

PROJETO DE REVITALIZAÇÃO

MEMORIAL DESCRITIVO

Local:

Rodovia Aníbal Khury – Trecho 02

Balsa Nova – PR

Março / 2026

SUMÁRIO

1	MUNICÍPIO.....	5
2	LOCALIZAÇÃO.....	6
3	RELATÓRIO FOTOGRÁFICO	7
4	INFORMATIVO DO PROJETO	10
5	NORMAS GERAIS DE TRABALHO	10
5.1	ABREVIACIONES	10
5.2	CONSIDERAÇÕES	11
5.3	SEGURANÇA E CONVENIÊNCIA PÚBLICA	12
5.4	RESPONSABILIDADE PELOS SERVIÇOS E OBRAS	13
6	SERVIÇOS PRELIMINARES	14
6.1	PLACA DE OBRA.....	14
6.2	LOCAÇÕES DE OBRA.....	15
6.3	REMOÇÃO E TRANSPORTE	15
6.4	REALOCAÇÃO DE POSTES	15
7	PROJETO DE TERRAPLANAGEM.....	15
7.1	CORTES.....	17
7.1.1	Generalidades	17
7.1.2	Equipamentos	17
7.1.3	Execução.....	17
7.1.4	Controle.....	18
7.2	ATERROS	18
7.2.1	Generalidades	18
7.2.2	Materiais	18
7.2.3	Equipamentos	19
7.2.4	Execução.....	19
7.3	DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE (DMT).....	19
7.4	VOLUME TOTAL DE CORTE E ATERRO	20
8	TESTE DE CARGA COM VIGA BENKELMAN	20
8.1	EXECUÇÃO DO ENSAIO.....	20
8.2	CÁLCULOS PARA RESULTADO DO ENSAIO	22
9	ESTUDO DE TRÁFEGO	24
9.1	OS EIXOS	24

9.2	DETERMINAÇÃO DA QUANTIDADE DE VEÍCULOS NO PERÍODO INDICADO	26
9.3	FATOR VEÍCULO	26
9.4	CÁLCULO DO NÚMERO N	27
9.5	AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DO PAVIMENTO	27
9.5.1	Resultado do Teste de Carga com Viga Benkelman	29
9.6	DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO	33
9.6.1	Espessura do Revestimento	34
9.6.2	Espessura das Demais Camadas	35
10	ESTUDO HIDROLÓGICO	36
10.1	INTRODUÇÃO E IMPLANTAÇÃO	36
10.2	ÁREA DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO	37
10.3	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	37
10.4	COEFICIENTES DE ESCOAMENTO <i>RUNOFF</i>	37
10.5	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO	38
10.6	PERÍODO DE RETORNO	38
10.7	EQUAÇÃO DE CHUVAS IDF	39
10.7.1	Processos Construtivos	40
10.7.2	Forma de Assentamento de Tubos	41
10.7.3	Tubos Circulares de Concreto	41
10.8	SARJETAS	43
10.9	ESCAVAÇÃO E REATERRO DE VALAS	44
11	DISPOSITIVOS DE CAPTAÇÃO, INSPEÇÃO E JUNÇÃO	46
11.1	CAIXAS DE CAPTAÇÃO SIMPLES	46
11.2	CAIXAS DE INSPEÇÃO	46
11.3	CAIXAS DE JUNÇÃO	47
12	ESTUDO TOPOGRÁFICO	47
13	ESTUDO DO TRAÇADO	48
14	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	48
14.1	REGULARIZAÇÃO E PREPARO DA CANCHA	48
14.1.1	Materiais	49
14.1.2	Equipamento	49
14.1.3	Execução	49

14.1.4 Controle Tecnológico	50
14.2 CAMADA DE MACADAME SECO (RACHÃO)	50
14.2.1 Materiais	51
14.2.2 Equipamentos	52
14.2.3 Execução	52
14.2.4 Controle Tecnológico	54
14.3 CAMADA DE BRITA GRADUADA	54
14.3.1 Materiais	55
14.3.2 Equipamentos	55
14.3.3 Execução	56
14.3.4 Controle Tecnológico	57
14.4 FRESAGEM	59
14.4.1 Equipamentos	59
14.4.2 Execução	60
14.5 IMPRIMAÇÃO	61
14.5.1 Materiais	62
14.5.2 Equipamento	62
14.5.3 Execução	62
14.5.4 Controle Tecnológico	63
14.6 PINTURA DE LIGAÇÃO	64
14.6.1 Materiais	64
14.6.2 Equipamento	64
14.6.3 Execução	65
14.6.4 Controle Tecnológico	66
14.7 APLICAÇÃO DE CONCRETO ASFÁLTICO	66
14.7.1 Material Betuminoso	67
14.7.2 Agregados	67
14.7.3 Composição da Mistura	67
14.7.4 Equipamento	68
14.7.5 Execução	68
14.7.6 Produção do Concreto Betuminoso	69
14.7.7 Transporte do Concreto Betuminoso	69
14.7.8 Distribuição e Compressão da Mistura	69

