

**Etapa III – Projetos Executivos**  
**PRODUTO 15 (P15) – RELATÓRIO FINAL**  
**ETAPA 01**  
**VOLUME 01 – TOMO II – MEMÓRIA DESCRITIVA E**  
**ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**



**Contrato nº 389/2020**

**Elaboração de estudos de concepção para obras de drenagem pluvial e pavimentação sustentáveis, em ruas do perímetro urbano do bairro Vila Nova, incluindo a elaboração dos projetos executivos, memoriais, especificações técnicas de serviços, orçamento e cronograma das obras, cuja metodologia e execução deverão servir de modelo para outras áreas do município de Joinville**

Consórcio

TYPSA ■ ENGECORPS ■ GREENBLUE ■ AZIMUTE



1439DGLR0015-04-Vol 01\_Tomo II  
Outubro/2021



Consórcio  
TYPASA ■ ENGECORPS ■ GREENBLUE ■ AZIMUTE

## Etapa III – Projetos Executivos PRODUTO 15 (P15) – RELATÓRIO FINAL

### ETAPA 01

#### VOLUME 01 – TOMO II

## MEMÓRIA DESCRITIVA E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS


REVISÃO	DATA
5 - Final	18/02/2022
4	14/10/2021
3	30/09/2021
2	21/09/2021
1	23/07/2021
0	23/06/2021

**RESPONSÁVEL TÉCNICO:** Maria Bernardete Sousa Sender | ART nº 7447764-8 | CREA nº 172586-9 – SC

**COORDENADOR GERAL:** Maria Bernardete Sousa Sender

**ELABORAÇÃO:** Cristiano Luchesi Niciura | Fernando Garcia | Antonio Carlos Oquendo |

**VERIFICAÇÃO:** Edson Rocha Nery

**APROVAÇÃO:** Maria Bernardete Sousa Sender   
Maria Bernardete Sousa Sender (21 de February de 2022 11:28 GMT-3)

**NOME DO ARQUIVO DIGITAL:** 1439DGLR0015-04-Vol 01\_Tomo II\_Etapa 01

**ÍNDICE**

	<b>PÁG.</b>
<b>1. PROJETO GEOMÉTRICO – MEMÓRIA DESCRITIVA.....</b>	<b>16</b>
1.1 CONSIDERAÇÕES .....	16
1.2 ELEMENTOS DE PROJETO .....	18
1.2.1 Veículo de Projeto.....	18
1.2.2 Seção transversal .....	18
1.2.3 Definição em planta .....	19
1.2.4 Definição do perfil .....	19
1.2.5 Muro de contenção .....	20
<b>2. PROJETO DE TERRAPLANAGEM – MEMÓRIA DESCRITIVA .....</b>	<b>21</b>
2.1 CONSIDERAÇÕES .....	21
2.2 TALUDES.....	21
2.3 FATORES DE CÁLCULO .....	21
2.4 SERVIÇOS PRELIMINARES.....	22
2.5 VOLUMES DE TERRAPLANAGEM .....	23
2.6 CORTES.....	25
2.7 ATERROS.....	26
2.8 SUBSTITUIÇÃO DE SOLOS .....	26
2.9 EMPRÉSTIMOS.....	27
2.10 BOTA-FORA.....	27
2.11 DISTÂNCIAS MÉDIAS DE TRANSPORTES .....	31
2.12 EQUIPAMENTOS.....	32
2.13 CONTROLE TECNOLÓGICO.....	32
<b>3. PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL .....</b>	<b>34</b>
3.1 CALÇADA DRENANTE .....	35
3.2 VALA DE RETENÇÃO .....	46
3.3 CANTEIROS INUNDÁVEIS OU JARDIM DE CHUVA.....	49
3.4 RESERVATÓRIO.....	52
3.5 GRANDES DECLIVIDADES.....	54
3.6 CONEXÃO COM A REDE DE DRENAGEM EXISTENTE .....	55
3.7 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS.....	55

---

3.7.1	<i>Escavação de Valas</i> .....	55
3.7.1.2	<i>Equipamentos</i> .....	56
3.7.1.3	<i>Execução</i> .....	57
3.7.1.4	<i>Controle</i> .....	58
3.7.1.5	<i>Aceitação</i> .....	58
3.7.1.6	<i>Controle Ambiental</i> .....	59
3.7.1.7	<i>Critérios de Medição</i> .....	59
3.7.2	<i>Alvenaria</i> .....	59
3.7.2.1	<i>Definição</i> .....	59
3.7.2.2	<i>Materiais</i> .....	60
3.7.2.3	<i>Execução</i> .....	60
3.7.2.4	<i>Controle</i> .....	61
3.7.2.5	<i>Execução</i> .....	61
3.7.2.6	<i>Aceitação</i> .....	61
3.7.2.7	<i>Controle Ambiental</i> .....	62
3.7.2.8	<i>Critérios de Medição</i> .....	62
3.7.3	<i>Mantas Geotêxtis em Dispositivos de Drenagem</i> .....	62
3.7.3.1	<i>Definição</i> .....	62
3.7.3.2	<i>Equipamentos</i> .....	63
3.7.3.3	<i>Execução</i> .....	63
3.7.3.4	<i>Controle</i> .....	63
3.7.3.5	<i>Aceitação</i> .....	64
3.7.3.6	<i>Controle Ambiental</i> .....	64
3.7.3.7	<i>Critérios de Medição</i> .....	65
3.7.4	<i>Placas de Controle de Escoamento</i> .....	65
3.7.4.1	<i>Definição</i> .....	65
3.7.4.2	<i>Materiais</i> .....	65
3.7.4.3	<i>Equipamentos</i> .....	65
3.7.4.4	<i>Execução</i> .....	66
3.7.4.5	<i>Controle</i> .....	66
3.7.4.6	<i>Aceitação</i> .....	67
3.7.4.7	<i>Critérios de Medição</i> .....	67



---

3.7.5	<i>Execução de Reaterro</i> .....	67
3.7.5.1	<i>Definição</i> .....	67
3.7.5.2	<i>Materiais</i> .....	67
3.7.5.3	<i>Equipamentos</i> .....	67
3.7.5.4	<i>Execução</i> .....	67
3.7.5.5	<i>Controle</i> .....	68
3.7.5.6	<i>Aceitação</i> .....	69
3.7.6	<i>Execução de Camada Drenante</i> .....	70
3.7.6.1	<i>Descrição</i> .....	70
3.7.6.2	<i>Definições</i> .....	70
3.7.6.3	<i>Condições Gerais</i> .....	70
3.7.6.4	<i>Métodos Executivos</i> .....	70
3.7.6.5	<i>Controle de Qualidade de Execução</i> .....	71
3.7.6.6	<i>Crítérios De Medição</i> .....	71
3.7.7	<i>Assentamento de Tubos Dreno de PEAD</i> .....	71
3.7.7.1	<i>Definição</i> .....	71
3.7.7.2	<i>Materiais</i> .....	71
3.7.7.3	<i>Equipamentos</i> .....	72
3.7.7.4	<i>Execução</i> .....	72
3.7.7.5	<i>Controle</i> .....	74
3.7.7.6	<i>Crítérios de Medição</i> .....	74
3.7.8	<i>Assentamento de Tubos em Concreto</i> .....	74
3.7.8.1	<i>Materiais</i> .....	74
3.7.8.2	<i>Equipamentos</i> .....	75
3.7.8.3	<i>Execução</i> .....	75
3.7.8.4	<i>Controle</i> .....	76
3.7.8.5	<i>Aceitação</i> .....	76
<b>4.</b>	<b><i>PROJETO ACESSIBILIDADE E PAISAGISMO</i></b> .....	<b>77</b>
4.1	<i>PROJETO DE ACESSIBILIDADE</i> .....	77
4.1.1	<i>Referências utilizadas</i> .....	77
4.1.2	<i>Passeios</i> .....	78
4.1.2.1	<i>Plano de execução passeio em paver drenante</i> .....	80

---

4.1.2.2	<i>Plano de execução passeio em concreto convencional</i> .....	82
4.1.3	<i>Meio-fio</i> .....	83
4.1.3.1	<i>Plano de Execução</i> .....	83
4.1.4	<i>Viga de travamento</i> .....	84
4.1.5	<i>Rebaixos de pedestres</i> .....	84
4.1.6	<i>Rebaixos de veículos</i> .....	87
4.1.7	<i>Sinalização tátil</i> .....	87
4.1.8	<i>Guarda-corpo</i> .....	90
4.1.9	<i>Defensas Metálicas</i> .....	91
4.2	<b>PROJETO PAISAGÍSTICO</b> .....	92
4.2.1	<i>Implantação</i> .....	92
4.2.2	<i>Proposta de Arborização</i> .....	93
4.2.2.1	<i>Canteiros</i> .....	93
4.2.2.2	<i>Jardim de chuva</i> .....	93
4.2.2.3	<i>Árvores</i> .....	93
4.2.2.4	<i>Preparação do Solo</i> .....	96
4.2.2.5	<i>Plantio</i> .....	96
4.2.2.6	<i>Poda</i> .....	97
<b>5.</b>	<b>PROJETO DE INTERFERÊNCIAS</b> .....	<b>98</b>
5.1	<b>CONSIDERAÇÕES</b> .....	98
5.1.1	<i>Rede de Água e Esgoto</i> .....	98
5.1.2	<i>Ligações Domiciliares</i> .....	104
5.1.3	<i>Grandes consumidores</i> .....	109
5.1.4	<i>Caixas</i> .....	109
5.1.5	<i>Rede de Drenagem</i> .....	110
5.1.6	<i>Rede de Gás</i> .....	113
5.1.7	<i>Rede de Telecomunicações</i> .....	113
5.1.8	<i>Remoções</i> .....	113
5.1.9	<i>Vegetação existente</i> .....	115
5.1.10	<i>Posteamento</i> .....	115
<b>6.</b>	<b>PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO</b> .....	<b>115</b>
6.1	<b>MEMÓRIA JUSTIFICATIVA E DESCRITIVA</b> .....	115

---

6.2	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE PAVIMENTAÇÃO .....	118
6.2.1	SERVIÇO DE MELHORIA E PREPARO DO SUBLEITO.....	118
6.2.1.1	Ensaio Necessários.....	118
6.2.1.2	Condições Gerais.....	119
6.2.1.3	Condições Específicas.....	119
6.2.1.4	Equipamentos .....	119
6.2.1.5	Execução .....	120
6.2.1.6	Controles.....	122
6.2.2	EXECUÇÃO DE CAMADA DE PEDRA RACHÃO .....	125
6.2.2.1	Ensaio Necessários.....	125
6.2.2.2	Condições Gerais.....	125
6.2.2.3	Condições Específicas.....	126
6.2.2.4	Equipamentos .....	127
6.2.2.5	Execução .....	127
6.2.2.6	Controles.....	129
6.2.3	EXECUÇÃO DE CAMADA DE MACADAME SECO .....	133
6.2.3.1	Ensaio Necessários.....	134
6.2.3.2	Condições Gerais.....	134
6.2.3.3	Condições Específicas.....	135
6.2.3.4	Equipamentos .....	136
6.2.3.5	Execução .....	136
6.2.3.6	Controles.....	138
6.2.4	EXECUÇÃO DE CAMADA DE BRITA GRADUADA SIMPLES.....	141
6.2.4.1	Ensaio Necessários.....	142
6.2.4.2	Condições Gerais.....	142
6.2.4.3	Condições Específicas.....	143
6.2.4.4	Equipamentos .....	144
6.2.4.5	Execução .....	145
6.2.4.6	Controles.....	147
6.2.5	EXECUÇÃO DE IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA IMPERMEABILIZANTE .....	152
6.2.5.1	Ensaio Necessários.....	153
6.2.5.2	Condições Gerais.....	153

6.2.5.3	<i>Condições Específicas</i> .....	154
6.2.5.4	<i>Equipamentos</i> .....	154
6.2.5.5	<i>Execução</i> .....	155
6.2.5.6	<i>Controles</i> .....	156
6.2.6	<b>EXECUÇÃO DE IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE</b> .....	158
6.2.6.1	<i>Ensaio Necessários</i> .....	159
6.2.6.2	<i>Condições Gerais</i> .....	160
6.2.6.3	<i>Condições Específicas</i> .....	160
6.2.6.4	<i>Equipamentos</i> .....	161
6.2.6.5	<i>Execução</i> .....	161
6.2.6.6	<i>Controles</i> .....	162
6.2.7	<b>EXECUÇÃO DE CAMADA DE CONCRETO ASFÁLTICO USINADO À QUENTE</b> .....	165
6.2.7.1	<i>Ensaio Necessários</i> .....	166
6.2.7.2	<i>Condições Gerais</i> .....	167
6.2.7.3	<i>Condições Específicas</i> .....	167
6.2.7.4	<i>Equipamentos</i> .....	173
6.2.7.5	<i>Execução</i> .....	176
6.2.7.6	<i>Controles</i> .....	179
6.2.8	<b>EXECUÇÃO DE PAVIMENTO PAVER – PEÇAS PRÉ-MOLDADAS DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND, BLOCOS INTERTRAVADOS</b> .....	189
6.2.8.1	<i>Ensaio Necessários</i> .....	189
6.2.8.2	<i>Condições Gerais</i> .....	189
6.2.8.3	<i>Condições Específicas</i> .....	189
6.2.8.4	<i>Equipamentos</i> .....	190
6.2.8.5	<i>Execução</i> .....	190
6.2.8.6	<i>Controles</i> .....	192
<b>7.</b>	<b>PROJETO DE SINALIZAÇÃO</b> .....	<b>195</b>
7.1	CONSIDERAÇÕES.....	195
7.2	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL.....	195
7.2.1	<i>Considerações</i> .....	195
7.2.2	<i>Marcações</i> .....	196
7.2.3	<i>Plano de Execução e Especificações de Serviço</i> .....	196



7.2.3.1	Insumos.....	196
7.2.3.2	Execução .....	197
7.2.3.3	Controle da Execução.....	198
7.2.3.4	Durabilidade .....	198
7.3	SINALIZAÇÃO VERTICAL .....	199
7.3.1	Considerações .....	199
7.3.2	Posicionamento na via.....	200
7.3.3	Sinais de regulamentação.....	200
7.3.4	Sinais de Advertência .....	200
7.3.5	Sinais de Indicação.....	201
7.3.6	Materiais.....	201
7.3.7	Plano de Execução .....	202
7.3.7.1	Execução .....	202
7.3.7.2	Controle da Execução.....	202
7.3.7.3	Durabilidade.....	202
7.4	SINALIZAÇÃO POR CONDUÇÃO ÓTICA .....	202
7.4.1	Tachas.....	203
7.4.2	Tachões.....	203
7.4.3	Materiais.....	203
7.4.4	Plano de Execução .....	204
7.4.4.1	Insumos.....	204
7.4.4.2	Execução .....	205
7.4.4.3	Controle da Execução.....	205
7.4.4.4	Durabilidade .....	205
7.5	TRAVESSIAS ELEVADAS.....	206
<b>8.</b>	<b>ÁREAS PÚBLICAS .....</b>	<b>206</b>
8.1	CONSIDERAÇÕES .....	206
8.2	MEMORIAL DESCRITIVO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS .....	208
8.2.1	Piso Atenuador de Impacto.....	208
8.2.1.1	Areia.....	208
8.2.1.2	Piso emborrachado.....	208
8.2.2	Bancos .....	208

---

8.2.3	<i>Lixeiras</i> .....	208
8.2.4	<i>Mesa de jogos</i> .....	209
8.2.5	<i>Recreação infantil</i> .....	209
8.2.6	<i>Academia ao ar livre</i> .....	209
8.2.7	<i>Quadra poliesportiva</i> .....	210
8.2.7.1	<i>Execução</i> .....	210
8.2.8	<i>Quadra de Areia</i> .....	211
8.2.9	<i>Passarelas</i> .....	211
8.2.10	<i>Guarda-Corpo</i> .....	212
8.2.10.1	<i>Concreto</i> .....	212
8.2.10.2	<i>Metálico</i> .....	212
8.2.11	<i>Pista de Skate</i> .....	212
8.2.12	<i>Paisagismo</i> .....	215
8.2.13	<i>Passeios</i> .....	215
8.2.14	<i>Drenagem</i> .....	215
<b>9.</b>	<b>SEGURANÇA E CONVENIÊNCIA PÚBLICA</b> .....	<b>216</b>
9.1	CONSIDERAÇÕES .....	216
<b>10.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>218</b>

**LISTA DE FIGURAS**

**PÁG.**

Figura 1.1 - Rua Alex Kricheldorf– Segmento com identificação das soleiras dos portões em relação ao nível da pista existente..... 17

Figura 1.2 - Rua Orestes Girardi - Trecho com alinhamento predial existente, impactando na largura da via projetada..... 17

Figura 1.3 - Rua Comandante Karl Busch – Trecho com alinhamento predial existente impactando na largura da via projetada. .... 17

Figura 1.4 - Rua São Virgílio - Soleiras dos portões no nível da pista existente. .... 17

Figura 1.5 - Rua Olívio Menestrina - Trecho com alinhamento predial existente impactando na largura da via projetada..... 18

Figura 1.6 - Rua Rudolf Baumer - Cota existente da pista já compatível com o nível da edificação. .... 18

Figura 2.1 - *Esquema De Localização De Bota Fora, Pedreiras E Usinas*..... 31

Figura 3.1 – Ilustração do SuDS tipo Calçada Drenante com e sem borda ..... 36

Figura 3.2 – Ilustração da Locação dos Pontos dos SuDS, a partir do Projeto Executivo Geométrico ..... 37

Figura 3.3 – Ilustração de passeio a remover para execução dos SuDS ..... 38

Figura 3.4 – Ilustração de Boca de Lobo a remover para execução dos SuDS ..... 38

Figura 3.5 – Extrato do Projeto Geométrico, com informações dos pontos notáveis, com destaque para os elementos de SuDS..... 39

Figura 3.6 – Projeto Executivo de Drenagem, com destaque para identificação do tipo de SuDS, largura e profundidade, junto a respectiva legenda ..... 39

Figura 3.7 – Extrato de desenho do presente Projeto Executivo de Drenagem, com exemplo de locação de Boca de Lobo a Recompor..... 40

Figura 3.8 – Ilustração da proteção prevista para Ligação Domiciliar de Água..... 40

Figura 3.9 – Ilustração da proteção prevista para Ligação Domiciliar de Esgoto, quando não há interferência com SuDS ( $H \leq 0,50m$ ) ..... 41

Figura 3.10 – Ilustração da proteção prevista para Ligação Domiciliar de Esgoto, quando há interferência com SuDS ( $H \geq 0,50m$ ) ..... 41

Figura 3.11 – Ilustração do modelo de ligação predial de esgoto da CAJ..... 42

Figura 3.12 – Ilustração da camada de agulhamento no caso de solo mole..... 43

Figura 3.13 – Ilustração do revestimento do SuDS com Geotêxtil não tecido..... 43

Figura 3.14 – Ilustração da Placa de Controle de Escoamento (em vista frontal), com orifício para passagem do tubo dreno. .... 44

Figura 3.15 – Projeto Executivo de Drenagem, com exemplo de altura do respectivo SuDS..... 45

Figura 3.16 – Ilustração do SuDS tipo Vala de Retenção..... 46

Figura 3.17 – Ilustração do revestimento do SuDS com Geotêxtil não tecido..... 48

Figura 3.18 – Ilustração do SuDS tipo Jardim de Chuva ..... 49

Figura 3.19 – Extrato de desenho do presente Projeto Executivo de Drenagem, com exemplo de SuDS do tipo Reservatório ..... 52

Figura 3.20 – Ilustração do SuDS tipo Reservatório..... 53

Figura 3.21 – Ilustração do SuDS para grandes declividades.....	54
Figura 3.22 - Extrato De Desenho Do Presente Projeto Executivo De Drenagem, Com Indicação De Trecho De Galeria A Recompor .....	55
Figura 3.23 – Ilustração do reparo do tubo com luvas de emenda.....	73
Figura 4.1 - Bloco de concreto retangular drenante.....	79
Figura 4.2 - Meio-fio pré-moldado .....	83
Figura 4.3 - Rebaixo de acessibilidade – Tipo 01 - Passeios com largura total igual ou maior a 3,00m. ....	85
Figura 4.4 - Rebaixo de acessibilidade – Tipo 02 - Passeios com largura igual ou maior a 2,00m e menores que 3,00m.....	85
Figura 4.5 - Rebaixo de acessibilidade – Tipo 03 - Passeios com largura igual ou maior a 1,75m e menor que 2,00m.....	86
Figura 4.6 - Rebaixo de acessibilidade – Tipo 04 - Passeios com largura menor que 1,75m.....	86
Figura 4.7 - Rebaixo de acessibilidade – Tipo 05 .....	86
Figura 4.8 - Rebaixo de veículos.....	87
Figura 4.9 - Descontinuidade do delimitador físico existente.....	88
Figura 4.10 - Mudança de direção $150^{\circ} < X \leq 180^{\circ}$ .....	88
Figura 4.11 - Mudança de direção $90^{\circ} \leq X \leq 150^{\circ}$ .....	89
Figura 4.12 - Encontro de três faixas direcionais.....	89
Figura 4.13 - Distância mínima entre a sinalização tátil direcional e obstáculos.....	90
Figura 4.14 - Defesa metálica .....	91
Figura 4.15 - Refletivos para defesa metálica.....	92
Figura 4.16 - Canelinha .....	94
Figura 4.17 - Flamboyanzinho.....	95
Figura 4.18 - Sibipiruna .....	95
Figura 4.19 - Tutor.....	97
Figura 5.1 - Trechos com e sem cadastro de redes de água .....	100
Figura 5.2 - Trechos com e sem cadastro de redes de esgoto.....	101
Figura 5.3 -Detalhe Envoltória Da Tubulação Abaixo Do Pavimento .....	102
Figura 5.4 - Detalhe Envoltória Da Tubulação Abaixo Do Passeio .....	103
Figura 5.5 - Detalhe Ligação Predial De Esgoto.....	107
Figura 5.6 - Detalhe Ligação Predial De Água.....	108
Figura 5.7 - Detalhe Ligação Predial De Água Pluvial.....	108
Figura 5.8 - Detalhe De Elevação Das Tampas.....	110
Figura 5.9 - Rua Arlindo Correa – Rede identificada.....	111
Figura 5.10 - Rua Laércio Beninca – Rede identificada.....	111
Figura 5.11 – Inspeção Campo .....	112
Figura 5.12 – Inspeção Campo .....	112
Figura 5.13 - Esquema De Localização De Bota Fora.....	114
Figura 7.1 - Tachas .....	203
Figura 7.2 – Tachões.....	203
Figura 7.3- Estrutura dos tachões .....	204



---

Figura 7.4 - Estrutura das tachas.....	204
Figura 7.5 - Medidas sugeridas, faixa elevada.....	206
Figura 8.1 - Localização área Pública 01 .....	207
Figura 8.2 - Localização área Pública 02 .....	207
Figura 8.3- Referência visual das lixeiras. ....	209
Figura 8.4 - Detalhe Copping. ....	213
Figura 8.5 - Pista de skate.....	214

**LISTA DE QUADROS**

	<b>PÁG.</b>
Quadro 1.1 - Localização dos pontos de sondagem.....	20
Quadro 1.2 - Muro de Contenção Projetado .....	21
Quadro 2.1 - Massas específicas referenciais dos materiais, solos e agregados (DNIT, 2017) .....	22
Quadro 2.2 - Resumo das áreas e unidades de remoção de vegetação (m <sup>2</sup> ).....	23
Quadro 2.3 - Resumo dos volumes de terraplenagem. ....	23
Quadro 2.4 - Resumo geral de terraplenagem.....	25
Quadro 2.5 - Áreas para substituição de solos e respectivos volumes. ....	27
Quadro 2.6 - Resumo dos volumes de bota fora (m <sup>3</sup> ).....	28
Quadro 2.7 - <i>Resumo das distâncias médias de transporte (bota fora, pedreira e usina) em km.</i> ....	32
Quadro 2.8 - <i>Descrição e quantidade mínima de equipamentos necessários.</i> ....	32
Quadro 2.9 - <i>Controle tecnológico dos materiais da camada final do subleito (Ruas).</i> .....	33
Quadro 2.10 - <i>Controle tecnológico da execução da camada final do subleito (Ruas).</i> .....	34
Quadro 2.11 - <i>Controle tecnológico dos materiais da camada final de terraplenagem (Áreas públicas).</i> .....	34
Quadro 2.12 - <i>Controle tecnológico da execução da camada final de terraplenagem (Áreas públicas).</i> .....	34
Quadro 3.1 – Propriedades de Manta Geotêxtil Não Tecida .....	63
Quadro 3.2 – Controle Estatístico .....	69
Quadro 3.3 – Valores K e K1 .....	69
Quadro 4.1 - Implantação de Guarda-Corpo.....	90
Quadro 5.1 - Critérios para determinação do tipo de interferências com rede de água e esgoto. ....	101
Quadro 5.2- Remanejamentos que impactam mais de uma via. ....	104
Quadro 5.3 - Ligações domiciliares de água.....	104
Quadro 5.4 - Ligações domiciliares de água - resumo .....	105
Quadro 5.5 - Ligações domiciliares de esgoto.....	105
Quadro 5.6 - Ligações domiciliares de esgoto - resumo.....	105
Quadro 5.7 - Ligações domiciliares de água pluvial .....	106
Quadro 5.8 - Ligações domiciliares de água pluvial - resumo .....	106
Quadro 5.9 - Grandes Consumidores .....	109
Quadro 5.10 - Resumo das distancias médias de transporte (bota fora) em km .....	114
Quadro 6.1 – Controle de Materiais – Preparo do Subleito .....	122
Quadro 6.2 – Controle de Execução – Preparo do Subleito .....	123
Quadro 6.3 – Controle Geométrico e de Acabamento – Preparo do Subleito.....	124
Quadro 6.4 – Controle Estatístico – Preparo do Subleito .....	124
Quadro 6.5 – Tolerância Unilateral e K1 Tolerância Bilateral.....	125
Quadro 6.6 – Faixa Granulométrica – Pedra Rachão.....	127
Quadro 6.7 – Controle de Materiais – Pedra Rachão .....	130
Quadro 6.8 – Controle de Execução – Pedra Rachão.....	131
Quadro 6.9 – Controle Geométrico e de Acabamento – Pedra Rachão.....	132
Quadro 6.10 – Controle Estatístico – Pedra Rachão .....	133

Quadro 6.11 – Tolerância Unilateral e K1 Tolerância Bilateral .....	133
Quadro 6.12 – Faixa Granulométrica – Macadame Seco .....	135
Quadro 6.13 – Controle de Materiais – Macadame Seco .....	138
Quadro 6.14 – Controle de Execução – Macadame Seco .....	139
Quadro 6.15 – Controle Geométrico e de Acabamento - Macadame Seco .....	140
Quadro 6.16 – Controle Estatístico – Macadame Seco .....	141
Quadro 6.17 – Tolerância Unilateral e K1 Tolerância Bilateral .....	141
Quadro 6.18 – Faixa Granulométrica – Brita Graduada Simples .....	144
Quadro 6.19 – Controle de Materiais – Brita Graduada Simples .....	148
Quadro 6.20 – Controle de Produção – Brita Graduada Simples .....	149
Quadro 6.21 – Controle de Execução – Brita Graduada Simples .....	150
Quadro 6.22 – Controle Geométrico e de Acabamento – Brita Graduada Simples .....	151
Quadro 6.23 – Controle Estatístico – Brita Graduada Simples .....	152
Quadro 6.24 – Tolerância Unilateral e K1 Tolerância Bilateral .....	152
Quadro 6.25 – Imprimação Betuminosa - Impermeabilizante .....	154
Quadro 6.26 – Controle de Materiais – Imprimação Betuminosa - Impermeabilizante .....	156
Quadro 6.27 – Controle de Execução – Imprimação Betuminosa - Impermeabilizante .....	156
Quadro 6.28 – Controle Estatístico – Imprimação Betuminosa – Impermeabilizante .....	157
Quadro 6.29 – Tolerância Unilateral e K1 Tolerância Bilateral .....	157
Quadro 6.30 – Asfaltos Diluídos – Imprimação Betuminosa - Impermeabilizante .....	158
Quadro 6.31 – Consumo de Materiais – Imprimação Betuminosa - Ligante .....	161
Quadro 6.32 – Controle de Materiais – Imprimação Betuminosa – Ligante .....	163
Quadro 6.33 – Controle de Execução – Imprimação Betuminosa - Ligante .....	163
Quadro 6.34 – Controle de Estatístico – Imprimação Betuminosa - Ligante .....	164
Quadro 6.35 – Tolerância Unilateral e K1 Tolerância Bilateral .....	164
Quadro 6.36 – Emulsões Asfálticas – Imprimação Betuminosa - Ligante .....	165
Quadro 6.37 – Granulometria do Filler .....	169
Quadro 6.38 – Composição do CAUQ .....	170
Quadro 6.39 – Mistura Asfáltica - CAUQ .....	171
Quadro 6.40 – Requisitos para Vazios do Agregado Mineral - VAM .....	171
Quadro 6.41 – Controle de materiais - CAUQ .....	180
Quadro 6.42 – Controle de produção - CAUQ .....	182
Quadro 6.43 – Controle de Execução - CAUQ .....	184
Quadro 6.44 – Controle Geométrico e Acabamento – CAUQ .....	185
Quadro 6.45 – Condições de Segurança – CAUQ .....	186
Quadro 6.46 – Controle Estatístico – CAUQ .....	186
Quadro 6.47 – Tolerância Unilateral e K1 Tolerância Bilateral .....	187
Quadro 6.48 – Ensaio - CAUQ .....	188
Quadro 6.49 – Controle De Materiais – Paver .....	192
Quadro 6.50 – Controle Geométrico e De Acabamento – Paver .....	194
Quadro 6.51 – Controle Estatístico – Paver .....	194

---

Quadro 6.52 – Tolerância Unilateral e K1 Tolerância Bilateral .....195



## **1. PROJETO GEOMÉTRICO – MEMÓRIA DESCRITIVA**

### **1.1 CONSIDERAÇÕES**

---

O projeto geométrico tem por finalidade indicar as concordâncias horizontais e verticais, mencionando-se os raios de curva, identificando os pontos altos e baixos do greide, bem como, os alinhamentos viários (posição dos meios fios).

O projeto geométrico foi desenvolvido a partir da base do levantamento topográfico realizado pelo consórcio e apresentado nos anexos do Volume 01 – Tomo IV.

As premissas iniciais de projeto foram as larguras padrões para o município de Joinville:

- Via de 12 metros – 2,00 metros de passeio direito (PD) + 8,00 metros de leito carroçável (LC) + 2,00 metros de passeio esquerdo (PE);
- Via de 14 metros – 2,00 metros de passeio direito (PD) + 10,00 metros de leito carroçável (LC) + 2,00 metros de passeio esquerdo (PE);
- Via de 15 metros – 2,50 metros de passeio direito (PD) + 10,00 metros de leito carroçável (LC) + 2,50 metros de passeio esquerdo (PE);
- Via de 16 metros – 3,00 metros de passeio direito (PD) + 10,00 metros de leito carroçável (LC) + 3,00 metros de passeio esquerdo (PE);

Neste tocante, as dimensões de largura de projeto, bem como concepção geométrica de traçado horizontal, vertical e seções transversais para as vias, estão de acordo com as diretrizes do município e em atendimento ao disposto nas normas técnicas e manuais do Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte - DNIT, em vigor e o Plano de Mobilidade de Joinville - PlanMOB em conformidade com a Política Nacional de Mobilidade - Lei 12.587/12, contemplando a apresentação de plantas, elementos cadastrais, interseções, perfis, rampas, seções, superelevações e memoriais.

Entretanto, nos casos em que ocorrem áreas já ocupadas e conseqüentemente, com muros e cercas existentes na área de influência do sistema viário, estes limites físicos foram respeitados. Em virtude do motivo exposto, e da região de projeto ser intensamente ocupada, algumas ruas tiveram seus passeios adequados, sendo projetadas larguras variáveis, e neste contexto não sendo respeitado integralmente os valores padrões apresentados anteriormente.

Tomou-se como premissa a largura constante para as vias e variáveis para os passeios, levando, no entanto, a consideração das condições de acessibilidade previstas em norma para as calçadas.

A velocidade diretriz máxima é de 40km/h, seguindo conforme diretrizes apresentadas na Resolução 180 - Manual de Sinalização Vertical de Regulamentação do CONTRAN (2005).

Os raios de curva projetado para as interseções (esquinas), foram em geral de 8,0m. No caso de restrições físicas, os raios foram reduzidos, sendo devidamente indicados na planta baixa do projeto.

O projeto geométrico, no quesito de concordância vertical, foi concebido visando atender as cotas das “soleiras” das edificações. O conceito aplicado teve como premissa de que a elevação do greide não prejudicasse o acesso às residências e ao mesmo tempo possibilitasse a minimização das escavações. Ademais, prioriza atender os níveis para o escoamento das águas superficiais com fluxo de sentido em direção ao sistema viário, ao invés de seguir fluxo para o interior dos imóveis lindeiros.

A seguir, é apresentado o registro fotográfico da situação atual de alguns logradouros que evidenciam as soluções de geometria adotadas no projeto geométrico.



**Figura 1.1 - Rua Alex Kricheldorf– Segmento com identificação das soleiras dos portões em relação ao nível da pista existente.**  
Fonte: Azimute, 2020.



**Figura 1.2 - Rua Orestes Girardi - Trecho com alinhamento predial existente, impactando na largura da via projetada.**  
Fonte: Azimute, 2020.



**Figura 1.3 - Rua Comandante Karl Busch – Trecho com alinhamento predial existente impactando na largura da via projetada.**  
Fonte: Azimute, 2020.



**Figura 1.4 - Rua São Virgílio - Soleiras dos portões no nível da pista existente.**  
Fonte: Azimute, 2020.



**Figura 1.5 - Rua Olívio Menestrina - Trecho com alinhamento predial existente impactando na largura da via projetada.**

Fonte: Azimute, 2020.



**Figura 1.6 - Rua Rudolf Baumer - Cota existente da pista já compatível com o nível da edificação.**

Fonte: Azimute, 2020.

## 1.2 ELEMENTOS DE PROJETO

### 1.2.1 Veículo de Projeto

O veículo padrão utilizado para atendimento dos gabaritos da geometria das ruas atende a característica da frota de veículos que circula na região do projeto, ou seja, veículos simples conforme lista a seguir baseada na classificação do DNIT, a saber:

- Carros de Passeio, com dois eixos com rodagem simples, incluindo jeeps e kombis;
- Veículos Utilitários, com dois eixos com rodagem simples (pick-ups, furgões, vans e micro-ônibus)
- Motocicletas, motonetas e bicicletas a motor;
- Bicicletas;
- Caminhão tipo 2C, eixo simples e rodagem simples;
- Caminhão tipo 3C, 3 eixos;
- Ônibus tipo 2CB, 2 eixos.

### 1.2.2 Seção transversal

A declividade transversal de projeto é 2% do eixo da pista em direção aos bordos, excetuando-se os seguintes casos:

- Estaca 30 a 35+10 da Rua Marcos Antônio Serafim e PI à Estaca 1+17 da Rua Valdir Schmoekel, foi adotada a declividade de 3%, inteiramente para o mesmo lado, devido elevada declividade transversal da via existente;

- PI a PF da Rua Jacobus Felthaus e da estaca 9 a PF da Rua Doutor Mauro Moura, contemplam a declividade de 2%, sentido a vala.

Onde as edificações avançam sobre o alinhamento, a largura do passeio foi ajustada, conforme indicação na planta baixa e notas de serviço apresentadas, respectivamente, no Volume 2 – Tomo I e Volume 3 deste produto.

### **1.2.3 Definição em planta**

Com os dados obtidos no levantamento topográfico e com o emprego do software AutoCad Civil 3D® foram geradas as plantas planimétricas, que definiram o traçado da via com a determinação do eixo de locação e a implantação do estaqueamento a cada 20m.

A definição dos passeios e canteiros, levou em consideração uma largura livre de 1,20m, com exceção apenas de um trecho no início da Rua Professor Theodoro Boing que ficou com 0,95m. Segundo a ABNT NBR 9050, em pontos isolados a largura poderá ser reduzida até o limite de 0,80m.

No que tange as pistas projetadas, suas larguras respeitaram as larguras existentes e preconizadas para o município de Joinville, com exceção dos seguintes trechos:

- Rua Francisco Moser – Estaca 29+10 a 47: estreitamento da pista projetada de 8,00m para 6,00m, em virtude de a via existente possuir um desnível transversal elevado (em torno de 1,00m entre o alinhamento predial direito e esquerdo) e o afastamento da delimitação da pista atualmente existente e portão dos imóveis, possuírem rampas que permitem o acesso as residências. Caso adotado a pista de 8,00m, o espaço destinado as rampas de acesso as residências seria prejudicado;
- Rua Marcos Antônio Serafim – Estaca 29 a 38: estreitamento da pista projetada de 8,00m para 6,00m, em virtude de a via existente possuir um desnível transversal elevado (em torno de 1,00m entre o alinhamento predial direito e esquerdo) e o afastamento da delimitação da pista atualmente existente e portão dos imóveis, possuírem rampas que permitem o acesso as residências. Caso fosse adotado a pista de 8,00m, o espaço destinado as rampas de acessos a residências seria prejudicado;
- Rua Olívio Menestrina – Estaca 4+15 a 15: estreitamento da pista projetada de 8,00m para 6,00m, em virtude de a via existente possuir distância entre muros (alinhamento predial existente) em torno de 9,00m. Sendo assim, nesse trecho a pista fora reduzida para 6,00m com passeio em ambos os lados com largura variável de no mínimo 1,50m. A variação da largura dos passeios está indicada na nota de serviço, constante no volume 04 deste produto.

### **1.2.4 Definição do perfil**

Com o perfil do terreno gerado, dispondo-se das limitações dos níveis existentes, definiram-se as rampas e concordâncias verticais do greide de terraplenagem e acabado de pavimentação. Este greide forneceu subsídios ao desenvolvimento do projeto de terraplenagem. Nas esquinas projetadas os greide de projeto e

o greide das ruas perpendiculares existentes foram ajustados e compatibilizados de forma a suavizar a interface entre os mesmos.

Em planta e perfil foram indicados os furos de sondagens realizados na área de projeto. Os pontos que contém a indicação "(2)" referem-se à segunda campanha de sondagens realizada.

**Quadro 1.1 - Localização dos pontos de sondagem**

IDENTIFICAÇÃO	RUA	Norte (m)	Este (m)
ST-01	Mirko Mayerle x Professor Theodoro Boing	7.090.627,992	709.014,214
ST-02	Marcos João Serafim	7.090.571,426	709.332,677
ST-03	Arlindo Correa	7.089.674,891	708.412,930
ST-04	Hildo Novaes	7.090.460,395	708.560,100
ST-05	Alberto Miers x Carlos Vitor Hardt	7.090.059,290	708.970,173
ST-06	Manoel Maurício Filho	7.089.893,063	710.039,554
ST-07	Doutor Mauro Moura x São Gabriel Arcanjo	7.089.561,409	709.094,045
ST-08	São Vigílio x Petronilha de Souza Fortunato	7.089.655,964	709.865,038
ST-09	Comandante Karl Busch	7.089.954,765	709.467,310
ST-10	Dante Nazato x Laercio Beninca	7.089.336,267	709.174,056
ST-11	Jacobus Felthaus	7.089.228,236	710.057,470
ST-12	Anery Rosa Roque	7.089.088,600	709.489,604
ST-13	João Carlos Gomes de Oliveira	7.090.206,068	708.660,234
ST-01 (2)	Mirko Mayerle x Carlos Vitor Hardt	7.090.619,646	708.975,656
ST-03 (2)	Renato Scheunemann	7.090.118,527	708.624,323
ST-04 (2)	Francisco Moser	7.090.055,465	709.214,895
ST-05 (2)	Heinzi Zietz x Carlos Guilherme Jerke	7.089.911,156	708.776,836
ST-06 (2)	Heinzi Zietz x Doutor Mauro Moura	7.089.905,152	709.069,607
ST-07 (2)	Manoel Maurício Filho x Petronilha de Souza Fortunato	7.089.874,819	709.866,980
ST-08 (2)	São Vigílio x Petronilha de Souza Fortunato	7.089.642,330	709.873,665
ST-09 (2)	Marcos João Serafim x Doutor Luiz Carlos Perin	7.089.404,246	709.369,457
ST-10 (2)	Jacobus Felthaus x Petronilha de Souza Fortunato	7.089.219,114	709.877,398

Fonte: Azimute,2021.

### 1.2.5 Muro de contenção

Na Rua Dante Nazato, para evitar o estreitamento da pista de rolamento existente, foram previstos 2 (dois) muros de contenções, conforme indicação a seguir:

**Quadro 1.2 - Muro de Contenção Projetado**

Rua	Estaca Inicial	Estaca Final	Extensão (m)
Dante Nazato	30+9	32+12	43,00
Dante Nazato	36+2	38+7	45,00

Fonte: Azimute,2021.

## **2. PROJETO DE TERRAPLANAGEM – MEMÓRIA DESCRITIVA**

### **2.1 CONSIDERAÇÕES**

A concepção do projeto de terraplenagem tem como objetivo orientar os serviços de terraplenagem e distribuição dos materiais, bem como visa à formulação de uma estrutura que possua suficientes condições de suporte para o pavimento projetado.

O projeto de terraplenagem foi desenvolvido tendo como base os estudos topográficos, os estudos geotécnicos, o projeto geométrico e o projeto de pavimentação, constituindo-se de: cálculo dos volumes de terraplenagem (cortes e aterros), definição da distribuição dos solos, análise de viabilidade dos materiais, detalhamento através de seções e plantas e orientações executivas.

### **2.2 TALUDES**

Em função da geometria do projeto (aterros e cortes com alturas pequenas) os taludes projetados tem inclinação de:

- Cortes: 1:1,0 (V:H);
- Aterros: 1:1,5 (V:H).

### **2.3 FATORES DE CÁLCULO**

Com apoio na geometria definida nas seções transversais, foram cubados os volumes de escavação em corte e os volumes de aterro. Os volumes de corte já consideram a remoção do material da estrutura de pavimentação existente.

O fator de empolamento (relação entre o material natural e o material solto) utilizado como referência para custos e orçamentos dos transportes, foi calculado com base nas massas específicas referenciais dos materiais, conforme recomendação do manual de custos de infraestruturas de transportes, metodologia e conceitos, volume 1, do DNIT, reproduzidas no quadro em sequência.

Conforme análise das sondagens e ensaios de solos, realizados na etapa do estudo geotécnico, foi verificada a presença de solos de 1ª categoria, sendo assim, para a determinação dos fatores serão utilizadas as informações do referido tipo de material, conforme bibliografia do DNIT, tanto para o cálculo do fator de empolamento, como para o fator de homogeneização.



**Quadro 2.1 - Massas específicas referenciais dos materiais, solos e agregados (DNIT, 2017).**

<b>Materiais</b>	<b>Massa específica natural (t/m³)</b>	<b>Massa específica solta (t/m³)</b>	<b>Massa específica compactada (t/m³)</b>
Materiais de 1ª categoria	1,875	1,500	2,063
Materiais de 2ª categoria	2,085	1,500	2,085
Materiais de 3ª categoria	2,630	1,500	2,100
Solos	1,875	1,500	2,063
Brita	2,630	1,500	2,100
Areia	-	1,500	1,725

Portanto:

$$fator\ de\ empolamento\ (material\ de\ 1^a) = \frac{massa\ específica\ natural}{massa\ específica\ solta} = \frac{1,875\ t/m^3}{1,500\ t/m^3} = 1,25$$

Para levar em conta as diferenciações entre os volumes dos materiais encontrados no corte (natural) e os volumes dos materiais após a conclusão dos aterros (compactados), utilizados para a distribuição dos volumes, é necessário utilizar fatores que relacionam o volume natural no corte e o volume após compactado no aterro. Para o projeto os fatores foram calculados considerando as massas específicas referenciais do DNIT, conforme quadro anterior. Portanto o fator de homogeneização adotado é:

$$fator\ de\ homogeneização\ (material\ de\ 1^a) = \frac{massa\ específica\ compactada}{massa\ específica\ natural} = \frac{2,063\ t/m^3}{1,875\ t/m^3} = 1,10$$

## **2.4 SERVIÇOS PRELIMINARES**

Compreendem os serviços de remoção de vegetação (limpeza do terreno através de remoção de mato, capim e arbustos). A vegetação quantificada em área e que será removida é composta de mato do tipo gramas e capins, não havendo necessidade de solicitação de corte. Já os arbustos foram quantificados por unidade e necessitam de autorização para corte. Nas áreas públicas 01 e 02 as árvores existentes serão mantidas, sendo removido apenas o mato (capim) que cresceu na área.

