

Projeto de Pavimentação de Vias Rurais no município de São Roque de Minas - MG

Relatório Técnico



SUMÁRIO

OBJETIVO DO PROJETO	3
JUSTIFICATIVA TÉCNICA DO PROJETO	3
SERVIÇOS PRELIMINARES	4
ADMINISTRAÇÃO LOCAL	6
TERRAPLENAGEM	6
ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL	6
ESCAVAÇÃO MECÂNICA COM RETROESCAVADEIRA	7
ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALA COM DESCARGA LATERAL	8
COMPACTAÇÃO DE ATERROS A 100% DO PROCTOR NORMAL	8
REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DE SUB-LEITO:.....	9
CAMADA DE REFORÇO DO SUBLEITO	10
CAMADA DE SUB-BASE EM MATERIAL GRANULAR	12
CAMADA DE BASE EM SOLO/BICA CORRIDA (30% SOLO + 70% BC)	13
PAVIMENTAÇÃO.....	14
IMPRIMAÇÃO IMPERMEABILIZANTE	14
PINTURA LIGANTE.....	15
CAPA ASFÁLTICA EM C.B.U.Q.	17
DRENAGEM.....	22
STC (SARJETA TRIANGULAR DE CONCRETO)	22
SDC 01 – SAÍDA D'ÁGUA EM TALUDE DE CORTE.....	23
DEN 01 – DISSIPADORES DE ENERGIA.....	23
BSCC – BUEIRO SIMPLES CELULAR DE CONCRETO	23
BBSCC – BOCA PARA BUEIRO SIMPLES CELULAR DE CONCRETO.....	27
SINALIZAÇÃO VIÁRIA	29
SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	29
SINALIZAÇÃO VERTICAL.....	29



OBJETIVO DO PROJETO

O presente projeto tem por finalidade a execução de obras de pavimentação asfáltica em trechos estratégicos da zona rural do município de São Roque de Minas/MG, visando melhorar significativamente as condições de trafegabilidade, segurança e acessibilidade.

Os serviços propostos abrangem:

- Regularização e reforço do subleito, conforme normas da ABNT NBR 7182/1986 e diretrizes de dimensionamento do DNIT (IPR 720/06);
- Execução de sub-base e base com materiais adequados, conforme especificações técnicas do DNIT (ES-031 e ES-205/2022);
- Pavimentação com revestimento asfáltico;
- Implantação de drenagem superficial, com dispositivos de escoamento como sarjetas e saídas d'água, conforme ABNT NBR 10144:2021;
- Sinalização viária horizontal e vertical, conforme o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (CONTRAN).

Os trechos contemplados são:

1. **Estrada São Roque de Minas / Bambuí – km 08** – Extensão: 700 metros

JUSTIFICATIVA TÉCNICA DO PROJETO

A justificativa para execução da obra fundamenta-se na necessidade urgente de melhorar a infraestrutura viária de regiões com importante papel econômico e logístico dentro do território municipal. Os benefícios diretos incluem:

Mobilidade e Segurança Viária

A pavimentação elimina os efeitos negativos das vias em leito natural ou precariamente mantidas, como poeira, lama, atoleiros e riscos de acidentes, promovendo segurança ao tráfego de veículos leves, pesados e de pedestres.



Transporte Escolar e Acesso a Serviços

O projeto melhora o trajeto de veículos do transporte escolar e da saúde, otimizando tempo, reduzindo custos operacionais e assegurando a continuidade do atendimento mesmo em períodos chuvosos.

Escoamento da Produção Rural

As duas estradas rurais incluídas no projeto atravessam áreas com relevante atividade agropecuária e leiteira, e a pavimentação garantirá escoamento contínuo da produção, com redução de perdas logísticas e aumento da competitividade dos produtores locais.

Integração Regional

As vias pavimentadas fazem conexão direta com os municípios vizinhos de Bambuí, Medeiros e regiões rurais de São Roque de Minas, promovendo maior integração intermunicipal e fluidez logística para moradores, comerciantes e visitantes.

A obra de pavimentação ora proposta tem impacto direto sobre a infraestrutura viária, econômica, social, turística e ambiental do município. Sua execução está plenamente alinhada aos princípios da função social da infraestrutura pública, à melhoria da mobilidade e acessibilidade, e ao fortalecimento do desenvolvimento regional sustentável, conforme os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU, especialmente os ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura) e 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis).

SERVIÇOS PRELIMINARES

Placa de Obra

Este item compreende o fornecimento e instalação de placa indicativa da obra, em conformidade com o modelo padronizado do órgão financiador e as normas de sinalização provisória. A placa será confeccionada em chapa galvanizada nº 26 com espessura de 0,45 mm, medindo 3,00 x 1,50 m, plotada



com adesivo vinílico, fixada com rebites de alumínio 4,8 x 40 mm sobre estrutura metálica em tubos de metalon 20x20 mm, com espessura de 1,25 mm, e suportada por postes de eucalipto autoclavado, devidamente pintados com duas demãos de tinta PVA.

A placa será instalada em local visível ao público, antes do início das atividades da obra, permanecendo no local durante todo o período da execução dos serviços. A medição será feita por unidade instalada, incluindo todos os materiais e serviços envolvidos.

Sinalização Temporária de Obras (Placa tipo cavalete)

Compreende o fornecimento, montagem e desmontagem diária de placa de sinalização provisória, tipo cavalete metálico, medindo 1,00 x 1,00 m, conforme normas de segurança para obras viárias. A placa será utilizada para advertência e orientação aos usuários da via, atendendo à legislação vigente sobre sinalização temporária.

Será considerada a utilização por 480 dias, incluindo o fornecimento do equipamento, transporte, instalação, retirada diária e manutenção preventiva. A medição será feita por unidade-dia, com base nos registros da fiscalização da obra.

