

PROJETO DE REVITALIZAÇÃO

MEMORIAL DESCRITIVO

Local:

Rodovia Aníbal Khury

Balsa Nova – PR

Fevereiro / 2026

SUMÁRIO

1	MUNICÍPIO.....	5
2	LOCALIZAÇÃO.....	6
3	RELATÓRIO FOTOGRÁFICO	7
4	INFORMATIVO DO PROJETO	14
5	NORMAS GERAIS DE TRABALHO	14
5.1	ABREVIATÓES	14
5.2	CONSIDERAÇÕES	14
5.3	SEGURANÇA E CONVENIÊNCIA PÚBLICA	15
5.4	RESPONSABILIDADE PELOS SERVIÇOS E OBRAS	16
6	SERVIÇOS PRELIMINARES	18
6.1	PLACA DE OBRA.....	18
6.2	LOCAÇÕES DE OBRA.....	18
6.3	REMOÇÃO E TRANSPORTE	19
6.4	REALOCAÇÃO DE POSTES	19
7	PROJETO DE TERRAPLANAGEM.....	19
7.1	CORTES.....	20
7.1.1	Generalidades	20
7.1.2	Equipamentos	21
7.1.3	Execução.....	21
7.1.4	Controle.....	21
7.2	ATERROS	22
7.2.1	Generalidades	22
7.2.2	Materiais	22
7.2.3	Equipamentos	23
7.2.4	Execução.....	23
7.3	DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE (DMT).....	23
7.4	VOLUME TOTAL DE CORTE E ATERRO	24
8	TESTE DE CARGA COM VIGA BENKELMAN	24
8.1	EXECUÇÃO DO ENSAIO.....	24
8.2	CÁLCULOS PARA RESULTADO DO ENSAIO	26
9	ESTUDO DE TRÁFEGO	28

9.1	OS EIXOS	28
9.2	DETERMINAÇÃO DA QUANTIDADE DE VEÍCULOS NO PERÍODO INDICADO	30
9.3	FATOR VEÍCULO	30
9.4	CÁLCULO DO NÚMERO N	31
9.5	AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DO PAVIMENTO	31
9.5.1	Resultado do Teste de Carga com Viga Benkelman	33
9.6	DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO	39
9.6.1	Espessura do Revestimento	39
9.6.2	Espessura das Demais Camadas	41
10	ESTUDO HIDROLÓGICO	42
10.1	INTRODUÇÃO E IMPLANTAÇÃO	42
10.2	ÁREA DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO	42
10.3	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	43
10.4	COEFICIENTES DE ESCOAMENTO <i>RUNOFF</i>	43
10.5	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO	44
10.6	PERÍODO DE RETORNO	44
10.7	EQUAÇÃO DE CHUVAS IDF	45
10.7.1	Processos Construtivos	46
10.7.2	Forma de Assentamento de Tubos	47
10.7.3	Tubos Circulares de Concreto	47
10.8	SARJETAS	49
10.9	ESCAVAÇÃO E REATERRO DE VALAS	50
11	DISPOSITIVOS DE CAPTAÇÃO, INSPEÇÃO E JUNÇÃO	51
11.1	CAIXAS DE CAPTAÇÃO SIMPLES	51
11.2	CAIXAS DE INSPEÇÃO	52
11.3	CAIXAS DE JUNÇÃO	52
12	ESTUDO TOPOGRÁFICO	53
13	ESTUDO DO TRAÇADO	54
14	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	54
14.1	REGULARIZAÇÃO E PREPARO DA CANCHA	54
14.1.1	Materiais	55

14.1.2	Equipamento	55
14.1.3	Execução	55
14.1.4	Controle Tecnológico	56
14.2	CAMADA DE MACADAME SECO (RACHÃO)	56
14.2.1	Materiais	57
14.2.2	Equipamentos	58
14.2.3	Execução	58
14.2.4	Controle Tecnológico	60
14.3	CAMADA DE BRITA GRADUADA	60
14.3.1	Materiais	60
14.3.2	Equipamentos	61
14.3.3	Execução	61
14.3.4	Controle Tecnológico	63
14.4	FRESAGEM	65
14.4.1	Equipamentos	65
14.4.2	Execução	66
14.5	IMPRIMAÇÃO	67
14.5.1	Materiais	68
14.5.2	Equipamento	68
14.5.3	Execução	68
14.5.4	Controle Tecnológico	69
14.6	PINTURA DE LIGAÇÃO	70
14.6.1	Materiais	70
14.6.2	Equipamento	70
14.6.3	Execução	70
14.6.4	Controle Tecnológico	72
14.7	APLICAÇÃO DE CONCRETO ASFÁLTICO	72
14.7.1	Material Betuminoso	73
14.7.2	Agregados	73
14.7.3	Composição da Mistura	73
14.7.4	Equipamento	74
14.7.5	Execução	74

14.7.6	Produção do Concreto Betuminoso	74
14.7.7	Transporte do Concreto Betuminoso	75
14.7.8	Distribuição e Compressão da Mistura	75
15	MEIO-FIO	76
16	SINALIZAÇÃO VIÁRIA	77
16.1	PINTURA DE FAIXAS HORIZONTAIS	77
16.2	PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO	78
16.3	TACHÕES/TACHINHAS	78
16.4	FAIXA DE TRAVESSIA DE PEDESTRES	79
16.4.1	Características	79

1 MUNICÍPIO

Balsa Nova (Figura 1) é um município brasileiro do estado do Paraná, faz parte da região metropolitana de Curitiba, estando a aproximadamente 45 km da capital, situado a uma altitude média de 830 metros.

Figura 1 – Vista aérea do município de Balsa Nova



Fonte: Prefeitura de Balsa Nova (2023).

Balsa nova teve origem na localidade de Tamanduá. Esta região era habitada pelos índios carijós que utilizava a região como "posto avançado", de onde podiam sinalizar aos índios que habitavam às margens do Rio Iguaçu, com fogo, no caso de qualquer perigo. Tamanduá serviu como passagem para as tropas que vinham do Sul e tangiam gado para São Paulo e outros estados. Tinha ares de cidade e era um dos principais pousos de tropeiros que conduziam gado próximo a serra de São Luiz do Purunã. As primeiras informações sobre o município datam de 1876, na época conhecido como Rodeio, ao lado do Rodeiozinho e do Rodeio Grande.

O pequeno povoado era completamente isolado, não havendo comunicação por estrada ou ferrovia, apenas caminhos utilizados pelos fazendeiros que conduziam suas tropas. Devidos às grandes dificuldades enfrentadas pela população quanto a travessia do rio Iguaçu, feita por canoas, o campolarguense João Domingos Soares construiu sobre o rio o Porto do Roque, que dava precárias condições de passagem aos moradores. Posteriormente, o porto então muito danificado e seu proprietário sem condições de repará-lo ou reconstruí-lo, foi perdendo suas partes.

Em 1884, Galdino Chaves obteve autorização dos governantes da época para formar o porto Ana Chaves, o qual era usado para passagem de pedestres que vinham da Lapa para vender os produtos de suas lavouras e fazer compras no comércio local. No ano de 1886, Galdino Chaves construiu uma pequena balsa, composta de quatro canoas e uma corrente na largura do rio para dar maior segurança à travessia. Algum tempo depois, uma grande enchente carregou a balsa.

Devido aos trabalhos acelerados da construção da estrada de ferro, em 1891, Galdino Chaves recorreu ao governo da época, em Curitiba, sendo atendido e então construída uma balsa moderna que funcionava com o auxílio de cabo de aço. Após a construção da balsa nova, frequentemente elogiada pelos habitantes locais e da vizinha, e utilizada como ponto de referência local, foi esquecido o nome Rodeio e utilizada a denominação Balsa Nova. Com a estrada de ferro e a balsa nova, o local cresceu, instalaram-se indústrias de beneficiamento de madeira e erva mate. Surgiram outros estabelecimentos comerciais, a igreja e a farmácia.

O município possui uma população estimada de 13.395 habitantes (IBGE, 2022), em uma área de 348,926 km². Sua economia é baseada principalmente na agricultura e pecuária, com destaque para a produção de grãos, leite e carne, possui um Produto Interno Bruto (PIB) per capita de R\$ 69.966,95 (IBGE, 2022) e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,696 (IBGE, 2010).

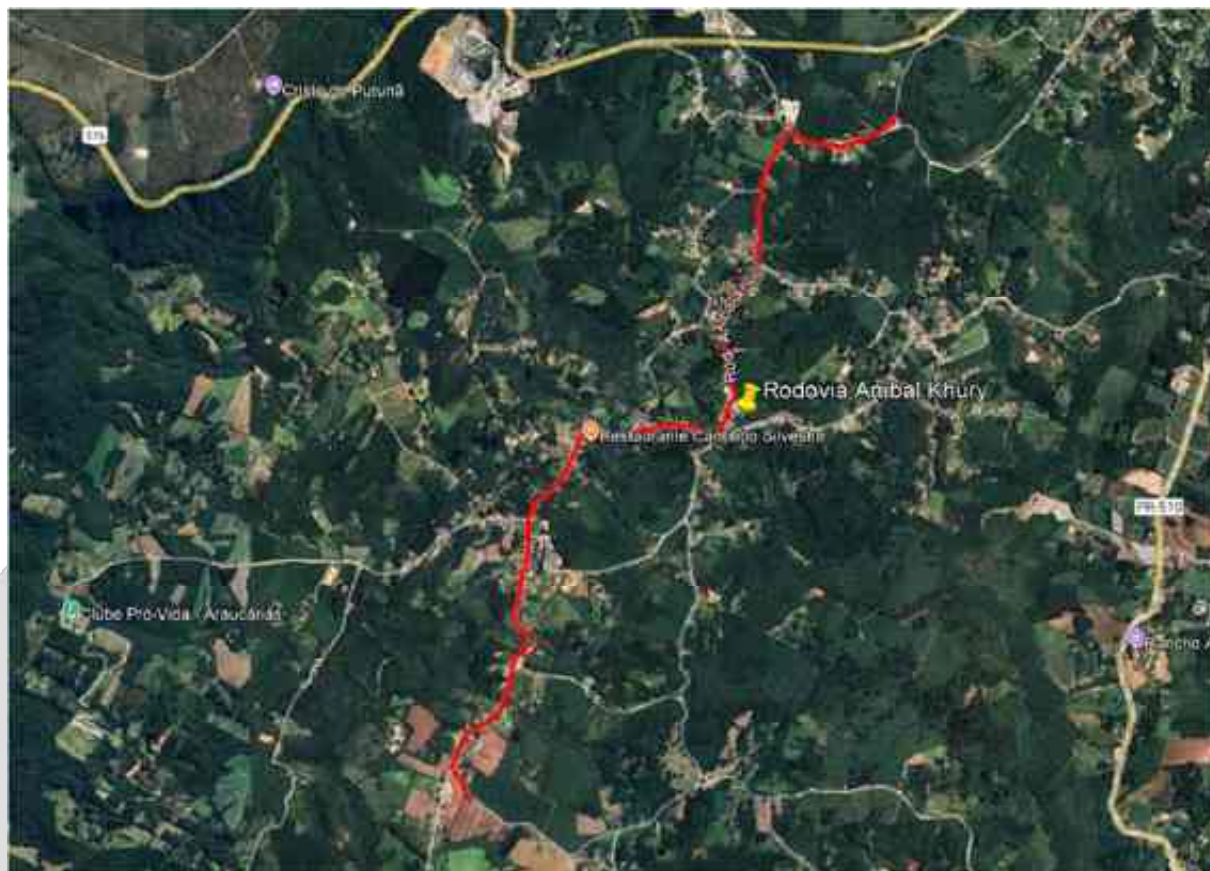
2 LOCALIZAÇÃO

Figura 2 – Localização do município de Balsa Nova



Fonte: Wikipedia (2023).

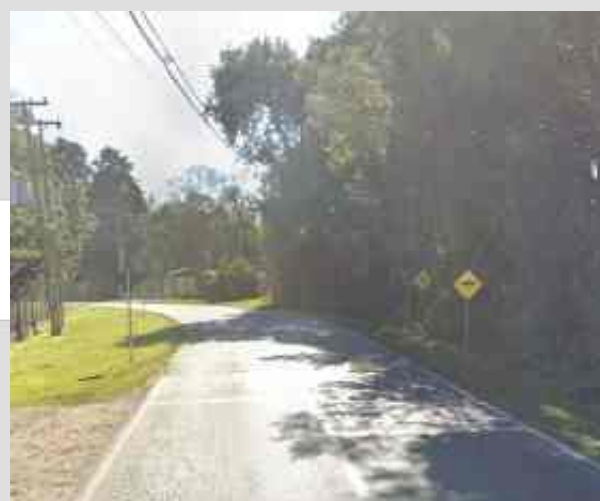
Figura 3 – Localização da via



Fonte: Google Earth (2026).

3 RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

















Fonte: Geomapa (2026).

4 INFORMATIVO DO PROJETO

Em busca de garantir aos moradores do município melhores condições de tráfego local, a atual administração tem se preocupado em realizar a revitalização das ruas residenciais desta localidade. Para este projeto em questão ficou definida a realização de um trecho com extensão de 6.294,82 metros com largura total variável, composta por uma pista simples de asfalto, conforme projeto em anexo.

5 NORMAS GERAIS DE TRABALHO

5.1 ABREVIATÓES

Onde na documentação contratual forem empregados os termos e abreviações abaixo, deverão ser interpretados como a seguir indicado.

DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes.
DER/PR	Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Paraná.
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas.
NBR	Norma Brasileira.

5.2 CONSIDERAÇÕES

A empresa CONTRATADA vencedora da licitação deverá submeter-se à FISCALIZAÇÃO e aos projetos apresentados.

Os serviços deverão obedecer ao traçado, cotas, seções transversais, dimensões, tolerância e exigências de qualidade dos materiais indicados pela FISCALIZAÇÃO nos Projetos e nas Especificações de Serviços. Embora as medições,

amostragem e ensaios possam ser considerados como evidência dessa observação, ficará a exclusivo critério da FISCALIZAÇÃO, julgar se os serviços e materiais apresentam desvio em relação ao projeto e às suas especificações de serviços. Sua decisão, quanto aos desvios permissíveis dos mesmos, deverá ser final.

A CONTRATADA será considerada responsável pelos danos por ela causados nos serviços.

A CONTRATADA deverá, durante todo o tempo, proporcionar supervisão adequada, mão-de-obra e equipamentos suficientes para executar os serviços até a sua conclusão, dentro do prazo requerido no contrato.

Todo o pessoal da CONTRATADA e/ou das empresas subcontratadas deverá possuir habilitação e experiência para executar adequadamente os serviços que lhe forem atribuídos.

A CONTRATADA deverá fornecer equipamentos do tipo, tamanho e quantidade que venham a ser necessários para executar satisfatoriamente os serviços. Todos os equipamentos usados deverão ser adequados de modo a atender as exigências dos serviços e produzir qualidade e quantidade satisfatória dos mesmos. A FISCALIZAÇÃO poderá ordenar a remoção e exigir a substituição de qualquer equipamento não satisfatório.

Todos os materiais utilizados devem estar de acordo com as especificações. Caso a FISCALIZAÇÃO julgue necessário, poderá solicitar da CONTRATADA a apresentação de informações, por escrito, dos locais de origem dos materiais acompanhados, e quando necessário, dos ensaios de laboratório.

A CONTRATADA deverá efetuar todos os controles necessários para assegurar que a qualidade dos materiais empregados está em conformidade com as especificações. Os ensaios e verificação a seu cargo serão executados pelo laboratório designado pela CONTRATADA ou, quando necessário e justificado, pelo laboratório designado pela FISCALIZAÇÃO.

5.3 SEGURANÇA E CONVENIÊNCIA PÚBLICA

A CONTRATADA deverá, durante a obra, tomar o necessário cuidado em todas as operações de uso de equipamentos para proteger o público e para facilitar o tráfego. Nos locais onde os projetos exigirem que qualquer base, revestimento ou pavimento sejam construídos, deverão ser feitos em uma faixa de cada vez e a faixa

que não estiver sendo utilizada pelas obras deverá ser aberta ao tráfego público, sob controle e direção única alternadamente, visando tão somente facilitar o tráfego.

Se a CONTRATADA julgar conveniente poderá, com a prévia da FISCALIZAÇÃO, e sem remuneração extra, utilizar e conservar variantes para desviar o tráfego do local das obras e serviços.

Quando a FISCALIZAÇÃO exigir, a CONTRATADA deverá fornecer sinalizadores, a fim de possibilitar passagem do tráfego, sob o controle de direção única. Essa exigência também não gerará nenhum tipo de remuneração extra.

Só será permitida a circulação de qualquer equipamento carregado durante o tempo de realização das obras, com no máximo 25 toneladas brutas. Passagens isoladas de equipamentos com peso superior ao permitido, só serão autorizadas com a prévia anuência da FISCALIZAÇÃO.

Não será permitido o derramamento de materiais resultantes de operação de transporte ao longo das vias públicas. Acontecendo tal infração, os mesmos deverão ser imediatamente removidos pela e as expensas da CONTRATADA.

As operações de construção e/ou serviço deverão ser executadas de tal forma, que causem o mínimo possível de transtornos e incômodo às propriedades vizinhas, às obras ou serviços.

A CONTRATADA deverá, prontamente, instalar e manter as barreiras necessárias, sinais vermelhos, sinais de alerta e perigo, sinalização de desvios e outros, em número suficiente, bem como tomar todas as demais precauções necessárias para a proteção do seu trabalho e segurança do público.

5.4 RESPONSABILIDADE PELOS SERVIÇOS E OBRAS

A FISCALIZAÇÃO deverá decidir as questões que venham a surgir quanto à qualidade e aceitabilidade dos materiais usados na obra/serviço, do andamento, da interpretação dos projetos e especificações e ao cumprimento satisfatório das cláusulas do Contrato.

É vedado o início de qualquer operação de relevância sem o consentimento por escrito da FISCALIZAÇÃO ou sem a notificação por escrito da empresa CONTRATADA, apresentada com antecedência suficiente para que a FISCALIZAÇÃO tome as providências de inspeção antes do início das operações. Os

serviços/obras iniciados sem a observância destas exigências poderão ser rejeitados pela FISCALIZAÇÃO.

A FISCALIZAÇÃO terá livre acesso aos trabalhos durante a execução do serviço/obra, e deverá ter todas as facilidades razoáveis para poder determinar se os materiais e mão de obra empregada são compatíveis com as especificações.

Até que a FISCALIZAÇÃO não seja notificada por escrito sobre a aceitação e entrega final dos serviços/obras, a CONTRATADA será responsável pela conservação dos mesmos e deverá tomar as precauções contra prejuízos ou danos que possam ser causados por qualquer tipo de ação proposital, e os danos deverão ser reparados ou restaurados pela CONTRATADA, exceto os involuntários ou imprevisíveis fora do controle humano.