As áreas de vegetação a serem removidas estão indicadas na planta baixa do projeto de terraplenagem e também no Quadro 2.2.

**Quadro 2.2 - Resumo das áreas e unidades de remoção de vegetação (m<sup>2</sup>)**

Item	Alinhamento (rua)	Área (mato)
1	Dante Nazato	1.615,00
2	Dr Mauro Moura	4.620,00
3	Jacobus Felthaus	1.592,00
4	Luciano De O. Cercal	97,00
5	Marcos João Serafim	549,00
6	Rudolf Baumer	740,00
7	São Gabriel Arcanjo	1.902,00
8	Área pública 01	3.425,00
9	Área pública 02	7.194,00
<b>Total</b>		<b>21.734,00</b>

Este processo deverá ser orientado segundo a definição adotada no projeto geométrico, utilizando equipamentos de corte tipo escavadeiras hidráulicas, motoniveladoras e caminhões basculantes para o transporte de materiais. Deverão ser executados em conformidade com a especificação DNIT-ES 104/2009 (Terraplenagem - Serviços Preliminares).

## 2.5 VOLUMES DE TERRAPLENAGEM

Definidas as características geométricas do projeto, são geradas superfícies de projeto e seções transversais. Com as áreas calculadas, são geradas as planilhas de volumes. O Quadro 2.3 ilustra o resumo dos volumes de terraplenagem separados por rua.

**Quadro 2.3 - Resumo dos volumes de terraplenagem.**

Item	Alinhamento	Volume de Corte (m <sup>3</sup> )	Volume de Aterro (m <sup>3</sup> )	Volume de Reaterro (m <sup>3</sup> )
1	RUA ADOLFO HARDT	722,47	-	27,47
2	RUA AFONSO LENZI	1.628,74	75,50	-
3	RUA ALBERTO BEZ	511,86	0,08	18,81
4	RUA ALBERTO MIERS	4.270,96	29,43	130,80
5	RUA ALEX KRICHELDORF (TRECHO 01)	879,20	0,33	25,99
6	RUA ALEX KRICHELDORF (TRECHO 02)	1.350,22	12,48	74,11
7	RUA ANERY R. ROQUE	754,77	1,08	26,16
8	RUA ANTONIO BISCHOF	1.386,73	65,51	88,34
9	RUA ARLINDO CORREA	1.535,17	37,05	97,52
10	RUA AUGUSTO ECCEL	1.270,72	10,44	72,48
11	RUA BENTO TORQUATO DA ROCHA	4.788,70	265,78	263,40
12	RUA BRAULIO DE SÁ BARBOSA	1.746,60	9,34	48,32
13	RUA CARLOS G. JERKE (TRECHO 01)	1.469,70	25,56	64,31
14	RUA CARLOS G. JERKE (TRECHO 02)	1.432,48	48,71	69,70
15	RUA CARLOS VITOR HARDT	1.340,75	2,74	102,68
16	RUA CILEZIO R. SILVEIRA	420,40	1,54	17,34



Item	Alinhamento	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volume de Reaterro (m³)
17	RUA COMANDANTE KARL BUSCH	3.004,39	36,78	44,26
18	RUA DANTE NAZATO	3.391,33	105,85	186,25
19	RUA DELIRIO BERTELL	129,11	8,82	15,78
20	RUA DR MAURO MOURA	4.989,23	40,28	411,21
21	RUA EDSON A. DA SILVA	467,27	2,35	21,71
22	RUA ERNESTO HANCH	2.088,77	50,93	-
23	RUA EWALDO EICHHOLZ	818,58	16,95	30,85
24	RUA FRANCISCO MOSER	4.559,46	71,66	124,36
25	RUA HAROLD C. MIERS	1.828,46	110,58	129,52
26	RUA HEINZI ZIETZ	1.851,28	65,58	116,29
27	RUA HERCÍLIO J. DA SILVA	319,90	6,40	17,97
28	RUA HERMINIO DAGNONI	1.573,43	17,92	68,63
29	RUA HILDO NOVAES	2.807,49	14,47	128,27
30	RUA JACOBUS FELTHAUS	5.361,35	45,04	204,73
31	RUA JOÃO C. G. DE OLIVEIRA (T 01)	1.044,30	10,83	42,83
32	RUA JOÃO C. G. DE OLIVEIRA (T 02)	1.052,13	4,66	25,53
33	RUA JOÃO SANCHO MOREIRA	1.089,10	7,93	69,67
34	RUA JOAQUIM GIRARDI	2.588,11	33,44	118,34
35	RUA JUVENTINO JOSE DA SILVA JR	641,04	-	8,99
36	RUA LEOPOLDO BENINCA	671,97	99,50	-
37	RUA LUCIANO DE O. CERCAL	383,59	7,28	27,69
38	RUA MANOEL MAURICIO FILHO	1.840,28	44,78	-
39	RUA MARCOS JOÃO SERAFIM	5.355,60	113,50	29,02
40	RUA MARCIO LUCKOW	399,30	0,40	205,50
41	RUA MARQUES DE MARCIA	580,27	-	22,40
42	RUA MIRKO MAYERLE	1.506,07	33,35	63,50
43	RUA NOSSA SENHORA DO CARMO	1.040,18	3,53	122,98
44	RUA OLIVIO MENESTRINA	1.207,66	24,60	44,46
45	RUA ORESTES GIRARDI	184,54	16,43	-
46	RUA PAULINO DE JESUS	1.098,39	19,13	73,76
47	RUA PETRONILHA S. F. (TRECHO 01)	3.298,15	60,71	127,95
48	RUA PETRONILHA S. F. (TRECHO 02)	481,01	24,85	26,16
49	RUA PROF. THEODORO BOING	1.815,41	94,65	-
50	RUA RAD. DANIEL DA SILVA	541,86	6,70	38,56
51	RUA RENATO SCHEUNEMANN	1.412,82	401,92	66,02
52	RUA RODRIGO BAUMER	452,67	36,31	35,89
53	RUA RUDOLF BAUMER	4.605,03	254,81	305,00
54	RUA SÃO BENTO	1.294,27	39,00	129,33
55	RUA SÃO GABRIEL ARCANJO	4.361,18	64,97	201,11
56	RUA SÃO VENANCIO FORTUNATO	1.116,69	0,66	27,83
57	RUA SÃO VIGILIO	1.801,63	119,10	-
58	RUA SEM DENOMINAÇÃO 04	193,41	1,69	-
59	SER. SIDNEI LOURENCI	127,98	-	-
60	RUA SOELI A. USSINGER	886,81	1,52	30,07

Item	Alinhamento	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volume de Reaterro (m³)
61	RUA VALDEMAR HESSE	335,99	7,68	23,48
62	RUA VALDEMAR LINHARES	605,87	-	10,89
63	RUA VALDIR SCHMOCKEL	858,46	8,93	24,01
64	RUA VER. HERMINIO KUNTZE	559,11	0,74	13,38
		<b>104.130,38</b>	<b>2.722,77</b>	<b>4.541,58</b>

Já o Quadro 2.4 mostra um resumo geral dos volumes de terraplenagem, incluindo o somatório de todas as ruas.

**Quadro 2.4 - Resumo geral de terraplenagem.**

Item	Elemento	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)
1	Ruas	104.130,38	2.722,77
2	Área pública 01	1.977,76	196,54
3	Área pública 02	1.967,15	514,77
4	Valas - 01	215,40	158,40
	Total	<b>108.290,69</b>	<b>3.592,48</b>

Os relatórios completos com os volumes geométricos do projeto gerados pelo Autocad Civil 3D, são apresentados no Volume 03 – Tomo II deste produto.

Os volumes relacionados as escavações para implantação de dispositivos de drenagem (tubos) são quantificados na disciplina de drenagem. Os volumes de corte e aterro das áreas públicas, denteamentos e valas são apresentados nos desenhos, apresentados no Volume 02 – Tomo II deste produto.

## **2.6 CORTES**

Etapa onde será executada a escavação dos materiais constituintes do terreno natural para atender a plataforma de terraplenagem. Deverão ser executados de acordo com a especificação DNIT-ES 106/2009 (Terraplenagem - Cortes) e/ou DNIT-ES 107/2009 (Terraplenagem - Empréstimos).

A escavação dos solos moles deverá ser executada de acordo com a especificação DER-SC-ES-T-06/92 (Terraplenagem - Escavação de Solos Moles).

Na fase de projeto o subleito foi ensaiado (CBR, expansão, etc.) e os resultados foram apresentados no relatório do estudo geotécnico, que serviu como base para definir os locais onde o solo tem condições de uso nos aterros. Esta consideração foi levada em conta na elaboração da distribuição de volumes apresentada na folha 02/10 do projeto executivo do terraplenagem (1439DGLD0314).

Porém na fase de obras os materiais de corte deverão ser ensaiados para verificação e confirmação das condições de suporte, assim como, o subleito após o corte, através dos ensaios relacionados no tópico

(controle tecnológico) deste relatório. Os resultados devem atender os parâmetros mencionados no tópico (aterros) deste relatório.

Conforme as especificações DNIT-ES 106/2009 e DNIT-ES 107/2009 os insumos são: materiais do terreno natural (solos) e rachão (empréstimo). Os serviços são: escavações de corte, transporte e deposição dos materiais em áreas de aterro ou bota fora.

## **2.7 ATERROS**

Deverão ser executados de acordo com a especificação DNIT-ES 108/2009 (Terraplenagem - Aterros). Os aterros serão compactados a 100% do proctor normal. Os materiais empregados nos aterros deverão possuir CBR mínimo conforme indicado no projeto de pavimentação, ou seja:

- Na região CBR 4: expansão  $\leq 2\%$  e CBR  $\geq 4\%$ ;
- Na região CBR 9: expansão  $\leq 2\%$  e CBR  $\geq 9\%$ .

Os materiais para os aterros têm origem nos cortes, onde os solos serão ensaiados e classificados para a utilização, observar quantidade e frequência mínima de ensaios indicados no tópico (controle tecnológico) deste relatório.

O ensaio de controle de compactação será executado pelo método frasco de areia que deverá ser executado de acordo com o método de ensaio DNER-ME 092/94 - Solo - determinação da massa específica aparente, "in situ", com emprego do frasco de areia, conforme a necessidade, a cada camada.

Caso o material compactado se apresente mais grosseiro do que aquele passante na peneira no 4, deverá ser levantada a curva granulométrica e peso específico do material grosseiro para permitir a correção dos valores associados aos ensaios de controle de compactação.

O aterro deverá ser executado em camadas sucessivas que permitam o seu umedecimento e compactação e a espessura da camada não deverá ser maior que 30cm.

Conforme as especificações DNIT-ES 108/2009 os insumos são: materiais do terreno natural (solos) provenientes do corte. Os serviços são: descarga, lançamento do material, espalhamento, umedecimento ou aeração, quando necessário escarificação, compactação e controle topográfico para atendimento do projeto.

## **2.8 SUBSTITUIÇÃO DE SOLOS**

Após análise dos resultados dos ensaios geotécnicos realizados, assim como as sondagens, foram determinados locais com a presença de solos que se enquadram e não se enquadram nas qualidades geotécnicas previstas para a camada final de terraplenagem, sendo os mesmos classificados em:

- Região com substituição: expansão  $> 3\%$  e/ou CBR  $< 4\%$  (haverá rebaixo do corte e o material do corte e do rebaixo de corte não será aproveitado e vai para o bota fora);

- Região sem substituição e sem aproveitamento: expansão entre 2% e 3% e CBR  $\geq$  4% (não haverá rebaixo de corte, porém o material de corte não será aproveitado e vai para o bota fora);
- Região sem substituição e com aproveitamento: expansão  $<$  2% e CBR  $\geq$  9% (não haverá rebaixo de corte e o material de corte poderá ser aproveitado para confecção de aterros);

A planta baixa do projeto de terraplenagem indica a área com substituição de solos. Onde é previsto o rebaixo do corte em espessura de 50cm e substituição do material. O material a ser depositado nos locais de substituição será proveniente de empréstimo de jazida (material pétreo, pedra rachão com diâmetro máximo de 30cm). O Quadro 2.5 mostra os locais onde haverá a remoção de solos e substituição por rachão e os volumes geométricos necessários de corte em solo e conseqüentemente de rachão.

**Quadro 2.5 - Áreas para substituição de solos e respectivos volumes.**

Discriminação	Estaca inicial		Área m <sup>2</sup>	Volume m <sup>3</sup>
	Inicial	Final		
Rua Valdemar Linhares	0+00	1+14	356,29	178,15
Rua Juventino José da Silva Jr	0+00	1+03	182,38	91,19
	1+18	3+18	326,68	163,34
Rua Heinz Zietz	2+04	3+08	195,21	97,60
Valas - 01 - Rua R. Scheunemann	-	-	-	57,00
Total			1.060,56	<b>587,28</b>

Os volumes de corte para substituição de solos dos projetos das ruas já constam nos relatórios de volumes de corte (Volume 03 – Tomo II).

## 2.9 EMPRÉSTIMOS

Conforme movimentação de solos proveniente do projeto de terraplenagem, que por sua vez tem como base análises geotécnicas, serão necessários materiais de empréstimo para as áreas de substituição de solos (mencionados no tópico sobre substituições de solos). Ou seja, o volume de material de empréstimo será de 7.821,57m<sup>3</sup> (conforme Quadro 2.5).

O material é rachão proveniente de pedra comercial. Indicado no esquema de localização de materiais e distancias. O rachão deve possuir diâmetro máximo de 30cm.

## 2.10 BOTA-FORA

Os materiais provenientes do corte serão classificados em:

- Inservíveis para aterros: solos que possuem expansão maior que 2% ou CBR inferior a 9% (este material é diretamente destinado para o bota fora).

- Servíveis para aterros: solos extraídos dos cortes que possuem expansão inferior ou igual a 2% e CBR superior ou igual a 9% (este material fica disponível para utilização nos aterros e o excedente vai para bota fora);

Os materiais inservíveis serão direcionados para áreas de bota fora e os materiais servíveis serão em parte destinados para áreas de aterro e o excedente para áreas de bota fora. O bota-fora será comercial e licenciado na região. O Quadro 2.6 mostra o volume de solos destinados para bota fora de cada rua e no final o somatório do volume de terraplenagem (corte) destinado para bota fora.

**Quadro 2.6 - Resumo dos volumes de bota fora (m³).**

Item	Alinhamento	Volume
01	Rua Ver. Herminio Kuntze	544,39
02	Rua Valdemar Linhares	605,87
03	Rua Renato Scheunemann	898,08
04	Rua Hildo Novaes	2.650,48
05	Rua Juventino Jose Da Silva Jr	631,14
06	Rua Arlindo Correa	1.427,89
07	Rua João Sancho Moreira	1.012,47
08	Rua Braulio De Sá Barbosa	1.693,46
09	Rua Cilezio R. Silveira	401,33
10	Rua Alberto Miers	3.839,75
11	Rua Heinz Zietz	1.650,79
12	Rua Rad. Daniel Da Silva	499,45
13	Rua Valdemar Hesse	301,72
14	Rua Ewaldo Eichholz	765,18
15	Rua Mirko Mayerle	1.399,53
16	Rua Carlos Vitor Hardt	1.224,79
17	Rua Prof. Theodoro Boing	1.711,29
18	Rua Carlos G. Jerke (Trecho 01)	1.370,85
19	Rua Carlos G. Jerke (Trecho 02)	1.302,23
20	Rua Harold C. Miers	1.421,89
21	Rua Marques De Marcia	555,63
22	Rua João C. G. De Oliveira (T 01)	997,20
23	Rua João C. G. De Oliveira (T 02)	1.018,92
24	Rua Marcio Luckow	173,25
25	Rua Adolfo Hardt	692,25
26	Rua Dr Mauro Moura	4.210,89
27	Rua Dante Nazato	3.070,02
28	Rua Francisco Moser	4.343,85
29	Rua Marcos João Serafim	5.198,83
30	Rua Rudolf Baumer	3.537,51

Item	Alinhamento	Volume
31	Rua Joaquim Girardi	2.421,15
32	Rua Sem Denominação 04	191,56
33	Rua Orestes Girardi	166,48
34	Rua Delirio Bertell	102,05
35	Rua Soeli A. Ussinger	852,06
36	Rua Valdir Schmockel	822,23
37	Rua Olivio Menestrina	1.131,70
38	Rua Alex Kricheldorf (Trecho 01)	850,26
39	Rua Alex Kricheldorf (Trecho 02)	1.254,97
40	Ser. Sidnei Lourenci	127,98
41	Rua Comandante Karl Busch	2.915,24
42	Rua Rodrigo Baumer	373,25
43	Rua Antonio Bischof	1.217,50
44	Rua Herminio Dagnoni	1.478,22
45	Rua São Gabriel Arcanjo	4.068,49
46	Rua Jacobus Felthaus	5.086,59
47	Rua Anery R. Roque	724,81
48	Rua Alberto Bez	491,08
49	Rua Luciano De O. Cercal	345,12
50	Rua Petronilha S. F. (Trecho 01)	3.090,62
51	Rua Petronilha S. F. (Trecho 02)	401,19
52	Rua Edson A. Da Silva	440,81
53	Rua Hercílio J. Da Silva	293,09
54	Rua Bento Torquato Da Rocha	4.159,82
55	Rua São Venancio Fortunato	1.085,36
56	Rua São Bento	1.152,01
57	Rua Nossa Senhora Do Carmo	904,91
58	Rua São Vigilio	1.670,62
59	Rua Afonso Lenzi	1.545,68
60	Rua Ernesto Hanch	2.032,74
61	Rua Manoel Mauricio Filho	1.791,02
62	Rua Paulino De Jesus	996,21
63	Rua Augusto Eccel	1.179,50
64	Rua Leopoldo Beninca	562,51
65	Denteamentos e Valas	158,40
66	Área pública 01	1.691,88
67	Área pública 02	1.400,90
<b>Total</b>		<b>98.328,90</b>

---

O consórcio identificou três empresas que recebem materiais de bota fora, sendo elas:

- Catarinense Engenharia Ambiental S/A (empresa do grupo ESSENCIS), com endereço: Rua dos Bororós, 875, Zona Industrial Norte, Joinville.
- Associação de Reciclagem de Resíduos Domésticos e Transformação de Resíduos Industriais e da construção Civil - ARTRIC, com endereço: Rodovia BR 280, KM 36, nº 4240, Corveta, Araquari.
- Terraplenagem Medeiros, com endereço: Rua Dona Francisca, 9215, Zona Industrial Norte, Joinville.

Estes locais estão indicados no esquema de distâncias, apresentado a seguir. Conforme necessidade, a fiscalização poderá indicar locais alternativos para destinação destes materiais.

### 2.11 DISTÂNCIAS MÉDIAS DE TRANSPORTES

A Figura 2.1 mostra um esquema de distâncias de transporte para bota fora, fontes de materiais pétreos (pedreira) e concreto asfáltico (usinas), e o Quadro 2.7 apresenta um resumo das distâncias.

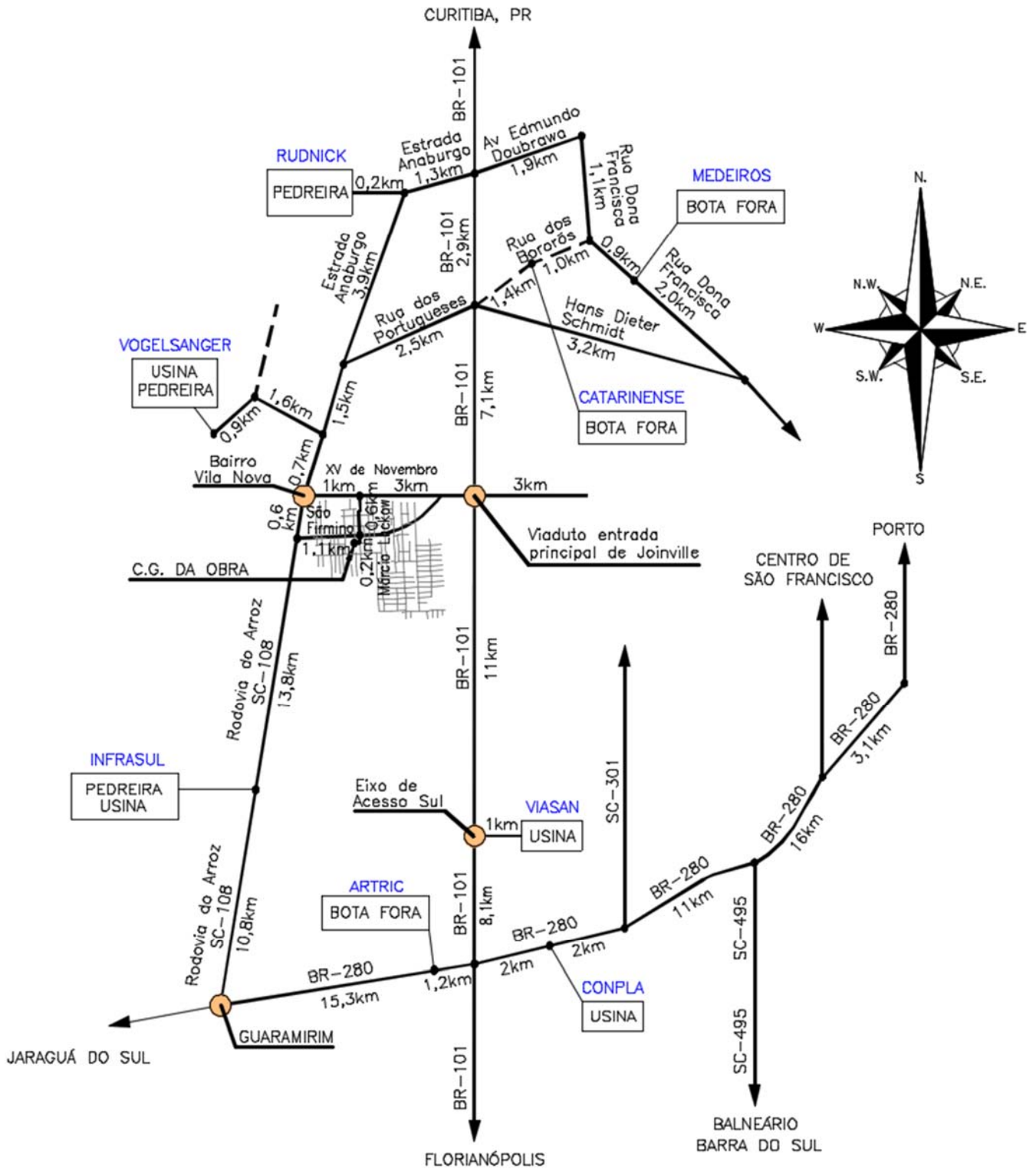


Figura 2.1 - Esquema De Localização De Bota Fora, Pedreiras E Usinas.



**Quadro 2.7 - Resumo das distâncias médias de transporte (bota fora, pedreira e usina) em km.**

Item	Local	Não pavimentado	Pavimentado	Total
Bota fora	Artric	0,2	23,9	24,1
	Catarinense	1,2	12,3	13,5
	Medeiros	0,2	11,6	11,8
Pedreira	Infrasul	0,2	14,9	15,1
	Rudnick	0,2	10,8	11,0
	Vogelsanger	0,2	4,9	5,1
Usina	Viasan	0,2	15,6	15,8
	Vogelsanger	0,2	4,9	5,1
	Infrasul	0,2	14,9	15,1
	Conpla	0,2	24,7	24,9

## 2.12 EQUIPAMENTOS

Na sequência é apresentado o Quadro 2.8 com a descrição e quantidade mínima de equipamentos necessários para a execução das obras.

**Quadro 2.8 - Descrição e quantidade mínima de equipamentos necessários.**

Descrição	Quantidade
Escavadeira hidráulica sobre esteiras, 1,20m <sup>3</sup> , 21t, 155 HP (ou equivalente)	3
Caminhão basculante 10m <sup>3</sup> , 230 CV (ou equivalente)	3
Caminhão pipa 10.000L, 239 CV (ou equivalente)	1
Rolo compactador vibratório pé de carneiro 80HP (ou equivalente)	1
Motoniveladora, 93 KW (ou equivalente)	2
Rolo compactador liso autopropelido vibratório, 11t, 97 KW (ou equivalente)	1

## 2.13 CONTROLE TECNOLÓGICO

Para o controle tecnológico da obra de terraplenagem são indicados ensaios a serem realizados nos materiais de corte para verificar o atendimento das condições de suporte para subleito do local ou empréstimo para regiões de aterro, conforme mencionado a seguir.

O material de subleito deve possuir o CBR mínimo conforme indicado no projeto de pavimentação, assim como os materiais que serão empregados nos aterros. Caso contrário, o material de corte deverá ser depositado em áreas de bota-fora. Os ensaios de CBR e expansão fazem parte do controle tecnológico da obra e tem por objetivo conferir e/ou validar as condições de suporte determinadas no projeto. Sendo o material classificado como segue:

Material cortado:

- Expansão  $\leq 2\%$  e CBR  $\geq 4\%$  pode ser utilizado nos aterros da região CBR 4;
- Expansão  $\leq 2\%$  e CBR  $\geq 9\%$  pode ser utilizado nos aterros da região CBR 9;
- Expansão  $> 2\%$  e/ou CBR  $< 4\%$  serão destinados para as áreas de bota fora.

Subleito remanescente na região CBR 4:

- Expansão  $\leq 3\%$  e CBR  $\geq 4\%$  permanece como subleito;
- Expansão  $> 3\%$  e/ou CBR  $< 4\%$  será removido em espessura de 50cm e vai para áreas de bota fora (ver tópico referente as substituições de solos).

Subleito remanescente na região CBR 9:

- Expansão  $\leq 3\%$  e CBR  $\geq 9\%$  permanece como subleito;
- Expansão  $> 3\%$  e/ou CBR  $< 9\%$  será removido em espessura de 50cm e vai para áreas de bota fora (ver tópico referente as substituições de solos).

Considerando a extensão e largura das ruas e volume de material de subleito tanto em áreas de corte como em aterro e também o volume de aterro das áreas públicas. Considerando a verificação do material dos últimos 60cm de subleito em todas as regiões (camada final de terraplenagem em aterros ou equivalente a camada final de terraplenagem em cortes).

Conforme as normas do DNIT-ES 106/2009 (item 7.1) e DNIT-ES 108/2009 (item 7.1 e 7.2) segue a relação com a quantidade mínima de ensaios a serem realizados para o controle tecnológico nos quadros apresentados na sequência. Foi incluída uma coluna com a frequência por extensão de eixo projetado, a título de orientação.

**Quadro 2.9 - Controle tecnológico dos materiais da camada final do subleito (Ruas).**

Descrição	Observação	Norma	Qtde	Frequência
Curva de Compactação	Proctor normal	DNER-ME 129/94	397	1 a cada 40m
Umidade ótima	Proctor normal		397	1 a cada 40m
Massa específica aparente seca	Proctor normal		397	1 a cada 40m
Índice de Suporte Califórnia	Proctor normal	DNER-ME 049/94	99	1 a cada 160m
Expansão	Proctor normal		99	1 a cada 160m
Granulometria	-	DNER-ME 080/94	99	1 a cada 160m
Limite de liquidez	-	DNER-ME 122/94	99	1 a cada 160m
Limite de plasticidade	-	DNER-ME 082/94	99	1 a cada 160m

**Quadro 2.10 - Controle tecnológico da execução da camada final do subleito (Ruas).**

Descrição	Observação	Norma	Qtde	Frequência
Umidade natural	In situ	DNER-ME 052/94 ou DNER-ME 088/94	529	1 a cada 30m
Massa específica aparente seca	In situ	DNER-ME 092/94 ou DNER-ME 036/94	529	1 a cada 30m
Grau de compactação	Proctor normal	-	529	1 a cada 30m

**Quadro 2.11 - Controle tecnológico dos materiais da camada final de terraplenagem (Áreas públicas).**

Descrição	Observação	Norma	Qtde
Curva de Compactação	Proctor normal	DNER-ME 129/94	6
Umidade ótima	Proctor normal		6
Massa específica aparente seca	Proctor normal		6
Índice de Suporte Califórnia	Proctor normal	DNER-ME 049/94	2
Expansão	Proctor normal		2
Granulometria	-	DNER-ME 080/94	2
Limite de liquidez	-	DNER-ME 122/94	2
Limite de plasticidade	-	DNER-ME 082/94	2

**Quadro 2.12 - Controle tecnológico da execução da camada final de terraplenagem (Áreas públicas).**

Descrição	Observação	Norma	Qtde
Umidade natural	In situ	DNER-ME 052/94 ou DNER-ME 088/94	8
Massa específica aparente seca	In situ	DNER-ME 092/94 ou DNER-ME 036/94	8
Grau de compactação	Proctor normal	-	8

### **3. PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL**

O presente item abrange o projeto de microdrenagem e as respectivas interligações (descarga) na drenagem pluvial, considerando, inclusive, a compatibilização com a implantação e/ou aproveitamento dos dispositivos existentes. Os desenhos executivos apresentados no Volume 2 contém a planimetria e altimetria dos elementos SuDS a serem implantados, informando larguras dos passeios, profundidades, materiais de construção e demais informações relevantes para a execução das obras.

Cabe mencionar que, tendo em vista as características dos elementos projetados (profundidades) e as condições do solo no local, não foi necessária a previsão de elementos de contenções e escoramentos especiais (temporários ou definitivos), assim como projetos específicos de fundações, conforme exposto na sequência.

Neste sentido, cada trecho foi projetado de forma individual, porém respeitando, obviamente, as restrições de cada caso. Portanto, as eventuais variações nas larguras das seções transversais (devidas aos alinhamentos atuais dos imóveis), entre as faixas mencionadas anteriormente, condicionaram o projeto dos SuDS.

A concepção do projeto dos SuDS tem pôr critério acompanhar o projeto geométrico da via, onde os passeios são projetados de modo a acompanhar as declividades projetadas e por consequência os SuDS respeitam esses mesmos critérios.

Os elementos SuDS adotados na área do projeto, possuem basicamente a função de reservar um determinado volume, sendo que o excedente escoará através da rede de drenagem convencional (sarjetas – boca de lobos – rede de drenagem) até chegar na rede de macrodrenagem.

Na elaboração dos projetos executivos dos elementos SuDS, foram adotadas 4 soluções para atendimento da região do Vila Nova, sendo que 3 delas abrangem intervenções nos passeios. Cabe mencionar que todas as soluções se situam em áreas públicas.

Com relação a microdrenagem existente, buscou-se aproveitar ao máximo os trechos de rede já implantados para recebimento do escoamento advindo dos SuDS. Todavia, para as bocas de lobo, previu-se a recomposição de todos os elementos com interface com SuDS, tendo em vista que serão afetadas pelas obras de escavação ora em tema e/ou não possuem formato, cota e posição adequadas para o projeto.

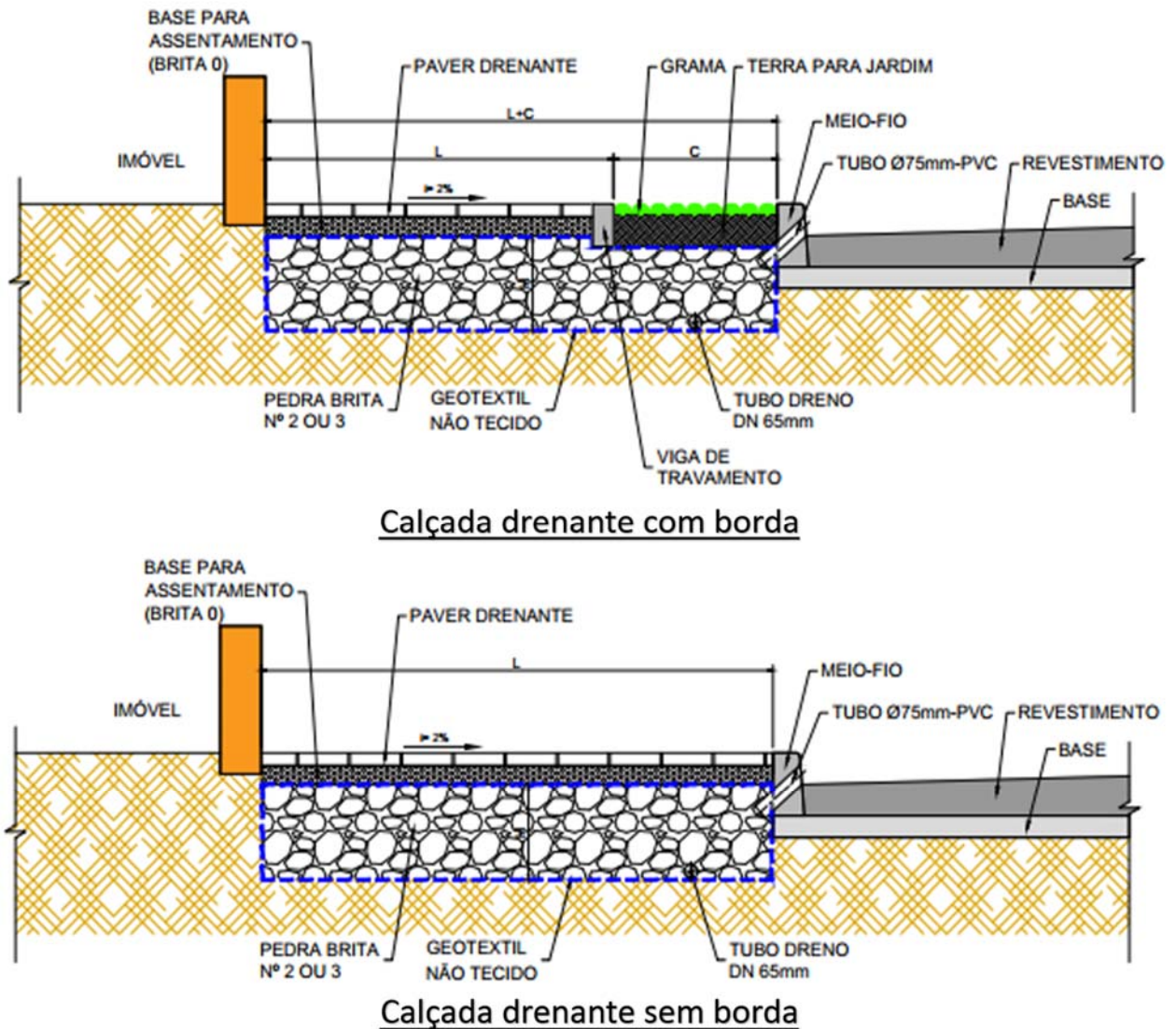
Importante destacar que na elaboração do projeto executivo dos SuDS não se identificou necessidade de rebaixamento de lençol freático para a implantação das soluções propostas, tampouco foram previstas escavações superiores a 1,25m de profundidade, o que, de acordo com a Norma Regulamentadora (NR-18) do Ministério do Trabalho, exigiria escoramento específico para cada caso.

### **3.1 CALÇADA DRENANTE**

É um SuDS de maior capacidade de retenção, uma vez que promove a absorção das águas escoadas ao longo de toda a sua extensão no passeio. A calçada drenante é uma estrutura composta por uma vala preenchida com material granular (pedra britada, pedra de rio etc.), de profundidade variável, com grande índice de vazios, onde se acumula a água. Em sua face superior, deve-se implantar uma camada de regularização com material drenante e, sobreposta a esta, são assentados blocos de concreto poroso (Paver) que permitem a infiltração. Por sua vez, conforme observado na ilustração da

Figura 3.1, na borda do passeio, trecho compreendido entre o meio fio e a viga de travamento (segundo locação que consta do projeto executivo geométrico<sup>1</sup>), em alguns casos específicos (todos indicados nos desenhos de projeto), também foi prevista a implantação de uma faixa verde (canteiro com grama e arbustos) que, além de função paisagística, contribui também para a infiltração.

<sup>1</sup> O Projeto Executivo Geométrico – Produto P06, contém a locação detalhada de todos os elementos que contém os SuDS, com coordenadas de todos os vértices e cotas de fundo e topo dos SuDS).



**Figura 3.1 – Ilustração do SuDS tipo Calçada Drenante com e sem borda**

Fonte: O Autor

O Paver deve garantir a passagem rápida da água, que então fica armazenada por um período nas camadas de base e sub-base de brita, funcionando como reservatório e filtro. O pavimento deve suportar as cargas as quais é solicitado e também garantir o escoamento da água infiltrada para o sistema de drenagem.

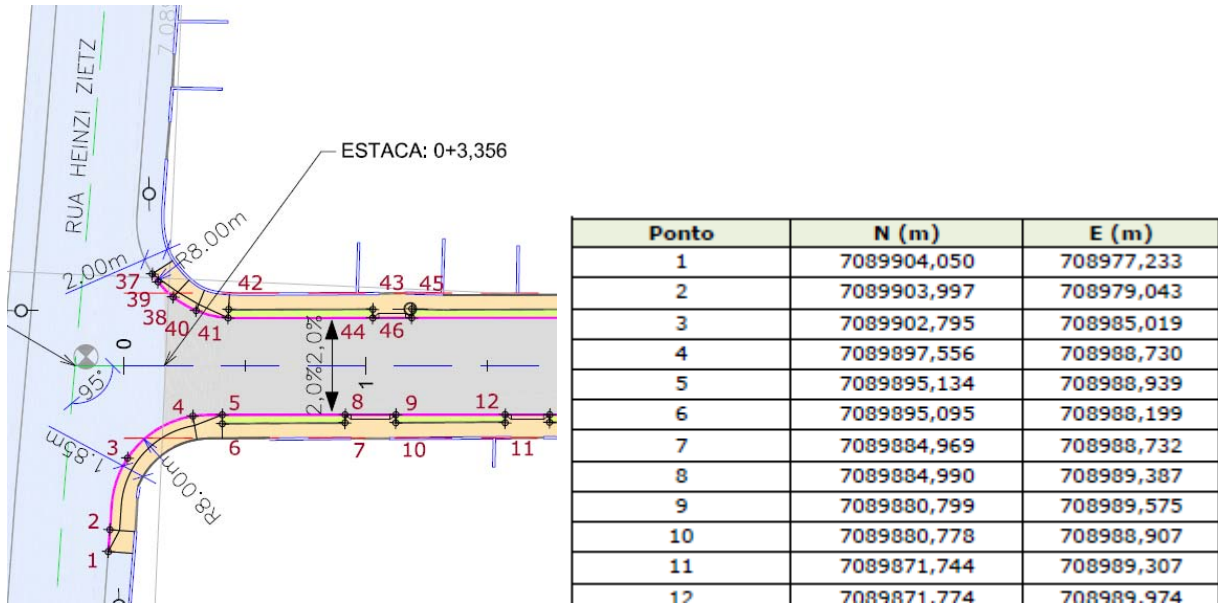
Os blocos de concreto do paver deverão ter fck mínimo de 20Mpa, cor cinza, dimensões de 10x21x6cm (largura x comprimento x espessura) e estar de acordo com as especificações previstas na NBR 16416 – Pavimentos Permeáveis de Concreto – Requisitos e Procedimentos. Nessa condição, prevê-se vida útil mínima de 10 anos, podendo ser ampliada se adotadas as medidas de manutenção preventivas, conforme descrito no Manual de Operação e Manutenção do projeto (Volume 6).

De acordo com a ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland) considera-se que em 10 anos o revestimento sofrerá uma redução de 80% no seu coeficiente de permeabilidade. Dessa forma, tal parâmetro deve ser suficientemente alto para garantir o funcionamento hidráulico por toda a vida útil de projeto. Para

tanto, a NBR 16416 determina que, assim que concluída a instalação, o paver poroso deve apresentar coeficiente de permeabilidade maior que  $10^{-3}$  m/s.

Para a implantação da calçada drenante, prevê-se o seguinte procedimento:

1. Locar, segundo o Projeto Executivo Geométrico, a área compreendida pela calçada drenante. Neste caderno do projeto (Produto P06), conforme ilustrado na Figura 3.2, cada rua possui uma Planta Baixa com indicação dos pontos de locação, incluindo os vértices dos elementos dos SuDS (canteiros com grama, por exemplo);



**Figura 3.2 – Ilustração da Locação dos Pontos dos SuDS, a partir do Projeto Executivo Geométrico**

Fonte: O Autor

2. Demolir o passeio existente e das Bocas de Lobo que não serão reaproveitadas, com subsequente remoção e limpeza da área. Na Figura 3.3 pode ser observado um exemplo de passeio a remover, enquanto que na Figura 3.4 visualiza-se uma Boca de Lobo a recompor.





**Figura 3.3 – Ilustração de passeio a remover para execução dos SuDS**

Fonte: O Autor



**Figura 3.4 – Ilustração de Boca de Lobo a remover para execução dos SuDS**

Fonte: O Autor

3. Escavar a vala para implantação da calçada drenante, conforme desenhos deste projeto e em consonância com o Geométrico (Volume 2 – Tomo I) e de Terraplanagem (Volume 2 – Tomo II). Na Figura 3.5 pode-se observar um extrato das notas de serviço contidas no Projeto Geométrico, a título de exemplo para execução da escavação, com indicação das cotas de fundação e coordenadas dos pontos notáveis de uma seção de via (incluindo passeio), com destaque para as referências para os SuDS;

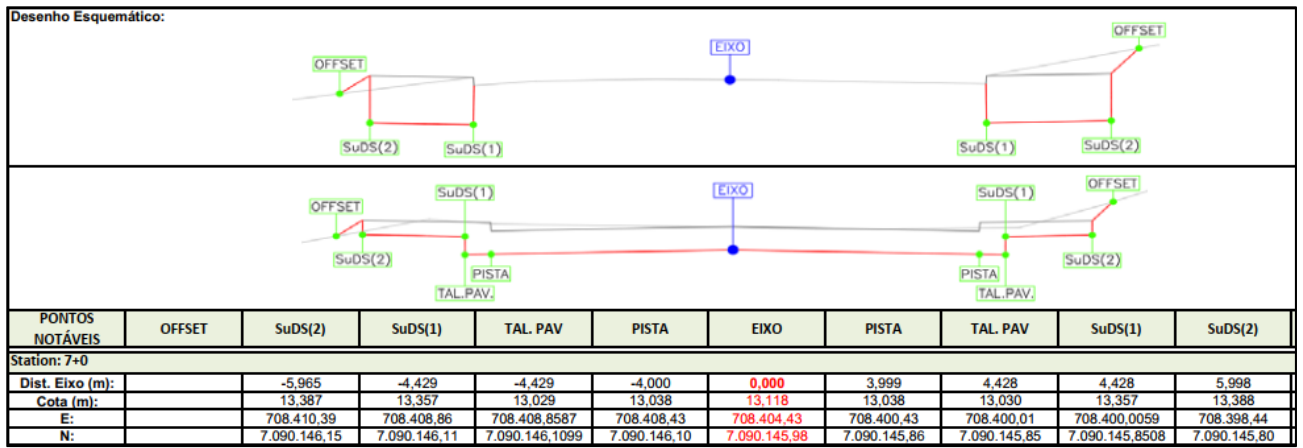


Figura 3.5 – Extrato do Projeto Geométrico, com informações dos pontos notáveis, com destaque para os elementos de SuDS

Fonte: O Autor

Cabe mencionar ainda que os desenhos do presente Projeto Executivo de Drenagem apresentam a indicação detalhada do tipo de SuDS a implantar em cada trecho, apresentando largura e profundidade do mesmo, conforme ilustrado na Figura 3.6.

