

ELABORAÇÃO DE PROJETOS EXECUTIVOS PARA OBRAS VIÁRIAS DE JOINVILLE/SC

MEMÓRIA E JUSTIFICATIVA
LOTE 02

Dezembro, 2020

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO.....	4
2	INTRODUÇÃO	5
3	PROJETOS.....	6
	3.1 PROJETO GEOMÉTRICO.....	6
	3.2 PROJETO DE SINALIZAÇÃO.....	7
	3.2.1 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL.....	7
	3.2.2 Material Recomendado.....	13
	3.2.3 SINALIZAÇÃO VERTICAL.....	13
	3.3 PROJETO DE TERRAPLENAGEM	22
	3.3.1 Terraplenagem	22
	3.3.2 Metodologia	22
	3.3.3 Orientação Adotada.....	23
	3.3.4 Serviços Preliminares de Terraplenagem.....	24
	3.3.5 Estudos Geotécnicos.....	24
	3.3.6 Rebaixo de subleito e preenchimento com rachão da pedraira.....	24
	3.3.7 Rebaixo para reforço de bordo e preenchimento com rachão da pedraira. 24	
	3.3.8 Reaterro e Compactação sob as Calçadas	25
	3.3.9 Bota-Fora.....	25
	3.4 PROJETO DE DRENAGEM.....	26
	3.4.1 Sistema de drenagem superficial.....	26
	3.4.2 Determinação da capacidade máxima de vazão dos dispositivos.....	26
	3.4.3 Meios-fios	26
	3.4.4 Bocas de lobo.....	28
	3.4.5 Galerias de drenagem	28
	3.5 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	30
	3.5.1 Descrição do Método DNER.....	30
	3.5.2 Parâmetros envolvidos	30
	3.5.3 Método de dimensionamento.....	32
	3.5.4 Resultado do Dimensionamento.....	33
	3.5.5 Parâmetros adotados no dimensionamento	33

3.5.6	Dimensionamento da espessura das camadas de Base e Sub-base.....	34
3.6	<i>PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES</i>	35
3.6.1	Remoção e reconstrução de Cercas e Muros.....	35
3.6.2	Remoção de lajotas.....	35
3.6.3	Abrigo de paradas de ônibus.....	35
3.6.4	Indicação de Remanejamento de redes de serviços públicos: Remoção e Relocação de Postes.....	35
3.6.5	Meio Fios.....	36
3.6.6	Implantação de Passeios para Pedestres (calçadas).....	36
3.7	<i>MEMORIAL EXECUTIVO</i>	37
3.7.1	Serviços de Terraplenagem.....	37
3.7.2	Drenagem pluvial.....	37
3.7.3	Serviços de Pavimentação.....	38
3.7.4	Serviços de Obras Complementares.....	40
3.7.5	Serviços de Sinalização.....	40
3.7.6	Quantitativos.....	40
3.8	<i>ORÇAMENTO E COMPOSIÇÃO DE CUSTOS UNITÁRIOS</i>	41
3.9	<i>ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS</i>	61
3.9.1	ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO DO DNIT.....	61
3.10	<i>EQUIPE TÉCNICA DA AUTOBAHN ENGENHARIA E ANOTAÇÕES DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA</i>	63
3.11	<i>TERMO DE ENCERRAMENTO</i>	64

1 APRESENTAÇÃO

A **AUTOBAHN Engenharia S/S** apresenta para a Prefeitura de Joinville, a **Memória e Justificativa dos Projetos Executivos para Obras de Viárias** do município, conforme Termo de Referência.

Dados Gerais:

- **Dados CONTRATUAIS:**

Contrato nº: 430/2020
Assinatura do Contrato: 17/08/2020
Ordem de Início: 04/09/2020

- **Dados da LICITAÇÃO:**

Edital nº: PE 051/2020
Data da Licitação: 09/06/2020

- **Dados da CONTRATADA:**

Nome: AUTOBAHN Engenharia S/S
CNPJ: 29.876.900/0001-89
Endereço: Rua Gilmar Darli Vieira, nº79, sala 30 1
Bairro: Campeche, Florianópolis/SC.
CEP: 88063-650.

Produtos:

Produto 01 – Relatório dos Estudos Preliminares

- Estudos Topográficos;
- Estudos Geotécnicos;
- Estudo Hidrológico;
- Estudos de Tráfego;
- Análise dos Pavimentos;

Produto 02 – Projetos Executivos

- **Projeto Geométrico**
- **Projeto de Terraplenagem;**
- **Projeto de Drenagem e OAC;**
- **Projeto de Pavimentação;**
- **Projeto de Obras Complementares;**
- **Projeto de Sinalização;**
- **Orçamento;**

2 INTRODUÇÃO

A execução deste Projeto surgiu da necessidade de melhorar as condições de tráfego em ruas específicas do município que vem sendo amplamente utilizadas pela população. Tal iniciativa é de fundamental importância para tornar a trafegabilidade e dar maior dinamismo e segurança aos usuários.

Na Tabela abaixo está apresentada a lista de ruas do Lote 02 e suas extensões.

Tabela 1 – Ruas do Lote 02 e suas extensões.

LOTE 02	
Rua	Extensão (m)
ATRIZ DINA SFAT	475,00
CONSTANTINO CAETANO	75,00
RUA CINCO	75,00
PREF. JOÃO ACÁCIO G. DE OLIVEIRA	250,00
CIDADE DE TAQUARA	175,00
RONCO D'AGUA	520,00
DOS ATIRADORES	500,00
RONCO D'AGUA	1525,00

3 PROJETOS

3.1 PROJETO GEOMÉTRICO

O Projeto Geométrico pode ser considerado elemento norteador de todos os demais projetos rodoviários complementares. A partir da geometria, são realizados diferentes estudos para a confirmação de dados e posterior desenvolvimento do projeto executivo. Elementos de geometria devem ser pensados com a intenção única de preservar a vida do usuário, dando segurança e fluidez ao trânsito. Para isso foi seguido o Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT.

- Concepção do Projeto Geométrico

Buscou-se desenvolver uma concepção geométrica da via obedecendo às normas técnicas do DNIT.

- Considerações do Projeto Geométrico

Foi adequada a capacidade da via para um horizonte futuro de operação, incorporando elementos que bem acomodem os tráfegos locais e o tráfego de passagem, organizando, dessa forma, as diferentes demandas, além de integrar a via ao meio ambiente urbano. A velocidade de projeto adotada foi de 40 km/h.

- Seções tipos de Geometria

A geometria aplicada considera seções tipo com plataforma de projeto que de alguma maneira caiba na largura disponível atualmente e obedeça a Instrução de Serviço do DNIT para travessias Urbanas.

3.2 PROJETO DE SINALIZAÇÃO

O Projeto de Sinalização foi concebido de acordo com o que preceituam os seguintes documentos:

- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito / CONTRAN/DENATRAN. 2ª edição. Ministério das Cidades, 2016.
- Manual de Sinalização Rodoviária / Rio de Janeiro, 2010 – DNIT.
- Código de Trânsito Brasileiro – Lei no. 9.503, de 23/09/97 (DOU 24/09/97 – Retif. DOU 25/09/97).
- Manual de Sinalização de Obras e Emergências / Rio de Janeiro, 2010 – DNIT.
- Instruções de Serviço para Projeto de Sinalização (IS 215).

3.2.1 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

3.2.1.1 *Introdução*

A Sinalização Horizontal é um subsistema da sinalização viária composta de marcas, símbolos e legendas, apostos sobre o pavimento da pista de rolamento.

Duas funções primordiais da Sinalização Horizontal são de extrema importância para segurança do usuário: a primeira reside na capacidade de transmitir informações e advertências sem que o mesmo desvie sua atenção da rodovia e a segunda, está em orientá-lo no período noturno e sob condições adversas climáticas (chuva, neblina), proporcionando, através das marcações e dos dispositivos auxiliares, a delimitação das faixas de tráfego, bem como do próprio corpo estradal.

A Sinalização Horizontal utilizada neste Projeto é composta por marcações e dispositivos auxiliares implantados no pavimento, atendendo as finalidades básicas de Canalização dos fluxos de tráfego e reforço e complementação da sinalização vertical, principalmente de regulamentação e de advertência; e em alguns casos, único tipo de sinalização regulamentar (proibição) adequada ou possível de ser utilizada.

Ressalta-se, com estas ponderações, a impossibilidade de liberação de trechos em obras ou recém concluídos, sem a execução da Sinalização Horizontal.

3.2.1.2 *Largura de Faixas*

A largura das faixas na sinalização horizontal é dada em função da velocidade regulamentada na via, conforme estabelecido no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume IV – Sinalização Horizontal – Resolução nº 236/2007 do CONTRAN,

conforme Quadro 1.

Velocidade V (Km/h)	Largura da faixa (m)
V < 60	0,10
V > 60	0,15

Quadro 1 - Largura das faixas por velocidade

Para o presente projeto foram utilizadas as larguras fornecidas pelo SEPUD, do município de Joinville, de forma a manter o padrão utilizado nas ruas do município.

3.2.1.3 Cores

As cores das marcas viárias e inscrições no pavimento a serem aplicadas nos projetos deverão obedecer ao Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume IV – Sinalização Horizontal – Resolução nº 236/2007 do CONTRAN, as cores devem possuir as tonalidades de acordo com o padrão Munsell, conforme mostra o Quadro 3.

Cor	Tonalidade
Amarela	10 YR 7,5/14
Branca	N 9,5
Vermelha	7,5 R 4/14
Azul	5 PB 2/8
Preta	N 0,5

Quadro 2 - Tonalidade das cores

3.2.1.4 Tipos de Sinais no Pavimento

São apresentados a seguir, os tipos de sinais utilizados no presente Projeto, bem como suas características principais. Outras informações são fornecidas nas pranchas do Volume 2: Projeto de Execução, no item Projeto de Sinalização.

