

PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

MEMORIAL DESCRITIVO E ORÇAMENTO

Local: Rua Epaminondas Silva
Balsa Nova – PR

Setembro / 2024

SUMÁRIO

1	MUNICÍPIO	5
2	LOCALIZAÇÃO	6
3	INFORMATIVO DO PROJETO.....	7
4	SERVIÇOS PRELIMINARES.....	7
4.1	PLACA DE OBRA	7
4.2	PLACA DE SINALIZAÇÃO DE OBRAS	8
4.3	LOCAÇÕES DE OBRA	9
4.4	ABRIGO PROVISÓRIO DE OBRA	9
4.5	REMOÇÃO E TRANSPORTE.....	9
4.6	REALOCAÇÃO DE POSTES.....	9
5	PROJETO DE TERRAPLANAGEM	9
5.1	CORTES	10
5.1.1	Generalidades	10
5.1.2	Equipamentos	11
5.1.3	Execução	11
5.1.4	Controle	11
5.2	ATERROS.....	12
5.2.1	Generalidades	12
5.2.2	Materiais	12
5.2.3	Equipamentos	13
5.2.4	Execução	13
5.3	VOLUME TOTAL DE CORTE E ATERRO.....	13
6	ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO.....	13
7	ESTUDO DE TRÁFEGO.....	14
7.1	OS EIXOS.....	15
7.2	DETERMINAÇÃO DA QUANTIDADE DE VEÍCULOS NO PERÍODO INDICADO	16
7.3	FATOR VEÍCULO	17
7.4	CÁLCULO DO NÚMERO N	17
7.5	DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO.....	18
7.5.1	Espessura do Revestimento	18
7.5.2	Espessura das Demais Camadas	19

8	ESTUDO HIDROLÓGICO.....	20
8.1	INTRODUÇÃO E IMPLANTAÇÃO	20
8.2	ÁREA DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO	21
8.3	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS.....	21
8.4	COEFICIENTES DE ESCOAMENTO <i>RUNOFF</i>	22
8.5	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO	22
8.6	PERÍODO DE RETORNO.....	23
8.7	EQUAÇÃO DE CHUVAS IDF.....	23
9	CÁLCULO DAS GALERIAS.....	24
9.1	COEFICIENTE DE RUGOSIDADE	24
9.2	VAZÃO DE CONTRIBUIÇÃO.....	24
9.3	INCLINAÇÃO DO GREIDE E DA GALERIA	25
9.4	DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO	25
9.5	ÁREA MOLHADA.....	26
9.6	VELOCIDADE DE ESCOAMENTO.....	26
9.7	TEMPO DE ESCOAMENTO	26
9.8	CÁLCULO DA TUBULAÇÃO	28
9.8.1	Processos Construtivos.....	29
9.8.2	Forma de Assentamento de Tubos	29
9.8.3	Tubos Circulares de Concreto	29
9.9	CÁLCULO DAS SARJETAS	31
9.9.1	Convenções de Cálculo de Canais Triangulares	32
9.10	CÁLCULO DAS BOCAS DE LOBO	33
9.11	ESCAVAÇÃO E REATERRO DE VALAS	34
10	DISPOSITIVOS DE CAPTAÇÃO, INSPEÇÃO E JUNÇÃO	35
10.1	CAIXAS DE CAPTAÇÃO SIMPLES.....	35
10.2	CAIXAS DE JUNÇÃO	36
11	ESTUDO DO TRAÇADO.....	36
12	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	37
12.1	REGULARIZAÇÃO E PREPARO DA CANCHA.....	37
12.1.1	Materiais	37
12.1.2	Equipamento	37

12.1.3	Execução	37
12.1.4	Controle Tecnológico	38
12.2	CAMADA DE BICA CORRIDA.....	38
12.3	CAMADA DE BRITA GRADUADA.....	39
12.3.1	Materiais	39
12.3.2	Equipamentos	40
12.3.3	Execução	40
12.3.4	Controle Tecnológico	42
12.4	IMPRIMAÇÃO.....	43
12.4.1	Materiais	43
12.4.2	Equipamento	43
12.4.3	Execução	44
12.4.4	Controle Tecnológico	44
12.5	PINTURA DE LIGAÇÃO.....	45
12.5.1	Materiais	45
12.5.2	Equipamento	45
12.5.3	Execução	46
12.5.4	Controle Tecnológico	47
12.6	APLICAÇÃO DE CONCRETO ASFÁLTICO.....	47
12.6.1	Material Betuminoso.....	48
12.6.2	Agregados	48
12.6.3	Composição da Mistura.....	48
12.6.4	Equipamento	49
12.6.5	Execução	49
12.6.6	Produção do Concreto Betuminoso.....	49
12.6.7	Transporte do Concreto Betuminoso.....	50
12.6.8	Distribuição e Compressão da Mistura.....	50
13	CALÇADA EM PAVER.....	51
14	CANTEIRO	52
15	MEIO-FIO.....	52
16	SINALIZAÇÃO VIÁRIA	53
16.1	PINTURA DE FAIXAS HORIZONTAIS	53

16.2	PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO	54
16.3	TACHÕES/TACHINHAS	54
16.4	FAIXA DE TRAVESSIA DE PEDESTRE	55
16.4.1	Características	55
17	ACESSIBILIDADE.....	56
17.1	PISO TÁTIL DE ALERTA.....	56
17.2	RAMPA DE ACESSO ANTERIOR	57

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).

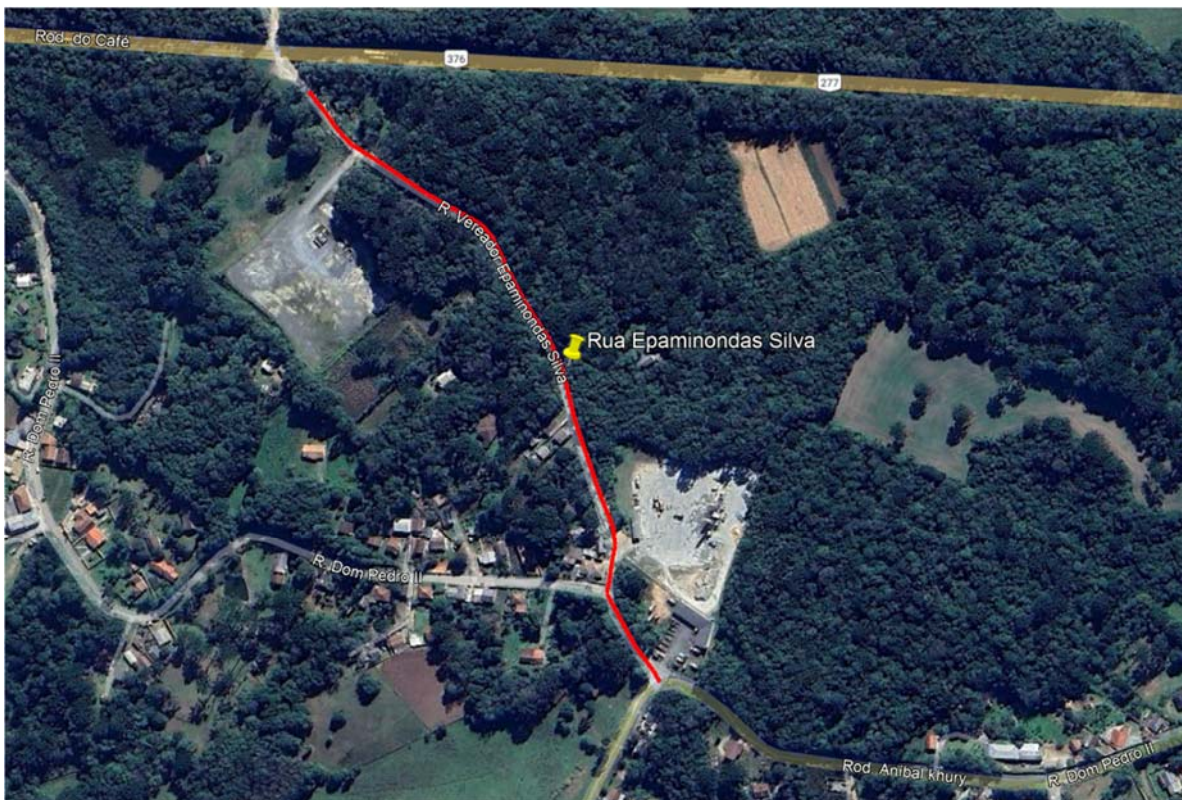
2 LOCALIZAÇÃO

Figura 2 – Localização do município de Balsa Nova



Fonte: Wikipedia (2023).