A empresa CONTRATADA só poderá usar materiais previamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO e não deverá executar qualquer serviço/obra antes que as cotas e alinhamentos tenham sido satisfatoriamente estabelecidos. Os serviços/obras executados com materiais fora das especificações/normas/projetos deverão ser removidos, substituídos ou reparados, obedecendo às instruções e a maneira que a FISCALIZAÇÃO determinar, tudo por conta da CONTRATADA.

A CONTRATADA não deverá realizar qualquer serviço/obra de remoção, desvio ou reconstrução de serviços de utilidade pública, antes de consultar a FISCALIZAÇÃO, companhias de serviços públicos, autoridades e proprietários, a fim de determinar a sua localização exata. A CONTRATADA deverá notificar por escrito as entidades acima mencionadas, da natureza de qualquer serviço que possa afetar suas instalações, serviços ou propriedades.

Quando o desvio ou substituição dos serviços de utilidade pública não for essencial para o prosseguimento dos serviços/obras como projetados, mas for feita por única conveniência da CONTRATADA, a mesma responderá por todos os custos incidentes no desvio ou substituição. Quando a relocação ou substituição dos serviços de utilidade pública for essencial para o prosseguimento dos serviços/obras, como projetado, o Município de Balsa Nova, responderá pelos custos decorrentes da substituição.

Antes do recebimento final dos serviços a via urbana deverá ser limpa. Todas as obras de artes, valetas e dispositivos de drenagem superficial, deverão ser limpos

e conservados de quaisquer depósitos resultantes do serviço até que a inspeção final tenha sido feita.

6 SERVIÇOS PRELIMINARES

6.1 PLACA DE OBRA

A placa de obra tem por objetivo informar à população e aos usuários da rua os dados da obra. As placas deverão ser fixadas em local visível, preferencialmente no acesso principal do empreendimento ou voltadas para a via que favoreça a melhor visualização. Seu tamanho não deve ser menor que o das demais placas do empreendimento.

As dimensões mínimas devem atender à exigência do convênio de 4,00 x 2,00 m. A placa deverá ser confeccionada em chapas de aço #18, tratada previamente com antioxidante.

Figura 4 – Placa de obra padrão do Governo do Estado



Fonte: Paranaidade (2023).

6.2 LOCAÇÕES DE OBRA

A metodologia adotada para locação topográfica da obra será com o uso de aparelho topográfico, sendo demarcados os pontos de locação do eixo da via a ser

pavimentada, com implantação de piquetes, com espaçamento máximo de 20 metros, nivelamento e contranivelamento do eixo locado e nivelamento das seções transversais.

Para o nivelamento da drenagem pluvial deverá ser seguido o projeto de drenagem pluvial, observando a cota de fundo de vala no perfil longitudinal traçado.

6.3 REMOÇÃO E TRANSPORTE

Antes do início dos serviços deverão ser considerados aspectos importantes como: a natureza da estrutura, os métodos utilizados para construção e as condições do entorno onde será realizada a remoção.

As remoções deverão ser efetuadas dentro da técnica, tomando os devidos cuidados de forma a se evitarem danos a terceiros.

Caso necessite, a remoção de eventuais edificações, muros e afins, o transporte de todo o entulho e detritos provenientes desta, serão de responsabilidade do Município, não cabendo a inclusão de tais serviços na planilha orçamentária.

6.4 REALOCAÇÃO DE POSTES

Caso seja necessário a realocação de postes, a mesma estará demonstrada no projeto geométrico, cabendo ao engenheiro fiscal do município avaliar *in loco* a necessidade de eventuais alterações, devendo comunicar aos técnicos projetistas as devidas alterações necessárias para adequações do projeto, caso houver.

A realocação de postes deverá ser solicitada pelo Município junto a concessionária de energia com antecedência para que não prejudique o cronograma da obra.

7 PROJETO DE TERRAPLANAGEM

O Projeto de Terraplanagem tem por objetivo a definição das seções transversais em corte e aterro, a determinação, a localização e distribuição dos volumes dos materiais.

Em função das características próprias do Projeto, o greide lançado no Projeto Geométrico procurou adequá-lo à situação existente. Desta forma, será realizada a escavação ou o aterro para a execução das camadas constituintes do pavimento, seguida da regularização e compactação.

Nota: A apresentação do licenciamento ambiental das áreas de bota-fora e jazida de empréstimo será de responsabilidade do Município.

Com a realização do serviço de escavação, havendo aparecimento de solo considerado inservível a empresa executora da obra deverá comunicar imediatamente o Engenheiro Fiscal e Autor do Projeto para readequação dos serviços a serem realizados, devendo ser prevista a retirada do material inservível e substituído por material com compactação a 100% do Proctor Normal.

Para efeitos desta Norma são adotadas as seguintes definições:

- Material de 1ª categoria – compreende os solos em geral, residual ou sedimentar, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 15cm, qualquer que seja o teor de umidade apresentado;
- Material de 2ª categoria - compreende os de resistência ao desmonte mecânico inferior a rocha não alterada, cuja extração se processe por combinação de métodos que obriguem a utilização do maior equipamento de escarificação exigido contratualmente. A extração eventualmente poderá envolver o uso de explosivos ou processo manual adequado. Incluídos nesta classificação os blocos de rocha, de volume inferior a 2m³ e os matacões ou pedras de diâmetro médio entre 15cm e 1m;
- Material de 3ª categoria – compreende os de resistência ao desmonte mecânico equivalente à rocha não alterada e blocos de rocha, com diâmetro médio superior a 1m, ou de volume igual a 2m³, cuja extração e redução, a fim de possibilitar o carregamento se processem com o emprego contínuo de explosivos.

7.1 CORTES

7.1.1 Generalidades

Cortes são segmentos cuja implantação requer escavação do material constituinte do terreno natural ao longo do eixo, e no interior dos limites das seções do projeto.

As operações de corte compreendem:

- Escavação e carga dos materiais constituintes do terreno natural até o greide de terraplanagem indicado no projeto;
- Transporte e descarga dos materiais escavados para aterros ou botaforas. Para o orçamento determinou-se DMT de acordo com especificações em planilha orçamentária e o empolamento para o transporte de material de 1ª categoria foi de 25%.

7.1.2 Equipamentos

A escavação dos cortes será executada mediante a utilização racional de equipamento adequado, que possibilite a execução dos serviços sob as condições especificadas e a produtividade requerida.

7.1.3 Execução

O desenvolvimento da escavação se processará mediante a previsão da utilização adequada, ou rejeição dos materiais extraídos. Assim, apenas serão utilizados para constituição dos aterros, os materiais que pela classificação e caracterização efetuada nos cortes, sejam compatíveis com as especificações de execução dos aterros, em conformidade com o projeto.

Quando no nível da plataforma dos cortes for verificada a ocorrência de rocha, são ou em decomposição, ou de solos de expansão maior que 2%, baixa capacidade de suporte ($\text{CBR} < 4\%$) ou solos orgânicos, a empresa executora da obra deverá comunicar o Engenheiro Fiscal e Autor do Projeto para readequação dos serviços a serem realizados.

Os taludes de cortes deverão apresentar, após a operação de terraplanagem, a inclinação indicada no projeto.

7.1.4 Controle

O acabamento da plataforma de corte será procedido mecanicamente, de forma a alcançar-se a conformação da seção transversal do projeto, admitindo as seguintes tolerâncias:

- Variação de altura máxima de mais ou menos 10cm;

- Variação máxima de largura de mais 20cm para cada plataforma, não se admitindo a variação para menos.

7.2 ATERROS

7.2.1 Generalidades

As operações de aterro compreendem descarga, espalhamento, homogeneização, conveniente umedecimento ou aeração, e compactação dos materiais destinados a:

- Construção da camada final do aterro até a cota correspondente ao greide da terraplanagem;
- Substituição eventual dos materiais de qualidade inferior previamente retirados, a fim de melhorar as fundações dos aterros e/ou cortes.

7.2.2 Materiais

Os materiais para os aterros provirão de cortes existentes, desde que estes apresentem boa qualidade. A substituição desses materiais selecionados por outros, por necessidade de serviço ou por interesse da construtora, somente poderá ser processada após prévia autorização da fiscalização. Os solos para os aterros deverão ser isentos de matérias orgânicas, micácea e diatomácea. Turfas e argilas orgânicas não devem ser empregadas. Caso os materiais provenientes dos cortes não forem suficientes ou não forem de boa qualidade para os aterros, deverá ser adquirido material e jazida de solo de boa qualidade devidamente licenciadas.

Para efeito de execução do corpo do aterro, apresentar capacidade de suporte adequada ($ISC \geq 2\%$) e expansão $\leq 4\%$, quando determinados por intermédio dos seguintes ensaios:

- Ensaio de compactação – Norma DNIT 164/2013-ME;
- Ensaio de Índice Suporte Califórnia (ISC) – Norma DNIT 172/2016-ME, com a energia do Ensaio de Compactação (Método A).

Para efeito de execução da camada final dos aterros, apresentar dentro das disponibilidades e em consonância com os preceitos de ordem técnico-econômica, a melhor capacidade de suporte ($ISC \geq 4\%$, ou igual ou superior ao especificado pelo

projetista, quando indicado em projeto) e expansão $< 2\%$, cabendo a determinação dos valores de CBR e de expansão pertinentes, por intermédio dos seguintes ensaios:

- Ensaio de Compactação – Norma DNIT 164/2013-ME;
- Ensaio de Índice Suporte Califórnia (ISC) – Norma DNIT 172/2016-ME, com a energia do Ensaio de Compactação do (Método B).

7.2.3 Equipamentos

Os aterros serão executados mediante a utilização racional de equipamento adequado, que possibilite a execução dos serviços sob as condições especificadas e produtividade requerida.

7.2.4 Execução

O lançamento do material para a construção dos aterros deve ser feito em camadas sucessivas, em toda a largura da seção transversal e em extensões tais que permitam seu umedecimento e compactação 100% do Proctor Normal. Para o corpo dos aterros, a espessura da camada compactada não deverá ultrapassar 30cm e, para as camadas finais, essa espessura não deverá ultrapassar 20cm.

A localização das áreas de bota-fora e jazida de empréstimo foram definidas e apresentadas pela equipe técnica da prefeitura. Por se tratar de obra de pavimentação em via pública, a apresentação do licenciamento ambiental será de responsabilidade do Município.

Os volumes de cortes e aterros compactados obtidos estão expressos nos projetos e não estão considerados os empolamentos.

7.3 DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE (DMT)

- Escavação e carga de material de 1º categoria para execução dos taludes até o greide projetado, empolado em 25% e DMT de 4,3km (Distância do bota-fora);
- Transporte do volume proveniente da escavação da carga de material de 1º categoria para reaproveitamento na execução do aterro, empolado em 25% e DMT de 1km (Distância do bota-espera);
- Para transporte do volume de material britado, DMT de 15,1km (Distância da Jazida de material britado mais próxima);

- Para transporte do volume de CBUQ, DMT de 12,9km (Distância da Usina de Asfalto mais próxima);

7.4 VOLUME TOTAL DE CORTE E ATERRO

O volume total de movimentação de terra projetado deve ser analisado no projeto de terraplanagem e orçamento da obra. O volume de escavação deve servir para complementar os aterros existentes.

8 TESTE DE CARGA COM VIGA BENKELMAN

A viga Benkelman é o aparelho destinado a medir deflexões em pavimentos, visando ao conhecimento da capacidade estrutural do pavimento. A medida de deflexão reversível obtida com a viga Benkelman é a ferramenta mais utilizada no meio rodoviário para projetos de reforço de pavimentos, tanto para a identificação das deficiências da estrutura como para a definição das espessuras de camadas de reforço. O ensaio é executado conforme método DNER-ME 024/94.

8.1 EXECUÇÃO DO ENSAIO

Para a execução do ensaio:

- A viga deve ser previamente aferida, conforme o procedimento DNER-PRO 175/94;
- Os pontos do pavimento em que devem ser medidas as deflexões, devem ser convenientemente marcados e estarem localizados a uma distância prefixada da borda do revestimento, de acordo com a tabela a seguir;

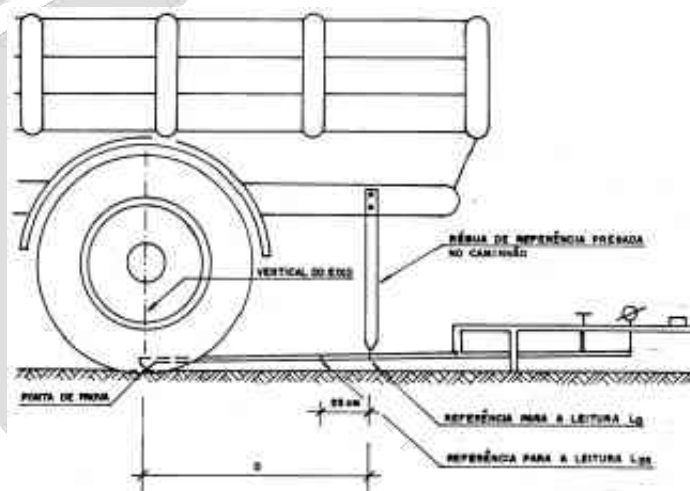
Tabela 1 – Localização dos pontos de medição

LARGURA DA FAIXA DE TRÁFEGO (m)	DISTÂNCIA DA BORDA DO REVESTIMENTO (m)
2,70	0,45
3,00	0,60
3,30	0,75
3,50 ou mais	0,90

Fonte: DNER-ME 024/94.

- Posicionamento do caminhão: um dos conjuntos de rodas duplas traseiras do caminhão devem ser centradas sobre o ponto selecionado na trilha externa, conforme tabela acima. O eixo de carga do caminhão deve ficar perpendicular ao eixo da pista de rolamento;
- Posicionamento da Viga Benkelman: a ponta de prova da viga deve ser posicionada entre os pneus de roda dupla, coincidindo com o ponto selecionado. O perfeito posicionamento da ponta da viga, na vertical do eixo traseiro, deve ser assegurado por meio de um sistema de referência, relacionando a posição da viga à do caminhão. A trava da viga Benkelman deve ser liberada antes do posicionamento. O pé traseiro da viga deve ser ajustado de modo que o extensômetro fique, aproximadamente, a meio curso, conforme a figura a seguir;

Figura 5 – Esquema do sistema de referência na viga e no caminhão



Fonte: DNER-ME 024/94.

- Leitura inicial: ligando o vibrador, faz-se a leitura inicial (L_0), quando o extensômetro indicar movimento igual ou menor que 0,01mm/min, ou decorridos 3 minutos da ligação do vibrador;
- Leitura final: o caminhão deve ser deslocado lentamente, pelo menos 10m para a frente, após o que se faz a leitura final (L_f), ou quando o extensômetro indicar movimento igual ou menor que 0,01mm/min, ou decorridos 3 minutos após o caminhão sair da posição original;
- Transporte da viga: desligado o vibrador, a parte móvel da viga deve ser travada, após o que pode ser transportada para novo ponto;

- Raio da curvatura: para determinar o raio de curvatura da bacia de deformação, faz-se uma leitura adicional, para isso deslocando o eixo das rodas duplas do caminhão 25cm à frente do ponto de prova do pavimento.

8.2 CÁLCULOS PARA RESULTADO DO ENSAIO

Os resultados dos ensaios compreendem os cálculos descritos a seguir.

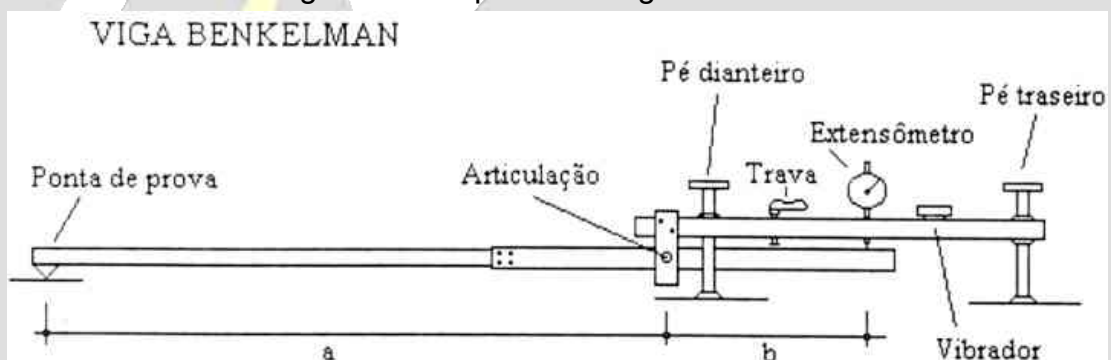
a) A deflexão do pavimento no ponto de prova é calculada pela fórmula:

$$D_0 = (L_0 - L_f) * \frac{a}{b}$$

Onde:

- D_0 = Deflexão real ou verdadeira (centésimos de milímetro);
- L_0 = Leitura inicial (centésimos de milímetro);
- L_f = Leitura final (centésimos de milímetro);
- a e b = Dimensões da viga Benkelman (Figura 7).

Figura 6 – Esquema da viga Benkelman



Fonte: Albernaz (1997).

b) O raio de curvatura da bacia de deformação no ponto de prova é calculado por meio da fórmula:

$$R = \frac{6250}{2(D_0 - D_{25})}$$

Onde:

- R = Raio de curvatura (m);
- D_0 = Deflexão real ou verdadeira (centésimos de milímetro);
- D_{25} = Deflexão a 25cm do ponto de prova (centésimos de milímetro).

c) Calcula-se a média das deflexões:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

Onde:

- $\bar{X}$ = Deflexão média aritmética;
- $\sum X_i$ = Somatória das deflexões;
- n = Quantidade de leituras.

d) Calcula-se o desvio padrão:

$$d = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Onde:

- d = Desvio padrão;
- $\sum (X_i - \bar{X})^2$ = Diferença das deflexões em relação à média aritmética;
- n = Quantidade de leituras.

e) Calcula-se a deflexão característica:

$$D_c = \bar{X} + K * d$$

Onde:

- D_c = Deflexão característica;
- $\bar{X}$ = Deflexão média aritmética;
- K = Coeficiente multiplicador em função do número de amostras;
- d = Desvio padrão.

O segmento será aceito se a deflexão característica for $\leq$ deflexão máxima admissível (D_0).

f) Deflexão admissível (D_{adm}) – USACE

O valor da deflexão admissível depende dos materiais constituintes do revestimento e da base do pavimento, bem como do número N de solicitações de eixos equivalentes ao eixo padrão de 8,2t. Para pavimentos constituídos de revestimento de concreto betuminoso executado sobre base granular, o valor D_{adm} em 0,01mm é dado pela expressão:

$$D_{adm} = 10^{(3,01 - 0,174 \log_{10} N)}$$

9 ESTUDO DE TRÁFEGO

O estudo de tráfego foi desenvolvido visando obter subsídios necessários para a definição do Volume Médio Diário (VMD), bem como, determinar o Número N (Repetições de passagem do eixo Padrão, 8,2t), e consequentemente definir a espessura e o tipo do revestimento da pavimentação para a Rua Getúlio Vargas.