3.2.1.5 Marcações

As marcações no pavimento são constituídas por linhas (longitudinais, transversais ou diagonais), contínuas ou descontínuas, símbolos e legendas, pintadas com tinta refletiva nas cores branca ou amarela.

A cor branca é utilizada para marcações em faixas separadoras de fluxos de mesmo sentido, enquanto que a amarela para fluxos de sentido contrário.

3.2.1.6 Linhas Longitudinais

As linhas longitudinais têm a função de definir os limites da pista de rolamento, a de

orientar a trajetória dos veículos, ordenando-os por faixas de tráfego, e, ainda, a de regulamentar as possíveis manobras laterais ou mudanças de faixa.

A classificação das linhas longitudinais, de acordo com sua função no Projeto, é a seguinte e estão caracterizadas no Quadro 4:

- Linhas Demarcadoras de Faixas de Tráfego;
- Linhas de Proibição de Ultrapassagem;
- Linhas de Proibição de Mudança de Faixa;
- Linhas de Bordo da Pista;
- Linhas de Continuidade,
- Linhas de Canalização,

LINHAS LONGITUDINAIS	
Demarcadoras de Faixas de Tráfego	Divide fluxos de mesmo sentido de circulação onde a mudança de faixa é permitida
Proibição de Ultrapassagem	Divide fluxos de tráfego de sentidos contrários onde a ultrapassagem é proibida para os dois sentidos de circulação
Proibição de Mudança de Faixa	Divide fluxos de mesmo sentido de circulação onde a mudança de faixa é proibida
Bordo de Pista	Estabelece o limite da pista de tráfego com o acostamento, canteiro central, etc.
Continuidade	Dá prosseguimento a linha de borda da pista, mantendo o alinhamento da pista de tráfego quando ocorrem acessos
Canalização	Utilizada para delimitação de área neutra ou área zebra (não trafegável) Utilizada nas variações de largura de pista (segmentos de teiper) e comprimento dado pela seguinte fórmula: $L = 0,6 \cdot V \cdot \Delta l$ L → comprimento do teiper (m); V → velocidade de percurso (km/h); Δl → variação de largura (m).

Quadro 3 - Linhas Longitudinais

3.2.1.7 Cadência das Faixas

A aplicação das marcas longitudinais deve ser dada de acordo com o tipo e largura de linha, bem como a velocidade regulamentada da via, estabelecidas no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume IV – Sinalização Horizontal – Resolução nº 236/2007 do CONTRAN que definirá as dimensões do traço e do espaçamento. Para o presente projeto foi seguido as orientações do SEPUD, do município de Joinville, de forma a manter o padrão utilizado nas ruas do município conforme Quadro 5.

Tipo de segmento	v < 60
Linha de Centro Simples Seccionada	2,00 x 4,00
Linha de Continuidade	1,00 x 1,00

Quadro 4 - Aplicações de marcas longitudinais – cadências

Conforme fornecimento de seções tipos para cada rua com a orientação da sinalização horizontal a ser aplicada em cada rua específica, utilizou-se na grande maioria das ruas a pintura de Linha de Centro Simples Seccionada na cor Amarela, dividindo-se o fluxo de tráfego em dois sentidos na rua.

3.2.1.8 *Linhas Transversais*

As linhas transversais têm a função de complementar os sinais de regulamentação relacionados com a redução de velocidade ou parada dos veículos. Conforme sua função, classificam-se em:

3.2.1.9 *Linhas de retenção*

Com a finalidade de complementar e reforçar a regulamentação de parada obrigatória – código R-1, as Linhas de Retenção estão posicionadas transversalmente à pista para a qual elas se aplicam, ocupando toda a sua largura, ao lado do correspondente sinal de regulamentação.

Quando colocadas em cruzamento de pista, elas se situam de forma paralela à via a ser cruzada, com afastamento mínimo 0,60m e máximo de 5,00m, do bordo daquela via. A Linha de Retenção é contínua, pintada na cor branca, com largura de 0,40 m. O afastamento indicado no projeto é de 1,00 m.

3.2.1.10 *Linhas de Travessia de Pedestres*

As Linhas de Travessia de Pedestres são marcações dispostas transversalmente ao eixo da via, com a finalidade de conduzir os pedestres através de um percurso mais seguro, e, de advertir aos motoristas para a existência de pontos estabelecidos para essa travessia.

São compostas por linhas de cor branca, paralelas entre si e ao eixo da via, com largura e espaçamento entre elas de 0,40m, comprimento de 4,00m distando 1,60m das Linhas de Retenção e se estendendo pelo acostamento até a calçada.

3.2.1.11 Símbolos

Os Símbolos são marcações no pavimento utilizadas para alertar os usuários quanto à existência de vias preferenciais ou de cruzamentos ferroviários adiante, reforçando e complementando a sinalização vertical de advertência, ou ainda para alertar quanto à ocorrência de faixas exclusivas para a circulação de um determinado tipo de veículo ou no caso circulação de ciclistas em ciclofaixas ou em via compartilhada entre ciclista e motoristas.

3.2.1.12 Legendas

As legendas são marcações no pavimento, compostas de letras e algarismos, utilizadas para complementar e reforçar a sinalização vertical, orientando, advertindo e regulamentando condições particulares de operação que o usuário terá adiante, do tipo:

Curva perigosa, travessia de pedestre, cruzamento com via preferencial, etc.

A sua importância reside no fato de que o usuário não precisa desviar a atenção da pista de rolamento para receber a mensagem. As legendas são na cor branca, com as alturas dos caracteres estabelecidas em função da velocidade de operação, conforme o Quadro 6:

Velocidade de Operação (km/h)	Altura da Letra ou Número (m)
$V \leq 40$	1,60
$40 \leq V \leq 80$	2,40
$V > 80$	4,00

ESPAÇAMENTO ENTRE LETRAS (cm)			
LETRA PRECEDENTE	LETRA SEGUINTE		
	A,J,T, V,W,Y	B,D,E,F,H, I,K,L,M,N, P,R,U	C,G,O,Q, S,X,Z
A,L,T,V,W,Y	3	10	10
B,D,G,O,Q,R,S	10	12	10
C,E,F,K,X,Z	7	10	10
H,I,J,M,N,U	10	12	12
P	3	12	10

ESPAÇAMENTO ENTRE NÚMEROS (cm)			
NÚMERO PRECEDENTE	NÚMERO SEGUINTE		
	1,5	2,3,6, 8,9,0	4,7
1	12	12	10
2,3,5,6,8,9,0	12	10	10
4,7	10	10	3

Quadro 5 – Legendas

As legendas são sucintas e no presente Projeto limitadas a uma linha de informação.

Elas estão apresentadas em detalhes no Volume 2: Projeto de Execução.

3.2.1.13 Dispositivos Auxiliares

É um dos dispositivos auxiliares à sinalização horizontal, fixado na superfície do pavimento. Consiste em um corpo resistente aos esforços provocados pelo tráfego, possuindo uma ou duas faces retrorrefletivas, nas cores compatíveis com a marca viária. As cores dos catadióptricos estão estabelecidas no Código de Trânsito Brasileiro, Lei 9.503/97, em seu Anexo II – Resolução nº 160/04 CONTRAN. As tachas especificadas deverão atender aos requisitos estabelecidos na NBR 14636.

- **Tachas**

O projeto executivo está garantindo o espaçamento mínimo indicado no Quadro 7.

Característica do Segmento	Cadência
Junto a Ciclofaixa	1 a cada 5 metros

Quadro 6 – Cadência de utilização de Tachas

Deverão ser observados os seguintes aspectos para implantação das tachas:

- Preferencialmente não devem ser implantados sobre a sinalização horizontal;
- Deverão ser implantadas junto à linha de bordo, deslocadas para o lado externo em cerca de 0,10 m, de forma a propiciar futuras intervenções na demarcação;
- Deverão ser implantadas no espaço entre as linhas quando duplas contínuas, ou no meio dos segmentos sem pintura, quando as linhas forem seccionadas;
- De acordo com a Resolução nº 336/2009 - CONTRAN é vedado à utilização de tachas, aplicados transversalmente à via pública.

- **Tachões**

É um dos dispositivos auxiliares à sinalização horizontal, fixado na superfície do pavimento. Consiste em um corpo resistente aos esforços provocados pelo tráfego, possuindo uma ou duas faces retrorrefletivas, nas cores compatíveis com a marca viária.

As cores dos catadióptricos estão estabelecidas no Código de Trânsito Brasileiro, Lei 9.503/97, em seu Anexo II – Resolução nº 160/04 CONTRAN.

Os tachões especificados deverão atender aos requisitos estabelecidos na NBR 15576.

Deverão ser observados os seguintes aspectos para implantação dos tachões:

- Preferencialmente não devem ser implantados sobre a sinalização horizontal;
- Deverão ser implantadas junto à linha de bordo, deslocadas para o lado externo em

cerca de 0,10 m, de forma a propiciar futuras intervenções na demarcação;

- c) Deverão ser implantadas no espaço entre as linhas quando duplas contínuas, ou no meio dos segmentos sem pintura, quando as linhas forem seccionadas

De acordo com a Resolução nº 336/2009 - CONTRAN é vedado à utilização de tachões, aplicados transversalmente à via pública.

No presente projeto por solicitação da Prefeitura está sendo indicado a implantação de tachões birrefletivos amarelo a cada 5 metros, intercalados entre as tachas.

3.2.2 Material Recomendado

Os materiais a serem especificados no projeto básico e executivo para utilização na sinalização horizontal, devem atender aos padrões do DNIT ou das normas da ABNT, conforme o Quadro 8. Conforme solicitação da prefeitura em seus padrões de ruas utilizadas o material será de Tinta para sinalização horizontal rodoviária à base de resina acrílica emulsionada em água.