15	MEIO-FIO	70
16	SINALIZAÇÃO VIÁRIA	71
16.1	PINTURA DE FAIXAS HORIZONTAIS	71
16.2	PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO	72
16.3	TACHÕES/TACHINHAS	72
16.4	FAIXA DE TRAVESSIA DE PEDESTRES	73
16.4.1	Características	74



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 1.358,14 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: Paranacidade (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;

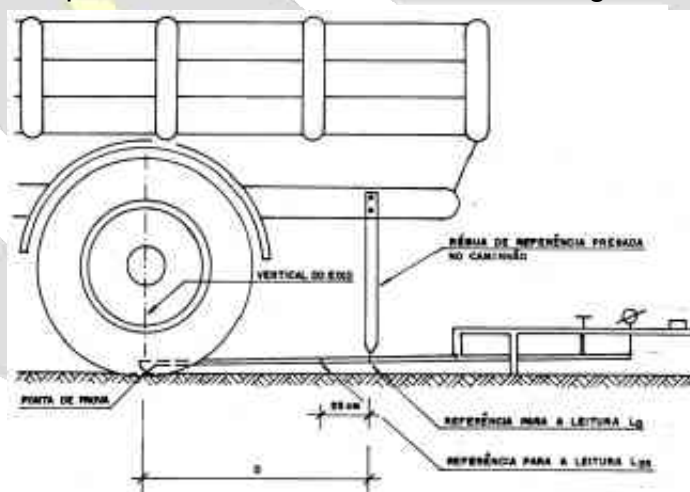
Tabela 1 – Localização dos pontos de medição

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.

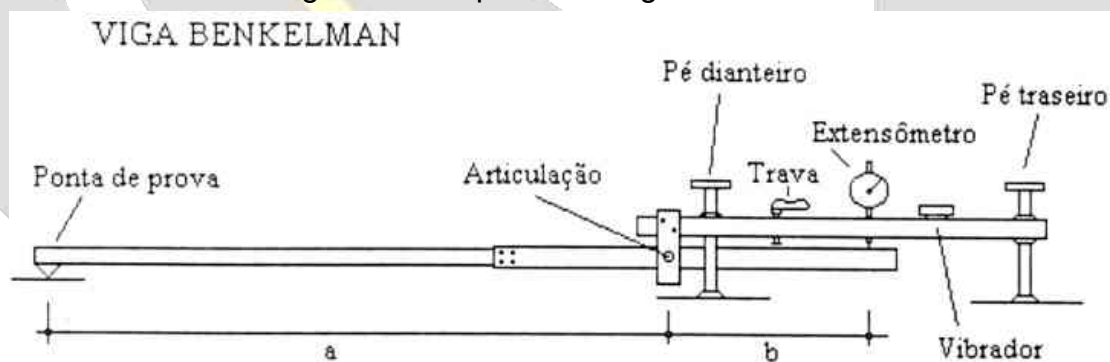
a) A deflexão do pavimento no ponto de prova é calculada pela fórmula:

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

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:

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

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		Fv = $\sum FEO^4$
		Eixo Dianteiro	Eixo Traseiro	
Veículos Leves		3,0 T	3,0 T	0,0008
Onibus		6,0 T	10,0 T	3,2
Caminhão Leve		3,0 T	10,0 T	4
Caminhão Médio		6,0 T	12,0 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