As diretrizes adotadas no presente Estudo de Tráfego foram embasadas e utilizou-se como referência o Manual de estudos de tráfego – Rio de Janeiro (2006) do DNIT, que reúne as informações gerais necessárias para a determinação dos dados de tráfego que são utilizados em projetos rodoviários.

Para efeito de dimensionamento de pavimentos, o tráfego de veículos comerciais (caminhões, ônibus) é de fundamental importância, pois no projeto de pavimentação serão considerados, tanto o tráfego de veículos comerciais, quanto o tráfego de veículos de passageiros (carro de passeio), constituindo o tráfego total.

9.1 OS EIXOS

As cargas dos veículos são transmitidas através das rodas dos pneus pneumáticos. As rodas dos pneumáticos (simples ou duplas) são acopladas aos eixos, que podem ser classificadas da seguinte forma:

- **Eixo simples:** um conjunto de duas ou mais rodas, cujos centros estão em um plano transversal vertical ou podem ser incluídos entre dois planos transversais verticais, distantes de 1m, que se estendam por toda a largura do veículo;
- **Eixo simples de roda simples:** com duas rodas, uma em cada extremidade (2 pneus);
- **Eixo simples de roda dupla:** com quatro rodas, sendo duas em cada extremidade (4 pneus).
- **Eixo tandem:** quando dois ou mais eixos consecutivos, cujos centros estão distantes de 1m a 2,40m, e ligados a um dispositivo de suspensão que distribui a carga igualmente entre os eixos. O conjunto de eixos constitui um eixo tandem;

- Eixo tandem duplo: com dois eixos, com duas rodas em cada extremidade de cada eixo (8 pneus). Nos fabricantes nacionais o espaçamento médio é de 1,30m;
- Eixo tandem triplo: com três eixos, com duas rodas em cada extremidade de cada eixo (12 pneus).

O Código de Trânsito Brasileiro, através da Lei nº 9.043 de 23/09/97 e da Resolução nº 12 de 6/12/98 do CONTRAN, regulamentou as seguintes cargas máximas legais no Brasil:

Tabela 2 – Cargas máximas legais

Eixo	Carga Máxima Legal	Tolerância de 7,5%
Dianteiro simples de roda simples	6t	6,45t
Simples de roda simples	10t	10,75t
Tandem Duplo	17t	18,28t
Tandem Triplo	25,5t	27,41t
Duplo de Tribus	13,5t	14,51t

Fonte: CONTRAN (1998).

A contagem de tráfego foi realizada no dia 14 de janeiro de 2026 em um período de 24 horas, contando nos dois sentidos da via. Para considerações de cálculo, foi considerada a quantidade no sentido da via projetada.

Figura 7 – Contagem de veículos

Categorias	Contagem de Veículos para duas faixas (24h)	Veículos por Faixa (24h)	pv (%)
Veículos Leves	2.827	1.414,0	92,4%
Onibus	22	11,0	0,7%
Caminhão Leve	46	23,0	1,5%
Caminhão Médio	128	64,0	4,2%
Reboque SST	35	18,0	1,1%
$V_0 = 3.058 \text{ V/d}$			

Fonte: Geomapa (2026).

A partir dos dados da contagem, é possível gerar um resumo de cargas por classificação de cálculo, juntamente com seus respectivos FVIs:

Figura 8 – Carga máxima por eixo

Categorias	Configuração de Veículo	Carga Máxima por Eixo		Fvi = $\sum FEO^*$
		Eixo Dianteiro	Eixo Traseiro	
Veículos Leves		3,0 T	3,0 T	0,0008
Ônibus		6,0 T	10,0 T	3,2
Caminhão Leve		6,0 T	10,0 T	4
Caminhão Médio		6,0 T	19,0 T	7,2
Reboque SST		6,0 T	25,5 T	13,08

9.2 DETERMINAÇÃO DA QUANTIDADE DE VEÍCULOS NO PERÍODO INDICADO

$$V_t = 365 \cdot V_i \cdot [(1 + tg)^P - 1] / tg$$

$$tg = 4\%$$

$$Tr = 10 \text{ Anos}$$

$$V_t = 13.400.857$$

$$V_t = 1,34 \cdot 10^7$$

Cálculo do fator para determinação do valor N para dimensionamento do pavimento (conforme método indicado).

Dados:

- V_t = Volume Atual de Veículo/dia;
- V_i = Quantidade de veículos totais por dia;
- Taxa de crescimento (tg) = 4% a.a.;
- Período de Projeto (P) = 10 anos;
- $VT = 1,34 \cdot 10^7$ veículos/10anos;
- Fator Climático = de 800 a 1500 (mm).

9.3 FATOR VEÍCULO

Para a determinação do Fator Veículo total (FV), é feita uma relação entre a razão da proporção de cada veículo em relação ao total e o Fvi de cada tipo de veículo considerado:

Categorias	pv (%)	Fvi	Fvi . pv
Veículos Leves	92,4%	0,0008	0,00074
Onibus	0,7%	3,2	0,02302
Caminhão Leve	1,5%	4	0,06017
Caminhão Médio	4,2%	7,2	0,30137
Reboque SST	1,1%	13,08	0,14971
FV = $\sum(Fvi.pv)$			0,53501

9.4 CÁLCULO DO NÚMERO N

Para o cálculo do número N, será utilizada a seguinte expressão:

$$N = Vt * Fv * Fr$$

Onde:

- Vt = Quantidade de veículos em 10 anos;
- Fv = Somatório da multiplicação Fvi e da proporção por veículo;
- Fr = Fator climático.

Portanto:

$$N = 13.400.857 * 0,53501 * 1 = 7.169.596,75 = 7,17 * 10^6$$

Dessa forma, o tráfego é considerado **MÉDIO**.

9.5 AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DO PAVIMENTO

Para estabelecer os procedimentos necessários para a avaliação estrutural do pavimento, e fornecer elementos para o cálculo do reforço necessário para o pavimento, com base no número de solicitação de eixos equivalentes ao eixo padrão, durante o período considerado (número N calculado anteriormente), é utilizado o procedimento DNER-PRO 011/79.

Ainda não se dispõe de critérios universalmente aceitos que possibilitem uma fácil tomada de posição com respeito à avaliação estrutural de pavimentos. A verificação de deformações plásticas significativas, decorrentes da evolução de processos de ruptura ao cisalhamento, evidenciaria a presença, no pavimento existente, de problemas situados fora do escopo dos métodos de dimensionamento alicerçados no critério deflectométrico.

Procura-se formular cinco casos típicos, na suposição de que a maioria das situações que ocorrem nos subtrechos homogêneos possa se enquadrar em uma das hipóteses, considerando os seguintes parâmetros:

- N – Número de solicitações de eixos equivalentes ao eixo padrão;
- D_p – Deflexão de projeto;
- R – Raio de curvatura;
- D_{adm} – Deflexão admissível;
- I.G.G. – Índice de Gravidade Global.

Na tabela a seguir, em função dos parâmetros acima, procura-se:

- Fixar quando serão necessários estudos complementares;
- Definir o critério para avaliação estrutural e o cálculo do reforço;
- Fazer recomendações quanto às medidas corretivas.

Tabela 3 – Critério para avaliação estrutural

$$\log D_{adm} = 3,01 - 0,174 \log N_{USACE}$$

Tabela 23 - Critério para o estabelecimento das diretrizes de projeto



Hipótese	Dados deflectométricos obtidos	Qualidade estrutural	Necessidade de estudos complementares	Critério para cálculo do reforço	Medidas corretivas
I	$D_p \leq D_{adm}$ $R \geq 100$ m	Boa	Não	—	Apenas correções de superfície
II	$D_p > D_{adm}$ $R \geq 100$ m	Se $D_p \leq 3 D_{adm}$ Regular	Não	Deflectométrico	Reforço
		Se $D_p > 3 D_{adm}$ Má	Sim	Deflectométrico e Resistência	Reforço ou Reconstrução
III	$D_p > D_{adm}$ $R < 100$ m	Regular para má	Sim	Deflectométrico e Resistência	Reforço ou Reconstrução
IV	$D_p > D_{adm}$ $R < 100$ m	Má	Sim	Resistência	Reforço ou Reconstrução
V	—	Má O pavimento apresenta deformações permanentes e rupturas plásticas generalizadas. (IGG > 160)	Sim	Resistência	Reconstrução

Fonte: Adaptado de DNER-PRO 011/79.

9.5.1 Resultado do Teste de Carga com Viga Benkelman

Figura 9 – Relatório fotográfico da execução do teste de carga com Viga Benkelmann





Fonte: Geomapa (2026).

Tabela 4 – Resultados do ensaio com viga Benkelman (continua)

Rodovia:	Anibal Khury	Período:	29/01/2026														
Trecho:		Cons. da Viga (K):	2,020														
Segmento:	Indicado	Operador:															
Camada:	Base em Lajota	Distância:	Trilha do bordo externo														
CONTROLE TECNOLÓGICO - VIGA BENKELMAN				Dadm													
				78,76353													
Ponto	Leitura 0,01 mm							Deflexões 0,01 mm							R	Hipótese	
	L ₀	L _{12,5}	L ₂₅	L ₅₀	L ₇₅	L ₁₀₀	L ₁₅₀	L _f	(L ₀ - L _{12,5}) * k	(L ₀ - L ₂₅) * k	(L ₀ - L ₅₀) * k	(L ₀ - L ₇₅) * k	(L ₀ - L ₁₀₀) * k	(L ₀ - L ₁₅₀) * k			(L ₀ - L _f) * k
Sentido BR -> Centro																	
1	500		460					437		81					127	78,13	III/IV
2	500		480					466		40					69	156,25	I
3	500		477					460		46					81	135,87	Ila
4	500		487					427		26					147	240,38	Ila
6	500		481					443		38					115	164,47	Ila
7	500		487					475		26					51	240,38	I
8	500		475					460		51					81	125,00	Ila
9	500		488					474		24					53	260,42	I
10	500		459					414		83					174	76,22	III/IV
11	500		481					429		38					143	164,47	Ila
12	500		491					441		18					119	347,22	Ila
13	500		468					416		65					170	97,66	III/IV
14	500		492					454		16					93	390,63	Ila
16	500		486					460		28					81	223,21	Ila
17	500		484					449		32					103	195,31	Ila
18	500		480					455		40					91	156,25	Ila
19	500		479					458		42					85	148,81	Ila
20	500		475					448		51					105	125,00	Ila
21	500		481					450		38					101	164,47	Ila
22	500		485					464		30					73	208,33	I
23	500		477					428		46					145	135,87	Ila
24	500		488					460		24					81	260,42	Ila
26	500		480					457		40					87	156,25	Ila
27	500		485					464		30					73	208,33	I
28	500		480					460		40					81	156,25	Ila
29	500		489					470		22					61	284,09	I
30	500		485					456		30					89	208,33	Ila
31	500		482					462		36					77	173,61	I
32	500		499					468		2					65	3125,00	I
33	500		485					468		30					65	208,33	I
34	500		476					451		48					99	130,21	Ila
36	500		493					477		14					46	446,43	I
37	500		487					467		26					67	240,38	I
38	500		477					458		46					85	135,87	Ila
39	500		491					460		18					81	347,22	Ila
40	500		488					454		24					93	260,42	Ila
41	500		483					444		34					113	183,82	Ila
42	500		480					453		40					95	156,25	Ila
43	500		484					456		32					89	195,31	Ila
44	500		493					470		14					61	446,43	I
46	500		483					440		34					121	183,82	Ila
47	500		492					471		16					59	390,63	I
48	500		479					459		42					83	148,81	Ila
49	500		491					467		18					67	347,22	I
50	500		477					462		46					77	135,87	I
51	500		487					469		26					63	240,38	I
52	500		495					470		10					61	625,00	I
53	500		496					477		8					46	781,25	I
54	500		492					471		16					59	390,63	I
56	500		493					476		14					48	446,43	I
57	500		499					479		2					42	3125,00	I
58	500		479					461		42					79	148,81	Ila
59	500		499					485		2					30	3125,00	I
60	500		486					474		28					53	223,21	I
61	500		498					480		4					40	1562,50	I
62	500		488					475		24					51	260,42	I
63	500		491					477		18					46	347,22	I
64	500		494					460		12					81	520,83	Ila
66	500		497					468		6					65	1041,67	I
67	500		495					462		10					77	625,00	I
68	500		495					478		10					44	625,00	I
69	500		499					466		2					69	3125,00	I
70	500		491					451		18					99	347,22	Ila
71	500		483					470		34					61	183,82	I
72	500		488					473		24					55	260,42	I
73	500		480					465		40					71	156,25	I
74	500		493					471		14					59	446,43	I
76	500		487					439		26					123	240,38	Ila
77	500		484					472		32					57	195,31	I
78	500		487					470		26					61	240,38	I
79	500		490					470		20					61	312,50	I
80	500		497					478		6					44	1041,67	I
81	500		477					452		46					97	135,87	Ila
82	500		481					456		38					89	164,47	Ila
83	500		470					439		61					123	104,17	Ila
84	500		488					452		24					97	260,42	Ila
86	500		482					450		36					101	173,61	Ila
87	500		474					435		53					131	120,19	Ila
88	500		468					458		65					85	97,66	III/IV
89	500		470					447		61					107	104,17	Ila
90	500		484					460		32					81	195,31	Ila
91	500		472					452		57					97	111,61	Ila
92	500		465					440		71					121	89,29	III/IV
93	500		469					455		63					91	100,81	Ila
94	500		475					461		51					79	125,00	Ila
96	500		477					446		46					109	135,87	Ila
97	500		478					430		44					141	142,05	Ila
98	500		487					454		26					93	240,38	Ila
99	500		468					433		65					135	97,66	III/IV
100	500		486					455		28					91	223,21	Ila

Fonte: Geomapa (2026).

Tabela 5 – Resultados do ensaio com viga Benkelman (continuação)

Rodovia:	Anibal Khury	Período:	29/01/2026													
Trecho:		Cons. da Viga (k):	2.020													
Segmento:	Indicado	Operador:														
Camada:	Base em Lajota	Distância:	Trilha do bordo externo													
CONTROLE TECNOLÓGICO - VIGA BENKELMAN				Dadim												
Ponto	Leitura 0,01 mm							Deflexões 0,01 mm							R	Hipótese
	L ₀	L ₁₂₅	L ₂₅	L ₅₀	L ₇₅	L ₁₀₀	L ₁	(L ₀ - L ₁₂₅) * k	(L ₀ - L ₂₅) * k	(L ₀ - L ₅₀) * k	(L ₀ - L ₇₅) * k	(L ₀ - L ₁₀₀) * k	(L ₀ - L ₁) * k			
Sentido BR -> Centro																
101	500		484				464		32					73	195,31	I
102	500		481				459		38					83	164,47	Ia
103	500		471				463		59					75	107,76	I
104	500		485				471		30					59	208,33	I
106	500		484				457		32					87	195,31	Ia
108	500		482				453		36					95	173,61	Ia
110	500		485				455		30					91	208,33	Ia
112	500		487				464		26					73	240,38	I
114	500		490				467		20					67	312,50	I
116	500		490				469		20					63	312,50	I
118	500		481				466		38					69	164,47	I
120	500		487				468		26					65	240,38	I
122	500		473				450		55					101	115,74	Ia
124	500		484				450		32					101	195,31	Ia
126	500		475				445		51					111	125,00	Ia
128	500		471				451		59					99	107,76	Ia
130	500		454				432		93					137	67,93	III/IV
132	500		482				457		36					87	173,61	Ia
134	500		480				428		40					145	156,25	Ia
136	500		461				445		79					111	80,13	III/IV
138	500		471				436		59					129	107,76	Ia
140	500		475				452		51					97	125,00	Ia
142	500		474				432		53					137	120,19	Ia
144	500		475				422		51					158	125,00	Ia
146	500		483				446		34					109	183,82	Ia
148	500		475				445		51					111	125,00	Ia
150	500		486				50		28					909	223,21	II
152	500		484				450		32					101	195,31	Ia
154	500		477				443		46					115	135,87	Ia
156	500		478				459		44					83	142,05	Ia
158	500		471				451		59					99	107,76	Ia
160	500		480				441		40					119	156,25	Ia
162	500		479				451		42					99	148,81	Ia
164	500		490				466		20					69	312,50	I
166	500		488				459		24					83	260,42	Ia
168	500		466				442		69					117	91,91	III/IV
170	500		474				447		53					107	120,19	Ia
172	500		480				454		40					93	156,25	Ia
174	500		481				449		38					103	164,47	Ia
176	500		466				402		69					198	91,91	III/IV
178	500		463				434		75					133	84,46	III/IV
180	500		475				446		51					109	125,00	Ia
182	500		481				441		38					119	164,47	Ia
184	500		448				480		105					81	60,10	III/IV
186	500		481				447		38					107	164,47	Ia
188	500		472				444		57					113	111,61	Ia
190	500		453				434		95					133	66,49	III/IV
192	500		464				413		73					176	86,81	III/IV
194	500		475				438		51					125	125,00	Ia
196	500		467				437		67					127	94,70	III/IV
198	500		475				407		51					188	125,00	Ia
200	500		483				442		34					117	183,82	Ia
202	500		482				454		36					93	173,61	Ia
204	500		483				459		34					83	183,82	Ia
206	500		486				457		28					87	223,21	Ia
208	500		486				447		28					107	223,21	Ia
210	500		485				427		30					147	208,33	Ia
212	500		483				456		34					89	183,82	Ia
214	500		470				435		61					131	104,17	Ia
216	500		489				464		22					73	284,09	I
218	500		457				411		87					180	72,67	III/IV
220	500		485				435		30					131	208,33	Ia
222	500		478				432		44					137	142,05	Ia
224	500		468				444		65					113	97,66	III/IV
226	500		475				455		51					91	125,00	Ia
228	500		449				407		103					188	61,27	III/IV
230	500		481				446		38					109	164,47	Ia
232	500		490				473		20					55	312,50	I
234	500		483				445		34					111	183,82	Ia
236	500		455				423		91					156	69,44	III/IV
238	500		474				449		53					103	120,19	Ia
240	500		468				428		65					145	97,66	III/IV
242	500		476				432		48					137	130,21	Ia
244	500		477				441		46					119	135,87	Ia
246	500		486				447		28					107	223,21	Ia
248	500		473				442		55					117	115,74	Ia
250	500		475				443		51					115	125,00	Ia
252	500		472				445		57					111	111,61	Ia
254	500		484				440		32					121	195,31	Ia
256	500		467				436		67					129	94,70	III/IV
258	500		468				438		65					125	97,66	III/IV
260	500		477				442		46					117	135,87	Ia
262	500		480				449		40					103	156,25	Ia
264	500		486				458		28					85	223,21	Ia
266	500		487				475		26					51	240,38	I
268	500		481				458		38					85	164,47	Ia
270	500		472				444		57					113	111,61	Ia
272	500		466				438		69					125	91,91	III/IV
274	500		472				415		57					172	111,61	Ia
276	500		475				431		51					139	125,00	Ia
278	500		475				436		51					129	125,00	Ia
280	500		480				440		40					121	156,25	Ia
282	500		480				457		40					87	156,25	Ia
284	500		469				432		63					137	100,81	Ia
286	500		482				444		36					113	173,61	Ia
288	500		468				437		65					127	97,66	III/IV
290	500		485				450		30					101	208,33	Ia
292	500		466				450		69					101	91,91	III/IV
294	500		487				463		26					75	240,38	I
296	500		478				449		44					103	142,05	Ia
298	500		480				453		40					95	156,25	Ia
300	500		476				447		48					107	130,21	Ia
302	500		475				439		51					123	125,00	Ia
304	500		482				451		36					99	173,61	Ia
306	500		489				456									

Fonte: Geomapa (2026).

