODO	FREQUÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
4. CONTROLE GEOMÉTRICO E ACABAMENTO				
4.1 Geométrico				
Determinação da espessura através de corpos de prova extraídos.	Extração com sonda rotativa, determinação da espessura com paquímetro	A cada 100 m de faixa de rolamento compactada.	Controle Bilateral $X = \bar{X} - K S \geq LIE$ e $X = \bar{X} + K S \leq LSE$ 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	Controle Bilateral $X = \bar{X} - K S \geq LIE$ e $X = \bar{X} + K S \leq LSE$ 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			Resultados individuais	- 2cm 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



PREFEITURA DE PAULÍNIA - OBRAS DE INFRAESTRUTURA NO BAIRRO MORRO ALTO

Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

ENSAIO	MÉTODO	FREQUÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
4.2 Acabamento				
Nivelamento com 2 réguas, uma de 3,0 m e outra de 1,20 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 ⁽²⁹⁾ DNER PRO 182 ⁽³⁰⁾ DNER PRO 173 ⁽³¹⁾	Em cada faixa de rolamento, determinado a cada trecho de 320 m, ou nos locais indicados pela fiscalização		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				
5. CONDIÇÕES DE SEGURANÇA				
Determinar a macrotextura, para camadas de rolamento, através do ensaio de macha de areia	ASTM E 1845 ⁽³²⁾	Uma determinação a cada 100 m Resultados	individuais	Altura da areia situada entre 0,6 mm a 1,2 mm
6. DEFLEXÕES				
Determinação deflectométrica, D ₀ e D ₂₅	Viga Benckelman DNER ME 24 ⁽³³⁾ Ou FWD DNER PRO 273 ⁽³⁴⁾	A cada 20 m por faixa alternada, a cada 40 m na mesma faixa, determinar D ₀ ; A cada 80 m determinar D ₂₅	Controle Unilateral — X = X + KS ≤ LSE Análise de no mínimo 15 determinações	A deflexão característica de cada sub-trecho deve ser estabelecida em projeto



Assunto

Normas e Especificações dos Serviços

Data

Dezembro / 2025

Folha

Tabela B-1 – Controle Estatístico

Parâmetro		
1 - Média aritmética da amostra ($\bar{X}$)	$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$	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
2 – Desvio-padrão da amostra (S)	$S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{N-1}}$	
Controle Unilateral		
3 – controle pelo limite inferior	$X = \bar{X} - KS \geq LIE$ Ou	
4- controle pelo limite superior	$X = \bar{X} + KS \leq LSE$	
Controle Bilateral		
5 – controle pelo limite inferior e superior	$X = \bar{X} - K_1 S \geq LIE$ e $X = \bar{X} + K_1 S \leq LSE$	

Tabela B-2 – Valores K – Tolerância Unilateral e K1 Tolerância Bilateral

N	K	K ₁	N	K	K ₁	N	K	K ₁
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	∞	0,52	0,84

/ANEXO C



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

ANEXO C – ESPECIFICAÇÃO PARA CIMENTO ASFÁLTICO

Características	Unidades	Limites				Métodos	
		CAP 3045	CAP 5070	CAP 85100	CAP 150-200	ABNT	ASTM
Penetração (100g, 5s, 25°C)	0,1 mm	30-45	50-70	85-100	150-200	NBR 6576 ⁽¹⁹⁾	D 5 ⁽³⁷⁾
Ponto de amolecimento, mín.	°C	52	46	43	37	NBR 6560 ⁽²¹⁾	D 36 ⁽³⁸⁾
Viscosidade Saybolt-Furol	s					NBR 14950 ⁽¹⁷⁾	E 102 ⁽³⁹⁾
- a 135 °C, mín.		192	141	110	80		
- a 150 °C, mín.		90	50	43	36		
- a 177 °C, mín		40-150	30-150	15-60	15-60		
Viscosidade Brookfield	cP					-	D 4402 ⁽⁴⁰⁾
- a 135 °C, SP 21 mín. 20 rpm		374	274	214	155		
- a 150 °C, SP 21 mín.		203	112	97	81		
- a 177 °C, SP 21 mín.		76-285	57-285	28-114	28-114		
Índice de susceptibilidade térmica ¹		(-1,5) a (+0,7)	(-1,5) a (+0,7)	(-1,5) a (+0,7)	(-1,5) a 100(+0,7)		
Ponto de fulgor, min.	°C	235	235	235	235	NBR 11341 ⁽²⁰⁾	D 92 ⁽⁴¹⁾
Solubilidade em tricloroetileno, min.	% massa	99,5	99,5	99,5	99,5	NBR 14855 ⁽³⁵⁾	D 2042 ⁽⁴²⁾
Ductilidade a 25°C, min.	cm	60	60	100	100	NBR 6293 ⁽³⁶⁾	D 113 ⁽⁴³⁾
Efeito do calor e do ar (RTFOT) a 163°C, 85 min							
- Variação em massa ² , Max.	%	0,5	0,5	0,5	0,5	-	D 2872 ⁽⁴⁴⁾
- Ductilidade a 25°C, min	cm	10	20	50	50	NBR 6293 ⁽³⁶⁾	D 113 ⁽⁴³⁾
- Aumento do ponto de amolecimento, max	°C	8	8	8	8	NBR 6560 ⁽²¹⁾	D 36 ⁽³⁸⁾
- Penetração retida ³ , min.	%	60	55	55	50	NBR 6576 ⁽¹⁹⁾	D 5 ⁽³⁷⁾

bservações:



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

1

$(500) (\log \text{PEN}) + (20) (T^{\circ}\text{C}) - 1951$ Índice de Susceptibilidade Térmica = $o 120 - (50) \log \text{PEN} + (T^{\circ}\text{C})$ onde:
($T^{\circ}\text{C}$) = ponto de amolecimento; PEN = penetração a 25°C, 100 g, 5 seg.

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

onde: M_{inicial} = massa antes do ensaio RTFOT; M_{final} = massa após o ensaio RTFOT

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

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

ANEXO D – ESPECIFICAÇÃO PARA CIMENTO ASFÁLTICO MODIFICADO POLÍMERO

Características	Unidades	Relação ponto de amolecimento/recuperação elástica				Método ABNT
		50/65	55/75	60/85	65/90	
Ensaio na Amostra Virgem:						
Penetração (100g, 5s, 25°C)	0,1 mm	45-70	45-70	40-70	40-70	NBR 6576 ⁽¹⁹⁾
Ponto de amolecimento, mín.	°C	50	55	60	65	NBR 6560 ⁽²¹⁾
Ponto de fulgor, mín.	°C	235	235	235	235	NBR 11341 ⁽²⁰⁾
Viscosidade Brookfield a 135°C, spindle 21, 20 rpm, máx.	cP	1500	3000	3000	3000	NBR 15184 ⁽¹⁸⁾
Viscosidade Brookfield a 135°C, spindle 21, 20 rpm, máx.	cP	1000	2000	2000	2000	NBR 15184 ⁽¹⁸⁾
Viscosidade Brookfield a 135°C, spindle 21, 20 rpm, máx.	cP	500	1000	1000	1000	NBR 15184 ⁽¹⁸⁾
Estabilidade à estocagem, máx.	°C	5	5	5	5	NBR 15166 ⁽²³⁾
Recuperação elástica a 20°C, 20 cm, mín.	%	65	75	85	90	NBR 15086 ⁽²²⁾
Ensaio no Resíduo do RTFOT:						
Variação de massa, máx.	%	1	1	1	1	NBR 15235 ⁽²⁴⁾
Aumento do ponto de amolecimento, máx.	°C	6	7	7	7	NBR 6560 ⁽²¹⁾
Redução do ponto de amolecimento, máx.	°C	3	5	5	5	NBR 6560 ⁽²¹⁾
Porcentagem de penetração original, mín.	%	60	60	60	60	NBR 6576 ⁽¹⁹⁾
Porcentagem de recuperação elástica original a 25°C, mín.	%	80	80	80	80	NBR 15086 ⁽²²⁾



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

TÍTULO

BASE DE MATERIAL FRESADO COM ESPUMA DE ASFALTO

PALAVRAS-CHAVE

Espuma de asfalto. Reciclagem a frio. Especificação.