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

Rodovia: Anibal Khury		Período: 06/03/2026															
Trecho: Trecho: Indicado		Cons. da Viga (k): 2,020															
Segmento: Base em Lajota		Operador: Triha do bordo externo															
Camada:		Distância:															
CONTROLE TECNOLÓGICO - VIGA BENKELMAN														Dadm			
														78,76353			
Ponto	Leitura							Deflexões							R	Hipótese	
	0,01 mm							0,01 mm									
	L ₀	L _{12,5}	L ₂₅	L ₅₀	L ₇₅	L ₁₀₀	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 ₁₂₅) * 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	Ia
4	500		487				427		26						147	240,38	Ia
6	500		481				443		38						115	164,47	Ia
7	500		487				475		26						51	240,38	I
8	500		475				460		51						81	125,00	Ia
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	Ia
12	500		491				441		18						119	347,22	Ia
13	500		468				416		65						170	97,66	III/IV
14	500		492				454		16						93	390,63	Ia
16	500		486				480		28						81	223,21	Ia
17	500		484				449		32						103	195,31	Ia
18	500		480				455		40						91	156,25	Ia
19	500		479				458		42						85	148,81	Ia
20	500		475				448		51						105	125,00	Ia
21	500		481				450		38						101	164,47	Ia
22	500		485				464		30						73	208,33	I
23	500		477				428		46						145	135,87	Ia
24	500		488				460		24						81	260,42	Ia
26	500		480				457		40						87	156,25	Ia
27	500		485				464		30						73	208,33	I
28	500		480				460		40						81	156,25	Ia
29	500		489				470		22						61	284,09	I
30	500		485				456		30						89	208,33	Ia
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	Ia
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	Ia
39	500		491				460		18						81	347,22	Ia
40	500		488				454		24						93	260,42	Ia
41	500		483				444		34						113	183,82	Ia
42	500		480				453		40						95	156,25	Ia
43	500		484				456		32						89	195,31	Ia
44	500		493				470		14						61	446,43	I
46	500		483				440		34						121	183,82	Ia
47	500		492				471		16						59	390,63	I
48	500		479				459		42						83	148,81	Ia
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	Ia
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	Ia
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	Ia
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	Ia
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	Ia
82	500		481				456		38						89	164,47	Ia
83	500		470				439		61						123	104,17	Ia
84	500		488				452		24						97	260,42	Ia
86	500		482				450		36						101	173,61	Ia
87	500		474				435		53						131	120,19	Ia
88	500		468				458		65						85	97,66	III/IV
89	500		470				447		61						107	104,17	Ia
90	500		484				460		32						81	195,31	Ia
91	500		472				452		57						97	111,61	Ia
92	500		465				440		71						121	89,29	III/IV
93	500		469				455		63						91	100,81	Ia
94	500		475				461		51						79	125,00	Ia
96	500		477				446		46						109	135,87	Ia
97	500		478				430		44						141	142,05	Ia
98	500		487				454		26						93	240,38	Ia
99	500		468				433		65						135	97,66	III/IV
100	500		486				455		28						91	223,21	Ia

Fonte: Geomapa (2026).