Locação de Banheiro Químico com Pia/Higienizador

Serviço referente à locação de banheiro químico padrão, com dimensões de 110 x 120 x 230 cm, contendo pia ou higienizador de mãos, adequado para atender as exigências de higiene e salubridade previstas na NR-24 (Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho).

Estão inclusos: entrega, instalação, manutenção periódica, limpeza, reposição de insumos, retirada e desmobilização.

A medição será efetuada por unidade-mês, considerando o período efetivo de utilização e conforme registros da fiscalização.



ADMINISTRAÇÃO LOCAL

Abrange os custos referentes à estrutura administrativa da obra, incluindo equipe técnica de apoio, comunicação, controle e supervisão local, transporte, alimentação e encargos indiretos. A administração será exercida de forma contínua durante todo o período contratual, com observância das exigências técnicas, legais e ambientais do contrato.

A medição será feita por mês de serviço prestado, conforme previsão contratual e cronograma físico-financeiro.

TERRAPLENAGEM

ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL

Especificação de Serviço: DNER-ES 280/97 e DNER-ES 281/97

1. DEFINIÇÃO

Operação destinada à escavação de material de 1ª categoria, carga e transporte para bota-fora ou utilização em aterro, utilizando escavadeira hidráulica de 1,40 m³ de capacidade e caminhões basculantes de 12 m³, em percurso médio (DMT) de até 3.000 m, com caminho de serviço em revestimento primário.

2. CONDIÇÕES GERAIS

2.1. A escavação será realizada conforme os alinhamentos e cotas do projeto executivo.

2.2. A execução não será permitida em dias de chuva intensa, salvo se autorizada pela fiscalização.

2.3. O transporte deverá ser realizado de forma a evitar perdas de material durante o deslocamento.

3. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

3.1. Material

Classificado como material de 1ª categoria (terrosos em geral, incluindo solos com pedregulhos ≤ 76 mm).



Deve ser isento de matéria orgânica e apresentar as características geotécnicas mínimas exigidas pelo projeto.

3.2. Equipamentos

Escavadeira hidráulica com caçamba de 1,40 m³.

Caminhões basculantes de 12 m³ com dispositivos de contenção de carga.

Motoniveladora e rolos compactadores para manutenção do caminho de serviço.

3.3. Execução

A escavação deverá ser feita com cuidado para não ultrapassar as cotas de projeto.

A carga deverá ser uniforme, evitando sobrepeso.

O transporte será controlado quanto ao trajeto e distâncias máximas permitidas.

ESCAVAÇÃO MECÂNICA COM RETROESCAVADEIRA

Especificação de Serviço: DNER-ES 280/97

1. DEFINIÇÃO

Escavação mecânica de solos de 1ª categoria em áreas restritas ou de difícil acesso, utilizando retroescavadeira com caçamba padrão.

2. CONDIÇÕES GERAIS

Aplicável a serviços em locais confinados, valas rasas e remoção de material em volumes reduzidos.

A execução deverá atender rigorosamente ao projeto, respeitando taludes e greides definidos.

3. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

Material escavado deverá ser aproveitado em aterro, se aprovado pela fiscalização.

Em caso de bota-fora, os locais deverão ser previamente definidos.



A retroescavadeira deverá estar equipada com caçamba adequada ao tipo de solo.

ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALA COM DESCARGA LATERAL

Especificação de Serviço: DNER-ES 281/97

1. DEFINIÇÃO

Execução de escavação de valas em material de 1ª categoria, com descarga lateral ao longo do eixo da vala.

2. CONDIÇÕES GERAIS

A largura e profundidade da vala deverão obedecer ao projeto executivo.

A descarga lateral deverá ser feita de forma a permitir posterior reaterro.

Em locais com lençol freático elevado, adotar medidas de rebaixamento.

3. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

Garantir estabilidade dos taludes da vala durante todo o serviço.

Proibir descarga de material próximo a bordas instáveis.

O material aproveitável deverá ser depositado lateralmente de forma organizada.

COMPACTAÇÃO DE ATERROS A 100% DO PROCTOR NORMAL

Especificação de Serviço: DNER-ES 282/97

1. DEFINIÇÃO

Operação destinada à compactação de aterros por camadas, utilizando material adequado e atingindo 100% do Proctor Normal (DNER-ME 129/94).

2. CONDIÇÕES GERAIS

O material deverá ser espalhado em camadas de até 20 cm de espessura solta.

O teor de umidade deverá ser controlado e mantido próximo ao ótimo do ensaio de compactação.



3. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

Rolos compactadores adequados ao tipo de material (pé-de-carneiro, liso vibratório ou pneumático).

A compactação será controlada com ensaios de campo, garantindo o atendimento ao índice especificado.

O espalhamento será realizado com motoniveladora ou trator de lâmina.

REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DE SUB-LEITO:

Especificação de Serviço DNER-ES 299/97

1- DEFINIÇÃO

Regularização - operação destinada a conformar o leito estradal, quando necessário, transversal e longitudinalmente, compreendendo cortes ou aterros até 20 cm de espessura.

2- CONDIÇÕES GERAIS

2.1- A regularização será executada prévia e isoladamente da construção de outra camada do pavimento.

2.2- Os cortes e aterros, além de 20 cm máximos, serão executados de acordo com as especificações de terraplenagem.

2.3- Não será permitida a execução dos serviços destas Especificações em dias de chuva.

3- CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

3.1- Material

Os materiais empregados na regularização do sub-leito serão os do próprio sub-leito. No caso de substituição ou adição de material, estes deverão ser provenientes de ocorrências de materiais indicados no projeto e apresentar as seguintes características:

3.1.1- Não possuir partículas com diâmetro máximo acima de 76 mm (3 polegadas);



3.1.2- Índice Suporte Califórnia – ISC - igual ou maior aos indicados no projeto, e Expansão $\leq 2 \%$.