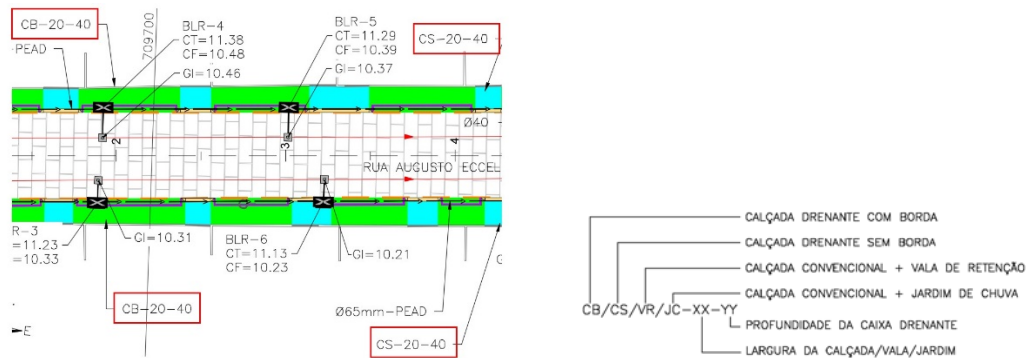
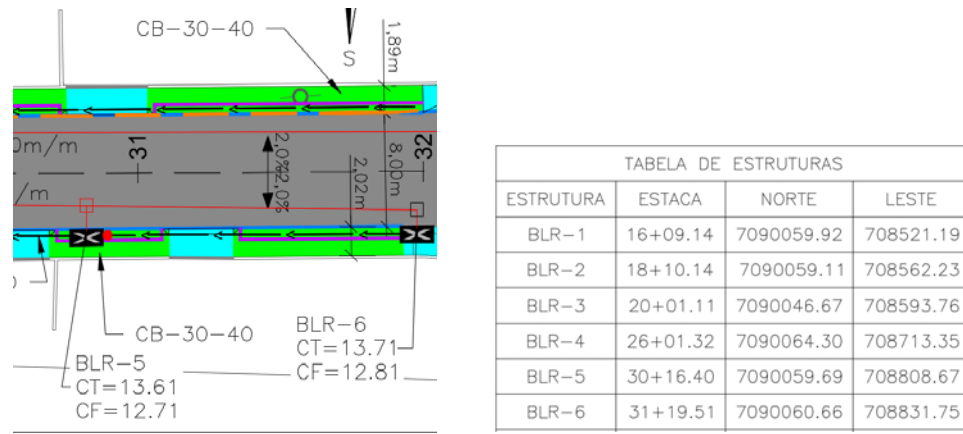


Figura 3.6 – Projeto Executivo de Drenagem, com destaque para identificação do tipo de SuDS, largura e profundidade, junto a respectiva legenda

Fonte: O Autor

- Executar as Bocas de Lobo conforme detalhes apresentados no desenho de projeto e de acordo com locação e cotas contidas em cada caso. Na Figura 3.7 pode-se observar um exemplo de identificação e locação de uma Boca de Lobo a Recompôr (BLR). Cabe lembrar que devem ser previstos os orifícios nas paredes laterais das mesmas, para posterior interligação dos tubos drenos dos SuDS;

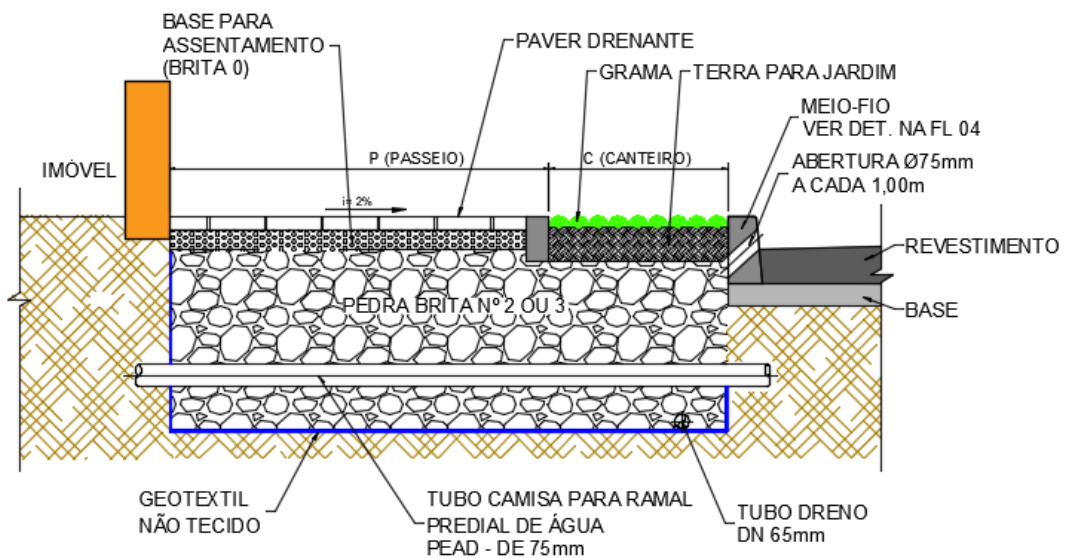




**Figura 3.7 – Extrato de desenho do presente Projeto Executivo de Drenagem, com exemplo de locação de Boca de Lobo a Recompor**

Fonte: O Autor

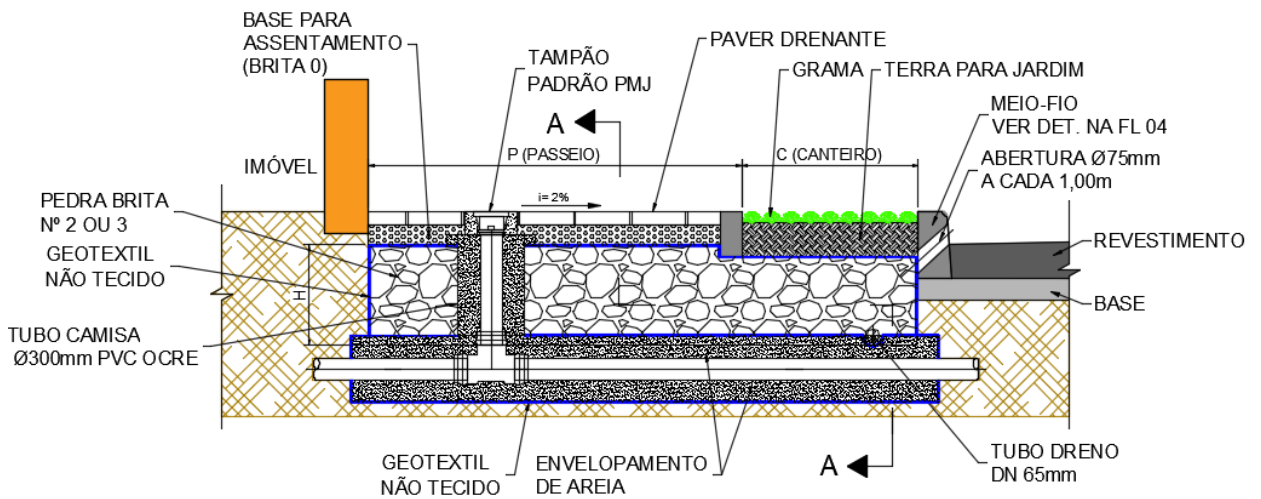
5. Onde previsto, executar a interligação da Boca de Lobo com o trecho de microdrenagem existente, mediante instalação de tubo de concreto de 300mm e Caixa de Passagem, conforme detalhe apresentado no Volume 2 – Tomo III - Desenho 1439DDRD0233 (folhas 09/11). Nos demais casos, em especial nas ruas com pavimento existente, a interligação existente deve ser preservada;
6. Neste estágio, também devem ser executadas as ligações domiciliares de água, conforme padrão de Ramal Predial da Companhia de Águas de Joinville (CAJ), com implantação da tubulação de PEAD (diâmetro 20mm), sob a vala de implantação do SuDS, de forma que não haja interferência entre esses elementos. Para tanto, deverá ser utilizado um tubo camisa de PEAD (diâmetro externo de 75mm), para proteção do ramal predial, independente da profundidade do SuDS, conforme ilustrado na Figura 3.8. É importante destacar que o tubo camisa também deverá ser implantado como “espera”, nos lotes ainda não ocupados.



**Figura 3.8 – Ilustração da proteção prevista para Ligação Domiciliar de Água**

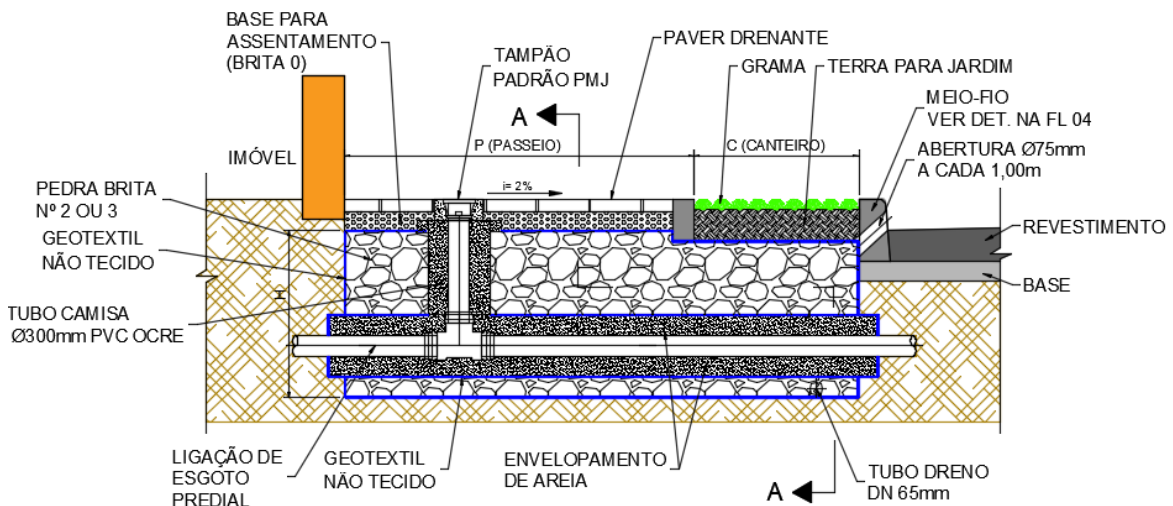
Fonte: O Autor

7. Nesse momento, também devem ser avaliadas as ligações domiciliares de esgoto, em consonância com as profundidades dos respectivos SuDS. No caso de elementos de Drenagem Sustentável com profundidades menores ou iguais a 40cm, a ligação deverá ser executada sob a vala do mesmo, conforme indicado no desenho Volume 2 – Tomo III - 1439DDRD0233-03, folha 12/14, cuja representação consta da Figura 3.9. Por sua vez, para SuDS com profundidades maiores ou igual a 50cm, em que haverá interferência com tubulação de esgoto, a proteção deve ser feita conforme Figura 3.10 (após preparação do fundo da vala e lançamento da manta de geotêxtil, de acordo com o descrito na sequência). Em ambos os casos, pode-se observar que a ligação estará protegida por uma envoltória de areia, incluindo o trecho vertical de inspeção, de modo a não sofrer danos pela Brita do SuDS. Cabe mencionar que a instalação deverá ser executada em estrita obediência ao padrão da CAJ, similar ao indicado na Figura 3.11, porém com proteção ora apresentada.



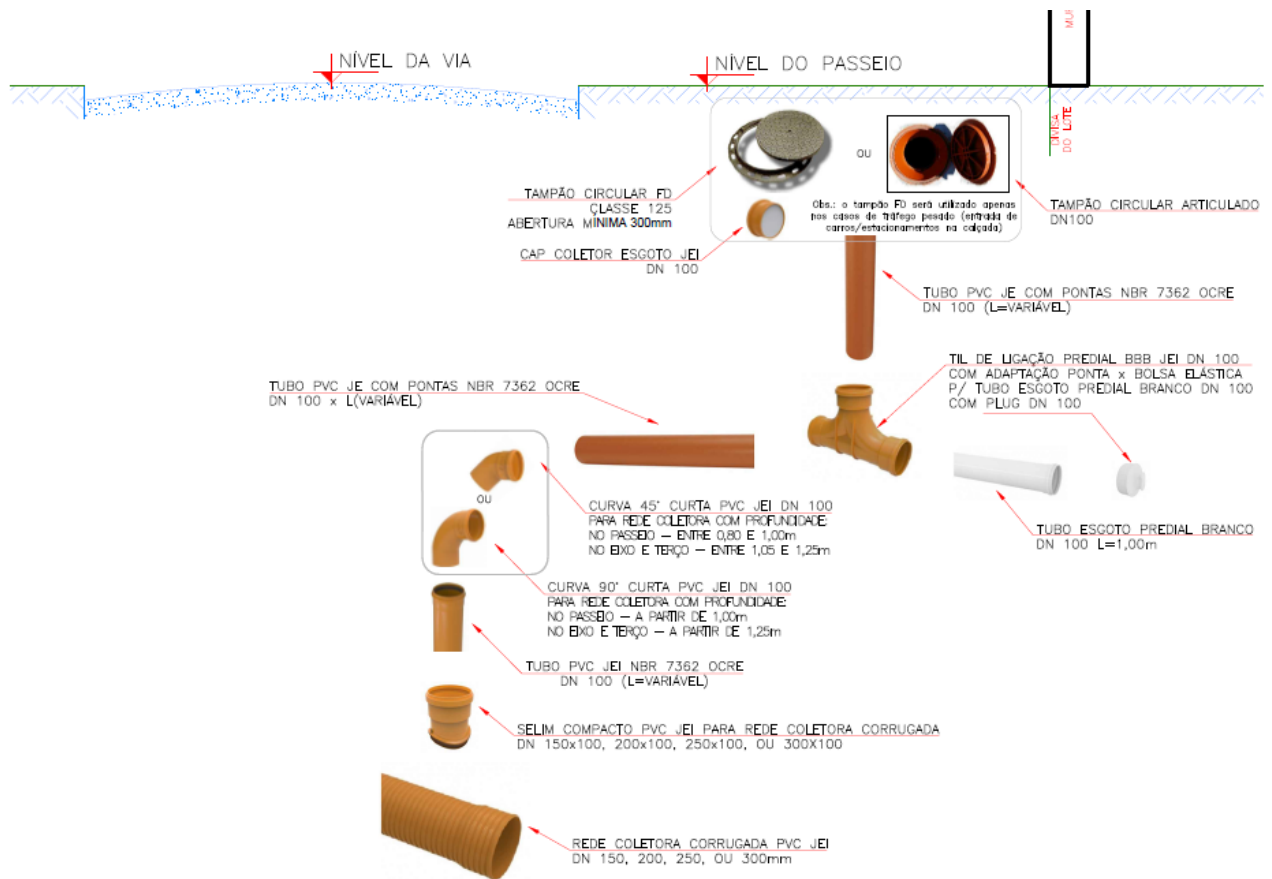
**Figura 3.9 – Ilustração da proteção prevista para Ligação Domiciliar de Esgoto, quando não há interferência com SuDS ( $H \leq 0,50m$ )**

Fonte: O Autor



**Figura 3.10 – Ilustração da proteção prevista para Ligação Domiciliar de Esgoto, quando há interferência com SuDS ( $H \geq 0,50m$ )**

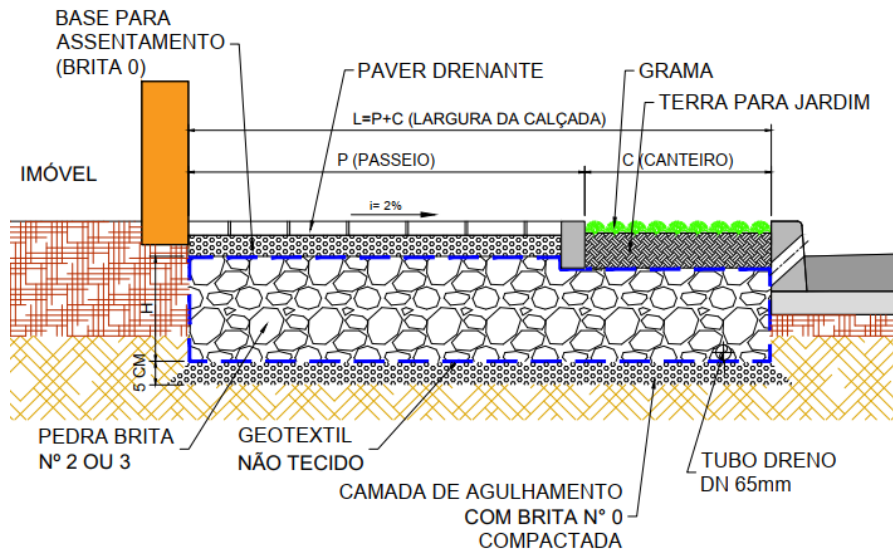
Fonte: O Autor



**Figura 3.11 – Ilustração do modelo de ligação predial de esgoto da CAJ.**

Fonte: Detalhes – Modelo das Ligações Prediais, Água de Joinville (2016).

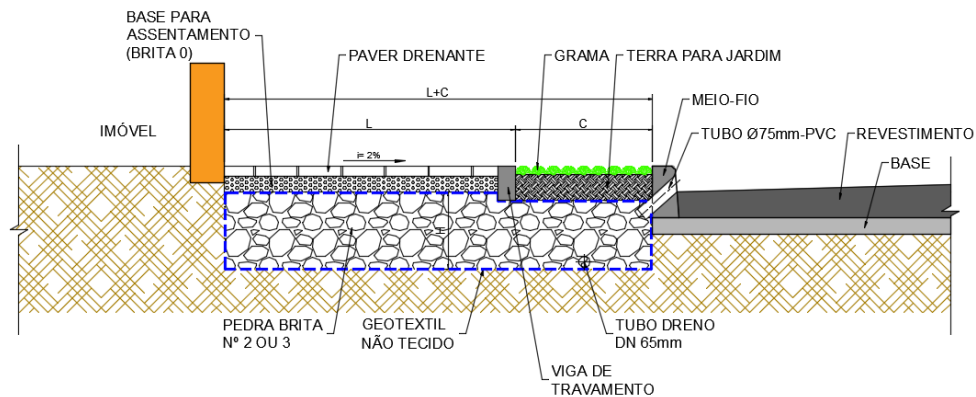
8. Nesse estágio, também deve ser preparada a base da vala do SuDS, com regularização e nivelamento. No caso da presença de solo mole, deve-se prever o lançamento de uma camada de agulhamento, com brita 0, com 5,0cm de espessura, com compactação com placa vibratória, conforme indicado na ilustração da Figura 3.12. O agulhamento deve ser realizado até que seja alcançada estabilização do material compactado, com atingimento da cota do fundo da vala.



**Figura 3.12 – Ilustração da camada de agulhamento no caso de solo mole**

Fonte: O Autor

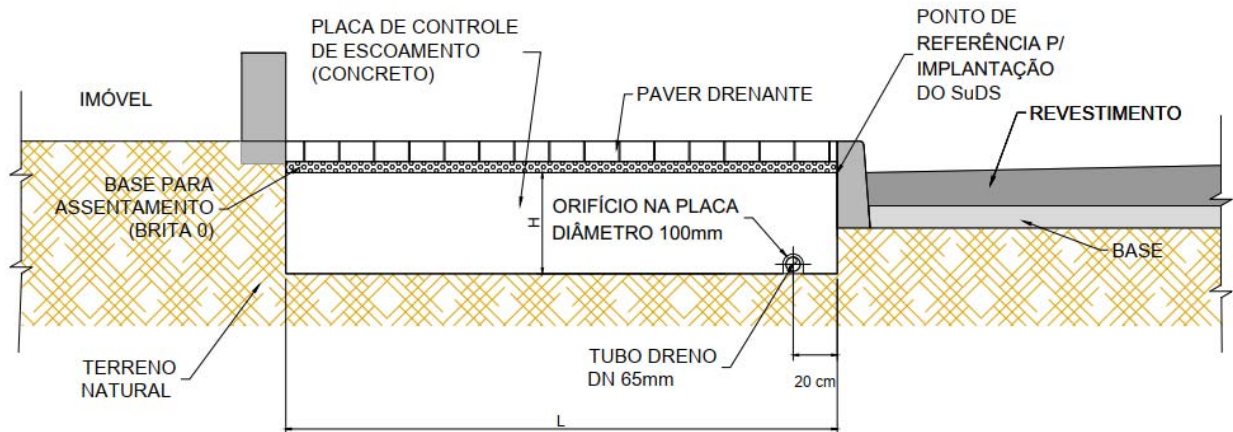
9. Na sequência, forrar a vala (fundo e laterais) com geotêxtil não tecido, com resistência mínima de 10Kn/m, e prever extensão adequada para sobreposição de fechamento, com transpasse entre 20 cm e 30 cm da manta, para posterior cobertura do topo (após preenchimento com pedra brita), de modo a envolver todo o perímetro, conforme ilustrado na Figura 3.13;



**Figura 3.13 – Ilustração do revestimento do SuDS com Geotêxtil não tecido**

Fonte: O Autor

10. Nos casos em que o SuDS for executado em vias com declividade superior a 5%, posicionar nas valas a primeira fila das Placas de Controle de escoamento, conforme detalhe apresentado no Volume 2 – Tomo III - Desenho 1439DDRD0233, folha 11/14 e descrição detalhada no item 3.5. Cabe mencionar que próximo a extremidade da direita das placas (conforme ilustrado na Figura 3.14, deverá ser previsto orifício com 100mm de diâmetro, para passagem do tubo dreno.



**Figura 3.14 – Ilustração da Placa de Controle de Escoamento (em vista frontal), com orifício para passagem do tubo dreno.**

Fonte: O Autor

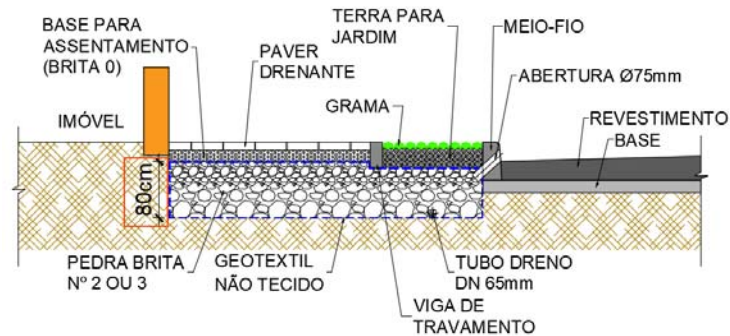
11. Instalar tubo dreno de PEAD, diâmetro  $\varnothing$  65mm no fundo da vala (no sentido longitudinal), distante 20 centímetros da guia (paralela a esta), seguindo as declividades e cotas de fundo estabelecidas no Projeto Executivo Geométrico (Produto P06), constantes nos desenhos específicos de cada rua e também sintetizado nas notas de serviços (contidas no Volume 3 desse produto). Cabe mencionar que o tubo dreno, diferente de uma tubulação convencional de drenagem, não necessita funcionar com escoamento livre (com limitante de lâmina máxima interna), pois sua função é permitir a drenagem (esgotamento) da camada de brita, com interligação a Boca de Lobo mais próxima;
12. Efetuar a ligação do tubo dreno na boca de lobo, incluindo a vedação com argamassa de cimento e areia no traço em volume de 1 de cimento e 3 de areia (1:3) junto ao orifício;
13. Para as ruas que serão pavimentadas, deverá ser utilizada peça de meio fio pré-moldada conforme apresentado no desenho Volume 2 – Tomo III - 1439DGLR0233, folha 04/14, desenvolvida especialmente para o projeto, contendo um orifício (passagem) com diâmetro  $\varnothing$ 75mm, localizado no centro da peça (no sentido do comprimento), de acordo com detalhe do desenho Volume 2 – Tomo III - 1439DGLR0233. Para as ruas já pavimentadas, a guia meio fio deverá ser removida e substituída pela peça projetada com o orifício central. As peças removidas e aptas para sua reutilização, deverão ser preservadas e encaminhadas para o local determinado pela PMJ;
14. Preencher a metade inferior da vala com brita n°3 (granulometria entre 25 e 50 mm), ocupando 50% do volume, em camadas não superiores a 20cm, com subsequente compactação com placa vibratória em cada uma delas. O lançamento da brita deve ser feita de maneira cuidadosa, para não danificar o tubo dreno<sup>2</sup>. Concomitantemente, deverão ser dispostas também as demais filas das placas de

<sup>2</sup> Conforme “Manual Técnico da Kanaflex – Tubos Perfurados para Drenagem”, o tubo dreno pode permanecer em contato direto com a brita.



controle de escoamento, de modo que as camadas de brita promovam a sustentação das mesmas, assim como devem ser implantadas as Vigas de Travamento;

Cabe mencionar que a parcela superior da vala (50%) deve ser preenchida com brita de graduação nº2 (granulometria entre 19 e 25 mm), até o topo, conforme altura indicada em cada detalhe apresentado por rua (e por tipo de SuDS), similar ao ilustrado na Figura 3.15. De forma similar, todas camadas devem ser compactadas com placa vibratória.



**Figura 3.15 –Projeto Executivo de Drenagem, com exemplo de altura do respectivo SuDS.**

Fonte: O Autor

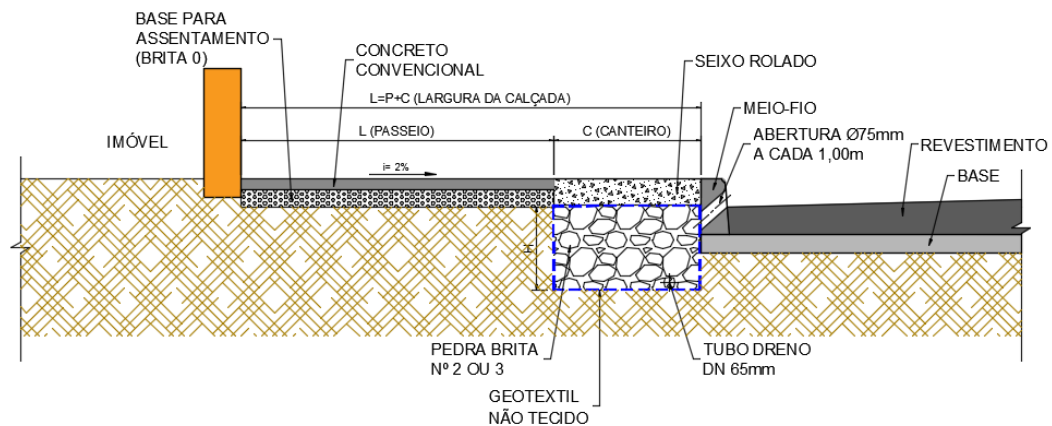
15. Efetuar o fechamento / envelopamento da vala com geotêxtil não tecido com resistência de 10Kn/m, com a parcela deixada para transpasse de 20 cm a 30 cm;
16. Realizar o lançamento da camada da base de assentamento do piso (paver ou concreto convencional), com brita nº0 (granulometria entre 4,8 e 9,5 mm), isenta de materiais finos para evitar colmatção do geotêxtil.
17. A seqüência construtiva deve seguir as recomendações do Projeto Executivo de Acessibilidade e Paisagístico (Volume 2 – Tomo IV), que contém os detalhes de execução dos passeios, vigas de travamento, canteiros, rampas de acesso de veículos, etc.
18. Após a finalização dos serviços, é imprescindível a limpeza de todos os resíduos da execução, removendo qualquer material que possa obstruir e/ou prejudicar o escoamento e infiltração da água nos SuDS.
19. Para o rejunte deve ser utilizada areia grossa 4,8mm obedecendo o descrito nas especificações técnicas de assentamento e rejuntamento constante no Projeto Executivo de Acessibilidade e Paisagístico. Destaca-se que no rejunte não deverá ser utilizado pó de pedra ou pó de cimento para o fechamento das juntas, uma vez que esse material possui uma granulometria muito fina, reduzindo assim a capacidade de infiltração nos SuDS.

Na seqüência são apresentados parâmetros e critérios de execução complementares as descrições das atividades anteriores, para demais tipos de SuDS. No desenho do Volume 2 – Tomo III - 1439DDRD0233 podem ser observados os detalhes gráficos das soluções propostas.

### 3.2 VALA DE RETENÇÃO

Trata-se de um SuDS semelhante a Calçada Drenante, porém, com duas diferenças básicas: será utilizado preferencialmente em ruas em que os passeios são menores ou iguais a 2,0 m de largura e possui seção transversal do elemento de retenção (vala com brita) menor, ocupando somente a faixa próxima a guia, conforme ilustrado na Figura 3.16. Além disso, o piso da faixa de passeio será executado em concreto convencional e não paver drenante.

Compõem-se de uma vala de profundidade (H) pré-estabelecida neste projeto, preenchida com material granular (pedra britada, pedra de rio etc.), de modo a se criar um reservatório de acumulação de água. O perímetro da sua cava é protegida por geotêxtil, para evitar entrada de material fino que leve à colmatação e à perda do volume de reservação. Junto ao fundo, é implantado um tubo dreno, que tem a finalidade de captar a água, para conexão a rede de drenagem (Boca de Lobo).



**Figura 3.16 – Ilustração do SuDS tipo Vala de Retenção**

Fonte: O Autor

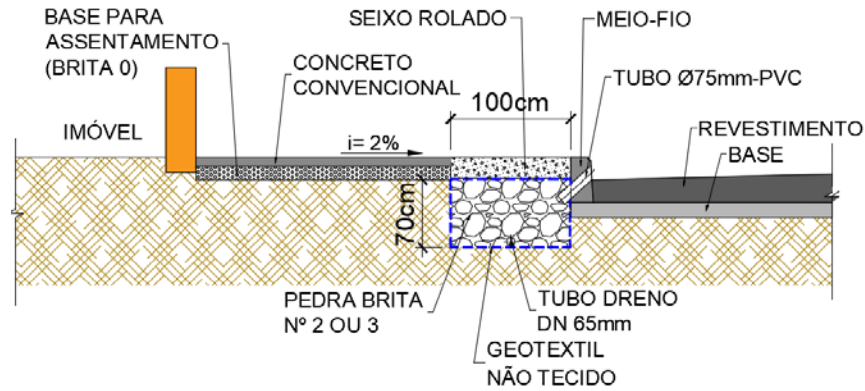
Para a implantação da vala de retenção, o procedimento se assemelha ao da calçada drenante, com alteração apenas da largura do dispositivo e o acabamento superficial, assim apresenta-se o procedimento um descritivo de execução da vala de retenção:

1. Locar, segundo o Projeto Executivo Geométrico, a área compreendida pela Vala de retenção. Neste caderno do projeto (Produto P06), cada rua possui uma Planta Baixa com indicação dos pontos de locação, incluindo os vértices dos elementos dos SuDS (vala de retenção, por exemplo), com procedimento idêntico para implantação da calçada drenante;
2. Demolição do passeio existente e das Bocas de Lobo que não serão reaproveitadas, com subsequente remoção e limpeza da área. De maneira idêntica para implantação da calçada drenante.
3. Escavar a vala para implantação da vala de retenção, conforme desenhos deste projeto e em consonância com o Geométrico (Volume 2 – Tomo I) e de Terraplanagem (Volume 2 – Tomo II). A exemplo do apresentado na calçada drenante, há notas de serviço contidas no Projeto Geométrico, para a execução da escavação, com indicação das cotas e coordenadas dos pontos notáveis das

seções das vias (incluindo passeio), incluindo as referências para o SuDS. Cabe lembrar novamente que os desenhos deste projeto de drenagem também contém a indicação detalhada do tipo de SuDS, em cada trecho, com largura e profundidade;

4. Executar as Bocas de Lobo conforme detalhes apresentados no Volume 2 – Tomo III - Desenho 1439DDRD0233 (folhas 07/14 e 08/14) e de acordo com locação e cotas contidas em cada caso. Cabe lembrar que devem ser previstos os orifícios nas paredes laterais das mesmas, para posterior interligação dos tubos drenos dos SuDS;
5. Onde previsto, executar a interligação da Boca de Lobo com o trecho de microdrenagem existente, mediante instalação de tubo de concreto de 300mm e Caixa de Passagem, conforme detalhe apresentado no Volume 2 – Tomo III - Desenho 1439DDRD0233 (folhas 09/14). Nos demais casos, em especial nas ruas com pavimento existente, a interligação existente deve ser preservada;
6. Neste estágio, também devem ser executadas as ligações domiciliares de água, conforme padrão de Ramal Predial da Companhia de Águas de Joinville (CAJ), com implantação da tubulação de PEAD (diâmetro 20mm), sob a vala de implantação do SuDS, de forma que não haja interferência entre esses elementos;
7. Nesse momento, também devem ser avaliadas as ligações domiciliares de esgoto, em consonância com a profundidade da Vala de Retenção. Todavia, neste caso, os SuDS terão profundidade maior que 70cm, e todas ligações deverão ser feitas conforme ilustrado na Figura 3.10 (quando há necessidade de prever interferência). Novamente, cabe destacar que a instalação deverá ser executada em estrita obediência ao padrão da CAJ;
8. Nesse estágio, também deve ser preparada base da vala do SuDS, com regularização e nivelamento. No caso da presença de solo mole, deve-se prever o lançamento de uma camada de agulhamento, com brita 0, com 5,0cm de espessura, com compactação com placa vibratória. O agulhamento deve ser realizado até que seja alcançada estabilização do material compactado, com atingimento da cota do fundo da vala;
9. Na sequência, forrar a vala (fundo e laterais) com geotêxtil não tecido, com resistência mínima de 10Kn/m, e prever extensão adequada para sobreposição de fechamento com transpasse entre 20 cm e 30 cm, para posterior cobertura do topo (após preenchimento com pedra brita), de modo a envolver todo o perímetro, conforme ilustrado na Figura 3.17;





**Figura 3.17 – Ilustração do revestimento do SuDS com Geotêxtil não tecido**

Fonte: O Autor

10. Nos casos em que as Valas de Retenção forem executadas em vias com declividade superior a 5%, posicionar a primeira fila das Placas de Controle de escoamento, conforme detalhe apresentado no Desenho 1439DDRD0233, folha 11/14 e descrição detalhada no item 3.5. Cabe mencionar que próximo a extremidade da direita das placas (conforme ilustrado na Figura 3.14), deverá ser previsto orifício com 100mm de diâmetro, para passagem do tubo drenô
11. Instalar tubo drenô de PEAD, diâmetro Ø 65mm no fundo da vala (no sentido longitudinal), distante 20 centímetros da guia (paralela a esta), seguindo as declividades e cotas de fundo segundo as definições do Projeto Executivo Geométrico constantes nos desenhos específicos de cada rua e também sintetizado nas notas de serviços apresentados no Volume 3 – Tomo I - Notas de Serviço;
12. Efetuar a ligação do tubo drenô na boca de lobo, incluindo a vedação com argamassa de cimento e areia no traço em volume de 1 de cimento e 3 de areia (1:3) junto ao orifício;
13. Para as ruas que serão pavimentadas, deverá ser utilizada peça de meio fio pré-moldada, desenvolvida especialmente para o projeto, contendo um orifício (passagem) com diâmetro Ø75mm, localizado no centro da peça (no sentido do comprimento), de acordo com detalhe do desenho 1439DGLR0233. Para as ruas já pavimentadas, a guia meio fio deverá ser removida e substituída pela peça projetada com o orifício central. As peças removidas e aptas para sua reutilização, deverão ser preservadas e encaminhadas para o local determinado pela PMJ.
14. Preencher a metade inferior da vala com brita nº3 (granulometria entre 25 e 50 mm), ocupando 50% do volume, em camadas não superiores a 20cm, com subsequente compactação com placa vibratória em cada uma delas. O lançamento da brita deve ser feita de maneira cuidadosa, para não danificar o tubo drenô. Concomitantemente, deverão ser dispostas também as demais filas das placas de controle de escoamento, de modo que as camadas de brita promovam a sustentação das mesmas, assim como devem ser instaladas as Vigas de Travamento;

A parcela superior (50%) deve ser preenchida com brita de graduação nº2 (granulometria entre 19 e 25 mm), até o topo, conforme altura indicada em cada detalhe apresentado por rua (e por tipo de

SuDS). De forma similar, todas camadas devem ser compactadas com placa vibratória.

15. Efetuar o fechamento / envelopamento da vala com geotêxtil não tecido com resistência de 10Kn/m, com a parcela deixada para transpasse de 20 cm a 30 cm;
16. Realizar o lançamento da camada da base de assentamento do piso (calçada convencional), com brita nº0 (granulometria entre 4,8 e 9,5 mm), isenta de materiais finos para evitar colmatagem do geotêxtil;
17. A sequência construtiva deve seguir as recomendações do Projeto Executivo de Acessibilidade e Paisagístico (Volume 2 – Tomo IV), que contém os detalhes de execução dos passeios, vigas de travamento, canteiros, rampas de acesso de veículos, etc.;
18. Lançar seixo rolado peneirado com granulometria média de 5 cm sobre a vala de retenção, já com o envelopamento com manta geotêxtil, até que o topo coincida com a face superior do passeio;
19. Após a finalização dos serviços, é imprescindível a limpeza de todos os resíduos da execução, removendo qualquer material que possa obstruir e/ou prejudicar o escoamento e infiltração da água nos SuDS.

Detalhes de execução estão descritos no Volume 1 – Tomo II – Especificações Técnicas – Serviços e Materiais, apresentando parâmetros e critérios de execução complementando as descrições das atividades anteriores. No desenho 1439DDRD0233 podem ser observados os detalhes da solução proposta.

### 3.3 CANTEIROS INUNDÁVEIS OU JARDIM DE CHUVA

Esse SuDS foi concebido para aplicação apenas nas vias em que a faixa de passeio possui largura igual ou superior a 3,0 m, de modo que não interfira na faixa livre de circulação dos pedestres. Os canteiros inundáveis são, basicamente, áreas de acumulação temporária de água pluviais, em função de um rebaixamento da área no passeio. Contém em sua parcela inferior terra para jardim e grama, de modo a restar na superior espaço para acumulação da água precipitada, conforme ilustrado na Figura 3.18. Sua drenagem também é realizada através de tubos drenos (encamisados com geotêxtil não tecido), ligados diretamente à rede de drenagem convencional (microdrenagem),

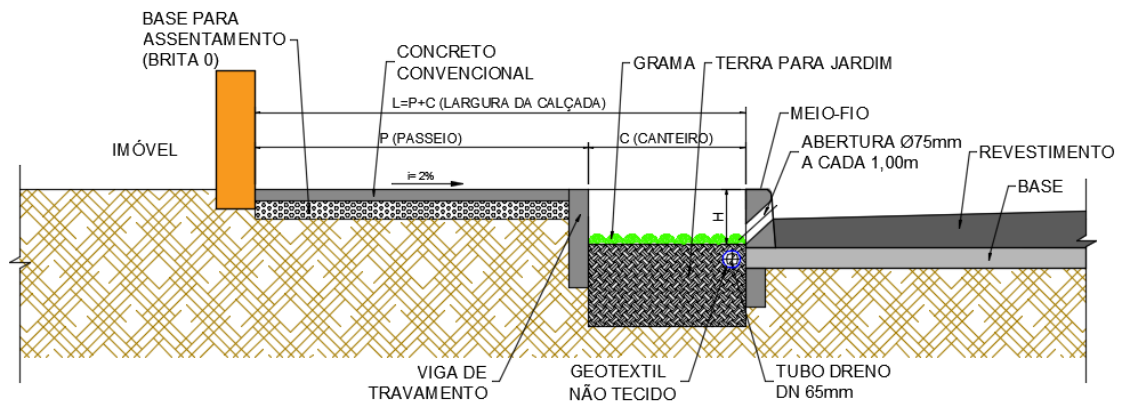


Figura 3.18 – Ilustração do SuDS tipo Jardim de Chuva

Fonte: O Autor

Para a implantação do canteiro de inundável ou jardim de chuva a empreiteira deverá seguir o procedimento:

1. Locar, segundo o Projeto Executivo Geométrico (Volume 2 – Tomo I), a área compreendida pelo Jardim de Chuva, tendo em vista que contém as informações para cada rua, com Planta Baixa com indicação dos pontos de locação, incluindo os vértices dos elementos dos SuDS (Jardim de Chuva, por exemplo), com procedimento idêntico para implantação da calçada drenante
2. Demolição do passeio existente e das Bocas de Lobo que não serão reaproveitadas, com subsequente remoção e limpeza da área. De maneira idêntica para implantação da calçada drenante.
3. Escavar a vala para implantação do Jardim de Chuva ou Canteiro Inundável, conforme desenhos deste projeto e em consonância com o Geométrico (Volume 2 – Tomo I) e de Terraplanagem (Volume 2 – Tomo II). A exemplo do apresentado na calçada drenante, há notas de serviço contidas no Projeto Geométrico, para a execução da escavação, com indicação das cotas e coordenadas dos pontos notáveis das seções das vias (incluindo passeio), incluindo as referências para o SuDS;
4. Executar as Bocas de Lobo conforme detalhes apresentados no Volume 2 – Tomo III - Desenho 1439DDRD0233 (folhas 07/14 e 08/14) e de acordo com locação e cotas contidas em cada caso. Cabe lembrar que devem ser previstos os orifícios nas paredes laterais das mesmas, para posterior interligação dos tubos drenos dos SuDS;
5. Onde previsto, executar a interligação da Boca de Lobo com o trecho de microdrenagem existente, mediante instalação de tubo de concreto de 300mm e Caixa de Passagem, conforme detalhe apresentado no Volume 2 – Tomo III - Desenho 1439DDRD0233 (folhas 09/14). Nos demais casos, em especial nas ruas com pavimento existente, a interligação existente deve ser preservada;
6. Neste estágio, também devem ser executadas as ligações domiciliares de água, conforme padrão de Ramal Predial da Companhia de Águas de Joinville (CAJ), com implantação da tubulação de PEAD (diâmetro 20mm), sob a vala de implantação do SuDS, de forma que não haja interferência entre esses elementos;
7. Nesse momento, também devem ser executadas as ligações domiciliares de esgoto, em consonância com a profundidade da Vala de Retenção (30cm). Todavia, neste caso, as ligações permanecerão sob os SuDS, com proteção conforme Figura 3.9, quando há necessidade de prever apenas interferência com o trecho vertical do ramal (inspeção). Novamente, cabe destacar que a instalação deverá ser executada em estrita obediência ao padrão da CAJ;
8. Nesse estágio, também deve ser preparada base da vala do SuDS, com regularização e nivelamento. No caso da presença de solo mole, deve-se prever o lançamento de uma camada de agulhamento, com brita 0, com 5,0cm de espessura, com compactação com placa vibratória. O agulhamento deve ser realizado até que seja alcançada estabilização do material compactado, com atingimento da cota do fundo da vala;

9. Na sequência, forrar a vala (fundo e laterais) com geotêxtil não tecido, com resistência mínima de 10Kn/m, e prever extensão adequada para sobreposição de fechamento com transpasse entre 20 cm e 30 cm, para posterior cobertura do topo (após preenchimento com pedra brita), de modo a envolver todo o perímetro;
10. No caso desse tipo de SuDS, não haverá necessidade de Placas de Controle de Escoamento, pois não se situam em vias com declividade maior que 5%;
11. Instalar tubo dreno de PEAD, diâmetro Ø 65mm no fundo da vala (no sentido longitudinal), distante 20 centímetros da guia (paralela a esta), seguindo as declividades e cotas de fundo segundo as definições do Projeto Executivo Geométrico constantes nos desenhos específicos de cada rua e também sintetizado nas notas de serviços apresentados no Volume 3 – Tomo I;
12. Efetuar a ligação do tubo dreno na boca de lobo, incluindo a vedação com argamassa de cimento e areia no traço em volume de 1 de cimento e 3 de areia (1:3) junto ao orifício;
13. Para as ruas que serão pavimentadas, deverá ser utilizada peça de meio fio pré-moldada, desenvolvida especialmente para o projeto, contendo um orifício (passagem) com diâmetro Ø75mm, localizado no centro da peça (no sentido do comprimento), de acordo com detalhe do desenho 1439DGLR0233 do Volume 2 – Tomo III. Para as ruas já pavimentadas, a guia meio fio deverá ser removida e substituída pela peça projetada com o orifício central. As peças removidas e aptas para sua reutilização, deverão ser preservadas e encaminhadas para o local determinado pela PMJ;
14. Assentar as Vigas de Travamento;
15. Realizar o lançamento da camada da base de assentamento através de brita nº0 (granulometria entre 4,8 e 9,5 mm) obedecendo as especificações constantes do projeto executivo de acessibilidade e paisagismo.
16. Realizar compactação com equipamentos manuais (tipo sapo e placa vibratória);
17. Lançar e nivelar concreto convencional nas especificações do projeto executivo de acessibilidade e paisagismo, na espessura de projeto na região compreendida por calçada convencional;
18. Preencher a vala com solo orgânico e adubado apto para plantio, conforme especificação do projeto de acessibilidade e paisagismo, até a cota de projeto;
19. Realizar o plantio da vegetação.

Detalhes de execução estão descritos no Volume 1 – Tomo II – Especificações Técnicas – Serviços e Materiais, apresentando parâmetros e critérios de execução complementando as descrições das atividades anteriores. No desenho 1439DDRD0233 podem ser observados os detalhes da solução proposta.

### 3.4 RESERVATÓRIO

São estruturas que possuem como objetivo o acúmulo de água, de modo a atenuar a vazão de cheia. Foram adotados como objetos de reservação tubos de concreto, usados para formar volumes que ficarão enterrados, para posterior infiltração e/ou lançamento na drenagem pluvial, de maneira a “regularizar” o fluxo. O objetivo é evitar a execução de grandes tanques de contenção.

Esta solução de SuDS foi prevista apenas para implantação em áreas públicas (conforme ilustrado na Figura 3.19), como praças, não sendo adotada nas vias de tráfego, em função do custo de construção e maiores dificuldades de execução. Conforme mencionado, no presente caso, optou-se por utilizar tubos de concreto para formação dos volumes de retenção, similar ao ilustrado na Figura 3.20.