Figura 3 – Localização da via



Fonte: Modificado de Google Earth (2023).

3 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 pavimentação das ruas residenciais desta localidade. Para este projeto em questão ficou definida a realização de um trecho com extensão de 540,00 metros, com largura total variável, composta por uma pista simples de asfalto com largura de 7,00 metros, sendo que cada faixa de rolamento tem largura de 3,50 metros, calçada em paver, em ambos os lados, com largura de 1,20 metros, e canteiros, em ambos os lados, com largura variável, conforme indicado em projeto.

4 SERVIÇOS PRELIMINARES

4.1 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



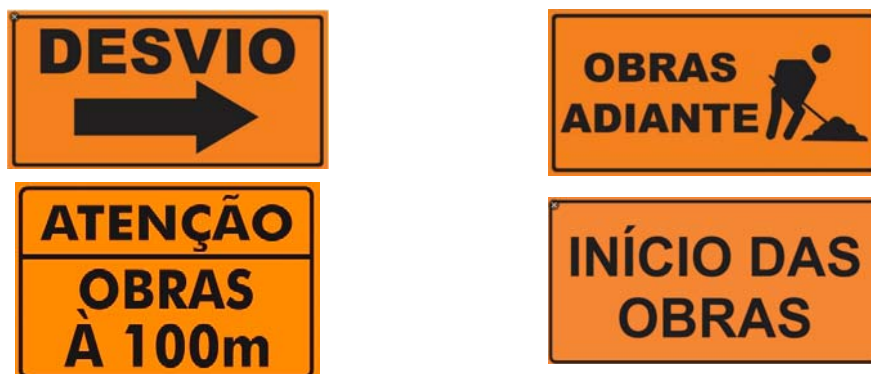
Fonte: Paranacidade (2023).

4.2 PLACA DE SINALIZAÇÃO DE OBRAS

Enquanto durar a execução das obras, instalações e serviços, a colocação e manutenção de placas visíveis e legíveis serão obrigatórias.

A placa deverá ser colocada em local visível, preferencialmente a 100 m do início das obras, nos dois sentidos voltada para a via que favoreça a melhor visualização, e as especificações desta serão conforme detalhe abaixo.

Figura 5 – Placa em chapa de aço galvanizado com resistência a intempéries.
Dimensões: 1,00 x 0,50 m



4.3 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.

4.4 ABRIGO PROVISÓRIO DE OBRA

Para abrigo provisório da obra foi previsto o aluguel de um container para escritório, almoxarifado e sanitários.

4.5 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.

4.6 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 à concessionária de energia com antecedência para que não prejudique o cronograma da obra.

5 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 15 cm, 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 2 m³ e os matacões ou pedras de diâmetro médio entre 15 cm e 1 m;
- 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 1 m, ou de volume igual a 2 m³, cuja extração e redução, a fim de possibilitar o carregamento se processem com o emprego contínuo de explosivos.

5.1 CORTES

5.1.1 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 bota-foras. 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%.

5.1.2 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.

5.1.3 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, sã ou em decomposição, ou de solos de expansão maior que 2%, baixa capacidade de suporte (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 corte deverão apresentar, após a operação de terraplanagem, a inclinação indicada no projeto.

5.1.4 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 10 cm;
- Variação máxima de largura de mais 20 cm para cada plataforma, não se admitindo a variação para menos.

5.2 ATERROS

5.2.1 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.

5.2.2 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 DNER-ME 129/94 (Método A);
- Ensaio de Índice Suporte Califórnia (ISC) – Norma DNER-ME 49/94, 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 ($ISC > 4\%$, 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 DNER-ME 129/94 (Método B);
- Ensaio de Índice Suporte Califórnia (ISC) – Norma DNER-ME 49/94, com a energia do Ensaio de Compactação (Método B).

5.2.3 Equipamentos

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

5.2.4 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 30 cm e, para as camadas finais, essa espessura não deverá ultrapassar 20 cm.

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.

5.3 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.

6 ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO

O estudo geológico e geotécnico faz parte da ciência que define os parâmetros do solo ou rocha através de ensaios como sondagem podendo ser a percussão ou a trado, ensaio de campo ou ensaio de laboratório. É de reconhecimento geral que o projeto de uma estrutura de engenharia, por mais modesta que seja, requer o adequado conhecimento das condições do subsolo no local onde será construída, assim como também é necessário o conhecimento das áreas que servirão de jazida para fornecimento de solos granulares e rochas que servirão como materiais de construção.

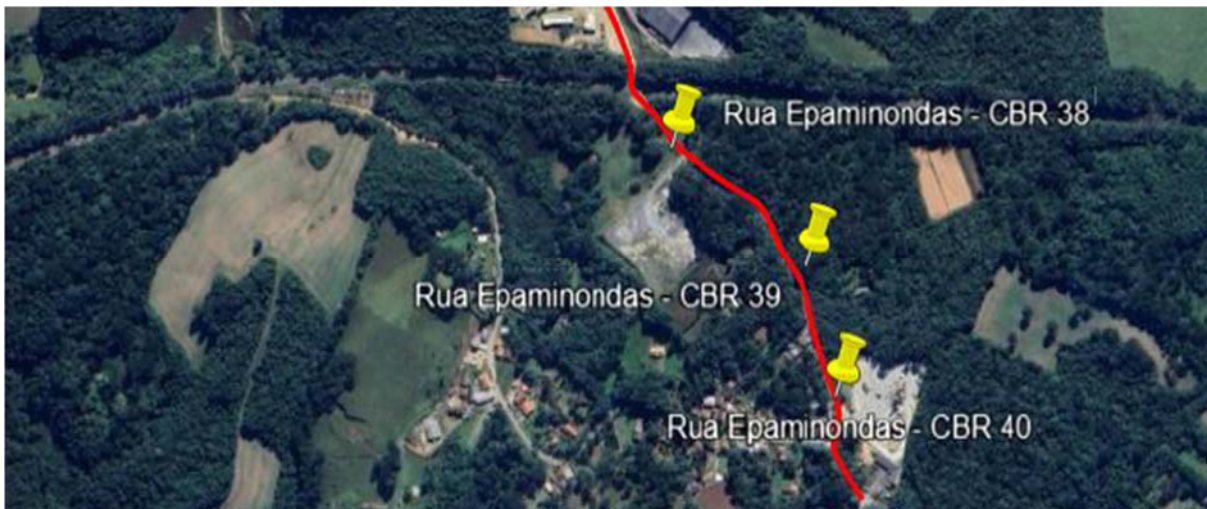
Para definir as características do subleito para execução do pavimento, serão utilizados os dados fornecidos pela Prefeitura Municipal de Balsa Nova, tendo como resultado os dados da tabela abaixo.

Tabela 1 – Quadro resumo dos resultados dos ensaios

Furo	CBR (%)	Expansão (%)
38	5,6	0,40
39	9,7	0,24
40	10,3	0,36

Fonte: Prefeitura de Balsa Nova (2024).

Figura 6 – Localização dos Furos



Fonte: Prefeitura de Balsa Nova (2024).

7 ESTUDO DE TRÁFEGO

O estudo de tráfego visa obter os subsídios necessários para a definição do Volume Médio Diário (VMD), bem como, estimar o Número N (Repetições de passagem do eixo Padrão, 8,2 t), e conseqüentemente definir a espessura e o tipo do revestimento da pavimentação.

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.

7.1 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 1 m, 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 1 m a 2,40 m, 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 1,30 m;
- 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	6 t	6,45 t
Simples de roda simples	10 t	10,75 t
Tandem Duplo	17 t	18,28 t
Tandem Triplo	25,5 t	27,41 t
Duplo de Tribus	13,5 t	14,51 t

Fonte: CONTRAN (1998).