Especificação Norma	Descrição
EM - 276/2000	Tinta para sinalização horizontal rodoviária à base de resina acrílica emulsionada em água
EM - 373/2000	Microesfera de vidro retrorrefletivas para sinalização horizontal rodoviária
ABNT NBR 06831:2001	Microesferas de vidro - Requisitos

Quadro 7 - Especificações de Materiais

3.2.3 SINALIZAÇÃO VERTICAL

3.2.3.1 *Introdução*

É a sinalização viária composta por placas, painéis e dispositivos auxiliares, situados na posição vertical e localizados à margem da via ou suspensos sobre ela, com as seguintes características:

- Posicionamento dentro do campo visual do usuário;
- Legibilidade das mensagens e símbolos;
- Mensagens simples e claras; e
- Padronização.

As placas de sinalização de indicação devem ser colocadas na posição vertical, fazendo um ângulo de 93° a 95° em relação ao fluxo de tráfego, voltadas para o lado

externo da via (figura abaixo). Esta inclinação tem por objetivo assegurar boa visibilidade e legibilidade das mensagens, evitando o reflexo especular que pode ocorrer com a incidência de luz dos faróis ou de raios solares sobre a placa.

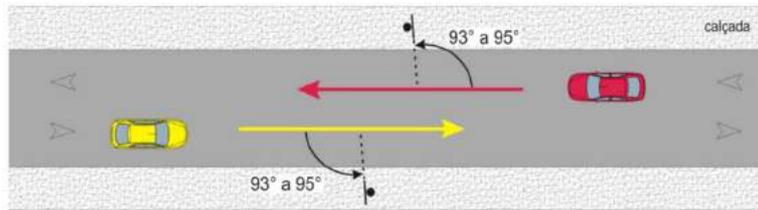


Figura 1 - Inclinação transversal

Pelo mesmo motivo, os sinais são inclinados em relação à vertical, para frente ou para trás, conforme a rampa seja ascendente ou descendente, também no valor de $\pm 3^\circ$.

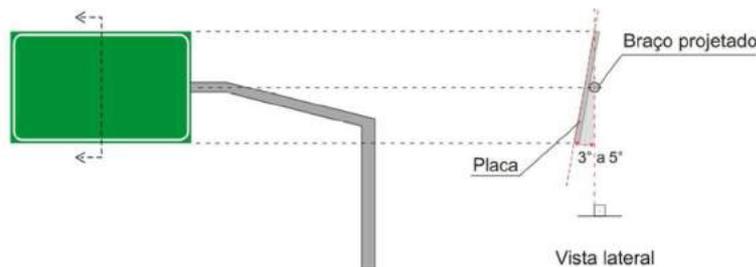


Figura 2 - Inclinação longitudinal

A altura e o afastamento lateral das placas de sinalização estão especificados de acordo com o tipo de via, urbana ou rural, e são apresentados a seguir:

3.2.3.2 Vias Urbanas

A borda inferior da placa colocada lateralmente à via deve ficar a uma altura livre mínima de 2,10m em relação à superfície da calçada. Para as placas suspensas sobre a pista, a altura livre mínima deve ser de 4,60m, a contar da borda inferior. Em vias com frequente tráfego de veículos com cargas especiais, a altura livre deve ser de 5,50m.

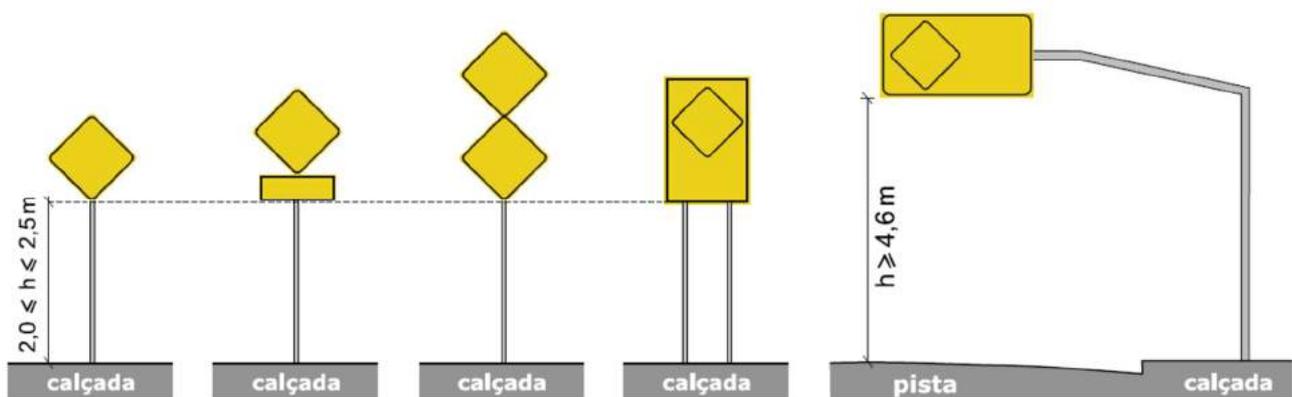


Figura 3 - Altura placas segmento urbano

O afastamento lateral medido entre a borda lateral da placa e a borda da pista deve ser, no mínimo, de 0,30m para trechos retos da via e de 0,40m para trechos em curva. No caso de placas suspensas, devem ser considerados os mesmos afastamentos definidos acima, medidos entre o suporte e a borda da pista.

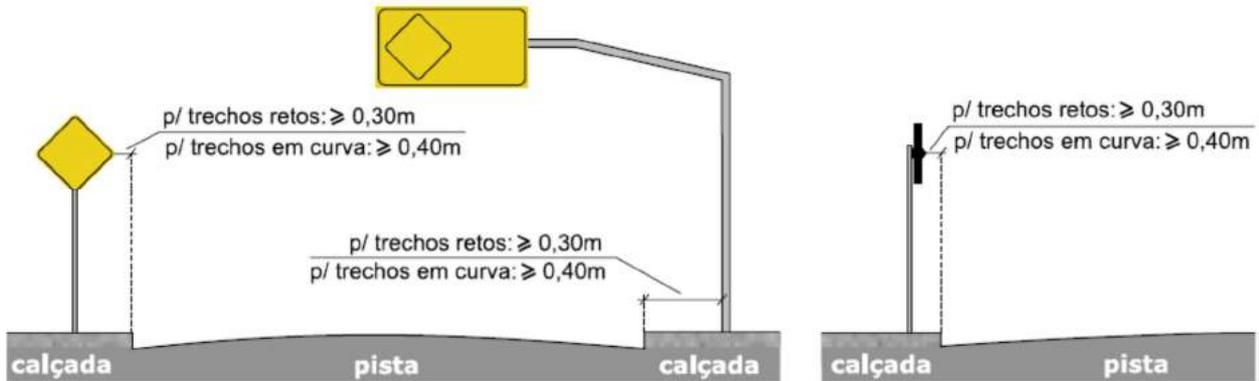


Figura 4 - Distância placas segmento urbano

Para canteiro central e calçada que não comportem os afastamentos laterais mínimos devido ao comprimento da placa, esta deve ser colocada a uma altura mínima de 4,60m em relação à superfície da pista ou suspensa sobre a via.

A classificação da sinalização vertical, segundo sua categoria funcional, é a seguinte:

- Sinais de Regulamentação – Vermelho;
- Sinais de Advertência – Amarelo;
- Sinais de Indicação – Verde;
- Sinais de Serviços Auxiliares – Azul; e
- Sinais de Educação – Branco.

3.2.3.3 Sinais de Regulamentação

Os sinais de regulamentação possuem formato circular, com fundo na cor branca e uma borda vermelha.

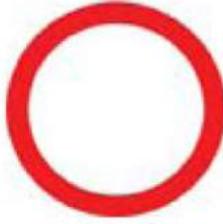
Forma		Cor	
 OBRIGAÇÃO/ RESTRIÇÃO	 PROIBIÇÃO	Fundo	Branca
		Símbolo	Preta
		Tarja	Vermelha
		Orla	Vermelha
		Letras	Preta

Figura 5 - Formato placas de regulamentação

Tem por objetivo notificar o usuário sobre as restrições, proibições e obrigações que governam o uso da via e cuja violação constitui infração prevista no Código Brasileiro de Trânsito.

Além da forma e cores mencionadas, os sinais de regulamentação possuem o símbolo ou legenda na cor preta e, ainda, uma tarja diagonal vermelha quando indicar proibição.

As exceções são o sinal de Parada Obrigatória que, além da forma octogonal e fundo na cor vermelha, possui legenda em letras brancas, e o sinal de Dê a Preferência, que se destaca pela forma triangular.

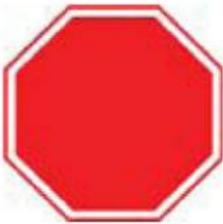
Sinal		Cor	
Forma	Código		
	R-1	Fundo	Vermelha
		Orla interna	Branca
		Orla externa	Vermelha
		Letras	Branca
	R-2	Fundo	Branca
		Orla	Vermelha

Figura 6 - Formato placas de regulamentação (R-1 e R-2)

As dimensões dos sinais são ditadas principalmente pela velocidade de operação da via, de forma a possibilitar ao usuário a percepção, legibilidade e compreensão das mensagens neles incutidas. Desta forma, o usuário consegue realizar a manobra em um tempo hábil e com segurança. No Presente projeto, por solicitação da prefeitura para a placa R-1, utilizou-se como dimensão do lado do octógono 0,31m.

3.2.3.4 *Posicionamento Transversal*

Quanto ao posicionamento transversal, os sinais de regulamentação estão posicionados à margem direita da rodovia, a uma distância segura, porém dentro do cone visual do motorista e frontais ao fluxo de tráfego.

3.2.3.5 *Posicionamento Longitudinal*

O posicionamento longitudinal dos sinais de regulamentação ao longo da via, depende da distância de visibilidade necessária para sua visualização e pelo tipo de situação que se está regulamentando, onde cada caso é estudado separadamente.