1 OBJETIVO

Definir os critérios que orientam a execução, aceitação e medição dos serviços de reciclagem de pavimento em usina móvel com espuma de asfalto, de modo obter uma base reciclada, constituída pelos materiais de reciclagem do pavimento, aglomerante, água e adição eventualde agregados em obras rodoviárias, sob a jurisdição do Departamento de Estradas de Rodagemde São Paulo – DER/SP.

2 DEFINIÇÃO

A reciclagem de pavimento em usina móvel a frio com espuma de asfalto é o processo de restauração de pavimento executado em usina instalada o mais próximo possível do local de aplicação do material, com reaproveitamento do material fresado existente, normalmente com incorporação de parte ou de toda base existente; incorporação de cimento Portland ou cal hidratada, cimento asfáltico na forma de espuma, adição de água, e incorporação, quando necessário de agregados, espalhamento e compactação da mistura resultante, obtendo-se destaforma uma nova base do pavimento, isto é, uma base reciclada.

Espuma de asfalto é o estado temporário do Cimento Asfáltico de Petróleo, obtido a partir da injeção de ar sob pressão e pequenas quantidades de água na temperatura ambiente sobre o cimento asfáltico, aquecido em temperatura adequada para seu tipo. Esta injeção realizada no interior das câmaras de expansão ocasiona o aumento da área superficial e a redução da viscosidade do asfalto, o que promove sua forte expansão volumétrica.

Meia-vida é o intervalo de tempo, em segundos, que a espuma necessita para reduzir-se a metade do volume máximo alcançado.

Taxa de expansão é a relação entre o volume máximo do cimento asfáltico no estado espuma e o volume do CAP remanescente, após a espuma estar completamente ausente.

Relação de tensão é a relação entre a resistência à tração indireta úmida e a resistência à tração indireta seca, obtida através do ensaio de compressão diametral dos corpos de prova Marshall, a 25 °C.



Assunto Normas e Especificações dos Serviços	Data Dezembro / 2025	Folha
--	--------------------------------	-------

3 MATERIAIS

3.1 Cimento Asfáltico

Podem ser empregados cimentos asfálticos de petróleo dos tipos: CAP 50-70, CAP 85-100 ou CAP 150-200, que devem atender ao especificado no regulamento técnico ANP no 3/2005 de 11/07/2005 da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, apresentada no anexo C, ou a especificação que estiver em vigor na época de sua utilização.

3.2 Cimento Portland

A adição de cimento tem a função de auxiliar o asfalto a se dispersar, principalmente quando o material reciclado é deficiente de agregados finos. O cimento Portland deve atender às especificações do DNER EM 036 ⁽¹⁾, NBR 5732 ⁽²⁾. O cimento Portland pode ser substituído pela Cal Hidratada no projeto da mistura desde que sua utilização seja previamente aprovada pelo DER/SP e sua eficácia devidamente comprovada através de ensaios laboratoriais específicos.

A cal hidratada deve atender à especificação NBR 7175 ⁽³⁾.

3.3 Agregado Adicional

Os agregados, eventualmente incorporados ao material fresado para correção granulométrica da mistura, devem ser constituídos por pedra britada ou seixo rolado britado, que apresentem fragmentos duros, limpos, duráveis, livres do excesso de partículas lamelares ou alongadas, macios ou de fácil desintegração, assim como isentos de outras substâncias ou contaminações prejudiciais; e deve atender aos seguintes requisitos:

- a) desgaste no ensaio de abrasão *Los Angeles*, conforme NBR NM51⁽⁴⁾, igual ou inferior a 50%;
- b) equivalente de areia do agregado miúdo, conforme NBR 12052⁽⁵⁾, igual ou superior a 55%;
- c) índice de forma maior ou igual 0,5 e porcentagem de partículas lamelares inferior a 10%, conforme NBR 6954⁽⁶⁾;
- d) perda no ensaio de durabilidade, conforme DNER ME 089⁽⁷⁾, em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio, deve ser inferior a 20% e, com sulfato de magnésio, inferior a 30%.
- e) no caso de emprego de seixos rolados britados, exige-se que 90% dos fragmentos, em peso, apresentem pelo menos uma face fragmentada.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

3.4 Espuma de Asfalto

A espuma de asfalto produzida deve apresentar as seguintes características:

- taxa de expansão: mínima de 8 vezes;
- meia-vida: mínima de 6 segundos.

3.5 Água

A água deve ser isenta de teores nocivos de sais, ácidos, álcalis, de matéria orgânica ou outras substâncias prejudiciais. Deve atender aos requisitos estabelecidos pela NBR NM 137⁽⁸⁾.

3.6 Mistura Reciclada

A mistura reciclada deve atender aos seguintes requisitos:

- a) a curva granulométrica da mistura de materiais deve ser contínua e deve enquadrar-se na faixa granulométrica da tabela 1;
- b) a composição do material a ser reciclado deve possuir um mínimo de 4% de finos passantes na peneira nº 200, para que a espuma se disperse convenientemente na mistura;
- c) porcentagem de cimento Portland (ou cal hidratada) deve ser de no máximo 2%, preferencialmente 1%;
- d) o teor de asfalto a ser utilizado deve ser determinado no laboratório, em geral situa-se na faixa de 2% a 2,5%;
- e) a quantidade de água adicionada ao asfalto, usualmente está compreendida entre 2% e 4%, sobre o peso do asfalto, respeitando os valores mínimos para taxa de expansão e meia vida, indicados no projeto;
- f) a mistura deve apresentar resistência à tração indireta seca mínima de 0,225 MPa e resistência à tração indireta saturada mínima de 0,10 MPa, ambas a 25 °C e após 72 horas de cura;
- g) relação de tensão mínima de 50%.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Tabela 1 – Faixa Granulométrica

Peneira de Malha Quadrada		Porcentagem passando, em massa (%)	Tolerância da faixa de projeto (%)
ASTM	mm		
2"	50	100	
1 ½"	37,5	87 – 100	± 8
1"	25	76 – 100	± 8
¾"	19	65 – 100	± 8
1/2"	12,7	55 – 90	± 8
3/8"	9,5	46 – 76	± 8
Nº 4	4,8	35 – 62	± 8
Nº 10	2	25 – 47	± 5
Nº 40	0,42	11 – 25	± 5
Nº 80	0,175	6 – 17	± 5
Nº 200	0,075	4 – 12	± 3

3.6.1 Determinação da Composição da Mistura Reciclada

Para definição do projeto de mistura dos agregados devem ser efetuadas coletas de amostras do material fresado, dos agregados adicionais e do cimento Portland (ou cal hidratada) conforme item 3.2):

- determinação da granulometria de cada material a ser empregado (RAP – que é o material resultante da fresagem, pó de pedra e filler);
- determinação do percentual de cada material na mistura para enquadramento na faixa granulométrica da Tabela 1;
- determinação do teor de betume da mistura reciclada;

3.6.2 Porcentagem de Agregado Adicional



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

A porcentagem de agregado adicional é definida como sendo a relação entre a massa de agregados secos adicionais e a massa da mistura final.

3.6.3 Porcentagem de Cimento

A porcentagem de cimento (ou cal hidratada) é definida como sendo a relação entre a massa de cimento e a massa da mistura final.

4 EQUIPAMENTOS

Antes do início dos serviços todo equipamento deve ser examinado e aprovado pelo DER/SP.