Para o cálculo, foi estimada a quantidade de veículos, em um período de 24 horas, nos dois sentidos da via, considerando que é uma via residencial com tráfego leve de veículos.






Tabela 3 – Contagem de veículos

Categorias	Contagem de Veículos para duas faixas (24h)	Veículos por Faixa (24h)	pv (%)
Veículos Leves	250	125,0	66,5%
Onibus	4	2,0	1,1%
Caminhão Leve	60	30,0	16,0%
Caminhão Médio	60	30,0	16,0%
Reboque SST	2	1,0	0,5%
$V_0 = 376 V/d$			

Fonte: Geomapa (2024).

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

Tabela 4 – Carga máxima por eixo

Categorias	Configuração de Veículo	Carga Máxima por Eixo		Fvi = $\sum FEO^*$
		Eixo Dianteiro	Eixo Traseiro	
Veículos Leves		1,0T	1,0T	0,0008
Onibus		6,0T	10,0T	3,2
Caminhão Leve		8,0T	10,0T	4
Caminhão Médio		6,0T	17,0T	7,2
Reboque SST		6,0T 10,0T	25,5T	13,08

7.2 DETERMINAÇÃO DA QUANTIDADE DE VEÍCULOS NO PERÍODO INDICADO

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

$$tg = 5\%$$

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

$$V_t = 1.726.190$$

$$V_t = 1,73,E+06$$

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) = 5% a.a.;
- Período de Projeto (P) = 10 anos;
- $V_T = 1,73 \cdot 10^6$ veículos/10 anos;
- Fator Climático = de 800 a 1500 (mm).

7.3 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 F_{vi} de cada tipo de veículo considerado:

Categorias	pv (%)	Fvi	Fvi . pv
Veículos Leves	66,5%	0,0008	0,00053
Onibus	1,1%	3,2	0,03404
Caminhão Leve	16,0%	4	0,63830
Caminhão Médio	16,0%	7,2	1,14894
Reboque SST	0,5%	13,08	0,06957
$FV = \sum(F_{vi} \cdot pv)$			1,89138

7.4 CÁLCULO DO NÚMERO N

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

$$N = V_t * F_v * F_r$$

Onde:

- V_t = Quantidade de veículos em 10 anos;
- F_v = Somatório da multiplicação F_{vi} e da proporção por veículo;
- F_r = Fator climático.

Portanto:

$$N = 1.726.190 * 1,89138 * 1 = 3.264.886,33 = 3,26 * 10^6$$

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

7.5 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).

Com o número N de solicitações ao tráfego de $3,26 \times 10^6$ e com os valores obtidos nos ensaios de resistências dos solos *California Bearing Ratio* (CBR), executados sobre as amostras coletadas no trecho, foram determinados os seguintes fatores:

O material de subleito deve apresentar uma expansão, medida no ensaio CBR, menor ou igual a 2% e um CBR maior ou igual a 4%, caso não apresente, será necessário fazer o reforço de subleito, conforme indicado no estudo geológico e geotécnico.

7.5.1 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.

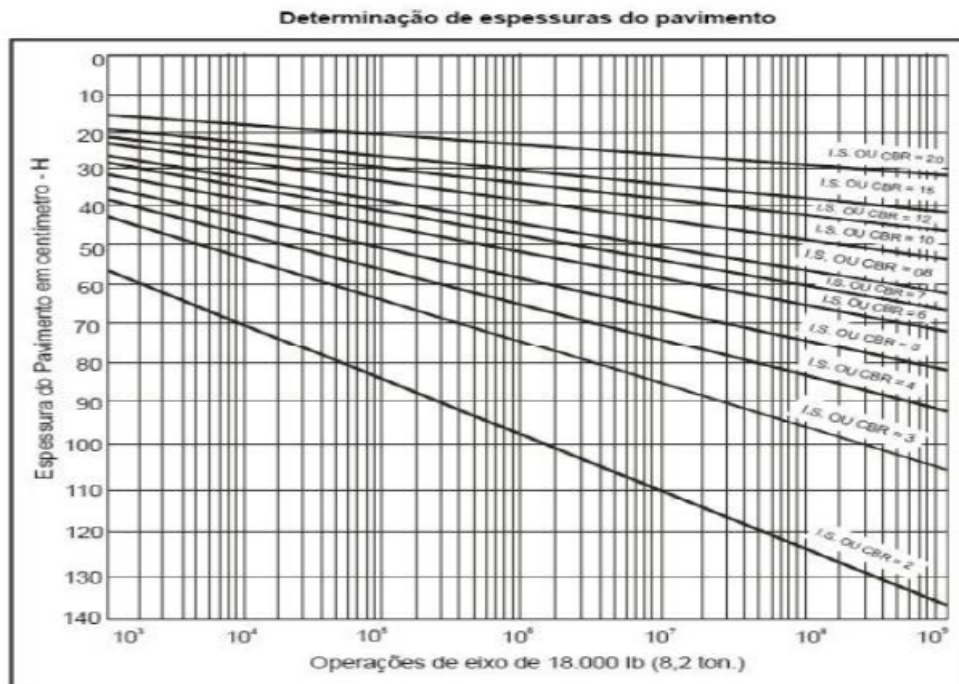
O cálculo das espessuras totais do pavimento baseia-se no método de projeto de pavimentos flexíveis do Eng. Murilo Lopes de Souza (1979), adotado pelo DNER e nos Métodos MD-1/92 da P.M. São Paulo, porém com o uso do ábaco de dimensionamento proposto originalmente pelo Corpo de Engenheiros do Exército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

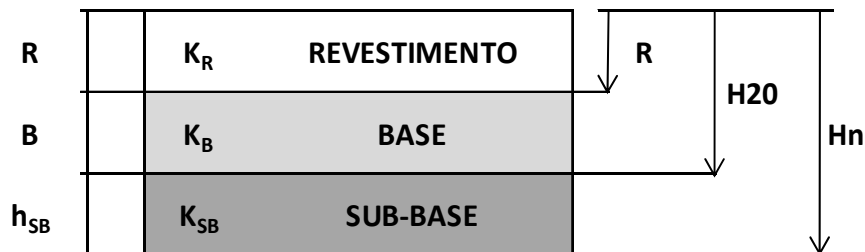
Baseado no estudo de tráfego, o número N estimado foi igual a $3,26 \times 10^6$. Assim, a espessura do revestimento de CBUQ adotada deverá ser maior ou igual a 5 cm.

Figura 7 – Ábaco para determinação das espessuras do pavimento



$$Ht = 77,67 * N^{0,0482} * CBR^{-0,598}$$

Figura 8 – Representação das camadas estruturais do pavimento



7.5.2 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.

Dados:

Camada	Material	CBR
Base	Brita Graduada	60
SubBase	macad.seco	40
SubLeito	Solo	5,6

$K_R =$	2,00	Tabelado
$K_B =$	1,00	Tabelado
$K_{SB} =$	1,00	Tabelado
$c =$	1,00	
$H_{20} =$	20	Ábaco
$H_n =$	60	Ábaco

olhar especificações abaixo

Pelo CBR da SubBase

Pelo CBR do sub leito

$R =$	5,0 cm	Tabelado
-------	--------	----------

$R \cdot K_R + B \cdot K_B \geq H_{20} \cdot c$	
$B \geq$	10
$B_{Adotado} =$	15 cm

* min. 15cm

$R \cdot K_R + B \cdot K_B + h_{SB} \cdot K_{SB} \geq H_n$	
$h_{sb} \geq$	35
$h_{SB_Adotado} =$	40 cm

* min. 10 cm

Onde:

R é a espessura mínima do pavimento betuminoso

B é a espessura mínima da base,

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

 K_R é o coeficiente estrutural do revestimento betuminoso

 K_B é o coeficiente estrutural da base

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

 h_{ref} é a espessura mínima do reforço,

 K_{ref} 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.