Tabela 6 – Resultados do ensaio com viga Benkelman (continuação)

Rodovia:		Anibal Khury		Período:		29/01/2026												
Trecho:		Indicado		Cons. da Viga (k):		2,020												
Segmento:		Base em Lajota		Operador:		Trilha do bordo externo												
Camada:				Distância:														
CONTROLE TECNOLÓGICO - VIGA BENKELMAN										Dadm								
Ponto	Leitura 0,01 mm								Deflexões 0,01 mm						R	Hipótese		
	L ₀	L _{12,5}	L ₂₅	L ₅₀	L ₇₅	L ₁₀₀	L ₁₅₀	L ₁	(L ₀ - L _{12,5}) * k	(L ₀ - L ₂₅) * k	(L ₀ - L ₅₀) * k	(L ₀ - L ₇₅) * k	(L ₀ - L ₁₀₀) * k	(L ₀ - L ₁₅₀) * k			(L ₀ - L ₁) * k	
Sentido Centro -> BR																	BACIA	
Ponto	L ₀	L _{12,5}	L ₂₅	L ₅₀	L ₇₅	L ₁₀₀	L ₁₅₀	L ₁	(L ₀ - L _{12,5}) * k	(L ₀ - L ₂₅) * k	(L ₀ - L ₅₀) * k	(L ₀ - L ₇₅) * k	(L ₀ - L ₁₀₀) * k	(L ₀ - L ₁₅₀) * k	(L ₀ - L ₁) * k	R	Id	
1	500		481					447	38							107	164,47	IIa
3	500		490					451	20							99	312,50	IIa
5	500		480					424	40							154	156,25	IIa
7	500		488					466	24							69	260,42	IIa
9	500		491					470	18							61	347,22	IIa
11	500		478					497	44							6	142,05	IIa
13	500		483					432	34							137	183,82	IIa
15	500		490					466	20							69	312,50	IIa
17	500		492					481	16							38	390,63	IIa
19	500		489					465	22							71	284,09	IIa
21	500		482					463	36							75	173,61	IIa
23	500		484					456	32							89	195,31	IIa
25	500		487					467	26							67	240,38	IIa
27	500		473					443	55							115	115,74	IIa
29	500		488					453	24							95	260,42	IIa
31	500		488					441	24							119	260,42	IIa
33	500		481					446	38							109	164,47	IIa
35	500		488					456	24							89	260,42	IIa
37	500		482					461	36							79	173,61	IIa
39	500		484					453	32							95	195,31	IIa
41	500		485					448	30							105	208,33	IIa
43	500		469					447	63							107	100,81	IIa
45	500		480					456	40							89	156,25	IIa
47	500		488					474	24							53	260,42	IIa
49	500		490					469	20							63	312,50	IIa
51	500		476					424	48							154	130,21	IIa
53	500		485					463	30							75	208,33	IIa
55	500		484					451	32							99	195,31	IIa
57	500		487					475	26							51	240,38	IIa
59	500		486					463	28							75	223,21	IIa
61	500		492					469	16							63	390,63	IIa
63	500		491					470	18							61	347,22	IIa
65	500		493					457	14							87	446,43	IIa
67	500		484					449	32							103	195,31	IIa
69	500		492					468	16							65	390,63	IIa
71	500		485					460	30							81	208,33	IIa
73	500		491					476	18							48	347,22	IIa
75	500		486					463	28							75	223,21	IIa
77	500		473					454	55							93	115,74	IIa
79	500		481					461	38							79	164,47	IIa
81	500		494					482	12							36	520,83	IIa
83	500		472					447	57							107	111,61	IIa
85	500		483					442	34							117	183,82	IIa
87	500		477					434	46							133	135,87	IIa
89	500		489					456	22							89	284,09	IIa
91	500		488					459	24							83	260,42	IIa
93	500		480					445	40							111	156,25	IIa
95	500		478					448	44							105	142,05	IIa
97	500		470					436	61							129	104,17	IIa
99	500		490					461	20							79	312,50	IIa
101	500		489					460	22							81	284,09	IIa
103	500		478					441	44							119	142,05	IIa
105	500		481					457	38							87	164,47	IIa
107	500		490					470	20							61	312,50	IIa
109	500		490					459	20							83	312,50	IIa
111	500		486					464	28							73	223,21	IIa
113	500		483					474	34							53	183,82	IIa
115	500		480					456	40							89	156,25	IIa
117	500		479					454	42							93	148,81	IIa
119	500		472					454	57							93	111,61	IIa
121	500		480					436	40							129	156,25	IIa
123	500		475					443	51							115	125,00	IIa
125	500		473					452	55							97	115,74	IIa
127	500		476					446	48							109	130,21	IIa
129	500		473					445	55							111	115,74	IIa
131	500		481					463	38							75	164,47	IIa
133	500		476					449	48							103	130,21	IIa
135	500		485					423	30							156	208,33	IIa
137	500		471					416	59							170	107,76	IIa
139	500		475					442	51							117	125,00	IIa
141	500		483					445	34							111	183,82	IIa
143	500		477					422	46							158	135,87	IIa
145	500		471					442	59							117	107,76	IIa
147	500		474					448	53							105	120,19	IIa
149	500		481					455	38							91	164,47	IIa
151	500		480					449	40							103	156,25	IIa
153	500		485					460	30							81	208,33	IIa
155	500		485					457	30							87	208,33	IIa
157	500		478					446	44							109	142,05	IIa
159	500		471					430	59							141	107,76	IIa
161	500		482					458	36							85	173,61	IIa
163	500		476					446	48							109	130,21	IIa
165	500		478					452	44							97	142,05	IIa
167	500		479					458	42							85	148,81	IIa
169	500		481					452	38							97	164,47	IIa
171	500		473					455	55							91	115,74	IIa
173	500		483					435	34							131	183,82	IIa
175	500		478					431	44							139	142,05	IIa
177	500		483					436	34							129	183,82	IIa
179	500		486					435	28							131	223,21	IIa
181	500		466					428	69							145	91,91	III/V
183	500		479					425	42							152	148,81	IIa
185	500		484					468	32							65	195,31	IIa
187	500		465					418	71							166	89,29	III/V
189	500		480					446	40							109	156,25	IIa
191	500		481					456	38							89	164,47	IIa
193	500		458					418	85							166	74,40	III/V
195	500		468					428	65							145	97,66	III/V
197	500		474					438	53							125	120,19	IIa
199	500		486					447	28							107	223,21	IIa

Fonte: Geomapa (2026).

Tabela 7 – Resultados do ensaio com viga Benkelman (conclusão)

Rodovia:	Anibal Khury	Período:	29/01/2026														
Trecho:		Cons. da Viga (k):	2,020														
Segmento:	Indicado	Operador:															
Camada:	Base em Lajota	Distância:	Trilha do bordo externo														
CONTROLE TECNOLÓGICO - VIGA BENKELMAN				Dadm													
				78,76353													
Ponto	Leitura 0,01 mm								Deflexões 0,01 mm						R	Hipótese	
	L ₀	L _{12,5}	L ₂₅	L ₅₀	L ₇₅	L ₁₀₀	L ₁₅₀	L _f	(L ₀ - L _{12,5}) * k	(L ₀ - L ₂₅) * k	(L ₀ - L ₅₀) * k	(L ₀ - L ₇₅) * k	(L ₀ - L ₁₀₀) * k	(L ₀ - L ₁₅₀) * k			(L ₀ - L _f) * k
Sentido Centro -> BR																	BACIA
201	500		468					437	65						127	97,66	III/IV
203	500		487					460	26						81	240,38	IIa
205	500		469					449	63						103	100,81	IIa
207	500		492					442	16						117	390,63	IIa
209	500		463					422	75						158	84,46	III/IV
211	500		464					431	73						139	86,81	III/IV
213	500		473					446	55						109	115,74	IIa
215	500		464					427	73						147	86,81	III/IV
217	500		496					478	8						44	781,25	I
219	500		497					478	6						44	1041,67	I
221	500		490					462	20						77	312,50	I
223	500		487					443	26						115	240,38	IIa
225	500		479					470	42						61	148,81	I
227	500		472					446	57						109	111,61	IIa
229	500		477					494	46						12	135,87	I
231	500		469					439	63						123	100,81	IIa
233	500		479					434	42						133	148,81	IIa
235	500		481					446	38						109	164,47	IIa
237	500		463					432	75						137	84,46	III/IV
239	500		458					380	85						242	74,40	III/IV
241	500		483					437	34						127	183,82	IIa
243	500		480					422	40						158	156,25	IIa
245	500		479					427	42						147	148,81	IIa
247	500		452					414	97						174	65,10	III/IV
249	500		473					436	55						129	115,74	IIa
251	500		481					433	38						135	164,47	IIa
253	500		472					414	57						174	111,61	IIa
255	500		465					441	71						119	89,29	III/IV
257	500		462					434	77						133	82,24	III/IV
259	500		473					438	55						125	115,74	IIa
261	500		477					446	46						109	135,87	IIa
263	500		479					446	42						109	148,81	IIa
265	500		480					431	40						139	156,25	IIa
267	500		482					465	36						71	173,61	I
269	500		479					442	42						117	148,81	IIa
271	500		488					435	24						131	260,42	IIa
273	500		471					437	59						127	107,76	IIa
275	500		479					448	42						105	148,81	IIa
277	500		488					449	24						103	260,42	IIa
279	500		471					438	59						125	107,76	IIa
281	500		479					430	42						141	148,81	IIa
283	500		477					447	46						107	135,87	IIa
285	500		482					452	36						97	173,61	IIa
287	500		479					453	42						95	148,81	IIa
289	500		476					428	48						145	130,21	IIa
291	500		472					443	57						115	111,61	IIa
293	500		471					450	59						101	107,76	IIa
295	500		473					452	55						97	115,74	IIa
297	500		468					446	65						109	97,66	III/IV
299	500		473					455	55						91	115,74	IIa
301	500		465					443	71						115	89,29	III/IV
303	500		476					449	48						103	130,21	IIa
305	500		476					450	48						101	130,21	IIa
307	500		475					448	51						105	125,00	IIa
309	500		483					460	34						81	183,82	IIa
311	500		464					421	73						160	86,81	III/IV
313	500		488					460	24						81	260,42	IIa
314	500		480					448	40						105	156,25	IIa
															N=	231	
															Média=	100,3	
															Desv.Pad=	62,9	
															Dc=	163,1	
PISTA DE CONTROLE		DEFLEXÃO CARACTERÍSTICA						65,636		DEFLEXÃO CARACTERÍSTICA ADMISSÍVEL						78,7635284	
		ADMISSÍVEL								PARA PONTOS INDIVIDUAIS							
		N						7,17E+06									

Fonte: Geomapa (2026).

Tabela 8 – Resultados analisados pelo método MeDiNa

Rodovia:	Anibal Khury	Período:	29/01/2026															
Trecho:		Cons. da Viga (k):	2,020															
Segmento:	Indicado	Operador:																
Camada:	Base em Lajota	Distância:	Trilha do bordo externo															
CONTROLE TECNOLÓGICO - VIGA BENKELMAN				Dadm														
				78,76353														
Ponto	Leitura 0,01 mm								Deflexões 0,01 mm								R	Hipótese
	L ₀	L _{12,5}	L ₂₅	L ₅₀	L ₇₅	L ₁₀₀	L ₁₅₀	L _f	(L ₀ - L _{12,5}) * k	(L ₀ - L ₂₅) * k	(L ₀ - L ₅₀) * k	(L ₀ - L ₇₅) * k	(L ₀ - L ₁₀₀) * k	(L ₀ - L ₁₅₀) * k	(L ₀ - L _f) * k			
	BACIAS																	
0	500	487	488	476	468	464	457	450	26	24	48	65	73	87	101	260,42	IIa	
5	500	488	471	467	460	456	452	447	24	59	67	81	89	97	107	107,76	IIa	
15	500	500	497	488	487	484	481	481	0	6	24	26	32	38	38	1041,67	I	
25	500	497	494	490	489	488	484	483	6	12	20	22	24	32	34	520,83	I	
35	500	489	486	479	477	475	474	470	22	28	42	46	51	53	61	223,21	I	
45	500	500	495	486	479	479	479	478	0	10	28	42	42	42	44	625,00	I	
55	500	500	499	499	495	492	492	487	0	2	2	10	16	16	26	3125,00	I	
65	500	500	499	492	485	482	477	473	0	2	16	30	36	46	55	3125,00	I	
75	500	499	495	492	490	490	490	490	2	10	16	20	20	20	20	625,00	I	
85	500	491	481	474	472	469	467	461	18	38	53	57	63	67	79	164,47	IIa	
95	500	486	470	453	443	441	437	436	28	61	95	115	119	127	129	104,17	IIa	
105	500	490	478	477	474	473	473	473	20	44	46	53	55	55	55	142,05	I	
115	500	494	482	474	472	469	468	465	12	36	53	57	63	65	71	173,61	I	
125	500	487	476	471	469	469	469	464	26	48	59	63	63	63	73	130,21	I	
135	500	493	487	460	455	450	449	448	14	26	81	91	101	103	105	240,38	IIa	
145	500	486	472	462	456	453	452	450	28	57	77	89	95	97	101	111,61	IIa	
155	500	500	496	484	478	476	475	474	0	8	32	44	48	51	53	781,25	I	
165	500	489	465	444	442	441	441	441	22	71	113	117	119	119	119	89,29	III/IV	
175	500	488	480	468	463	461	457	449	24	40	65	75	79	87	103	156,25	IIa	
185	500	481	469	461	458	456	453	450	38	63	79	85	89	95	101	100,81	IIa	
195	500	484	474	457	456	453	451	443	32	53	87	89	95	99	115	120,19	IIa	
205	500	494	481	464	461	459	449	446	12	38	73	79	83	103	109	164,47	IIa	
215	500	486	483	481	477	478	473	473	28	34	38	46	44	55	55	163,82	I	
225	500	470	443	432	429	429	431	424	61	115	137	143	143	139	154	54,82	III/IV	
235	500	465	444	443	454	434	430	417	71	113	115	93	133	141	168	55,80	III/IV	
245	500	481	472	458	456	456	456	457	38	57	85	89	89	89	87	111,61	IIa	
255	500	488	483	477	475	473	473	471	24	34	46	51	55	55	59	183,82	I	
265	500	484	475	464	459	457	453	453	32	51	73	83	87	95	95	125,00	IIa	
275	500	491	460	429	417	412	409	406	18	81	143	168	178	184	190	78,13	III/IV	
285	500	488	478	462	455	454	451	443	24	44	77	91	93	99	115	142,05	IIa	
295	500	492	485	472	468	466	464	461	16	30	57	65	69	73	79	208,33	IIa	
305	500	487	479	464	462	455	453	447	26	42	73	77	91	95	107	148,81	IIa	
315	500	479	469	456	456	456	455	452	42	63	89	89	89	91	97	100,81	IIa	

Fonte: Geomapa (2026).

Através da classificação da Tabela 3, retirada do DNER-PRO 011/79, pode-se verificar que, de forma geral, a maioria dos pontos de prova se encontra em **regular para má qualidade estrutural**, necessitando, assim, de reconstrução do pavimento nos trechos entre as estacas 189+0 a 198+0, 225+0 a 230+0 e 235+0 a 240+0, e de um reforço do pavimento nos outros trechos, de acordo com as seções no projeto de pavimentação.

9.6 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

Para o dimensionamento do pavimento flexível foi adotada a metodologia de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do DNER (1986) de autoria do Eng. Murillo Lopes de Souza, apoiada em metodologias para conceituação e obtenção dos parâmetros envolvidos, conforme recomendações e orientações contidas no Manual de Pavimentação do DNIT (2006).

9.6.1 Espessura do Revestimento

A fixação da espessura mínima a adotar para os revestimentos betuminosos é um dos pontos ainda em aberto na engenharia rodoviária, quer se trate de proteger a

camada de base dos esforços impostos pelo tráfego, quer se trate de evitar a ruptura do próprio revestimento por esforços repetidos de tração na flexão.

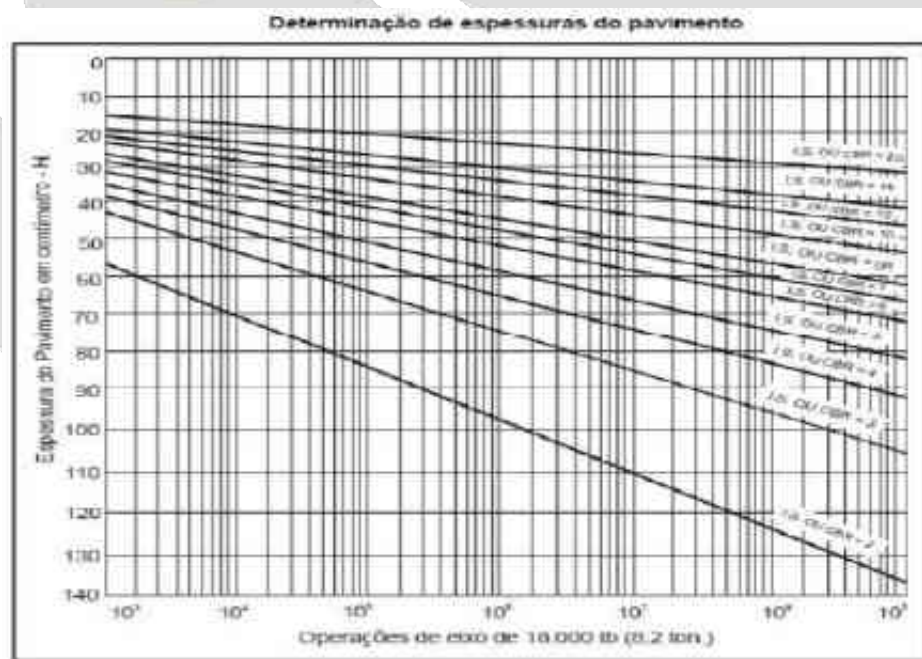
O cálculo das espessuras totais do pavimento baseia-se no método de projeto de pavimentos flexíveis do Eng. Murilo Lopes de Souza (1979), adotado pelo DNER e nos Métodos MD-1/92 da P.M. São Paulo, porém com o uso do ábaco de dimensionamento proposto originalmente pelo Corpo de Engenheiros do Exército Americano (USACE).