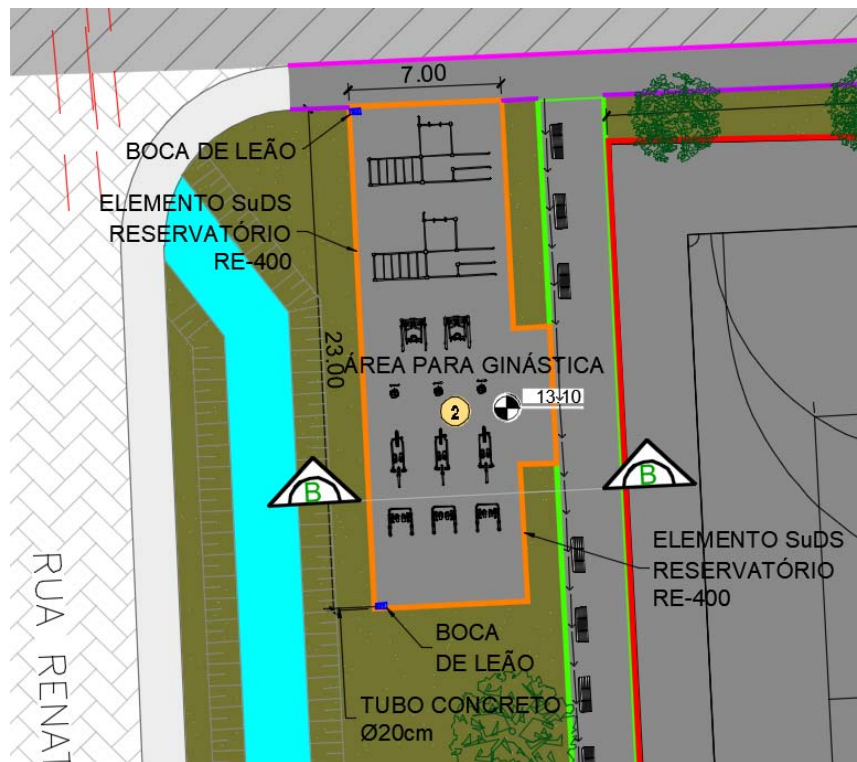
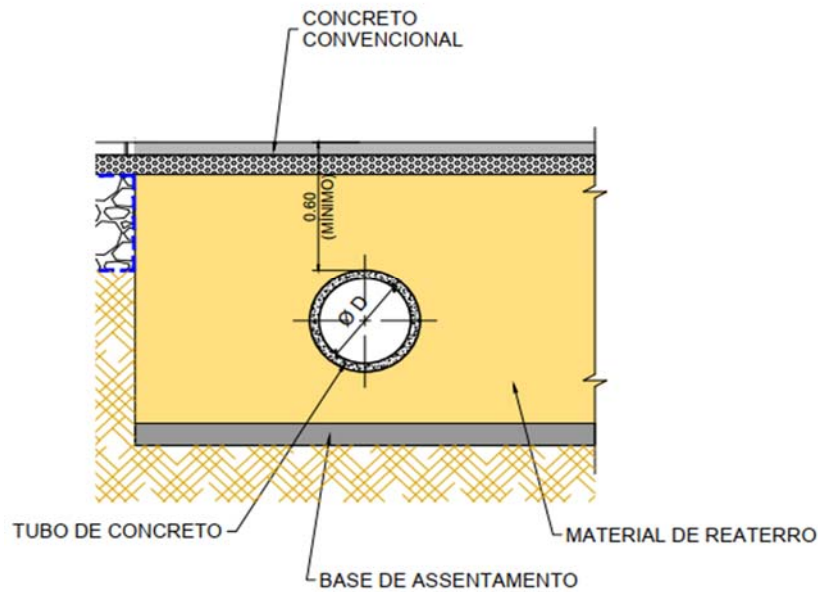


Figura 3.19 – Extrato de desenho do presente Projeto Executivo de Drenagem, com exemplo de SuDS do tipo Reservatório

Fonte: O Autor



**Figura 3.20 – Ilustração do SuDS tipo Reservatório**

Fonte: O Autor

Para a implantação do reservatório a empreiteira deverá seguir o procedimento:

1. Escavar as valas para implantação dos tubos até a profundidade indicada nos desenhos de projeto, 1439DDRD0231-02 (ÁREA PÚBLICA 01) e 1439DDRD0232-02 (ÁREA PÚBLICA 02) do Volume 2 – Tomo III, em consonância com as locações estabelecidas no Projeto de Executivo de Acessibilidade e Paisagístico (Volume 2 – Tomo IV);
2. Realizar a regularização do fundo da vala de acordo com a especificação técnica para assentamento de tubulações (apresentado na sequência deste caderno);
3. Assentar a tubulação, conforme indicado nos desenhos, com atenção especial as cotas de fundo estabelecidas nos desenhos acima mencionados;
4. De forma concomitante, executar as Bocas de Leão (Boca de Lobo com Grelha) que irão captar o fluxo a ser regularizado, conforme detalhe construtivo apresentado no Volume 2 – Tomo III - Desenho 1439DDRD0233, Folha 13/14;
5. Assentar a linha de descarga do reservatório no sistema de microdrenagem (vala de drenagem), com tubo de concreto com diâmetro de 200mm, conforme cotas estabelecidas nos desenhos citados no item 1 acima;.
6. Proceder com reaterro da vala com material de 1ª categoria, em camadas de no máximo 30cm, com compactação com equipamento manual (compactador tipo sapo);

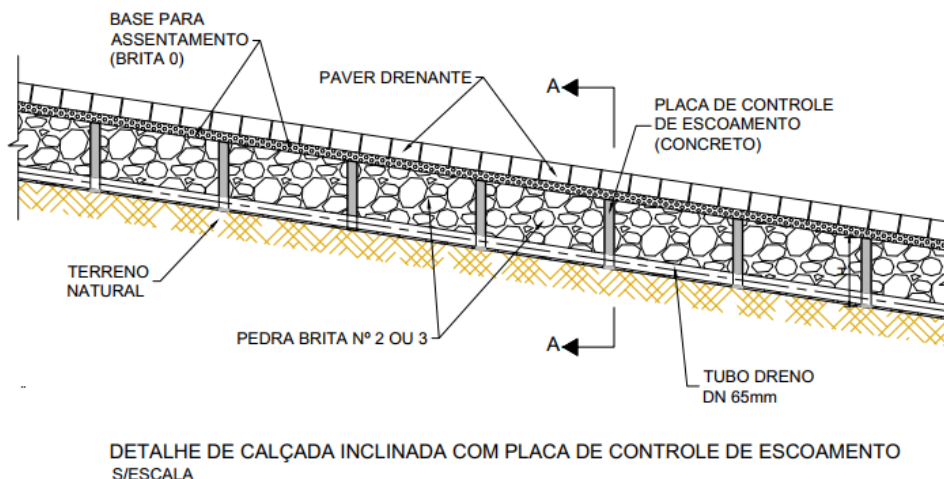
7. Realizar o lançamento da camada da base de assentamento através de brita nº0 (granulometria entre 4,8 e 9,5 mm) obedecendo as especificações constantes do projeto executivo de acessibilidade e paisagismo;
8. Realizar compactação com equipamentos manuais (tipo sapo e placa vibratória);
9. Executar demais elementos dos passeios, áreas de ginástica, etc., conforme projeto executivo de acessibilidade e paisagismo

Detalhes para execução estão descritos no Volume 1 – Tomo II – Especificações Técnicas – Serviços e Materiais, apresentando parâmetros e critérios de execução complementando as descrições das atividades anteriores. No desenho 1439DDRD0233 podem ser observados os detalhes da solução proposta.

### 3.5 GRANDES DECLIVIDADES

As soluções de SuDS com elementos lineares (calçada drenante, vala de retenção e canteiros inundáveis) têm seu perfil longitudinal acompanhando a declividade da via de tráfego (definido no projeto geométrico), uma vez que, além da função de drenagem sustentável, também compõem os passeios das vias.

Conforme mencionado no item 3.1, nos trechos de vias em que a declividade for superior a 5%, para que o volume armazenado não seja rapidamente drenado (e inviabilize a ação de retenção do SuDS), deverão ser implantadas placas de controle de fluxo em concreto, conforme ilustrado na Figura 3.21 e detalhado no desenho Volume 2 – Tomo III - Desenho 1439DDRD0233, Folha 11/14. Consiste em um anteparo, de modo a reter o escoamento interno do material drenante, possibilitando desta forma a retenção do volume pretendido.



**Figura 3.21 – Ilustração do SuDS para grandes declividades**

Fonte: O Autor

A instalação das placas deverá ser executada de modo a garantir que o desalinhamento das faces superiores das mesmas seja de 20cm, conforme ilustrado na imagem acima. Poderão ser utilizadas placas de concreto



pré-moldado, com armadura com tela soldada de 5,0mm e malha de 10cm (usualmente adotadas na execução de muros)

### 3.6 CONEXÃO COM A REDE DE DRENAGEM EXISTENTE

Para a drenagem dos elementos SuDS foram previstos tubos drenos de PEAD (perfurados), para captar a água retida e direcionar para a rede de microdrenagem convencional existente.

A conexão entre os elementos SuDS e a rede de drenagem se dará, basicamente, através da interligação do tubo dreno de PEAD à Boca de Lobo existente a ser recuperada (BLR) e/ou executada (BL), conforme indicado nos desenhos de projeto (Volume III). A partir do cadastro fornecido pela Prefeitura, foi verificada a cota da geratriz inferior dos trechos de galerias existente no local e, caso a mesma encontre-se em posição superior ao fundo da BL, previu-se a recomposição do segmento em nível mais profundo, até o lançamento na Caixa de Passagem a jusante, conforme ilustrado na Figura 3.22.

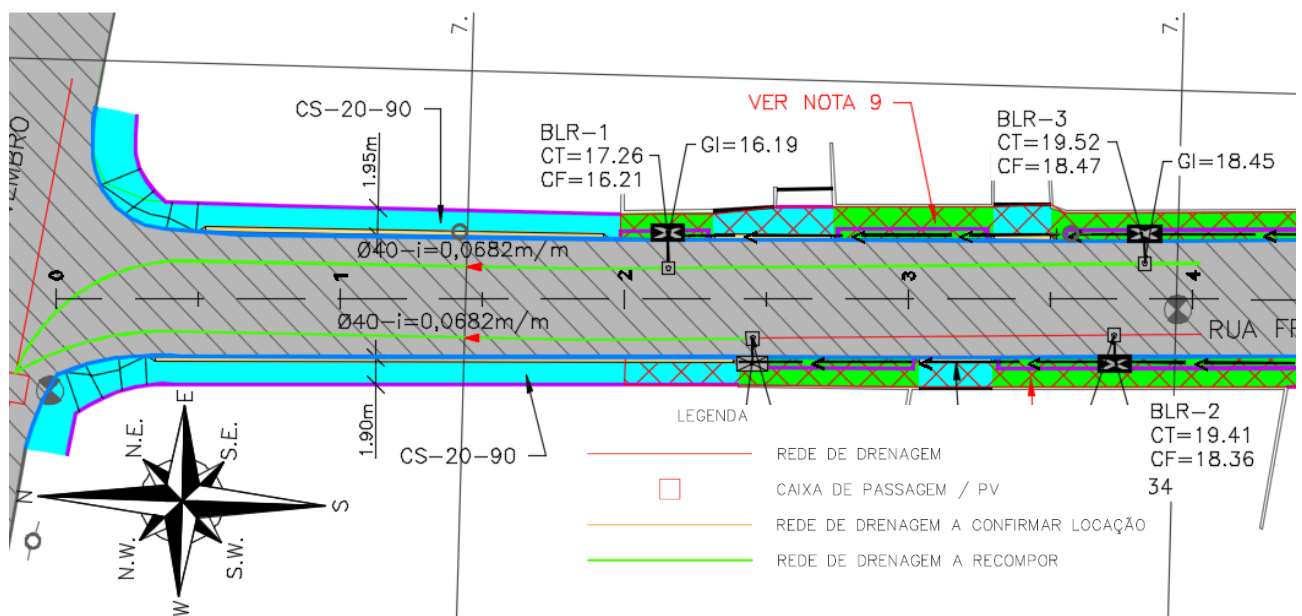


Figura 3.22 - Extrato De Desenho Do Presente Projeto Executivo De Drenagem, Com Indicação De Trecho De Galeria A Recompor

Fonte: O Autor

### 3.7 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

#### 3.7.1 Escavação de Valas

##### 3.7.1.1.1 Definição

Os serviços consistem na execução de escavação de valas para implantação dos dispositivos de drenagem.

A escavação compreende a remoção de solo desde a superfície natural do terreno, até as linhas e cotas especificadas no projeto, e tem seu início logo após concluídas as operações de limpeza e destocamento do terreno natural.

Antes de dar início às operações de escavação, a CONTRATADA fará a pesquisa de interferência do local não cadastradas, para que não sejam danificados quaisquer tubos, caixas, postes, etc., que serão aproveitados e que estejam na zona atingida pelas escavações ou em áreas próximas as mesmas.

As escavações manuais serão utilizadas, a princípio, apenas em trechos onde a escavação mecânica não possa ser utilizada, como nos locais junto as bases dos muros, portões e/ou interferências que não podem ser remanejadas.

Será exigida a mobilização dos equipamentos propostos em projeto para atender aos requisitos de execução dos SuDS e ao prazo de construção. Os equipamentos e as ferramentas a serem utilizados deverão ser adequados às condições de escavação, levando-se em consideração as características do material a escavar; a largura e profundidade da vala; a profundidade do nível d'água; o volume de serviço a realizar; o prazo disponível; a localização (facilidade de acesso, área para estoque de material escavado, condições de tráfego etc.) e as interferências identificadas.

Os serviços serão executados de modo a proporcionar o máximo de rendimento e economia, em função do volume de terra a remover e das dimensões, natureza e topografia do terreno.

Os solos escavados deverão ser transportados para bota-foras. O bota-fora para o projeto será comercial e licenciado na região do município.

Em conformidade com as exigências previstas na NR18.6, as escavações com mais de 1,25 m de profundidade devem dispor de escadas ou rampas, colocadas próximas aos postos de trabalho.

Todo e qualquer ônus decorrente de danos causados por imprudência ou imperícia será de responsabilidade da CONTRATADA.

### 3.7.1.2 Equipamentos

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser inspecionado e aprovado.

Os equipamentos básicos necessários aos serviços de escavação para implantação de dispositivos de drenagem compreendem:

- a) Caminhão basculante 10m<sup>3</sup>, trucado cabine simples, peso bruto total 23.000kg, carga útil máxima 15.935kg, distância entre eixos 4,80m, potência 230CV inclusive caçamba metálica (para transporte do material escavado);
- b) Caminhão carroceria fixa, capacidade de 7,5t, com guindaste hidráulico com capacidade de 3,5t (para transporte de materiais diversos de poda e corte de árvores, tubos, etc.);

- c) Retroescavadeira sob, tração 4x4, sob pneus, potência mínima de 92hp, caçamba frontal e retro com capacidade de 0,96m<sup>3</sup>/0,18m<sup>3</sup>;
- d) Mini escadeira hidráulica, motor diesel, potência 30/33hp, capacidade da caçamba de 0,09m<sup>3</sup>;
- e) Pá-carregadeira de pneus, potência mínima de 155hp, capacidade de 2,1m<sup>3</sup>;
- f) Ferramentas manuais: pá comum, pá de corte, enxada, picareta, enxadão e carro de mão;
- g) Ferramentas auxiliares para demolição de interferências: martetele perfurador e rompedor, martetele demolidor, marreta, martelo, talhadeira, etc.

### 3.7.1.3 Execução

As operações necessárias à execução das escavações para implantação dos dispositivos de drenagem compreendem:

- a) limpeza do terreno;
- b) escavação e carga do material;

As valas devem ser abertas com as dimensões e nas posições estabelecidas no projeto (Geométrico e de Terraplanagem), nas dimensões em planta e profundidades indicadas. Preferencialmente, devem ser escavados trechos curtos (menores que 20,0m), para permitir execução do SuDS no mesmo dia.

O material escavado pode ser reservado, no todo ou em parte, para posterior aproveitamento. Quando não ocorrer a reserva, o material deve ser transportado para o depósito de material excedente.

Quando o greide final de escavação estiver situado em terreno cuja capacidade de suporte não for suficiente para servir como base para os elementos de SuDS, a profundidade de escavação deverá ser adequada para a execução de agulhamento com brita no. 0 (zero), em espessura mínima de 5,0cm, até compactação adequada e nivelamento na cota correta. Em todos os casos, o greide final deverá ser o definido em projeto.

Nos casos em que o fundo da vala for constituído de rocha ou de qualquer outro material indeformável, deverá ser feito o aprofundamento da vala, com espessura não inferior a 0,10 m, para receber um colchão de areia ou de solo selecionado, que evite danos à manta de geotêxtil e/ou tubo dreno.

No que se refere à carga, transporte e descarga de solos, rochas ou entulhos para utilização em serviços ou colocação em bota-fora, CONTRATADA deverá utilizar os seguintes equipamentos (no mínimo):

- Definição dos equipamentos para carga, transporte, descarga e espalhamento, quando necessário, dos materiais provenientes de escavação e/ou demolição (entulho);
- Definição das áreas de depósitos de materiais escavados ou de entulhos e bota-fora, com a fixação não só dos taludes e volumes a serem depositados, mas também dos caminhos e das distâncias de percurso.

Durante a execução dos serviços, poderá a Prefeitura exigir a remoção e substituição de qualquer equipamento que não corresponda aos valores de produção proposto inicialmente.

Os materiais aproveitáveis serão armazenados em local apropriado, de modo a evitar a sua segregação.

Qualquer tipo de material remanescente será levado e espalhado em botafora comercial e licenciado, na região do município.

A CONTRATADA tomará todas as precauções necessárias para que os materiais estocados em local apropriado ou espalhados em botaforas, não causem danos às áreas e/ou obras circunvizinhas, por deslizamentos, erosões, etc. Para tanto, deverá a CONTRATADA manter as áreas de estocagem convenientemente drenadas e limpas.

Na conclusão dos trabalhos as superfícies deverão apresentar bom aspecto, estar limpas, convenientemente drenadas e em boa ordem.

#### 3.7.1.4 *Controle*

Os levantamentos topográficos devem apontar se as dimensões da seção transversal e a declividade atendem às especificadas no projeto. Admitem-se as seguintes tolerâncias:

- a) variação de altura máxima para o fundo e bordas da escavação:

escavação em solo:  $\pm 0,02$  m;

- b) variação máxima da largura de + 0,05 m para o fundo e bordas da escavação, não se admitindo variação negativa.

O controle qualitativo da escavação deve ser feito visualmente, avaliando-se as características de acabamento das obras executadas.

#### 3.7.1.5 *Aceitação*

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde que atendam às exigências de execução estabelecidas nesta especificação e discriminadas a seguir:

- a) na inspeção visual, as características de acabamento da obra forem consideradas satisfatórias;
- b) as características geométricas previstas tenham sido obedecidas.

No caso do não atendimento do item “a”, a executante deve refazer ou melhorar o acabamento.

No caso de não atendimento do item “b”, o serviço é rejeitado, devendo ser refeita a geometria do dispositivo, dentro dos limites especificados.

### 3.7.1.6 *Controle Ambiental*

Os procedimentos de controle ambiental referem-se à proteção de corpos d'água, da vegetação lindeira e à segurança viária. A seguir são apresentados os cuidados e providências para proteção do meio ambiente, a serem observados no decorrer da execução das escavações para implantação dos dispositivos de drenagem

- a) a supressão vegetal e destocamento devem obedecer rigorosamente aos limites estabelecidos no projeto, evitando acréscimos desnecessários; deve ser suficiente para garantir as operações de construção e a visibilidade dos motoristas, com a precaução de não expor os solos e taludes naturais à erosão;
- b) nas operações de limpeza, a camada vegetal deve ser estocada, sempre que possível, para o futuro uso da recomposição vegetal dos taludes;
- c) não será permitida a queima do material removido;
- d) tráfego de máquinas e funcionários deve ser disciplinado de forma a evitar a abertura indiscriminada de caminhos e acessos, o que acarretaria supressão vegetal desnecessária.

### 3.7.1.7 *Crítérios de Medição*

O serviço é medido em metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de escavação, cujo volume é calculado multiplicando-se as extensões obtidas a partir do estaqueamento pela área da seção transversal de projeto.

O serviço recebido e medido da forma descrita é pago conforme os preços unitários contratuais respectivos, no qual estão inclusos, a mão de obra com encargos sociais, BDI, equipamentos, controle de qualidade e eventuais necessários à completa execução dos serviços, de forma a atender ao projeto e às especificações técnicas.

## 3.7.2 **Alvenaria**

### 3.7.2.1 *Definição*

A alvenaria estrutural é o processo de construção que se caracteriza pelo uso de paredes como a principal estrutura suporte dos dispositivos de drenagem em substituição ao concreto.

A alvenaria estrutural pode se subdividida em duas classes estruturais: alvenaria não armada ou simples e alvenaria armada:

- a alvenaria simples é composta apenas de blocos de alvenaria e argamassa;
- alvenaria armada é reforçada por armadura passiva de fios, barras ou tela de aço, dimensionadas racionalmente para suportar os esforços atuantes.

### 3.7.2.2 *Materiais*

- a) Bloco maciço de concreto:
  - deve atender a NBR 9781;
  - dimensões 08x10x20
  - possuir resistência mínima: 35 MPa.
  
- b) bloco não-estrutural:
  - deve atender a NBR 6136.
  
- c) Argamassa de assentamento:
  - $F_{ck} > 8$  MPa;
  
- d) Argamassa de revestimento:
  - Argamassa de cimento e areia traço 1:3, com uso de cimento CP-III – RS e Polímero impermeabilizante;
  
- e) concreto de estrutural
  - classe C25 ( $f_{ck} > 25$  MPa)
  - consumo mínimo de cimento = 300kg/m<sup>3</sup>
  
- f) concreto magro
  - classe C10 ( $f_{ck} > 10$  MPa)
  
- g) armação:
  - CA-50 ou CA-60;
  - barras na vertical: bitola mínima  $\Phi 12,5$  mm;
  - barras na horizontal: bitola mínima  $\Phi 10,0$  mm;
  - recobrimento da armadura – 3 cm

### 3.7.2.3 *Execução*

#### 3.7.2.3.1 Paredes

- a fiada de respaldo, ou seja, última, tem armação horizontal obrigatória;
- blocos de interface com aberturas são nucleados e armados;

- ferros de amarração vertical devem ser espaçados a cada dois blocos, com núcleo preenchido mantendo prumo;
- união ortogonal de paredes deve ser amarrada com disposição de ferragem em “L”, sem emendas a cada 3 fiadas de bloco;
- os blocos da interface de uma união ortogonal de paredes devem ser nucleados e armado.

### 3.7.2.4 *Controle*

#### 3.7.2.4.1 Material

A cada 1.000 blocos fornecidos deve ser formado um lote de 12 exemplares, para serem submetidos ao ensaio de resistência de compressão simples conforme a NBR 12118 e NBR 6136.

O aço utilizado na armação deve ser amostrado e ensaiado conforme estabelecido na NBR 7480.

Determinar a resistência a compressão simples do concreto de enchimento, conforme a NBR 5739, a cada 5 m<sup>3</sup>.

### 3.7.2.5 *Execução*

Durante a execução verificar

- se os elementos executados estão em conformidade geométrica com o indicado em projeto;
- se as armaduras estão posicionadas como indicado em projeto e de acordo com as características mínimas;
- se os elementos executados estão perfeitamente nivelados, alinhados e o prumo vertical está garantido.

#### 3.7.2.5.1 Teste Destrutivo de Corpos Prismáticos

Deverão ser realizados testes destrutivos de corpos prismáticos seguindo as recomendações da Norma Brasileira ABNT NBR 16868.

### 3.7.2.6 *Aceitação*

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde que sejam atendidas as exigências estabelecidas nesta especificação.

#### 3.7.2.6.1 Material

Os materiais utilizados devem atender ao descrito no item 3.7.2.2.

Os resultados individuais de resistência a compressão simples maior ou igual a fixada no projeto, não são admitidos valores de resistência inferiores a 4,5 MPa para os blocos estruturais.



A resistência característica do concreto de enchimento é aceita desde que igual ou maior a específica em projeto.

### **3.7.2.6.2 Execução**

A execução da alvenaria armada é aceita desde que as verificações do item 3.7.2.6 sejam satisfatórias.

### **3.7.2.7 *Controle Ambiental***

Os procedimentos de controle ambiental referem-se à proteção de corpos d'água, da vegetação lindeira e à segurança viária. A seguir são apresentados os cuidados e providências para proteção do meio ambiente a serem observados no decorrer da execução da alvenaria armada.

- a) deve ser implantada a sinalização de alerta e de segurança de acordo com as normas pertinentes aos serviços;
- b) deve ser proibido o tráfego dos equipamentos fora do corpo da estrada para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural;
- c) material descartado deve ser removido para locais apropriados, de forma a preservar as condições ambientais, e não ser conduzido a cursos d'água;
- d) é obrigatório o uso de EPI, equipamentos de proteção individual, pelos funcionários.

### **3.7.2.8 *Crítérios de Medição***

A alvenaria estrutural simples, de bloco concreto, é medida em metros quadrado (m<sup>2</sup>) assentado, de acordo com as dimensões de projeto.

O serviço recebido e medido da forma descrita é pago conforme os respectivo preço unitário contratual, no qual estão inclusos: fornecimento, carga e transporte, assentamento, perdas e todos os materiais, bem como mão de obra com encargos sociais, BDI, ferramentas e equipamentos necessários à completa execução do serviço, inclusive formas e andaimes, que por ventura se façam necessários, exceto concreto e aço das cintas e pilaretes.

## **3.7.3 *Mantas Geotêxtis em Dispositivos de Drenagem***

### **3.7.3.1 *Definição***

As mantas geotêxteis de poliéster não tecidas são os geossintéticos utilizados na execução dos dispositivos de drenagem, com a finalidade de filtração, separação e proteção.

### 3.7.3.1.1 Materiais

Os materiais geossintéticos, aqui considerados, são as mantas geotêxteis não tecidas de poliéster, e devem satisfazer minimamente ao especificado no quadro abaixo.

**Quadro 3.1 – Propriedades de Manta Geotêxtil Não Tecida**

PROPRIEDADE	NORMA	MANTA GEOTÊXTEL
Resistência à tração faixa larga	NBR ISO 10319	10 kN/m*
Alongamento	NBR ISO 10319	50%*
Resistência à tração grab	ASTM D 4632	630 N*
Resistência ao puncionamento CBR	NBR ISO 12236	1,7 kN
Permeabilidade	NBR ISO 11058	0,39 cm/s
Abertura aparente AOS (o95)	ASTM D 4751	0,212 mm

\* Limite admissível na direção de menor resistência

### 3.7.3.2 Equipamentos

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser inspecionado e aprovado.

Os equipamentos básicos necessários aos serviços de aplicação das mantas geotêxteis compreendem:

- Caminhão carroceria fixa, capacidade de 7,5t, com guindaste hidráulico com capacidade de 3,5t;
- Equipamento para desenrolar o geotêxtil - pendurais;
- Ferramentas manuais, como tesouras, facas e outros materiais de corte.

### 3.7.3.3 Execução

A aplicação de mantas geotêxteis em dispositivos de drenagem, drenos, e outros deve atender ao especificado em projeto, e as recomendações dos fabricantes quanto aos cuidados necessários na aplicação do material.

As uniões longitudinais e transversais das mantas de geotêxteis devem ter sobreposição de 20 cm a 30 cm.

Durante o desenvolvimento das obras deve ser evitado o tráfego desnecessário de pessoal ou equipamentos sobre a manta geotêxtil aplicada, evitando sua danificação.

### 3.7.3.4 Controle

#### 3.7.3.4.1 Materiais

Todo fornecimento de manta geotêxtil que chegar à obra deve vir acompanhado do certificado de qualidade, fornecido por laboratório idôneo, que contenham os resultados dos ensaios realizados para o lote de fabricação, conforme as seguintes especificações:

- a) resistência à tração faixa larga, conforme a NBR ISO 10319;

- b) alongamento na ruptura, conforme a NBR ISO 10319;
- c) resistência à tração *grab*, conforme a ASTM D 4632;
- d) resistência ao puncionamento, pistão CBR, conforme a NBR ISO 12236;
- e) permeabilidade, conforme a NBR ISO 11058;
- f) abertura aparente, conforme ASTM D 4751.

#### 3.7.3.4.2 Execução

Após aplicação da manta geotêxtil deve-se verificar:

- a) se o recobrimento é adequado,
- b) se não existem rupturas, enrugamentos ou ondulações;

#### 3.7.3.5 *Aceitação*

Os serviços serão aceitos e passíveis de medição desde que atendam às exigências de execução e materiais estabelecidas anteriormente.

##### 3.7.3.5.1 Execução

O serviço executado é aceito desde que:

- atenda as especificações de projeto;
- as sobreposições estejam dentro das dimensões recomendadas;
- não apresentarem dobras, enrugamentos, rupturas ou ondulações.

#### 3.7.3.6 *Controle Ambiental*

Os procedimentos de controle ambiental referem-se à proteção de corpos d'água, da vegetação lindeira e à segurança viária.

O material excedente da aplicação da manta geotêxtil deve ser transportado para local pré-definido, sendo vedado seu lançamento nas áreas lindeiras e em quaisquer outros locais onde possam causar prejuízos ambientais;

Devem ser atendidas, no que couber, as recomendações ambientais, referentes às obras e serviços de drenagem e pavimentação.

### 3.7.3.7 Critérios de Medição

O serviço é medido em metro quadrado (m<sup>2</sup>) de manta geotêxtil efetivamente aplicada, de acordo com o tipo do material utilizado.

A área é calculada considerando as dimensões finais dos dispositivos de drenagem que receberam as mantas geotêxteis.

O serviço recebido e medido da forma descrita é pago conforme os preço unitários contratuais respectivos, no qual estão inclusos: o fornecimento, transporte, armazenamento, aplicação e perdas das mantas geotêxteis, abrangendo inclusive a mão-de-obra com encargos sociais, BDI e equipamentos necessários aos serviços, executados de forma a atender ao projeto e, às especificações técnicas.

### 3.7.4 Placas de Controle de Escoamento

#### 3.7.4.1 Definição

As placas de controle de escoamento serão constituídas de elementos pré-moldados de concreto, com espessura mínima de 50mm, armadas com tela soldada de aço CA-50,  $\phi$  5,0mm e malha de 10cm. As placas deverão ter encaixe “macho-fêmea”, para sobreposição e justaposição dos elementos ao longo da altura e da largura do SuDS.

#### 3.7.4.2 Materiais

As placas deverão ser fornecidas com peças nas seguintes dimensões:

- Largura 200cm, altura 30cm e espessura 50mm;
- Largura 200cm, altura 20cm e espessura 50mm.

Serão construídas em concreto armado com resistência à compressão de 20Mpa, com superfícies planas, retangulares, não apresentando fissuras, distorções nas extremidades, quebras ou outros danos. Poderão ser utilizadas peças utilizadas para execução de muros (placas).

#### 3.7.4.3 Equipamentos

Os equipamentos básicos necessários aos serviços de aplicação das placas compreendem:

- Caminhão carroceria fixa, capacidade de 7,5t, com guindaste hidráulico com capacidade de 3,5t (para transporte e descarga das peças);
- Cortadora de piso, profundidade de corte de 120mm, a gasolina, 13 hp (para corte das peças moldadas de concreto);
- Ferramentas manuais, como pá, enxada, colher de pedreiro, etc.

### 3.7.4.4 *Execução*

Antes da instalação das peças das placas de controle de escoamento, deve-se verificar cada unidade quanto à limpeza, defeitos e trincas. Na sequência, efetuam-se os seguintes procedimentos:

- Dispor as peças da primeira fila da base junto ao fundo das valas de forma cuidadosa, para não danificar a manta de geotêxtil. A peça localizada ao lado esquerdo (no sentido de escoamento), deve conter o orifício para passagem do tubo dreno;
- As placas devem ser instaladas na posição vertical, utilizando brita no.3 para contenção lateral, já como parte do preenchimento da vala de forma preliminar, para permitir a montagem das peças pré-moldadas de concreto na posição vertical;
- As placas devem ser cortadas com o apoio de serra na largura do SuDS e na altura necessária, em função do alinhamento predial e da declividade da via.
- O tubo dreno deve ser inserido ao longo de toda extensão longitudinal da vala, atravessando todos orifícios das placas de controle de escoamento;
- As peças pré-moldadas devem ser sucessivamente encaixadas na horizontal e vertical, em associação ao preenchimento da vala com brita, sempre de modo a mantê-las na posição vertical.

### 3.7.4.5 *Controle*

#### 3.7.4.5.1 Materiais

Todos os lotes de peças das placas de concreto pré-moldado que chegarem à obra deve ser inspecionado (amostra de 10%), para verificação da integridade física, incluindo encaixes “macho-fêmea”, dimensões e acabamento. A aceitação quanto às dimensões e acabamento ser dará se 80% ou mais da amostra preencher as condições desta especificação.

Somente serão aceitos os lotes que tenham sido retirados os corpos de prova durante a fabricação, com as identificações que garantam a rastreabilidade entre os corpos de prova e os lotes a serem entregues. Deverão ser retirados dois corpos de prova para cada lote de 200 peças para testes segundo a NBR 5739:2018.

Com relação à resistência, deverá ser observado se a armadura não estiver de acordo com o exigido e/ou a resistência do concreto avaliado através do teste estiver abaixo da exigida, o lote será rejeitado.

#### 3.7.4.5.2 Execução

Após o assentamento das placas, deve-se verificar:

- se os encaixes entre as placas estão adequados;
- se não existem rupturas, deformações e desencaixa das peças;
- se os níveis de assentamento estão adequados.

### 3.7.4.6 *Aceitação*

Os serviços serão aceitos e passíveis de medição desde que atendam às exigências de execução e materiais estabelecidas anteriormente.

### 3.7.4.7 *Crítérios de Medição*

O serviço é medido em metro quadrado (m<sup>2</sup>) de placa de controle de escoamento assentada. O serviço recebido e medido da forma descrita é pago conforme os preço unitários contratuais respectivos, no qual estão inclusos: o fornecimento, transporte, armazenamento e assentamento, abrangendo inclusive a mão-de-obra com encargos sociais, BDI e equipamentos necessários aos serviços, executados de forma a atender ao projeto e, às especificações técnicas.

## 3.7.5 **Execução de Reaterro**

### 3.7.5.1 *Definição*

O reaterro de valas dos dispositivos de drenagem consiste no enchimento de valas dos dispositivos de drenagem com solo devidamente compactado.

### 3.7.5.2 *Materiais*

O solo destinado ao reaterro de valas deve ser, preferencialmente, o próprio material da escavação da vala, desde que este seja de boa qualidade. Caso contrário o material deve ser importado. O solo para reaterro deve:

- possuir CBR  $\geq$  2% e expansão  $<$  4%;
- ser isento de matéria orgânica.

Não se admite a utilização de materiais de qualidade inferior ao do terreno adjacente.

### 3.7.5.3 *Equipamentos*

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser inspecionado e aprovado.

Os equipamentos básicos necessários ao serviço de reaterro de vala compreendem:

- a) compactadores manuais: placas vibratórias ou sapos mecânicos;
- b) equipamentos manuais: pás, enxadas, soquetes etc.

### 3.7.5.4 *Execução*

A compactação do material de reaterro deve ser executada em camadas individuais de 15,0 cm de espessura, com sapos mecânicos, placas vibratórias ou soquetes manuais.

O equipamento utilizado deve ser compatível com as dimensões de trabalho entre as linhas de drenagem. Deve ser dada atenção especial à compactação junto às paredes dos tubos, de forma a não danificá-los.

O reaterro deve prosseguir até atingir a espessura de, no mínimo, 60,0 cm da geratriz superior externa do corpo do bueiro, ou atingir a cota prevista em projeto.

A variação do teor de umidade admitido para o material de reaterro é de -2% a +1% em relação à umidade ótima de compactação, e o grau de compactação mínimo exigido é de 95% em relação à massa específica aparente seca máxima, determinada conforme NBR 7182, na energia normal.

### 3.7.5.5 *Controle*

#### 3.7.5.5.1 Controle dos Materiais

Os solos utilizados no reaterro devem ser submetidos ao ensaio de ensaio de CBR, conforme NBR 9895 com determinação da expansão, na energia normal; 1 ensaio a cada 1.500 m<sup>2</sup> de vala.

#### 3.7.5.5.2 Controle de Execução

O controle da execução do reaterro deve ser realizado pelos seguintes procedimentos:

- a) determinação da massa específica aparente seca máxima e umidade ótima, conforme NBR 7182, na energia normal, com amostras coletadas na pista, 1 ensaio a cada 500 m<sup>2</sup> de vala;
- b) determinação do teor de umidade com umidímetro Speedy, conforme DNER-ME 052/94, ou similar, a cada 350 m<sup>2</sup> de vala. Se a umidade estiver compreendida no intervalo de - 2,0 % a + 1,0 % da umidade ótima o material pode ser liberado para compactação;
- c) determinação, após o término da compactação, da umidade e da massa específica aparente seca in situ, de acordo com NBR 7185, e o respectivo grau de compactação, em relação aos valores obtidos na alínea a, 1 determinação a cada 350 m<sup>2</sup> de vala compactada.

#### 3.7.5.5.3 Controle Geométrico e de Acabamento

A espessura da camada e as diferenças de cotas devem ser determinadas pelo nivelamento da seção transversal, a cada 20 m, conforme nota de serviço.



### 3.7.5.5.4 Controle Estatístico

**Quadro 3.2 – Controle Estatístico**

Média Aritmética da Amostra ( $\bar{X}$ )	Desvio-Padrão da Amostra (S)
$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$	$S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{N-1}}$
Controle pelo Limite Inferior	Controle pelo Limite Superior
$X = \bar{X} - KS \geq \text{LIE}$	$X = \bar{X} + KS \leq \text{LSE}$
Controle pelo Limite Inferior e Superior	
$X = \bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$	e
	$X = \bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$

Onde:

- $X_i$  = valor individual da amostra
- $N$  = nº de determinações efetuadas
- $K$  = coeficiente unilateral tabelado em função do número de amostras
- $K_1$  = coeficiente bilateral tabelado em função do número de determinações
- **LSE** = limite superior especificado
- **LIE** = limite inferior especificado

**Quadro 3.3 – Valores K e K1**

VALORES K – TOLERÂNCIA UNILATERAL E K1 TOLERANCIA BILATERAL								
N	K	K1	N	K	K1	N	K	K1
4	0,95	1,34	10	0,77	1,12	25	0,67	1,00
5	0,89	1,27	12	0,75	1,09	30	0,66	0,99
6	0,85	1,22	14	0,73	1,07	40	0,64	0,97
7	0,82	1,19	16	0,71	1,05	50	0,63	0,96
8	0,80	1,16	18	0,70	1,04	100	0,60	0,92
9	0,78	1,14	20	0,69	1,03	Infinito	0,52	0,84

### 3.7.5.6 Aceitação

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde que atendam simultaneamente as exigências de materiais e de execução, estabelecidas nesta especificação e discriminadas as seguir.

#### 3.7.5.6.1 Execução

- Compactação

O grau de compactação é aceito desde que não sejam obtidos valores individuais inferiores a 95%, ou os valores de grau de compactação, analisados estatisticamente para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras, através da equação do Item 3.7.5.5.4 - Controle Estatístico, sejam iguais ou superiores a 95%.

- Geometria

A geometria é aceita desde que as dimensões das seções transversais, obtidos após as operações de reaterro, atendam às seções especificadas no projeto.

#### 3.7.5.6.2 Critérios de Medição

O serviço é medido em metro cúbico (m<sup>3</sup>) de camada acabada, cujo volume é calculado multiplicando-se as extensões obtidas a partir do estaqueamento pela área da seção transversal de projeto.

O serviço recebido e medido da forma descrita é pago conforme o preço unitário contratual respectivo, no qual estão incluídos: a mão de obra com encargos sociais, BDI, equipamentos, controle de qualidade e eventuais necessários à completa execução dos serviços, de forma a atender ao projeto e às especificações técnicas.

### 3.7.6 **Execução de Camada Drenante**

#### 3.7.6.1 *Descrição*

A presente especificação tem por objetivo estabelecer procedimentos e critérios para a execução do preenchimento dos passeios com pedra de brita para formação da camada drenante.

#### 3.7.6.2 *Definições*

Pedra de brita: Produto de britagem de rocha sã, livre finos e de impureza, de boa cubicidade;

- Brita n° 2 – Produto de britagem de rocha sã, com dimensões entre 19mm e 25mm;
- Brita n° 3 – Produto de britagem de rocha sã, com dimensões entre 25mm e 50mm;

#### 3.7.6.3 *Condições Gerais*

As pedras a serem utilizadas devem ser de boa qualidade, de rocha sã, de fontes aprovadas e certificadas.

O ensaio de abrasão Los Angeles deverá indicar um desgaste menor ou igual a 50%.

As pedras deverão ter dimensões entre 19 e 50mm e livre de materiais finos.

#### 3.7.6.4 *Métodos Executivos*

Compreende as operações de espalhamento mecânico ou manual, preenchendo todos os vazios da área, nas quantidades que permitam atingir a espessura projetada.

O preenchimento da vala com a camada drenante deverá ser executado em 2 etapas separando os volumes em 50% para a brita n°3, representando a 1ª camada (ou camada de fundo) e os 50% restantes de brita n°2 formando a 2ª camada (ou camada superior).

Deverá ser lançado no fundo a pedra brita nº3 no volume correspondente a 50% do volume total para o trecho, devendo haver um nivelamento uniforme e constante;

Sobre o a pedra brita nº3 deverá ser lançada a pedra brita nº2 de modo a preencher todo o volume restante necessário até atingir a cota de projeto.

A camada final de brita deve ficar totalmente nivelada e homogeneizada.

### **3.7.6.5 Controle de Qualidade de Execução**

#### **3.7.6.5.1 Controle geométrico**

A última camada de pedra brita (nº 2) será espalhada de tal forma que fique visualmente uniforme na cota definida pelo projeto.

#### **3.7.6.5.2 Controle tecnológico**

Serão procedidos os seguintes ensaios:

- Um ensaio de desgaste Los Angeles, ou quando houver variação da natureza do material.

### **3.7.6.6 Critérios De Medição**

O serviço é medido em metro cúbico (m³) de camada drenante efetivamente aplicada, de acordo com os materiais segundo item 3.7.6.2.

O volume é calculado considerando a área de implantação multiplicada pela altura da camada drenante.

Nos preços unitários estão inclusos: mãos de obra necessária para execução dos serviços, com encargos sociais, BDI, todos os equipamentos e recursos utilizados na execução dos serviços de escavação, carga e transporte do material.

### **3.7.7 Assentamento de Tubos Dreno de PEAD**

#### **3.7.7.1 Definição**

Consiste no assentamento dos tubos drenos de PEAD no fundo da vala já revestida de PEAD, no sentido longitudinal da mesma, conforme posição definida nos detalhes apresentados nos desenhos deste projeto.

#### **3.7.7.2 Materiais**

Os tubos drenos fabricados em PEAD (Polietileno de Alta Densidade), de seção circular, corrugado e com raio de curvatura, são destinados a coletar e escoar a água de drenagem dos SuDS. Devem seguir a norma DNIT093-EM.

Possui as seguintes características:

- Elevada resistência a produtos químicos;
- Elevada resistência à compressão diametral;
- Alta resistência ao impacto;
- Facilidade de curvatura;
- Simples manipulação devido a sua maior leveza;
- Maior economia na instalação.

As características mínimas necessárias são:

- Diâmetro nominal (mm): 65
- Raio de curvatura (mm): 350
- Resistência a compressão (mínima), em kgf: 20
- Resistência ao impacto (J): 15
- Área aberta perfurada (cm<sup>2</sup>/m): 80
- Vazão de influxo (cm<sup>3</sup>/s.m): 2.730
- Coeficiente de rugosidade de Manning (n): 0,016

### 3.7.7.3 Equipamentos

Os equipamentos necessários para assentamento dos tubos drenos são:

- caminhão carroceria fixa, capacidade de 7,5t, com guindaste hidráulico com capacidade de 3,5t;
- estilete ou similar para corte dos tubos.

### 3.7.7.4 Execução

#### Descarga e Armazenamento

Os tubos dreno serão fornecidos em rolos de 50m. Durante o transporte e manuseio, deve-se evitar que ocorram choques ou contatos com elementos que possam comprometer a integridade dos mesmos, tais como: objetos cortantes ou pontiagudos com arestas vivas, pedras, etc.

O descarregamento deverá ser efetuado cuidadosamente, não devendo permitir que os tubos sejam lançados diretamente ao solo a fim de evitar amassamentos, rompimento, perfurações dos mesmos ou concentração de cargas num único ponto.