Como o **CBR considerado para o projeto é de 5,60%** e o número N se dá na ordem de $3,26 \cdot 10^6$, as espessuras das camadas do pavimento serão:

Resumo	
Material	Espessura (cm)
Revestimento - CBUQ	5
Base - Brita Graduada	15
Sub-Base - Bica Corrida	40

8 ESTUDO HIDROLÓGICO

8.1 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.

8.2 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 está representada a seguir, e será importante para a definição das futuras áreas de contribuição para o cálculo da drenagem pluvial da via.

Figura 9 – Áreas de contribuição das bacias



Fonte: Geomapa (2024).

8.3 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 conseqüentemente 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.

8.4 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 5 – 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).

8.5 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.

8.6 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 6 – 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	-25.4667
Longitude	-49.5667
Altitude (m)	901
Área de Drenagem (Km ²)	

Fonte: ANA (2024).

8.7 EQUAÇÃO DE CHUVAS IDF

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

Relatório | chuvas_C_02549019.csv

Resumo dos Resultados

Teste de Mann-Kendall ao nível de significância de 5%	Não há tendência
Função densidade de probabilidade (FDP)	Logística Generalizada
Parâmetros da FDP	ξ : 76.2207, α : 10.8388, k : -0.0845
Teste de Anderson Darling ao nível de significância de 5%	Estatística: 0.3617 p-valor: 0.8852 Resultado do teste: FDP se ajusta
Parâmetros da IDF	a: 681.322, b: 0.141, c: 9.230, d: 0.707
Nash e Sutcliffe (NS)	0.9985
RMSE (mm/h)	1.9932

$$F = \frac{1}{\left[1 + \left\{ \frac{1 - (-0.0845)(x - 76.2207)}{10.8388} \right\}^{-0.0845} \right]}$$

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.

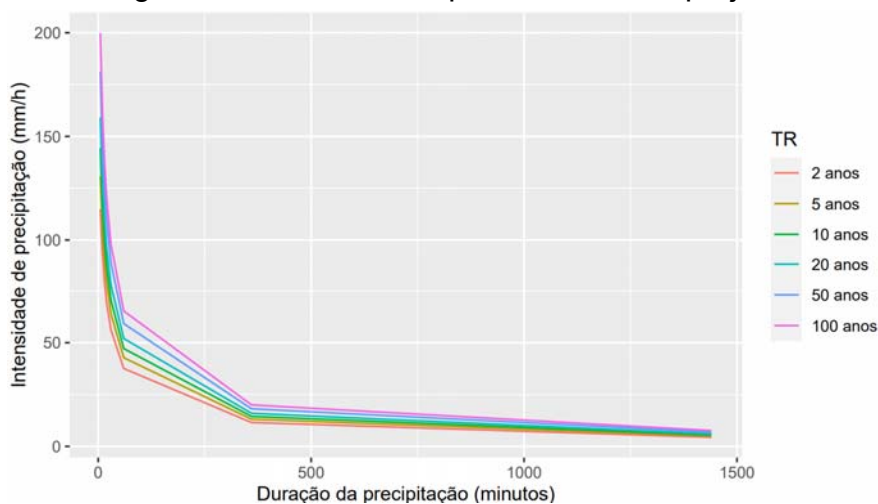
$$i = \frac{KT^m}{(t + b)^n}$$

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

$$I = \frac{681.322 \cdot TR^{0.141}}{(9.230 + t)^{0.707}}$$

Foram geradas as curvas IDF que serão utilizadas no dimensionamento.

Figura 10 – Curvas IDF para o referente projeto



Fonte: GAMIDF (2023).

9 CÁLCULO DAS GALERIAS

9.1 COEFICIENTE DE RUGOSIDADE

Quanto ao material utilizado nas tubulações, para o concreto adotou-se o coeficiente de rugosidade “n” igual a 0,015.

9.2 VAZÃO DE CONTRIBUIÇÃO

O cálculo da vazão é obtido através do método racional:

$$Q = C * i * A$$

A consideração feita para fins de cálculo, foi realizada de tal forma que a vazão encontrada nos trechos é $Q_i + Q_{i-1}$. Dessa forma, é considerada a vazão total acumulada do trecho que está sendo analisado.

9.3 INCLINAÇÃO DO GREIDE E DA GALERIA

A determinação da declividade do greide é determinada pela relação entre o desnível das cotas do terreno e o comprimento do trecho entre dois acessórios.

$$I_{\text{greide}} = \frac{CTM - CTJ}{L_{\text{trecho}}}$$

A determinação da declividade da galeria é formada pela relação entre os níveis das cotas do canal e o comprimento dos poços de visita.

9.4 DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO

Para determinação dos diâmetros a serem utilizados na galeria, utilizou-se como base a equação de Manning para condutos livres e circulares. Como a lâmina de água em galerias circulares não deve ultrapassar 80%, ou seja, $y/D = 0,80$, utilizou-se esta relação, através da Tabela a seguir.

$$\frac{Q * n}{D^3 * I^2} = \text{variável}$$

Tabela 7 – Regime de Escoamento nas Seções Circulares

$\frac{h}{D}$	$\frac{A}{D^2}$	$\frac{R}{D}$	$\frac{Q_n}{D^{5/3} I^{1/2}}$	$\frac{Q_n}{h^{5/3} I^{1/2}}$	$\frac{h}{D}$	$\frac{A}{D^2}$	$\frac{R}{D}$	$\frac{Q_n}{D^{5/3} I^{1/2}}$	$\frac{Q_n}{h^{5/3} I^{1/2}}$
0.01	0.00133	0.00664	0.00005	10.1129	0.26	0.16226	0.15163	0.04614	1.6755
0.02	0.00375	0.01321	0.00021	7.1070	0.27	0.17109	0.15656	0.04970	1.6320
0.03	0.00687	0.01972	0.00050	5.7669	0.28	0.18002	0.16142	0.05337	1.5905
0.04	0.01054	0.02617	0.00093	4.9631	0.29	0.18905	0.16622	0.05715	1.5511
0.05	0.01460	0.03255	0.00150	4.4113	0.30	0.19817	0.17094	0.06104	1.5134
0.06	0.01924	0.03887	0.00221	4.0014	0.31	0.20738	0.17559	0.06503	1.4773
0.07	0.02417	0.04513	0.00306	3.6810	0.32	0.21667	0.18018	0.06912	1.4427
0.08	0.02944	0.05132	0.00407	3.4212	0.33	0.22603	0.18469	0.07330	1.4096
0.09	0.03501	0.05745	0.00521	3.2047	0.34	0.23547	0.18913	0.07758	1.3777
0.10	0.04088	0.06352	0.00651	3.0204	0.35	0.24498	0.19349	0.08195	1.3471
0.11	0.04701	0.06952	0.00795	2.8610	0.36	0.25455	0.19779	0.08641	1.3175
0.12	0.05339	0.07546	0.00953	2.7211	0.37	0.26418	0.20201	0.09095	1.2891
0.13	0.06000	0.08133	0.01126	2.5969	0.38	0.27386	0.20615	0.09557	1.2615
0.14	0.06683	0.08714	0.01314	2.4857	0.39	0.28359	0.21023	0.10027	1.2350
0.15	0.07387	0.09288	0.01515	2.3852	0.40	0.29337	0.21423	0.10503	1.2092
0.16	0.08111	0.09855	0.01731	2.2938	0.41	0.30319	0.21815	0.10987	1.1843
0.17	0.08854	0.10416	0.01960	2.2100	0.42	0.31304	0.22200	0.11477	1.1601
0.18	0.09613	0.10971	0.02203	2.1329	0.43	0.32293	0.22577	0.11973	1.1367
0.19	0.10390	0.11518	0.02460	2.0616	0.44	0.33284	0.22947	0.12475	1.1139
0.20	0.11182	0.12059	0.02729	1.9953	0.45	0.34278	0.23309	0.12983	1.0918
0.21	0.11990	0.12593	0.03012	1.9334	0.46	0.35274	0.23663	0.13495	1.0702
0.22	0.12811	0.13121	0.03308	1.8755	0.47	0.36272	0.24009	0.14011	1.0493
0.23	0.13647	0.13642	0.03616	1.8211	0.48	0.37270	0.24347	0.14532	1.0289
0.24	0.14494	0.14156	0.03937	1.7698	0.49	0.38270	0.24678	0.15057	1.0090
0.25	0.15355	0.14663	0.04270	1.7214	0.50	0.39270	0.25000	0.15584	0.9895
0.51	0.40270	0.25314	0.16115	0.9706	0.76	0.64045	0.30244	0.28856	0.5999
0.52	0.41269	0.25620	0.16648	0.9521	0.77	0.64893	0.30306	0.29279	0.5878
0.53	0.42268	0.25918	0.17182	0.9340	0.78	0.65728	0.30357	0.29689	0.5759
0.54	0.43266	0.26207	0.17718	0.9163	0.79	0.66550	0.30395	0.30085	0.5641
0.55	0.44262	0.26489	0.18256	0.8990	0.80	0.67357	0.30419	0.30466	0.5524
0.56	0.45255	0.26761	0.18793	0.8821	0.81	0.68150	0.30430	0.30832	0.5408
0.57	0.46247	0.27025	0.19331	0.8655	0.82	0.68926	0.30427	0.31181	0.5293
0.58	0.47236	0.27280	0.19869	0.8492	0.83	0.69686	0.30409	0.31513	0.5179
0.59	0.48221	0.27527	0.20405	0.8333	0.84	0.70429	0.30376	0.31825	0.5066
0.60	0.49203	0.27764	0.20940	0.8177	0.85	0.71152	0.30327	0.32117	0.4954
0.61	0.50180	0.27993	0.21473	0.8023	0.86	0.71856	0.30260	0.32388	0.4842
0.62	0.51154	0.28212	0.22004	0.7873	0.87	0.72540	0.30176	0.32635	0.4731
0.63	0.52122	0.28423	0.22532	0.7725	0.88	0.73201	0.30073	0.32858	0.4620