O equipamento básico para a execução da reciclagem em usina à frio com espuma de asfalto compreende as seguintes unidades:

- a) a fresadora deve possuir as seguintes características:
 - possuir comando hidráulico que permita variações na espessura de fresagem, bem como meios de ajustes para compensação das inclinações transversais, e ser capaz de cortar em uma única passada a profundidade de no mínimo 12 cm;
- b) a usina de reciclagem do tipo KMA ou similar deve possuir as seguintes características:
 - a reciclagem do material deve ser realizada em equipamento apropriado para esta finalidade, do tipo “usina a frio com sistema de espuma de asfalto;
 - o equipamento deve dispor de silos dotados de peneiras vibratórias e dispositivos de controle de pesagem dos insumos, inclusive de injeção de cal ou cimento Portland. Também deve ser dotada de câmaras de expansão para formação e espargimento da espuma de asfalto, assim como, de sistema para injeção de água para controle da umidade de compactação.
- c) equipamentos complementares para a usinagem do material:
 - pá carregadeira, para abastecimento dos silos da usina;
 - caminhão basculante, para remanejamento dos materiais;
 - caminhão tanque para abastecimento de água do reservatório da usina;
 - caminhão para transporte de material asfáltico, dotado de sistema de aquecimento térmico compatível com as temperaturas de aquecimento requeridas;
- d) equipamento para espalhamento e acabamento:
 - motoniveladora pesada ou vibro-acabadora de asfalto para distribuição do material na pista;
 - pás, garfos e rodos metálicos para acabamento e operações eventuais.
- e) equipamentos para compressão:



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

- rolo vibratório autopropelido tipo pé-de-carneiro pata curta;
- rolo pneumático de pressão variável;
- rolo metálico liso, rolo tipo tandem vibratório.

5 EXECUÇÃO

5.1 Considerações Iniciais

A execução do serviço compreende a fresagem do pavimento asfáltico, usinagem através de mistura e homogeneização do material fresado, incluindo a incorporação de material virgem para correção granulométrica, filler (cimento Portland ou cal hidratada), água e espuma de asfalto, de acordo com o projeto de dosagem estabelecido, e o carregamento do material usinado em caminhões basculantes, transporte, distribuição sobre a pista e compactação, em conformidade com os alinhamentos e cotas definidos no projeto de engenharia.

Antes do início dos serviços 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 a reciclar. Após comprovação da espessura das camadas e a aceitação da mistura, por atender aos limites definidos nesta especificação pela fiscalização, as atividades de reciclagem em usina podem ter seu início.

No caso de rejeição dos serviços no trecho experimental, por desempenho insatisfatório quanto aos limites especificados nos ensaios ou incorreção na espessura reciclada, o trecho experimental deve ser refeito, as expensas do contratado.

Devem ser definidos, durante a execução do trecho experimental, os tipos de equipamentos, atécnica de compactação mais adequada, o número de coberturas necessárias à obtenção do grau de compactação especificado.

5.2 Reciclagem do Material

A mistura e a incorporação dos materiais devem ser feitas nas seguintes condições:

- a) abastecimento com auxílio de pá carregadeira de um dos dois silos da usina com material resultante da fresagem de pavimentos (RAP);
- b) abastecimento com auxílio de pá carregadeira do segundo e último silo com material pétreo virgem, com a finalidade de correção da granulometria final do material usinado, para conformidade com o projeto de dosagem;
- c) introdução de cal hidratada ou cimento Portland na mistura por meio de sistema de injeção de filler da própria usina;
- d) introdução da espuma de asfalto.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Devem ser atendidas as exigências complementares especificadas no projeto, no que se refere à qualidade da espuma, medidas pela taxa de expansão e meia-vida.

5.3 Espalhamento do material na pista

O material usinado deve ser transportado para o local de espalhamento por intermédio de caminhões basculantes e despejado diretamente sobre a pista, no caso de espalhamento com auxílio de motoniveladora; ou preferencialmente, despejado no silo do equipamento, no caso da opção pelo espalhamento com vibroacabadora, atendendo às cotas e espessuras especificadas em projeto. Antes do espalhamento da mistura usinada deve ser procedida a limpeza e remoção da água sobre a faixa em execução.

Devem ser tomadas as devidas precauções, a fim de evitar processos de segregação da mistura usinada.

Em função da espessura projetada de material usinado, a base deve ser executada em uma ou mais camadas, para que seja capaz de realizar e atingir a compactação requerida.

5.4 Compactação e proteção da base

Os serviços devem ser executados de acordo com os procedimentos seguintes:

- a) O equipamento de compactação deve ter dimensões, forma e massa adequadas, de modo a se obter a massa específica aparente máxima prevista para a mistura. A compactação deve ser iniciada pela borda mais baixa da faixa e prosseguindo até a borda mais elevada da faixa, sobrepondo-se as passadas sucessivas, de modo que a faixa em execução seja uniformemente compactada em toda a sua largura;
- b) A compactação deve ser iniciada, preferencialmente, com emprego de rolo vibratório;
- c) A compactação deve ser finalizada, de preferência, com o emprego de rolo pneumático que assegure a obtenção da massa específica aparente indicada no projeto da mistura reciclada, em toda a espessura da camada compactada;
- d) A espessura da camada deve ser conduzida de modo que a espessura compactada final seja de no máximo 20 cm e nunca inferior a 12 cm;
- e) Durante as operações finais de compactação devem ser tomadas as medidas necessárias para que a camada superficial seja mantida na umidade ótima, ou ligeiramente acima, recorrendo-se a pequenas adições de água, se preciso for, e procedendo-se nova homogeneização com equipamento adequado;
- f) A energia de compactação deve ser, no mínimo, a do ensaio Proctor Modificado, correspondente à massa específica aparente seca máxima;
- g) A proteção da base deve ser efetuada com material asfáltico, observada a norma DNIT 145/2012-ES;



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

- h) A pintura de proteção só pode ser considerada como pintura de ligação (tack-coat) se, por ocasião da aplicação do revestimento asfáltico, se encontrar em condições decumprir os requisitos necessários e livre de pó ou material estranho;
- i) A base reciclada só pode ser aberta ao tráfego após a conclusão da compactação e deacordo com o estabelecido no projeto.

5.5 Acabamento

O acabamento é executado mediante o emprego de motoniveladora, atuando exclusivamenteem operação de corte. Não é permitida a correção de depressões pela adição de material.

A superfície da base deve ser compactada até que se apresente lisa e isenta de partes soltas ousulcadas.

5.6 Cura

A superfície da base reciclada com espuma de asfalto deve ser protegida contra a evaporação da água por meio de imprimação. A película protetora deve ser aplicada em quantidade suficiente para construir uma membrana contínua. Este procedimento deve ser executado imediatamente após o término da compactação.

No caso de emprego de material betuminoso, este deve ser usado de acordo com a especificação de imprimação betuminosa impermeabilizante ou ligante do DER/SP, não devendo ser aberto ao tráfego até que a imprimação esteja completamente curada.

A pintura de proteção só deve ser considerada como pintura de ligação se, por ocasião da aplicação do revestimento asfáltico possuir condições de cumprir os requisitos necessários e estar livre de pó ou material estranho.

5.7 Abertura ao Tráfego

A base reciclada com espuma de asfalto não possui coesão adequada logo após a compactação,e caso seja necessário a abertura da camada, esta deve ser protegida contra danos que podemser causados pela ação do tráfego. Assim sendo, executa-se um Fog-spray (névoa de emulsãorecortada) e espalha-se pó de pedra sobre a superfície reciclada. Este procedimento deve ser executado imediatamente após o término da compactação.

A base reciclada com espuma de asfalto deve ser submetida à ação do tráfego somente após decorrido o tempo necessário para a saída de 50% da água da umidade de compactação, que varia entre 3 a 5 dias, de forma que eventuais deficiências que a base venha apresentar sejam sanadas antes da aplicação da aplicação da camada final.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

6 CONTROLE

6.1 Controle dos Materiais

6.1.1 Cimento Asfáltico

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

- um ensaio de penetração a 25 °C, conforme NBR 6576 ⁽¹⁰⁾;
- um ensaio de viscosidade de *Saybolt Furol*, conforme NBR 14950⁽¹¹⁾.

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

Todo o carregamento de ligante 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.

6.1.2 Cimento Portland

Ensaio da determinação da finura, conforme NBR 11579(12) a cada 600m³ de mistura a ser reciclada, ou quando houver dúvidas sobre a sua sanidade.

Na substituição do cimento Portland por cal hidratada, deve ser retirada amostra de acordo com a Norma NBR 6471:1998 e realizados os ensaios exigidos na norma NBR 7175:2003.

6.1.3 Agregado Adicional

- abrasão *Los Angeles*, conforme NBR NM 51⁽³⁾: um ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;
- índice de forma e porcentagem das partículas lamelares, conforme NBR 6954⁽⁵⁾: um ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;
- durabilidade conforme DNER ME 089⁽⁶⁾: 1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;

Para agregado miúdo, determinar o equivalente de areia, conforme NBR 12052⁽⁴⁾: um ensaio por jornada de 8 horas de trabalho e sempre que houver variação da natureza do material.