As espessuras a seguir recomendadas, visam especialmente, as bases de comportamento puramente granular e são definidas pelas observações efetuadas.

N	ESPESSURA MÍNIMA DO REVESTIMENTO
$N \leq 10^6$	TRATAMENTOS SUPERFICIAIS
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	CBUQ - Espessura > 5,0 cm
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	CBUQ - Espessura > 7,5 cm
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	CBUQ - Espessura > 10,0 cm
$N > 5 \times 10^7$	CBUQ - Espessura > 12,5 cm

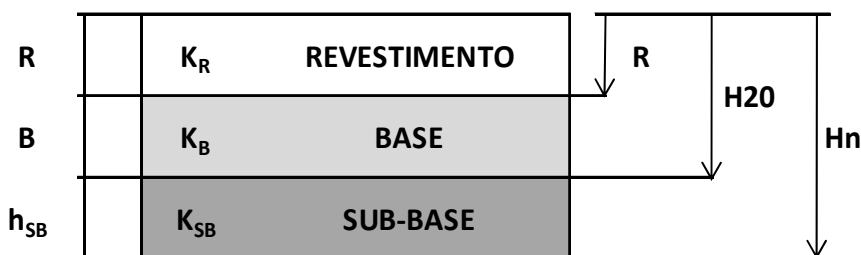
Baseado no estudo de tráfego, o número N obtido foi igual a $7,71 \times 10^6$. Assim, a espessura do revestimento de CBUQ adotada deverá ser maior ou igual a 7,5cm.

Figura 10 – Ábaco para determinação das espessuras do pavimento



$$H_t = 77,67 \cdot N^{0,0482} \cdot CBR^{-0,598}$$

Figura 11 – Representação das camadas estruturais do pavimento



9.6.2 Espessura das Demais Camadas

O ábaco de dimensionamento do DNIT, apresentado anteriormente, determina a espessura de uma camada do pavimento, em função do valor do CBR da camada subjacente e do número “N” de solicitações devido ao tráfego. Este dimensionamento garante que a camada subjacente não romperá e não sofrerá deformações excessivas. Para os trechos descritos no item 10.5.1 (Seção Tipo 1), foi considerado um CBR de 8% e N de $7,71 \cdot 10^6$, e as espessuras das camadas do pavimento serão:

Dados:

Camada	Material	CBR
Base	Brita Graduada	60
SubBase	macad.seco	40
SubLeito	Solo	8

R =	7,5 cm	Tabelado
-----	--------	----------

$R \cdot K_R + B \cdot K_B \geq H_{20} \cdot c$
$B \geq 5$
B_{Adotado} = 15 cm

* min. 15cm

$K_R =$	2,00	Tabelado
$K_B =$	1,00	Tabelado
$K_{SB} =$	1,00	Tabelado
$c =$	1,00	
$H_{20} =$	20	Ábaco
$H_n =$	50	Ábaco

olhar especificações abaixo
Pelo CBR da SubBase
Pelo CBR do sub leito

$R \cdot K_R + B \cdot K_B + h_{SB} \cdot K_{SB} \geq H_n$
$h_{SB} \geq 20$
h_{SB} Adotado = 30 cm

* min. 10 cm

Onde:

R é a espessura mínima do pavimento betuminoso

B é a espessura mínima da base,

h_{SB} é a espessura mínima da sub-base,

K_R é o coeficiente estrutural do revestimento betuminoso

K_B é o coeficiente estrutural da base

K_{SB} é o coeficiente estrutural da Sub-base

href é a espessura mínima do reforço,

Kref é o coeficiente estrutural do reforço do Sub-leito

c é um fator de correção,

adota-se:

$c = 1,2$ para $N > 10^7$,

$c = 0,8$ quando $N \leq 10^6$ e o CBR da sub-base for ≥ 40 , e

$c = 1$ para os demais casos.

Resumo	Espessura (cm)
Capa C.B.U.Q	7,5
Base Brita Graduada	15
Sub-Base Macadame Seco	30

Nos trechos definidos como Seção Tipo 2 no projeto de pavimentação, deverá ser executada uma camada de brita graduada, com espessura de 5cm, sobre a estrutura existente.

10 ESTUDO HIDROLÓGICO

10.1 INTRODUÇÃO E IMPLANTAÇÃO

O objetivo do estudo hidrológico está fundamentalmente ligado à definição dos elementos necessários ao estudo de vazão dos dispositivos de drenagem que se fizerem exigidos ao longo do projeto.

Como etapa única deste estudo foi desenvolvida a identificação das áreas de drenagem em visita de campo e se inventariaram os dados hidrológicos da região fornecidos por órgãos oficiais e levantamento em campo.

Para a elaboração do projeto de drenagem pluvial não foram consideradas as redes existentes de esgoto, água, gás, eletricidade, redes de comunicação e fibra óptica, etc. Portanto, durante a execução do projeto, é fundamental realizar levantamentos adicionais para identificar todas as redes existentes, além de suas respectivas profundidades e localizações precisas. Uma vez identificadas, medidas preventivas devem ser adotadas para minimizar interferências e garantir a integridade tanto das infraestruturas existentes quanto do novo sistema de drenagem pluvial a ser implantado.

10.2 ÁREA DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO

Para definir os cálculos dos bueiros presentes na via, se faz necessário traçar as áreas das bacias de contribuição para cada saída ou travessia da pista. A estimativa da área da macrobacia para cada bueiro será importante para a definição das futuras áreas de contribuição para o cálculo da drenagem pluvial da via.

10.3 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

O projeto de drenagem consiste na definição e dimensionamento das estruturas, e tem por objetivo permitir que as águas provenientes das chuvas sejam escoadas do pavimento, e que as águas que se encontrem no interior do pavimento não venham a prejudicá-lo.

Quase todos os materiais empregados na pavimentação têm seu comportamento afetado por variações no seu teor de umidade, onde falhas no sistema de drenagem podem provocar danos severos aos usuários, e consequentemente ao patrimônio.

Sob este aspecto, o projeto de drenagem tem o objetivo de definir os tipos de dispositivos a serem utilizados, assim como, a localização de implantação dos mesmos.

Através de critérios usuais de drenagem urbana, será projetado e dimensionado o traçado da rede de galerias, considerando-se os dados topográficos existentes e o pré-dimensionamento hidrológico e hidráulico.

10.4 COEFICIENTES DE ESCOAMENTO *RUNOFF*

Para a determinação do coeficiente de escoamento foi utilizada a tabela a seguir, sendo analisada cada área separadamente, considerando um futuro aumento da população na região em estudo.

Tabela 9 – Coeficientes de escoamento superficial

1,00	Rocha
0,80	Áreas centrais (densamente urbanizadas)
0,70	Áreas residenciais lotes $\geq 360 \text{ m}^2 < 600 \text{ m}^2$
0,60	Áreas residenciais urbanas (menor densidade) lotes $\geq 600 \text{ m}^2$ e suburbanas
0,40	Áreas rurais
0,25	Reservas, parques e jardins
0,15	Mata densa

Fonte: Pinheiro (2013).

10.5 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

Tempo de concentração (t_c) é o tempo desde o início da precipitação até a água mais distante contribuir para toda a bacia ou galeria. Desse modo, é calculado o tempo de concentração para cada início de trecho, fazendo uso do método de Schaake, que é utilizado e funciona bem para áreas urbanas de até 0,7 km².

$$t_c = 0,0828 \cdot L^{0,24} \cdot S^{-0,16} \cdot A_{imp}^{-0,26}$$

Onde:

- t_c = Tempo de concentração (min);
- L = Comprimento do canal principal (km);
- S = Declividade média do canal principal (m/m);
- A_{imp} = Fração de área impermeável, variando entre 0 e 1 (adimensional).

O tempo mínimo de concentração de uma bacia é de 5 minutos. Caso algum trecho de macrodrenagem apresente tempo de concentração inferior a este valor, será adotado um t_c de 5 minutos.

10.6 PERÍODO DE RETORNO

O Período de Retorno (T_r) é definido como o intervalo de tempo estimado de ocorrência de um determinado evento. Em termos matemáticos, é o inverso da probabilidade de um evento ser igualado ou ultrapassado, sendo que essa variável muda conforme a aplicação para a qual é projetada.

Para o dimensionamento do sistema de macrodrenagem da via, o período de retorno adotado será de 10 anos, devido à frequência de eventos que envolvam cheias na região. Para determinar essa ocorrência, foram utilizados dados de precipitação da Agência Nacional de Águas (ANA), excepcionalmente na estação 2549019, localizada no município de Campo Largo/PR. Essa estação está localizada próxima à via licitada, e a operadora responsável pelos dados obtidos é o IAT-PR.

Tabela 10 – Dados da Estação Pluviométrica

Dados Estação	
Código	2549019
Nome Estação	ITAQUI
Código Adicional	
Bacia	6 - RIO PARANÁ
SubBacia	65 - RIOS PARANÁ, IGUAÇU E OUTROS
Rio	
Estado	PARANÁ
Município	CAMPO LARGO
Responsável	W.T. PR
Operadora	W.T. PR
Latitude	-25.4867
Longitude	-49.5667
Altitude (m)	901
Área de Drenagem (Km²)	

Fonte: ANA (2024).

10.7 EQUAÇÃO DE CHUVAS IDF

Para a determinação das curvas IDF, foram utilizados os dados abaixo:

Relatório | 2549019_editavel.xlsx

Resumo dos Resultados

Teste de Mann-Kendall ao nível de significância de 5%	Não há tendência
Função densidade de probabilidade (FDP)	Gamma
Parâmetros da FDP	α : 14.1851, β : 5.5613
Teste de Anderson Darling ao nível de significância de 5%	Estatística: 0.3464 p-valor: 0.8993 Resultado do teste: FDP se ajusta
Parâmetros da IDF	a: 716.328, b: 0.131, c: 9.233, d: 0.707
Nash e Sutcliffe (NS)	0.9961
RMSE (mm/h)	3.2967

$$F = G\left(\frac{x}{5.5613}, 14.1851\right)$$

Para o dimensionamento da drenagem pluvial da via, será considerado um TR de 10 anos, e um tempo de concentração da bacia, que forneça o maior pico de vazão.

Para o cálculo da intensidade de chuva foi utilizada a equação abaixo, desenvolvida por Back (2013), que é obtida pela desagregação da chuva diária.

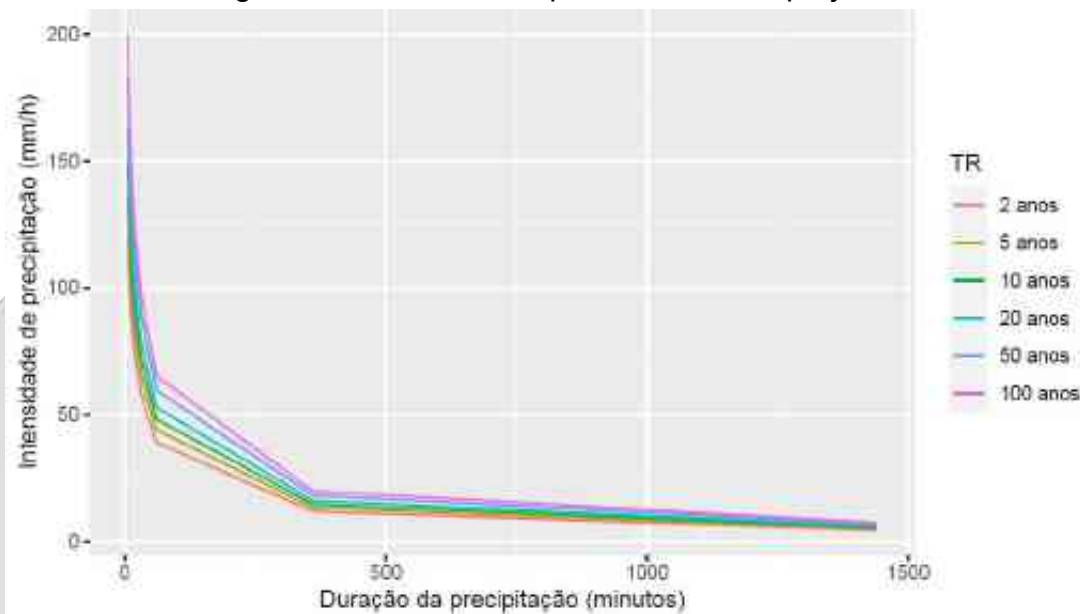
$$i = \frac{KT^m}{(t + b)^n}$$

Para a estação 2549019, localizada no município de Campo Largo, a equação utilizada foi:

$$I = \frac{716.328 \cdot TR^{0.131}}{(9.233 + t)^{0.707}}$$

Foram geradas as curvas IDF que serão utilizadas no dimensionamento.

Figura 12 – Curvas IDF para o referente projeto



Fonte: GAMIDF (2023).

10.7.1 Processos Construtivos

Estabelecer os procedimentos para construção de dispositivos de drenagem urbana envolvendo galerias, bocas-de-lobo, poços de visita e caixas de ligação, destinados a coleta de águas superficiais e condução subterrânea para locais de descarga mais favorável.

- **Galerias/Tubo:** dispositivos destinados à condução dos deflúvios que se desenvolvem na plataforma da via para os coletores de drenagem, através de canalizações subterrâneas, integrando o sistema de drenagem da via ao sistema urbano, de modo a permitir a livre circulação de veículos;
- **Caixas de Captação/Bocas-de-lobo:** dispositivos de captação, localizados junto aos bordos dos acostamentos ou meios-fios da malha viária urbana que, através de ramais, transferem os deflúvios para as galerias ou outros coletores. Por se situarem em área urbana, por razões

de segurança, são capeados por grelhas metálicas ou placas de concreto;

- Caixa de Ligação: caixas intermediárias que se localizam ao longo da rede para permitir modificações de alinhamento, dimensões, declive ou alteração de quedas;
- Caixa de Inspeção/Poço de visita: são colocados em trechos longos, possibilitando a manutenção e permitindo o acesso ao pessoal da limpeza.

10.7.2 Forma de Assentamento de Tubos

O fundo da vala será regularizado e limpo, e o tubo será assentado sobre uma camada de 10cm de brita graduada.

As cotas de fundo de vala para a drenagem, estão indicadas nas pranchas do perfil longitudinal da drenagem para cada trecho.

A drenagem deverá ser locada e nivelada, obedecendo as cotas informadas no projeto e executada por topógrafo com equipamento topográfico de precisão.

10.7.3 Tubos Circulares de Concreto

Os tubos de concreto de seção circular para águas pluviais deverão atender o que preconiza a NBR 8890/2020 e terão encaixe tipo macho e fêmea.

Não serão aceitos tubos que apresentarem defeitos de fabricação ou rachaduras, nem tampouco tubos que apresentarem problemas no sistema de encaixe ou desigualdade na espessura da parede.

- Fratura tendo largura maior que 0,25cm, com comprimento contínuo, transversal ou longitudinal, numa extensão de 30cm, será motivo de rejeição;
- Fratura deixando ver duas linhas viáveis de recepção, mesmo não tendo a largura de 0,25cm ou mais, que se estenda transversal ou longitudinalmente por mais de 30cm, será rejeitado;
- Fratura que se assemelhe a uma simples linha, como se fosse um fio capilar visível interna e externamente, na superfície, será motivo de rejeição;

- Mistura imperfeita de concreto ou moldagem será motivo de rejeição;
- Qualquer superfície de tubo que apresente “ninho de concretagem” será motivo de rejeição;
- Qualquer vestígio de que a superfície seja retrabalhada após a fabricação inicial será motivo de rejeição;
- Variação na medida do diâmetro, fora do que prevê as especificações das normas será motivo de rejeição;
- Quando armado, se a armadura do tubo estiver exposta, constituirá motivo de rejeição;
- Deficiências na espessura da parede do tubo, em relação ao recomendado nas normas, será motivo de rejeição;
- Qualquer obliquidade do corpo do tubo em relação à bolsa, será motivo de rejeição;
- Quando o tubo for percutido com batidas de um martelo, deverá emitir som claro, caso contrário será motivo de rejeição.

Após a locação de drenagem, deverá ser executada a escavação mecânica da vala de acordo com a largura dimensionada em projeto para cada tipo de tubo. Deverá ser observada a profundidade da vala de acordo com a declividade e cotas do fundo de vala com rigoroso acompanhamento técnico e nivelamento topográfico para garantir o escoamento calculado em projeto.

As operações de escavações da vala compreendem:

- Escavação e carga do material excedente utilizado no reaproveitamento;
- Transporte e descarga do material excedente utilizado no reaproveitamento para aterros ou bota-foras; para o orçamento determinou-se DMT de acordo com especificações em planilha orçamentária e o empolamento considerado foi de 25%.

O rejuntamento será executado com argamassa de cimento e areia no traço 1:3.

O assentamento dos tubos deverá obedecer às cotas e alinhamentos indicados no projeto.

10.8 SARJETAS

As sarjetas são dispositivos de drenagem longitudinal construídos lateralmente às pistas de rolamento e às plataformas dos escalonamentos, destinados a interceptar os deflúvios, que escoando pelo talude ou terrenos marginais podem comprometer a estabilidade dos taludes, a integridade dos pavimentos e a segurança do tráfego, e geralmente tem, por razões de segurança, a forma triangular ou semicircular.

Os dispositivos serão construídos de acordo com as dimensões, localização, confecção e acabamento determinados no projeto executivo.

O concreto utilizado nos dispositivos deverá ser dosado racionalmente e experimentalmente, para uma resistência característica à compressão mínima ($f_{ck,min}$), aos 28 dias, de 15 MPa, devendo ser preparado de acordo com o prescrito na norma NBR 6118/2023 além de atender as especificações do DNIT 117/2009-E.

Recomenda-se, como mínimo, os seguintes equipamentos para a perfeita execução do serviço: caminhão basculante, caminhão carroceria fixa, betoneira ou caminhão betoneira, motoniveladora, pá carregadeira, rolo compactador metálico, retroescavadeira ou valetadeira. Todo equipamento utilizado deverá ser vistoriado, antes do início da execução do serviço de modo a garantir condições apropriadas de operação, sem o que não será autorizada a sua utilização.