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

Trecho:	Indicado										Cons. da Viga (K):		2,020			
Segmento:	Base em Lajota										Operador:					
Camada:											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 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 ₁) * K			
Sentido BR -> Centro																
101	500		484					464	32					73	195,31	I
102	500		481					459	38					83	164,47	Ila
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	Ila
108	500		482					453	36					95	173,61	Ila
110	500		485					455	30					91	208,33	Ila
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	Ila
124	500		484					450	32					101	195,31	Ila
126	500		475					445	51					111	125,00	Ila
128	500		471					451	59					99	107,76	Ila
130	500		454					432	93					137	67,93	WTV
132	500		482					457	36					87	173,61	Ila
134	500		480					428	40					145	156,25	Ila
136	500		461					445	79					111	80,13	WTV
138	500		471					436	59					129	107,76	Ila
140	500		475					452	51					97	125,00	Ila
142	500		474					432	53					137	120,19	Ila
144	500		475					422	51					158	125,00	Ila
146	500		483					446	34					109	183,82	Ila
148	500		475					445	51					111	125,00	Ila
150	500		486					50	28					909	223,21	Ib
152	500		484					450	32					101	195,31	Ila
154	500		477					443	46					115	135,87	Ila
156	500		478					459	44					83	142,05	Ila
158	500		471					451	59					99	107,76	Ila
160	500		480					441	40					119	156,25	Ila
162	500		479					451	42					99	148,81	Ila
164	500		490					466	20					69	312,50	I
166	500		488					459	24					83	260,42	Ila
168	500		466					442	69					117	91,91	WTV
170	500		474					447	53					107	120,19	Ila
172	500		480					454	40					93	156,25	Ila
174	500		481					449	38					103	164,47	Ila
176	500		466					402	69					198	91,91	WTV
178	500		463					434	75					133	84,46	WTV
180	500		475					446	51					109	125,00	Ila
182	500		481					441	38					119	164,47	Ila
184	500		448					460	105					81	60,10	WTV
186	500		481					447	38					107	164,47	Ila
188	500		472					444	57					113	111,61	Ila
190	500		453					434	95					133	66,49	WTV
192	500		464					413	73					176	86,81	WTV
194	500		475					438	51					125	125,00	Ila
196	500		467					437	67					127	94,70	WTV
198	500		475					407	51					188	125,00	Ila
200	500		483					442	34					117	183,82	Ila
202	500		482					454	36					93	173,61	Ila
204	500		483					459	34					83	183,82	Ila
206	500		486					457	28					87	223,21	Ila
208	500		486					447	28					107	223,21	Ila
210	500		485					427	30					147	208,33	Ila
212	500		483					456	34					89	183,82	Ila
214	500		470					435	61					131	104,17	Ila
216	500		489					464	22					73	284,09	I
218	500		457					411	87					180	72,67	WTV
220	500		485					435	30					131	208,33	Ila
222	500		478					432	44					137	142,05	Ila
224	500		468					444	65					113	97,66	WTV
226	500		475					455	51					91	125,00	Ila
228	500		449					407	103					188	61,27	WTV
230	500		481					446	38					109	164,47	Ila
232	500		490					473	20					55	312,50	I
234	500		483					445	34					111	183,82	Ila
236	500		455					423	91					156	69,44	WTV
238	500		474					449	53					103	120,19	Ila
240	500		468					428	65					145	97,66	WTV
242	500		476					432	48					137	130,21	Ila
244	500		477					441	46					119	135,87	Ila
246	500		486					447	28					107	223,21	Ila
248	500		473					442	55					117	115,74	Ila
250	500		475					443	51					115	125,00	Ila
252	500		472					445	57					111	111,61	Ila
254	500		484					440	32					121	195,31	Ila
256	500		467					436	67					129	94,70	WTV
258	500		468					438	65					125	97,66	WTV
260	500		477					442	46					117	135,87	Ila
262	500		480					449	40					103	156,25	Ila
264	500		486					458	28					85	223,21	Ila
266	500		487					475	26					51	240,38	I
268	500		481					458	38					85	164,47	Ila
270	500		472					444	57					113	111,61	Ila
272	500		466					438	69					125	91,91	WTV
274	500		472					415	57					172	111,61	Ila
276	500		475					431	51					139	125,00	Ila
278	500		475					436	51					129	125,00	Ila
280	500		480					440	40					121	156,25	Ila
282	500		480					457	40					87	156,25	Ila
284	500		469					432	63					137	100,81	Ila
286	500		482					444	36					113	173,61	Ila
288	500		468					437	65					127	97,66	WTV
290	500		485					450	30					101	208,33	Ila
292	500		466					450	69					101	91,91	WTV
294	500		487					463	26					75	240,38	I
296	500		478					449	44					103	142,05	Ila
298	500		480					453	40					95	156,25	Ila
300	500		476					447	48					107	130,21	Ila
302	500		475					439	51					123	125,00	Ila
304	500		482					451	36					99	173,61	Ila
306																