3.2- Equipamento

São indicados os seguintes tipos de equipamento para execução de regularização:

3.2.1- Moto niveladora pesada, com escarificador.

3.2.2- Carro tanque distribuidor de água

3.2.3- Rolos compactadores tipo pé-de-carneiro, liso vibratório e pneumático.

3.2.4- Grade de discos.

3.2.5- Pulvi-misturador.

Os equipamentos de compactação e mistura, são escolhidos de acordo com o tipo de material empregado.

3.3- Execução

3.3.1- Toda a vegetação e material orgânico porventura existentes no leito da via serão removidos.

3.3.2- Após a execução de cortes, aterros e adição de material necessário para atingir o greide de projeto, procede-se a escarificação geral na profundidade de 20 cm, seguida de pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento.

3.3.3- No caso de cortes em rocha a regularização deverá ser executada de acordo com o projeto específico de cada caso.

CAMADA DE REFORÇO DO SUBLEITO

Especificação de Serviço DNIT 138/2010-ES

1 – DEFINIÇÃO

A camada de reforço do subleito consiste na aplicação de uma camada adicional de material granular sobre o subleito natural da via, com a finalidade de aumentar sua capacidade de suporte e garantir condições adequadas para o suporte das camadas superiores do pavimento.



2 – CONDIÇÕES GERAIS

2.1 – A execução da camada de reforço deverá ocorrer após a regularização e compactação do subleito natural.

2.2 – A espessura compactada da camada será de 20 cm.

2.3 – O material deverá apresentar Índice de Suporte Califórnia (ISC) $\geq 20\%$ e Índice de Graduação (IG) = 0, conforme projeto.

2.4 – A compactação será realizada com energia igual ou superior a 100% do Proctor Intermediário, conforme DNER-ME 129/94.

2.5 – A execução deverá ocorrer em tempo seco e com controle de umidade dentro dos limites ótimos para compactação.

3 – MATERIAL

3.1 – O material utilizado deverá ser granular de jazida natural, sem mistura, com características físicas, químicas e mecânicas que atendam aos parâmetros definidos no projeto e na norma DNIT 138/2010-ES.

3.2 – Não deverá conter partículas com diâmetro superior a 76 mm.

4 – EQUIPAMENTOS

4.1 – Motoniveladora pesada com escarificador.

4.2 – Caminhão pipa com distribuidor de água.

4.3 – Rolo compactador tipo pé-de-carneiro ou vibratório.

4.4 – Grade de discos ou pulvimisturador, conforme a necessidade de homogeneização.

5 – EXECUÇÃO

5.1 – A superfície do subleito será limpa e preparada.

5.2 – O material será espalhado uniformemente e umedecido até atingir a umidade ótima.

5.3 – A compactação será realizada em toda a área, garantindo densidade mínima conforme especificação.

5.4 – Serão realizados ensaios de controle tecnológico conforme DNIT 166/2018-ME e 170/2018-ME para controle de compactação.



CAMADA DE SUB-BASE EM MATERIAL GRANULAR

Especificação de Serviço DNIT 139/2010-ES

1 – DEFINIÇÃO

A camada de sub-base é executada entre a camada de reforço do subleito (ou o subleito natural) e a base do pavimento, com a função de distribuir as tensões oriundas do tráfego e melhorar a drenagem e estabilidade do conjunto.

2 – CONDIÇÕES GERAIS

2.1 – A espessura compactada da sub-base será de 20 cm.

2.2 – O material deverá possuir $ISC \geq 25\%$ e $IG = 0$.

2.3 – A compactação será feita com energia $\geq 100\%$ do Proctor Intermediário.

2.4 – A execução será precedida de limpeza e nivelamento da camada inferior.

3 – MATERIAL

3.1 – O material deverá ser granular de jazida natural, sem mistura, livre de materiais orgânicos, torrões e pedras com diâmetro acima de 76 mm.

3.2 – Deve apresentar características de compactidade, plasticidade e granulometria compatíveis com as exigências da norma DNIT 139/2010-ES.

4 – EQUIPAMENTOS

4.1 – Motoniveladora, caminhão pipa e rolos compactadores adequados ao tipo de solo.

4.2 – Equipamentos auxiliares para medição de umidade e densidade in loco.

5 – EXECUÇÃO

5.1 – Espalhamento do material em camadas uniformes.

5.2 – Umedecimento e homogeneização com controle da umidade ótima.

5.3 – Compactação em toda a espessura, atendendo aos critérios de densidade definidos em projeto.

5.4 – Controle tecnológico realizado conforme normas do DNIT, com execução de ensaios de campo.



CAMADA DE BASE EM SOLO/BICA CORRIDA (30% SOLO + 70% BC)

Especificação de Serviço DNIT 141/2010-ES

1 – DEFINIÇÃO

A camada de base é responsável por resistir diretamente às solicitações oriundas do tráfego, distribuindo-as de forma segura às camadas inferiores. A base com mistura solo-bica corrida proporciona elevada resistência e boa trabalhabilidade.

2 – CONDIÇÕES GERAIS

2.1 – A camada será executada com espessura compactada de 20 cm.

2.2 – A mistura adotada será de 30% de solo e 70% de bica corrida, preparada em central ou in loco.

2.3 – O material deverá apresentar $ISC \geq 30\%$ e $IG = 0$.

2.4 – A compactação será realizada com energia $\geq 100\%$ do Proctor Intermediário.

3 – MATERIAL

3.1 – A bica corrida deverá ter origem britada, com boa distribuição granulométrica e isenta de finos excessivos.

3.2 – O solo deverá ser selecionado, não plástico (NP ou com $LL < 25$ e $IP < 6$), sem material orgânico.