O armazenamento dos tubos drenos deverá ser efetuado em locais isentos de quaisquer elementos que possam danificar o material, tais como: superfícies rígidas com arestas vivas, objetos cortantes ou pontiagudos, pedras, etc.

As barras de tubos drenos deverão ser dispostas na forma horizontal, onde a primeira camada deve ser colocada sobre tábuas de madeira contínua de 0,10 metro de largura espaçadas a cada 0,20 metro no máximo, colocadas no sentido transversal dos tubos. Devem ser colocadas estroncas verticais, espaçadas de metro em metro para apoio lateral das camadas de tubos.

Em se tratando de barras, estocar a uma altura de até 2,00 metros a fim de facilitar a colocação e a retirada dos tubos da última camada ou quando se tratar de rolos, estocar em camadas máximas de 6 (seis) peças, não devendo ficar expostos a céu aberto por um período superior a 12 (doze) meses.

Caso haja necessidade de se permanecer além do período acima estipulado, recomenda-se cobrir os tubos com lonas ou serem guardados sob abrigos para uma proteção mais eficaz.

#### Lançamento na Vala e Instalação

Os rolos de tubos deverão ser abertos ao lado das valas e cortados nos comprimentos adequado ao trecho em execução. As peças cortadas deverão ser assentadas sobre a manta de geotêxtil, conforme indicado posicionamento indicado nos desenhos de projeto. Para fixação na posição correta, deverá ser utilizada a própria brita no.3 que será utilizada para preenchimento da vala, formando “montes” nas extremidades.

Na eventual necessidade de reparos dos tubos, o fabricante recomenda:

- a) Danos Leves com amassamento de espiras e/o desgaste na parede externa: não há necessidade de reparo, uma vez que não compromete a sua utilização;
- b) Danos médios ou pesados, com perfuração ou rompimento do tubo: cortar o trecho danificado e substituí-lo por outro do mesmo comprimento. Rosquear duas luvas de emenda (conforme ilustração da Figura 3.23), uma em cada extremidade do tubo de reposição, encaixar de topo o mesmo e retornar as luvas até que as mesmas sobreponham igualmente o tubo a ser emendado.



**Figura 3.23 – Ilustração do reparo do tubo com luvas de emenda**

Fonte: Manual Técnico – KanaNET, Tubos Perfurados para Drenagem, Kanaflex

### 3.7.7.5 *Controle*

#### 3.7.7.5.1 Material

Os rolos de tubo dreno deverão ser verificados quanto a integridade no recebimento e não devem apresentar amassamentos, dobras, cortes, etc. Deverá ser apresentado certificado de atendimento a norma DNIT093-EM.

#### 3.7.7.5.2 Execução

Após assentamento dos tubos dreno no fundo da vala e encaixe das extremidades nas entradas das Bocas de Lobo, deve ser verificado o estado geral das peças, quanto a integridade.

#### 3.7.7.5.3 Aceitação

Os serviços serão aceitos e passíveis de medição desde que atendam às exigências de execução e materiais estabelecidas anteriormente.

### 3.7.7.6 *Crítérios de Medição*

O serviço é medido em metros lineares (m) cujo valor é calculado a partir das extensões obtidas entre as Bocas de Lobo onde os tubos se conectam.

## 3.7.8 **Assentamento de Tubos em Concreto**

Os tubos de concreto são destinados à condução de líquidos sob pressão atmosférica, podendo ser de concreto simples ou concreto armado.

Os tubos de concreto e suas respectivas juntas devem atender a NBR 8890.

### 3.7.8.1 *Materiais*

Os tubos de concreto de seção circular para drenagem devem ser do tipo, classe e dimensões indicadas no projeto e devem atender exigências da NBR 8890.

Os tubos devem satisfazer às seguintes condições gerais: possuir ligação macho e fêmea, eixo retilíneo perpendicular aos planos das duas extremidades, seção transversal circular, espessura uniforme, superfícies internas e externas suficientemente lisas, não possuir trincas, fraturas, retoques ou pinturas, produzir som típico de tubo não trincado quando percutidos com martelo leve, ter em caracteres legíveis gravados no concreto, o nome ou marca do fabricante, diâmetro nominal, a classe a que pertencem ou a resistência do tubo, a data de fabricação e um número para rastreamento de todas as suas características de fabricação.

### 3.7.8.2 Equipamentos

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser inspecionado e aprovado.

Os equipamentos necessários aos serviços de fornecimento e instalação de tubos de concreto compreendem:

- a) caminhão carroceria fixa, capacidade de 7,5t, com guindaste hidráulico com capacidade de 3,5t (para içamento dos tubos);
- b) betoneira capacidade nominal 400L, capacidade de mistura 310L, motor a diesel potência 5,0hp;
- c) retroescavadeira sob, tração 4x4, sob pneus, potência mínima de 92hp, caçamba frontal e retro com capacidade de 0,96m<sup>3</sup>/0,18m<sup>3</sup>;
- d) talha tipo "tirfor";
- e) carrinho de mão;
- f) compactador portátil, manual ou mecânico;
- g) ferramentas manuais, tais como pá, enxada, colher de pedreiro, etc.

### 3.7.8.3 Execução

Os tubos serão em concreto simples ou armado, de seção circular, macho e fêmea, destinados à condução de águas pluviais e de líquidos não agressivos, sob pressão atmosférica.

Para sua montagem observar os seguintes procedimentos:

- antes de baixar os tubos à vala, verificá-los cuidadosamente quanto à limpeza, defeitos e trincas;
- centrar e introduzir a ponta do tubo no alojamento de espera e colocar juta ou estopa alcatroada, nos tubos ponta bolsa;
- com ferramenta apropriada (estopador) ajustar a juta no fundo da bolsa, de modo a proporcionar um espaço vazio, em função ao diâmetro do tubo, de 10 a 15 mm a contar da extremidade da bolsa;
- colocar no alojamento de espera, argamassa de cimento e areia lavada, no traço 1:3 em volume, centrando perfeitamente as extremidades, avaliando o nivelamento da geratriz inferior interna dos tubos;
- respaldar externamente a argamassa deixando uma inclinação de 45° em relação à superfície do tubo, a partir da aresta externa da extremidade do tubo.
- avaliar o nivelamento da geratriz inferior interna dos tubos.



### 3.7.8.4 *Controle*

#### 3.7.8.4.1 Materiais

Os tubos de concreto devem ser controlados através dos ensaios preconizados na NBR 8890.

O comprimento útil não deve diferir da dimensão declarada em mais de 20 mm para menos, nem mais de 50 mm para mais.

O diâmetro interno médio não deve diferir mais de 1% do diâmetro nominal.

A espessura da parede não deve ter diferenças para menos de 5% da espessura declarada ou 5 mm, adotando sempre o menor valor.

#### 3.7.8.4.2 Geométrico e Acabamento

O controle geométrico da execução da rede de drenagem deve ser feito através de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos para verificação dos elementos geométricos das canalizações. O alinhamento dos tubos não deve ter variação maior que 2° (dois graus).

O controle de nivelamento do fundo da vala de escavação, da largura da vala e do berço de assentamento deve ser feito em intervalos máximos de 5,0 m.

O nivelamento do berço de assentamento quando em concreto se admite uma tolerância de  $\pm 0,5$  cm em relação ao indicado no projeto.

### 3.7.8.5 *Aceitação*

#### 3.7.8.5.1 Materiais

Os materiais são aceitos desde que atendam ao discriminado no item 3.7.8.4.1. Os lotes de tubos de concreto devem ser recebidos e aceitos desde que acompanhados de certificado de qualidade.

A resistência a compressão diametral obtida nos ensaios efetuados deve ser superior aos valores mínimos especificados na NBR 8890, para a classe e diâmetro de tubo considerado.

#### 3.7.8.5.2 Serviços

Os executados são aceitos desde que as seguintes condições sejam atendidas:

- i. Na inspeção visual, o acabamento for julgado satisfatório;
- ii. Os dispositivos encontram-se em perfeitas condições de conservação e funcionamento;
- iii. As características geométricas previstas tenham sido observadas.

No caso de não atendimento aos itens i e ii, a executante deverá refazer ou melhorar o acabamento e conferir as condições satisfatórias indicadas.

No caso de não atendimento ao item iii o serviço deve ser rejeitado, devendo ser removido e substituído por dispositivos de geometria dentro dos limites especificados.

### 3.7.8.5.3 Critérios de Medição

O serviço é medido em metros lineares (m) cujo valor é calculado a partir das extensões obtidas do estaqueamento do projeto.

Os serviços recebidos e medidos da forma descrita são pagos conforme preços unitários contratuais respectivos, nos quais se incluem a mão-de-obra com encargos sociais, BDI equipamentos, materiais, transporte, perdas, controle de qualidade e eventuais necessários à completa execução dos serviços, de forma a atender ao projeto

## **4. PROJETO ACESSIBILIDADE E PAISAGISMO**

### **4.1 PROJETO DE ACESSIBILIDADE**

#### **4.1.1 Referências utilizadas**

O Projeto de Acessibilidade foi elaborado de acordo com as recomendações das normas e documentos listados a seguir:

- ABNT: NBR-9050 - Norma de Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, 2020;
- ABNT: NBR-16537 - Acessibilidade — Sinalização tátil no piso — Diretrizes para elaboração de projetos e instalação, 2016;
- ABNT: NBR-16416 — Pavimentos Permeáveis de Concreto — Requisitos e Procedimento, 2015;
- PlanMOB Volume I. Plano de Mobilidade Urbana de Joinville. Ed. 02, 2016;
- PlanMOB Volume II. Plano Diretor de Transportes Ativos - PDTA. Ed. 02, 2016;
- Decreto nº 13.060, de 20 de julho de 2006. Estabelece parâmetros para a execução ou reconstrução de calçadas no município de Joinville;
- Lei complementar nº 202, de 17 de abril de 2006. Dispõe sobre a execução e consertos de calçadas no município de Joinville;
- Lei complementar nº 261, de 28 de fevereiro de 2008. Plano diretor de desenvolvimento sustentável do município de Joinville;
- Guia rápido calçada legal – Prefeitura Municipal de Joinville, 2019.

- Guia Prático para a construção de Calçadas – ABCP.

#### **4.1.2 Passeios**

É prevista a implantação de passeios em todo trecho de projeto de forma a possibilitar a locomoção segura de pedestres. Os passeios previstos são do tipo: blocos de concreto (paver) drenantes para contribuir com a redução de picos de hidrograma e passeio em concreto convencional aliado a vala de retenção e jardim de chuva. A distinção é apresentada graficamente nas plantas baixas das respectivas ruas e com detalhamento das estruturas na prancha de Detalhes “1439DGLD0335”, ambos apresentados no Volume 02 – Tomo IV deste produto.

Os revestimentos permeáveis (paver drenante) garantem a passagem rápida da água, que então fica armazenada por um período nas camadas de base e sub-base, funcionando como reservatório e filtro. A descrição completa do sistema é apresentada no capítulo 3 referente à drenagem pluvial.

O paver drenante previsto no projeto é na cor cinza, com dimensão de 10x20x6cm (largura x comprimento x espessura) e deve atender as especificações previstas na NBR 16416 - Pavimentos Permeáveis de Concreto - Requisitos e Procedimentos, no que tange, ao Fck mínimo de 20Mpa, ter peças com variações dentro dos limites exigidos,  $\pm 3$ mm na espessura e comprimento e  $\pm 2$ mm na largura, sua superfície deve ter cor uniforme e sem lascas ou trincas e principalmente, o fornecedor das peças deve apresentar laudo validando que o Coeficiente de Permeabilidade maior que 10<sup>-3</sup> m/s.

A Figura 4.1 demonstra um exemplo de bloco de concreto drenante conforme especificações definidas. Os blocos serão adquiridos mediante atendimento dos requisitos aqui mencionados.



**Figura 4.1 - Bloco de concreto retangular drenante.**

Fonte: Associação brasileira de cimento Portland, 2015.

Devem ser utilizados blocos que possuam produção industrial com certificação PSQ/PBQP-H, ou de outros institutos (a exemplo do INMETRO), e que não estejam indicadas como “não conforme” pela certificação PSQ/PBQP-H.

Os blocos de concreto intertravados são assentados sobre uma camada de pedrisco com espessura de 5cm.

Os passeios em concreto convencional devem ser executados em concreto com fck maior ou igual a 20Mpa, com espessura de 6,0cm, sobre uma camada de lastro de brita nº 0 com espessura de 4,0cm.

As estruturas completas dos passeios projetados são demonstradas no arquivo de detalhes do projeto de acessibilidade e paisagismo.

A inclinação transversal das calçadas é de 2% no sentido do alinhamento à linha das guias, estando dentro do limite estabelecido pela NBR 9050 (item 6.3.3). Eventuais ajustes de soleira devem ser executados sempre dentro dos lotes, conforme previsto na Lei complementar nº 202, de 17 de abril de 2006 (art. 6º, inciso VI).

A superfície das tampas deve ser nivelada com o piso adjacente, e eventuais frestas devem possuir dimensão máxima de 15 mm (Conforme item 6.3.6 da NBR 9050).

A largura das calçadas seguiu a seguinte divisão:

- Faixa livre: destinada exclusivamente à circulação de pedestres, sendo contínua entre lotes e com no mínimo 1,20 m de largura e 2,10 m de altura livre;
- Faixa de serviço: largura remanescente (dimensões conforme consta no projeto geométrico) destinada a acomodar os canteiros, paisagismo, valas de retenção, jardins de chuva e eventuais elementos urbanísticos que se fizerem necessários.

A largura total do passeio respeitou o mínimo de 1,20m de largura livre, sendo que as dimensões da configuração dos passeios de cada via estão indicadas em planta.

De forma geral o passeio foi alinhado com os muros e cercas existentes, nos casos em que os muros se encontram afastados do alinhamento predial, foi prevista conformação em brita entre os passeios e muros.

#### 4.1.2.1 *Plano de execução passeio em paver drenante*

##### 4.1.2.1.1 Equipamentos Necessários

- Placa vibratória;
- Sistema de nivelamento;
- Réguas de madeira ou alumínio com 3,0m de comprimento e 4,0cm de espessura;
- Tábuas de madeira;
- Peneira de malha quadrada;
- Linhas para controle de alinhamento;
- Colher de pedreiro;
- Cunha ou talhadeira;
- Disco de corte e policorte (serra elétrica com disco abrasivo);
- Outras ferramentas: vassouras, pás, picaretas, carrinhos de mão, régua, nível de pedreiro, ponteiros de aço, alavanca de ferro, soquetes manuais ou mecânicos.

##### 4.1.2.1.2 Base

Deverão estar concluídas antes do início de construção do passeio, todas as obras de drenagem e terraplenagem que possam existir. A base dos passeios em paver será constituída pela camada drenante que compõe os SuDS, conforme especificado no projeto de drenagem.

##### 4.1.2.1.3 Assentamento

O assentamento será feito em pedrisco compactado com placa vibratória. A execução se dará partindo-se de um meio-fio lateral. A execução do passeio estará condicionada a uma inclinação de 2,0% em direção à rua.

Para evitar irregularidades na superfície, não se deve transitar, após a compactação. Para o acabamento do piso intertravado junto aos confinamentos internos, não se deve usar pedaços de blocos com menos de ¼ do seu tamanho original, nessas situações o acabamento deve ser feito com argamassa seca.

Durante a colocação e antes que os blocos sejam compactados, é preciso proteger o piso com tábuas ou chapas grossas de madeira para a circulação dos operários e transporte dos materiais.

As peças deverão ser acertadas no ato do assentamento de cada peça, de modo que sua face superior fique pouco acima do cordel. Para tanto, o calceteiro deve pressionar a peça, ao mesmo tempo em que acerta a sua posição. Assentada a primeira peça, a segunda será encaixada da mesma forma que a primeira.

Na colocação das peças, o calceteiro deverá de preferência trabalhar de frente para a fileira que está assentando, ou seja, de frente para a área pavimentada. O nivelamento, bem como o alinhamento do pavimento, poderá ser controlado por meio de sistema de nivelamento/alinhamento a laser.

#### 4.1.2.1.4 Compactação

As atividades de compactação são realizadas com o uso de placas vibratórias.

A compactação deve ocorrer pelo menos duas vezes e em direções opostas: primeiro completa-se o circuito num sentido e depois no sentido contrário, com sobreposição dos percursos para evitar a formação de degraus. Caso haja quebra de peças na primeira etapa de compactação, será preciso retirá-las com duas colheres de pedreiro ou chaves de fenda e substituí-las antes da fase de compactação final.

#### 4.1.2.1.5 Rejuntamento

Por se tratar de um paver drenante que possui alto índice de vazios, não é recomendada a execução de rejuntamento das peças. Isso se deve ao fato de que os materiais utilizados para rejunte são compostos de finos que penetrariam nas peças assentadas ocasionando a colmatação e prejudicando a função do paver drenante de percolar a água.

Sendo assim, as peças deverão ser assentadas sem espaçamento entre elas.

#### 4.1.2.1.6 Compactação Final

A compactação final tem a função de dar firmeza ao pavimento, devendo ser executada da mesma forma que o indicado para primeira etapa dessa atividade.

#### 4.1.2.1.7 Aceitação

O pavimento com paver, após sua compactação, deverá ter forma definida pelos alinhamentos, perfis, dimensões e seção transversal estabelecida em projeto, com as seguintes tolerâncias:

a) Acabamento da superfície: A face do calçamento não deverá apresentar, sob uma régua de 3 metros de comprimento, disposta em qualquer direção, qualquer depressão superior a 10 mm.

b) Tolerância de espessura: A altura da base de areia mais a do Paver depois de compactado, medida por sondagens diretas, não poderá diferir em mais de 5% da espessura fixada pelo projeto.

#### 4.1.2.2 *Plano de execução passeio em concreto convencional*

##### 4.1.2.2.1 Subleito

Deverão estar concluídas antes do início de construção do passeio, todas as obras de drenagem e terraplenagem que possam existir. A superfície do subleito deve ser devidamente regularizada, de acordo com a seção transversal do projeto, apresentando-se lisa e isenta de partículas soltas ou sulcadas e ainda, não deve apresentar solos que contenham substâncias orgânicas.

##### 4.1.2.2.2 Base

Após a execução do subleito será executada a camada granular, que servirá de base para lançamento do concreto. Tem a função de regularizar, nivelar e dar declividade ao piso.

A base dos passeios em concreto será feita em brita nº0 compactada com placa vibratória. A execução se dará partindo-se de um meio-fio lateral. A execução do passeio estará condicionada a uma inclinação de 2,0% em direção à rua. Para evitar irregularidades na superfície, não se deve transitar, após a compactação.

Deverá ser feita a verificação de fundo de caixa, sendo que não é admitida, ao longo de toda a seção transversal, espessura inferior à especificada no projeto.

##### 4.1.2.2.3 Espalhamento do concreto

O concreto simples deverá ser pré-misturado e fornecido na obra em caminhões-betoneira, por empresas especializadas. O fornecimento de concreto deve ser programado de acordo com a frente de serviço que está apta a receber o concreto. Assim evita-se desperdício ou falta de material.

O piso será executado em concreto usinado, com espessura de 6cm. O lançamento do será feito em faixas longitudinais, sendo o seu espalhamento executado pela passagem de régua metálicas.

Imediatamente após o adensamento deve começar a operação de sarrafeamento do concreto, realizada com régua metálica e movimento de vaivém, até que se obtenha uma superfície plana.

##### 4.1.2.2.4 Juntas

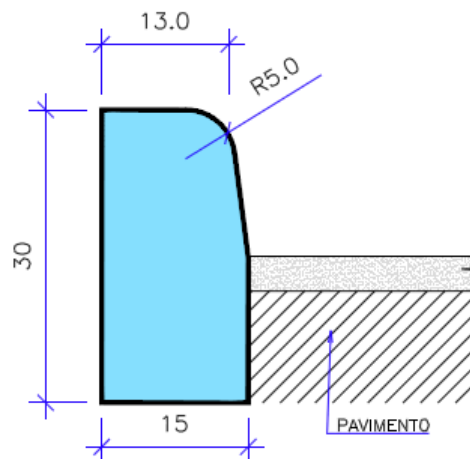
Após a secagem da superfície deverão ser executadas juntas de dilatação para evitar o aparecimento de fissuras. Estas juntas devem ser feitas com máquina de corte utilizando disco diamantado com profundidade de corte de 1/3 da espessura do piso.

As juntas transversais deverão ser executadas a cada 2 metros e retilíneas em toda a sua extensão, perpendiculares ao eixo longitudinal do pavimento. Para finalizar o processo, deve-se realizar uma lavagem com água, a fim de retirar o desmoldante da superfície.

### 4.1.3 Meio-fio

Os meios-fios são limitadores físicos da plataforma rodoviária, com diversas finalidades, entre as quais, destaca-se a função de proteger o bordo da pista dos efeitos da erosão causada pelo escoamento das águas precipitadas sobre a plataforma que, decorrentes da declividade transversal. Desta forma, os meios-fios têm a função de interceptar este fluxo, conduzindo os deflúvios para os pontos previamente escolhidos para lançamento.

Neste projeto estão previstos meios-fios de 15cm de largura por 30cm de altura, pré-moldados com concreto de fck mínimo de 20MPa, e assentados de forma que o espelho final seja de 15cm. Em pontos pré-definidos estes serão rebaixados para permitir acessibilidade e também no acesso a garagem de veículos. Para o projeto em questão está sendo previsto um espelho de 3,0cm (máximo) nas entradas de veículos e 0,0cm nos rebaixos de pedestres.



**Figura 4.2 - Meio-fio pré-moldado.**

Fonte: Projeto de acessibilidade e paisagismo – detalhes gerais (1439DGLD0335).

#### 4.1.3.1 Plano de Execução

- Os meios-fios serão pré-moldados em fôrmas metálicas ou de madeira revestida que conduza a igual acabamento, sendo submetidos a adensamento por vibração. As peças deverão ter no máximo 1,0m, devendo esta dimensão ser reduzida para segmentos em curva.
- A primeira etapa da execução de meio-fio pré-moldado de concreto consiste na marcação dos níveis, com auxílio de estacas de madeira e linhas bem esticadas;
- A seguir é feita a escavação da porção anexa ao bordo do pavimento, obedecendo aos alinhamentos, cotas e dimensões indicado no projeto;
- A cova deve ser regularizada e compactada, garantindo assim uma execução mais uniforme do meio-fio de concreto;



- e) A instalação e assentamento dos meios-fios pré-moldados deve ser feita diretamente sobre o solo devidamente compactado;
- f) Ao final da execução é feito um rejunte nos encontros das peças com argamassa de cimento areia, traço 1:3.

#### **4.1.3.1.1 Equipamentos**

Recomendam-se, como mínimo, os seguintes equipamentos:

- a) caminhão basculante;
- b) caminhão de carroceria fixa;
- c) pá-carregadeira;
- d) retroescavadeira ou valetadeira;

#### **4.1.4 *Viga de travamento***

As vigas de travamento foram projetadas nos locais onde não há elemento de contenção lateral existente, como muros, vigas baldrame. Assim como na lateral dos canteiros e vala de retenção, de forma a separar e conter o passeio executado. O posicionamento das vigas está indicado na planta baixa de cada via (projeto geométrico e de acessibilidade) e os detalhes gerais são apresentados na prancha de detalhes (1439DGLD0335 - Volume 02 – Tomo IV).

Estas vigas terão dimensões indicadas nos detalhes específicos para cada caso e serão em concreto moldado in loco com fck maior ou igual a 20Mpa.

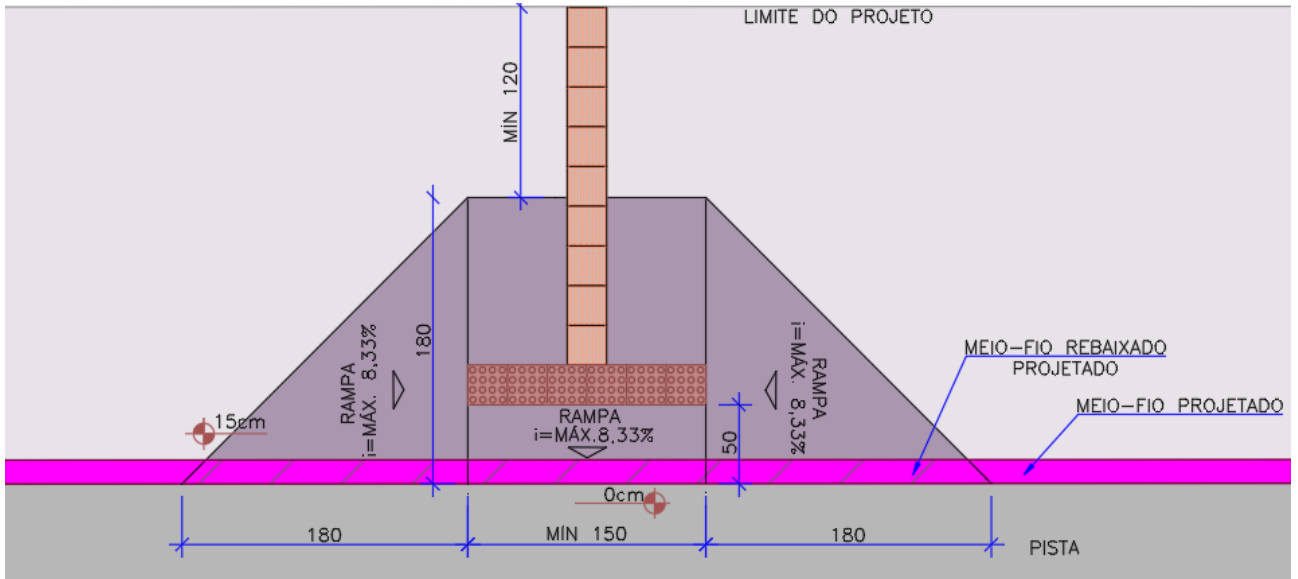
#### **4.1.5 *Rebaixos de pedestres***

Estão previstos rebaixos para acessibilidade de portadores de necessidades especiais, obedecendo às prerrogativas da norma de acessibilidade ABNT NBR 9050. Os pontos de locação dos rebaixos de acessibilidade encontram-se na planta baixa do projeto geométrico (Volume 02 – Tomo I), sendo que as tabelas de coordenadas dos respectivos pontos encontram-se no Volume 04.

Os rebaixamentos das calçadas são projetados na direção do fluxo da travessia de pedestres, obedecendo a largura mínima de 1,20 m, com exceção das Rua Orestes Girardi e Rua Sem Denominação 04, que por ter largura de passeio de 1,20m, com o rebaixamento, a faixa livre resultante fica com 0,90m, estando dentro do permitido pela ABNT 9050/20 (itens 6.12.7.3 e 6.12.7.3.4).

Os modelos de rebaixos apresentados na sequência foram elaborados com base nas especificações da NBR 9050 (itens 6.12.7.3 até 6.12.7.3.4).

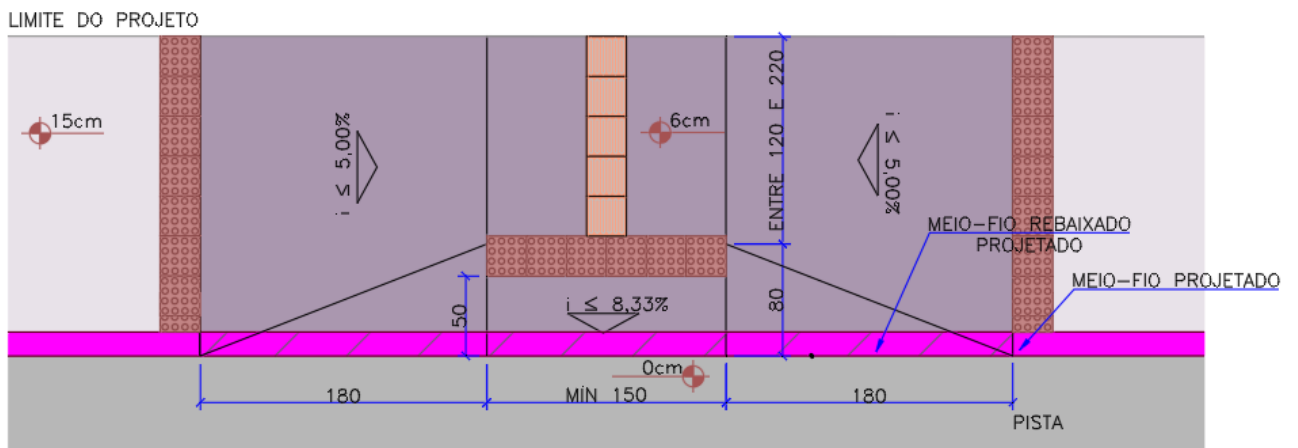
No caso de calçadas com largura igual ou maior que 3,00m, foi adotado o rebaixo do tipo trapezoidal denominado “Rebaixo de acessibilidade – Tipo 01”, conforme exposto no Volume 02 deste produto e na Figura 4.3.



**Figura 4.3 - Rebaixo de acessibilidade – Tipo 01 - Passeios com largura total igual ou maior a 3,00m.**

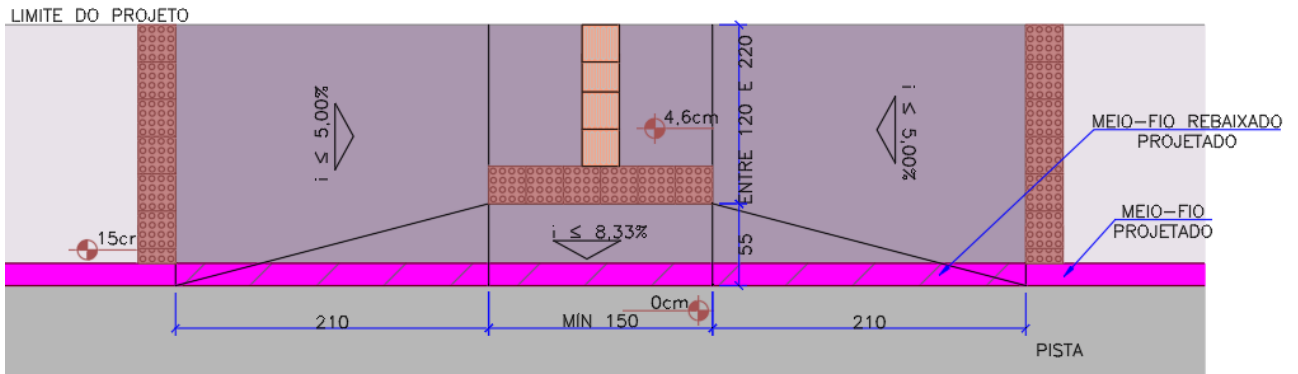
Fonte: Projeto de acessibilidade e paisagismo – detalhes gerais (1439DGLD0335).

Em calçadas com largura de 2,00m até 2,99m, onde a largura do passeio não é suficiente para acomodar o rebaixamento trapezoidal e a faixa livre com largura de, no mínimo, 1,20 m, foi previsto o rebaixamento de rampas laterais com inclinação de até 5 %, conforme modelos abaixo especificados em projeto.



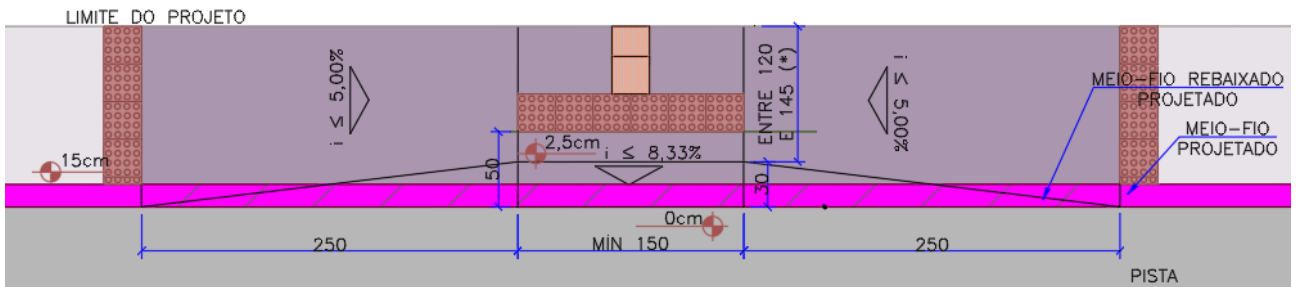
**Figura 4.4 - Rebaixo de acessibilidade – Tipo 02 - Passeios com largura igual ou maior a 2,00m e menores que 3,00m.**

Fonte: Projeto de acessibilidade e paisagismo – detalhes gerais (1439DGLD0335).



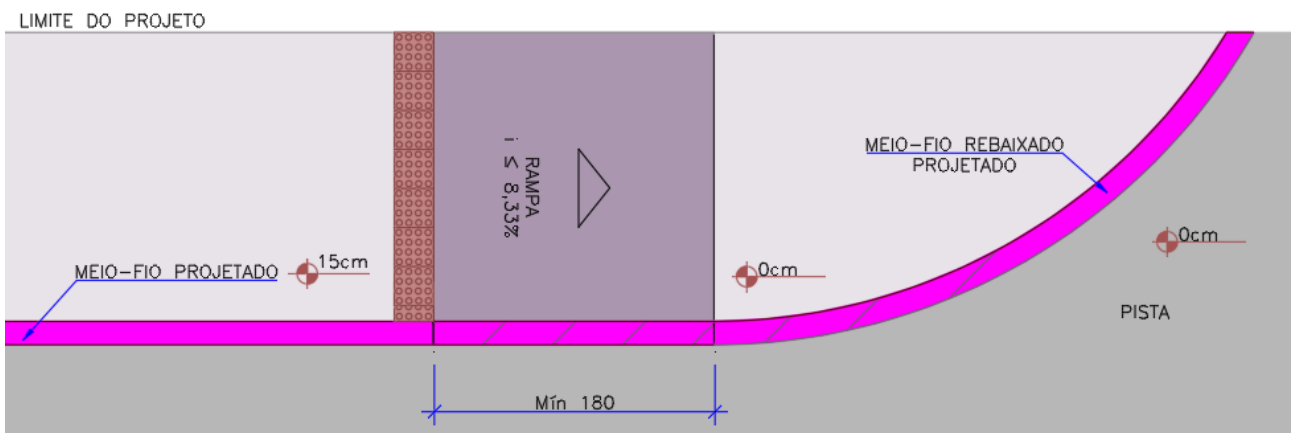
**Figura 4.5 - Rebaixo de acessibilidade – Tipo 03 - Passeios com largura igual ou maior a 1,75m e menor que 2,00m.**

Fonte: Projeto de acessibilidade e paisagismo – detalhes gerais (1439DGLD0335).



**Figura 4.6 - Rebaixo de acessibilidade – Tipo 04 - Passeios com largura menor que 1,75m.**

Fonte: Projeto de acessibilidade e paisagismo – detalhes gerais (1439DGLD0335).



**Figura 4.7 - Rebaixo de acessibilidade – Tipo 05.**

Fonte: Projeto de acessibilidade e paisagismo – detalhes gerais (1439DGLD0335).

Os rebaixos representados em planta indicam o modelo mais adequado para cada situação, porém deve-se sempre atentar às inclinações mínimas, dimensões e níveis especificados nos detalhes do projeto de acessibilidade.

O material utilizado nos rebaixos segue o mesmo padrão dos passeios da via em que está sendo implantado.

#### 4.1.6 Rebaixos de veículos

Nas entradas residenciais e de comércio é prevista a implantação de rebaixo para acesso de veículos. Estes estão localizados na faixa de serviço, de forma a não interferir na faixa livre de circulação de pedestres, sem criar degraus ou desníveis.



**Figura 4.8 - Rebaixo de veículos.**

Fonte: Guia Rápido Calçada Legal - Prefeitura de Joinville.

No caso de portões e entradas já consolidadas o projeto seguiu a localização já existente de forma a não prejudicar o acesso às residências.

O levantamento cadastral deste projeto ocorreu em novembro de 2020, sendo identificados em planta todos os acessos existentes até a data do levantamento.

Para o projeto em questão estão sendo previstos rebaixos com largura mínima de 3,0m, rampa de 0,60m e espelho máximo de 3,0cm para o meio-fio rebaixado.

No caso de passeios estreitos (largura entre 1,20m e 1,50m) a largura da rampa foi reduzida para 0,30m, esta situação se aplica nas ruas Orestes Girardi e Sem Denominação 04 e em um trecho das ruas Olívio Menestrina e Marcos João Serafim, conforme apresentado no projeto geométrico.

Nos passeios em concreto ainda está sendo prevista a execução de tela Q-196 em toda a área de acesso de veículos.

#### 4.1.7 Sinalização tátil

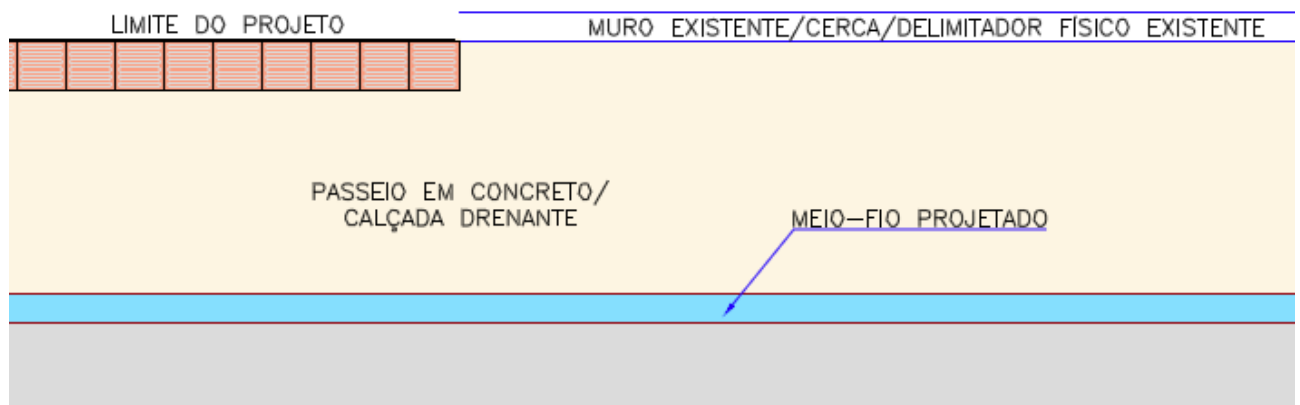
Estão previstos podotáteis para auxílio na acessibilidade, obedecendo às prerrogativas da norma de acessibilidade ABNT NBR 9050 e ABNT NBR 16537. Os podotáteis tem a dimensão de 25x25cm em blocos de concreto intertravado com espessura de 6cm.

A sinalização tátil direcional ou de alerta no piso atende aos seguintes critérios (conforme item 6.2 da NBR 16537):

- Ser antiderrapante, em qualquer condição;
- Ter relevo contrastante em relação ao piso adjacente para ser claramente percebida por pessoas com deficiência visual que utilizam a técnica de bengala longa;
- Ser detectável pelo contraste de luminância (LRV) entre a sinalização tátil e a superfície do piso adjacente, na condição seca ou molhada. Como o passeio previsto será na cor cinza, recomenda-se que sejam adotados tons de vermelho para a sinalização tátil;

Neste projeto, conforme orientações do SEPUD, foi dispensada a adoção de sinalização tátil direcional nos locais em que existe delimitação física existente, visto que tais elementos podem ser usados como balizamento por portadores de deficiência visual;

Conforme indicada na ABNT NBR 16537 (item 7.8), a sinalização tátil direcional deve ser utilizada contornando o limite de lotes não edificados onde exista descontinuidade da referência edificada, como postos de gasolina, acessos a garagens, estacionamentos ou quando o edifício estiver recuado sendo seguido por esse projeto. A exemplifica a descontinuidade da referência física e a adoção de sinalização tátil direcional.

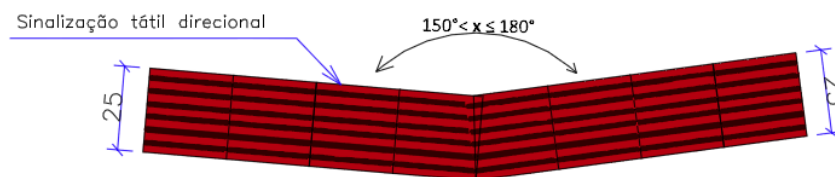


**Figura 4.9 - Descontinuidade do delimitador físico existente.**

Fonte: Projeto de acessibilidade e paisagismo – detalhes gerais (1439DGLD0335).

Nos locais em que houve a necessidade de se utilizar a sinalização tátil direcional em trechos contínuos, esta foi posicionada de forma que o eixo da sinalização tátil fique a 0,60m do alinhamento predial. A distância mínima do meio-fio é sempre de no mínimo 0,50m.

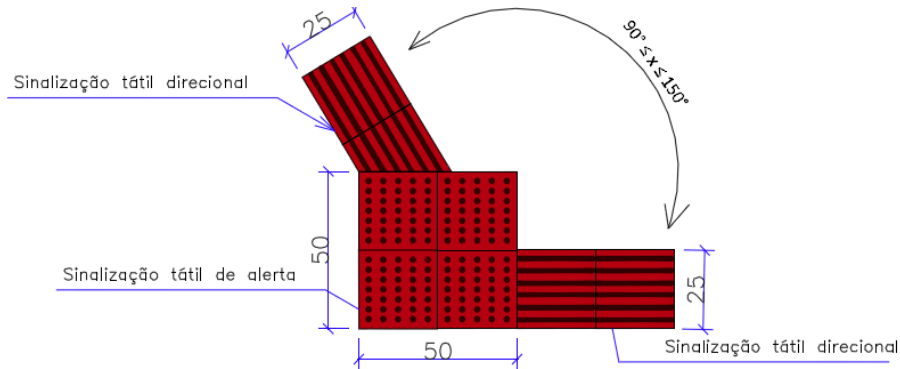
Quando houver mudança de direção formando ângulo entre  $150^\circ$  e  $180^\circ$ , não é necessário sinalizar a mudança com sinalização tátil de alerta (item 7.4.2 da NBR 16537), conforme a figura abaixo.



**Figura 4.10 - Mudança de direção  $150^\circ < X \leq 180^\circ$ .**

Fonte: Projeto de acessibilidade e paisagismo – detalhes gerais (1439DGLD0335).

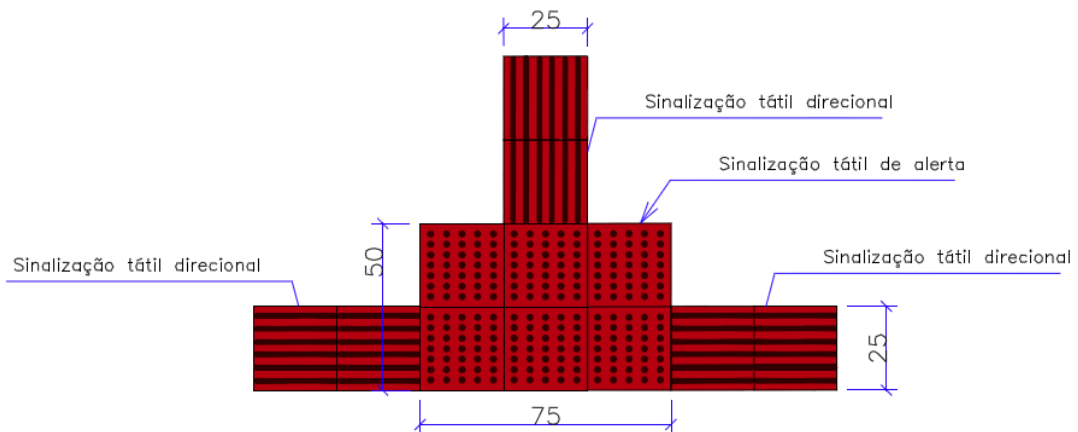
Quando houver mudança de direção com ângulo entre 90° e 150°, deve haver sinalização tátil de alerta, formando áreas de alerta com dimensão equivalente ao dobro da largura da sinalização tátil direcional (item 7.4.3 da NBR 16537), conforme a figura abaixo.



**Figura 4.11 - Mudança de direção  $90^\circ \leq X \leq 150^\circ$ .**

Fonte: Projeto de acessibilidade e paisagismo – detalhes gerais (1439DGLD0335).

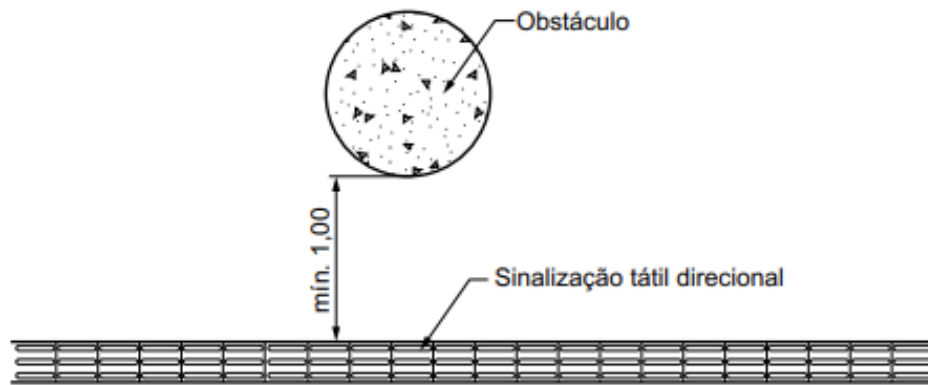
Quando houver o encontro de três faixas direcionais, deve haver sinalização tátil formando áreas de alerta com dimensão equivalente ao triplo da largura da sinalização tátil (item 7.4.4 da NBR 16537), conforme a figura abaixo.