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

Rodovia: Anibal Khury		Período: 06/03/2026																
Trecho: Indicado		Cons. da Viga (k): 2,020																
Camada: Base em Lajota		Operador: Trilha do bordo externo																
Distância:																		
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 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 _i) * k				
Sentido BR -> Centro																		
312	500		479					450		42					101	148,81	Ila	
314	500		480					448		40					105	156,25	Ila	
316	500		477					446		46					109	135,87	Ila	
318	500		484					433		32					135	195,31	Ila	
320	500		479					450		42					101	148,81	Ila	
322	500		475					438		51					125	125,00	Ila	
324	500		474					438		53					125	120,19	Ila	
326	500		469					425		63					152	100,81	Ila	
328	500		477					439		46					123	135,87	Ila	
330	500		477					438		46					125	135,87	Ila	
332	500		476					449		48					103	130,21	Ila	
334	500		474					437		53					127	120,19	Ila	
336	500		476					445		48					111	130,21	Ila	
338	500		472					433		57					135	111,61	Ila	
340	500		470					449		61					103	104,17	Ila	
342	500		456					413		89					176	71,02	III/IV	
344	500		450					424		101					154	62,50	III/IV	
346	500		474					437		53					127	120,19	Ila	
348	500		484					429		32					143	195,31	Ila	
350	500		454					431		93					139	67,93	III/IV	
352	500		471					432		59					137	107,76	Ila	
354	500		476					445		48					111	130,21	Ila	
356	500		478					446		44					109	142,05	Ila	
358	500		459					422		83					158	76,22	III/IV	
360	500		478					439		44					123	142,05	Ila	
362	500		451					421		99					160	63,78	III/IV	
364	500		456					434		89					133	71,02	III/IV	
366	500		464					423		73					156	86,81	III/IV	
368	500		469					434		63					133	100,81	Ila	
370	500		463					422		75					158	84,46	III/IV	
372	500		473					444		55					113	115,74	Ila	
374	500		498					493		4					14	1562,50	I	
376	500		498					496		4					8	1562,50	I	
378	500		483					473		34					55	183,82	I	
380	500		465					443		71					115	89,29	III/IV	
382	500		463					438		75					125	84,46	III/IV	
Sentido Centro -> BR																		
Ponto	L ₀	L _{12,5}	L ₂₅	L ₅₀	L ₇₅	L ₁₀₀	L ₁₅₀	L _i	(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 _i) * k	R	Hipótese	
1	500		481					447		38						107	164,47	Ila
3	500		490					451		20						99	312,50	Ila
5	500		480					424		40						154	156,25	Ila
7	500		488					466		24						69	260,42	I
9	500		491					470		18						61	347,22	I
11	500		478					497		44						6	142,05	I
13	500		483					432		34						137	183,82	Ila
15	500		490					466		20						69	312,50	I
17	500		492					481		16						38	390,63	I
19	500		489					465		22						71	284,09	I
21	500		482					463		36						75	173,61	I
23	500		484					456		32						89	195,31	Ila
25	500		487					467		26						67	240,38	I
27	500		473					443		55						115	115,74	Ila
29	500		488					453		24						95	260,42	Ila
31	500		488					441		24						119	260,42	Ila
33	500		481					446		38						109	164,47	Ila
35	500		488					456		24						89	260,42	Ila
37	500		482					461		36						79	173,61	Ila
39	500		484					453		32						95	195,31	Ila
41	500		485					448		30						105	208,33	Ila
43	500		469					447		63						107	100,81	Ila
45	500		480					456		40						89	156,25	Ila
47	500		488					474		24						53	260,42	I
49	500		490					469		20						63	312,50	I
51	500		476					424		48						154	130,21	Ila
53	500		485					463		30						75	208,33	I
55	500		484					451		32						99	195,31	Ila
57	500		487					475		26						51	240,38	I
59	500		486					463		28						75	223,21	I
61	500		492					469		16						63	390,63	I
63	500		491					470		18						61	347,22	I
65	500		493					457		14						87	446,43	Ila
67	500		484					449		32						103	195,31	Ila
69	500		492					468		16						65	390,63	I
71	500		485					460		30						81	208,33	Ila
73	500		491					476		18						48	347,22	I
75	500		486					463		28						75	223,21	I
77	500		473					454		55						93	115,74	Ila
79	500		481					461		38						79	164,47	Ila
81	500		494					482		12						36	520,83	I
83	500		472					447		57						107	111,61	Ila
85	500		483					442		34						117	183,82	Ila
87	500		477					434		46						133	135,87	Ila
89	500		489					456		22						89	284,09	Ila
91	500		488					459		24						83	260,42	Ila
93	500		480					445		40						111	156,25	Ila
95	500		478					448		44						105	142,05	Ila
97	500		470					436		61						129	104,17	Ila
99	500		490					461		20						79	312,50	Ila
101	500		489					460		22						81	284,09	Ila

Fonte: Geomapa (2026).