3.3 – A mistura solo/BC deverá ser homogênea e atender aos critérios da norma DNIT 141/2010-ES.

4 – EQUIPAMENTOS

4.1 – Motoniveladora, pá-carregadeira, caminhão basculante, caminhão pipa e rolos compactadores (pneumático e vibratório).

4.2 – Misturador ou motoniveladora para homogeneização da mistura.

5 – EXECUÇÃO

5.1 – Preparo da superfície inferior.

5.2 – Espalhamento da mistura solo-bica corrida de forma uniforme.

5.3 – Umedecimento e homogeneização até atingir a umidade ótima.



5.4 – Compactação em toda a área da camada.

5.5 – Controle tecnológico com ensaios de compactação, granulometria e ISC conforme projeto e normas DNIT.

PAVIMENTAÇÃO

IMPRIMAÇÃO IMPERMEABILIZANTE

Especificação de serviço – DNER-ES 306/97

1- DEFINIÇÃO

Imprimação – consiste na aplicação de camada de material betuminoso sobre a superfície granular concluída, antes da execução de um revestimento betuminoso qualquer, objetivando conferir coesão superficial, impermeabilizar e permitir condições de aderência entre este e o revestimento a ser executado.

2- CONDIÇÕES GERAIS

O ligante betuminoso não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente for inferior a 10° C, nem em dias de chuva.

3- CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

3.1 Material

3.1.1 Os ligantes betuminosos empregados na imprimação poderão ser dos tipos seguintes:

- a) Asfaltos diluídos CM-30 e CM-70;
- b) Alcatrões AP-2 e AP-6.

3.1.2 A escolha do ligante betuminoso será feita em função da textura do material de base.

3.1.3 A taxa de aplicação “T” é aquela que pode ser absorvida pela base em 24 horas, devendo ser determinada experimentalmente, no canteiro da obra. As taxas de aplicação usuais são as da ordem de 0,8 a 1,6 l/m², conforme o tipo e a textura da base e do ligante betuminoso escolhido.

3.2 Equipamento



3.2.1 Para a varredura da superfície da base, usam-se, de preferência, vassouras mecânicas rotativas, podendo, entretanto a operação ser executada manualmente. O jato de ar comprimido poderá, também, ser usado.

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

3.3 Execução

3.3.1 Após a perfeita conformação geométrica da base, proceder a varredura da superfície, de modo a eliminar todo e qualquer material solto.

3.3.2 Antes da aplicação do ligante betuminoso a pista deverá ser levemente umedecida.

3.3.3 Aplica-se a seguir o ligante betuminoso adequado, na temperatura compatível com o seu tipo, na quantidade certa e da maneira mais uniforme. A temperatura de aplicação do ligante betuminoso deve ser fixada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura x viscosidade, escolhendo-se a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento.

3.3.4 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, trabalha-se em meia pista, executando a imprimação da adjacente, assim que a primeira for permitida ao tráfego. O tempo de exposição da base imprimada ao tráfego é condicionado ao comportamento da mesma, não devendo ultrapassar 30 dias.

PINTURA LIGANTE

Especificação de Serviço DNER-ES 307/97

1- DEFINIÇÃO

Pintura de ligação – consiste na aplicação de ligante betuminoso sobre a superfície de base coesiva ou pavimento betuminoso anterior à execução de uma camada betuminosa qualquer, objetivando promover condições de aderência entre as camadas.



2- CONDIÇÕES GERAIS

O ligante betuminoso não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente estiver abaixo de 10° C, ou em dias de chuva.

3- CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

3.1 Material

3.1.1 Os ligantes betuminosos empregados na pintura de ligação poderão ser dos tipos seguintes:

- a) Emulsões asfálticas, tipo RR-1C e RR-2C
- b) Emulsões asfálticas modificadas, quando indicadas no projeto.

3.1.2 A taxa recomendada de ligante betuminoso residual é de 0,3 l/m² a 0,4 l/m². Antes da aplicação, a emulsão deverá ser diluída na proporção de 1:1 com água a fim de garantir uniformidade na distribuição desta taxa residual. A taxa de aplicação de emulsão diluída é da ordem de 0,8 l/m² a 1,0 l/m².

3.1.3 A água deverá ser isenta de teores nocivos de sais ácidos, álcalis, ou matéria orgânica, e outras substâncias nocivas.

3.2 Equipamento

3.2.1 Para a varredura da superfície da base, usam-se, de preferência, vassouras mecânicas rotativas, podendo, entretanto, a operação ser executada manualmente. O jato de ar comprimido poderá, também, ser usado.

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

3.3 Execução

3.3.1 A superfície a ser pintada deverá se varrida, a fim de ser eliminado o pó e todo e qualquer material solto.

3.3.2 Aplica-se, a seguir, o ligante betuminoso adequado na temperatura compatível com o seu tipo, na quantidade recomendada. A temperatura da aplicação do ligante betuminoso deve ser fixada para cada tipo de ligante em



função da relação temperatura x viscosidade, escolhendo-se a temperatura que proporcione viscosidade para espalhamento.

3.3.3 Após aplicação do ligante deve-se esperar o escoamento da água e evaporação em decorrência da ruptura.

3.3.4 A pintura de ligação é executada na pista inteira, em um mesmo turno de trabalho, deixando-a fechada ao trânsito, sempre que possível. Quando não, trabalha-se em meia pista, fazendo-se a pintura de ligação da adjacente, logo que a pintura permita sua abertura ao trânsito.

CAPA ASFÁLTICA EM C.B.U.Q.

Especificação de Serviço DNER-ES 313/97

Concreto Betuminoso – mistura executado a quente em usina apropriada, com características específicas, composta de agregado mineral graduado, material de enchimento (filer) e ligante betuminoso, espalhada e comprimida a quente.