As sarjetas poderão ser moldadas *in loco* ou pré-moldadas. A sua execução deverá ser iniciada após a conclusão de todas as operações de pavimentação que envolvam atividades na faixa anexa à plataforma cujos trabalhos de regularização ou acerto possam danificá-las. O preparo e a regularização da superfície de assentamento serão executados com operação manual envolvendo cortes, aterros ou acertos, de forma a atingir a geometria projetada para o dispositivo.

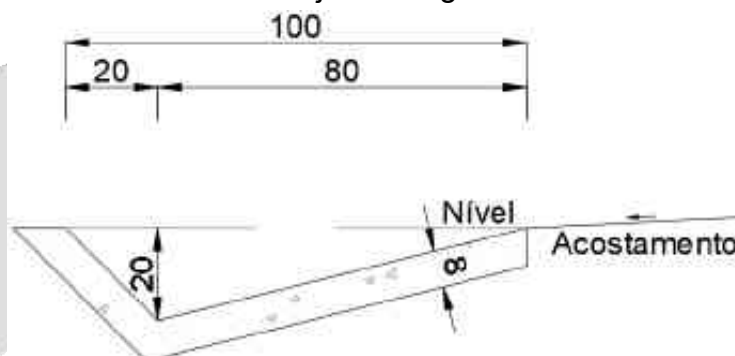
Os materiais empregados para camadas preparatórias para o assentamento das sarjetas serão os próprios solos existentes no local, ou mesmo, material excedente da pavimentação. Os materiais escavados e não utilizados nas operações de escavação e regularização da superfície de assentamento serão destinados a bota-fora, cuja localização será definida de modo a não prejudicar o escoamento das águas superficiais.

Para a marcação da localização das sarjetas serão implantados gabaritos constituídos de guias de madeira servindo de referência para concretagem, cuja seção transversal corresponda às dimensões e forma de cada dispositivo, e com a evolução

geométrica estabelecida no projeto, espaçando-se estes gabaritos em 3 m, no máximo. A concretagem envolverá um plano executivo, prevendo o lançamento do concreto em lances alternados. O espalhamento será feito mediante o emprego de ferramentas manuais.

Toda a execução, especificação de materiais e equipamentos deverá seguir o que está determinado na norma DER/PR ES-DR 01/23.

Figura 13 – Parâmetros da sarjeta triangular de concreto STC 100-20



10.9 ESCAVAÇÃO E REATERRO DE VALAS

A escavação das valas de drenagem deve ser realizada após o greide de terraplanagem finalizado, respeitando sempre a cota de fundo de vala para que assim possa ser respeitada a inclinação indicada em projeto.

O reaterro somente será autorizado depois de fixadas as tubulações, e deverá ser feito com brita nº 2, ou com outro material aprovado pela FISCALIZAÇÃO, de forma mecânica, até uma altura de 60cm acima da geratriz superior da tubulação.

A discretização do cálculo de escavação e reaterro da drenagem é representada trecho a trecho na tabela a seguir.

Tabela 11 – Cálculo de escavação e reaterro de valas de drenagem

Reaterro e Escavação de Vala - Drenagem										
Lado	Estaca	Trecho	Cota fundo Inicial (m)	Cota fundo Final (m)	Comprimento (m)	Largura da Vala (m)	Área de Ocupação do Tubo Ø60(m²)	Área Perfil de Reaterro (m²)	Volume de Reaterro (m³)	Volume de Escavação (m³)
Travessa	-	1	1,22	1,26	7	1,0	0,3848	8,68	6,69	9,38
	-	2	1,26	0,88	12	1,0	0,3848	12,84	9,42	14,04
								Volume Total (m³)	16,11	23,42

Fonte: Geomapa (2026).

As informações da tabela anterior foram extraídas do projeto e os resultados são decorrentes das equações:

$$\text{Área perfil de drenagem} = \frac{\text{Cota Inicial} + \text{Cota Final}}{2} \times \text{Comprimento do Trecho}$$

A área da drenagem em perfil é extraída através de dados de fundo de vala das estruturas no perfil de drenagem no projeto. É resultante da média das cotas de início e fim de cada trecho, multiplicada pelo comprimento do trecho em cada lado da pista.

Com a área do perfil, pode-se calcular o volume de escavação e reaterro com as seguintes equações:

Vol. de Escavação

$$\begin{aligned} &= (\text{Área do perfil} \times \text{largura da vala}) \\ &- (\text{hestr.} \times \text{comprimento do trecho} \times \text{largura da vala}) \\ &+ (\text{hassent.} \times \text{comprimento do trecho} \times \text{largura da vala}) \end{aligned}$$

Vol. de Reaterro

$$\begin{aligned} &= (\text{Área do perfil} \times \text{largura da vala}) \\ &- (\text{área do tubo} \times \text{comprimento do trecho}) \\ &- (\text{hestr.} \times \text{comprimento do trecho} \times \text{largura da vala}) \\ &+ (\text{hassent.} \times \text{comprimento do trecho} \times \text{largura da vala}) \end{aligned}$$

O volume considerado é uma relação entre a área do perfil de drenagem de cada trecho multiplicado pela largura da vala, subtraído dos itens que afetam diretamente o resultado do volume (estrutura do pavimento e tubo) e adicionado à altura que representa o assentamento do tubo. São eles:

- **Área do Tubo DN60** $= \pi r^2 = \pi 0,35^2 = 0,3848\text{m}^2$, em que é considerado um diâmetro de 0,7m, a considerar a espessura da parede do tubo;
- **Altura da estrutura do pavimento** = hestr. = $0,05 + 0,15 + 0,3 = 0,5\text{m}$;
- **Altura de assentamento** = hassent. = $0,10\text{m}$.

11 DISPOSITIVOS DE CAPTAÇÃO, INSPEÇÃO E JUNÇÃO

11.1 CAIXAS DE CAPTAÇÃO SIMPLES

As caixas coletoras destinam-se à captação das águas que escoam pelos meios-fios e calçadas. As caixas de captação de águas superficiais são projetadas de tal forma que a areia fique depositada em um compartimento facilitando a limpeza das mesmas, conforme projeto.

As caixas deverão ser executadas de acordo com os projetos, no que se refere às dimensões da espessura das paredes e locação das mesmas na plataforma.

Para a execução das caixas deverá ser realizada escavação no local da vala e realizado o reaterro com o material indicado.

Os materiais empregados na sua execução deverão ser de alvenaria de tijolos maciço e/ou bloco de concreto ou elementos pré-moldados *in loco*, de concreto, assentados e rejuntados entre si, com argamassa de cimento e areia média com traço em volume de 1:3 respectivamente. Os elementos devem ser bem rejuntados para evitar infiltração entre os elementos de ligação provocando erosão e recalques no reaterro e garantir estanqueidade no reservatório de água no sifão.

11.2 CAIXAS DE INSPEÇÃO

As caixas de inspeção são colocadas nos trechos longos, possibilitando a manutenção e permitindo o acesso ao pessoal da limpeza, usada também com o objetivo de mudança de: direção, declividade e diâmetro dos tubos.

São projetadas de tal forma que a areia fique depositada em um compartimento facilitando a limpeza das mesmas, conforme projeto.

As caixas deverão ser executadas de acordo com os projetos no que se refere às dimensões internas e locação das mesmas na plataforma.

A execução das caixas deverá ser realizada durante a colocação dos tubos aproveitando a abertura da vala para assentamento dos mesmos.

Os materiais empregados na sua execução deverão ser de alvenaria de tijolos maciço e/ou bloco de concreto e/ou elementos pré-moldados *in loco* de concreto, assentados e rejuntados entre si com argamassa de cimento cal e areia respectivamente. Os elementos devem ser bem rejuntados para evitar infiltração entre os elementos de ligação provocando erosão e recalques no reaterro. Para o orçamento foi considerado fundo das caixas em concreto magro fck 15MPa e tampas de concreto armado fck 25MPa.

11.3 CAIXAS DE JUNÇÃO

As caixas de junção são colocadas para possibilitar a mudança de direção, declividade e/ou mudança de diâmetro dos tubos.

As caixas deverão ser executadas de acordo com os projetos no que se refere às dimensões internas e locação das mesmas na plataforma.

A execução das caixas deverá ser realizada durante a colocação dos tubos aproveitando a abertura da vala para assentamento dos mesmos.

Os materiais empregados na sua execução deverão ser em alvenaria de tijolos maciço e/ou blocos de concreto e/ou elementos pré-moldados e/ou moldados *in loco* de concreto, assentados e rejuntados entre si com argamassa de cimento cal e areia respectivamente. Os elementos devem ser bem rejuntados para evitar infiltração entre os elementos de ligação provocando erosão e recalques no reaterro. Para o orçamento foi considerado fundo das caixas de concreto magro fck 15MPa e tampas de concreto fck 25MPa.

12 ESTUDO TOPOGRÁFICO

Os Estudos Topográficos para a elaboração do Projeto de Pavimentação e os demais projetos complementares foram executados em campo utilizando-se de equipamentos GNSS e Estações Totais, seguindo a NBR 13.333 onde foram cadastrados todos os pontos notáveis (cercas, postes, muros, edificações, árvores, drenagens, altimetria, etc.) para possibilitar o perfeito desenvolvimento dos projetos contratados.

Ao longo do trecho foi implantado um marco galvanizado georreferenciado para futura locação topográfica do projeto no momento de sua execução.

Os estudos topográficos foram calculados georreferenciados na projeção UTM (Sirgas 2000).

Tabela 12 – Coordenadas do marco utilizado

MARCO	COORDENADA N	COORDENADA E	COTA
M-0610	7.180.831,813	639.891,132	952,490

Fonte: Geomapa (2026).

Para uma melhor visualização do trecho foi realizado um voo com Vant tendo como resultado uma ortofoto georreferenciada da área objeto do projeto.

13 ESTUDO DO TRAÇADO

A elaboração do Projeto Geométrico desenvolveu-se com apoio nos elementos levantados na fase de estudos topográficos e nas Normas para Projetos Geométricos de Estradas de Rodagem, e demais estudos e projetos inter-relacionados.

Com base no levantamento topográfico, foi lançado o eixo da estrada, tentando usar o máximo do eixo existente.

O greide foi projetado de maneira a corrigir alguns pontos críticos, procurando sempre que possível atender aos pontos de cotas obrigatórias, conservando-se ao máximo o existente.

O gabarito proposto no projeto segue o estabelecido em levantamento, no que diz respeito aos alinhamentos frontais das testadas de cada lote, cabendo ao Município de Balsa Nova aprovar os projetos de acordo com o que determina a legislação municipal vigente. Nas seções tipo demonstrativas do projeto é possível visualizar com mais detalhes os elementos a serem implantados como largura de cada pista e outros elementos.

Obs.: A empresa executora deverá solicitar o arquivo digital e o arquivo com as cotas e as referências topográficas para a locação da obra.

14 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

Os serviços de pavimentação serão executados obedecendo as fases de serviço descritas a seguir.

14.1 REGULARIZAÇÃO E PREPARO DA CANCHA

Consiste no preparo da camada de regularização do subleito que compreendem cortes e/ou aterros até 20cm de espessura e a compactação da mesma, de modo a conferir condições adequadas em termos geométricos e tecnológicos.

Todos os serviços a serem realizados devem ser acompanhados através da topografia com aparelho de precisão, como: locação, nivelamento e outros.

Deverá ser realizada a regularização do subleito, com energia de compactação normal ou intermediária conforme especificações DNIT 164/2013-ME.

14.1.1 Materiais

Os materiais empregados na regularização do subleito serão os do próprio subleito desde que comprovado o CBR > 6% através do MÉTODO DNIT 172/2016-ME. No caso de substituição ou adição de material, estes deverão ser provenientes de ocorrências de materiais indicados no projeto e expansão inferior a 2%.

14.1.2 Equipamento

O equipamento deverá ser aquele capaz de executar os serviços sob as condições especificadas e a produtividade requerida, e poderá compreender basicamente as unidades: Motoniveladora pesada, equipada com escarificador; Caminhão-tanque irrigador; Trator agrícola; Grade de disco; Rolos compactadores compatíveis com o tipo de material empregado e as condições de densificação especificadas, devendo incluir obrigatoriamente rolo liso pneumático autopropulsor com pressão variável.

14.1.3 Execução

Toda vegetação, material orgânico e solos moles deverão ser removidos.

Após a execução de cortes e adição de material necessário para atingir o greide de projeto, proceder-se-á a uma escarificação geral na profundidade de 20cm, seguida de pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento. Não será permitida a execução dos serviços desta especificação em dias de chuva.

O teor de umidade dos materiais utilizados na regularização do subleito, para efeito de compactação, deverá estar situado no intervalo que garante um ISC mínimo igual ao obtido no ensaio do MÉTODO DNIT 172/2016-ME. Caso o teor de umidade se apresente fora dos limites estabelecidos, proceder-se-á o umedecimento da camada, se demasiada seca, ou a escarificação e aeração, se excessivamente úmida. Concluída a correção da umidade, a camada será conformada pela ação da motoniveladora e, em seguida, liberada para compactação.

Dever-se-á evitar a liberação da regularização do subleito ao tráfego usuário, em face da possibilidade de o mesmo causar danos ao serviço executado, em especial sob condições climáticas adversas.

14.1.4 Controle Tecnológico

Um ensaio para determinação da massa específica aparente seca *in situ* (MÉTODO DNIT 458/2025-ME), pelo método do Frasco de Areia, com espaçamento máximo de 100m e com, no mínimo, três determinações por segmento.

Um ensaio para a determinação do Índice de Suporte Califórnia (método DNIT 172/2016-ME), na energia de compactação adotada como referência para o trecho, para cada grupo de quatro amostras submetidas ao ensaio de compactação, segundo a alínea "a", respeitando-se o espaçamento máximo de 500m de pista.

Ensaio de granulometria, com espaçamento máximo de 500m, de pista. Este ensaio não servirá para aceitação ou rejeição, porém é de utilidade no controle da homogeneidade dos solos de jazidas e para futuras comprovações e pesquisas.

Um ensaio de compactação com a energia especificada, com amostras coletadas a cada 100m de pista, podendo o espaçamento ser aumentado, desde que se verifique a homogeneidade do material.

14.2 CAMADA DE MACADAME SECO (RACHÃO)

É uma camada de granular estabilizada, composta por agregados graúdos, naturais ou britados, preenchidos a seco por agregados miúdos pela ação enérgica de compactação.

Será feita uma camada de sub-base, com material rachão, com espessura de 30cm, nos trechos definidos em projeto. Para os serviços deverão ser seguidas as especificações do DNIT 437/2022-ES, no tocante a especificações de materiais, compactação, execução dos serviços, controle tecnológico, controle geométrico e outros. A jazida de rachão deverá atender perfeitamente no tocante à qualidade e quantidade deste material.

Por conveniência, foi adotada esta espessura, a fim de se utilizar material disponível pela prefeitura, o qual apresenta granulometria graúda, dificultando a execução com espessura menor.

Todos os serviços a serem realizados devem ser acompanhados de serviços através de topografia com aparelho de precisão, como: locação, nivelamento e outros.

O CBR determinado conforme DNIT 458/2025-ME, podendo ser energia normal ou intermediária, onde sua característica deve ser igual ou superior ao considerado para o reforço do subleito no dimensionamento do pavimento, com no mínimo 60%.

14.2.1 Materiais

Os agregados utilizados nas camadas de rachão deverão ser constituídos de fragmentos duros, limpos e duráveis, livre de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, e de outras substâncias prejudiciais.

Deverão apresentar ainda:

- Agregado Graúdo

O agregado graúdo deverá ser constituído por produto resultante de britagem primária (pedra pulmão) de rocha sã. Opcionalmente, poderão ser utilizados materiais pétreos naturais, desmontados pela ação de lâmina e escarificador de trator de esteira ou por simples detonações, obedecidas, ainda, as seguintes indicações:

O diâmetro máximo do agregado graúdo será definido em função da sua utilização e da espessura final da camada executada e deverá estar compreendido entre 1/2 e 2/3 dessa espessura.

O diâmetro máximo do agregado isolado deverá estar compreendido entre 127mm (5") e 76,2mm (3").

O agregado graúdo deverá ter graduação uniforme. Para tanto deverá ser feita a separação, das frações, através de peneiras classificatórias, de acordo com o diâmetro máximo permitido, admitindo-se, o emprego de agregado graúdo, passante na peneira de diâmetro máximo e retido na peneira de 50,8mm (2").

- Agregados para bloqueio e fechamento

Os agregados para bloqueio e fechamento serão constituídos por produtos totais de britagem de rocha sã, com as mesmas características especificadas para o agregado graúdo, atendendo, ainda, as seguintes indicações:

O agregado de bloqueio deverá apresentar granulometria entre 19mm (3/4") e 9,5mm (3/8").

O agregado para o fechamento da camada, deverá apresentar granulometria que permita uma adequada penetração de forma a possibilitar uma íntima incorporação ao agregado graúdo, formando uma estrutura estabilizada, e atender as faixas granulométricas do quadro a seguir.

PENEIRAS		FAIXAS GRANULOMÉTRICAS			
ASTM	Mm	I	II	III	IV
1"	25,4	100	-	-	-
3/4"	19,1	-	100	100	-
3/8"	9,5	50 – 85	69 – 100	-	100
n.4	4,8	-	-	55 – 100	60 – 80
n. 10	2,0	25 – 50	40 – 70	-	-
n. 40	0,42	-	-	20 – 50	15 – 25
n. 200	0,074	5 – 15	5 – 20	6 – 20	0 – 12

- Superior a 20% sendo a energia de compactação a intermediária ou a modificada;
- O Índice de Suporte Califórnia (MÉTODO DNIT 172/2016-ME) com a energia modificada, não deve ser inferior a 100%.

14.2.2 Equipamentos

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para a execução de Base Granular: Motoniveladora Pesada com Escarificador; Carro Tanque distribuidor de água; Rolos compactadores tipo pé-de-carneiro, liso vibratório e pneumático; Grade de disco; Pulvimisturador; Central de mistura.

Além disso poderão ser utilizados outros equipamentos aceitos pela fiscalização.

14.2.3 Execução

A execução da camada de rachão será efetuada na pista, na largura total desejada, com a utilização de material de bloqueio, agregado graúdo e material de enchimento, nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura projetada.

Inicialmente é espalhado o material de bloqueio através de motoniveladora, numa espessura entre 3cm e 5cm. Este material não deverá sofrer qualquer espécie de compactação.

No entanto, deverá ser feita uma acomodação da camada, por compressão, sem vibração, em no máximo duas passadas, com emprego de rolo liso.