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

Rodovia:	Anibal Khury	Período:	06/03/2026													
Trecho:	Indicado	Cons. da Viga (k):	2.020													
Segmento:	Base em Laje	Operador:														
Camada:		Distância:	Trilha do bordo externo													
CONTROLE TECNOLÓGICO - VIGA BENKELMAN				Distância	78,763											
Ponto	Lectura 0,91 mm							Deflexões 0,91 mm							R	Hiptotes
	L ₁	L ₁₂₅	L ₂₅	L ₅₀	L ₇₅	L ₁₀₀	L ₁₅₀	(L ₁ -L ₁₂₅)*k	(L ₁ -L ₂₅)*k	(L ₁ -L ₅₀)*k	(L ₁ -L ₇₅)*k	(L ₁ -L ₁₀₀)*k	(L ₁ -L ₁₅₀)*k			
103	500		478					441	44					119	142,05	Is
105	500		481					457	38					87	164,47	Is
107	500		490					470	20					61	312,50	Is
109	500		490					459	20					83	312,50	Is
111	500		486					464	28					73	223,21	Is
113	500		493					474	34					53	183,82	Is
115	500		480					456	40					89	156,25	Is
117	500		479					454	42					93	148,81	Is
119	500		472					454	57					93	111,61	Is
121	500		480					439	40					129	156,25	Is
123	500		475					443	51					115	125,00	Is
125	500		473					452	55					97	115,74	Is
127	500		476					446	48					109	130,21	Is
129	500		473					445	55					111	115,74	Is
131	500		481					463	38					75	164,47	Is
133	500		476					449	48					103	130,21	Is
135	500		485					473	34					104	208,33	Is
137	500		471					416	59					170	107,76	Is
139	500		475					442	51					117	125,00	Is
141	500		483					445	36					111	183,82	Is
143	500		477					422	49					158	135,87	Is
145	500		471					442	59					117	107,76	Is
147	500		474					448	53					105	120,19	Is
149	500		481					455	38					81	164,47	Is
151	500		480					449	40					103	156,25	Is
153	500		485					460	30					81	208,33	Is
155	500		488					457	36					87	208,33	Is
157	500		478					446	44					109	142,05	Is
159	500		471					430	59					141	107,76	Is
161	500		482					458	36					85	173,61	Is
163	500		476					445	48					109	130,21	Is
165	500		478					452	44					97	142,05	Is
167	500		479					458	42					85	148,81	Is
169	500		481					452	38					97	164,47	Is
171	500		471					455	65					81	115,74	Is
173	500		483					435	34					131	183,82	Is
175	500		478					431	44					139	142,05	Is
177	500		483					436	34					129	183,82	Is
179	500		486					435	28					131	223,21	Is
181	500		486					428	69					145	91,91	Is
183	500		479					425	42					152	148,81	Is
185	500		484					468	32					65	195,31	Is
187	500		465					418	71					166	89,29	Is
189	500		480					446	40					109	156,25	Is
191	500		481					454	38					89	164,47	Is
193	500		458					418	85					166	74,40	Is
195	500		466					428	65					145	97,66	Is
197	500		474					438	53					125	120,19	Is
199	500		456					417	28					107	223,21	Is
201	500		468					437	65					127	97,66	Is
203	500		487					460	28					81	240,38	Is
205	500		469					449	38					103	100,61	Is
207	500		462					442	75					117	390,63	Is
209	500		463					422	75					158	84,46	Is
211	500		464					431	73					139	86,81	Is
213	500		473					445	68					106	115,74	Is
215	500		464					427	73					147	86,81	Is
217	500		496					478	8					44	781,25	Is
219	500		497					478	6					44	1041,67	Is
221	500		490					462	20					77	312,50	Is
223	500		487					443	26					115	240,38	Is
225	500		479					470	42					61	148,81	Is
227	500		472					446	47					109	111,61	Is
229	500		477					484	46					12	135,87	Is
231	500		469					439	63					123	100,81	Is
233	500		479					434	42					133	148,81	Is
235	500		481					446	38					109	164,47	Is
237	500		463					432	75					137	84,46	Is
239	500		458					380	85					242	74,40	Is
241	500		483					437	34					127	183,82	Is
243	500		480					422	40					158	156,25	Is
245	500		479					427	42					147	148,81	Is
247	500		452					414	97					174	65,10	Is
249	500		481					435	65					129	115,74	Is
251	500		481					433	38					135	164,47	Is
253	500		472					414	57					174	111,61	Is
255	500		465					441	71					119	89,29	Is
257	500		462					434	77					133	82,24	Is
259	500		473					438	55					125	115,74	Is
261	500		477					446	48					109	135,87	Is
263	500		479					448	42					109	148,81	Is
265	500		480					431	40					139	156,25	Is
267	500		482					465	38					71	173,61	Is
269	500		479					445	42					117	148,81	Is
271	500		488					435	24					131	260,42	Is
273	500		471					437	59					127	107,76	Is
275	500		479					448	42					105	148,81	Is
277	500		468					449	34					103	260,42	Is
279	500		471					438	59					125	107,76	Is
281	500		479					430	42					141	148,81	Is
283	500		477					457	46					107	135,87	Is
285	500		482					452	38					97	173,61	Is
287	500		479					453	42					95	148,81	Is
289	500		476					425	48					145	130,21	Is
291	500		472					443	47					115	111,61	Is
293	500		471					450	59					161	107,76	Is
295	500		473					452	55					97	115,74	Is
297	500		469					446	65					109	97,66	Is
299	500		473					455	65					81	115,74	Is
301	500		465					443	71					115	89,29	Is
303	500		476					449	48					103	130,21	Is
305	500		476					450	38					101	130,21	Is
307	500		475					448	51					105	125,00	Is
309	500		483					460	34					81	183,82	Is
311	500		484					421	73					160	86,81	Is
313	500															

Tabela 8 – Resultados analisados pelo método MeDiNa

Rodovia:	Anibal Khury	Período:	06/03/2026															
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								Deflexões								R	Hipótese
	0,01 mm								0,01 mm									
	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			
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	480	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	183,82	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	
315	500	493	481	472	468	466	466	462	14	38	57	65	69	69	77	164,47	I	
325	500	492	476	468	465	465	462	461	16	48	65	71	71	77	79	130,21	IIa	
335	500	492	475	452	441	437	437	433	16	51	97	119	127	127	135	125,00	IIa	
345	500	488	472	451	447	446	445	444	24	57	99	107	109	111	113	111,61	IIa	
355	500	495	487	480	477	476	474	471	10	26	40	46	48	53	59	240,38	I	
365	500	484	462	443	434	429	426	423	32	77	115	133	143	149	156	82,24	III/IV	
375	500	489	482	468	464	463	460	460	22	36	65	73	75	81	81	173,61	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 360+0,00 a 370+0,00, 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.