6.1.4 Água



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Deve ser examinada sempre que houver dúvida sobre a sua sanidade, conforme NBR NM137⁽⁷⁾.

6.2 Controle da Produção e Execução

6.2.1 Controle da Base Reciclada

O controle da produção das características da mistura reciclada e de execução deve ser feito pelas seguintes determinações:

- a) temperatura do cimento asfáltico no tanque, duas determinações por jornada de 8 horas trabalho, espaçadas de no mínimo 4 horas;
- b) determinação da taxa de expansão e meia vida da espuma, após o equipamento entrar em ritmo constante de operação, duas determinações por jornada de 8hs trabalho, espaçadas de no mínimo 4 horas;
- c) teor de umidade, imediatamente antes do espalhamento para compactação, pelo método expedito da frigideira, a cada 500 m²;
- d) moldagem de seis corpos de prova Marshall, com 75 golpes por face, para determinação da resistência à tração indireta por compressão diametral para condições seca e saturada, a 25 °C, determinada conforme DNER ME 138⁽¹⁷⁾, após período de cura de 72 horas em estufa a 60 °C, uma determinação por jornada de 8 horas de trabalho;
- e) determinação da densidade seca máxima e umidade ótima, na energia modificada, conforme NBR 7182⁽⁹⁾, um ensaio a cada 500 m², e sempre que a mistura encontra-se fora da faixa granulométrica;
- f) determinação do teor de cimento Portland (ou cal hidratada) incorporado à mistura, obtido através da diferença entre o teor obtido no ensaio de extração e o teor encontrado na fase de dosagem, preferencialmente conforme ASTM D 6307⁽¹⁴⁾ ou DNER ME 053⁽¹⁵⁾ ou extração por refluxo Soxhlet de 1.000 ml, ou conforme ASTM D 2172⁽¹⁶⁾, uma determinação a cada 500 m²;
- g) granulometria da mistura reciclada com material resultante das extrações da alínea f; conforme NBR NM 248⁽¹³⁾;
- h) determinação do teor de umidade, da massa específica aparente seca *in situ*, conforme NBR 7185⁽¹⁸⁾ e o respectivo do grau de compactação imediatamente após a conclusão da camada, a cada 500 m², a partir dos resultados da alínea e;
- i) extração de corpos de prova com sonda rotativa de 6" de diâmetro, para análise visual da integridade e homogeneidade da camada, uma extração a cada 1.800 m², após o período de cura.

6.3 Controle Geométrico e de Acabamento



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

6.3.1 Controle de Espessura e 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 em dois pontos intermediários.

6.3.2 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 semiplataforma ou faixa reciclada deve ser determinada por medidas à trena executadas pelo menos a cada 20 m.

6.3.3 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.

6.4 Deflexões

Deve-se verificar as deflexões recuperáveis máximas (D0) da camada, após 7 dias de cura, a cada 20 m por faixa alternada e 40 m na mesma faixa, através da viga *Benkelman*, conforme DNER ME 024⁽¹⁹⁾, ou FWD, *Falling Weight Deflectometer*, de acordo com DNER PRO 273⁽²⁰⁾.

É importante salientar que a camada reciclada executada entrará em processo de aumento de coesão e conseqüentemente acréscimo em sua resistência por um período de até 7 meses da sua execução. Desta forma, suas medidas de deflexão tenderão a diminuir gradativamente até sua total estabilização. A camada final de revestimento pode ser executada logo após a saída de 50% da água de umidade ótima de compactação.

7 ACEITAÇÃO

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde que atendam simultaneamente as exigências de materiais, de produção e execução, estabelecidas nesta especificação, e discriminadas a seguir.

7.1 Materiais

7.1.1 Cimento Asfáltico

O cimento asfáltico utilizado é aceito desde que atenda a legislação em vigor para cimentos asfálticos, da ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis -anexo C, ou a legislação que estiver em vigor na ocasião de sua utilização.

7.1.2 Cimento Portland



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Todo carregamento de cimento que chegar à obra deve vir acompanhado de certificado de qualidade que ateste a qualidade do material e o atendimento às especificações DNER EM 036(1) e NBR 5732(2). Os resultados individuais de resíduos retidos na peneira de abertura 0,075, devem ser no máximo 10% para o cimento Portland de alto forno, e de no máximo 15% para o cimento comum.

Na adoção de Cal Hidratada, todo carregamento que chegar à obra deve vir acompanhado de certificado de qualidade que ateste a qualidade do material e o atendimento às especificações da norma NBR 7175:2003.

7.1.3 Agregados Adicionais

Os agregados adicionais graúdos são aceitos desde que os resultados individuais de abrasão *Los Angeles*, índice de forma, lamelaridade e durabilidade atendam aos estabelecidos no item 3.3.

Para os agregados miúdos deve ser realizado o seguinte ensaio: determinação do equivalente de areia (DNER-ME 054/97) em cada dia de trabalho.

7.1.4 Água

A água utilizada é aceita desde que seja isenta de teores nocivos de sais, ácidos, álcalis, de matéria orgânica ou outras substâncias prejudiciais, e atenda a NBR NM 137⁽⁷⁾.

7.2 Produção e Execução

7.2.1 Temperatura do Cimento Asfáltico

A tolerância admitida para variação da temperatura é ± 3 °C em relação à temperatura especificada para a formação de espuma de asfalto.

7.2.2 Teor de Cimento Asfáltico

Os teores de cimento asfáltico incorporados devem ser analisados estatisticamente para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras, através do controle bilateral, de acordo com o anexo B. As tolerâncias admitidas para variação do teor são de $\pm 0,4$ pontos percentuais do teor ótimo de ligante do projeto da mistura.

7.2.3 Granulometria da Mistura

Os resultados da granulometria da mistura devem ser analisados estatisticamente para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras, através do controle bilateral, anexo B. A granulometria da mistura deve estar compreendida dentro dos limites de faixa A ou B da tabela 1, item 3.6.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

7.2.4 Taxa de Expansão e Meia-Vida da Espuma de Asfalto

Os resultados individuais de expansão e meia vida da espuma de asfalto devem atender ao prescrito no projeto de dosagem.

7.2.5 Resistência à Tração

Os resultados individuais de resistência à tração indireta por compressão diametral na condição seca e saturada devem possuir, no mínimo, 0,4 MPa e 0,2 MPa, respectivamente.

7.2.6 Compactação

O grau de compactação é aceito desde que não sejam obtidos valores individuais inferiores a 100%, ou os resultados da análise feita estatisticamente para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras, através da equação 3 do anexo B, sejam iguais ou superiores a 100%.

7.2.7 Homogeneidade da Camada

As condições de homogeneidade e integridade da camada reciclada, avaliadas em bases visuais nos corpos de prova extraídos, serão aceitas desde que sejam consideradas satisfatórias.

7.2.8 Geometria e Acabamento

Os serviços executados são aceitos quanto à geometria desde que:

- a) os resultados individuais da semi-largura da plataforma ou faixa reciclada, não apresente valores inferiores aos previstos para a camada; e os desvios verificados no alinhamento não excedam a +10 cm;
- b) a espessura determinada estatisticamente, por controle bilateral, conforme equações 3 e 4 anexo B, devem apresentar variações de $\pm 0,02$ m da espessura de projeto;
- c) não são tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo de $\pm 0,03$ m em relação à espessura de projeto;

O acabamento da superfície reciclada é aceita desde que a variação máxima entre dois pontos de contato de qualquer uma das réguas e a superfície da camada seja inferior a 0,5 cm.

7.3 Deflexões

A deflexão característica de cada sub-trecho determinada de acordo equação 4 do anexo B, para número mínimo 15 determinações, deve ser a estabelecida em projeto.

8 CONTROLE AMBIENTAL

Os procedimentos de controle ambiental referem-se à proteção de corpos d'água, da vegetação litorânea e da segurança viária.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

A seguir são apresentados os cuidados e providências para proteção do meio ambiente, a serem observados no decorrer da execução da reciclagem de pavimento *in situ*, com espuma de asfalto.