Por sua vez, a distância de visibilidade necessária para a visualização do sinal é composta pela distância percorrida na velocidade de operação da rodovia, correspondente ao tempo de percepção e reação, acrescida da distância que vai desde o ponto limite do campo visual do motorista até o sinal.

A tabela apresentada a seguir relaciona distâncias de visibilidade para as velocidades de operação mais adotadas, considerando um tempo de percepção e reação de 3,0 segundos.

Velocidade de Operação (km/h)	Distância Mínima de Visibilidade (m)
40	70
60	85
80	105
100	120
110	130

Quadro 8 - Distância mínima de Visibilidade

Os sinais de regulamentação são classificados de acordo com suas características funcionais:

- Obrigação;
- Restrição;
- Proibição; e
- Permissão.

Os sinais de regulamentação empregados no presente Projeto, no que se refere à forma geométrica, composição gráfica e, principalmente, condição de aplicação ao longo da rodovia, seguem rigorosamente as regras de uso constantes no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – CONTRAN/DENATRAN, 2007 e no Manual de Sinalização Rodoviária – DNIT, 2010.

3.2.3.6 *Sinais de Advertência*

Os sinais de advertência possuem forma quadrada e estão dispostos com uma das diagonais na vertical. A cor de fundo é o amarelo com o símbolo ou legenda na cor preta.

Forma	Cor	
	Fundo	Amarela
	Símbolo	Preta
	Orla interna	Preta
	Orla externa	Amarela
	Legenda	Preta

Figura 7 - Formato placas de Advertência

Os sinais de advertência são utilizados para informar o usuário sobre situações adiante que requeiram maior atenção de sua parte. As medidas a serem tomadas, vão desde um estado de alerta, para uma situação eventual, a uma operação mais complexa de direção, redução de velocidade ou até uma parada do veículo.

Entre as situações permanentes que requerem cuidados especiais, e, neste Projeto, são sinalizadas com placas de advertência, estão as seguintes:

- Curvas;
- Interseções; e
- Ocorrência de locais onde há redução de velocidade ou parada do veículo.

As dimensões dos sinais de advertência dependem das características da via, principalmente da velocidade de operação, de forma a possibilitar ao usuário a percepção, legibilidade e compreensão das mensagens. Desta forma estas placas terão lado igual a 0,50 m, de acordo com o preconiza o Manual Brasileiro de Sinalização.

Quanto ao posicionamento lateral e longitudinal as condições são similares aos sinais de regulamentação. Uma característica importante é quanto à distância mínima do sinal até o local da advertência, para o qual se está chamando a atenção do usuário, e varia conforme as seguintes condições:

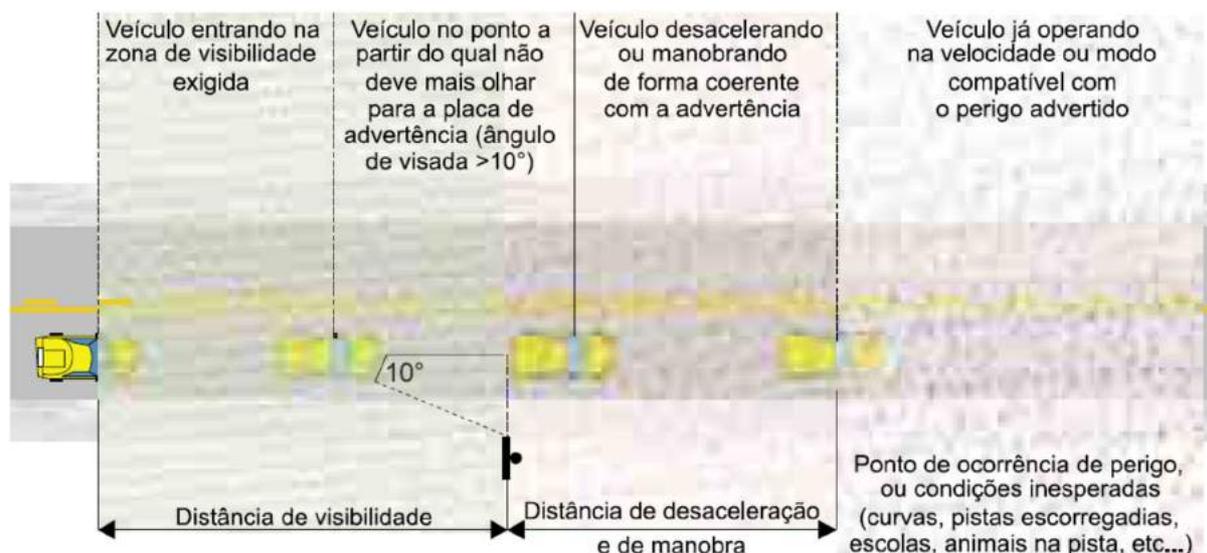


Figura 8 - Posicionamento da sinalização vertical

Condição A – necessidade de um tempo extra para avaliação e julgamento da situação que está sendo advertida e que normalmente envolvem manobras mais complexas de direção, não só individuais, como em conjunto com outros veículos;

Condição B – necessidade de desaceleração até uma determinada velocidade que permita a passagem em segurança pelo local da advertência;

Condição C – necessidade de parada do veículo.

Na figura a seguir, estão apresentados os valores mínimos de distância em metros, entre o sinal e o local de advertência para cada uma das três condições citadas:

Velocidade Aproximação (km/h)	Distância de desaceleração e/ou manobra – (m):												
	Veloc. km/h	zero	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
40	Distância (m)	31	29	23	14	-							
50		48	46	41	31	17	-						
60		69	68	62	52	39	21	-					
70		95	93	87	77	64	46	25	-				
80		123	122	116	106	93	75	54	29	-			
90		156	154	149	139	125	108	87	62	33	-		
100		193	191	185	176	162	145	123	98	69	37	-	
110		232	231	226	216	203	185	164	139	110	77	41	-
120		278	276	270	260	247	230	208	183	154	122	85	44

Figura 9 - Valores mínimos de distâncias

3.2.3.7 *Posicionamento Transversal*

O posicionamento transversal dos sinais de indicação segue as mesmas regras aplicadas aos sinais de regulamentação e advertência. Diante de circunstâncias especiais são adotados os semipórticos.

3.2.3.8 *Posicionamento Longitudinal*

Os sinais de indicação são posicionados longitudinalmente na rodovia conforme a necessidade de manter o usuário suficientemente informado e orientado no que se refere à sua localização, origem – destino do percurso, direção a seguir e serviços essenciais disponíveis na rodovia.

As normas utilizadas quanto ao posicionamento longitudinal, para cada tipo de sinal de indicação, obedecem rigorosamente ao procedimento contido no Manual de Sinalização do DNIT, inclusive as tabelas de Altura de Letras e Distância de Visibilidade em Função da Velocidade e Classe da Rodovia; tabela de Tipos, Padrões e Espaçamento de Letras; padrões de setas e composições dos sinais. Conforme indicado no Volume 2: Projeto de Execução. Todos os dizeres das placas deverão ser confirmados com a prefeitura do Município de Itajaí antes das confecções das placas.

3.2.3.9 *Dispositivos Auxiliares de Percurso*

Os Dispositivos Auxiliares de Percurso têm a função de orientar o usuário, ressaltando os pontos da via que apresentam maiores riscos. São utilizadas as mesmas cores dos Sinais de Advertência: fundo amarelo e símbolos pretos, com exceção dos balizadores.

3.2.3.10 *Marcadores de Obstáculo*

Os Marcadores de Obstáculo são indicados para assinalar obstruções situadas na via ou a ela adjacentes. No presente Projeto, o seu uso é de extrema importância para ressaltar as cabeceiras de pontes, os emboques do túnel e os pontos de início das barreiras de concreto do canteiro central.

Possuem a forma retangular, com o lado maior posicionado na vertical e dimensões 0,30 x 0,90m. As faixas pretas sobre fundo amarelo têm largura de 10,0 cm (dez centímetros) e são posicionadas a 45° apontando para baixo no lado correspondente à passagem do tráfego.

3.2.3.11 *Material das Placas*

- Chapas

As placas de sinalização lateral de regulamentação, advertência e indicativa, deverão ser confeccionadas em chapas de aço 16 galvanizado, laminado à frio, de alta resistência mecânica à corrosão atmosférica, com exceção para placas indicativas, de regulamentação de velocidade, educativas ou ainda ambientais, quando a chapa a ser utilizada será a de aço nº 18.

- Película Refletiva

A sinalização vertical composta por películas retrorrefletivas deve seguir um padrão de utilização em função do posicionamento do sinal na via terrestre, para que os sinais possam ser claramente lidos pelos usuários. Esse padrão baseia-se na legibilidade dos sinais em função do tipo de película refletiva utilizada e luminância da placa de acordo com o posicionamento da mesma. As películas das placas com refletividade aplicada para o fundo, legendas e pictogramas de acordo com a NBR 14891:2012. As películas especificadas deverão atender aos requisitos estabelecidos na NBR 14644:2007, sendo que a cor preta, quando utilizada, deverá ser totalmente opaca.

Serão utilizadas Placas de Sinalização Totalmente Refletivas com película do tipo Grau Alta Intensidade para fundo, símbolos, orlas, letras, números, setas e pictogramas.

- Fixação

As placas de sinalização devem ser fixadas em suportes em madeira e devem atender aos aspectos estruturais, estéticos e de durabilidade. Devem atender as premissas constantes nas seguintes normas: NBR 14890, NBR 14962, NBR 8855, NBR 10062.

3.3 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

3.3.1 Terraplenagem

O Projeto de Terraplenagem tem por objetivo a definição das seções transversais em corte e aterro, a localização, determinação e distribuição dos volumes dos materiais destinados à conformação da plataforma da rodovia em estudo, em acordo com o projeto geométrico e especificações vigentes, tendo como referência os elementos básicos obtidos através dos Estudos Geotécnicos e Projeto Geométrico.