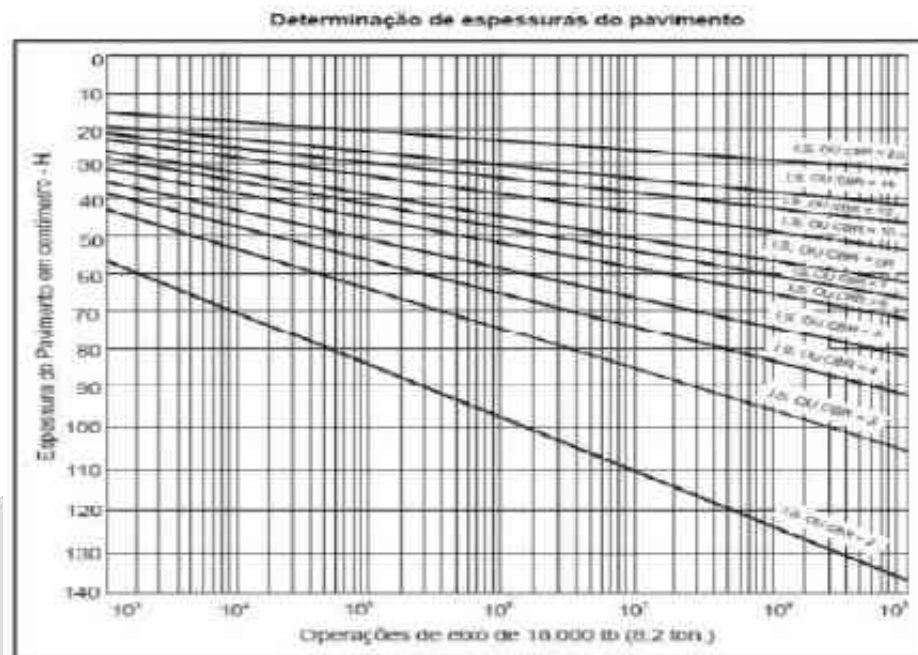
O cálculo das espessuras totais do pavimento baseia-se no método de projeto de pavimentos flexíveis do Eng. Murilo Lopes de Souza (1979), adotado pelo DNER e nos Métodos MD-1/92 da P.M. São Paulo, porém com o uso do ábaco de dimensionamento proposto originalmente pelo Corpo de Engenheiros do Exército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

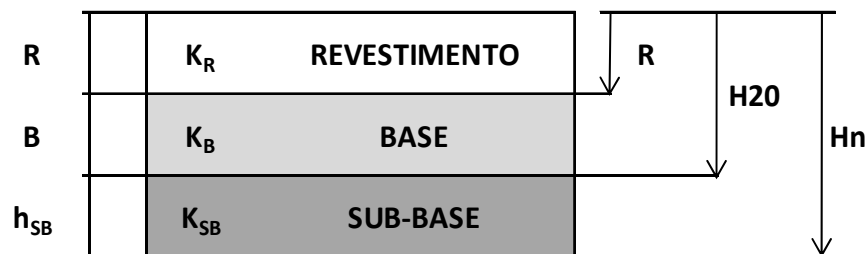
Baseado no estudo de tráfego, o número N obtido foi igual a $7,71 \times 10^6$. Assim, a espessura do revestimento de CBUQ adotada deverá ser maior ou igual a 7,5cm.

Figura 9 – Ábaco para determinação das espessuras do pavimento



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

Figura 10 – 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

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.

$K_R =$	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

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

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 $0,7 \text{ km}^2$.

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

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	IAT-PR
Operadora	IAT-PR
Latitude	-25.4887
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.