8.1 Exploração de Ocorrência de Materiais

Devem ser observados os seguintes procedimentos na exploração das ocorrências de materiais:

- a) para as áreas de apoio, necessárias à execução dos serviços, devem ser observadas as normas ambientais vigentes no DER/SP;
- b) o material somente será aceito após a executante apresentar a licença ambiental de operação da pedreira e areal;
- c) não é permitida a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação permanente ou de proteção ambiental;
- d) não é permitida a exploração de areal em área de preservação permanente ou de proteção ambiental;
- e) deve-se planejar adequadamente a exploração dos materiais, de modo a minimizar os impactos decorrentes da exploração e facilitar a recuperação ambiental após o término das atividades exploratórias;
- f) caso seja necessário promover o corte de árvores, para instalação das atividades, deve ser obtida autorização dos órgãos ambientais competentes; os serviços devem ser executados em concordância com os critérios estipulados pelos órgãos ambientais constante nos documentos de autorização. Em hipótese alguma, será admitida queima de vegetação ou mesmo dos resíduos do corte: troncos e árvores;
- g) deve-se construir, junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água;
- h) caso os agregados britados sejam fornecidos por terceiros, deve-se exigir documentação que ateste a regularidade das instalações, assim como sua operação, junto ao órgão ambiental competente;
- i) instalar sistemas de controle de poluição do ar, dotar os depósitos de estocagem de agregados de proteção lateral e cobertura para evitar dispersão de partículas, dotar o misturador de sistema de proteção para evitar emissões de partículas para a atmosfera.

8.2 Estocagem de CAP e Agregados

A estocagem de CAP e agregados deve ser feita em local pré-estabelecido e controlado. Caso seja necessário a instalação de canteiro de obras, este deve ser cadastrado conforme a legislação vigente.

- a) os locais de estocagem e estacionamento de caminhões tanques devem ser afastados de cursos d'água, vegetação nativa ou áreas ocupadas;



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

- b) no local de estacionamento e manutenção dos caminhões tanques devem ser instalados dispositivos para retenção de pequenos vazamentos;
- c) os tanques de CAP devem ser instalados dentro de tanques periféricos, para retenção do produto em casos de vazamentos;
- d) os silos de estocagem de agregados devem ser dotados de proteções laterais, para evitar a dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento;
- e) as áreas de estocagem, de estacionamento e de manutenção de equipamentos devem ser recuperadas ambientalmente, quando da desmobilização das atividades.

8.3 Execução

Durante a execução devem ser observados os seguintes procedimentos:

- a) deve ser implantada a sinalização de alerta e de segurança de acordo com as normas pertinentes aos serviços;
- b) executar os serviços preferencialmente em dias secos, de modo a evitar poluir os cursos d'água pelas águas das chuvas;
- c) deve ser proibido o tráfego dos equipamentos fora do corpo da estrada para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural;
- d) caso haja necessidade de estradas de serviço fora da faixa de domínio, deve-se proceder o cadastro de acordo com a legislação vigente;
- e) as áreas destinadas ao estacionamento e manutenção dos veículos devem ser devidamente sinalizadas, localizadas e operadas de forma que os resíduos de lubrificantes ou combustíveis não sejam carregados para os cursos d'água. As áreas devem ser recuperadas ao final das atividades;
- f) todos os resíduos de lubrificantes ou combustíveis utilizados pelos equipamentos, seja na manutenção ou operação dos equipamentos, devem ser recolhidos em recipientes adequados e dada a destinação apropriada;
- g) os resíduos dos produtos utilizados devem ser acumulados em locais pré-definidos e livres de restrições ambientais. No encerramento das atividades devem ser removidos em recipientes apropriados para o canteiro de obras;
- h) é proibida a deposição irregular de sobras de materiais utilizado na reciclagem do pavimento junto ao sistema de drenagem lateral, evitando seu assoreamento, bem como o soterramento da vegetação;
- i) é obrigatório o uso de EPI, equipamentos de proteção individual, pelos funcionários.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O serviço deve ser medido em metros cúbicos de camada acabada, cujo volume é calculado multiplicando-se as extensões obtidas a partir do estaqueamento pela área da seção transversal de projeto.

O serviço recebido e medido da forma descrita é pago conforme o respectivo preço unitário contratual, no qual está incluso: corte de material, fornecimento, carga e transporte de material até locais de aplicação, produção da mistura reciclada, perdas, espalhamento, compactação e acabamento; 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.

ANEXO A – TABELAS DE CONTROLE



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

1. CONTROLE DOS MATERIAIS				
ENSAIO	MÉTODO	FREQÜÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
1.1 Cimento Asfáltico				
Penetração a 25 °C	NBR 6576 ⁽¹⁰⁾	Para todo carregamento que chegar a obra	Resultados Individuais	Ver especificação dos Cimentos Asfálticos – anexo C, ou regulamentação em vigor
Viscosidade de Saybolt-Furol	NBR 14950 ⁽¹¹⁾			
1.2 Cimento Portland				
Finura	NBR 11579 ⁽¹²⁾	1 determinação a cada 600m³ de mistura a ser reciclada, ou quando houver dúvida sobre a sua sanidade.	Resultados Individuais	Cimento Portland de alto forno deve possuir resíduo na peneira 0,074 ≤ 10% Cimento Comum, deve possuir resíduo na peneira 0,074 ≤ 15%
Todo carregamento de cimento que chegar a obra deve vir acompanhado de certificado de qualidade que ateste a qualidade do material e o atendimento as especificações DNER-ME 036 ⁽¹⁾ e NBR 5732 ⁽²⁾ .				
1.3 Agregado Graúdo				
Abrasão Los Angeles	NBR NM 51 ⁽³⁾	1 ensaio, no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material	Resultados individuais	≤ 50%
Índice de forma e índice de partículas lamelares	NBR 6954 ⁽⁵⁾		Resultados individuais	Índice de forma > 0,5 e Partículas lamelares <10%
Durabilidade	DNER ME 089 ⁽⁸⁾		Resultados individuais	≤ 12%
1.4 Agregado Miúdo				
Equivalente de areia	NBR 12052 ⁽⁴⁾	1 ensaio por jornada de 8 h de trabalho e sempre que houver variação da natureza do material	Resultados individuais	≥ 55%

/continua



PREFEITURA DE PAULÍNIA - OBRAS DE INFRAESTRUTURA NO BAIRRO MORRO ALTO

Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

/continuação

ENSAIO	MÉTODO	FREQÜÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
1.5 Água				
Qualidade da água	NBR NM 137 ⁽⁷⁾	Sempre que houver dúvida sobre a sua sanidade	Resultados individuais	Ser isenta de teores nocivos de sais, ácidos, álcalis, matéria orgânica ou outras substâncias nocivas
2.CONTROLE DE PRODUÇÃO e EXECUÇÃO				
2.1 Material Fresado				
granulometria do material fresado	NBR NM 248 ⁽¹³⁾	Uma determinação em cada sub-trecho homogêneo, com no mínimo uma determinação a cada 3.500 m² de pista.	Resultados Individuais	Parâmetro de controle e ajuste da produção
teor de umidade, após a passagem da acabadora	Método expedito da frigideira			
2.2 Execução				
Temperatura do cimento asfáltico, no tanque	Termômetro bimetálico com precisão de 2 °C	3 determinações durante a jornada de 8hs de trabalho, espaçadas de no mínimo 4 horas	Resultados individuais	tolerância ± 3°C da temperatura fixada na dosagem
Taxa de expansão da espuma de asfalto	Visual em balde graduado	Após o equipamento entrar em ritmo constante de operação, duas determinações por jornada de 8hs trabalho, espaçadas de no mínimo 4 horas	Resultados Individuais	Atender a dosagem
Meia vida da espuma de asfalto				
Medida da espessura do corte	Medida de trena	Imediatamente após a passagem da recicladora, a cada 30m.	Resultados Individuais	Tolerância máxima admitida é de ± 1% da definida em projeto
Teor de umidade, após a passagem da acabadora	Método expedito da frigideira	1 determinação a cada 500 m².	Resultados Individuais	Tolerância máxima admitida é de ± 1% do teor ótimo da mistura