3.3.2 Metodologia

O desenvolvimento dos trabalhos se deu pela classificação dos cortes “in-loco”, avaliação das seções propostas e revisão das mesmas nos locais em que o off-set resultou inexecutável ou de difícil execução. Definidos os volumes, partiu-se para a distribuição dos mesmos.

Na elaboração do Projeto de Terraplenagem parte-se dos seguintes requisitos básicos:

De acordo com a própria ES 108/2009 no item 5.1. Os materiais a serem utilizados na execução dos aterros devem ser provenientes das escavações referentes à execução dos cortes e da utilização de empréstimos. Tais materiais, que ordinariamente devem se enquadrar nas classificações de 1ª e 2ª categoria deve atender a vários requisitos, em termos de características mecânicas e físicas, conforme indicado a seguir:

- Ser isentos de matérias orgânicas, micáceas e diatomáceas. Não devem ser constituídos de turfas ou argilas orgânicas.
- Nas camadas finais dos aterros serão utilizados os materiais selecionados, utilizando-se os melhores dentre os disponíveis não sendo permitida a utilização de solos com expansão maior que 2% ou solos com ISC menor que o IS de projeto, conforme os valores de ISCp presentes neste volume no capítulo de Estudos Geotécnico.
- Em regiões onde houver a ocorrência de materiais rochosos e na falta de materiais de 1ª e/ou 2ª categoria admite-se o emprego destes materiais de 3ª categoria (rochas), atendidas as condições prescritas no projeto de engenharia. Nas camadas finais dos aterros serão utilizados os materiais selecionados, utilizando-se os melhores dentre os disponíveis, não sendo permitida a utilização de solos com

expansão maior que 2% ou solos com ISC menores do que ISC_p, considerado nos elementos de amostragem para a estatística do ISC de projeto conforme estudos geotécnicos;

3.3.3 Orientação Adotada

Com o apoio na geometria definida nas seções transversais, gabaritadas conforme a concepção de projeto foi cubado os volumes de escavação em corte e os volumes de aterros. Na consideração de distribuição de tais volumes são levados em conta fatores que influenciarão no custo da obra. Assim, visam-se distribuições que resultem na menor média ponderada das distâncias de transportes dos materiais escavados.

3.3.3.1 *Verificação da Suficiência de Volumes*

Para a verificação da suficiência de volumes de cortes em relação à necessidade de volumes de aterros, são reduzidos os volumes de bota-fora, determinados pela rejeição da camada de capa constituída por solos vegetais. As planilhas de cubação tem a espessura de camada de limpeza indicada.

A classificação dos materiais foi definida através da análise dos estudos geotécnicos de acordo com as sondagens realizadas e, também, em função dos estudos geológicos da região onde está inserido o trecho existente, por sua vez, averiguado em inspeções de campo.

A verificação do equilíbrio entre volumes de corte e volumes de aterros será feita com correção pela aplicação do coeficiente de redução determinada pela relação entre a MEA (max) – (massa específica aparente máxima), que é a média obtida por análise estatística sobre amostras colhidas “in loco” e ensaiadas em laboratório para o Proctor Normal, e a MEA (in situ) – (massa específica aparente “in situ” de cortes), para o estudo natural de densidade em que se encontra o material, acrescido de valores usuais, admitidos para a compensação entre volumes calculados sobre seções teóricas e os verificados na prática, bem como perdas de transporte.

Para o presente projeto os volumes de reaterro para calçadas em material de 1ª e 2ª categoria estão corrigidos pelo coeficiente de empolamento igual a 1,2.

Por orientação da Prefeitura, para os aterros, que apresentam em sua grande totalidade apenas uma pequena camada de reconformação de greide e assim pequenos volumes de material por seção, indicou-se o preenchimento dos mesmos com rachão proveniente da pedreira, para esse material utilizou-se o fator de empolamento de 1,0.

3.3.4 Serviços Preliminares de Terraplenagem

Os serviços preliminares compreendem as operações de desmatamento, destocamento e limpeza, nas áreas destinadas à implantação do corpo estradal, das obstruções naturais ou artificiais porventura existentes, tais como camada vegetal, arbustos, tocos, raízes, entulhos e matacões soltos e de pequeno porte.

Os volumes resultantes da remoção da camada vegetal poderão ser estocados para utilização na recuperação de jazidas ou bota-fora, além de depositados junto as margens do presente lote.

3.3.5 Estudos Geotécnicos

De acordo com o Projeto de Pavimentação o Índice de Suporte Califórnia para a camada final de terraplenagem deverá ser maior ou igual a 7%. Seguindo o que preconiza a ES 106/2009 do DNIT, no item 5.3.4 – b , *“quando alcançado o nível da plataforma dos cortes, se for verificada a ocorrência de expansão maior que 2% e baixa capacidade de suporte, deve-se promover a sua remoção, com rebaixamento de 0,60 m, em se tratando de solos orgânicos, o projeto ou sua revisão fixarão a espessura a ser removida. Em todos os casos, deve-se proceder à execução de novas constituídas de materiais selecionados, os quais devem ser objeto de fixação no projeto de engenharia ou em sua revisão.”*

Dessa forma foram analisados os ensaios realizados, soluções adotadas embasadas nos mesmos e conforme a indicação descrita acima da ES 106/2009.

3.3.6 Rebaixo de subleito e preenchimento com rachão da pedraira.

Para o projeto foi indicado rebaixo do subleito em 60 cm de espessura nos locais em corte onde foi verificado pelas sondagens solos com expansão maior que 2% e solo com baixa capacidade de suporte. Essa remoção de material expansivo no trecho será destinada em sua totalidade para o bota-fora. A posterior reposição e compactação será com rachão oriunda da pedraira, esse materierial de 3ª Categoria, tem como função aumentar a capacidade drenante do aterro, bem como a resistência ao atrito em relação a estabilidade e erosão do mesmo.

3.3.7 Rebaixo para reforço de bordo e preenchimento com rachão da pedraira.

Por solicitação da prefeitura, para o projeto foi indicado rebaixo do para reforço de

bordo, sob o leito estradal em 50 cm de espessura, com 2 metros de largura partindo-se do bordo do leito estradal. A posterior reposição e compactação será com rachão oriunda da pedreira, esse material de 3ª Categoria, tem como função aumentar a capacidade drenante, bem como a resistência ao atrito em relação a estabilidade e erosão do mesmo.

Quando, em razão dos resultados dos ensaios apresentado pela geotecnia for necessário o rebaixo de subleito ao longo de toda a seção e reposição por rachão, o Rebaixo para reforço de bordo não será necessário, visto que a mesma função necessária já será exercido pelo rebaixo do subleito.

3.3.8 Reaterro e Compactação sob as Calçadas

Para a compensação dos volumes dos cortes e rebaixos de subleito e rebaixo para reforço de bordo, indicou-se prioritariamente que esse material serviria para preenchimento do reaterro sob calçadas, para posteriormente a sobra desse material ser destinada ao Bota Fora.

3.3.9 Bota-Fora

Constituiu-se de local para depósito do material de remoção de solo que não pode ser utilizado na camada final de aterro e de material excedente de corte, sendo previsto depositá-los no Bota Fora.

A Prefeitura Municipal de Joinville, não possui local licenciado para a destinação de bota fora, dessa forma foram indicados sob a orientação da fiscalização, dois locais que costumam fornecer esse serviço como suporte a prefeitura, são eles: Terraplenagem Medeiros Ltda; e ARTRIC.

Essa indicação serve como sugestão por parte da projetista e da prefeitura para o cálculo das DMTs, a definição dos locais de destinação do material, que deverá ser licenciado, será de responsabilidade da empresa contratada para a execução das obras.

No Volume 2 – Projeto de Execução, capítulo Projeto de Terraplenagem, estão apresentados, o quadro de distribuição, resumo, de DMT, e Planilha de Cubação. Bem como, as Seções Tipo do projeto, planta de localização de Bota-Fora, planta de localização da Pedreira e Memórias de cálculos das DMTs.

3.4 PROJETO DE DRENAGEM

3.4.1 Sistema de drenagem superficial

O dimensionamento dos dispositivos de drenagem superficial consiste em determinar a máxima extensão admissível sem que ocorra seu transbordamento. Esta extensão está condicionada à capacidade de vazão, levando-se em conta o tipo de obra e a declividade de instalação, permitindo determinar o posicionamento das bocas de lobo, por exemplo.

3.4.2 Determinação da capacidade máxima de vazão dos dispositivos

No estudo hidráulico para drenagem superficial, admitiu-se o escoamento permanente e uniforme. O escoamento uniforme é aquele que, em toda a seção transversal ao canal, apresenta área e velocidade constantes. Para efetuar os cálculos hidráulicos que definirão a altura da lâmina d'água, a seção dos dispositivos de drenagem e a velocidade do escoamento, emprega-se a Fórmula de Manning associada à Fórmula da Continuidade, gerando a expressão:

$$Q_{adm} = 1/n \times A \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

Onde:

Q_{adm} : vazão de escoamento admissível (m³/s);

n : coeficiente de rugosidade de Manning = 0,015 (dispositivos de seção regular com revestimento em concreto);

A : área da seção molhada do canal (m²);

R : raio hidráulico (área/perímetro molhado) (m);

I : declividade do canal = 0,5% m/m aplicada no fundo do dispositivo.

3.4.3 Meios-fios

Previu-se o emprego do meio-fio do com dimensões **1000x15x13x30 cm**. Para o cálculo dos comprimentos críticos de meios-fios, são utilizados os seguintes dados de entrada:

- Diâmetro mínimo da galeria de águas pluviais igual a 0,40 m;
- Intensidade de precipitação para TR = 10 anos e tc = 6 minutos: I = 141,42 mm/h;
- Coeficiente de rugosidade de Manning para o concreto: n = 0,017; e,
- Coeficiente de escoamento de áreas pavimentadas, c = 0,90.