0.64	0.53085	0.28623	0.23056	0.7579	0.89	0.73839	0.29949	0.33053	0.4510
0.65	0.54042	0.28815	0.23576	0.7437	0.90	0.74452	0.29804	0.33219	0.4400
0.66	0.54992	0.28996	0.24092	0.7296	0.91	0.75039	0.29634	0.33353	0.4289
0.67	0.55936	0.29168	0.24602	0.7158	0.92	0.75596	0.29437	0.33452	0.4178
0.68	0.56873	0.29330	0.25106	0.7021	0.93	0.76123	0.29210	0.33512	0.4067
0.69	0.57802	0.29482	0.25604	0.6887	0.94	0.76616	0.28948	0.33527	0.3954
0.70	0.58723	0.29623	0.26095	0.6755	0.95	0.77072	0.28645	0.33491	0.3840
0.71	0.59635	0.29754	0.26579	0.6625	0.96	0.77486	0.28291	0.33393	0.3723
0.72	0.60538	0.29875	0.27054	0.6496	0.97	0.77853	0.27870	0.33218	0.3603
0.73	0.61431	0.29984	0.27520	0.6370	0.98	0.78165	0.27351	0.32936	0.3476
0.74	0.62313	0.30082	0.27976	0.6245	0.99	0.78407	0.26658	0.32476	0.3336
0.75	0.63185	0.30169	0.28422	0.6121	1.00	0.78540	0.25000	0.31000	0.3100

9.5 ÁREA MOLHADA

Para determinação da área molhada da tubulação utilizou-se o cálculo dos coeficientes, Q_n , y/D , A/D^2 , todos calculados por interpolação, e usando como base a Tabela anterior.

O cálculo da área molhada da tubulação é dado por:

$$\frac{A}{D^2} = \text{variável}$$

Onde:

- A = Área molhada da tubulação (m²);
- D = Diâmetro da tubulação (m).

9.6 VELOCIDADE DE ESCOAMENTO

A velocidade de escoamento dentro da tubulação não pode ultrapassar o intervalo entre 1 e 5 m/s e é calculada por:

$$V = \frac{Q}{A}$$

Onde:

- V = Velocidade (m/s);
- Q = Vazão (m³/s);
- A = Área molhada (m²).

9.7 TEMPO DE ESCOAMENTO

O tempo de escoamento é o período que a água leva para chegar de um PV a outro. Esse valor é utilizado para o cálculo do tempo de concentração do trecho seguinte. Para determinação desse tempo de escoamento, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$t_{\text{escoamento}} = \left(\frac{L}{V} \right)$$

Onde:

- $t_{\text{escoamento}}$ = tempo de escoamento (min);
- L = comprimento do trecho (m);

- V = velocidade (m/s).

Para as áreas de contribuição inferiores a 1000 m², ou declividade média menor ou igual a 2%, o tempo de concentração inicial adotado foi de 10 minutos. No restante dos casos se utiliza um t_c mínimo de 5 minutos.

9.8 CÁLCULO DA TUBULAÇÃO

Tabela 8 – Cálculo da tubulação de concreto e saídas de Bueiros

CÁLCULO DAS GALERIAS																		
Trecho	L (m)	Área (m ²)		C		tc (min)	TR (anos)	i (mm/h)	Q (L/s)	lgaleria Média (m/m)	Dcalc (cm)	Dadot (cm)	Qn/D ^{8/3} * i ^{1/2}	γ/D	A/D ²	A (m ²)	V = Q/A (m/s)	te = L/V
		Trec	Acum	Trec	Méd													
ES19+6,00 - ES8+0,00	226,00	8500,00	8500,00	0,60	0,60	14,30	10	101,07	143,19	0,0160	33,87	40	0,20	0,57	0,47	0,075	1,92	117,80
Saída ES8+0,00	20,00	-	8500,00	0,60	0,60	16,26	10	95,51	135,30	0,0050	41,24	40	0,33	0,89	0,74	0,118	1,15	17,46
ES19+6,00 - ES24+0,00	94,00	4500,00	4500,00	0,60	0,60	14,30	10	101,07	75,81	0,0100	29,14	40	0,13	0,45	0,34	0,055	1,37	68,42
ES24+0,00 - ES28+0,00	80,00	2000,00	6500,00	0,60	0,60	15,44	10	97,75	105,89	0,0300	26,88	40	0,11	0,40	0,29	0,047	2,25	35,60
ES31+17,00 - ES28+0,00	67,00	2500,00	2500,00	0,60	0,60	14,30	10	101,07	42,11	0,0500	17,29	40	0,03	0,22	0,13	0,020	2,08	32,22
Saída ES28+0,00	20,00	16000,00	25000,00	0,60	0,60	16,03	10	96,12	400,50	0,0200	47,77	60	0,17	0,52	0,41	0,148	2,70	7,40

Fonte: Geomapa (2024).

9.8.1 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.

9.8.2 Forma de Assentamento de Tubos

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

9.8.3 Tubos Circulares de Concreto

Os tubos de concreto de seção circular para águas pluviais deverão atender o que preconiza a NBR 8890/2003 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 0,25 cm, com comprimento contínuo, transversal ou longitudinal, numa extensão de 30 cm, será motivo de rejeição;
- Fratura deixando ver duas linhas viáveis de recepção, mesmo não tendo a largura de 0,25 cm ou mais, que se estenda transversal ou longitudinalmente por mais de 30 cm, 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.

9.9 CÁLCULO DAS 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 6118/2014 além de atender as especificações do DNER – ES 330/97.

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.

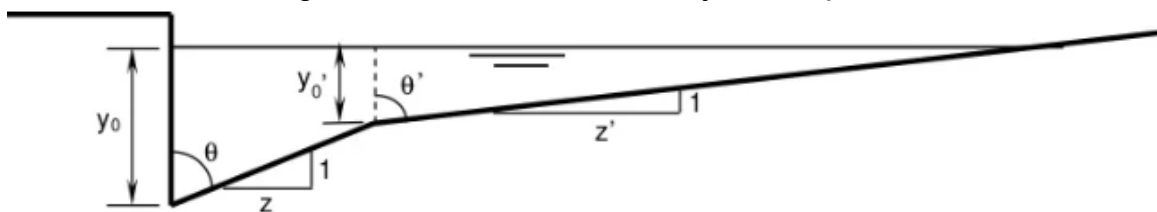
As sarjetas poderão ser moldadas *in loco* ou pré-moldadas. A sua execução deverá ser iniciada após a conclusão de todas as operações de pavimentação que envolvam atividades na faixa anexa à plataforma cujos trabalhos de regularização ou acerto possam danificá-las. O preparo e a regularização da superfície 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 norma DER/PR ES-D 01/18.