Espessura após compactação: 4,0 cm.

1- CONDIÇÕES GERAIS

1.1 O concreto betuminoso pode ser empregado como revestimento, base, regularização ou reforço do pavimento.

1.2 Não será permitida a execução dos serviços, objeto desta Especificação, em dias de chuva.

1.3 O concreto betuminoso somente deverá ser fabricado, transportado e aplicado quando a temperatura ambiente for superior a 10° C, devendo ser aplicado com temperatura da massa acima de 120°.

1.4 A distância considerada para efeito de cálculo na planilha de custos é de 100 km, podendo sofrer alterações de acordo com a distância das empresas participantes no processo.

2- CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

2.1 Material



Os materiais constituintes de concreto betuminoso são agregados graúdos, agregado miúdo, material de enchimento filer e ligante betuminoso, os quais devem satisfazer estas Especificações e as especificações aprovadas pelo DNER.

2.1.1 Ligante betuminoso

Podem ser empregados os seguintes ligantes betuminosos:

- a) Cimento asfáltico de petróleo, CAP-30/45, CAP-50/60, CAP-85/100, CAP-150/200 (classificação por penetração), CAP-7, CAP-20, CAP-40 (classificação por viscosidade);
- b) Alcatrões tipo AP-12;
- c) Podem ser usados também, ligantes betuminosos modificados quando indicados no projeto.

2.1.2 Agregados

2.1.2.1 Agregado graúdo

O agregado graúdo pode ser pedra, escória, seixo rolado, ou outro material indicado nas Especificações Complementares. O agregado graúdo deve se constituir de fragmentos sãos, duráveis, livres de torrões de argila, e substâncias nocivas.

2.1.2.2 Agregado miúdo

O agregado miúdo pode ser areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos. Suas partículas individuais deverão ser resistentes, apresentar moderada angulosidade, estando livres de torrões de argila e de substâncias nocivas.

2.1.2.3 Material de enchimento (filer)

Deve ser constituído por materiais minerais finamente divididos, tais como cimento Portland, cal extinta, pós calcários, cinza volante, etc. Quando aplicado deverá estar seco e isentos de grumos.

2.2 Composição da mistura

A composição de concreto betuminoso deve satisfazer os requisitos do quadro seguinte com as respectivas tolerâncias no que diz respeito a granulometria e aos percentuais do ligante betuminoso.



Peneira de malha quadrada			% passando, em peso das faixas		
Discriminação	Abertura Mm	A	B	C	Tolerâncias fixas de projeto
2"	50,8	100	-	-	-
1 ½"	38,1	95-100	100	-	±7%
1"	25,4	75-100	95-100	-	±7%
¾"	19,1	60-90	80-100	100	±7%
½"	12,7	-	-	85-100	±7%
3/8"	9,5	45-80	45-80	75-100	±7%
Nº 4	4,8	28-60	28-60	50-85	±5%
Nº 10	2,0	20-45	20-45	30-75	±5%
Nº 40	0,42	10-32	10-32	15-40	±5%
Nº 80	0,18	8-20	8-23-8	8-30	±2%
Nº 200	0,074	3-8		5-10	±2%
Betume Solúvel no CS ₂ (+) %		4,0 – 7,0 Camada de Ligação (Binder)	4,5-7,5 Camada de Ligação e Rolamento	4,5-9,0 Camadas de Rolamento	± 0,3%

A faixa usada deve ser aquela, cujo diâmetro máximo é igual ou inferior a 2/3 da espessura da camada de revestimento.

2.3 Equipamento

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deverá ser examinado, devendo estar de acordo com esta Especificação. Os equipamentos requeridos são os seguintes:

2.3.1 Depósito para ligante betuminoso

Os depósitos para ligante betuminoso deverão possuir dispositivos capazes de aquecer o ligante nas temperaturas nesta Especificação. Estes dispositivos também deverão evitar qualquer superaquecimento localizado. Deverá ser instalado um sistema de recirculação para o ligante betuminoso, de modo a garantir a circulação, desembaraçada e contínua, do depósito ao misturador,



durante todo o período de operação. A capacidade dos depósitos deverá ser suficiente para, no mínimo, três dias de serviço.

2.3.2 Depósito para agregado

Os silos deverão ter capacidade total de, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador e serão divididos em compartimentos, dispostos de modo a separar e estocar, adequadamente, as frações apropriadas do agregado. Cada compartimento deverá possuir dispositivos adequados de descarga. Haverá um silo adequado para o filer, conjugado com dispositivos para sua dosagem.

2.3.3 Usinas para misturas betuminosas

2.3.3.1 A usina deverá ser 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° a 210° C (precisão $\pm 1^\circ$ C), deverá ser fixado no dosador de ligante ou na linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo à descarga do misturador.

2.3.3.2 Poderá, também, ser utilizada uma usina do tipo tambor/secador/misturador, provida de coletor de pó, alimentador de filer, sistema de descarga da mistura betuminosa com comporta, ou alternativamente, em silos de estocagem. A usina deverá possuir silos de agregados múltiplos, com pesagem dinâmica (precisão de $\pm 5\%$) e assegurar a homogeneidade das granulometrias dos diferentes agregados.

2.3.4 Caminhões para transporte da mistura

Os caminhões, tipo basculante, para o transporte do concreto betuminoso, deverá ter caçambas metálicas, robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico, ou solução de cal, de modo a evitar a aderência da mistura às chapas. A utilização de produtos susceptíveis de dissolver o ligante betuminoso (óleo diesel, gasolina, etc) não serão permitidos.