3.4.3.1 *Cálculo do comprimento crítico do meio fio de concreto simples*

O meio fio de concreto simples possui as características apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Características geométricas do meio fio de concreto simples

Área da seção plena (m ²)	Perímetro molhado (m)	Raio hidráulico (m)
0,0252	1,05	0,024

Tal como apresentado para os demais dispositivos, associando-se as Fórmulas de Manning e da Continuidade, para as características geométricas do meio-fio selecionado e demais parâmetros de projeto, tem-se:

$$Q = 1/n \times A \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$Q = \frac{1}{0,017} \times 0,0252 \times 0,024^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$Q = 0,123 \times I^{1/2}, \text{ para } I \text{ (m/m)} \quad \text{ou} \quad Q = 0,0123 \times I^{1/2}, \text{ para } I \text{ (\%)} \quad (1)$$

Aplicando-se o Método Racional, tem-se:

$$Q = \frac{C \times i \times A}{3,6}$$

$$Q_p = \frac{0,90 \times 141,42 \times L \times T}{3,6}$$

$$Q_p = 35,35 \times L \times T \quad (2)$$

Onde:

L: comprimento de contribuição (km), e;

T: largura de contribuição da pista (km).

Igualando-se as equações 1 e 2, tem-se:

$$0,123 \times I^{1/2} = 35,35 \times L \times T \text{ (L, T em km)} \quad \text{ou} \quad 0,123 \times I^{1/2} = 3,53 \times 10^{-5} \times L \times T \text{ (L, T em m)}$$

Então:

$$L = \frac{0,0348 \times I^{1/2}}{T} \quad (T \text{ em Km}) \quad (3)$$

A largura de contribuição (*T*) do projeto será de 8,00 m da pista de rolamento.

Substituindo-se a largura de contribuição na equação 3, obtêm-se o seguinte comprimento crítico: $L = 46,55 \times I^{1/2}$.

A Tabela 3 apresenta o comprimento crítico do meio fio de concreto simples para as situações em tangente e curva.

Tabela 3 - Comprimentos críticos do meio fio de concreto simples em metros

Seção	Rampa (%)					
	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
Tipo	32,91	46,55	65,83	80,62	93,10	104,08

Os comprimentos calculados serviram de base para o posicionamento das bocas de lobo.

3.4.4 Bocas de lobo

As águas coletadas e transportadas pelos meios-fios serão encaminhadas às bocas de lobo simples, de concreto.

3.4.5 Galerias de drenagem

Para dimensionamento das galerias de drenagem foi utilizado o método racional.

3.4.5.1 *Método Racional*

O Método Racional permite a determinação da descarga da bacia através de uma expressão simples que relaciona o valor desta descarga com a área da bacia, a intensidade da chuva e um coeficiente de escoamento.

$$Q = \frac{C \times i \times A}{3,6}$$

Onde:

Q : vazão a ser drenada na seção considerada (m³/s);

C : coeficiente de escoamento superficial que varia conforme o tipo de superfície;

i : precipitação com duração igual ao tempo de concentração da bacia (mm/h);

A : área bacia ou sub-bacia de contribuição (km²).

3.4.5.2 *Coeficiente de escoamento*

O coeficiente de escoamento consiste na razão entre o volume de água escoado superficialmente e o volume de água precipitado. Este coeficiente varia de acordo com as características fitogeomorfológicas e o modo de utilização do solo. Para o presente projeto em questão, foram utilizados os coeficientes de escoamento preconizados pelo DEINFRA/SC na IS-06/98, a justificativa de escolha destes possui fundamentação numa maior possibilidade de enquadramento, quando comparado aos coeficientes apresentados pelo DNIT. A tabela 04 retrata os coeficientes de escoamento utilizados:

Tabela 4 – Coeficiente de escoamento superficial

Ocupação do solo	C em %
Superfícies impermeáveis	90-95
Terreno estéril montanhoso	80-90
Terreno estéril ondulado	60-80
Terreno estéril plano	50-70
Prados, Campinas, terreno ondulado	40-65
Matas decíduas, folhagem caduca	35-60
Matas coníferas, folhagem permanente	25-50
Pomares	15-40
Terrenos cultivados, zonas altas	15-40
Terrenos cultivados, vales	10-30

Fonte: Empresa Gaúcha de Rodovias, 1998.

- Tempo de concentração

O tempo de concentração é calculado utilizando-se a Fórmula de Kirpich Modificada, sendo:

$$T_c = 1,42 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Onde:

T_c: tempo de concentração (horas);

L: comprimento do curso d'água (km);

H: desnível máximo (m).

Para o dimensionamento das galerias de águas pluviais, com a vazão de contribuição calculada utilizando o Método Racional, adotaram-se a velocidade máxima = 5,0 m/s e a mínima = 0,5 m/s.

O diâmetro das galerias, que é dependente da vazão e da velocidade da água, foi obtido do ábaco extraído da publicação Drenagem e Controle da Erosão Urbana, da Universidade Católica do Paraná, capítulo Drenagem Urbana, de autoria do Eng. Prof. Carlos Mello Garcias (1984), que se pauta no princípio de Manning, ou seja, de que estas galerias se comportam como canais circulares, trabalhando com o nível d'água máximo de 70% do diâmetro total do tubo de concreto.

Em cada prancha de projeto está apresentada a tabela com as capacidade hidráulicas dos coletores e seus diâmetros projetados.

3.5 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

Para o dimensionamento da estrutura de pavimentação a ser aplicada sobre a área objeto de estudo foi utilizado o Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do DNER 1981 (Novo Método do Eng^o Murillo Lopes de Souza). Esse apoiado em metodologia para conceituação e obtenção dos parâmetros envolvidos, conforme recomendações e/ou orientações contidas no Manual de Pavimentação de 2006 do DNIT.

3.5.1 Descrição do Método DNER

O Método do DNER, está baseado no trabalho “Design of Flexible Pavements Considering Mixed Loads and Traffic Volume”, de autoria de W. Turnbull, C. Foster e R. Ahlvin, da Engenharia dos E.U.A. e conclusões na Pista experimental da AASHTO.

3.5.2 Parâmetros envolvidos

a) *Índice de suporte*

É utilizado no dimensionamento o ISC (ou CBR), sem preocupação de corrigi-lo em função do Índice de Grupo dos materiais representativos do subleito. O valor do ISC usado para o dimensionamento do pavimento é obtido através dos estudos geotécnicos.

b) *Fator climático regional*

O coeficiente FR = fator climático regional, que objetiva levar em conta as variações de umidade dos materiais do pavimento durante as várias estações do ano (o que se traduz pela variação de capacidade de suporte dos materiais), é tomado igual a 1 (FR = 1), conforme recomendações sugeridas pelo Manual de Pavimentação, baseadas nas pesquisas do IPR/DNIT.

c) *Coefficiente de equivalência estrutural (K)*

Adota-se os seguintes coeficientes estruturais (K) para os diferentes materiais indicados para constituírem a estrutura do pavimento, apresentados na Tabela 6.

Tabela 5 - Valores dos coeficientes estruturais K

COMPONENTES DO PAVIMENTO	COEFICIENTE K
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio de graduação densa	1,40
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,20
Camadas Granulares	1,00

Utiliza-se, genericamente, para a designação dos coeficientes estruturais, a simbologia consagrada pelo uso de:

K_R = coeficiente estrutural do revestimento betuminoso;

K_B = coeficiente estrutural de base;

K_S = coeficiente estrutural de sub-base; e,

K_{Ref} = coeficiente estrutural do reforço do subleito.

d) Número de solicitações do eixo padrão – $N_{8,2t}$

Refere-se ao número de solicitações do eixo simples de roda dupla com 8,2 t, considerado como padrão, ao longo do período de projeto.

e) Espessura mínima de revestimento betuminoso

A fixação da espessura mínima a adotar para os revestimentos betuminosos é de vital importância na “performance” do pavimento, quanto à sua duração em termos do período de projeto.

Os valores apresentados na Tabela 07, correspondem aos geralmente aceitos, resultado dos estudos e observações do IPR, e aplicam-se, especialmente, para bases de comportamento puramente granular.

Tabela 6 - Espessura mínima da camada de revestimento

N	ESPESSURA MÍNIMA DE REVESTIMENTO BETUMINOSO
$N \leq 10^6$	Tratamento superficial betuminoso
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimento betuminoso com 5cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto asfáltico com 7,5cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto asfáltico com 10cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto asfáltico com 12,5cm de espessura

3.5.3 Método de dimensionamento

O Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do Eng. Murilo Lopes de Souza, adotado pelo DNIT, vale-se de gráfico com auxílio do qual se obtém a espessura total do pavimento, em função de $N_{8,2t}$ e do ISC, apresentado na Figura 17. Tal espessura total, refere-se à espessura em termos de $K = 1,00$, ou seja, de camada granular. Para correção dos outros materiais constituintes, deve-se multiplicá-los pelos respectivos valores de K .