Figura 11 – Parâmetros da sarjeta composta

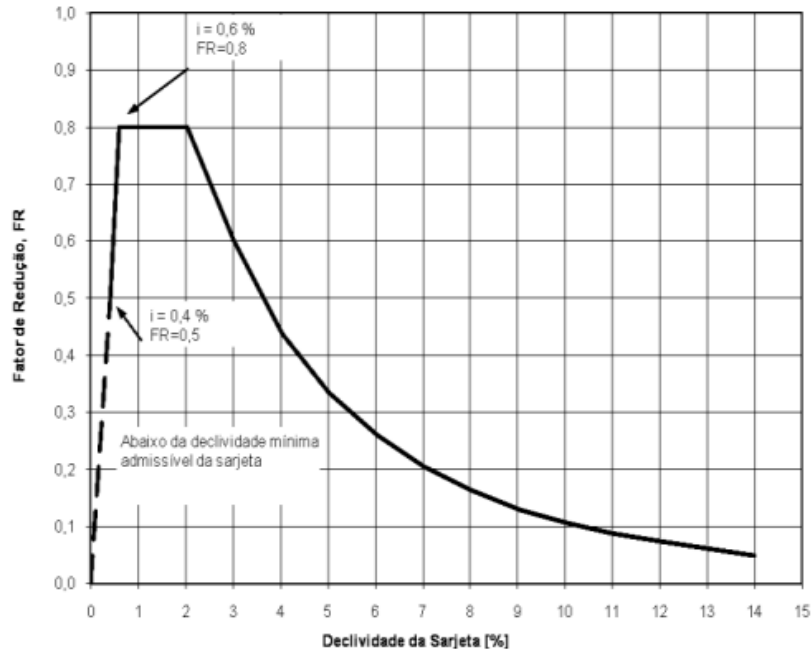


9.9.1 Convenções de Cálculo de Canais Triangulares

Itens que afetam no dimensionamento das sarjetas:

- Trecho: Trecho de atuação de cada segmento de sarjeta;
- Hguia (m): Altura total da sarjeta;
- n: Coeficiente de rugosidade da sarjeta;
- i (m/m): inclinação longitudinal de cada trecho;
- y (m): Altura molhada considerada no cálculo;
- Am (m): Área transversal molhada;
- Pm (m): Perímetro transversal molhado, que compreende o perímetro transversal em que a lâmina d'água possui contato com a superfície da sarjeta;
- Rh: Raio hidráulico $\rightarrow Rh = Am/Pm$
- V (m/s): Velocidade local da lâmina d'água $\rightarrow V = Rh^{\frac{2}{3}} * \frac{\sqrt{i}}{n}$
- Q (m³/s): Vazão local da sarjeta $\rightarrow Q = Am * V$
- Fator de Redução da sarjeta em função da inclinação:

Figura 12 – Fator de redução de vazão



- Q efetiva (m³/s): Produto da vazão real e fator de redução (vazão suportada no trecho);
- C: Coeficiente de *Runoff*;
- I (mm/h): Precipitação retirada a partir de estudo hidrológico;
- Acontr. (m²): Área de contribuição local das sarjetas;

Para ocorrer a verificação do dimensionamento, é necessário que a vazão efetiva (suportada no trecho) seja maior do que a vazão de ocorrência local.

Tabela 9 – Cálculo de dimensionamento das sarjetas

PLANILHA CÁLCULO DAS SARJETAS - UNILATERAL													
Trecho	H guia m	Lâmina d'água										Capacidade Efetiva	
		y0 m	y1 m	z0	z1	n	I média m/m	Q1 m ³ /s	Q2 m ³ /s	Q3 m ³ /s	Qtot m ³ /s	Fator redução	Qefetiva m ³ /s
ES19+6,00 - ES8+0,00	0,15	0,075	0	40,000	0	0,015	0,0160	0,1265	0,0000	0,0000	0,1265	0,8	0,1012
ES19+6,00 - ES24+0,00	0,15	0,075	0	40,000	0	0,015	0,0100	0,1000	0,0000	0,0000	0,1000	0,8	0,0800
ES24+0,00 - ES28+0,00	0,15	0,075	0	40,000	0	0,015	0,0300	0,1733	0,0000	0,0000	0,1733	0,7	0,1213

Fonte: Geomapa (2024).

9.10 CÁLCULO DAS BOCAS DE LOBO

As bocas de lobo são elementos de recolhimento de água nas sarjetas, de forma a conduzi-la para as galerias e tubulações subterrâneas.

Com base no cálculo das sarjetas apresentado anteriormente, é calculada a quantidade de bocas de lobo na via.

Tabela 10 – Cálculo da quantidade de bocas de lobo

Cálculo Quantidade de Bocas de Lobo em cada Trecho - Unilateral											
Trecho	Área Cont. da sarjeta	i	C	Comprimento do trecho	Qcontribuição Trecho	Qef. Sarjeta	Q Boca de Lobo	Qtde mín. de BL	Qtde adot. BL	Verificação de Contribuição	Distância para cada BL
	m ²	mm/h		m	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	unid.	unid.	Qct/nºBL < Qef.Sarj.	m/BL
ES19+6,00 - ES8+0,00	8500,00	101,07	0,60	226,00	0,0716	0,1012	0,0326	2,197	3	OK	75,33
ES19+6,00 - ES24+0,00	4500,00	101,07	0,60	94,00	0,0379	0,0800	0,0326	1,163	2	OK	47,00
ES24+0,00 - ES28+0,00	2000,00	97,75	0,60	80,00	0,0163	0,1213	0,0326	0,500	1	OK	80,00

Fonte: Geomapa (2023).

9.11 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 60 cm 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 Ø40 (m ²)	Área Perfil de Reaterro (m ²)	Volume de Reaterro (m ³)	Volume de Escavação (m ³)
-	7+20,00	1	1,14	1,18	44	0,80	0,1963	51,04	14,59	26,75
	10+4,89	2	1,18	1,14	35	0,80	0,1963	40,60	11,61	21,28
	11+20,00	3	1,14	1,1	60	0,80	0,1963	67,20	17,98	34,56
	21+14,00	4	1,14	1,14	58	0,80	0,1963	66,12	18,31	34,34
	24+12,00	5	1,14	1,12	16	0,80	0,1963	18,08	4,92	9,34
	25+9,07	6	1,12	1,44	33	0,80	0,1963	42,24	14,11	23,23
	27+1,78	7	1,44	1,02	17	0,80	0,1963	20,91	6,59	11,29
Transversal	-	1	1,1	1,14	7	0,80	0,1963	7,84	2,10	4,03
	-	2	1,14	1,2	15	0,80	0,1963	17,55	5,10	9,24
	-	3	1,1	1,14	7	0,80	0,1963	7,84	2,10	4,03
	-	4	1,1	1,1	7	0,80	0,1963	7,70	1,99	3,92
	-	5	1,1	1,14	7	0,80	0,1963	7,84	2,10	4,03
	-	6	1,1	1,14	7	0,80	0,1963	7,84	2,10	4,03
	-	7	1,57	1,7	7	1,00	0,3848	11,45	5,25	8,65
-	8	1,7	1,44	7	1,00	0,3848	10,99	4,80	8,19	
Volume Total (m³)									113,65	206,92

Fonte: Geomapa (2024).

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

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

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

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

Vol. de Reaterro

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

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 DN40 = $\pi r^2 = \pi 0,25^2 = 0,1963 \text{ m}^2$, em que é considerado um diâmetro de 0,50 m, a considerar a espessura da parede do tubo;
- Altura da estrutura do pavimento = hestr. = $0,05 + 0,15 + 0,30 = 0,50 \text{ m}$;
- Altura de assentamento = hassent. = $0,10 \text{ m}$.

10 DISPOSITIVOS DE CAPTAÇÃO, INSPEÇÃO E JUNÇÃO

10.1 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.