/continua



PREFEITURA DE PAULÍNIA - OBRAS DE INFRAESTRUTURA NO BAIRRO MORRO ALTO

Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

/continuação

ENSAIO	MÉTODO	Frequência	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
Moldagem de 6 corpos de prova, com 75 golpes por face Determinação da resistência à tração indireta a compressão diametral nas condições seca e saturada a 25°C, após período de cura de 72 horas em estufa a 60°C.	DNER ME 138 ⁽¹⁷⁾	1 determinação a cada 8hs de jornada de trabalho.	Resultados Individuais	Na condição seca mín 0,4 MPa Na condição saturada mín 0,2 MPa
Ensaio de compactação, na energia modificada	NBR 7182 ⁽⁹⁾	1 determinação a cada 500 m² e sempre que a curva granulométrica se encontrar fora da faixa de trabalho.	Resultados Individuais	Parâmetro de controle
Determinação do teor de cimento asfáltico incorporado na mistura, obtido através da diferença entre o teor obtido no ensaio de extração, e o teor encontrado nas amostras coletadas na fase de dosagem	Extração do asfalto ASTM D 6307 ⁽¹⁴⁾ ou DNER ME 053 ⁽¹⁵⁾ ou ASTM D 2172 ⁽¹⁶⁾	1 determinação a cada 500 m².	Resultados Individuais	± 0,4% do teor ótimo
Granulometria da mistura	NBR NM 248 ⁽¹³⁾	1 determinação a cada 500 m², com material resultante das extrações de asfalto.	Controle Bilateral $\bar{X} - K_1 S \geq LIE$ $\bar{X} + K_1 S \leq LSE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	A granulometria da mistura deve estar compreendida dentro dos limites de faixa A ou B da tabela 1, item 3.6

/continua



PREFEITURA DE PAULÍNIA - OBRAS DE INFRAESTRUTURA NO BAIRRO MORRO ALTO

Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

/continuação

ENSAIO	MÉTODO	FREQÜÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
Determinação da massa específica aparente "in situ" e o respectivo grau de compactação	NBR 7185 ⁽¹⁸⁾	Imediatamente após a conclusão da camada, 1 determinação a cada 500 m ²	$X = \bar{X} - KS \geq LIE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Resultados Individuais $GC \geq 100\%$ ou $GC_{est} \geq 100\%$
Análise visual da integridade e homogeneidade da camada.	Extração com sonda rotativa de 6" de diâmetro	1 extração a cada 1.800 m ²	Resultados Individuais	Sejam consideradas satisfatórias
4. CONTROLE GEOMÉTRICO E ACABAMENTO				
Espessuras e cotas	Relocação e Nivelamento da seção transversal Medidas de trena	A cada 20m, no eixo, bordas e dois pontos intermediários.	Resultados individuais	Variação no eixo longitudinal e das cotas das bordas, nas seções transversais não devem ser superiores a - 2,0 à +1,0cm das cotas de projeto Variação máxima admitida na espessura é de 10% da espessura de projeto, em qualquer ponto da camada;
Largura e alinhamentos da plataforma		A cada 20 m	Resultados individuais	Não se admite valores para semi-largura inferiores aos previstos em projeto

/continua



PREFEITURA DE PAULÍNIA - OBRAS DE INFRAESTRUTURA NO BAIRRO MORRO ALTO

Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

/conclusão

ENSAIO	MÉTODO	FREQÜÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
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 contado, de qualquer uma das réguas e a superfície da camada é de 0,5cm.
5. DEFLEXÕES				
Determinação das deflexões	Viga Benckelman DNER ME 24 ⁽¹⁹⁾ ou FWD DNER PRO 273 ⁽²⁰⁾	A cada 20 m por faixa alternada, a cada 40 m na mesma faixa, determinar D_0 ;	Controle Unilateral $\bar{X} + KS \leq LSE$ Análise de no mínimo 15 determinações	A deflexão característica de cada sub-trecho deve ser a estabelecida em projeto

/ANEXO B



Assunto
Normas e Especificações dos Serviços

Data
Dezembro / 2025

Folha

ANEXO B – CONTROLE ESTATÍSTICO

Tabela B-1 – Controle Estatístico

Parâmetro		
1 - Média aritmética da amostra ($\bar{X}$)	$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$	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
2 – Desvio-padrão da amostra (S)	$s = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{N-1}}$	
Controle Unilateral		
3 – controle pelo limite inferior	$X = \bar{X} - KS \geq LIE$ Ou	
4- controle pelo limite superior	$X = \bar{X} + KS \leq LSE$	
Controle Bilateral		
5 – controle pelo limite inferior e superior	$X = \bar{X} - K_1 S \geq LIE$ e $X = \bar{X} + K_1 S \leq LSE$	

Tabela B-2 – Valores K – Tolerância Unilateral e K1 Tolerância Bilateral

N	K	K ₁	N	K	K ₁	N	K	K ₁
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	∞	0,52	0,84

/ANEXO C



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

ANEXO C – ESPECIFICAÇÃO PARA CIMENTO ASFÁLTICO

Características	Unidade	Limites				Métodos	
		CAP 30- 45	CAP 50- 70	CAP 85- 100	CAP 150- 200	ABNT	ASTM
Penetração (100g, 5s, 25°C)	0,1 mm	30-45	50-70	85-100	150-200	NBR 6576(6)	D 5(15)
Ponto de amolecimento, mín.	°C	52	46	43	37	NBR 6560(9)	D 36(16)
Viscosidade Saybolt-Furol	s					NBR 14950(7)	E 102(17)
- a 135 °C, mín.		192	141	110	80		
- a 150 °C, mín.		90	50	43	36		
- a 177 °C, mín.		40-150	30-150	15-60	15-60		
Viscosidade Brookfield	cP					-	D 4402(18)
- a 135 °C, SP 21 mín. 20rpm		374	274	214	155		
- a 150 °C, SP 21 mín.		203	112	97	81		
- a 177 °C, SP 21 mín.		76-285	57-285	28-114	28-114		
Índice de susceptibilidade térmica ¹		(-1,5) a (+0,7)	(-1,5) a (+0,7)	(-1,5) a (+0,7)	(-1,5) a 100(+0,7)		
Ponto de fulgor, min.	°C	235	235	235	235	NBR 11341(8)	D 92(19)
Solubilidade em tricloroetileno, min.	% massa	99,5	99,5	99,5	99,5	NBR 14855(13)	D 2042(20)
Ductilidade a 25°C, min.	cm	60	60	100	100	NBR 6293(14)	D 113(21)



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Efeito do calor e do ar (RTFOT) a 163°C, 85 min							
- Variação em massa ² , Max.	%	0,5	0,5	0,5	0,5	-	D 2872(22)
- Ductilidade a 25°C, min	cm	10	20	50	50	NBR 6293(23)	D 113(23)
- Aumento do ponto de amolecimento, max	°C	8	8	8	8	NBR 6560(9)	D 36(16)
- Penetração retida ³ , min.	%	60	55	55	50	NBR 6576(6)	D 5(15)

Observações:

$$1 \text{ Índice de Susceptibilidade Térmica} = \frac{(500) (\log \text{PEN}) + (20) (T^{\circ} \text{C})}{120 + (50) \log \text{PEN} + (T^{\circ} \text{C})} \geq 1951$$

onde: (T°C) = ponto de amolecimento; PEN = penetração a 25°C, 100 g, 5 seg. ²

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

onde: Minicial = massa antes do ensaio RTFOT; Mfinal = massa após o ensaio RTFOT ³

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

onde: PENinicial = penetração antes do ensaio RTFOT; PENfinal = penetração após o ensaio RTFOT



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA – “TUNNEL LINER”

1 OBJETIVO

Definir os critérios que orientam o fornecimento de materiais, execução e aceitação da construção de túneis para drenagem em tubo de aço corrugado.

2 DEFINIÇÃO

Os túneis em tubo de aço corrugado, executados pelo método não destrutivo, são túneis escavados que possuem como elemento estrutural as chapas de aço corrugado, que conferem à seção transversal forma circular, ovóide ou elíptica.