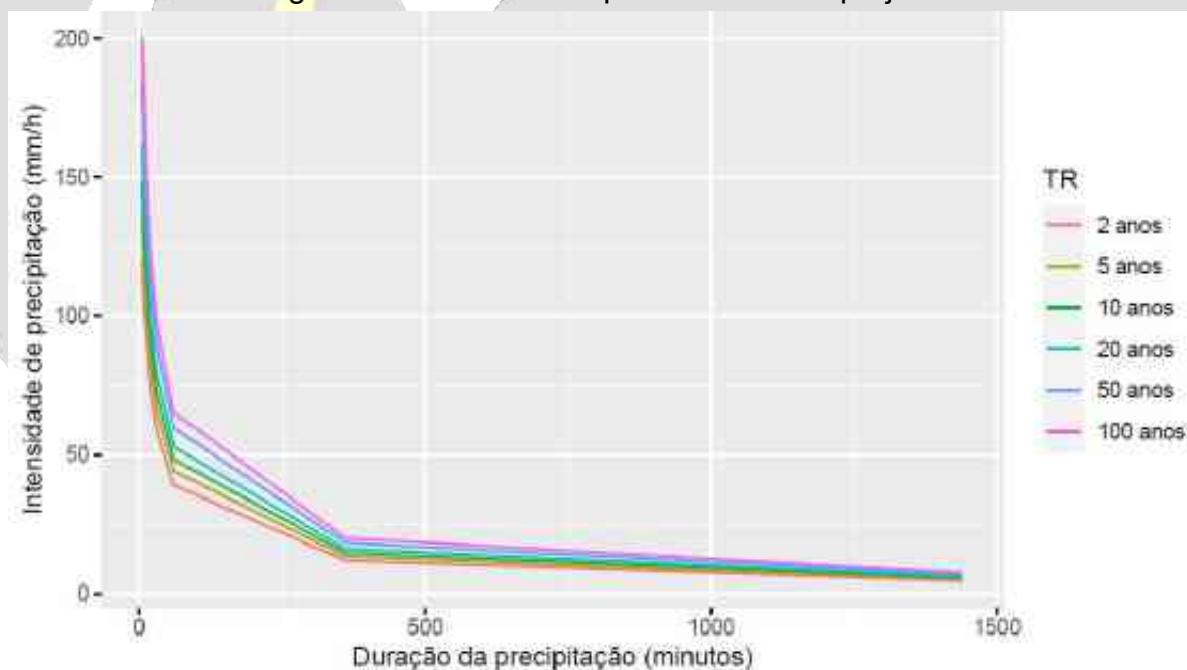
$$i = \frac{KT^m}{(t + b)^n}$$

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 11 – 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

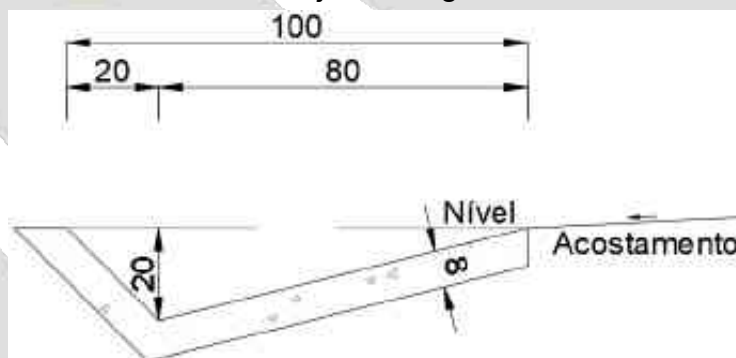
assentamento serão executados com operação manual envolvendo cortes, aterros ou acertos, de forma a atingir a geometria projetada para o dispositivo.

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 12 – 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:

- 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%
- O Índice de Suporte Califórnia, Método DNIT 172/2016-ME, com a energia modificada, não deve ser inferior a 100%;
- Para N menor que $5 \cdot 10^6$, maior ou igual a 60% e, para N maior que $5 \cdot 10^6$, maior ou igual a 80% sendo a energia de compactação preferencialmente a intermediária e modificada respectivamente;
- 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	0,074	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 de 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 caso 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 desgaste 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.

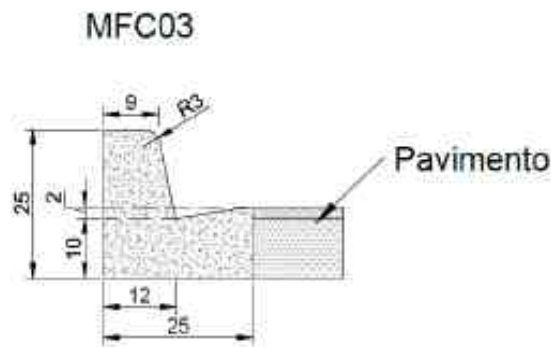
O controle tecnológico e geométrico deverá ser feito de acordo com as especificações do DER/PR ES-PA 21/23.

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 13 – Meio-fio tipo 3



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 zebados. 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), 24 de março 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