Para a execução da camada de agregado graúdo deverá ser realizada a operação de carga de forma criteriosa, dos materiais que atendam ao especificado, evitando-se a utilização de agregados lamelares ou com excesso de finos. O

espalhamento deverá ser feito de maneira a minimizar a segregação entre as frações constituintes, diretamente dos caminhões basculantes, em espessura mais uniforme possível e que possibilite, após a compactação, a obtenção da espessura desejada, seguido da conformação com motoniveladora pesada ou trator de esteiras. Deverão ainda ser removidos os fragmentos alongados, lamelares ou de tamanho excessivo, visíveis na superfície.

Previamente, ao lançamento do material de enchimento, deverá ser obtida uma melhor acomodação do agregado graúdo, através de uma única passada do rolo liso, sem vibração.

O material de enchimento, será espalhado o mais seco possível, através de motoniveladora, em quantidade suficiente apenas para preencher os vazios do agregado graúdo.

A aplicação do material de enchimento deverá ser feita, em uma ou mais vezes, até um bom preenchimento, evitando-se o excesso superficial. Normalmente, essas aplicações se processam em ocasiões diferentes.

A compactação da camada será realizada, inicialmente, com rolo liso vibratório, devendo prosseguir até se obter um bom entrosamento dos agregados componentes da camada de rachão. O rolo deverá recobrir ao menos a metade da faixa compactada na passada anterior. Nos trechos em tangente, a compactação deverá sempre partir dos bordos para o eixo e, nas curvas, do bordo interno para o externo.

A compactação deverá ser complementada com rolo de pneus, devidamente lastreado, até a verificação da completa estabilização da camada.

Anteriormente à execução da camada sobrejacente, a camada deverá ser corrigida nos pontos que apresentarem problemas. No caso de deficiência de finos, processa-se o espalhamento de uma outra camada de material de enchimento. No caso de excesso de finos, processa-se a sua necessária remoção por meios manuais ou mecânicos. A camada, após as correções, será novamente compactada até aceitação. Depois disso deverá ser levemente umedecida.

Para a obtenção da espessura desejada, não será admitida a complementação da camada pela adição superficial de agregados graúdos ou miúdos, devendo esta espessura ser compatível com o diâmetro máximo do agregado graúdo.

A camada não poderá ser aberta ao tráfego.

14.2.4 Controle Tecnológico

Um ensaio de granulometria de agregado graúdo, a cada 300m de pista, e, no mínimo, um ensaio por dia de trabalho. O material deverá ter o diâmetro máximo previsto em projeto, não sendo admitidos materiais passantes na peneira de 50,8mm (2").

Um ensaio de granulometria (Método DNIT 412/2025-ME) do material de bloqueio e de enchimento para verificação do atendimento da granulometria especificada, a cada 300 metros de pista.

Com o material coletado, para o ensaio de granulometria, um ensaio do equivalente de areia (MÉTODO DNIT 450/2024-ME), que deverá apresentar valor superior a 50%.

Verificação visual da condição de acabamento da superfície pela ausência de regiões com excesso de finos à superfície ou com falta de entrosamento dos agregados.

14.3 CAMADA DE BRITA GRADUADA

Será executada camada de base graduada com espessura de 15cm, nos trechos de Seção Tipo 1 e 2, conforme projeto. Para os serviços deverão ser seguidas as especificações do DER/PR ES-PA 05/23, no tocante a especificações de materiais, compactação, execução dos serviços, controle tecnológico, controle geométrico e outros.

Todos os serviços a serem realizados devem ser acompanhados de serviços através de topografia com aparelho de precisão, como: locação, nivelamento e outros.

14.3.1 Materiais

Os agregados utilizados, obtidos a partir da britagem de rocha sã, devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração e isentos de material vegetal e impurezas, não apresentando filito, argilito e arenito na composição da rocha e apresentando ainda as seguintes condições:

- a) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, MÉTODO DNIT 446/2024-ME, devem apresentar perdas inferiores aos seguintes limites:

- Agregados graúdos.....12%
 - Agregados miúdos.....15%
- b) O Índice de Suporte Califórnia, MÉTODO DNIT 172/2016-ME, com a energia modificada, não deve ser inferior a 100%;
- c) Para N menor que 5×10^6 , maior ou igual a 60% e, para N maior que 5×10^6 , maior ou igual a 80% sendo a energia de compactação preferencialmente a intermediária e modificada respectivamente;
- d) Granulometria, MÉTODO DNIT 412/2025-ME, por via lavada, enquadrada na faixa I.

Peneira		Porcentagem Passando, em Peso			
Série ASTM	Abertura (mm)	I	II	III	IV
2"	50,8	100	100		
1½"	38,1	90 - 100	90 - 100		
1"	25,4	70 - 95	75 - 90	100	100
¾"	19,0	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
Nº 4	4,8	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
Nº 10	2,0	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
Nº 40	0,42	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
Nº 200	0,075	2 - 8	5 - 15	5 - 15	5 - 20

14.3.2 Equipamentos

O equipamento deverá ser aquele capaz de executar os serviços sob as condições especificadas e produtividade requerida e poderá compreender as unidades: Carregador frontal; Caminhões basculantes; Motoniveladora pesada; Grade de discos e/ou pulvimisturador; Trator Agrícola; Caminhão tanque irrigador; Rolos compactadores liso vibratório e pneumático autopropulsor com pressão variável. Central de mistura dotada de unidade dosadora com três silos, dispositivo de adição de água com controle de vazão e misturador do tipo "pugmill"; Distribuidor de agregados (solos) autopropulsor.

14.3.3 Execução

O produto da mistura deverá sair da "Usina de Solos" perfeitamente homogeneizado, com teor de umidade ligeiramente acima do ótimo, de forma a fazer frente às perdas no decorrer das operações construtivas subsequentes. No transporte,

deverão ser tomadas as precauções para que não haja perda ou adição excessiva de umidade.

Não se recomenda a estocagem do material usinado, pelos riscos de segregação inerentes a tal operação.

A mistura usinada deverá ser espalhada com "distribuidor de agregados", capaz de distribuir a brita graduada em espessura uniforme, sem produzir segregação. Opcionalmente, mediante autorização da Fiscalização, a distribuição poderá ser procedida pela ação de motoniveladora, sendo que, neste caso, deverão ser estabelecidos critérios de trabalho que não causem a segregação do material e assegurem a qualidade do serviço.

Não se recomenda o espalhamento parcial ou por etapas, quanto à espessura e largura de camada individual. O espalhamento deverá ser feito de modo a se evitar conformação adicional da camada. Caso, no entanto, isto seja necessário, admite-se conformação pela atuação da motoniveladora, exclusivamente por ação de corte, previamente ao início da compactação.

O teor da umidade da mistura, por ocasião da compactação, deve estar compreendido no intervalo de -2% a +1% em relação a umidade ótima. Preferencialmente, deve ser iniciada, no ramo seco, com umidade de, no máximo, 1% abaixo da umidade ótima.

Caso o teor de umidade se apresente fora dos limites estabelecidos, proceder-se-á ao umedecimento da camada, se demasiadamente seca, ou a escarificação e aeração se estiver excessivamente úmida. Nesse caso o material deverá ser conformado, pela ação da motoniveladora e, em seguida, liberado para compactação.

A compactação da camada será executada mediante o emprego de rolos vibratórios lisos, e de rolos pneumáticos de pressão regulável.

A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando nos bordos mais baixos e progredindo no sentido do ponto mais alto da seção transversal, exigindo-se que, em cada passada do equipamento, seja recoberta, no mínimo, a metade da largura da faixa densificada pela passagem anterior.

Eventuais manobras do equipamento de compactação deverão se proceder fora da área de densificação.

Em lugares inacessíveis ao equipamento convencional de compactação, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida será obtida através de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

A operação de acabamento se dará mediante o emprego de motoniveladora atuando exclusivamente em operação de corte. Complementarmente, a camada receberá um número adequado de coberturas através dos rolos compactadores.

Após a verificação e aceitação do segmento, deverá ser lançada a camada posterior. Quando prevista, deverá ser executada a imprimação do segmento, tão logo se constate a evaporação de umidade superficial.

Não se recomenda a abertura do segmento ao tráfego. No entanto, a critério da Fiscalização, e em caráter excepcional, o segmento poderá ser liberado pelo menor espaço de tempo possível, sem prejuízo à qualidade do serviço.

14.3.4 Controle Tecnológico

Anteriormente ao início da primeira execução na obra, ou no caso de se constatar alteração mineralógica (visual) na jazida ou na bancada da pedreira em exploração, ou de ocorrer mudança na fonte de materiais, deverão ser executados os seguintes ensaios:

- Abrasão "Los Angeles" (MÉTODO DNIT 451/2024-ME);
 - Durabilidade (MÉTODO DNIT 446/2024-ME);
 - Equivalente de Areia (MÉTODO DNIT 450/2024-ME).
- a) Deve-se determinar a energia de compactação necessária para obtenção da máxima "MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA";
 - b) Um ensaio de equivalente de areia, MÉTODO DNIT 450/2024-ME, a cada 500m de pista;
 - c) Um ensaio de granulometria, MÉTODO DNIT 412/2025-ME, por via lavada, a cada 250m de pista devendo a composição granulométrica da amostra enquadrar-se na "faixa de trabalho". Os serviços serão aceitos se os valores obtidos estiverem, em relação à curva de projeto, dentro dos limites estabelecidos abaixo:

PENEIRA		% PASSANDO, EM PESO
ASTM	mm	
3/8" a 1 1/2"	9,5 a 38,1	± 7
Nº 10 a Nº 4	2,0 a 4,8	± 5
Nº 200 a Nº 40	0,074 a 0,42	± 2

- d) Um ensaio para a determinação da massa específica aparente seca, *in situ*, pelo método do Frasco de Areia, MÉTODO DNIT 458/2025-ME, com espaçamento máximo de 100m e com no mínimo três determinações por segmento. O serviço será aceito se o teor de umidade para a compactação se situar na faixa fixada através da curva ISC x umidade, de forma a se obter valor para o ISC no mínimo igual ao obtido no ensaio do MÉTODO DNIT 172/2016-ME e, o grau de compactação, apresente valor de no mínimo 100% em relação a massa específica aparente seca máxima obtida conforme alínea "b".

Notas:

- a) No caso de paralisação, ou de demora acentuada na execução dos serviços de uma camada de brita graduada, o ensaio de granulometria deverá ser refeito de forma a garantir que, no momento da compactação, o material ainda atenda ao especificado. No caso de não atendimento, a providência a adotar será retirar o material colocado e refazer o serviço com novo material atendendo às exigências da especificação. A remoção do material e o acerto da camada inferior, para reinício do serviço, será com ônus total da Construtora, excetuando-se quando o serviço tiver sido aceito, anteriormente à paralisação;
- b) Em caso de não atendimento dos itens "c" e/ou "d", a providência a adotar é retirar o material colocado e refazer o serviço com o material que satisfaça a exigência desta especificação. A remoção do material e o acerto da cama inferior, para reinício dos serviços serão com ônus exclusivo da Construtora;
- c) Em casa de não atendimento aos itens "e" e/ou "f", a camada deverá ser escarificada e o serviço refeito, com ônus exclusivo da construtora.

14.4 FRESAGEM

A fresagem consiste no corte ou desgaste do pavimento, por meio de processo mecânico, e terá espessura média de 3cm, que, posteriormente, será aplicada uma pintura de ligação seguida de recomposição asfáltica com espessura final de 2cm.

14.4.1 Equipamentos

Os equipamentos de fresagem devem ser os mais adequados para a realização do serviço, de acordo com o tipo de fresagem.

a) Máquina fresadora, com as seguintes características:

- Sistema autopropulsionado, que permita a execução da fresagem, de modo uniforme, da (s) camada (s) do pavimento, na espessura de corte ou desbaste determinada pelo projeto;
- Dispositivo que permita graduar corretamente a profundidade de corte, fornecendo uma superfície uniforme;
- Capacidade de nivelamento automático e precisão de corte que permitam o controle da conformação da inclinação transversal, para atender ao projeto geométrico;
- Cilindro fresador, do tipo específico para a fresagem, construído em aço especial, para girar em alta rotação, onde são fixados os dentes de corte;
- Dentes de corte do cilindro fresador, constituídos por corpo forjado em aço, com ponta de material mais duro que proporcione rugosidade perfeita, cambiáveis, facilmente extraídos e montados por procedimentos simples e práticos. A rugosidade resultante na pista é definida para cada tipo de fresagem;
- Dispositivo tipo esteira, que permita a elevação do material fresado do pavimento para a caçamba do caminhão simultaneamente com a execução da fresagem; NORMA DNIT 159/2011–ES 3 dispositivos que permita a aspersão de água, para controlar a emissão de poeira na operação de fresagem.

b) Vassoura mecânica autopropulsionada e que disponha de caixa para recebimento do material, para promover a limpeza da superfície fresada;

c) Caminhão (ões) basculante (s), provido (s) de lona;

- d) Caminhão tanque, para abastecimento do depósito de água da fresadora;
- e) Compressor de ar;
- f) Detector de metais;
- g) Serra de disco e rompedor pneumático, que permitam execução de arremates e cortes perpendiculares;
- h) Carreta equipada com prancha apropriada para transporte do equipamento de fresagem.

14.4.2 Execução

- a) As áreas a serem fresadas devem ser delimitadas com eventuais ajustes, definidos no campo, pelo DNIT;
- b) Quando o material da fresagem for destinado à reciclagem, anteriormente à fresagem deve ser retirado o excesso de sujeira e resíduos da superfície do pavimento, por meio de varrição mecânica;
- c) A fresagem do revestimento, na espessura recomendada pelo projeto, deve ser iniciada na borda mais baixa da faixa de tráfego, com a velocidade de corte e avanço regulados a fim de produzir granulometrias adequadas, se necessário, de agregados que deverão ser utilizados na reciclagem;
- d) No decorrer da fresagem deve ser observado o jateamento contínuo de água, para resfriamento dos dentes da fresadora e controle da emissão de poeira;
- e) Durante a operação de fresagem, o material fresado deve ser elevado pelo dispositivo tipo esteira, que faz parte da fresadora, para a caçamba do caminhão e transportado para o local para seu reaproveitamento ou para o bota-fora. Os locais de bota-fora indicados pela construtora, devidamente aprovados pela Fiscalização, e em conformidade com a Resolução CONAMA nº 307/2002;
- f) Os locais que sofreram intervenção da fresagem devem ser limpos, preferencialmente por vassouras mecânicas, podendo ser usados, também, processos manuais. Recomenda-se que em seguida seja aplicado jato de ar comprimido ou água, para finalizar a limpeza;
- g) Deve ser realizado tratamento da superfície fresada onde permaneçam buracos ou desagregações. Nestas ocorrências, devem ser executados os serviços de reparos necessários, em conformidade com a respectiva Norma de

Especificação de Serviço do DNIT. O material solto deve ser removido por fresagem ou qualquer outro processo apropriado. Posteriormente, deve ser executada a recomposição, se necessária, da camada granular subjacente e/ou execução de camada adicional de concreto asfáltico, após a necessária limpeza da superfície e aplicação da pintura de ligação.

OBS: Deve ser verificado o seguinte:

- Textura rugosa e uniforme da superfície fresada;
- Ausência de desníveis entre uma passada e outra do equipamento;
- Desempeno da superfície (controle da declividade transversal de projeto);
- A superfície fresada não deve apresentar falhas no corte decorrentes de defeitos no (s) dente (s) e depressões.

Objetivando evitar a degradação ambiental, devem ser devidamente observados e adotados os procedimentos prescritos nos instrumentos normativos pertinentes vigentes no DNIT, especialmente na Norma DNIT 070/2006-PRO e na legislação vigente, em particular a Resolução CONAMA nº 307/2002, e atendidas as recomendações e exigências dos órgãos ambientais.

14.5 IMPRIMAÇÃO

Foi considerada uma estimativa de 10% de área fresada, considerando-se que após a execução da fresagem poderão aparecer regiões com presença de material granular, e estas deverão receber a imprimação que tem por objetivo: aumentar a coesão da superfície da camada pela penetração do material asfáltico empregado, conferir um certo grau de impermeabilidade à camada, promover condições de aderência entre a base e a camada asfáltica a ser sobreposta.

Sobre a base acabada, no trecho definido como Seção Tipo 01 no projeto, e sobre a área fresada, será executada uma imprimação com o uso de Emulsão Asfáltica para Imprimação (EAI), com uma taxa de aplicação de 1,1 l/m².

Para os serviços deverão ser seguidas as especificações do DER/PR-ES-PA-17/23, no tocante a especificações de materiais, execução dos serviços, controle tecnológico, controle geométrico e outros.

14.5.1 Materiais

Emulsão asfáltica do tipo EAI, com taxa de aplicação do ligante entre 0,8 e 1,7 l/m². Porém a taxa ideal é a máxima que pode ser absorvida em 24 horas sem deixar excesso na superfície que apresenta uma penetração de, no mínimo 3mm, de acordo com a permeabilidade da camada granular. Se essa taxa for superior a 1,1 l/m² a empresa deverá contatar o engenheiro fiscal para que sejam tomadas as devidas providências.

Em nenhuma hipótese será permitida a diluição da Emulsão Asfáltica do tipo EAI.

14.5.2 Equipamento

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deverá ser examinado pela fiscalização, devendo estar de acordo com esta especificação, sem o que não será dada a ordem de serviço para o início do serviço.

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para a execução da imprimação:

- a) Vassouras mecânicas rotativas, podendo, entretanto, a operação ser executada manualmente. O jato de ar comprimido poderá, também, ser usado;
- b) Carro equipado com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento;
- c) Carros distribuidores de ligante betuminoso.

14.5.3 Execução

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

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

Aplicar-se-á a seguir, o ligante betuminoso adequado, na temperatura compatível com o seu tipo, na quantidade certa e de maneira 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.

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.

A fim de se evitar a superposição ou excesso de material nos pontos inicial e final das aplicações, colocam-se faixas de papel, transversalmente na pista, de modo que o material betuminoso comece e termine ao sair da barra de distribuição sobre essas faixas, as quais, a seguir, serão retiradas, e qualquer falha na aplicação, imediatamente corrigida.

14.5.4 Controle Tecnológico

Um ensaio de sedimentação (NBR 6570:2016), no caso de a Emulsão Asfáltica ficar depositada por cinco dias ou mais.

Um ensaio para o controle de taxa de aplicação do ligante, pelo método da bandeja, a cada 100m, na faixa de aplicação. Deve-se alternar a posição da bandeja, entre o eixo longitudinal do caminhão e os seus lados direito e esquerdo objetivando a verificação da homogeneidade da vazão dos bicos e da taxa de aplicação.