Os túneis de aço corrugado podem ser classificados em:

- a) quanto à forma da seção:
 - seção circular, ovóide, elíptica.
- b) quanto ao número de linhas:
 - simples, duplos, triplos, etc
- c) quanto ao seu revestimento
 - sem revestimento, galvanizado ou revestido de epóxi.

3 MATERIAL

3.1 Tubos de Aço Corrugado

Os tubos utilizados em processos não destrutivos devem ser do tipo de encaixe de chapas corrugadas, nas dimensões e resistências indicadas no projeto. O aço das chapas deve obedecer à NBR NM 146-1(1).

As chapas de aço corrugado devem possuir revestimento especificado em projeto, em função da agressividade do meio, e das características dos líquidos a serem conduzidos. O revestimento pode ser galvanizado, epóxi ou sem revestimento, para posterior concretagem.

Os elementos de fixação, parafusos, porcas ou grampos especiais, devem ser fornecidos com o mesmo tratamento, epóxi e galvanizado, a que for submetida a chapa do tubo metálico.

3.2 Material de Enchimento

O espaço vazio resultante da escavação do maciço e a parede externa da chapa metálica deve ser preenchido com argamassa de forma a impedir o recalque na interface tubulação- aterro e dificultar a corrosão da chapa. A argamassa de areia e cimento de traço 1:2 deve possuir a consistência adequada para a injeção e preenchimento dos vazios.

A areia deve satisfazer as exigências da NBR 7211(2) e o cimento a NBR 5732(3).

4 EQUIPAMENTOS

Os equipamentos necessários aos serviços de fornecimento e instalação de túneis em aço corrugado



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

compreendem:

- a) caminhão com grua ou;
- b) caminhão de carroceria fixa ou basculante;
- c) betoneira ou caminhão-betoneira;
- d) pá-carregadeira;
- e) depósito de água;
- f) carrinho de concretagem;
- g) retroescavadeira ou valetadeira;
- h) compactador portátil, manual ou mecânico;
- i) ferramentas manuais.

5 EXECUÇÃO

Os procedimentos executivos para a execução do túnel aqui descritos são genéricos, incluem todas as fases e sistemas constituintes do processo. Em função das características locais e do diâmetro do tubo, algumas dessas fases e sistemas podem ser suprimidos, bem como outros procedimentos podem ser incorporados.

5.1 Generalidades

Deve ser locado o eixo do túnel, pontos de inflexão, os poços de visita, caixas etc.

5.2 Cálculo Estrutural

A espessura da chapa utilizada na estrutura deve ser determinada em função do tipo de solo a ser escavado e do diâmetro do túnel, deve obedecer ao procedimento de cálculo descrito na seção 16, do Standard Specification for Highway Bridges da ASHTO.

5.3 Sondagem

As sondagens de reconhecimento do terreno devem ser realizadas ao longo do eixo das travessias, devem conter informações do nível do lençol freático, o tipo de solo e índice de resistência à penetração, SPT.

Estes dados permitem prever o tipo de dificuldade na escavação do túnel, e orientam a escolha do tipo de escoramento que deve ser adotado em cada trecho.

Além das sondagens, deve-se conhecer o cadastro das interferências para que sejam adotadas providências cabíveis durante a escavação.

Os furos das sondagens devem ser executados até 5 metros, no mínimo, abaixo da geratriz inferior do túnel.

5.4 Processo Executivo

As obras têm a seguinte sequência executiva.

5.4.1 Emboque Direto

Sempre que possível, o início da execução do túnel deve ser através de emboque direto no talude. Para execução do emboque direto, montam-se três anéis fora do talude seguindo o nivelamento e alinhamento de projeto. Este conjunto deve ser travado no talude através do aterramento parcial dos anéis. Após o aterramento inicia-se a escavação na frente e inicia-se a implantação.

Normalmente este procedimento não é possível em obras urbanas, geralmente é necessário a execução de poços de ataque verticais.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

5.4.2 Poços de Ataque

Na impossibilidade de execução de emboque direto, os poços de ataque devem ser executados. Os poços podem ter seção circular ou elíptica e devem possuir revestimento das mesmas chapas do túnel.

As chapas de aço corrugadas usadas nos poços de ataque, podem ser reaproveitadas na execução dos poços de visita definitivos, caso esteja previsto em projeto, ou serem removidas para outros poços.

5.4.3 Esgotamento Contínuo

No fundo do poço de ataque deve ser escavado reservatório, onde é colocada uma bomba d'água elétrica submersa. Este reservatório que deve estar em cota mais baixa que a seção do túnel para que toda água de infiltração existente escoe para o reservatório.

A escavação deve ser executada de jusante para montante, favorecendo o escoamento da água de infiltração.

5.4.4 Implantação

Locado o eixo da obra e, dado o início a escavação manual da frente, a escavação deve ser feita dentro de um perímetro o mais justo possível à circunferência externa do túnel.

Imediatamente após a escavação deve-se executar a montagem do primeiro anel e imediatamente após a montagem do anel deve executar a injeção da argamassa de preenchimento do vazio existente entre a chapa do anel e o maciço escavado.

Concluída a montagem e injeção de argamassa pode ser dado o prosseguimento à escavação e deve ser repetida a sequência de montagem e injeção de argamassa.

Alteração da sequência executiva pode ser definida pelo projetista em função do diâmetro da escavação, tipo de solo, nível do lençol freático e o recobrimento do tubo.

A escavação, em função das características do maciço e diâmetro de escavação, exige a adoção de um dos procedimentos descritos abaixo:

a) aba metálica

De acordo com o avanço e material da frente de escavação, deve-se cravar no terreno uma aba metálica presa nos flanges do trecho executado com a sua ponta solidamente cravada no terreno não escavado, até que um novo anel seja montado sob proteção da aba. Montado o novo anel, este deve ter condições de substituir a função da aba quando ela for avançada.

O deslocamento da aba, para proteger a escavação do anel seguinte, é feito cravando-a à frente com o auxílio de macacos mecânicos que se apoiam em orelhas convenientemente fixadas nos flanges do túnel. Essas orelhas são removidas à medida que a frente de trabalho progride.

b) escudo frontal

A frente de escavação é escorada por uma chapa metálica de seção trapezoidal e espessura de 1/4". O escudo deve cobrir toda a superfície do talude frontal.

Nas chapas do escudo, as estroncas se apoiam sobre reforços do tipo cantoneira em aço. As chapas metálicas que constituem o escudo frontal são removidas uma de cada vez.

Após a escavação correspondente a um novo anel, são montadas as chapas superiores do túnel, que ficam suportadas pela emenda aparafusada no anel anterior e por escoras inclinadas apoiadas no fundo do túnel.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

Depois de montado o anel, novas series de operações permitem a montagem dos anéis seguintes, e assim sucessivamente.

c) enfilagem metálica

De acordo com o projeto, a proteção da abóboda do túnel pode ser feita com enfilagens metálicas.

Este método consiste na escavação de furos no contorno da abóboda com equipamento adequado, e colocação de barras ou tubos de aço injetados com calda de cimento.

O espaçamento, a quantidade, e sua armação dos furos dependem do tipo de solo e do diâmetro do túnel, e devem seguir as especificações de projeto. A quantidade de furos deve ser suficiente para cobrir, com segurança toda a abóboda superior do túnel.

5.4.5 Emendas aparafusadas

Os anéis são solidarizados nos anéis adjacentes por parafusos e porcas de 5/8" x 1 1/2", que devem ser distribuídos ao longo dos flanges laterais dos anéis. As chapas de cada anel são emendas por transpasse de parafuso no furo, também quadrado da chapa, para permitir que a porca seja apertada pelo lado interno.