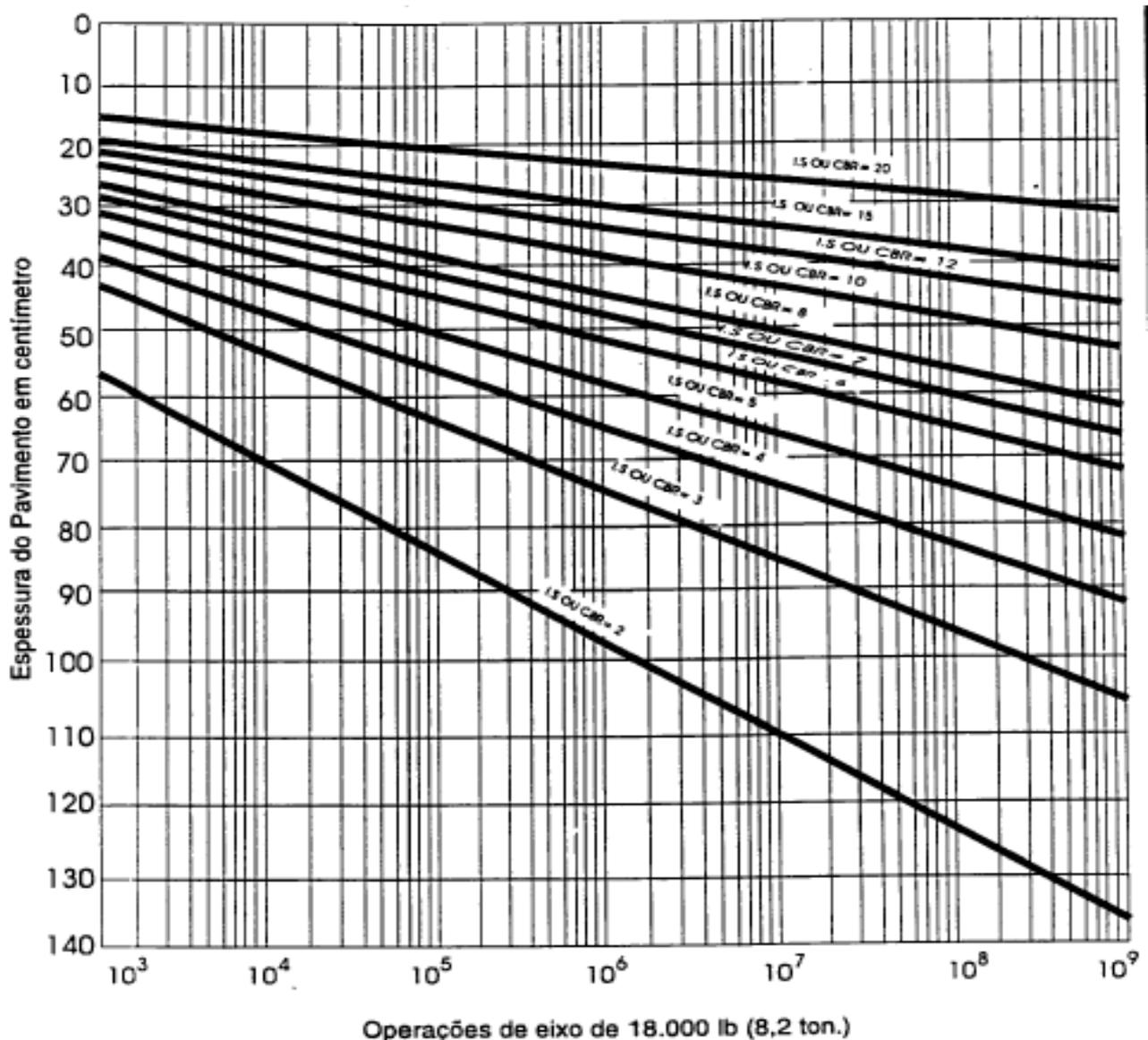


Figura 10 - Espessura total do pavimento em termos de material granular ($K=1,0$)

Mesmo que o ISC do material de sub-base seja maior que 20%, a espessura do pavimento necessário para protegê-lo é determinada adotando ISC máximo de 20%.

A espessura de base (B), sub-base (h_{20}) e reforço do subleito (h_n) são obtidas pela resolução sucessiva das inequações (1), (2) e (3):

$$(1) \quad RK_R + BK_B \geq H_{20} \quad (1)$$

$$(2) \quad RK_R + BK_R + h_{20} \cdot K_{SB} \geq H_n \quad (2)$$

$$(3) \quad RK_R + BK_B + h_{20} \cdot K_{SB} + h_n \cdot K_{Ref} \geq H_m \quad (3)$$

Quando o ISC da sub-base for maior ou igual a 40 e para $N \leq 10^6$, admite-se substituir na inequação (1), H_{20} por $0,8x H_{20}$. Para $N > 10^7$, recomenda-se substituir, na inequação (1), H_{20} por $1,2x H_{20}$.

A exemplificação esquemática do método está representada na Figura 18.

Figura 11 - Representação esquemática método DNER



3.5.4 Resultado do Dimensionamento

Partindo de considerações dos dados de campo, bem como os ensaios geotécnicos e as contagens de tráfego, considerou-se, para a aplicação do método acima descrito e obtenção das espessuras relativas à estrutura do pavimento a ser aplicado, um Índice de Suporte Califórnia de projeto de 7%.

Para as camadas de base e sub-base granular, adotou-se brita graduada e rachão, ambos compactados a 100% do proctor normal.

3.5.5 Parâmetros adotados no dimensionamento

3.5.5.1 *ISC de projeto*

Para o Índice de Suporte Califórnia de projeto dos segmentos em questão adotou-se, um valor de 7,58%.

3.5.5.2 *Número de solicitações do eixo padrão N8,2t*

Os resultados do eixo padrão está apresentado no Estudo de Tráfego conforme rua projetada.

3.5.5.3 *Espessura mínima de revestimento*

Conforme o $N_{8,2t}$ obtido, e as disposições do método, expressas na Tabela 2, tem-se a espessura do revestimento (CBUQ-AB) - Faixa C: 5,0cm.

3.5.6 Dimensionamento da espessura das camadas de Base e Sub-base

Aplicando os parâmetros descritos no item anterior, junto à metodologia descrita, obteve-se os seguintes resultados:

Tabela 3 – Resultado do Dimensionamento pelo Método DNER/1979

RUA	$N_{8,2t}$	ISC (%)	Ht (cm)	ESTRUTURA (cm)		
				Revestimento (CAUQ)	Base (Brita Graduada)	Sub-base (Rachão)
DOROTÓVIO DO NASCIMENTO	2,00,E+06	7,58	42,00	5,00	17,00	20,00
AV. MIGUEL ALVES CASTANHA	5,00,E+05	80,00	20,00	5,00	15,00	0,00
AV. MIGUEL ALVES CASTANHA	5,00,E+05	10,56	31,00	5,00	15,00	11,00
ANTONIO MANOEL CORREA	1,00,E+05	7,76	35,00	5,00	13,00	17,00
LEVINO TANER	5,00,E+05	7,56	39,00	5,00	15,00	19,00
ALEX HOLZ	5,00,E+05	80,00	20,00	5,00	15,00	0,00
HILÁRIO PRETI	1,00,E+05	80,00	18,00	5,00	13,00	0,00
AGEPÊ	5,00,E+05	80,00	20,00	5,00	15,00	0,00
HAROLD MAUL	5,00,E+05	80,00	20,00	5,00	15,00	0,00

	Utilizado CBR rachão
	O reforço funciona como suporte para a base

3.6 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

Seguindo o que preconiza o Termo de Referência que orientou o presente projeto de obras complementares. A fim de delimitar a faixa de domínio, promover melhores condições para os pedestres, o projeto de obras complementares prevê as seguintes atividades para obras existentes que estejam dentro da faixa de projeto das vias:

- Remoção e reconstrução de cercas e muros;
- Remoção de lajotas;
- Abrigo de paradas de ônibus;
- Remanejamento de redes de serviços públicos - Remoção e Relocação de Postes;
- Meio Fios; e
- Implantação de calçadas de pedestres.

3.6.1 Remoção e reconstrução de Cercas e Muros

As cercas e muros existentes atingidos pelo off-set do projeto serão removidos e novas cercas e muros serão executados no limite da faixa de domínio.

3.6.2 Remoção de lajotas.

Para as estruturas de lajotas e paralelepípedos existentes, que acabam interferindo na implantação da rodovia, está sendo indicadas a sua remoção, a destinação desse material por solicitação da Prefeitura Municipal de Joinville, será no pátio da Unidade de Pavimentação, que está localizado no Endereço Rua Concórdia, 1145.

3.6.3 Abrigo de paradas de ônibus.

Os abrigos de ônibus existentes, que foram cadastrados pela topografia, serão mantidos. Sendo o presente projeto indicou a sua localização e manutenção no mesmo local junto ao bordo da calçada.

3.6.4 Indicação de Remanejamento de redes de serviços públicos: Remoção e Relocação de Postes

Os Postes existentes que venham a sofrer interferência da rodovia a ser implantada, foram cadastrados, e os mesmos deverão antes do início dos serviços das obras ser

remanejados. Este serviço deverá ser realizado sobre orientação e supervisão da Concessionária de Energia.

3.6.5 Meio Fios

O presente item está apresentado, dimensionado e quantificado no capítulo Projeto de Drenagem.

3.6.6 Implantação de Passeios para Pedestres (calçadas)

As calçadas são parte integrante do sistema viário, e destina-se à circulação de pessoas, implantação de mobiliário urbano e sinalização, propiciando um ambiente seguro para mobilidade.

Deve garantir o deslocamento de qualquer pessoa, independente de idade, limitação de mobilidade ou percepção. As calçadas para pedestres deverão ser contínuas, sem mudanças abruptas de nível ou inclinação. As tampas das caixas de inspeção e visita deverão estar niveladas com o piso.

As dimensões e estruturas das calçadas e ciclovias estão apresentadas nas Pranchas Tipo presentes no Volume 2: Projeto de Execução.

3.7 MEMORIAL EXECUTIVO

Nesse memorial está contida a sequência executiva necessária a ser seguida para as obras de pavimentação das vias urbanas.

3.7.1 Serviços de Terraplenagem

3.7.1.1 *Serviços preliminares de terraplenagem*

Compreende Essa limpeza será realizada nos bordos da rua existente, nos locais com vegetação rasteira e restos de obras e entulhos. Lembrando que essa limpeza deverá ser feita dentro dos off-sets.

Devem ser eliminadas espécies vegetais, realizando o destocamento das mesmas, blocas de rocha, pedras isoladas e demais objetos que possam estar dentro do off-set de projeto.