10.2 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 15 MPa e tampas de concreto fck 25 MPa.

11 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.

12 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

Os serviços de pavimentação serão executados obedecendo-se as seguintes fases de serviços.

12.1 REGULARIZAÇÃO E PREPARO DA CANCHA

Consiste no preparo da camada de regularização do subleito que compreendem cortes e/ou aterros até 20 cm 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 DNER-ME 129/94.

12.1.1 Materiais

Os materiais empregados na regularização do subleito serão os do próprio subleito desde que comprovado o CBR > 6% através do Método DNER-ME 49/94. No caso de substituição ou adição de material, estes deverão ser provenientes de ocorrências de materiais indicados no projeto e expansão inferior a 2%.

12.1.2 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.

12.1.3 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 20 cm, 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 garanta um ISC mínimo igual ao obtido no ensaio do Método DNER-ME 49/94. 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.

12.1.4 Controle Tecnológico

Um ensaio para determinação da massa específica aparente seca *in situ* (Método DNER-ME 092/94), pelo método do Frasco de Areia, com espaçamento máximo de 100 m e com, no mínimo, três determinações por segmento.

Um ensaio para a determinação do Índice de Suporte Califórnia (Método DNER-ME 49/94), 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 500 m de pista.

Ensaio de granulometria, com espaçamento máximo de 500 m, 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 100 m de pista, podendo o espaçamento ser aumentado, desde que se verifique a homogeneidade do material.

12.2 CAMADA DE BICA CORRIDA

É a camada de sub-base composta por produtos resultantes de britagem primária de rocha sã, que em uma condição granulométrica mínima assegura estabilidade à camada,

quando executada através das operações de espalhamento, homogeneização, umedecimento e compactação.

Para aplicação na pista, deverá ser misturada em usinas de solos, na umidade do projeto. Após o espalhamento na pista, será compactada com rolo liso vibratório, até atingir o grau de compactação a 100% do Proctor intermediário. A tolerância do greide final da base será de -1,0 cm a +1,0 cm, e a declividade transversal será de 3% a partir do eixo para os bordos.

Estes serviços serão regulados pela Especificação de Serviço DNIT 141/2010-ES.

12.3 CAMADA DE BRITA GRADUADA

Para os serviços, deverão ser seguidas as especificações do DNER-ES 303/97, 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 por exemplo locação, nivelamento e outros.

12.3.1 Materiais

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

- a) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, Método DNER-ME 89/94, devem apresentar perdas inferiores aos seguintes limites:
 - Agregados graúdos.....12%
 - Agregados miúdos.....15%
- b) O Índice de Suporte Califórnia, Método DNER-ME 49/94, com a energia modificada, não deve ser inferior a 100%;
- c) 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;
- d) Granulometria, Método DNER-ME 83/98, 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
3/8"	9,5	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

12.3.2 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.

12.3.3 Execução

O produto da mistura deverá sair da "Usina de Solos" perfeitamente homogeneizado, com teor de umidade ligeiramente acima do ótimo, de forma a fazer frente às perdas no decorrer das operações construtivas subsequentes. No transporte, deverão ser tomadas as precauções para que não haja perda ou adição excessiva de umidade.

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

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

Não se recomenda o espalhamento parcial ou por etapas, quanto à espessura e largura de camada individual. O espalhamento deverá ser feito de modo a se evitar conformação adicional da camada. Caso, no entanto, isto seja necessário, admite-se

conformação pela atuação da motoniveladora, exclusivamente por ação de corte, previamente ao início da compactação.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

12.3.4 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 pedra em exploração, ou de ocorrer mudança na fonte de materiais, deverão ser executados os seguintes ensaios:

- Abrasão "Los Angeles" (Método DNER-ME 35/98);
 - Durabilidade (Método DNER-ME 89/94);
 - Equivalente de Areia (Método DNER-ME 54/97).
- 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 DNER-ME 54/97, a cada 500 m de pista;
 - c) Um ensaio de granulometria, Método DNER-ME 83/98, por via lavada, a cada 250 m de pista devendo a composição granulométrica da amostra enquadrar-se na "faixa de trabalho". Os serviços serão aceitos se os valores obtidos através estiverem em relação à curva de projeto, dentro dos limites estabelecidos abaixo:

PENEIRA		% PASSANDO, EM PESO
ASTM	mm	
3/8" a 1½"	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 DNER-ME 092/94, com espaçamento máximo de 100 m 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 DNER-ME 49/94 e, o grau de compactação, apresente valor de no mínimo 100% em relação a massa específica aparente seca máxima obtida conforme alínea "b".

Notas:

- 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;

- 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;
- 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.

12.4 IMPRIMAÇÃO

Sobre a Base acabada será executada uma imprimação com o uso de asfalto diluído de petróleo tipo CM-30, com uma taxa de aplicação de 1,2 l/m².

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

12.4.1 Materiais

Emulsão asfáltica do tipo EAI – asfalto diluído de petróleo tipo CM-30.

A taxa de aplicação do ligante deverá ser entre 0,8 e 1,6 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 3 mm, de acordo com a permeabilidade da camada granular. Se esta taxa for superior a 1,2 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.

12.4.2 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:

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

12.4.3 Execução

Após a perfeita conformação geométrica da base, procede-se 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 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.

12.4.4 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 100 m, 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.

12.5 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 DNER-ES 307/97, no tocante a especificações de materiais, execução dos serviços, controle tecnológico, controle geométrico e outros.

12.5.1 Materiais

Na obra em questão será utilizado emulsão asfáltica tipo RR-2C, com uma taxa de aplicação de 0,8 l/m².

12.5.2 Equipamento

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

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

12.5.3 Execução

Depois da perfeita conformação geométrica da camada que irá receber a pintura asfáltica, procede-se a varredura da sua superfície de modo a eliminar 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.

Aplica-se, 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 as freadas e manobras bruscas.

A fim de se 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.

12.5.4 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 100 m, 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:

- Da homogeneidade de aplicação da pintura asfáltica executada;
- 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.

12.6 APLICAÇÃO DE CONCRETO ASFÁLTICO

Será executada a capa em concreto asfáltico usinado a quente (CAUQ) – CAP 50/70, na faixa “C” do DNER, com espessura final compactada de 5 cm. Tal material será espalhado na pista através do uso de vibroacabadora autopropulsora, e compactado com

rolo de pneus autopropulsor. O acabamento da capa se fará com uso de rolo tandem metálico.

12.6.1 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.

12.6.2 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.

12.6.3 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 DNER-ME 043/95, 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-se que os materiais utilizados na produção, nem 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.

12.6.4 Equipamento

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

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

12.6.5 Execução

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

12.6.6 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.

12.6.7 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.

12.6.8 Distribuição e Compressão da Mistura

O lançamento de concreto asfáltico só deverá ser consumado se a pista apresentar-se com imprimação devidamente aceita, se a pista 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-P 21/17.

13 CALÇADA EM PAVER

Antes da execução das calçadas, o terreno deve estar preparado para receber os pavers, assim, é necessária a verificação da qualidade do solo e o nivelamento do local. Se for verificada alguma dessas características, é preciso realizar a manutenção do local, deixando tudo apropriado para receber a camada de areia ou pó de brita para o assentamento das peças.

É indicado espalhar uma camada de areia com espessura de 5 cm antes do assentamento das peças de paver para garantir uma melhor resistência do material quando finalizado.

O assentamento das peças deve ser feito paralelo ao meio-fio da rua ou do terreno. A forma como os pavers serão encaixados é opcional, mas vale salientar que entre as peças não deve haver vãos, caso contrário ocorrerá a infiltração da chuva, que pode danificar a obra como um todo.

Após o assentamento da calçada, a areia que foi utilizada para o preparo do colchão de areia é espalhada por toda a superfície das peças, fazendo com que a areia penetre entre todas as juntas do paver, garantindo assim, maior durabilidade do produto.

O assentamento final das peças sobre a camada de areia ou pó de brita é realizada com compactador manual ou similar. Para finalizar, é realizada a limpeza da área e liberação do tráfego.