**Figura 4.12 - Encontro de três faixas direcionais.**

Fonte: Projeto de acessibilidade e paisagismo – detalhes gerais (1439DGLD0335).

Sempre que possível, deve haver pelo menos 1,00 m de distância entre a sinalização tátil de direcionamento e os obstáculos existentes como postes e placas de sinalização.



**Figura 4.13 - Distância mínima entre a sinalização tátil direcional e obstáculos.**

Fonte: ABNT, NBR 16537 - Sinalização tátil no piso — Diretrizes para elaboração de projetos e instalação, 2016.

Nos casos de calçadas existentes ou no caso de existirem limitadores físicos existentes, como muros e edificações que não proporcionem a largura ideal dos passeios, podem ser admitidas distâncias menores do que 1,00 m, desde que os obstáculos sejam detectáveis pelas bengalas de rastreamento (item 7.7.1 da NBR 16537).

#### 4.1.8 Guarda-corpo

Em virtude do atendimento das prerrogativas da norma de acessibilidade ABNT NBR 9050/20 (item 4.3.7.3), nos locais com desnível entre passeio projetado e terreno natural de igual ou superior a 0,60m, foi previsto um guarda-corpo em concreto de altura 1,10m.

Na planta baixa, constante no volume 02 – Tomo IV deste produto, é representado graficamente o posicionamento dos guarda-corpos, além de estar sendo indicado de forma resumida no Quadro 4.1.

**Quadro 4.1 - Implantação de Guarda-Corpo**

RUA	Estaca início	Estaca fim	Lado	Extensão
Rua Alberto Miers	17 + 4	17 + 10	LE	6,00
	21 + 5	22 + 1	LD	16,00
	31 + 14	32 + 0	LD	6,00
Rua Bento Torquato da Rocha	77 + 18	78 + 6	LD	8,00
Rua Carlos Guilherme Jerke (Trecho 02)	20 + 10	22 + 5	LD	35,00
	21 + 12	22 + 9	LE	17,00
Rua Francisco Moser	40 + 17	43 + 4	LE	47,00
Rua Harold C. Miers	35 + 17	36 + 16	LE	19,00
Rua Heinz Zietz	35 + 3	35 + 16	LD	17,00
Rua Petronilha de Souza Fortunato (Trecho 01)	41 + 4	42 + 0	LE	27,00
Rua Rudolf Baumer	77 + 3	78 + 10	LE	28,00
	77 + 18	78 + 8	LD	13,00
Rua São Bento	9 + 3	9 + 9	LD	6,00

Fonte: Azimute, 2021.

#### 4.1.9 Defensas Metálicas

Defensas são dispositivos posicionados ao longo da via objetivando fornecer proteção aos ocupantes dos veículos em função das características de risco das margens da estrada pela contenção dos veículos que perdem a trajetória e que criam possibilidades de risco de acidentes, seja por choque com veículos que trafegam em sentido contrário ou pela queda nos taludes dos acostamentos e colisões com obstáculos permanentes. A Figura 4.14 ilustra o dispositivo a ser incluso.



**Figura 4.14 - Defesa metálica.**

Fonte: Acervo Azimute, 2015.

O desempenho de uma defesa tem como objetivo:

- Evitar danos às pessoas dentro e fora dos veículos;
- Impedir que os veículos deixassem o leito da via;
- Fazer com que os esforços a que sejam submetidos os ocupantes do veículo se mantenham dentro de limites suportáveis;
- Minimizar o custo dos danos.
- São indicadas quando as consequências de um eventual choque contra as mesmas forem menos graves que aquelas que ocorreriam sem a sua implantação.

Os perfis de aço conformado constituem as guias de deslizamento sendo: Poste em perfil C-150, fixados com o Espaçador U, Calço U, Plaquetas e parafusos M16. As placas da defesa são de perfis tipo W. O chumbamento dos postes deve ser executado por cravação.

O material deve ser de aço revestido de zinco por imersão a quente para evitar a corrosão.

Demais detalhes das especificações técnicas das defensas metálicas estão apresentadas na planta de detalhes gerais 1439DGLD0335 na folha de 09/09, constante no Volume 02 – Tomo IV deste produto.

As defensas serão sinalizadas por refletivos (balizadores) conforme ilustrado na Figura 4.15.





**Figura 4.15 - Refletivos para defesa metálica.**

Fonte: Acervo Azimute, 2015.

## **4.2 PROJETO PAISAGÍSTICO**

### **4.2.1 Implantação**

A arborização urbana, além da função paisagística, proporciona benefícios à população como proteção contra ventos, diminuição da poluição sonora, absorção de parte dos raios solares, sombreamento, ambientação a pássaros e absorção da poluição atmosférica, neutralizando os seus efeitos na população. De todos os benefícios da arborização, o conforto térmico gerado pela absorção de parte dos raios solares é o mais evidente para a população.

O projeto de Paisagismo vai além do efeito estético e de conforto ambiental. Ele visa incrementar essas soluções físicas, como canteiros direcionais que são facilitadores ao correto encaminhamento do usuário e também reforça a identidade visual do local.

O projeto definiu as calçadas e ruas baseadas em princípios de segurança e funcionalidade do sistema, e em seguida foram delimitadas as áreas de canteiros e jardins de chuva que possibilitam a implantação da vegetação.

Além disso, nas praças públicas está sendo previsto o paisagismo com implantação de árvores, arbustos, áreas gramadas e também preservação de árvores já existentes.

## **4.2.2 Proposta de Arborização**

O trabalho com vegetação só deve ser iniciado após o término das obras civis no trecho em questão.

### **4.2.2.1 Canteiros**

Os canteiros fazem parte das calçadas drenantes e nestes locais foi previsto o plantio de grama são carlos sobre uma camada de solo fertilizado e rico em matéria orgânica.

Antes de iniciar o plantio da grama devem ser removidos todos os resíduos indesejados do local a ser gramado. O descarregamento da grama deve ser feito na área mais próxima possível do local onde será plantada. Este material não deve ser armazenado por mais de 15 dias antes do plantio.

Para a colocação da grama deve-se manter uma fresta de 5 cm entre uma fileira e outra.

A irrigação deve ser feita a cada 100 metros quadrados plantados. Este processo deverá ser repetido duas vezes por semana pelo período de 30 dias.

A base dos canteiros deverá ser executada com solo rico em matéria orgânica proveniente das escavações das vias, terá uma espessura de 20cm e deverá ser fertilizado com npk 10-10-10 (50 g/m<sup>2</sup>).

Além dos canteiros, o plantio de grama são carlos ocorrerá nos taludes projetados.

### **4.2.2.2 Jardim de chuva**

Os jardins de chuva utilizam a atividade biológica de plantas e microrganismos para remover os poluentes das águas pluviais, e contribuem para a infiltração e retenção dos volumes de água precipitados. Os fluxos de água se acumulam nas depressões de terra formando pequenas poças, e gradualmente a água é infiltrada no solo. As águas que por ventura não conseguirem ser absorvidas pelo solo, percolarão e irão até o dreno ligado ao jardim.

Nos locais previstos para os jardins de chuva foi previsto o plantio de cavalinha sobre um material de 1ª categoria proveniente do corte com espessura média de 50cm.

### **4.2.2.3 Árvores**

O Projeto Paisagístico define o plantio de novas árvores de pequeno e médio porte, nas faixas de serviço das calçadas conforme indicado em planta baixa. As espécies previstas estão indicadas nos itens a seguir.

#### **4.2.2.3.1 Canelinha**

A canelinha (*Nectandra Megapotamica*) apresenta folhas e talos com um aroma agradável. É considerada uma árvore de crescimento moderado, atinge altura entre 15 e 25m, e possui tronco entre 40 e 60cm. O tronco tem casca pardo-acinzentada. A planta floresce nos meses de junho a setembro e apresenta frutos que

amadurecem em novembro que atraem pássaros. A árvore apresenta uma copa arredondada e é uma boa opção para arborização urbana.



**Figura 4.16 - Canelinha**

Fonte: Acervo Azimute,2018.

#### **4.2.2.3.2 Flamboyanzinho**

Flamboyanzinho (*Caesalpinia pulcherrima*) é uma árvore de pequeno porte nativa da América Central, e é de rápido crescimento. Suas folhas são recompostas com folíolos pequenos e permanentes. Sua copa tem um formato arredondado e pode atingir de 3 a 4 metros de altura. Suas flores são vermelhas, alaranjadas ou amarelas, dispostas em cachos paniculares, e a época de floração é entre setembro a abril. Seu fruto é do tipo legume, ou vagem, e a época de frutificação é entre maio e junho.



**Figura 4.17 - Flamboyanzinho.**

Fonte: Acervo Azimute,2018.

#### **4.2.2.3.3 Sibipiruna**

A sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides*) é uma árvore de médio porte, nativa do Brasil, altura normalmente entre 6 e 18 metros, de rápido crescimento e florescimento ornamental. Facilmente confundida com o pau-brasil ou pau-ferro pela semelhança da sua folhagem, é muito usada para arborização em várias cidades brasileiras.

A floração ocorre de setembro a novembro, despontando inflorescências com numerosas flores amarelas que abrem gradativamente da base em direção ao ápice.

Esta espécie foi prevista apenas em vias com passeios e canteiros largos.



**Figura 4.18 - Sibipiruna.**

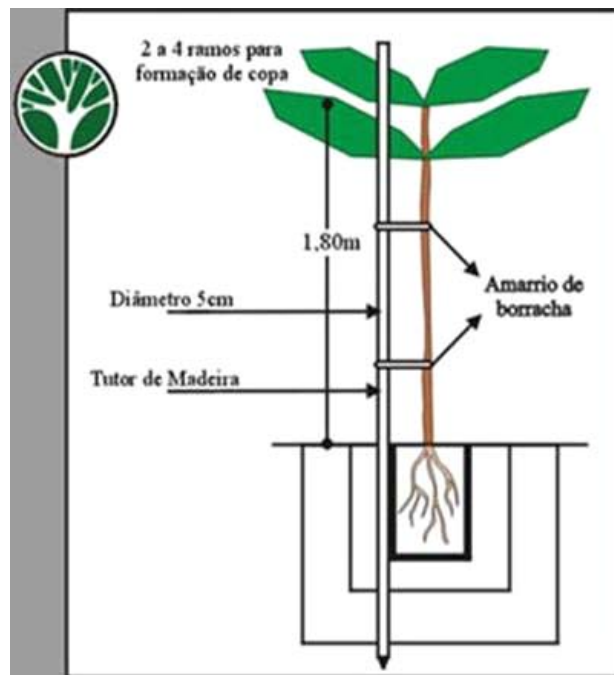
Fonte: Acervo Azimute,2018.

#### 4.2.2.4 *Preparação do Solo*

Anteriormente ao plantio de gramas e forrações deve ser executado o revolvimento do solo em uma camada de 15 cm, a fim de reduzir a compactação e elevar a permeabilidade e o armazenamento de ar e água. Após, deve ser aplicado o substrato e feito o plantio conforme cada tipo de vegetação.

#### 4.2.2.5 *Plantio*

- a) As mudas de árvores devem apresentar tronco único, retilíneo, com altura mínima de 1 a 1,5m, altura da primeira bifurcação acima de 1,80m e diâmetro a altura do peito de no mínimo 3,00cm.
- b) O transporte das mudas deve ser feito preferencialmente em embalagens individuais com torrão; quando forem transportar com raízes, serão submetidas a tratamento prévio adequado.
- c) Para garantir a sanidade das mudas serão considerados:
  - Para a seleção das mudas, deve ser observado o estado das mesmas, de forma que estejam isentas de pragas ou qualquer outro tipo de dano;
- d) A profundidade do plantio das mudas será plantada com a mesma profundidade em que se encontravam no viveiro, respeitando o tipo de sistema radicular para evitar futuros abaulamentos no local de plantio.
- e) O período do plantio será iniciado, preferencialmente, no mês de setembro e se estenderá até março, aproveitando o período de chuvas;
- f) As covas deverão atender as seguintes recomendações:
  - As dimensões mínimas das covas serão de 0,60m x 0,60m x 0,60m, podendo variar dependendo do tamanho da muda e da espécie;
  - Quando abrir as covas para plantio deverá ser colocado, no fundo, composto orgânico ou químico, misturado à metade da parte superior da terra escavada, e o restante da terra completará o preenchimento.
- g) O plantio deverá ser feito de manhã ou no fim do dia. Deve ser retirada a embalagem da muda com cuidado para não desmanchar o torrão. Deve-se cobrir o fundo da cova com terra misturada até que o torrão fique nivelado com o chão, colocar a muda dentro da cova, bem na vertical, observando a altura do torrão com relação ao solo. Completar a cova com terra misturada e pisar a terra em volta da muda para firmá-la no chão, tomando o cuidado de não cobrir o caule com terra. Após o plantio, irrigar abundantemente.
- h) Serão utilizados tutores de madeira com diâmetro mínimo de 5cm em auxílio para que a muda permaneça na vertical, os quais deverão ser colocados antes da muda, em profundidade que permita sua estabilidade. Para fixar a árvore ao tutor será feita a amarração, de modo que envolva o caule e o tutor, devendo ser utilizados materiais decomponíveis;



**Figura 4.19 - Tutor.**

Fonte: Acervo Azimute.

- i) Além dos tutores serão utilizados protetores que garantem a segurança da muda, amenizando problemas causados por intempéries e vandalismos:
- Os protetores terão secção circular de diâmetro mínimo de 0,40 m até o solo;
  - Terão 1,70 m de altura a partir do solo; e
  - Será utilizada, preferencialmente, para sua confecção, tela de arame galvanizado, malha 0,10 m x 0,06 m.
- j) Após a implantação da arborização, serão realizados os seguintes trabalhos de conservação:
- Após o plantio, a muda deverá ser irrigada sempre que necessário, com a utilização de equipamentos adequados;
  - Eliminar as brotações que surgirem abaixo da formação da copa;
  - Deverão ser substituídas as mudas depredadas, mortas ou suprimidas;
  - Substituir ou recolocar o tutor na posição adequada, mantendo-o firme e refazendo as amarrações;
  - O controle inicia com a escolha de espécies e a seleção das mudas, devendo prosseguir com a fertilização do solo, de maneira a favorecer o vigor das plantas.

#### 4.2.2.6 Poda

As podas, quando necessárias, serão executadas nas seguintes situações:

- Interferência com equipamentos urbanos, tais como placas oficiais de sinalização de trânsito, postes, luminárias, rede aérea, semáforos e outros casos específicos;
- Impedimento da visibilidade do trânsito;
- Quando constatados ataques por pragas, parasitas ou outras doenças;
- Necessidade de remover galhos secos ou mal distribuídos e raízes superficiais para a adequação do passeio público; e
- Emergencialmente, em casos de risco de queda comprovado por órgão técnico competente.

## **5. PROJETO DE INTERFERÊNCIAS**

### **5.1 CONSIDERAÇÕES**

---

No presente projeto foram realizadas pesquisas para verificação das interferências existentes no trecho de projeto, sendo estas citadas abaixo:

- Rede de drenagem;
- Rede de água e esgoto;
- Rede de gás;
- Rede de telecomunicações;
- Posteamto;
- Passeios e meios-fios existentes.
- Vegetação existente.

No projeto de interferência são indicados todos elementos que impactam em remoções ou relocações necessárias para a execução da obra. Não estão sendo indicadas larguras e profundidades de execução de SuDS e de pavimento, pois estas informações devem ser consultadas nos projetos Geométrico, de Drenagem e de Pavimentação.

#### **5.1.1 Rede de Água e Esgoto**

A locação das redes de água e esgoto existentes, foi realizada com base nos cadastros da rede de água e esgoto fornecidos pela Companhia Águas de Joinville (CAJ).

Conforme informações da CAJ, este cadastro foi construído com dados levantados via método não destrutivo com georadar (GPR), *as-built*s de obras e acompanhamentos de serviços.



Juntamente com o cadastro das redes, foram fornecidos os detalhes padrões elaborados pela Companhia de Águas de Joinville e enviado ao consórcio em 04 de maio de 2021 e 06 de junho de 2021. Os arquivos recebidos estão listados a seguir:

1. Anexo\_8951353\_Situacao\_atual\_SES\_Vila\_Nova\_A1.pdf
2. Anexo\_8951362\_Rede\_de\_Agua.pdf
3. Anexo\_8951376\_CAJ\_DP\_0040\_A.pdf
4. Anexo\_8951390\_DE\_0508\_220\_240\_MPB\_002\_.pdf
5. Anexo\_8951403\_CAJ\_XX\_0050\_B\_\_\_Ligacao\_Predial\_PEAD.pdf
6. Anexo\_8951431\_115\_SC05\_A\_PE\_SAA\_GER\_DE\_024R0.pdf
7. Situação atual SES Vila Nova.dwg
8. CAJ-DP-0070-B - Perfil de Instalação da Fita de Sinalização.pdf
9. CAJ-DP-0080-C - Fita de Sinalização.pdf
10. CAJ-SES-RED-PVS-001-A.pdf
11. Estrutural Tampão PVC DN100- PASSEIO - Rev.0.pdf
12. Estrutural Tampão PVC DN150- PASSEIO - Rev.0.pdf
13. Instalação das tampas.pdf
14. Ligações prediais.pdf
15. Tampa FD Redonda - Locomarca para aplicação.pdf
16. Tampa FD Redonda DN 300 (Esgoto) uso na via.pdf
17. Tampa FD Redonda DN 400 (Esgoto) uso na calçada.pdf
18. Tampa FD Redonda DN 400 (Esgoto) uso na via.pdf
19. Tampão FD CLASSE D - DN800 – ESGOTO.pdf

Foram inseridas na planta de interferências de cada rua as redes de águas constantes no cadastro fornecido pela CAJ. Porém, foi constatado que algumas ruas não possuem redes mapeadas, nesta situação foram seguidas as orientações da Companhia Águas de Joinville, via ofício (INFORMAÇÕES CADASTRAIS SEI Nº 9064290 -CAJ.DIPRE/CAJ.DIPRE.EPP/CAJ.DIPRE.EPP.CIOP), que orienta que nas ruas sem redes de abastecimento de água mapeadas, deverá ser considerada a existência de pelo menos uma rede em PVC de diâmetro 50mm. Portanto, nestas situações foi feita a inclusão de uma rede de 50mm, posicionada à 1,0m do








# 1439DGLR0015-05-Vol 01\_Tomo II\_Etapa 01\_Parte 01

Relatório de auditoria final

2022-02-21

Criado em:	2022-02-21
Por:	Leya Menezes (leya.menezes@engecorps.com.br)
Status:	Assinado
ID da transação:	CBJCHBCAABAAy6umX33rIKNawladkevMw1B0RsVxdqVY

## Histórico de "1439DGLR0015-05-Vol 01\_Tomo II\_Etapa 01\_Part e 01"

-  Documento criado por Leya Menezes (leya.menezes@engecorps.com.br)  
2022-02-21 - 14:13:24 GMT- Endereço IP: 187.101.23.27
-  Documento enviado por email para Maria Bernardete Sousa Sender (bernadete@engecorps.com.br) para assinatura  
2022-02-21 - 14:14:51 GMT
-  Email visualizado por Maria Bernardete Sousa Sender (bernadete@engecorps.com.br)  
2022-02-21 - 14:27:57 GMT- Endereço IP: 179.213.114.37
-  Documento assinado eletronicamente por Maria Bernardete Sousa Sender (bernadete@engecorps.com.br)  
Data da assinatura: 2022-02-21 - 14:28:12 GMT - Fonte da hora: servidor- Endereço IP: 179.213.114.37
-  Contrato finalizado.  
2022-02-21 - 14:28:12 GMT

alinhamento dos muros e com profundidade média de 0,80m, conforme padrão do município. Na Figura 5.1 são ilustrados os trechos de projeto que possuem rede de água no cadastro fornecido (em azul) e trechos que não possuem rede mapeada (em vermelho), onde foi considerada a inclusão de uma rede de 50mm, conforme orientações da CAJ.

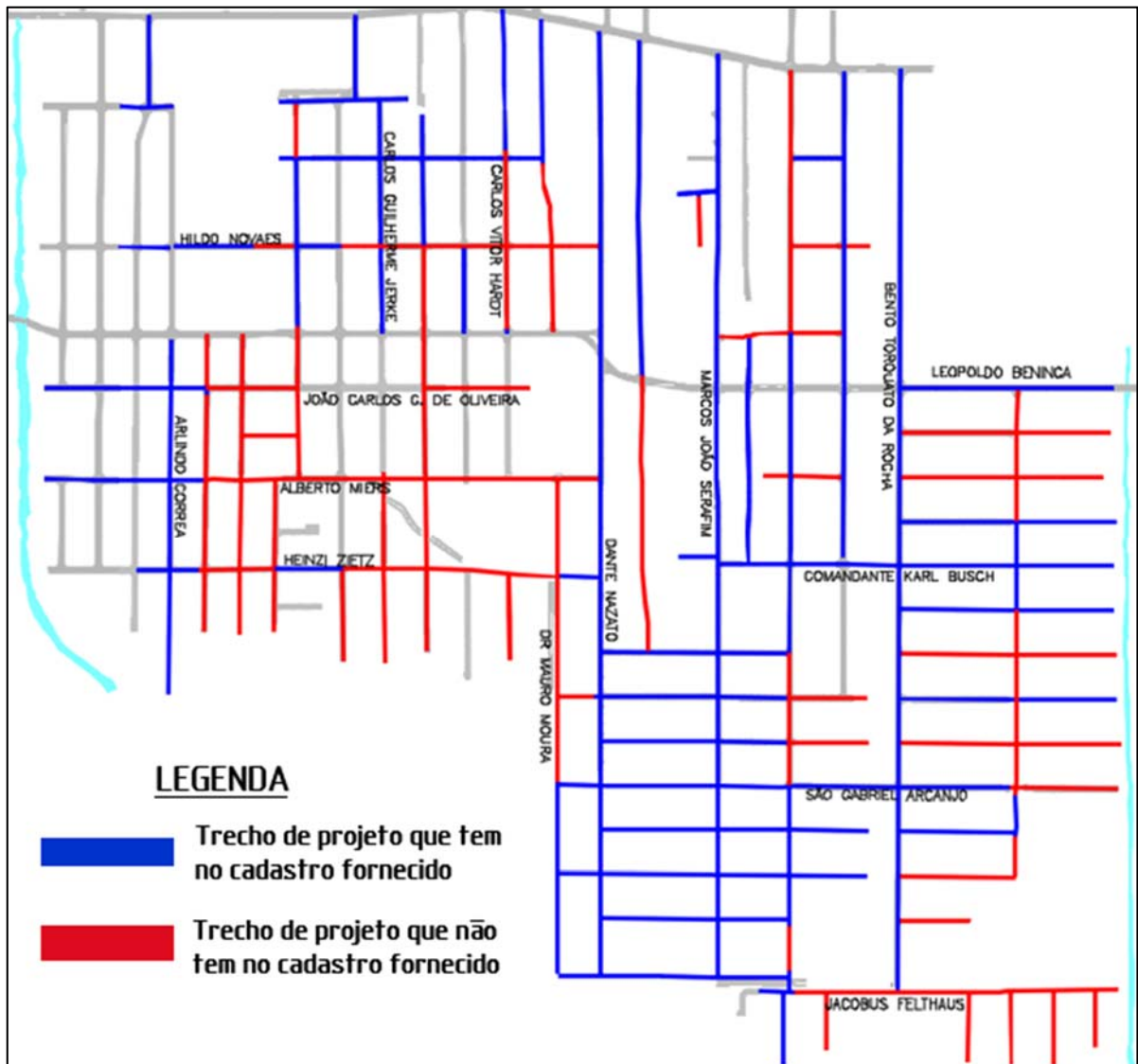


Figura 5.1 - Trechos com e sem cadastro de redes de água.

Fonte: CAJ.

Organização: Consórcio, 2021.

Para a rede coletora de esgoto, foi seguido o cadastro enviado na íntegra, sendo inseridas estas redes nas plantas de interferências de cada rua. Nas vias sem redes mapeadas, considerou-se que não há rede de esgoto existente, não sendo previsto assim nenhuma obra de remanejamento ou novas ligações domiciliares. Na Figura 5.2 são ilustrados os trechos de projeto que possuem rede de esgoto no cadastro fornecido (em azul) e trechos que não possuem rede existente (em vermelho).

Maria Bernardete Sousa Sender  
Maria Bernardete Sousa Sender (21 de February de 2022 11:27 GMT-3)

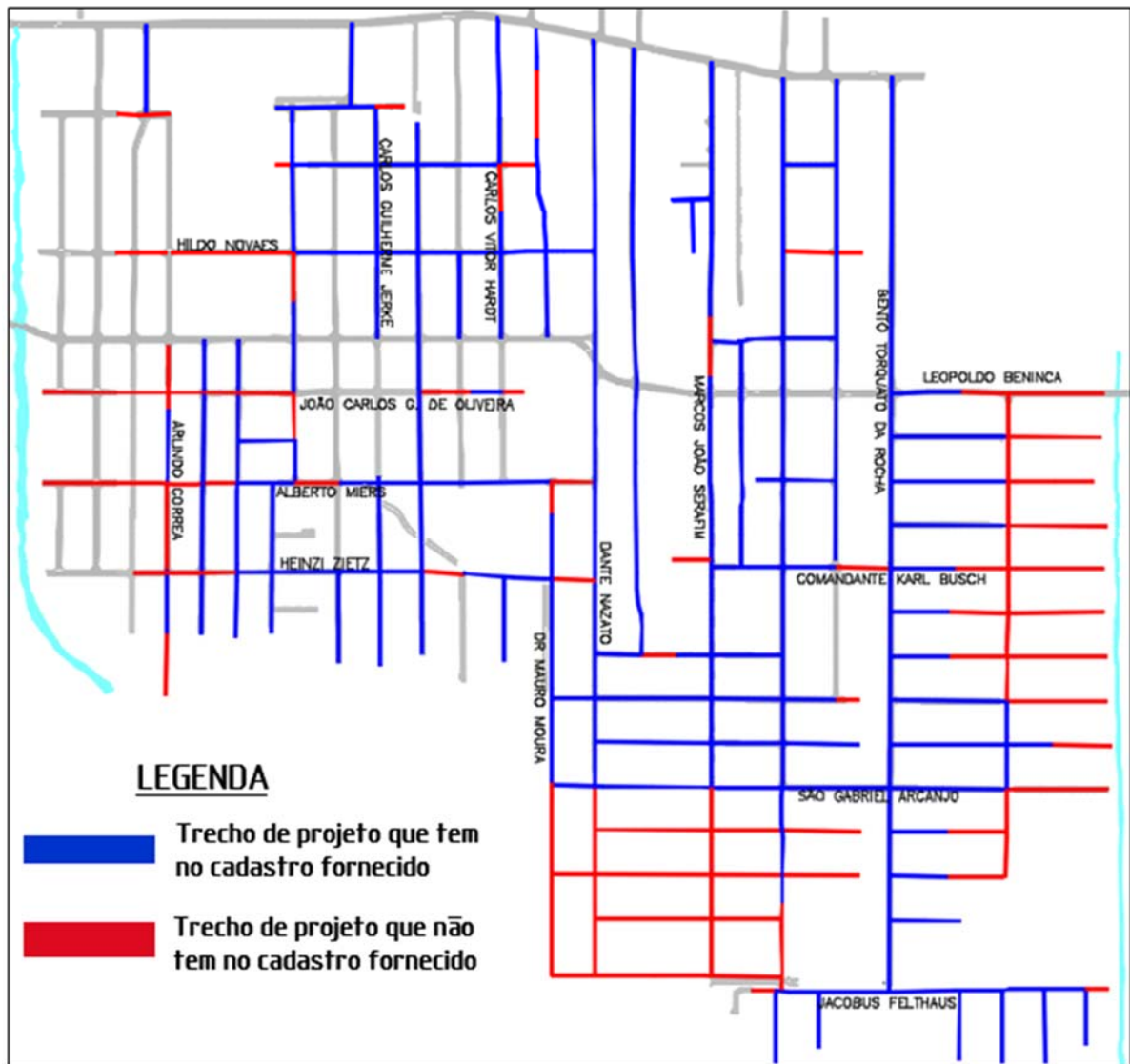


Figura 5.2 - Trechos com e sem cadastro de redes de esgoto.

Fonte: CAJ.

Organização: Consórcio, 2021.

Para a determinação das redes de água e esgoto que sofrerão algum tipo de interferência, foram adotados os critérios apresentados no Quadro 5.1:

Quadro 5.1 - Critérios para determinação do tipo de interferências com rede de água e esgoto.

PROFUNDIDADE DE ESCAVAÇÃO	REDE DE ÁGUA	REDE DE ESGOTO
0 a 50cm	Não há necessidade de remanejamento da rede.	Não há necessidade de recomposição da rede.
Maior ou igual a 50cm	Deve ser executado o remanejamento da rede e proteção com envoltória de areia.	Deve ser executada a recomposição da rede e proteção com envoltória de areia.

As redes de água e de esgoto localizadas em locais com escavações maiores que 50 cm deverão ser remanejadas e protegidas com uma envoltória de areia.

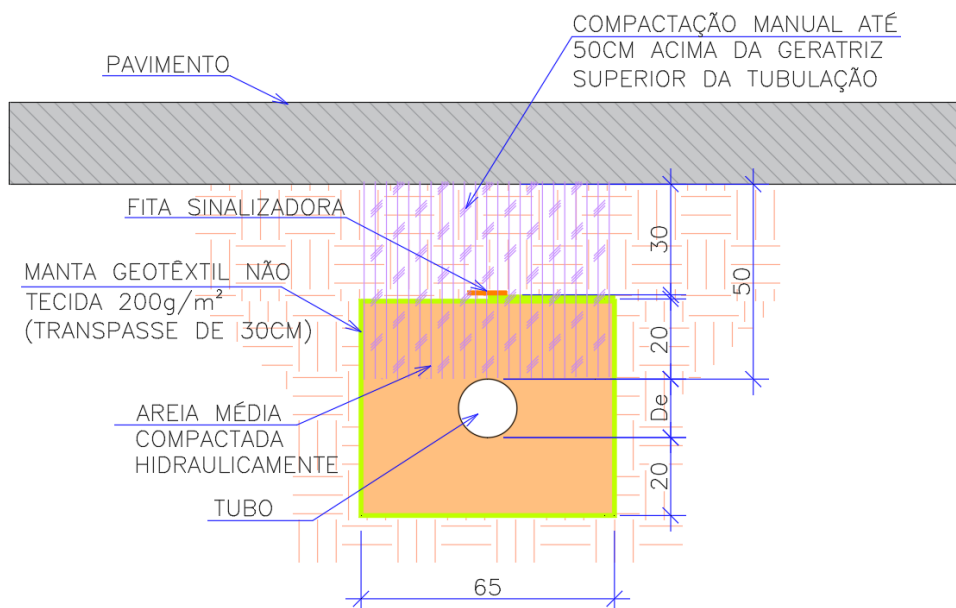
Nestes casos, não deve ser feito o aproveitamento da tubulação existente a fim de se evitar futuros vazamentos resultantes de conexões e tubos danificados.

A envoltória tem a função de proteger a tubulação para não haver contato com o material pétreo do pavimento ou dos passeios, esta deverá ser envolvida por uma manta geotêxtil a fim de confinar a areia, evitando-se a colmatação dos SuDs ou estrutura de pavimentação.

Esta envoltória deverá ser executada conforme dimensões indicadas nos detalhes e procedimentos indicados a seguir.

#### Execução de envoltória em areia em redes localizadas na via:

- Escavação de vala no local da tubulação;
- Remoção do tubo a ser remanejado;
- Execução das camadas do pavimento até 20cm abaixo da tubulação remanejada (para o caso de redes que ficarão dentro das camadas do pavimento);
- Colocação da manta geotêxtil;
- As camadas seguintes de pavimento deverão ser executadas concomitantemente às camadas de areia de forma a promover a estabilização lateral da envoltória;
- Após atingir a altura final da envoltória, deve ser feito o fechamento do geotêxtil;
- Prosseguir com a execução das camadas do pavimento, sendo que a compactação deverá ser manual até 50cm sobre a tubulação executada (conforme detalhe).

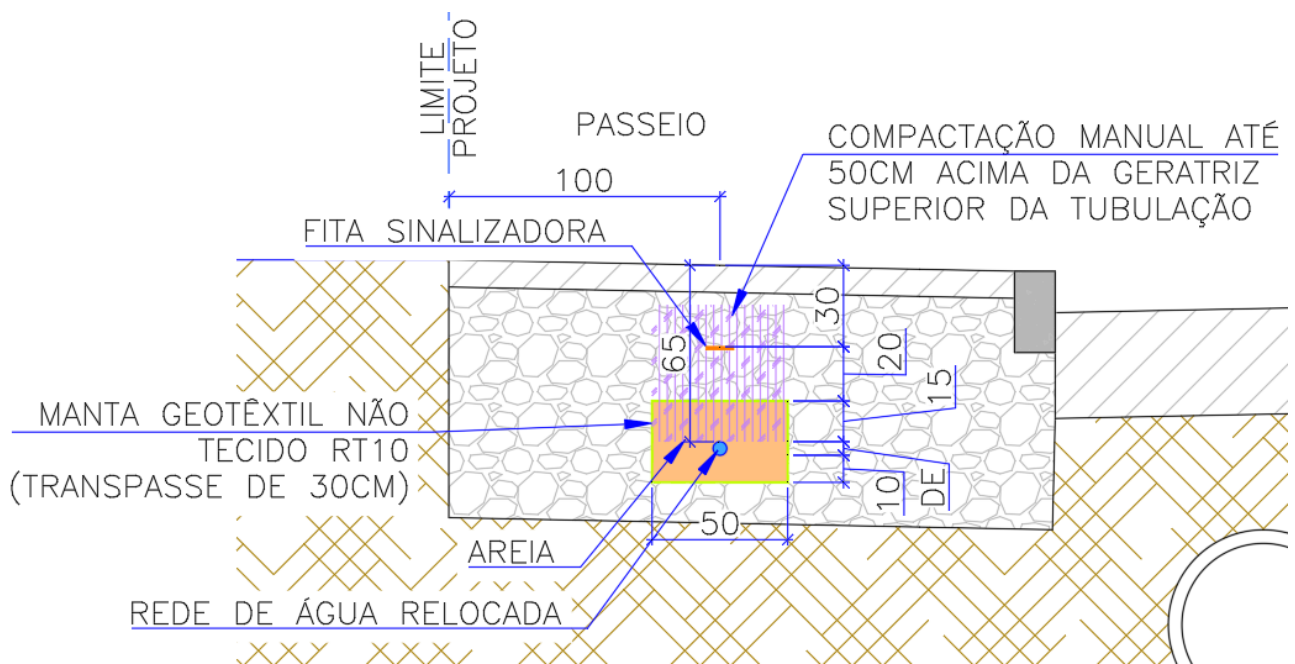


**Figura 5.3 -Detalhe Envoltória Da Tubulação Abaixo Do Pavimento**

Fonte: Consórcio, 2021 (Projeto de Interferências – Detalhes -1439DIFD0311).

**Execução de envoltória em areia em redes localizadas no passeio:**

- Escavação de vala no local da tubulação;
- Remoção do tubo a ser remanejado;
- Execução das camadas de SuDS até 20cm abaixo da tubulação remanejada;
- Colocação da manta geotêxtil;
- As camadas seguintes de SuDS deverão ser executadas concomitantemente às camadas de areia de forma a promover a estabilização lateral da envoltória;
- Após atingir a altura final da envoltória, deve ser feito o fechamento do geotêxtil;
- Prosseguir com a execução das camadas de SuDS, sendo que a compactação deverá ser manual até 50cm sobre a tubulação executada (conforme detalhe).



**Figura 5.4 - Detalhe Envoltória Da Tubulação Abaixo Do Passeio.**

Fonte: Consórcio, 2021 (Projeto de Interferências – Detalhes -1439DIFD0311).

Independentemente de haver ou não remanejamento ou recomposição de redes, a compactação é obrigatoriamente manual até 0,50m acima da geratriz superior da tubulação (inclusive camadas de pavimentação), e deve ser executada em camadas, utilizando-se soquete ou equipamento equivalente. A compactação acima de 0,50m da geratriz superior da tubulação pode ser executada por processos mecânicos.

No caso de redes remanejadas que impactam mais de uma via, a execução deve ser feita em conjunto nos trechos correspondentes de cada rua. Os locais em que esta situação ocorre estão indicados em planta baixa, nas notas dos projetos e no Quadro 5.2.

**Quadro 5.2- Remanejamentos que impactam mais de uma via.**

RUA	ESTACA	LOCALIZAÇÃO NA VIA	RUA TRANSVERSAL
Bráulio de Sá Barbosa	8+0 a 9+2	Lado esquerdo	Cilézio R. Silveira
Cilézio R. Silveira	0+1	Transversal	Bráulio de Sá Barbosa
Rudolf Baumer	61+12	Transversal	São Gabriel Arcanjo
São Gabriel Arcanjo	19+1 a 20+5	Lado direito	Rudolf Baumer

As quantidades de redes a remanejar são apresentadas na prancha de cada via específica e indicadas em planta com diferenciação de cores.

### 5.1.2 Ligações Domiciliares

Para a definição das interferências com as ligações prediais de água, esgoto e pluvial, foram analisadas em cada via a existência ou não das redes citadas, o diâmetro da rede principal e a profundidade de escavação.

Para as ligações domiciliares de água o projeto seguiu as premissas apresentadas no Quadro 5.3.

**Quadro 5.3 - Ligações domiciliares de água**

DESCRIÇÃO	PROFUNDIDADE DE ESCAVAÇÃO	CONDIÇÃO DA VIA	SOLUÇÃO DE PROJETO
Lotes ocupados	0 a 30cm	-	Não há necessidade de remanejamento das ligações nestes casos.
Lotes ocupados	Maior ou igual a 30cm	NÃO pavimentada	Necessidade de remanejamento das ligações. Posicionamento indicado em planta. (*)
Lotes ocupados	Maior ou igual a 30cm	Pavimentada	Necessidade de remanejamento das ligações até o limite do passeio. Posicionamento indicado em planta. (*) (**)
Lotes vagos	-	-	Conforme orientações da PMJ, serão executadas esperas de água com tubo camisa nos lotes ainda vagos. (***)

(\*) Nas ligações de água que necessitam ser remanejadas em vias não pavimentadas deve ser feita a troca dos materiais desde a ramificação com a rede de distribuição até o cavalete existente, já nas vias pavimentadas o remanejamento deve ocorrer apenas nos limites do passeio, sendo executada a luva no local de interrupção da ligação. Verificar modelos de remanejamento no arquivo de detalhes (1439DIFD0311).

(\*\*) Nos trechos de rua já pavimentados a escavação nos passeios deverá ser manual em uma faixa de 0,50m para cada lado no entorno das ligações prediais existentes, verificar detalhe no arquivo 1439DIFD0311;

(\*\*\*) Os detalhes referentes à ligação de espera com tubo camisa constam no arquivo 1439DIFD0311.

Segue abaixo um resumo dos totais de ligações domiciliares de água a ser remanejada:

**Quadro 5.4 - Ligações domiciliares de água - resumo**

DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE
Remanejamento de lig. Domiciliares de água - DN 50	UND	3088
Remanejamento de lig. Domiciliares de água - DN 75	UND	58
Remanejamento de lig. Domiciliares de água - DN 100	UND	117
Espera com tubo camisa lig. Domiciliares de água	UND	414

Para as ligações domiciliares de esgoto o projeto seguiu as premissas apresentadas no Quadro 5.5:

**Quadro 5.5 - Ligações domiciliares de esgoto**

DESCRIÇÃO	PROFUNDIDADE DE ESCAVAÇÃO	CONDIÇÃO DA VIA	SOLUÇÃO DE PROJETO
Lotes ocupados com ligação domiciliar de esgoto identificada em campo	0 a 30cm	-	Não há necessidade de remanejamento das ligações nestes casos.
Lotes ocupados com ligação domiciliar de esgoto identificada em campo	Maior ou igual a 30cm	NÃO pavimentada	Necessidade de remanejamento das ligações. Posicionamento indicado em planta. (*)
Lotes ocupados com ligação domiciliar de esgoto identificada em campo	Maior ou igual a 30cm	Pavimentada	Necessidade de remanejamento das ligações até o limite do passeio. Posicionamento indicado em planta. (*) (**)
Lotes ocupados com ligação domiciliar de esgoto NÃO identificada em campo	-	-	Conforme orientações da PMJ, serão executadas esperas para ligação de esgoto nos lotes ocupados em que não foi verificada a existência de tal ligação.
Lotes vagos	-	-	Conforme orientações da PMJ, serão executadas esperas para ligação de esgoto nos lotes ainda vagos.

(\*) Nas ligações de esgoto que necessitam ser remanejadas em vias não pavimentadas deve ser feita a troca dos materiais desde a ramificação com a rede coletora até a conexão com o ramal interno, já nas vias pavimentadas o remanejamento deve ocorrer apenas nos limites do passeio. Verificar modelos de remanejamento no arquivo de detalhes (1439DIFD0311).

(\*\*) Nos trechos de rua já pavimentados a escavação nos passeios deverá ser manual em uma faixa de 0,50m para cada lado no entorno das ligações prediais existentes, verificar detalhe no arquivo (1439DIFD0311);

Segue abaixo um resumo dos totais de ligações domiciliares de esgoto a ser remanejada:

**Quadro 5.6 - Ligações domiciliares de esgoto - resumo**

DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE
Remanejamento de lig. Domiciliares de esgoto - DN 150	UND	2857
Remanejamento de lig. Domiciliares de esgoto - DN 200	UND	15
Remanejamento de lig. Domiciliares de esgoto - DN 250	UND	17
Remanejamento de lig. Domiciliares de esgoto - DN 150 (Grande consumidor)	UND	10



Para as ligações domiciliares de água pluvial o projeto seguiu as premissas apresentadas no quadro a seguir:

**Quadro 5.7 - Ligações domiciliares de água pluvial**

DESCRIÇÃO	SOLUÇÃO DE PROJETO
Lotes ocupados em vias NÃO pavimentadas	Deve ser executada a implantação de ligação domiciliar de água pluvial conforme posicionamento indicado em planta (*)
Lotes vagos em vias NÃO pavimentadas	Deve ser executada a implantação de ligação domiciliar de água pluvial conforme posicionamento indicado em planta.
Lotes ocupados em vias pavimentadas	Deve ser executada a implantação de ligação domiciliar de água pluvial conforme posicionamento indicado em planta (*)
Lotes vagos em vias pavimentadas	No caso de lotes vagos em vias já pavimentadas não está sendo prevista a ligação de espera.

(\*) No caso de lotes já ocupados a nova ligação pluvial deverá seguir o posicionamento da ligação pluvial já existente no local.

Segue abaixo um resumo dos totais de ligações domiciliares de água pluvial a ser remanejada:

**Quadro 5.8 - Ligações domiciliares de água pluvial - resumo**

DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE
Remanejamento de lig. Domiciliares pluviais diam. 0,20m	UND	3289

Os detalhes adotados pelo município para as ligações de água e esgoto foram enviados pela Prefeitura de Joinville, via ofício SEI nº 8951133/2021.

Os materiais necessários em cada tipo de ligação são apresentados nos detalhes a seguir.