Para esse serviço, podem ser utilizados tratores de esteiras, com lâminas. O serviço também pode ser realizado de forma manual, desde que obedeça ao cronograma de obra.

3.7.1.2 *Execução da Terraplenagem*

A execução da terraplenagem deve iniciar por meio dos cortes a serem realizados com trator de esteira portados de lâmina para corte. O material excedente deverá ser destinado para ruas de acesso rural, a serem aproveitados pela prefeitura, ao invés de ser levado para bota fora. O local será indicado pela fiscalização.

O material de destinado ao aterro da rua deverá sofrer compactação proctor normal 100%, por meio de rolo compactador pé de carneiro ou manual por meio de compactadores tipo “sapo”. Deverá ser realizado controle de compactação por meio de ensaios laboratoriais, alcançando o CBR de projeto, 7%, conforme indicação do memorial descritivo.

Após a execução da terraplenagem, a topografia de campo deve fazer a conferência das cotas antes da imprimação, assim evitando retrabalho.

3.7.2 Drenagem pluvial

Os serviços de drenagem devem ser realizados em dois momentos: depois da terraplenagem e depois da pavimentação.

3.7.2.1 *Implantação das galerias e bocas de lobo*

Após os serviços de terraplenagem, deverá ser realizado o serviço de implantação

das galerias de drenagem pluvial e das bocas de lobo que irão captar a água superficial que escoará no pavimento.

Os serviços devem ser realizados com retroescavadeira. A vala não deve ter largura maior que 60cm. No fundo da mesma deve ser executada camada de 10cm de lastro de brita para assentamento da tubulação de drenagem, nesse caso de Ø 40cm e 120cm, tubulação armada, classe PA-2.

A tubulação de drenagem deve ser juntada por meio de argamassa de rejuntamento, devendo a mesma ser coberta por manta geotêxtil nos locais da junção.

As bocas de lobo devem ser executadas conforme localização do projeto executivo. As mesmas devem ser construídas, rebocadas por dentro, com rejuntamento na ligação de tubulação de entrada e saída.

Após a execução das galerias e bocas de lobo, conforme descrição anterior, a vala deve ser reaterada, com o mesmo material inicial. Deverá ser realizada compactação do reaterro, sem controle tecnológico, pois o mesmo não sofrerá pressões de tráfego. O material excedente, da mesma forma que na terraplenagem, deverá ser encaminhado para estradas de acesso rural de Joinville.

3.7.2.2 *Implantação do meio fio*

Essa etapa da drenagem deverá ser realizada após a execução das camadas de sub base do pavimento. Ao longo de todo segmento, em ambos os lados, deverão ser implantados meio fio confeccionado em concreto pré-fabricado, de tal forma que se liguem nas laterais das bocas de lobo, permitindo que a água da chuva seja conduzida à boca.

3.7.3 Serviços de Pavimentação

Os serviços de pavimentação compreendem a execução da sub base e capa asfáltica. A sub base é constituída de rachão e brita. E a capa asfáltica será constituída de CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado à Quente).

3.7.3.1 *Execução da camada de Rachão*

Deverá ser executada uma camada de 15cm de rachão sobre o subleito compactado. A rocha deve ser espalhada e compactada. No término dessa aplicação o fiscal da Prefeitura deverá conferir a execução e liberar a próxima fase.

3.7.3.2 *Execução da camada de brita graduada e brita corrida*

A brita graduada deverá ser executada sobre o rachão em uma camada de 13cm de espessura. A camada de brita deve ser compactada em toda sua extensão. Logo após, deverá ser executada uma fina camada de bica corrida, com 2cm de espessura, que servirá de travamento da sub base.

Importante destacar que após a aplicação da bica corrida a executora deverá dedicar-se na compactação, evitando que haja futuros recalques na fase de aplicação do concreto betuminoso.

3.7.3.3 *Execução do CBUQ*

Após a implantação da camada de brita graduada e do travamento da mesma deverá ser realizada a imprimação da área com ADP – CM30. É a primeira camada a ser realizada.

Caso a imprimação seja realizada em até sete dias antes a aplicação do CBUQ, deverá ser realizada pintura de ligação com emulsão RR-2C. Isso deve ser realizado também caso haja tráfego sobre a sub base imprimada. Está previsto no quantitativo dessa obra, uma quantidade de areia a ser colocada sobre a imprimação caso haja necessidade de liberação de tráfego. Essa areia só deverá ser medida caso ela realmente seja usada.

Obedecidas as questões anteriores, deverá então ser realizada a implantação da camada de CBUQ, numa espessura de 5,0cm em toda área a ser pavimentada.

Deverá ser utilizado CBUQ com densidade CAP 50/70, Faixa “C”, no qual os agradados possuem diâmetro inferior a ½’ polegada.

3.7.3.4 *Controle tecnológico*

O controle tecnológico das obras de pavimentação será obrigatório. A construtora deverá apresentar Laudo Técnico de Controle Tecnológico.

Após a aplicação do CBUQ a construtora deverá realizar aferição da deflexão por meio do ensaio de viga Benkelman. Além disso, a empreiteira deverá apresentar os laudos de densidade dos ligantes empregados na formação do CBUQ.

O prosseguimento das atividades deverá ser realizado somente após a aprovação do fiscal da Prefeitura de Joinville.

O Controle Tecnológico deverá ser feito de acordo com as recomendações constantes nas “Especificações de Serviço (ES)” e normas do Departamento Nacional de Infra Estrutura de Transportes – DNIT.

3.7.4 Serviços de Obras Complementares

As obras complementares deverão ser executadas após a pavimentação. A calçada será em concreto. As fases da execução são as seguintes:

- Aplicação de meio fio;
- Aplicação de brita em uma camada de 5 cm;; e
- Aplicação do concreto para formação da calçada.

3.7.5 Serviços de Sinalização

Os serviços de sinalização serão executados após todos os demais serviços estiverem concluídos. Deverão ser empregados materiais específicos para estradas (tintas e emulsificantes).

O primeiro serviço são as pinturas de pista, marcação das faixas contínuas e descontínuas, estacionamento, faixa de pedestre, dentre outras especificadas em projeto.

A pintura das linhas de sinalização horizontal devem ter 15 cm de espessura e devem obedecer as cores conforme planta do Volume de projeto executivo. A pintura da faixa de pedestre deve ser pintada com espessura de 60cm e devem ser obedecidas a distância de 40cm entre elas.

Após a pintura, deverá ser implantada as tachas refletivas de apoio à sinalização noturna. As taxas serão implantadas no eixo principal da rua, dividindo os segmentos de tráfego.

Por fim, a última etapa será de implantação das placas de sinalização vertical, dispostas nos locais especificados no projeto. As placas devem ter as dimensões e as cores especificadas no projeto executivo. Elas devem ser enterradas e ancoradas de tal forma que não haja deslocamento nem queda por vento ou pequenos empurrões.

3.7.6 Quantitativos

Toda quantitativo e memória de cálculo estão apresentados no Volume 02 anexo a esse relatório.

3.9 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Todos os serviços a serem realizados deverão seguir as Especificações de Serviço do DNIT, conjugadas com as Especificações Particulares da AUTOBAHN Engenharia, quando couber.

As Especificações de Serviço do DNIT não estão transcritas neste projeto por serem de domínio público.

Além de seguir rigorosamente as especificações, a construtora deverá, no desenvolvimento dos serviços, atender a outros Manuais e Procedimentos do DNIT ou afins, notadamente aqueles relacionados ao Meio Ambiente e à Segurança Viária.

É apresentada, na sequência, uma relação com as Especificações de Serviço do DNIT e Especificações Particulares da AUTOBAHN Engenharia.

3.9.1 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO DO DNIT

A seguir, estão relacionadas as “Especificações de Serviço do DNIT” a serem observadas na execução das obras referentes aos serviços listados no Quadro de Quantidades deste Projeto.

TERRAPLENAGEM

DNIT-ES-104/2009 – Serviços Preliminares;

DNIT-ES-106/2009 – Cortes;

DNIT-ES-108/2009 – Aterros.

PAVIMENTAÇÃO E LIGANTES BETUMINOSOS

DNIT-ES-137/2010 – Regularização do Subleito;

DNIT-ES-141/2010 – Base Estabilizada Granulometricamente;

DNIT-ES-144/2010 – Imprimação com Ligante Asfáltico Convencional;

DNIT-ES-145/2010 - Pintura de Ligação com Ligante Asfáltico Convencional;

DNER-ES-395/99 - Pintura de Ligação com Asfalto Polimérico;

DNIT-ES-031/2006 – Concreto Asfáltico;

DNER-ES-386/99 – Camada Porosa de Atrito;

DNIT-ES-085/2006 – Demolição e Remoção de Pavimentos: Asfáltico ou Concreto.

DRENAGEM

DNIT-ES-015/2006 – Drenos Subterrâneos;
DNIT-ES-016/2006 – Drenos Sub-superficiais;
DNIT-ES-020/2006 – Meios-fios e Guias;
DNIT-ES-026/2004 – Caixas Coletoras;
DNIT-ES-027/2004 – Demolição de Dispositivos de Concreto;
DNIT-ES-030/2004 – Dispositivos de Drenagem Pluvial Urbana;
DNIT-ES-118/2009 – Armaduras para Concreto Armado;
DNIT-ES-120/2009 – Fôrmas.

OBRAS COMPLEMENTARES

DNIT-ES-027/2004 – Demolição de Dispositivos de Concreto;
DNER-ES-347/97 – Alvenarias e Painéis;
DNIT-ES-101/2009 – Sinalização Vertical;
DNIT-ES-108/2009 – Aterros; e,
DNIT-ES-110/2009 – Execução de Barreiras de Concreto.

SINALIZAÇÃO

DNIT-ES-100/2009 – Sinalização horizontal;
DNIT-ES-101/2009 – Sinalização vertical; e,
DNER-ES-144/85 – Defesa Metálica.