2.3.5 Equipamento para espalhamento

O equipamento para espalhamento e acabamento deverá ser constituído de pavimentadoras automotrizes, capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento requeridos. As acabadoras deverão ser equipadas com parafusos sem fim, para colocara a mistura exatamente nas faixas, e possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para frente e para trás. As acabadoras deverão ser equipadas com alisadores e



dispositivos para aquecimento, à temperatura requerida, para a colocação da mistura sem irregularidade.

2.3.6 Equipamento para a compressão

O equipamento para a compressão será constituído por rolo pneumático e rolo metálico liso, tipo tandem ou rolo vibratório. Os rolos pneumáticos, autopropulsores, devem ser dotados de dispositivos que permitam a calibragem de variação da pressão dos pneus de 2,5 kgf/cm² a 8,4 kgf/cm² (35 a 120 psi).

O equipamento em operação deve ser suficiente para comprimir a mistura à densidade requerida, enquanto esta se encontrar em condições de operacionalidade.

2.4 Execução

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

2.4.1 Produção do concreto betuminoso

A produção de concreto betuminoso é efetuada em usinas apropriadas, conforme anteriormente especificado.

2.4.2 Transporte de concreto betuminoso

2.4.2.1 O concreto betuminoso produzido deverá ser transportado, da usina ao ponto de aplicação, nos veículos basculantes especificados no item 2.3.4.

2.4.2.2 Quando necessário, para que a mistura seja colocada na pista à temperatura especificada, cada carregamento deverá ser coberto com lona ou outro material aceitável, com tamanho suficiente para proteger a mistura.

2.4.3 Distribuição e compressão da mistura

2.4.3.1 A distribuição do concreto betuminoso deve ser feita por máquinas acabadoras, conforme especificado no item 2.3.5.

2.4.3.2 Caso ocorram irregularidades na superfície da camada, estas deverão ser sanadas pela adição manual de concreto betuminoso.

2.4.3.3. Após a distribuição do concreto betuminoso, tem início a rolagem. Como norma geral, a temperatura de rolagem é a mais elevada que a mistura



betuminosa possa suportar, temperatura essa fixada, experimentalmente, para cada caso.

2.4.3.4 Caso sejam empregados rolos de pneus de pressão variável, inicia-se a rolagem com baixa pressão, a qual será aumentada à medida que a mistura vai sendo compactada, e, conseqüentemente, suportando pressões mais elevadas.

2.4.3.5 A compressão será iniciada pelos bordos, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista. Nas curvas, de acordo com a superelevação, a compressão deve começar sempre do ponto mais baixo para o mais alto. Cada passada de rolo deve ser recoberta na seguinte de, pelo menos, metade da largura rolada. Em qualquer caso a operação de rolagem perdurará até o momento em que seja atingida a compactação especificada.

2.4.3.6 Durante a rolagem não serão permitidas mudanças de direção e inversões bruscas de marcha, nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém-rolado. As rodas do rolo deverão ser umedecidas adequadamente, e modo a evitar a aderência da mistura.

2.4.3.7 Abertura ao tráfego

Os revestimentos recém-acabados deverão ser mantidos sem tráfego, até o seu completo resfriamento.

DRENAGEM

STC (SARJETA TRIANGULAR DE CONCRETO)

Especificação de Serviço: DER-MG – DES/05

Sarjetas triangulares moldadas in loco, executadas em concreto simples, com função de coletar e conduzir as águas pluviais ao longo da plataforma da estrada. O modelo adotado é o STC 50/20, com espessura de 4 cm e resistência mínima à compressão de $f_{ck} \geq 20$ MPa.

A execução deve seguir rigorosamente o projeto executivo, com juntas de dilatação a cada 12 m, preenchidas com argamassa de cimento e areia (traço 1:3). O concreto deve ser adensado e curado adequadamente. A medição será feita por metro linear executado.

**SDC 01 – SAÍDA D'ÁGUA EM TALUDE DE CORTE**

Especificação Técnica: DER-MG – DES/11

Dispositivo de drenagem superficial destinado a conduzir as águas coletadas pelas sarjetas em trechos de corte, evitando erosões nos taludes. Executado em concreto moldado in loco, com formas de madeira ou metálicas, armado ou não conforme exigência do projeto, com resistência mínima de $f_{ck} = 20$ MPa.

O fundo da escavação deverá ser regularizado e apiloado. A estrutura deverá conduzir a água até o terreno natural ou até o dissipador de energia. Modo de medição: por unidade executada conforme projeto.

DEN 01 – DISSIPADORES DE ENERGIA

Especificação Técnica: DER-MG – DES/20 e DES/21

Dispositivos de dissipação de energia posicionados ao final das saídas d'água ou descidas d'água, evitando erosão e garantindo a transição suave para o terreno natural.

Executados em concreto simples ou armado, com revestimento de pedra de mão, com base e paredes laterais conforme desenho padrão. Resistência do concreto: $f_{ck} \geq 20$ MPa. Devem ser previstos filtros ou drenos conforme condições de lençol freático. A medição será por unidade instalada conforme projeto.

BSCC – BUEIRO SIMPLES CELULAR DE CONCRETO

Especificação Técnica: (baseada em DER-MG e boas práticas correntes)

Dispositivo de drenagem transversal composto por células pré-moldadas de concreto armado (“aduelas”) com seção interna quadrangular $2,00 \times 2,00$ m, destinadas à condução das águas sob vias ou acessos, reduzindo alagamentos e erosões. Emprega mísulas 20×20 cm nas quinas internas para melhorar o escoamento e a rigidez.

MATERIAIS E NORMAS DE REFERÊNCIA

Aduelas pré-moldadas: concreto $f_{ck} \geq 30$ MPa; aço CA-50/60. Fabricação conforme ABNT NBR 15396 (Aduelas pré-moldadas de concreto) e critérios de projeto em ABNT NBR 6118.



Juntas/vedação: junta elástica com anel de borracha (EPDM/NBR) ou selante elastomérico (poliuretano) e argamassa externa de proteção.