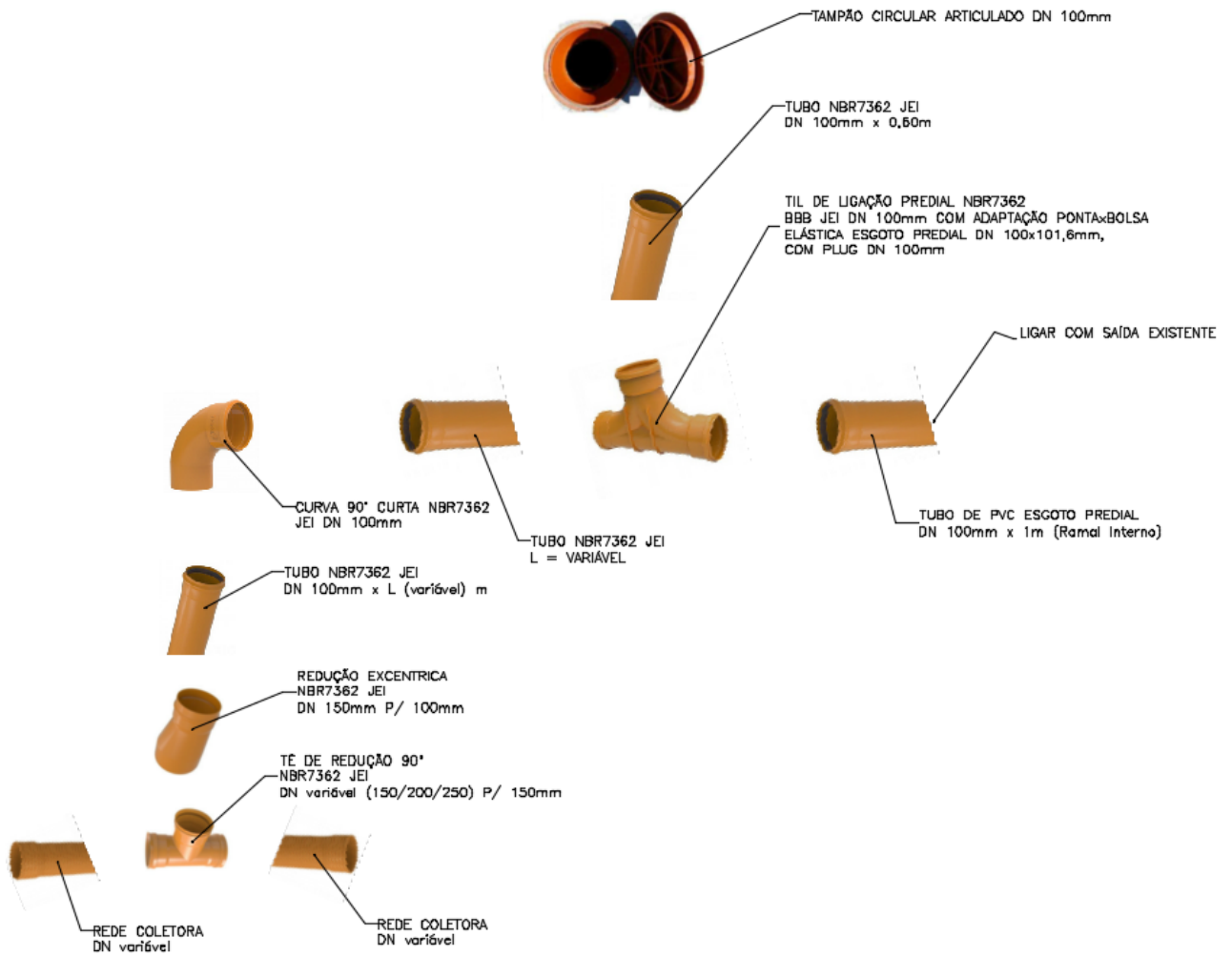


Figura 5.5 - Detalhe Ligação Predial De Esgoto.

Fonte: CAJ, 2021.

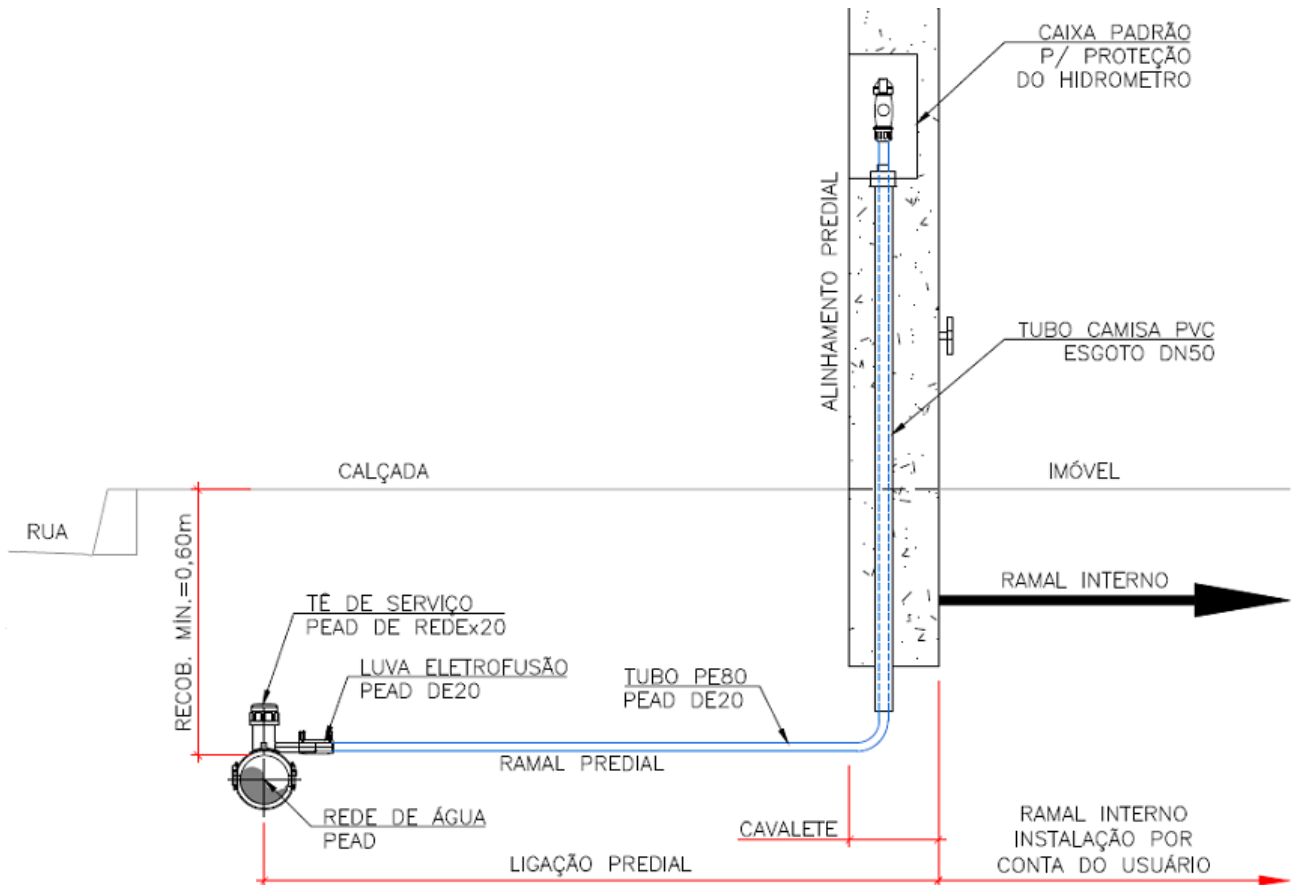


Figura 5.6 - Detalhe Ligação Predial De Água.

Fonte: CAJ, 2021.

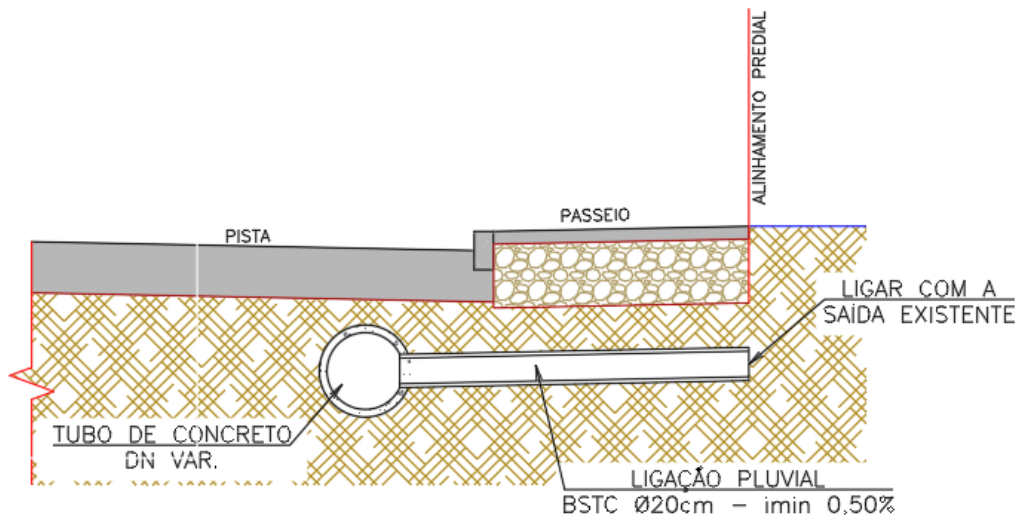


Figura 5.7 - Detalhe Ligação Predial De Água Pluvial.

Fonte: Consórcio, 2021 (Projeto de Interferências – Detalhes -1439DIFD0311).

### 5.1.3 Grandes consumidores

Foi enviado pela CAJ uma lista dos grandes consumidores existentes na área de projeto. Nestes locais a ligação predial de esgoto deve ser de feita com tubulação de 150mm, conforme detalhe apresentado no arquivo 1439DIFD0311. Segue abaixo um quadro com a indicação dos grandes consumidores que sofrerão interferência com o projeto:

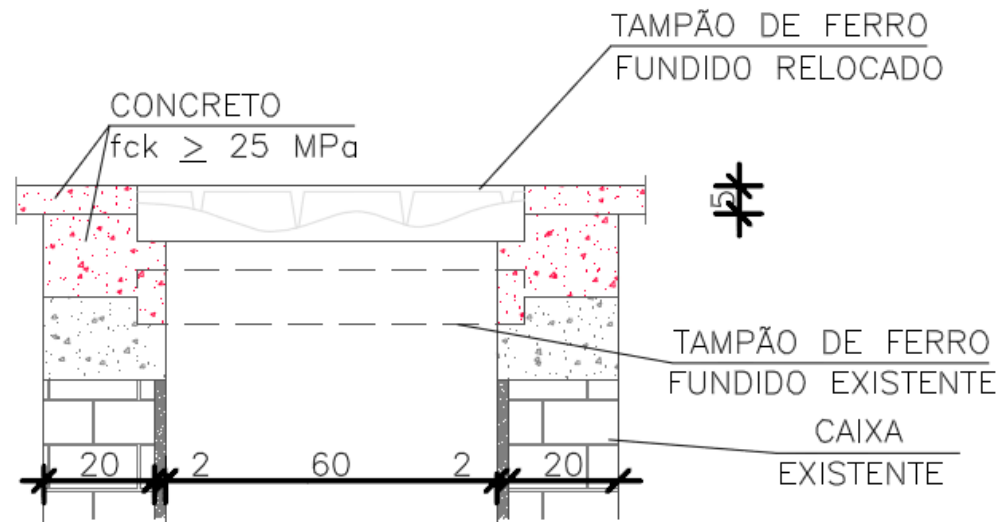
**Quadro 5.9 - Grandes Consumidores**

RUA	ESTACA	LADO
RUA BENTO TORQUATO DA ROCHA, 76	4+6	Direito
RUA BENTO TORQUATO DA ROCHA, 136	7+4	Direito
RUA BENTO TORQUATO DA ROCHA, 180	11+8	Direito
RUA BENTO TORQUATO DA ROCHA, 135	12+7	Direito
RUA BENTO TORQUATO DA ROCHA, 362	19+13	Direito
RUA BENTO TORQUATO DA ROCHA, 634	32+7	Direito
RUA BENTO TORQUATO DA ROCHA, 1066	53+17	Direito
RUA BENTO TORQUATO DA ROCHA, 1304	66+0	Direito
RUA BENTO TORQUATO DA ROCHA, 1400	70+7	Direito
RUA FRANCISCO MOSER, 245	16+4	Esquerdo
RUA JOAQUIM GIRARDI, 720	35+17	Direito
RUA RUDOLF BAUMER, 730	38+2	Direito
RUA RUDOLF BAUMER, 736	39+1	Direito

### 5.1.4 Caixas

Nas vias que serão pavimentadas, deverá ser feito o nivelamento das tampas dos poços de visita no nível do Greide acabado, tanto na pista quanto nos passeios. O nivelamento se dará pela execução de uma cinta de concreto com fck mínimo de 25Mpa.

O detalhe do nivelamento é apresentado na sequência.



**Figura 5.8 - Detalhe De Elevação Das Tampas.**

Fonte: Consórcio, 2021 (Projeto de Interferências – Detalhes -1439DIFD0311).

O posicionamento das caixas está indicado em planta com diferenciação de cores. Os custos envolvendo o nivelamento das caixas estão apresentados em conjunto com a disciplina de pavimentação.

### **5.1.5 Rede de Drenagem**

A base cadastral para a rede de drenagem existente utilizada no projeto foi a rede de drenagem projetada enviada pela PMJ ao consórcio em 18 de agosto de 2020 (ofício SEI Nº 6945694/2020 - SAP.UCP). Como a base enviada trata-se de projeto, foram realizadas conferências em campo para confirmação da existência das redes.

No dia 14/06/2021, o consórcio esteve em campo, acompanhado de membros da PMJ a fim de realizar algumas sondagens em pontos de dúvida em relação a existência ou não de redes de drenagem, foram vistoriados 13 pontos no total.

Nos locais em que foi verificada a clara existência de elementos de captação de água pluvial como bocas de lobo, a rede foi considerada como existente, com diâmetros e cotas conforme projeto enviado ao consórcio.

Nos locais em que não se verificou em campo os pontos de captação foi feita a escavação para confirmar se a rede é existente.

A seguir algumas fotos da vistoria:



**Figura 5.9 - Rua Arlindo Correa – Rede identificada.**

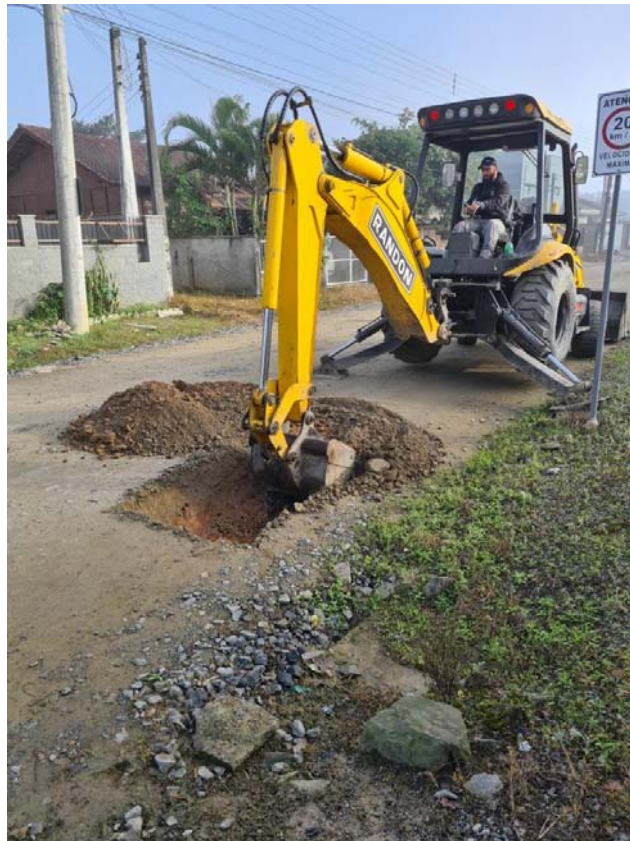
Fonte: Consórcio, 2021.



**Figura 5.10 - Rua Laércio Beninca – Rede identificada.**

Fonte: Consórcio, 2021.





**Figura 5.11 – Inspeção Campo.**  
Fonte: SAP.UCP - PMJ, 2021.



**Figura 5.12 – Inspeção Campo.**  
Fonte: SAP.UCP - PMJ, 2021.

As interferências com a drenagem se limitam à remoção das bocas de lobo, não foram previstas interferências com a rede existente.

### **5.1.6 Rede de Gás**

Foi realizada a consulta junto a empresa SCGás e, conforme informações recebidas, na área de projeto não existem redes de gás natural. Portanto não haverá interferências com esse tipo de canalização.

### **5.1.7 Rede de Telecomunicações**

Foi realizada a consulta junto às empresas de telecomunicações que atuam no bairro e, conforme informações recebidas, na área de projeto não existem redes de telecomunicações subterrâneas. Portanto não haverá interferências com esse tipo de rede.

### **5.1.8 Remoções**

Em todas as vias que receberão novos passeios, serão removidos todos os meios-fios e calçadas existentes.

Os blocos de concreto intertravado e os paralelepípedos que forem removidos deverão ser encaminhados para a unidade de obras de Joinville, desde que não tenham sido quebrados durante a remoção.

Os resíduos de concreto provenientes das remoções dos meios-fios, calçadas de concreto e blocos intertravados quebrados deverão ser destinados a locais licenciados e aptos a receber resíduos da construção civil.

O consórcio identificou três empresas que recebem estes, sendo elas:

- Catarinense Engenharia Ambiental S/A (empresa do grupo ESSENCIS), com endereço: Rua dos Bororós, 875, Zona Industrial Norte, Joinville.
- Associação de Reciclagem de Resíduos Domésticos e Transformação de Resíduos Industriais e da construção Civil - ARTRIC, com endereço: Rodovia BR 280, KM 36, nº 4240, Corveta, Araquari.
- Terraplenagem Medeiros, com endereço: Rua Dona Francisca, 9215, Zona Industrial Norte, Joinville.

Estes locais estão indicados no esquema de distâncias, apresentado a seguir. Conforme necessidade, a fiscalização poderá indicar locais alternativos para destinação destes materiais.

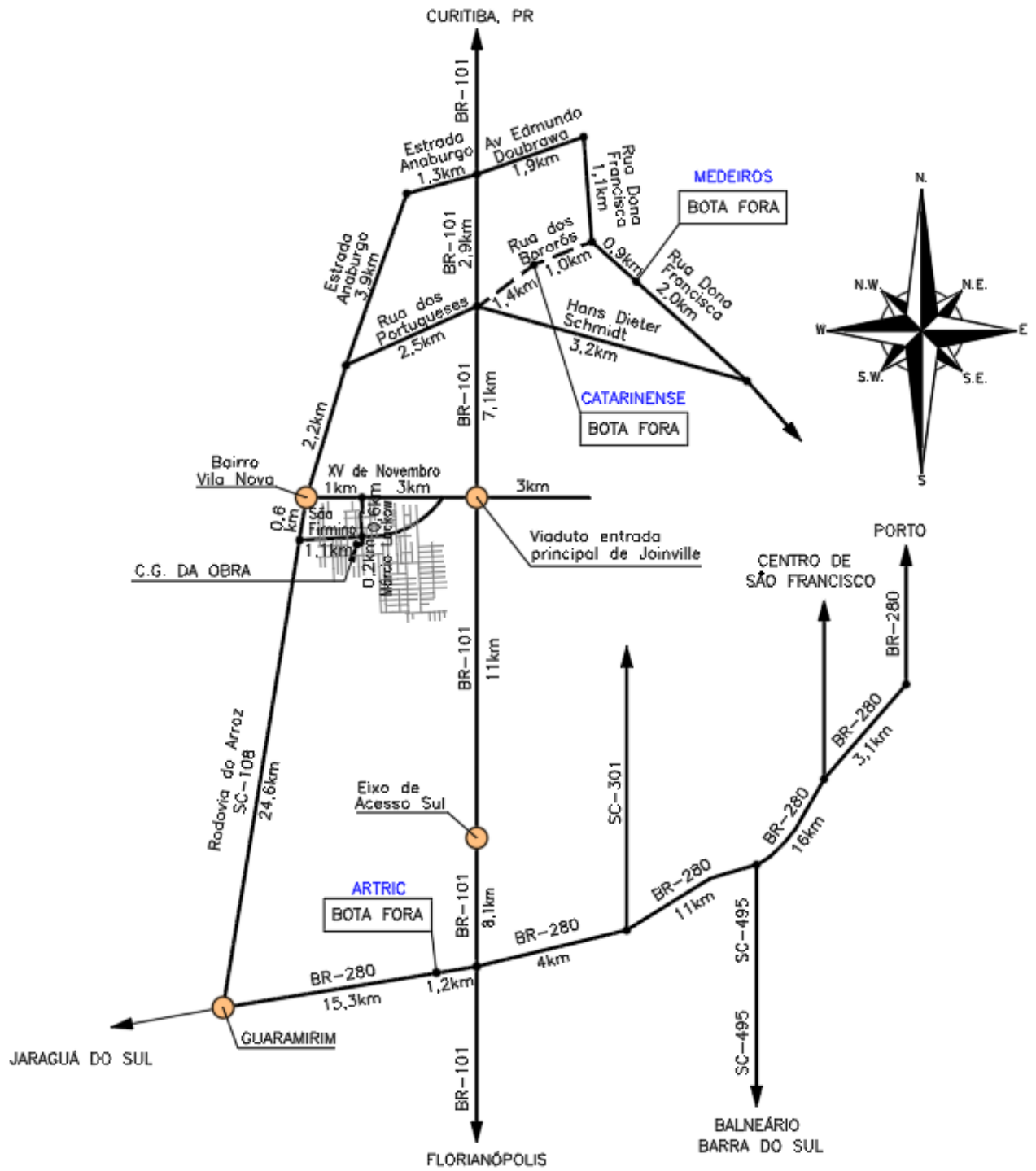


Figura 5.13 - Esquema De Localização De Bota Fora.

Fonte: Azimute, 2021.

Quadro 5.10 - Resumo das distancias médias de transporte (bota fora) em km

Item	Local	Não pavimentado	Pavimentado	Total
Bota fora	Artric	0,2	23,9	24,1
	Catarinense	1,2	12,3	13,5
	Medeiros	0,2	11,6	11,8



### **5.1.9 Vegetação existente**

Devido às escavações necessárias para a execução dos SuDS, as árvores existentes no passeio ou pista projetados deverão ser removidas. Na planta baixa do projeto de interferências é indicada sua localização.

### **5.1.10 Postejamento**

A rede elétrica é composta de postes, que foram levantados topograficamente, sendo que alguns necessitarão ser relocados em função do projeto.

As relocações foram previstas nos seguintes casos:

- Após o lançamento da via, o poste existente ficou localizado dentro da pista;
- Poste existente localizado na faixa de circulação do passeio resultando em uma largura livre menor que 0,80m.

Os postes que serão relocados estão indicados na planta baixa de cada via assim como os quantitativos.

Os projetos, orçamentos e orientações enviados pela CELESC para a relocação dos postes são apresentados no Anexo VII do Volume 1 – Tomo IV deste produto..

## **6. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO**

### **6.1 MEMÓRIA JUSTIFICATIVA E DESCRITIVA**

---

O projeto apresentado objetiva estabelecer a composição das camadas que compõem as estruturas de pavimentos previstas na área do projeto, definindo espessuras, e tipos de matérias em função do tipo e do volume de tráfego da via.

Para o dimensionamento das estruturas de pavimento foi empregado o método de dimensionamento preconizado pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) que, tem como fonte primária de informações as metodologias do *United States Army Corps of Engineers (USACE)* e da *American Association of States Highway and Transportation Officials (AASHTO)*.

As vias de tráfego urbano, por se tratarem de áreas singulares dentro de uma malha viária do município, são de difícil quantificação e controle do tráfego dos veículos comerciais da região. Por este ensejo, a Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP), juntamente com a Universidade de São Paulo (USP), elaborou a Instrução de Projeto 02 de 2004 – Classificação das Vias, onde foram realizadas contagens, controles de carga, sazonalidade, projeções de crescimento, entre outros fatores, para as vias urbanas. Os resultados obtidos foram tratados estaticamente, com a possibilidade de ajustes de parâmetros a depender da característica do município de aplicação do método.

Conforme apresentado no método, de forma a obter o parâmetro "N", representativo das características de tráfego do presente projeto, são estudados os seguintes tópicos:

- Estimativa das porcentagens mais prováveis de cada tipo de veículo de carga na composição da frota. Isso é efetuado levando-se em conta a função preponderante de cada classe de via; e
- Carregamento provável de acordo com cada classe de via. Constata-se que, em viagens curtas e principalmente nas zonas urbanas, a porcentagem de veículos circulando com carga abaixo do limite e mesmo "vazios" é elevada.

Para o atendimento das condições de uso e de tempo de vida útil fixado em projeto, o pavimento deverá ser mantido em suas condições de concepção e periodicamente deverão ser efetuadas os serviços de manutenção indispensáveis para o perfeito funcionamento da estrutura do pavimento, sendo preliminarmente considerados as seguintes características:

- Geometria da Via;
- Características físicas da região: topografia, presença de córregos, presença de encostas instáveis;
- Previsão de desenvolvimento futuro da região;
- Instalação de depósitos, indústrias, centros comerciais; e
- Possibilidade da influência de ligações com vias de maior importância.

O procedimento indicado pela Prefeitura de São Paulo foi originado em um amplo estudo, com vasta pesquisa de campo que incluiu a contagem e pesagem de veículos comerciais em diversas categorias de vias urbanas, desde ruas de bairros a grandes avenidas, para determinação dos Fatores de Veículo para cada classe de via, resultando na definição dos valores de Fatores de Veículo distintos e mais adequados para as características de solicitação de cada classe de via.

Nota-se que os resultados do método aplicado às vias em questão conduziram a valores de número N bastante reduzidos de  $1 \times 10^5$  e  $1 \times 10^6$  solicitações do eixo padrão, consequência do baixo volume de tráfego de veículos comerciais e dos fatores de veículo definidos pela pesquisa de campo para estas classes de via.

Dada a natureza ampla da pesquisa realizada pela USP, tais resultados são empregados com sucesso em diversas cidades do país.

Com relação às informações de contagem de tráfego fornecidas, estas foram obtidas de vias com característica funcionais e de tráfego bastante distinta das contempladas pelo projeto, pois consiste em ligação entre duas rodovias, sendo a BR-101 e a SC-108, além de ser rota prioritária para de acesso à SC-108 para grande área do município de Joinville.

Neste sentido, tanto em volume quanto em composição do tráfego, o fluxo de veículo apresenta característica bastante distintas daquelas que serão observadas nas vias do bairro.

Portanto, dada a maior especificidade do critério de determinação do volume de tráfego para vias urbanas apresentado pela SIUR/SP e a similaridade das vias do estudo com as vias projetadas no Bairro Vila Nova, foi considerado esse modelo para a definição do número N das ruas consideradas neste estudo.

Conforme pôde ser constatado no estudo geotécnico (Volume 01 – Tomo I), o subleito local apresenta algumas particularidades que condicionam os dimensionamentos das estruturas de pavimento. As particularidades podem ser descritas como: a heterogeneidade dos resultados de compactação e CBR, a presença de solo expansivo e a existência de solo-mole.

Para isso, deverão existir três premissas de dimensionamento das estruturas de pavimento, sendo elas:

- **CBR de Projeto**
  - $CBR \geq 9\%$  - Dimensionamento convencional da estrutura de pavimento;
  - $9\% < CBR \leq 4\%$  - Dimensionamento convencional da estrutura de pavimento; e
  - $CBR < 4\%$  - Dimensionamento da estrutura de pavimento com troca de solo de 50,0 cm por Pedra Rachão.
  
- **Expansão do Subleito**
  - $Exp. \leq 3\%$  - Dimensionamento convencional da estrutura de pavimento; e
  - $Exp. > 3\%$  - Dimensionamento da estrutura de pavimento com troca de solo de 50,0 cm por Pedra Rachão.
  
- **Ocorrência de Solo-Mole**
  - Profundidade de ocorrência do Solo-Mole maior que 1,0 m - Dimensionamento convencional da estrutura de pavimento; e
  - Profundidade de ocorrência do Solo-Mole menor que 1,0 m - Dimensionamento da estrutura de pavimento com troca de solo de 50,0 cm por Pedra Rachão.

Portanto, os valores de CBR de projeto considerados para fins de dimensionamento das estruturas de pavimento serão de 9% e 4%, detalhadas a seguir. Para os locais onde a expansão do solo do subleito é superior a 3% e locais onde a cota do subleito encontra-se a menos de 50,0 cm da camada de solo orgânico (solo-mole), foi adotada a solução de substituição do solo local por Pedra Rachão com a finalidade de promover a estabilização do material e proteger a estrutura do pavimento.

Assim para a área do projeto, foram dimensionadas quatro estruturas de pavimento asfáltico novo para cada faixa de tráfego, possuindo cada uma a sua particularidade. As denominações e características consideradas nos dimensionamentos dos pavimentos são os seguintes:

- Estrutura Tipo I – Pavimento Asfáltico: Tráfego Muito Leve c/ Troca de Solo;

- Estrutura Tipo II – Pavimento Asfáltico: Tráfego Muito Leve e CBR de projeto de 4%;
- Estrutura Tipo III – Pavimento Asfáltico: Tráfego Leve e CBR de projeto de 4%; e
- Estrutura Tipo IV – Pavimento Asfáltico: Tráfego Leve e CBR de projeto de 9%.

Também foram dimensionadas quatro estruturas de pavimento em piso intertravado, constituído por blocos de paver de concreto com  $f_{ck} \geq 35$  MPa na espessura de 8 cm, para cada faixa de tráfego e em função da particularidade de cada local, As denominações e características consideradas nos dimensionamentos dos pavimentos são os seguintes:

- Estrutura Tipo V – Pavimento Paver: Tráfego Muito Leve e Leve – Solo Orgânico ou Expansivo;
- Estrutura Tipo VI – Pavimento Paver: Tráfego Muito Leve - CBR  $\geq 4\%$ ;
- Estrutura Tipo VII – Pavimento Paver: Tráfego Leve - CBR  $\geq 4\%$ ; e
- Estrutura Tipo VIII – Pavimento Paver: Tráfego Muito Leve e Leve - CBR  $\geq 9\%$ .

Desta forma todas as ruas da área do projeto receberão um tipo de pavimento mais adequado a faixa de tráfego local, bem como com as características do solo de fundação.

## **6.2 ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE PAVIMENTAÇÃO**

### **6.2.1 SERVIÇO DE MELHORIA E PREPARO DO SUBLEITO**

Melhoria e preparo do subleito é o conjunto de operações que visa conformar a camada final de terraplenagem, mediante cortes e aterros de até 20 cm de espessura, conferindo-lhe condições adequadas de geometria e compactação, para recebimento de uma estrutura de pavimento.

#### **6.2.1.1 Ensaios Necessários**

Para o entendimento desta especificação técnica devem ser consultados os documentos seguintes em sua última versão:

- a) ABNT NBR 7181 Solos – Análise Granulométrica;
- b) ABNT NBR 7182 Solos – Ensaio de Compactação;
- c) ABNT NBR 7180 Solos – Limite de Plasticidade;
- d) ABNT NBR 7185 Solos – Determinação da Massa Específica Aparente, “in situ”, com emprego do frasco de areia;
- e) ABNT NBR 6459 Solos – Limite de Liquidez;

- f) ABNT NBR 9895 Solos – Índice de Suporte Califórnia (ISC);
- g) ABNT NBR 9813 Solos Determinação da Massa Específica Aparente, “in situ”, com emprego do cilindro de cravação;
- h) ABNT NBR 16097 Solos – Determinação do teor de umidade – Métodos expeditos de ensaios.

### 6.2.1.2 *Condições Gerais*

Não é permitida a execução dos serviços em dias de chuva.

A superfície do subleito deve estar perfeitamente limpa, desempenada e sem excessos de umidade para execução da camada da melhoria do subleito.

Durante todo o tempo de execução da melhoria do subleito, os materiais e os serviços devem ser protegidos contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da executante a responsabilidade desta conservação.

### 6.2.1.3 *Condições Específicas*

#### 6.2.1.3.1 Material

O material a ser empregado na regularização do subleito deve apresentar características iguais ou superiores às especificadas em projeto para o subleito, devendo satisfazer as seguintes condições, descritas a seguir:

- a) A granulometria determinada conforme NBR 7181, deve possuir diâmetro máximo das partículas de 76 mm;
- b) A massa específica aparente seca máxima e a umidade ótima devem ser determinadas conforme o método ABNT NBR 7182, na energia normal;
- c) O CBR determinado conforme ABNT NBR 9895, deve ser igual ou superior ao considerado para o subleito no dimensionamento da estrutura de pavimento. A energia de compactação a ser adotada é a normal;
- d) A expansão determinada no ensaio de CBR, de acordo com a ABNT NBR 9895, utilizando a energia especificada no projeto, deve ser igual ou inferior a 3%;
- e) Não é admitida a utilização de solos turfosos, micáceos ou que contenham substâncias orgânicas.

### 6.2.1.4 *Equipamentos*

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser examinado e aprovado. O equipamento básico para a execução da regularização do subleito compreende as seguintes unidades:

- a) Caminhões basculantes;

- b) Escavadeira hidráulica ou pá carregadeira;
- c) Motoniveladora equipada com escarificador, com dispositivos para controle de profundidade;
- d) Caminhão tanque irrigador de água e distribuidor com no mínimo 6.000 litros de capacidade;
- e) Trator agrícola com grade de discos ou pulvi-misturador ou enxada rotativa ou recicladora;
- f) Rolo compressor pneumático, pé de carneiro ou liso, dependendo do tipo de solos a ser compactado.

### 6.2.1.5 *Execução*

#### 6.2.1.5.1 Conformação e Escarificação

Inicialmente deve-se proceder a verificação geral, mediante nivelamento geométrico, comparando as cotas da superfície existente, com as cotas previstas no projeto para a camada final de terraplenagem.

Segue-se, posteriormente, a escarificação geral da superfície do subleito obtido até a profundidade de 0,20 m abaixo da plataforma de projeto, nos segmentos em que a terraplenagem estiver concluída.

Caso seja necessária a complementação de materiais, deve-se lançá-los preferencialmente antes da escarificação, para, em seguida, efetuar as operações de pulverização e homogeneização do material.

Eventuais fragmentos de pedra com diâmetro superior a 76 mm, raízes ou outros materiais estranhos devem ser removidos.

Com atuação da motoniveladora, através de operações de corte e aterro, deve-se conformar a superfície existente, adequando-a ao projeto, de acordo com os perfis transversais e longitudinais.

Os materiais excedentes resultantes das operações de corte que possuam as características que permitam a sua utilização em: aterros, camada final de terraplenagem ou em outras camadas do pavimento devem ser transportados para locais designados para utilização posterior.

Operações de corte ou aterro que excedam a espessura de 20 cm devem ser executadas conforme discriminado nas especificações de terraplenagem.

#### 6.2.1.5.2 Homogeneização do Material

O material espalhado e escarificado, após ter atingido a cota desejada, deve ser umedecido, se necessário, e homogeneizado mediante ação combinada de um dos equipamentos de mistura citados no item anterior e operações com a motoniveladora.

Essas operações devem prosseguir até que o material se apresente visualmente homogêneo, isento de grumos ou torrões.

Admitem-se variações, em pontos percentuais, do teor de umidade entre -2,0 % a +1,0 % da umidade ótima de compactação para solos argilosos.

Para solos arenosos, o limite de variação, em pontos percentuais, do teor de umidade é -1,0 % a +1,0 % da umidade ótima de compactação.

Caso o teor de umidade se apresente abaixo do limite mínimo especificado, deve-se proceder o umedecimento da camada através de caminhão tanque irrigador. Se o teor de umidade de campo exceder ao limite superior especificado, deve-se aerar o material mediante ação conjunta de um dos equipamentos de mistura citados no item anterior e da motoniveladora, para que o material atinja o intervalo da umidade especificada.

#### **6.2.1.5.3 Compactação**

Após terminada a operação de espalhamento, a camada de regularização deve ser compactada. O teor de umidade no momento da compactação deve ser de no máximo +1% ou no mínimo -2% para solos argilosos e de  $\pm 1,0\%$  para solos arenosos, pontos percentuais em relação à umidade ótima definida no ensaio de compactação ABNT NBR 7182 na energia normal.

A compactação será iniciada nas bordas do pavimento. As passagens seguintes do compactador recobrirão, no mínimo, 30 cm da largura da faixa anteriormente compactada.

A densidade aparente da mistura compactada (grau de compactação) deve ser maior ou igual a 100% da densidade aparente máxima definida no ensaio de compactação ABNT NBR 7182 na energia normal.

O valor do CBR e da expansão devem atender ao estabelecido no dimensionamento das estruturas de pavimento.

A determinação do grau de compactação deve ser realizada de acordo com os métodos ABNT NBR 7185 ou ABNT NBR 9813 e ABNT NBR 16097.

#### **6.2.1.5.4 Acabamento**

O acabamento deve ser executado pela ação conjunta da motoniveladora e do rolo de pneus ou liso.

A motoniveladora deve atuar, quando necessário, exclusivamente em operação de corte, sendo vetada a correção de depressões por adição de material.

As pequenas depressões e saliências, resultantes da atuação de rolo pé de carneiro de pata curta, podem ser toleradas, desde que o material não se apresente solto, sob a forma de lamelas.

Em complementação às operações de acabamento, deve-se proceder a remoção das leiras, que se formam lateralmente à pista acabada, como resultado da conformação da regularização do subleito.

### 6.2.1.5.5 Abertura ao Tráfego

Não deve ser permitida a liberação de tráfego ao usuário face à possibilidade de danos ao serviço executado, em especial sob condições climáticas adversas.

### 6.2.1.6 *Controles*

Na sequência são apresentados os quadros referentes aos controles de materiais, execução, geométrico e acabamento e por fim controle estatístico.

**Quadro 6.1 – Controle de Materiais – Preparo do Subleito**

<b>CONTROLE DE MATERIAIS</b>			
<b>ENSAIO</b>	<b>FREQUÊNCIA</b>	<b>CRITÉRIO DE ANÁLISE</b>	<b>CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO</b>
Análise Granulométrica ABNT NBR 7181	No mínimo 3 ensaios por via.	Resultados Individuais	Diâmetro máximo das partículas menor que 76 mm
Determinação da massa Específica Aparente Seca Máxima e Umidade Ótima – ABNT NBR 7182	No mínimo 3 ensaios por via.	Determinação de Valores de Referência	Determinação de Valores de Referência
CBR na energia de compactação definida em projeto – ABNT NBR 9895	No mínimo 3 ensaios por via.	Resultados Individuais	Igual ou superior ao CBR definido para cada solução

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021



Quadro 6.2 – Controle de Execução – Preparo do Subleito

CONTROLE DE EXECUÇÃO			
ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
Teor de Umidade – ABNT NBR 16097	1 ensaio a cada 500 m <sup>2</sup> contínuos de pista, imediatamente antes da compactação. No mínimo 3 ensaios por via.	Resultados Individuais	<u>Solos Argilosos e</u> <u>Siltosos</u> -2 pontos percentuais a +1 ponto percentual em relação à Umidade Ótima <u>Solos Arenosos</u> ± 1 ponto percentual em relação à Umidade Ótima
Massa Específica Aparente Seca, <i>in situ</i> , e Grau de Compactação – ABNT NBR 7185 e 9813	1 ensaio a cada 1.000 m <sup>2</sup> contínuos de pista. No mínimo 3 ensaios por via.	<u>Controle Estatístico</u> $\bar{X} - KS \geq LIE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Os segmentos devem ser analisados segundo Controle Estatístico e todas as amostras devem atender ao Controle Individual. <u>Controle Estatístico</u> GC ≥ 100% <u>Controle Individual</u> GC ≥ 98%

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

Quadro 6.3 – Controle Geométrico e de Acabamento – Preparo do Subleito

CONTROLE GEOMÉTRICO E DE ACABAMENTO			
ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
Espessuras e Cotas Locação e nivelamento topográfico	A cada 20 m, no eixo e bordos e dois pontos intermediários	Resultados Individuais	Varição máxima admitida -2 a +1 cm da cota de projeto
Largura e Alinhamento da Plataforma Medidas de trena	A cada 20 m	Resultados Individuais	Não se admite valores para semi-largura inferiores aos previstos em projeto
Acabamento da Superfície Duas réguas, uma de 1,20m e outra 3,0m de comprimento, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada	A cada 20 m	Resultados Individuais	A variação máxima admitida, entre dois pontos de contato, de qualquer uma das réguas e a superfície da camada é de 0,5cm

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

Quadro 6.4 – Controle Estatístico – Preparo do Subleito

CONTROLE ESTATÍSTICO	
Média Aritmética da Amostra ( $\bar{X}$ )	Desvio-Padrão da Amostra (S)
$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$	$S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{N-1}}$
Controle pelo Limite Inferior	Controle pelo Limite Superior
$X = \bar{X} - KS \geq \text{LIE}$	$X = \bar{X} + KS \leq \text{LSE}$
Controle pelo Limite Inferior e Superior	
$X = \bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$	e $X = \bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

Onde:

 $X_i$  = valor individual da amostra $N$  = nº de determinações efetuadas $K$  = coeficiente unilateral tabelado em função do número de amostras $K_1$  = coeficiente bilateral tabelado em função do número de determinações**LSE** = limite superior especificado**LIE** = limite inferior especificado

Quadro 6.5 – Tolerância Unilateral e K1 Tolerância Bilateral

VALORES K – TOLERÂNCIA UNILATERAL E K1 TOLERANCIA BILATERAL								
N	K	K1	N	K	K1	N	K	K1
4	0,95	1,34	10	0,77	1,12	25	0,67	1,00
5	0,89	1,27	12	0,75	1,09	30	0,66	0,99
6	0,85	1,22	14	0,73	1,07	40	0,64	0,97
7	0,82	1,19	16	0,71	1,05	50	0,63	0,96
8	0,80	1,16	18	0,70	1,04	100	0,60	0,92
9	0,78	1,14	20	0,69	1,03	Infinito	0,52	0,84

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

## 6.2.2 EXECUÇÃO DE CAMADA DE PEDRA RACHÃO

Os serviços consistem no fornecimento, carga, transporte e descarga dos materiais, mão-de-obra e equipamentos adequados, necessários à execução e ao controle de qualidade da camada de rachão em conformidade com a norma apresentada a seguir e detalhes executivos contidos no projeto.

O Rachão é uma camada granular composta por agregados graúdos, naturais ou britados, preenchidos a seco por agregados miúdos. É constituído por uma camada de apoio e outra complementar. Na camada de apoio os agregados penetram no solo mole até se obter uma certa estabilidade e não haver mais penetração. Sobre essa camada de apoio é executada uma camada complementar em que os agregados graúdos, que não penetram mais no solo mole, são preenchidos a seco por agregado miúdo. A estabilização é obtida a partir de ação mecânica enérgica de compactação.

### 6.2.2.1 Ensaios Necessários

Para o entendimento desta especificação técnica devem ser consultados os documentos seguintes em sua última versão:

- a) ABNT NBR NM 51 – Ensaio de abrasão “Los Angeles”;
- b) ABNT NBR NM 248 – Determinação da Composição Granulométrica.

### 6.2.2.2 Condições Gerais

As seguintes considerações de ordem geral são aplicáveis a execução da camada de rachão:

A camada de rachão não pode ficar confinada em hipótese alguma. Esta camada deve estar interligada a dispositivos de drenagem subterrânea, que permitam o livre escoamento da água que porventura penetre na camada de rachão;

A camada complementar de Rachão sobre a camada de apoio deverá ter uma espessura compreendida entre 15 cm e 30 cm.

Não é admitida a complementação da espessura desejada da camada pela adição excessiva do material de enchimento, sem o respectivo agregado graúdo.

### 6.2.2.3 *Condições Específicas*

#### 6.2.2.3.1 Materials

#### 6.2.2.3.2 Agregado Graúdo

Os agregados graúdos deverão ser constituídos por produtos da britagem primária de rocha sã. Opcionalmente, poderão ser utilizados materiais pétreos naturais desmontados pela ação de lâmina e escarificador de trator de esteira. Em qualquer caso, deverão ser atendidas as seguintes condições gerais para o agregado graúdo empregado:

- a) Deverão ser constituídos de fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais;
- b) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos conforme DNER-ME 89-64, os agregados deverão apresentar perdas não superiores a 15%;
- c) Para o agregado retido na peneira de 2,00 mm (nº 10), a porcentagem de desgaste no ensaio de Abrasão "Los Angeles" conforme ABNT NBR NM 51 não deverá ser superior a 50%;
- d) O diâmetro máximo recomendado deverá estar compreendido entre 1/3 e 2/3 da espessura final de camada individual executada, não devendo superar a 200 mm (8");
- e) Deverá ser evitada a utilização de agregado graúdo com quantidade apreciável de fração fina. Para tal, se necessário, a fração fina deverá ser separada através do emprego de peneira classificadora vibratória de 50 mm;
- f) É preferível a utilização de agregados de um só tamanho.