5.4.6 Injeção de solo e cimento

Os espaços vazios formados entre a face externa do revestimento do túnel e o terreno escavado, devem ser preenchidos a fim de se evitar recalques. Para isso, deve ser usado material de preenchimento flexível e de boa resistência à compressão.

a) manual

- após a montagem do anel, a face externa deve ser preenchida com material argiloso e apiloada com soquetes;

b) mecânico

- em anéis alternados, ou em todos os anéis para diâmetros maiores que 1,60 m deve ser feito o preenchimento com argamassa fluida composta de solo. O preenchimento deve ser feito através de furos existente nas chapas de 1 1/2", apropriados para colocação de bico de injeção;

- a argamassa deve ser misturada em equipamento elétrico ou mecânico de deslocamento positivo tipo Mohno ou de pistão;

- o material de preenchimento deve ser fluido, ligeiramente expansível e de ter razoável resistência à compressão simples;

- o material deve ser injetado com pressão compreendida entre 1,0 e 2,0 kgf/cm². Durante o preenchimento, devem ser checados a existência de pontos vazios, através da procura de som oco, que evidencie a existência de vazios. Caso seja constatada a existência de vazios, deve ser executada uma nova injeção neste local. Todos os vazios eventualmente existentes, entre a superfície externa do revestimento metálico e maciço terroso devem ser preenchidos;

- quando houver necessidade de aumentar a estanqueidade do túnel, para evitar a fuga de argamassa, pode-se introduzir nas emendas entre as chapas uma tira de feltro ou espuma;

5.4.7 Rebaixamento do lençol freático

Dependendo do nível do lençol freático e da permeabilidade do solo, pode ser necessário o rebaixamento do lençol freático por poços profundos ou ponteiras filtrantes.



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

5.4.8 Consolidação do solo

No caso de ocorrência de solos com baixa capacidade de suporte, que afetem desde a geratriz inferior do túnel até a superfície, e em função de outros complicadores, deve ser adotado procedimento de consolidação com injeções de solo e cimento, através de ponteiras penetrantes.

O traço e a fluidez da argamassa devem ser determinados experimentalmente, de modo que a mistura consolidada não venha a se tornar um obstáculo à escavação. Esta consolidação deve obedecer ao especificado em projeto.

5.4.9 Acompanhamento topográfico

A declividade e alinhamento definidos em projeto devem ser controlados através da topografia a cada três anéis montados.

Devem ser ainda verificados topograficamente, os pontos definidos ao longo da seção transversal do túnel, para controle das deformações no plano da frente de escavação. A forma circular dos segmentos é garantida passo a passo através deste controle, e de estroncas e tirantes extensíveis telescópicos que ajustam a fôrma dos segmentos.

Quando definido em projeto a superfície deve ser instrumentada, para acompanhamento de recalques.

5.4.10 Revestimento de Concreto

As chapas do túnel a serem revestidas com concreto, se especificado no projeto, podem possuir revestimento total ou parcial.

No caso de revestimento total as chapas do túnel podem ser galvanizadas ou pintadas. Para execução do revestimento com concreto projetado deve ser colocada tela soldada de malha de 5 mm (3/16") fixada a cada 15 cm, sobre a qual se projeta o concreto na espessura fixada em projeto.

No caso de revestimento parcial, as chapas podem ter o revestimento epoxídico ou galvanizado. No caso do revestimento epoxídico, o concreto tem a função de proteção mecânica da pintura.

As telas devem ser instaladas com espaçadores de argamassa, e possuir recobrimento mínimo de 4,00 cm em relação à estrutura metálica do túnel.

O trecho do suporte metálico que permanece em contato com a chapa do túnel deve ser galvanizado à fogo para impedir o caminhamento de eventual corrosão para parte inferior do revestimento de concreto.

5.4.11 Ventilação

Em túneis com até 1,60 m de diâmetro, a partir de 30,00 m de comprimento, bem como os de maiores diâmetros, a partir de 60,00 m de comprimento, é recomendável a execução de ventilação forçada. Esta ventilação pode ser feita através de compressor injetado ar fresco, por meio de uma tubulação de $\varnothing = 25$ mm (1").

6 CONTROLE

6.1 Materiais

6.1.1 Aço

Os anéis de aço do tubo corrugado são recebidos e aceitos desde que venha com certificado de qualidade que ateste que o lote recebido atende ao especificado em projeto, quanto ao diâmetro, espessura, largura,



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

e aço empregado atende as exigências da NBR NM 146-1(1).

6.1.2 Argamassa de preenchimento

Os materiais de enchimento devem possuir características iguais às fixadas em projeto. De- vê-se determinar a cada avanço preenchido a resistência à compressão simples e argamassa aos 3, 7 e 28 dias de cura, conforme NBR 12655(4).

6.2 Execução

6.2.1 Controle geométrico e de acabamento

O controle geométrico da execução dos túneis deve ser feito através de levantamentos topográficos. Os elementos geométricos característicos, compreendendo alinhamento, esconsidades, declividades, dimensões internas, comprimentos e cotas dos túneis e respectivos emboques devem ser aqueles estabelecidos em notas de serviço, com as quais deve ser feito o acompanhamento da execução.

As dimensões das seções transversais avaliadas não devem diferir das indicadas no projeto de mais de 1% em pontos isolados.

7 ACEITAÇÃO

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde que atendam simultaneamente as exigências de materiais, e de execução, estabelecidas nesta especificação, discriminadas a seguir:

7.1 Materiais

7.1.1 Aço

O material é aceito desde que atenda o discriminado no item 6.1.

7.1.2 Argamassa de preenchimento

A resistência característica da argamassa, determinada conforme NBR 12655(3), deve ser igual ou superior à definida em projeto.

7.2 Execução

Os serviços executados serão aceitos desde que:

- os dispositivos encontrem-se em perfeitas condições de conservação e funcionamento;
- as características geométricas previstas tenham sido obedecidas e o alinhamento dos tubos não tenha variação maior do que 2°;
- as variações para mais ou para menos do diâmetro interno dos tubos, em qualquer seção transversal, não devem exceder a 1% do diâmetro interno médio.

No caso do não atendimento do disposto nas alíneas b e c, o serviço deve ser rejeitado, de- vendo ser removido e substituído por material de boa qualidade e por dispositivos de geometria dentro dos limites especificados.

No caso do não atendimento do disposto na alínea “a”, a executante deve refazer ou melhorar o acabamento e conferir ao dispositivo as condições satisfatórias indicadas pelo DER/SP quanto à sua conservação e



Assunto	Data	Folha
Normas e Especificações dos Serviços	Dezembro / 2025	

funcionamento.

8 CONTROLE AMBIENTAL

Os cuidados a serem observados para a proteção do meio ambiente no decorrer das operações de execução dos tubos de aço corrugado.

- a) todos os materiais excedentes, provenientes de escavação ou sobras, devem ser removidos das proximidades dos dispositivos e transportados para o depósito de material excedente aprovado pela fiscalização, de forma a não provocar entupimentos e não ser conduzido para drenagem e cursos d'água;
- b) nos pontos de deságue dos dispositivos, devem ser executadas obras de proteção, para impedir a erosão das vertentes ou o assoreamento dos cursos d'água;
- c) em todos os lugares onde ocorrerem escavações ou aterros necessários à implantação das obras, serão tomadas medidas que proporcionem a manutenção das condições locais, através de replantio da vegetação nativa ou de grama;
- d) durante o desenvolvimento das obras deve ser evitado o tráfego desnecessário de equipamentos ou veículos por terrenos naturais, de modo a evitar sua desfiguração;
- e) cabe à fiscalização definir, caso não previsto em projeto, caso necessário, o tipo de revestimento a adotar nos dispositivos implantados, em função das condições locais;
- f) além destas, serão atendidas, no que couber, as recomendações do DER/SP referentes à captação, condução e despejo das águas superficiais ou subsuperficiais.

9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Os serviços são medidos conforme descrito a seguir:

- a) os elementos tubulares metálicos são medidos por seu peso (kg), determinado pelas especificações dos fabricantes e pelas quantidades e dimensões das peças efetivamente aplicadas;
- O serviço recebido e medido da forma descrita é pago conforme o respectivo preço unitário contratual, nos quais estão inclusos: o fornecimento de materiais, perdas, transporte até os locais de aplicação, controle de qualidade, 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.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 146-1. Materiais metálicos - Determinação da dureza Rockwell. Rio de Janeiro, 1998.
- 2 - NBR 7211. Agregado para concreto - Especificação. Rio de Janeiro, 2005.
- 3 - NBR 5732. Cimento Portland comum. Rio de Janeiro, 1991
- 4 - NBR-12655. Concreto de cimento Portland. Preparo, controle e recebimento - Procedimento. Rio de Janeiro, 2006