Base/berço: concreto magro $fck \geq 5$ MPa (esp. típica 10 cm) ou brita graduada compactada, conforme projeto geotécnico.

Aterro e compactação: solo selecionado, compactação por camadas (energia Proctor Modificado, controle $\geq 95\%$ do MDM).

Cargas: dimensionamento compatível com TB-45 (carga de tráfego rodoviário), com verificação de cobrimentos mínimos e flechas.

Outros referenciais úteis: NBR 7182 (compactação), NBR 12655 (concreto – preparo/controle), NBR 14931 (execução de estruturas de concreto).

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS E ESTRUTURAIS MÍNIMAS

Seção interna: 2,00 × 2,00 m (livre).

Comprimento por elemento: 1,00 m.

Espessuras mínimas: laje superior/inferior e paredes ≥ 15 cm (ou maior se exigido por cálculo).

Mísulas internas: 20 × 20 cm moldadas na peça.

Juntas: macho-fêmea ou rebaixo perimetral para alojar anel elastomérico.

Leito hidráulico: quando necessário, soleira/canaleta moldada para regime concentrado e/ou berma para transição suave.

FABRICAÇÃO, TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

Peças com identificação permanente (lote, data, fck , seção).

Cura úmida ou química conforme NBR 5738/5739; liberação somente após atingir resistência de desforma/manuseio.

Olhais ou nichos de içamento previstos em projeto.

Armazenamento em base plana, sem empenos, com cunhas de borracha/madeira entre peças.

FUNDAÇÃO E BASE DE APOIO

CONSTRUÇÃO DE BASE DE RACHÃO

1. CONDIÇÕES GERAIS

Escavação até a cota de projeto, fundo regularizado e compactado;



Execução de base com material pétreo do tipo rachão, com espessura total de 100 cm, destinada a servir de suporte para a estrutura do BSCC;

O material pétreo deverá ser limpo, com resistência adequada e granulometria compatível;

Não será permitida execução em dias de chuva;

2. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

A camada de rachão deverá ser lançada em camadas sucessivas de no máximo 30 cm cada, devidamente compactadas;

Emendas entre jornadas deverão ser feitas em corte vertical;

Sobre a camada final de rachão, deverá ser aplicada uma camada granular de selamento em pedra britada nº 0/1 com espessura de 10 cm, de forma a preencher os vazios da camada inferior, garantindo a regularidade superficial e melhor distribuição de cargas;

A camada de brita nº 0/1 deverá ser espalhada uniformemente e compactada até atingir a densidade especificada em projeto;

A superfície final deverá ser regularizada, permitindo o assentamento das aduelas;

3. EQUIPAMENTOS

Escavadeiras para lançamento do material;

Rolos vibratórios de grande porte para compactação;

Caminhões basculantes para transporte do rachão;

ASSENTAMENTO E MONTAGEM DAS ADUELAS

Limpeza do apoio e conferência de nivelamento/declividade.

Aplicação do anel de vedação na junta (ou selante), conforme instrução do fabricante.

lçamento com equipamento adequado, posicionando cada aduela no alinhamento e na cota (chechar folgas e esquadro).

Fechamento da junta: compressão do anel, preenchimento externo com argamassa de proteção e fita butílica quando especificado.



Execução de colarinhos externos em argamassa/concreto nas juntas (quando previsto).

Tratamento das emendas com alas/bocas (BBSCC), chumbadores e barras de costura conforme detalhe.

REATERRO E PROTEÇÃO

Reaterro lateral simultâneo dos dois lados, em camadas ≤ 20 cm compactadas até 30 cm acima da geratriz superior antes da liberação a tráfego pesado.

Material sem blocos/raízes; zona de influência envoltória com solo selecionado.

Proteção contra erosão nas entradas/saídas: colchão reno, enrocamento, rip-rap, manta geotêxtil, dissipadores e alas/guarda-rodas conforme projeto.

Drenos alívio/weep holes em alas quando necessário.

CONTROLE TECNOLÓGICO E INSPEÇÃO

Concreto das peças: laudos de resistência (fck) por lote; inspeção visual (trincas, lascas, cobrimento).

Base/aterro: ensaios de compactação e umidade; checagem de cotas e declividades; teste de estanqueidade visual das juntas.

Aceitação: alinhamento, cota, caimento, estanqueidade, integridade das peças e conformidade geométrica.

MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Unidade de medição: metro linear de aduela $2,00 \times 2,00$ m assentada.

Incluso: escavação, base/berço, assentamento e calafetação das juntas, reaterro inicial controlado (até a geratriz superior), materiais de vedação, mão de obra, equipamentos e arremates imediatos.

Exclui/medidos à parte: bocas/alas (BBSCC), dissipadores, enrocamentos, melhorias de fundação especiais e desvios de tráfego, quando não explicitamente incluídos no item de projeto.



BBSCC – BOCA PARA BUEIRO SIMPLES CELULAR DE CONCRETO

Especificação Técnica: (baseada em DER-MG – tipologia de bocas/alas para galerias)

Dispositivo de transição hidráulica e contenção, utilizado como boca de entrada/saída para o BSCC (aduela 2,00 × 2,00 m), promovendo o lançamento controlado da vazão, estabilização dos taludes e proteção contra erosões.

CONFIGURAÇÃO GERAL

Conjunto formado por alas (simétricas ou assimétricas conforme talude), mureta/peitoril, parede frontal de ancoragem, soleira/apron em concreto e, quando necessário, cortina de fundo (cut-off) e dissipador (bacia hidráulica, rip-rap ou blocos).

Geometria, ângulos das alas e dimensões conforme projeto e seção do BSCC (2,00 × 2,00 m).