A taxa do ligante asfáltico será calculada em função do teor de água, para Emulsão Asfáltica.

A fiscalização fará uma apreciação, em bases visuais que deverá ser julgada satisfatória:

- Da homogeneidade de aplicação da pintura asfáltica executada;
- Da penetração do ligante na camada, no caso de pintura asfáltica de imprimação;
- Da efetiva cura do ligante aplicado.

No caso de não atendimento dos itens acima descritos, a Fiscalização determinará, com ônus exclusivo da Construtora, as seguintes providências:

- Se ocorrer variação superior ao limite máximo, a solução poderá, a critério da Fiscalização, abranger desde o lançamento de areia ou pedrisco e a passagem

de rolos nas horas mais quentes do dia, até a completa remoção e a restauração da base com a execução de nova pintura asfáltica;

- Se ocorrer variação superior ao limite mínimo, a solução deverá ser a complementação da pintura asfáltica com nova aplicação de ligante.

14.6 PINTURA DE LIGAÇÃO

Setenta e duas horas após a imprimação, será executada uma pintura de ligação, que a pintura asfáltica aplicada com o objetivo de promover a aderência de uma camada asfáltica com a subjacente, e, conferir um certo grau de impermeabilidade à camada.

Para os serviços deverão ser seguidas as especificações do DNIT 145/2012-ES, no tocante a especificações de materiais, execução dos serviços, controle tecnológico, controle geométrico e outros.

14.6.1 Materiais

Na obra em questão será utilizado emulsão asfáltica tipo RR-1C, com uma taxa de aplicação de 0,8 l/m².

14.6.2 Equipamento

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para a execução da Pintura de ligação:

- a) Vassouras mecânicas rotativas, podendo, entretanto, a operação ser executada manualmente. O jato de ar comprimido poderá, também, ser usado;
- b) Carro equipado com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento;
- c) Carros distribuidores de ligante betuminoso tipo Espargidor de Asfalto.

14.6.3 Execução

Depois da perfeita conformação geométrica da camada que irá receber a pintura asfáltica, proceder-se-á a varredura da sua superfície de modo a eliminar-se o pó e o material solto existente.

A distribuição do material asfáltico deverá ser feita utilizando-se um caminhão espargidor limpo e sem resíduos de outros produtos, mesmo emulsões asfálticas. Os leques de espargimento devem permitir uma distribuição uniforme, sob pressão.

Não poderá ser iniciada, enquanto não for atingida e mantida, no material existente dentro do veículo distribuidor, a temperatura necessária à obtenção da viscosidade adequada à distribuição.

Aplicar-se-á, a seguir, o ligante asfáltico adequado, na temperatura compatível com o seu tipo, na quantidade certa e da maneira mais uniforme possível. O ligante asfáltico não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente estiver abaixo de 10°C, ou em dias de chuva, ou quando esta estiver eminente. A temperatura de aplicação do ligante asfáltico deve ser aquela que proporcione a melhor viscosidade para o espalhamento.

Deve-se executar pintura de ligação na pista inteira, em um mesmo turno de trabalho, e deixá-la fechada ao trânsito. Quando isto não for possível, deve-se trabalhar em uma meia-pista, completando-a na adjacente, logo que a primeira permitir sua abertura ao tráfego. O tráfego sobre pintura asfáltica de ligação só deverá ser permitido após decorridos, no mínimo, 24 horas da aplicação do ligante e quando este estiver convenientemente curado. O tempo de exposição ao tráfego será condicionado pelo seu comportamento, não devendo ultrapassar 30 dias. Pode-se permitir o tráfego imediato em locais de cruzamento com outras estradas, desde que seja aumentada a taxa de aplicação e coberta com espessa camada de pedrisco ou areia, capaz de evitar a remoção do material ligante. Nesse caso, medidas de redução da velocidade do tráfego, usuário, deverão ser tomadas, com a prevenção de freadas e manobras bruscas.

A fim de evitar a superposição, ou excesso, nos pontos inicial ou final das aplicações, devem-se colocar faixas de papel, transversalmente, na pista, de modo que o início e o término da aplicação do material asfáltico situem-se sobre essas faixas, as quais serão a seguir retiradas.

Qualquer falha na aplicação do ligante asfáltico deve ser imediatamente corrigida com um distribuidor manual.

14.6.4 Controle Tecnológico

Um ensaio de sedimentação (NBR 6570:2016), no caso de a Emulsão Asfáltica ficar depositada por cinco dias ou mais.

Um ensaio para o controle de taxa de aplicação do ligante, pelo método da bandeja, a cada 100m, na faixa de aplicação. Deve-se alternar a posição da bandeja, entre o eixo longitudinal do caminhão e os seus lados direito e esquerdo, objetivando a verificação de homogeneidade da vazão dos bicos, e da taxa de aplicação.

A taxa do ligante asfáltico será calculada em função do teor de água, para Emulsão Asfáltica.

A Fiscalização fará uma apreciação, em bases visuais, que deverá ser julgada satisfatória:

- a) Da homogeneidade de aplicação da pintura asfáltica executada;
- b) Da efetiva cura do ligante aplicado.

No caso de não atendimento dos itens acima descritos, a Fiscalização determinará, com ônus exclusivo da Construtora, as seguintes providências:

- Se ocorrer variação superior ao limite máximo, a solução poderá, a critério da Fiscalização, abranger desde o lançamento de areia ou pedrisco, e a passagem de rolos nas horas mais quentes do dia, até a completa remoção e a restauração da base com a execução de nova pintura asfáltica;
- Se ocorrer variação superior ao limite mínimo, a solução deverá ser a complementação da pintura asfáltica com nova aplicação de ligante.

14.7 APLICAÇÃO DE CONCRETO ASFÁLTICO

Será executada capa em Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), com ligante asfáltico CAP 50/70, enquadrado na Faixa “C” do DNER, com espessura final compactada de 7,5 cm. A estrutura será composta por uma primeira camada de 5,0 cm de CBUQ, seguida de pintura de ligação e posterior aplicação de camada complementar de 2,5 cm, totalizando a espessura prevista em projeto.

O material será distribuído na pista por meio de vibroacabadora autopropulsora, assegurando regularidade e uniformidade à superfície. A compactação será realizada com rolo de pneus autopropulsor, sendo o acabamento final executado com rolo

tandem metálico, de modo a garantir o adequado adensamento, nivelamento e qualidade superficial da capa asfáltica.

14.7.1 Material Betuminoso

Será utilizado o Cimento Asfáltico 50/70 como material betuminoso. Só poderá ser descarregado após analisado e aprovado, após a realização dos ensaios de controle de qualidade.

14.7.2 Agregados

Antes da utilização dos agregados minerais, estes deverão ser analisados de forma que não ocorram variações de traço de granulometrias, densidades e demais características díspares com o projeto de mistura.

Quando do seu recebimento, só poderá ser utilizado, após analisado e aprovado, após a realização dos ensaios de controle de qualidade.

Os agregados minerais deverão ser estocados separadamente, de modo a evitar a mistura de dois ou mais tipos de agregados.

Deverão ser previamente cobertos, a fim de que estes não sejam contaminados por carga de material particulado em suspensão ou que recebam precipitações pluviométricas, o que tende a carrear para os pontos mais baixos os grãos de menores dimensões.

14.7.3 Composição da Mistura

A composição de concreto betuminoso deve satisfazer os requisitos no que diz respeito a granulometria e aos percentuais do ligante betuminoso.

A densidade utilizada em projeto e a definição do teor de ligante, que será utilizado na mistura asfáltica, deverão ser analisados a partir do ensaio de Dosagem Marshall, descrito pela DNIT 447/2024-ME, que analisa o teor ótimo na composição asfáltica afim de satisfazer as tolerâncias de estabilidade e fluência descrita em norma.

Nesta etapa, deverão ser feitos o controle tecnológico com as verificações, de modo a garantir que os materiais utilizados na produção, bem como no traço da mistura, são compatíveis com o projeto e as normas técnicas. A empresa executora deverá fornecer a composição da mistura à fiscalização.

14.7.4 Equipamento

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

- a) Depósito para Ligante Betuminoso;
- b) Depósito para Agregados;
- c) Usina para Misturas Betuminosas;
- d) Caminhões para Transporte da Mistura: caminhões tipo basculante;
- e) 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;
- f) Equipamento para a Compressão: o equipamento para a compressão será constituído por rolo pneumático e rolo metálico liso, tipo tandem ou rolo vibratório.

14.7.5 Execução

A temperatura de aquecimento do cimento asfáltico, no momento da mistura, deverá ser determinada para cada tipo de ligante, em função da relação entre temperatura e viscosidade.

A temperatura conveniente será aquela na qual o cimento asfáltico apresentar valor para a viscosidade situado dentro da faixa de 85 a 150 segundos Saybolt-Furol, indicando-se preferencialmente, a viscosidade de 105 +/- 10 segundos Saybolt-Furol. Os agregados deverão ser aquecidos a uma temperatura de até 10°C acima da temperatura do cimento asfáltico e, a temperatura deste não deverá ser superior a 157°C. A mistura não poderá ter temperatura inferior a 110°C e superior a 167°C. A produção do concreto asfáltico e a frota de veículos de transporte devem assegurar a operação contínua da vibro acabadora.

14.7.6 Produção do Concreto Betuminoso

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

A mistura final deverá ser homogênea, isenta de partículas recobertas ou segregadas. Durante a mistura, não deverão ser evidentes vazamentos de agregados ou ligantes pelo batente da comporta. Os bicos de injeção de asfalto deverão estar desobstruídos, com vazão equalizada entre si.

14.7.7 Transporte do Concreto Betuminoso

O concreto betuminoso produzido deverá ser transportado, da usina mais próxima ao ponto de aplicação, nos veículos basculantes.

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.

14.7.8 Distribuição e Compressão da Mistura

O lançamento de concreto asfáltico só deverá ser consumado se a pista se apresentar com imprimação devidamente aceita, estiver seca, limpa e a temperatura ambiente acima de 10°C.

A distribuição do concreto betuminoso deve ser feita por máquinas acabadoras.

Em ficha apropriada, deverão ser anotados todos os dados relativos a descarga e lançamento do usinado.

Caso ocorram irregularidades na superfície da camada, estas deverão ser sanadas pela adição manual de concreto betuminoso, sendo esse espalhamento efetuado por meio de ancinhos e rodos metálicos.

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.

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.

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 do rolo deve ser recoberto na seguinte ordem, pelo menos, metade da largura rolada. Em

qualquer caso, a operação de rolagem perdurará até o momento em que seja atingida a compactação especificada.

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

Sobre o revestimento recém-executado deverá ser vetado o tráfego de veículos, bem como a parada de máquinas e equipamentos, por um período mínimo de 48 horas após a sua execução.

Todos os serviços a serem realizados devem ser acompanhados de serviços, através de topografia com aparelho de precisão, como por exemplo locação, nivelamento e outros.

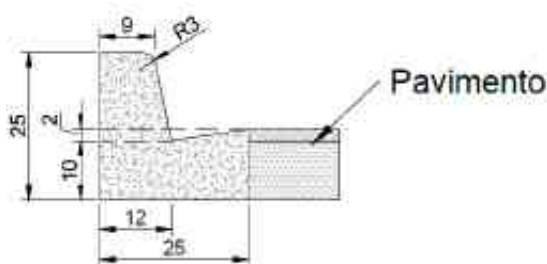
O controle tecnológico e geométrico deverá ser feito de acordo com as especificações do DER/PR ES-PA 21/23.

15 MEIO-FIO

Os meios-fios são dispositivos posicionados ao longo do pavimento, e mais elevado que este, com duplo objetivo de limitar a área destinada ao trânsito de veículos e conduzir as águas precipitadas sobre o pavimento e passeios para outros dispositivos de drenagem.

Os meios-fios de concreto tipo 3, serão posicionados ao longo do pavimento e mais elevado que este, com duplo objetivo, limitar a área destinada ao trânsito de veículos e conduzir as águas precipitadas sobre o pavimento para outros dispositivos de drenagem. Quando a pavimentação da pista for de material intertravado, o meio-fio tipo 3 também terá o objetivo de servir de travamento para tal pavimento.

Figura 14 – Meio-fio tipo 3
MFC03



Fonte: DNIT (2010).

16 SINALIZAÇÃO VIÁRIA

16.1 PINTURA DE FAIXAS HORIZONTAIS

Na sinalização horizontal deverão ser usados os materiais (tinta e microesfera de vidro) especificados de acordo com as Normas Técnicas.

A largura das faixas deve ser de 10cm para o eixo e 10cm para as bordas.

A espessura é de 0,06mm úmida.

A tinta aplicada, após a secagem física total, deve apresentar plasticidade e características de adesividade à microesfera de vidro e ao pavimento, produzir película seca, fosca de aspecto uniforme, sem apresentar fissuras, gretas ou descascamento durante o período de vida útil.

Os termos técnicos utilizados na Tinta de Sinalização Rodoviária estão definidos na NBR 11862.

- a) A tinta deve ser fornecida para uso em superfície betuminosa;
- b) A tinta, logo após abertura do recipiente, não deve apresentar sedimentos, natas e grumos;
- c) A tinta deve estar apta a ser aplicada nas seguintes condições: temperatura do ar entre 15 e 35°C / temperatura do pavimento não superior a 40°C e umidade relativa do ar até 90%;
- d) A tinta deve ter condições para ser aplicada por máquinas apropriadas e ter a consistência especificada, sem ser necessária a adição de outro aditivo qualquer. Pode ser adicionado no máximo 5% de solvente em volume de tinta, compatível com a mesma para acerto de viscosidade;
- e) A tinta, quando aplicada na quantidade especificada, deve recobrir perfeitamente o pavimento e permitir a liberação ao tráfego no período máximo de tempo de 30 minutos;
- f) A tinta deve manter integralmente a sua coesão e cor após aplicação no pavimento;
- g) A tinta, quando aplicada sobre a superfície betuminosa, não deve apresentar sangria nem exercer qualquer ação que danifique o pavimento;
- h) A tinta pode ser fornecida na cor Branca N 9,5 e/ou amarela 10 YR 7,5/14, respeitando os padrões e tolerâncias do código de cores *Munsell*.

16.2 PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO

As placas de regulamentação e advertência deverão ter os padrões definidos pela Legislação de Trânsito Vigente e Normas Brasileiras, no que diz respeito a especificação, cores e letreiros.

As chapas destinadas à confecção das placas de aço devem ser planas, do tipo NB 1010/1020, com espessura de 1,25mm, bitola #18, ou espessura de 1,50mm, bitola #16. Devem conter pintura totalmente refletiva. As placas de regulamentação circulares deverão ter diâmetro de 50cm, octogonal tipo R1 com lado mínimo de 25cm e tipo R-2 com lado mínimo de 75cm. As placas de advertência quadradas terão lado mínimo de 45cm, devendo atender integralmente a NBR 11904 – Placas de aço para sinalização viária.

As colunas de sustentação deverão ser de aço galvanizado, com diâmetro de 11/2”, espessura da parede de 3mm e com 3,5m de comprimento. As colunas de sustentação deverão ser fixadas em bases de concreto.

A posição e distâncias de fixação das placas deverão seguir as normas da Legislação de Trânsito Vigente e Normas Brasileiras.

16.3 TACHÕES/TACHINHAS

São dispositivos para auxiliar a sinalização horizontal, como em canalizações e zebraes. Serão utilizados para delimitar o trânsito na bifurcação da Avenida das Flores com a saída da Rua dos Rubis e antecedendo as Faixas Elevadas de Pedestres.

Os tachões e as tachinhas deverão ser em resina de poliéster, de alta resistência mecânica, na cor amarela ou branca, com dois pinos para fixação bidirecional: com 02 (dois) refletivos nas laterais das peças (cristal e rubi).

Os pinos de fixação devem ser constituídos de parafusos de rosca, aço 1010/1020, com proteção contra a oxidação. Os elementos refletivos devem ser constituídos por elementos refletivos de vidro lapidado e espelhado, ou outro material com características de dureza, resistência à abrasão e retro refletividade superior ao vidro lapidado. Após a furação do pavimento asfáltico, deve-se proceder a limpeza do furo para fixação dos pinos e limpeza do espaço destinado ao dispositivo, o furo deve ser totalmente preenchido com cola, com consumo médio de 200g por tachão e 100g

por tachinhas. Em seguida, espalha-se a cola sobre o pavimento no local de aplicação do corpo do dispositivo. O adesivo deve preencher totalmente as cavidades e ranhuras existentes na parte inferior do dispositivo. Após a colocação do dispositivo, deve-se firmá-lo no chão, pressionando-o contra o pavimento, para obter aderência uniforme de todo o corpo do dispositivo.

Não se admitirá trechos do corpo do dispositivo em balanço. Quando a superfície do pavimento for irregular, a cola deve ser o nivelador das irregularidades. Para evitar que a cola cubra os elementos refletivos, estes devem ser cobertos com fita adesiva até a secagem final da cola. Os excessos de cola devem ser removidos. Os coeficientes mínimos de intensidade luminosa (R_i) obtidos pela razão entre a intensidade luminosa do retrorrefletor na direção de observação, pela luminância do retrorrefletor num plano perpendicular à direção da luz incidente, deve satisfazer aos valores indicados na NBR 14636.

Os tachões e as tachinhas devem obedecer ao que diz a NBR 14636 (Sinalização Horizontal Viária - Tachas Refletivas Viárias - Requisitos), quanto aos valores de carga de compressão dos dispositivos, e não devem permitir a penetração de água no elemento refletivo.

16.4 FAIXA DE TRAVESSIA DE PEDESTRES

As faixas de travessia de pedestres indicam as áreas da pista onde os pedestres devem executar a travessia, estabelecendo para aquele local a prioridade de passagem dos pedestres em relação aos veículos, exceto nos locais com sinalização semafórica de controle de passagem.

16.4.1 Características

Constitui-se de linhas paralelas, na cor branca, com largura de 40 cm e espaçamento de 80 cm entre as linhas, com um comprimento da faixa de travessia de 4,00 m. A uma distância de 0,80 m da faixa, deve haver a linha de retenção (LRE), com largura de 40 cm, que indica ao condutor o local limite em que se deve parar o veículo.

A pintura da faixa deverá seguir as especificações técnicas do item sinalização viária: “pintura de faixas horizontais”, deste memorial.

Balsa Nova (PR), 17 de fevereiro de 2026.

Gabriela Skowasch Bosse

Eng. Civil – CREA/SC 178.970-0

Coordenadora Geral de Projetos

Juan Peres de Oliveira

Eng. Civil – CREA/SC 155.753-9

Chefe de Equipe

Antônio Carlos de Oliveira

Eng. Agrim. – CREA/SC 032.895-5

Membro de Equipe

Sidnei Bosse

Eng. Agrim. – CREA/SC 030.984-9

Membro de Equipe