14 CANTEIRO

Para os canteiros, inicialmente, deve-se preparar o solo com reaterro de solos de primeira categoria e solo com terra adubada, e deixar o relevo nas bases do meio-fio. Após o preparo do solo deverá ser feito o plantio de grama em leivas em todos os canteiros. A Grama Esmeralda (*Zoysia japonica*) possui diversas vantagens, devido ao seu sistema radicular denso, esse tipo de grama é muito resistente a pisoteio, tem grande poder de contenção de taludes (ótima para lugares inclinados e com risco de erosão), e uma excelente adaptação climática no Brasil.

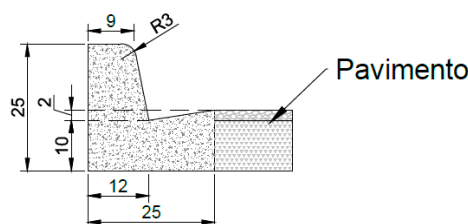
As placas de grama esmeralda deverão ser colocadas justapostas e comprimidas em seguida. Após, deve ser aplicada uma camada de terra vegetal, de forma a preencher eventuais vazios entre as placas, e procede-se a irrigação inicial.

15 MEIO-FIO

Os meios-fios são dispositivos 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 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
MFC03

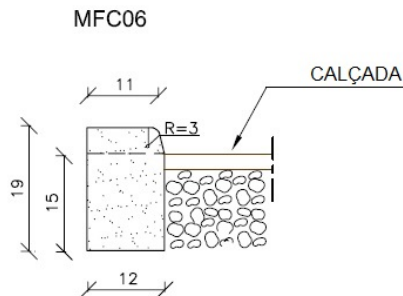


Fonte: DNIT (2010).

Os meios-fios de concreto tipo 6 serão posicionados nos trechos de término de pavimentação, a fim de evitar deformações no final da pavimentação. Deverá ser escavada

vala compatível com a dimensão do meio-fio e os mesmos serem assentados no nível estabelecido em projeto, após deverão ser travados com reaterro de solo reaproveitado da escavação e rejuntados com argamassa de cimento e areia 1:3.

Figura 14 – Meio-fio tipo 6 de travamento/reto



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), especificadas de acordo com as Normas Técnicas.

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

A espessura é de 0,06 mm 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 tinta deve ser fornecida para uso em superfície betuminosa;
- A tinta, logo após abertura do recipiente, não deve apresentar sedimentos, natas e grumos;
- 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%;
- 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 1,25 mm, bitola #18, ou espessura de 1,50 mm, bitola #16. Devem conter pintura totalmente refletiva. As placas de regulamentação circulares deverão ter diâmetro de 50 cm, octogonal tipo R1 com lado mínimo de 25 cm e tipo R-2 com lado mínimo de 75 cm. As placas de advertência quadradas terão lado mínimo de 45 cm, 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 3 mm e com 3,5 m 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. Os tachões serão utilizados nas curvas em que a atenção do condutor deve ser dobrada, e as tachinhas serão utilizadas no eixo da via, conforme detalhe em projeto.

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 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 retrorrefletividade 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 200 g por tachão e 100 g 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 (Sinalização Horizontal Viária - Tachas Refletivas Viárias - Requisitos).

Os tachões e as tachinhas devem obedecer ao que diz a NBR 14636, 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 PEDESTRE

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 40 cm entre as linhas, com um comprimento da faixa de travessia de 3 m. A uma

distância de 1,60 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.

17 ACESSIBILIDADE

17.1 PISO TÁTIL DE ALERTA

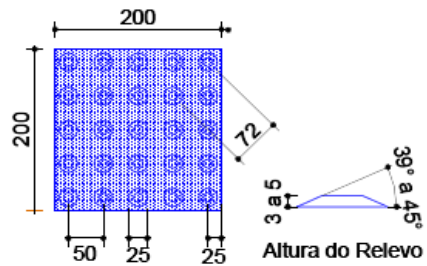
Deve ser instalado perpendicularmente ao sentido de deslocamento, em cor e textura contrastante com o restante do piso adjacente. Sua instalação deverá seguir a NBR 16537.

Para indicar:

- Rebaixamento de calçadas;
- Obstáculos em balanço sobre o passeio;
- Porta de elevadores;
- Desníveis como vãos, plataformas de embarque/desembarque e palcos;
- No início e término de escadas e rampas.

O piso tátil alerta é mais funcional quando a textura está disposta a 45°, pois os cones em linha reta, podem confundir com o piso guia em fileiras dispostas em linha reta também.

Figura 15 – Detalhe da sinalização tátil de alerta e direcional



SINALIZAÇÃO TÁTIL DE ALERTA



SINALIZAÇÃO TÁTIL DE DIRECIONAL

DIMENSÕES DO PISO TÁTIL ALERTA			
Piso tátil de Alerta	Recomendado	Mínimo	Máximo
Diâmetro da base do relevo	25	24	28
Distância horizontal entre centros de relevo	50	42	53
Distância diagonal entre centros de relevo	72	60	75
Altura do relevo	4	3	5

DIMENSÕES DO PISO TÁTIL DIRECIONAL			
Piso tátil direcional	Recomendado	Mínimo	Máximo
Largura da base do relevo	30	30	40
Largura do topo do relevo	25	20	30
Distância horizontal entre centros de relevo	83	70	85
Distância horizontal entre bases de relevo	53	45	55
Altura do relevo	4	3	5

*Dimensões conforme a NBR-9050:2015 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.

*Distância do eixo da primeira linha de relevo até a borda do piso igual a 1/2 distância horizontal entre centros.

*Recomenda-se a utilização de relevos de forma tronco-cônica, que apresentam melhor conforto ao se caminhar sobre a sinalização tátil.

*Formas utilizadas no projeto de 200 mm x 200 mm e = 25mm.

*Dimensões em milímetros.

Fonte: NBR 16537 (2016).

17.2 RAMPA DE ACESSO ANTERIOR

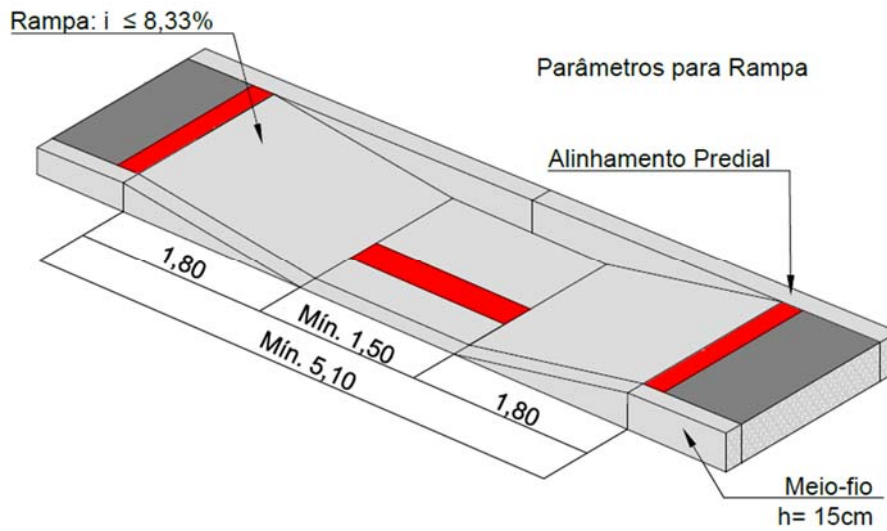
Devem estar vinculadas às faixas de travessia de pedestres, ou próximas de vagas de estacionamento reservadas às pessoas com deficiência, estas rampas não devem ser confundidas com as rampas de acesso a veículos, que não devem ser utilizadas pelas pessoas com deficiência para as travessias, pois o cálculo destas rampas obedece a outros critérios, tais como a seguinte fórmula:

$$L = 1,5 * H$$

Onde:

- L = Comprimento da rampa na calçada, contado a partir do meio-fio;
- H = Altura do meio-fio.

Figura 16 – Detalhe da rampa de acessibilidade



Balsa Nova (PR), 2 de setembro de 2025.

Gabriela Skowasch Bosse

Eng. Civil – CREA/SC 178.970-0

Coordenadora Geral de Projetos