MATERIAIS E NORMAS

Concreto estrutural moldado in loco: $f_{ck} \geq 25$ MPa (mínimo; adotar 30 MPa quando integrando-se monoliticamente à aduela), aço CA-50/60; execução conforme ABNT NBR 6118 e NBR 14931.

Argamassa de rejunte: traço 1:3 a 1:4, com aditivo hidrófugo quando especificado.

Dissipadores/revestimentos: enrocamento, colchão reno, gabião, rip-rap ou pavimento de concreto conforme projeto; geotêxtil de separação quando previsto.

FUNDAÇÃO

Escavação até a cota de projeto, fundo regularizado e compactado;

Execução de base com material pétreo do tipo rachão, com espessura total de 100 cm, destinada a servir de suporte para a estrutura do BBSCC;

O material pétreo deverá ser limpo, com resistência adequada e granulometria compatível;

Não será permitida execução em dias de chuva;

A camada de rachão deverá ser lançada em camadas sucessivas de no máximo 30 cm cada, devidamente compactadas;

Emendas entre jornadas deverão ser feitas em corte vertical;



Sobre a camada final de rachão, deverá ser aplicada uma camada granular de selamento em pedra britada nº 0/1 com espessura de 10 cm, de forma a preencher os vazios da camada inferior, garantindo a regularidade superficial e melhor distribuição de cargas;

A camada de brita nº 0/1 deverá ser espalhada uniformemente e compactada até atingir a densidade especificada em projeto;

EXECUÇÃO

Locação e escavação às dimensões de projeto, com taludes estáveis e valas para cut-offs.

Formas e armaduras conforme detalhamento; cobrimentos mínimos atendidos.

Concretagem da soleira/apron e, depois, das paredes/alas; prever barreiras de ligação (barras de espera) para a interface com a aduela.

Acoplamento à aduela: chumbadores/barras, argamassa de ligação e vedação perimetral (selante + capeamento).

Dissipação e proteção de saída/entrada: execução do dispositivo projetado (bacia hidráulica, bloco defletor, enrocamento) e revestimento do talude adjacente.

Weep holes/drenos nas alas quando indicado; instalação de geotêxtil atrás das paredes para evitar carreamento de finos.

REATERRO E ACABAMENTOS

Reaterro lateral por camadas compactadas; restabelecimento dos taludes e hidrossemeadura ou proteção superficial quando previsto.

Acabamento com cantoneiras/aresoares; superfícies lisas onde houver escoamento.

CONTROLE E ACEITAÇÃO

Verificação de cotas, alinhamentos, ortogonalidade com a aduela, integridade do concreto (abatimento, corpo-de-prova quando aplicável) e vedação da interface.

Checagem do dispositivo dissipador e do revestimento contra erosão.

MEDIÇÃO E PAGAMENTO



Unidade de medição: unidade executada (cada boca – entrada ou saída).

Incluso: escavação, base/lastro, concretos, formas/armaduras, chumbadores, rejuntas/selantes, dispositivos de dissipação e proteção imediata, reaterro e arremates.

Exclui/medidos à parte: desvio de águas, fundações especiais e revestimentos extensivos fora da área imediata da boca, quando não incluídos em projeto.

SINALIZAÇÃO VIÁRIA

SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

Este serviço compreende a execução de sinalização horizontal longitudinal em trecho de estrada rural, com a aplicação de:

- Faixa de eixo central (linha amarela seccionada ou contínua), e
- Faixas de bordo (linhas brancas contínuas nas extremidades da pista),

conforme traçado definido no projeto executivo e em atendimento ao Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume IV e à Especificação DNIT 100/2009 – ES.

As faixas serão executadas com tinta termoplástica extrudada ou tinta acrílica de alto desempenho, aplicada mecanicamente, com largura padrão de 10 cm e retrorrefletância mínima de 100 mcd/m²/lux. Será realizada a aplicação de microesferas de vidro retrorrefletivas, atendendo à NBR 16184, garantindo visibilidade noturna e em condições adversas.

A pista deverá estar devidamente limpa, seca e regularizada antes da aplicação.

A medição será efetuada por metro linear de faixa executada, conforme projeto.

SINALIZAÇÃO VERTICAL

A sinalização vertical será implantada ao longo do mesmo trecho da estrada, com o objetivo de garantir segurança viária e orientação aos condutores, de acordo com as normas estabelecidas pelo CONTRAN (Resolução nº 973/2022), Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volumes I e II, e cadernos técnicos do DER-MG.



As placas previstas são:

- Placa R-19 – Velocidade Máxima Permitida 40 km/h: regulamenta o limite de velocidade permitido no trecho;
- Placa A-2a – Curva à Esquerda e Placa A-2b – Curva à Direita: indicam a existência de curvas suaves no sentido indicado.
- Placa A-1a – Curva Acentuada à Esquerda e Placa A-1b – Curva Acentuada à Direita: adverte sobre a existência de curva acentuada no sentido indicado, sinalizando ao condutor a necessidade de redução de velocidade e manobra controlada.

As placas serão confeccionadas em chapa de aço galvanizado nº 18, com aplicação de película retrorrefletiva classe II (mínimo), com pictogramas conforme o Manual de Sinalização. Serão fixadas em poste de madeira, com altura livre mínima de 1,20 m entre o solo e a borda inferior da placa (conforme padrão para rodovias rurais).

A fundação será executada com base de concreto $f_{ck} \geq 15$ MPa, com dimensões compatíveis ao tipo de solo e porte da placa. A locação será feita de acordo com os critérios de visibilidade, distância de antecipação e afastamento lateral estabelecidos nas normas técnicas.

A medição será por unidade instalada, incluindo fornecimento, transporte, montagem e fixação dos dispositivos.

São Roque de Minas – MG, julho de 2025.

RÔMULO GASPAR DA COSTA
CREA: 160.658/D