#### 6.2.2.3.3 Agregado para Material de Enchimento

O material de enchimento deverá ser constituído por finos resultantes de britagem, com as mesmas características físicas especificadas para o agregado graúdo (forma, resistência ao desgaste e isenção de pureza), e que satisfaçam à seguinte faixa granulométrica:

**Quadro 6.6 – Faixa Granulométrica – Pedra Rachão**

<b>FAIXA GRANULOMÉTRICA</b>		
<b>PENEIRA DE MALHA QUADRADA</b>		<b>% EM MASSA, PASSANDO</b>
<b>ASTM</b>	<b>mm</b>	
1"	25,4	100
3/4"	19,1	100
3/8"	9,5	65-100
Nº 10	2,0	35-70
Nº 200	0,074	2-20

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

#### 6.2.2.4 *Equipamentos*

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser examinado e aprovado. O equipamento básico para a execução da camada de rachão compreende as seguintes unidades:

- a) Pá carregadeira;
- b) Caminhões basculantes;
- c) Trator de esteira e/ou motoniveladora pesada;
- d) Rolos compressores de rodas lisas, vibratórios ou estáticos;
- e) Equipamentos e ferramentas complementares: pás, carrinhos de mão, marretas, vassourões ou vassouras mecânicas, etc.

#### 6.2.2.5 *Execução*

##### 6.2.2.5.1 Camada de Apoio

- a) A execução da camada de apoio com agregado graúdo inicia-se pelo carregamento do material nos depósitos ou pátios de estocagem da instalação de britagem. A operação de carga do material deverá ser procedida de forma criteriosa;
- b) Após a operação de carregamento e o transporte por meio de caminhões basculantes, faz-se o lançamento de camadas sucessivas de agregado graúdo sobre o solo mole através de pá carregadeiras ou tratores de esteira até que não haja afundamento ou acomodação desse agregado no solo mole;
- c) A camada de apoio poderá ter uma melhor acomodação do agregado através de passadas do rolo liso de 3 rodas de 10 a 12 t. A camada de apoio será considerada apta a receber a camada

complementar quando o rolo compactador não causar mais deformação longitudinal ou recalques excessivos;

- d) Após essa situação os vazios do agregado graúdo não preenchidos com solo mole deverão ser preenchidos com material de enchimento.

#### **6.2.2.5.2 Camada Complementar**

- a) A execução da camada complementar com agregado graúdo inicia-se pelo carregamento do material nos depósitos ou pátios de estocagem da instalação de britagem, de forma similar a execução da camada de apoio;
- b) Após a operação de carregamento e o transporte por meio de caminhões basculantes, faz-se o espalhamento em uma camada de espessura homogênea, uniformemente solta sobre a camada de apoio recém executada. O espalhamento será feito pelo uso de motoniveladora pesada, devendo evitar-se processos que levem à segregação do material, excesso, etc.;
- c) Após o espalhamento do agregado graúdo, poderão ser necessárias as seguintes correções:
- I. Remoção de fragmentos alongados, lamelares ou de tamanho excessivo, visíveis na superfície, e substituição por agregado graúdo representativo e de boa qualidade;
  - II. Correção de pontos com excesso ou deficiência de material, após verificação do greide e seção transversal com cordéis, gabaritos, etc. No caso de existir deficiência de material, utilizar sempre agregado graúdo representativo e de boa qualidade, sendo vedado o uso de agregado miúdo.
- d) Efetuadas as correções necessárias, e previamente ao lançamento do material de enchimento, poderá ser obtida uma melhor acomodação do agregado graúdo através de compressão com rolo liso sem vibração.

#### **6.2.2.5.3 Operações de Enchimento e Acabamento**

- a) O material de enchimento, obedecendo a uma das faixas granulométricas especificadas, o mais seco possível, será espalhado através de motoniveladoras, em quantidade suficiente para preencher os vazios do agregado graúdo;
- b) A aplicação do material de enchimento deverá ser feita em uma ou mais vezes, até se obter um bom preenchimento, evitando-se o excesso superficial;
- c) A compactação enérgica da camada será realizada com rolo tandem de 10 a 12 toneladas ou, de preferência, rolo liso vibratório;
- d) Nos trechos em tangente, a compactação deverá sempre partir dos bordos para o eixo, e, nas curvas, do bordo interno para o bordo externo;

- e) Em cada passada, o equipamento utilizado deverá recobrir, ao menos, a metade da faixa anteriormente comprimida;
- f) Logo após se obter a cobertura completa da área a ser comprimida, deverá ser feita uma nova verificação do greide e seção transversal, efetivando-se as correções necessárias, normalmente de dois tipos:
  - I. Deficiência de finos: processa-se o espalhamento da 2ª camada de material de enchimento, devendo ser empregado apenas agregado miúdo para possibilitar melhor e mais compatível travamento;
  - II. Excesso de finos: processa-se a sua necessária remoção através de meios manuais ou mecânicos, utilizando-se ferramentas auxiliares (enxada, pá, rastelo, carrinho de mão e vassoura mecânica).
- g) A compressão será dada como concluída quando desaparecerem as ondulações à frente do rolo e a camada se apresentar estável e compacta.

#### 6.2.2.5.4 Abertura ao Tráfego

Concluída a compactação, a camada deve ser aberta ao tráfego da obra e usuários, de forma controlada e direcionada, mantendo-se a superfície umedecida. Esta etapa deve estender-se por período suficiente, que permita a verificação de eventuais problemas localizados de travamento deficiente. Caso ocorram deficiências de travamento, devem ser executadas as correções pertinentes.

#### 6.2.2.6 *Controles*

Na sequência são apresentados os quadros referentes aos controles de materiais, execução, geométrico e acabamento e por fim controle estatístico.

Quadro 6.7 – Controle de Materiais – Pedra Rachão

CONTROLE DE MATERIAIS			
ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
Abrasão Los Angeles ABNT NBR NM 51	1 ensaios no início da utilização e sempre que houver variação da natureza do material	Resultados Individuais	$\leq 50\%$
Análise Granulométrica ABNT NBR NM 248	1 ensaio a cada 1.000 m <sup>2</sup> contínuos de pista	<u>Controle Bilateral</u> $X = \bar{X} - K_1 S \geq LIE$ e $X = \bar{X} + K_1 S \leq LSE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Valores obtidos estatisticamente devem estar dentro da faixa de trabalho

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021



**Quadro 6.8 – Controle de Execução – Pedra Rachão**

<b>CONTROLE DE EXECUÇÃO</b>			
<b>ENSAIO</b>	<b>FREQUÊNCIA</b>	<b>CRITÉRIO DE ANÁLISE</b>	<b>CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO</b>
Verificação das condições de compactação Visual	Em cada faixa compactada	Resultados Individuais	Quando não existirem sulcos ou ondulações a frente do rolo compactador, a compactação será considerada finalizada
Correção de defeitos Visual	Pontos localizados, detectados após abertura do tráfego	Resultados Individuais	A correção dos defeitos seja considerada satisfatória
Controle do Adensamento Método Topográfico, utilizando marcos superficiais ou placas de recalque	As leituras de recalques devem ser feitas periodicamente, de acordo com o estipulado no projeto, durante e após o período construtivo, até que ocorra o adensamento previsto em projeto.	Resultados Individuais	Ocorra estabilização do adensamento previsto em projeto

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

Quadro 6.9 – Controle Geométrico e de Acabamento – Pedra Rachão

CONTROLE GEOMÉTRICO E DE ACABAMENTO			
ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
<p>Espessuras e Cotas</p> <p>Locação e nivelamento topográfico</p>	A cada 20 m, no eixo e bordos e dois pontos intermediários	Resultados Individuais	<p>Fundação do aterro</p> <p>Para eixo e bordas <math>\pm 0,20\text{m}</math></p> <p>Plataforma acabada</p> <p>Para eixo e bordas <math>\pm 0,05\text{m}</math>.</p>
<p>Largura e Alinhamento da Plataforma</p> <p>Medidas de trena</p>	A cada 20 m	Resultados Individuais	<p>Cava de remoção +1m não se admite variação para menos +0,30 m, não se admitindo valores inferiores aos previstos em projeto para semi-largura da plataforma.</p>
<p>Acabamento da Superfície</p> <p>Duas réguas, uma de 1,20m e outra 3,0m de comprimento, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada</p>	A cada 20 m	Resultados Individuais	<p>A variação máxima admitida, entre dois pontos de contado, de qualquer uma das réguas e a superfície da camada é de 0,5cm</p>
<p>Inspeção na superfície Visual</p>	Em toda superfície	Resultados Individuais	<p>Não ocorram finos na superfície, e acabamento seja julgado satisfatório.</p>

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

Quadro 6.10 – Controle Estatístico – Pedra Rachão

CONTROLE ESTATÍSTICO	
Média Aritmética da Amostra ( $\bar{X}$ )	Desvio-Padrão da Amostra (S)
$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$	$S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{N-1}}$
Controle pelo Limite Inferior	Controle pelo Limite Superior
$X = \bar{X} - KS \geq \text{LIE}$	$X = \bar{X} + KS \leq \text{LSE}$
Controle pelo Limite Inferior e Superior	
$X = \bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$	e $X = \bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

Onde:

 $X_i$  = valor individual da amostra $N$  = nº de determinações efetuadas $K$  = coeficiente unilateral tabelado em função do número de amostras $K_1$  = coeficiente bilateral tabelado em função do número de determinações

LSE = limite superior especificado

LIE = limite inferior especificado

Quadro 6.11 – Tolerância Unilateral e K1 Tolerância Bilateral

VALORES K – TOLERÂNCIA UNILATERAL E K1 TOLERANCIA BILATERAL								
N	K	K1	N	K	K1	N	K	K1
4	0,95	1,34	10	0,77	1,12	25	0,67	1,00
5	0,89	1,27	12	0,75	1,09	30	0,66	0,99
6	0,85	1,22	14	0,73	1,07	40	0,64	0,97
7	0,82	1,19	16	0,71	1,05	50	0,63	0,96
8	0,80	1,16	18	0,70	1,04	100	0,60	0,92
9	0,78	1,14	20	0,69	1,03	Infinito	0,52	0,84

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

### 6.2.3 EXECUÇÃO DE CAMADA DE MACADAME SECO

A sub-base de macadame seco é constituída por agregados graúdos, naturais ou britados. Seus vazios são preenchidos a seco por agregados miúdos, cuja estabilização é obtida pela ação da energia de compactação.

Camada de bloqueio ou isolamento é a parte inferior da camada de macadame seco, limitada à espessura de 0,04 m após a compactação, constituídos por finos da britagem, aplicada nos casos que a camada subjacente ao macadame seco é constituída por solos com mais de 35% passando na peneira 200.

### 6.2.3.1 *Ensaio Necessários*

Para o entendimento desta especificação técnica devem ser consultados os documentos seguintes em sua última versão:

- a) ABNT NBR NM 51 – Agregado Graúdo – Ensaio de abrasão “Los Angeles”;
- b) ABNT NBR NM 248 – Agregados – Determinação da Composição Granulométrica;
- c) DNER-ME 089 – Agregado Graúdo – Avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio;
- d) ABNT NBR 6459 Solos – Limite de Liquidez;
- e) ABNT NBR 7180 Solos – Limite de Plasticidade;
- f) ABNT NBR 12052 – Agregado Miúdo – Determinação do equivalente de areia.

### 6.2.3.2 *Condições Gerais*

Não é permitida a execução dos serviços em dias de chuva.

A camada de macadame seco não poderá ser utilizada como base da estrutura de pavimento.

A camada de sub-base de macadame seco só pode ser executada quando a camada subjacente estiver liberada, quanto aos requisitos de aceitação de materiais e execução.

A superfície deve estar perfeitamente limpa, desempenada e sem excessos de umidade antes da execução da sub-base de macadame seco.

Durante todo o tempo de execução da camada, os materiais e os serviços devem ser protegidos contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da executante a responsabilidade desta conservação.

Não é admitida a complementação da espessura desejada pela adição excessiva de finos, os quais, acumulados sobre o agregado graúdo, possibilitam o aparecimento de trincas, escorregamentos e deformações no revestimento.

Quando se desejar camadas de sub-bases de espessura superior a 20 cm, os serviços devem ser executados em mais de uma camada de espessuras iguais.

No caso de construção em meia pista, é obrigatório o uso de formas ao longo do eixo da estrada; as formas devem ser metálicas ou de madeira, tendo estas últimas espessuras de no mínimo 5 cm.

### 6.2.3.3 Condições Específicas

#### 6.2.3.3.1 Materiais

#### 6.2.3.3.2 Agregado Graúdo

O agregado graúdo deve constituir-se por pedra britada tipo rachão, produto total da britagem primária, constituído de fragmentos duros duráveis, livres de excesso de partículas lamelares, alongadas, macias ou de fácil desintegração, matéria orgânica e outras substâncias ou contaminações prejudiciais. O agregado graúdo deve atender aos seguintes requisitos:

- a) O diâmetro máximo do agregado deve estar compreendido entre 1/2 e 2/3 da espessura final da camada. No entanto devido ao processo de obtenção da pedra rachão, admite-se um percentual de até 10% de agregado com granulometria entre 4" e 6". O agregado graúdo deve satisfazer a faixa granulométrica da tabela a seguir;

**Quadro 6.12 – Faixa Granulométrica – Macadame Seco**

FAIXA GRANULOMÉTRICA		
PENEIRA DE MALHA QUADRADA		% EM MASSA, PASSANDO
ASTM	mm	
6"	152,4	100
4"	101,6	90-100
3"	76,2	65-80
2"	50,8	15-55
1"	25,4	5-30
½"	12,7	2-18
Nº 4	4,8	0-15

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

- b) A perda no ensaio de durabilidade conforme DNER ME 089, em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio, deve ser inferior a 20%, e com sulfato de magnésio inferior a 30%;
- c) Desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles, conforme NBR NM 51, deve ser inferior a 50%.

#### 6.2.3.3.3 Agregado para Material de Enchimento e Camada de Isolamento ou Bloqueio

O material de enchimento e da camada de isolamento deve constituir-se por produto de britagem com 50% do material com granulometria entre ¾" (19,1 mm) e 3/8" (9,5 mm) e 50% do material com granulometria

inferior a 3/8", de forma a permitir o travamento da camada de pedra rachão e evitar a penetração no material do subleito.

O agregado deve atender os seguintes requisitos:

- a) A perda no ensaio de durabilidade conforme DNER ME 089, em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio, deve ser inferior a 20%, e com sulfato de magnésio inferior a 30%;
- b) O equivalente de areia, conforme NBR 12052, deve ser igual ou superior a 55%;
- c) A fração que passa na peneira de abertura 0,42 mm (nº 40), deve apresentar limite de liquidez, conforme NBR 6459, igual ou inferior a 25% e índice de plasticidade inferior ou igual a 6%.

#### 6.2.3.4 *Equipamentos*

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser examinado e aprovado. O equipamento básico para a execução da camada de macadame seco compreende as seguintes unidades:

- a) Caminhão basculante;
- b) Pá-carregadeira;
- c) Motoniveladora ou trator esteira equipado com lâmina;
- d) Rolo compactador tio pé de carneiro;
- e) Rolo liso autopropelido, vibratório;
- f) Compactadores portáteis vibratórios ou sapo mecânico;
- g) Equipamentos e ferramentas complementares, pás, carrinhos de mão, vassourões ou vassouras mecânicas.

#### 6.2.3.5 *Execução*

##### 6.2.3.5.1 Camada de Isolamento ou Bloqueio

O agregado graúdo deve ser espalhado em uma camada uniformemente distribuída, obedecendo aos alinhamentos e perfis projetados. A espessura solta dos agregados deve ser constante e suficiente para que seja obtida a espessura especificada após compactação.

O espalhamento pode ser feito com motoniveladora ou trator de esteira com lâmina.

Após o espalhamento do agregado graúdo, deve-se executar a verificação do greide e da seção transversal com cordéis ou gabaritos; caso ocorra deficiência ou excesso de material, deve-se efetuar a correção pela

adição ou remoção do material. No caso de existir deficiência de material, utilizar sempre agregado graúdo, sendo vetado o uso de agregado miúdo.

Efetuada as correções necessárias, deve ser obtida a acomodação do material graúdo, previamente ao lançamento do material de enchimento, pela passagem do rolo liso sem vibrar.

#### **6.2.3.5.2 Operações de Enchimento e Acabamento**

O material de enchimento, o mais seco possível, e obedecendo a faixa granulométrica especificada, deve ser espalhado com motoniveladora sobre a camada de agregado graúdo, de modo a preencher os vazios deste já parcialmente compactado.

Após a distribuição do material de enchimento, a camada deve ser compactada com uso de rolo liso vibratório, para forçar a penetração do material nos vazios do agregado graúdo.

Nos trechos em tangente, a compactação deve partir sempre das bordas para o eixo, e, nas curvas, da borda interna para a externa. Em cada passada, o equipamento utilizado deve recobrir ao menos a metade da faixa anteriormente compactada.

Em lugares inacessíveis ao equipamento de compactação, ou onde seu emprego não seja recomendável, a compactação requerida deve ser feita com compactadores portáteis, manuais ou sapos mecânicos.

A aplicação do material de enchimento deve ser feita uma ou mais vezes, até se obter um bom preenchimento, evitando-se o excesso superficial.

Logo após a completa compactação da camada, deve ser feita nova verificação na superfície para verificar a ocorrência de excesso ou deficiência de material de enchimento. Constatado o excesso ou falta de finos, deve-se realizar as correções necessárias da seguinte forma:

- a) Se houver deficiência de finos, deve-se processar o espalhamento da segunda camada de material de enchimento;
- b) Se houver excesso de finos, deve-se processar a remoção do material excedente por meios manuais ou mecânicos, utilizando-se ferramentas auxiliares, tais como: pá, enxada, rastelo ou vassoura mecânica.

A compactação deve prosseguir até se obter um bom entrosamento dos agregados componentes da camada de macadame seco.

#### **6.2.3.5.3 Abertura ao Tráfego**

Concluída a compactação, a camada deve ser aberta ao tráfego da obra e usuários, de forma controlada e direcionada, mantendo-se a superfície umedecida. Esta etapa deve estender-se por período suficiente, que permita a verificação de eventuais problemas localizados de travamento deficiente. Caso ocorram deficiências de travamento, devem ser executadas as correções pertinentes.

## 6.2.3.6 Controles

Na sequência são apresentados os quadros referentes aos controles de materiais, execução, geométrico e acabamento e por fim controle estatístico.

Quadro 6.13 – Controle de Materiais – Macadame Seco

CONTROLE DE MATERIAIS			
ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
<b>AGREGADO GRAUADO</b>			
Abrasão Los Angeles ABNT NBR NM 51	1 ensaios no início da utilização e sempre que houver variação da natureza do material	Resultados Individuais	≤ 50%
Análise Granulométrica ABNT NBR NM 248	1 ensaio a cada 2.000 m <sup>2</sup> contínuos de pista	<u>Controle Bilateral</u> $\bar{X} - K_1 S \geq LIE$ e $\bar{X} + K_1 S \leq LSE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Valores obtidos estatisticamente devem estar dentro da faixa de trabalho
Durabilidade frente ao Sulfato de Sódio e Sulfato de Magnésio, em 5 ciclos DNER ME 089	1 ensaios no início da utilização e sempre que houver variação da natureza do material	Resultados Individuais	<u>Sulfato de Sódio</u> < 20% <u>Sulfato de Magnésio</u> < 30%
<b>AGREGADO P/ ENCHIMENTO E CAMADA DE ISOLAMENTO OU BLOQUEIO</b>			
Equivalente de Areia ABNT NBR 12052	1 ensaio por jornada de 8 h de trabalho e sempre que houver variação da natureza do material	Resultados Individuais	≥ 55%
Análise Granulométrica ABNT NBR NM 248	1 ensaio a cada 2.000 m <sup>2</sup> contínuos de pista	<u>Controle Bilateral</u> $\bar{X} - K_1 S \geq LIE$ e $\bar{X} + K_1 S \leq LSE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Valores obtidos estatisticamente devem estar dentro da faixa de trabalho
Limite de Liquidez e Limite de Plasticidade ABNT NBR 6459 ABNT NBR 7180	1 ensaio a cada 2.000 m <sup>2</sup> contínuos de pista	Resultados Individuais	LL ≤ 25% IP ≤ 6%
Durabilidade frente ao Sulfato de Sódio e Sulfato de Magnésio, em 5 ciclos DNER ME 089	1 ensaios no início da utilização e sempre que houver variação da natureza do material	Resultados Individuais	<u>Sulfato de Sódio</u> < 20% <u>Sulfato de Magnésio</u> < 30%

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021



**Quadro 6.14 – Controle de Execução – Macadame Seco**

<b>CONTROLE DE EXECUÇÃO</b>			
<b>ENSAIO</b>	<b>FREQUÊNCIA</b>	<b>CRITÉRIO DE ANÁLISE</b>	<b>CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO</b>
Verificação da uniformidade e espessura da camada de bloqueio conforme projeto Visual	Em cada faixa compactada	Resultados Individuais	Verificação da uniformidade e espessura da camada de bloqueio em conformidade com o projeto
Verificação das condições de compactação Visual	Em cada faixa compactada	Resultados Individuais	Quando não existirem sulcos ou ondulações a frente do rolo compactador, a compactação será considerada finalizada
Correção de defeitos Visual	Pontos localizados, detectados após abertura do tráfego	Resultados Individuais	A correção dos defeitos seja considerada satisfatória

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

Quadro 6.15 – Controle Geométrico e de Acabamento - Macadame Seco

CONTROLE GEOMÉTRICO E DE ACABAMENTO			
ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
<p>Espessuras e Cotas</p> <p>Locação e nivelamento topográfico</p>	A cada 20 m, no eixo e bordos e dois pontos intermediários	Resultados Individuais	Varição máxima admitida -2 a +1 cm da cota de projeto. O abaulamento da seção transversal deve estar compreendido de $\pm 0,5\%$ , em relação ao valor de projeto, não se admitindo depressões que propiciem acúmulo de água.
<p>Largura e Alinhamento da Plataforma</p> <p>Medidas de trena</p>	A cada 20 m	Resultados Individuais	Não se admite valores para semi-plataforma inferiores aos previstos em projeto, tolerando-se no máximo +15 cm na semi-largura.
<p>Acabamento da Superfície</p> <p>Duas réguas, uma de 1,20m e outra 3,0m de comprimento, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada</p>	A cada 20 m	Resultados Individuais	A variação máxima admitida, entre dois pontos de contato, de qualquer uma das réguas e a superfície da camada é de 0,5cm
<p>Inspeção na superfície Visual</p>	Em toda superfície	Resultados Individuais	Não ocorram finos na superfície, e acabamento seja julgado satisfatório.

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

Quadro 6.16 – Controle Estatístico – Macadame Seco

CONTROLE ESTATÍSTICO	
Média Aritmética da Amostra ( $\bar{X}$ )	Desvio-Padrão da Amostra (S)
$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$	$S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{N-1}}$
Controle pelo Limite Inferior	Controle pelo Limite Superior
$X = \bar{X} - K S \geq \text{LIE}$	$X = \bar{X} + K S \leq \text{LSE}$
Controle pelo Limite Inferior e Superior	
$X = \bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$	e $X = \bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

Onde:

 $X_i$  = valor individual da amostra $N$  = nº de determinações efetuadas $K$  = coeficiente unilateral tabelado em função do número de amostras $K_1$  = coeficiente bilateral tabelado em função do número de determinações

LSE = limite superior especificado

LIE = limite inferior especificado

Quadro 6.17 – Tolerância Unilateral e K1 Tolerância Bilateral

VALORES K – TOLERÂNCIA UNILATERAL E K1 TOLERANCIA BILATERAL								
N	K	K1	N	K	K1	N	K	K1
4	0,95	1,34	10	0,77	1,12	25	0,67	1,00
5	0,89	1,27	12	0,75	1,09	30	0,66	0,99
6	0,85	1,22	14	0,73	1,07	40	0,64	0,97
7	0,82	1,19	16	0,71	1,05	50	0,63	0,96
8	0,80	1,16	18	0,70	1,04	100	0,60	0,92
9	0,78	1,14	20	0,69	1,03	Infinito	0,52	0,84

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

#### 6.2.4 EXECUÇÃO DE CAMADA DE BRITA GRADUADA SIMPLES

Brita graduada é a camada de base composta por mistura em usina de produtos de britagem de rocha sã e que, ao serem enquadradas em uma faixa granulométrica contínua, assegura a esta camada estabilidade.

#### 6.2.4.1 *Ensaio Necessários*

Para o entendimento desta especificação técnica devem ser consultados os documentos seguintes em sua última versão:

- a) ABNT NBR NM 51 – Agregado Graúdo – Ensaio de abrasão “Los Angeles”;
- b) ABNT NBR NM 248 – Agregados – Determinação da Composição Granulométrica;
- c) DNER-ME 089 – Agregado Graúdo – Avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio;
- d) ABNT NBR 5564 Anexo A – Agregado Graúdo – Determinação da forma dos fragmentos da pedra britada;
- e) ABNT NBR 7182 Solos – Ensaio de Compactação;
- f) ABNT NBR 7185 Solos – Determinação da Massa Específica Aparente, “in situ”, com emprego do frasco de areia;
- g) ABNT NBR 9895 Solos – Índice de Suporte Califórnia (ISC);
- h) ABNT NBR 12052 – Agregado Miúdo – Determinação do equivalente de areia;
- i) ABNT NBR 16097 Solos – Determinação do teor de umidade – Métodos expeditos de ensaios.

#### 6.2.4.2 *Condições Gerais*

Não é permitida a execução dos serviços em dia de chuva.

A brita graduada simples pode ser empregada como camada estabilizada granulometricamente ou camada drenante.

A camada de sub-base e base de brita graduada simples só pode ser executada quando a camada subjacente estiver liberada, quanto aos requisitos de aceitação de materiais e execução.

A superfície deve estar perfeitamente limpa, desempenada e sem excessos de umidade antes da execução da sub-base ou base de brita graduada simples.

Durante todo o tempo de execução da sub-base ou base de brita graduada simples, os materiais e os serviços devem ser protegidos contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da executante a responsabilidade desta conservação.

### 6.2.4.3 *Condições Específicas*

#### 6.2.4.3.1 Materiais

#### 6.2.4.3.2 Agregados

A camada de base e sub-base de brita graduada simples deve ser executada com materiais que atendam aos seguintes requisitos:

- a) Os agregados utilizados obtidos a partir da britagem e classificação de rocha são devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, assim como de outras substâncias ou contaminações prejudiciais;
- b) O desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles, conforme NBR NM 51, deve ser inferior a 50%;
- c) Equivalente de areia do agregado miúdo, conforme NBR 12052, superior a 55%;
- d) Partículas não cúbicas inferior a 15%, conforme ABNT NBR 5564 Anexo A;
- e) A perda no ensaio de durabilidade, conforme DNER ME 089, em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio, deve ser inferior a 20% e com sulfato de magnésio inferior a 30%.

#### 6.2.4.3.3 Mistura dos Agregados

O projeto da mistura dos agregados deve atender aos seguintes requisitos:

- a) A curva de projeto da mistura de agregados deve apresentar granulometria contínua e se enquadrar em uma das faixas granulométricas especificadas na tabela a seguir;

Quadro 6.18 – Faixa Granulométrica – Brita Graduada Simples

FAIXA GRANULOMÉTRICA			
PENEIRA DE MALHA QUADRADA		% EM MASSA, PASSANDO	TOLERÂNCIA
ASTM	mm		
2"	50,0	100	± 7%
1 ½"	37,5	-	± 7%
1"	25,0	82-90	± 7%
¾"	19,0	-	± 7%
3/8"	9,5	60-75	± 7%
Nº 4	4,8	45-60	± 5%
Nº 10	2,0	32-45	± 5%
Nº 40	0,42	22-30	± 5%
Nº 200	0,075	10-15	± 2%

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

#### 6.2.4.4 Equipamentos

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser examinado e aprovado. O equipamento básico para a execução da camada de base de brita graduada simples compreende as seguintes unidades:

- a) Usina misturadora dotada de unidade dosadora com, no mínimo, três silos, dispositivo de adição de água com controle de vazão e misturador do tipo "pugmill";
- b) Pá-carregadeira;
- c) Caminhões basculantes;
- d) Caminhão tanque irrigador de água;
- e) Motoniveladora com escarificador;
- f) Vibro-acabadora;
- g) Rolos compactadores do tipo liso vibratório;
- h) Rolos compactadores pneumáticos de pressão regulável;
- i) Compactadores portáteis manuais ou mecânicos, eventuais;
- j) Duas réguas de madeira ou metal, uma de 1,20 e outra de 3,0 m de comprimento;
- k) Ferramentas manuais diversas.

## 6.2.4.5 *Execução*

### 6.2.4.5.1 Preparo da Superfície

A superfície a receber a camada de sub-base ou base de brita graduada simples deve estar totalmente concluída, perfeitamente limpa, isenta de pó, lama e demais agentes prejudiciais, desempenada e com as declividades estabelecidas no projeto.

Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados antes da distribuição da brita graduada simples.

### 6.2.4.5.2 Produção

A rocha sã da pedreira aprovada deve ser previamente britada e classificada em frações a serem definidas em função da granulometria prevista para a mistura.

Nas usinas utilizadas para produção brita graduada simples, os silos devem ter capacidade total de, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador, e devem possuir, no mínimo, três silos agregados. Os silos devem conter dispositivos que os abriguem da chuva.

A usina deve ser calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura.

As frações obtidas, acumuladas nos silos da usina são combinadas no misturador, acrescentando-se ainda a água necessária à condução da mistura de agregados à respectiva umidade ótima, mais o acréscimo destinado a fazer frente às perdas verificadas nas operações construtivas subsequentes. Deve ser previsto o eficiente abastecimento, de modo a evitar a interrupção da produção.

Não é permitida a mistura prévia dos materiais no abastecimento dos silos.

### 6.2.4.5.3 Transporte

A brita graduada simples produzida na central deve ser descarregada diretamente sobre caminhões basculantes e em seguida transportada para a pista. Os materiais devem ser protegidos por lonas para evitar perda de umidade durante seu transporte.

Não é permitida a estocagem do material usinado. A produção da brita graduada simples na usina deve ser adequada às extensões de aplicação na pista.

Não é permitido o transporte de brita graduada simples para a pista quando o subleito ou a camada subjacente estiver molhada, incapaz de suportar, sem se deformar, a movimentação do equipamento.

#### 6.2.4.5.4 Espalhamento

A definição da espessura do material solto deve ser obtida a partir da observação criteriosa de panos experimentais, previamente executados. Após a compactação, essa espessura deve permitir a obtenção da espessura definida em projeto.

A distribuição da brita graduada simples deve ser feita com vibro-acabadora, capaz de distribuir a brita graduada em espessura uniforme, sem produzir segregação, e de forma a 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.

A espessura da camada individual acabada deve situar-se no intervalo de 10 cm, no mínimo, a 20 cm, no máximo. Quando se desejar executar camada de base ou sub-base de maior espessura, os serviços devem ser executados em mais de uma camada, respeitando os limites mínimos e máximos.

Não é permitida a execução de camadas de sub-base ou base de brita graduada simples em dias chuvosos.

#### 6.2.4.5.5 Compactação e Acabamento

O tipo de equipamento a ser utilizado e o número de passadas do rolo compactador devem ser definidos logo no início da obra, em função dos resultados obtidos na execução de trechos experimentais, de forma que a camada atinja o grau de compactação especificado. Este procedimento deve ser repetido no caso de mudança no projeto da faixa granulométrica adotada.

A energia de compactação a ser adotada como referência para a execução da brita graduada simples deve ser a modificada e deve ser adotada na determinação da densidade seca máxima e umidade ótima de compactação, conforme a ABNT NBR 7182. O teor de umidade da brita graduada, imediatamente antes da compactação, deve estar compreendido no intervalo de  $\pm 1,0\%$  em relação à umidade ótima obtida de compactação.

A compactação da brita graduada simples deve ser executada mediante o emprego de rolos vibratórios lisos e de rolos pneumáticos de pressão regulável.

Nos trechos em tangente, a compactação deve evoluir partindo das bordas para eixo, e nas curvas, partindo da borda interna para borda externa. Em cada passada, o equipamento utilizado deve recobrir, ao menos, a metade da faixa anteriormente compactada.

Durante a compactação, se necessário, pode ser promovido o umedecimento da superfície da camada mediante emprego de caminhão tanque irrigador de água.

As manobras do equipamento de compactação que impliquem variações direcionais prejudiciais devem se processar fora da área de compactação.

A compactação deve evoluir até que se obtenha o grau de compactação mínimo igual ou superior a 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, obtido no ensaio de compactação, conforme ABNT NBR 7182 na energia modificada. Deve-se realizar uma vistoria cautelar de vizinhança para liberação dos serviços de compactação, quando executados em energia intermediária e modificada.



Em lugares inacessíveis ao equipamento de compactação ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação deve ser realizada à custa de compactadores portáteis, sejam manuais ou mecânicos.

A imprimação da camada de brita graduada deve ser realizada após a conclusão da compactação com emulsão asfáltica.

#### **6.2.4.5.6 Abertura ao Tráfego**

A sub-base ou base de brita graduada simples não deve ser submetida à ação do tráfego. Não deve ser executado pano muito extenso para que a camada não fique exposta à ação de intempéries que possam prejudicar sua qualidade.

#### **6.2.4.6 *Controles***

Na sequência são apresentados os quadros referentes aos controles de materiais, execução, geométrico e acabamento e por fim controle estatístico.

Quadro 6.19 – Controle de Materiais – Brita Graduada Simples

CONTROLE DE MATERIAIS			
ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
<b>AGREGADO GRAÚDO</b>			
Abrasão Los Angeles ABNT NBR NM 51	1 ensaios no início da utilização e sempre que houver variação da natureza do material.	Resultados Individuais	≤ 50%
Índice de Forma e Partículas Lamelares ABNT NBR 5564 Anexo A	1 ensaios no início da utilização e sempre que houver variação da natureza do material.	Resultados Individuais	Partículas não cúbicas inferior a 15%.
Durabilidade frente ao Sulfato de Sódio e Sulfato de Magnésio, em 5 ciclos DNER ME 089	1 ensaios no início da utilização e sempre que houver variação da natureza do material.	Resultados Individuais	<u>Sulfato de Sódio</u> < 20% <u>Sulfato de Magnésio</u> < 30%
<b>AGREGADO MIÚDO</b>			
Equivalente de Areia ABNT NBR 12052	1 ensaio por jornada de 8 h de trabalho e sempre que houver variação da natureza do material.	Resultados Individuais	≥ 55%

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

Quadro 6.20 – Controle de Produção – Brita Graduada Simples

CONTROLE DE PRODUÇÃO			
ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
CBR e Expansão Energia Modificada ABNT NBR 9895	1 ensaio a cada 10.000 m <sup>2</sup> contínuos de pista.  No mínimo 3 ensaios por via.	Resultados Individuais	CBR ≥ 100%  Expansão ≤ 0,3%
Teor de Umidade - ABNT NBR 16097	1 ensaio a cada 500 m <sup>2</sup> contínuos de pista, imediatamente antes da compactação.  No mínimo 3 ensaios por via.	Resultados Individuais	-1 ponto percentual a +1 ponto percentual em relação à Umidade Ótima
Massa Específica Aparente Seca Máxima e Umidade Ótima – ABNT NBR 7182	1 ensaio a cada 2.000 m <sup>2</sup> contínuos de pista, intercalado com o ensaio de CBR e Expansão.  No mínimo 3 ensaios por via.	Resultados Individuais	Determinação de Valores de Referência

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

Quadro 6.21 – Controle de Execução – Brita Graduada Simples

CONTROLE DE EXECUÇÃO			
ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
Ensaio de Compactação Energia Modificada ABNT NBR 7182	1 ensaio a cada 2.000 m <sup>2</sup> contínuos de pista, intercalado com o ensaio de CBR e Expansão.  No mínimo 3 ensaios por via.	Determinação de Valores de Referência	Determinação de Valores de Referência
Massa Específica Aparente Seca, <i>in situ</i> , e Grau de Compactação ABNT NBR 7185 e 9813	1 ensaio a cada 1.000 m <sup>2</sup> contínuos de pista.  No mínimo 3 ensaios por via.	<u>Controle Estatístico</u> – $\bar{X} = \bar{X} - K_1 S \geq LIE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Os segmentos devem ser analisados segundo Controle Estatístico e todas as amostras devem atender ao Controle Individual.  <u>Controle Estatístico</u> GC $\geq$ 100%  <u>Controle Individual</u> GC $\geq$ 98%
Teor de Umidade ABNT NBR 16097	1 ensaio a cada 500 m <sup>2</sup> contínuos de pista, imediatamente antes da compactação.  No mínimo 3 ensaios por via.	Resultados Individuais	-1 ponto percentual a +1 ponto percentual em relação à Umidade Ótima
Granulometria da Mistura ABNT NBR NM 248	1 ensaio a cada 2.000 m <sup>2</sup> contínuos de pista.  No mínimo 3 ensaios por via.	<u>Controle Bilateral</u> $\bar{X} = \bar{X} - K_1 S \geq LIE$ e $\bar{X} = \bar{X} + K_1 S \leq LSE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Valores obtidos estatisticamente devem estar dentro da faixa de trabalho

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

**Quadro 6.22 – Controle Geométrico e de Acabamento – Brita Graduada Simples**

<b>CONTROLE GEOMÉTRICO E DE ACABAMENTO</b>			
<b>ENSAIO</b>	<b>FREQUÊNCIA</b>	<b>CRITÉRIO DE ANÁLISE</b>	<b>CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO</b>
Espessuras e Cotas Locação e nivelamento topográfico	A cada 20 m, no eixo e bordos e dois pontos intermediários	Resultados Individuais	Varição máxima admitida -2 a +1 cm da cota de projeto
Largura e Alinhamento da Plataforma Medidas de trena	A cada 20 m	Resultados Individuais	Não se admite valores para semi-largura inferiores aos previstos em projeto
Acabamento da Superfície Duas réguas, uma de 1,20m e outra 3,0m de comprimento, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada	A cada 20 m	Resultados Individuais	A variação máxima admitida, entre dois pontos de contado, de qualquer uma das réguas e a superfície da camada é de 0,5cm

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

**Quadro 6.23 – Controle Estatístico – Brita Graduada Simples**

CONTROLE ESTATÍSTICO	
Média Aritmética da Amostra ( $\bar{X}$ )	Desvio-Padrão da Amostra (S)
$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$	$S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{N-1}}$
Controle pelo Limite Inferior	Controle pelo Limite Superior
$X = \bar{X} - KS \geq \text{LIE}$	$X = \bar{X} + KS \leq \text{LSE}$
Controle pelo Limite Inferior e Superior	
$X = \bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$	e $X = \bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

Onde:

 $X_i$  = valor individual da amostra $N$  = nº de determinações efetuadas $K$  = coeficiente unilateral tabelado em função do número de amostras $K_1$  = coeficiente bilateral tabelado em função do número de determinações**LSE** = limite superior especificado**LIE** = limite inferior especificado**Quadro 6.24 – Tolerância Unilateral e K1 Tolerância Bilateral**

VALORES K – TOLERÂNCIA UNILATERAL E K1 TOLERANCIA BILATERAL								
N	K	K1	N	K	K1	N	K	K1
4	0,95	1,34	10	0,77	1,12	25	0,67	1,00
5	0,89	1,27	12	0,75	1,09	30	0,66	0,99
6	0,85	1,22	14	0,73	1,07	40	0,64	0,97
7	0,82	1,19	16	0,71	1,05	50	0,63	0,96
8	0,80	1,16	18	0,70	1,04	100	0,60	0,92
9	0,78	1,14	20	0,69	1,03	Infinito	0,52	0,84

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

### 6.2.5 EXECUÇÃO DE IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA IMPERMEABILIZANTE

Imprimação asfáltica impermeabilizante consiste na aplicação de película de material asfáltico sobre a superfície concluída de uma camada de base. Visa aumentar a coesão da superfície imprimada por meio da penetração do material asfáltico empregado, impermeabilizar a camada subjacente e, quando necessário, promover condições de aderência com a camada sobrejacente.

### 6.2.5.1 *Ensaaios Necessários*

Para o entendimento desta especificação técnica devem ser consultados os documentos seguintes em sua última versão:

- a) ABNT NBR 5765 – Asfaltos diluídos – Determinação do ponto de fulgor – Vaso aberto Tag;
- b) ABNT NBR 6293 – Ligantes asfálticos – Determinação da ductilidade;
- c) ABNT NBR 6576 – Materiais asfálticos – Determinação da penetração;
- d) ABNT NBR 9619 – Produtos de petróleo – Destilação à pressão atmosférica;
- e) ABNT NBR 14236 – Produtos de petróleo e materiais betuminosos – Determinação do teor de água por destilação;
- f) ABNT NBR 14756 – Materiais betuminosos – Determinação da viscosidade cinemática;
- g) ABNT NBR 14855 – Ligantes asfálticos – Determinação da solubilidade em tricloroetileno;
- h) ABNT NBR 14950 – Materiais betuminosos – Determinação da viscosidade *Saybolt Furol*.

### 6.2.5.2 *Condições Gerais*

O ligante betuminoso não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente for inferior a 10 °C, ou em dias de chuva, ou quando a superfície a ser imprimada apresentar qualquer sinal de excesso de umidade.

Todo carregamento de ligante betuminoso que chegar à obra deve apresentar, por parte do fabricante/distribuidor, certificado de resultados de análise dos ensaios de caracterização exigidos nesta Especificação, correspondente à data de fabricação ou ao dia de carregamento para transporte com destino ao canteiro de serviço, se o período entre os dois eventos ultrapassar de 10 dias. Deve trazer também indicação clara de sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo e distância de transporte entre a refinaria e o canteiro de obra.

É responsabilidade da executante a proteção dos serviços e materiais contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los.

### 6.2.5.3 Condições Específicas

#### 6.2.5.3.1 Ligante Asfáltico

Deve ser empregado CM -30, asfalto diluídos de cura média.

Todo o carregamento de asfalto diluído que chegar à obra deve apresentar por parte do fabricante ou distribuidor o certificado de resultados de análise dos ensaios de caracterização exigidos pela especificação, correspondente à data de fabricação, ou ao dia de carregamento para transporte com destino ao canteiro de serviço, se o período entre os dois eventos ultrapassar 10 dias.

Deve trazer também indicação clara da sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo e distância de transporte entre a refinaria e o canteiro de obra.

#### 6.2.5.3.2 Taxa de Aplicação

A taxa de aplicação do asfalto diluído deve variar entre 0,9 l/m<sup>2</sup> a 1,3 l/m<sup>2</sup>, em função da presença de materiais pétreos encontrados na região de Joinville à serem imprimados. A taxa determinada deve ser aquela que após 24 horas, produza uma película asfáltica consistente na superfície imprimada, sem excessos ou deficiências. Na tabela a seguir, estão indicadas as taxas usuais de asfalto diluído para imprimação, em caráter orientativo.

<b>Quadro 6.25 – Imprimação Betuminosa - Impermeabilizante</b>	
<b>TAXAS USUAIS DE ASFALTO DILUÍDO PARA IMPRIMAÇÃO</b>	
<b>Camada</b>	<b>Taxa de Aplicação p/ os Materiais Pétreos encontrados em Joinville l/m<sup>2</sup></b>
Brita Graduada Simples	0,9 a 1,3

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

### 6.2.5.4 Equipamentos

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser examinado e aprovado. O equipamento básico para a execução da imprimação impermeabilizante compreende as seguintes unidades:

- Depósitos de material asfáltico, que permitam o aquecimento adequado, de maneira uniforme, e que tenham capacidade compatível com o consumo da obra no mínimo para um dia de trabalho;
- Vassouras mecânicas rotativas, trator de pneus e vassouras manuais;
- Jato de ar comprimido ou sopradores de ar;
- Caminhão distribuidor de cimento asfáltico, com sistema de aquecimento, bomba de pressão regulável, barra de distribuição de circulação plena e dispositivos de regulagem horizontal e vertical,



bicos de distribuição calibrados para aspersão em leque, tacômetros, manômetros e termômetros de fácil leitura, e mangueira de operação manual para aspersão em lugares inacessíveis à barra; o equipamento espargidor deve possuir certificado de aferição atualizado; a aferição deve ser renovada a cada quatro meses, como regra geral; durante o decorrer da obra deve-se manter controle constante de todos os dispositivos do equipamento espargidor.

#### 6.2.5.5 *Execução*

Antes da aplicação da imprimação asfáltica deve-se proceder à limpeza da superfície, que deve ser executada com emprego de vassouras mecânicas rotativas ou manuais, jato de ar comprimido, sopradores de ar ou, se necessária lavagem. Devem ser removidos todos os materiais soltos e nocivos encontrados sobre a superfície da camada.

O material asfáltico não deve ser distribuído com temperatura ambiente abaixo de 10° C, em dias de chuva ou sob o risco de chuva.

A temperatura de aplicação do material asfáltico deve ser fixada em função da viscosidade da relação x viscosidade, a faixas de viscosidade recomendada para espalhamento para asfaltos diluídos são de 20 a 60 segundos, Saybolt-Furol.

A distribuição do material asfáltico não pode ser iniciada enquanto a temperatura necessária à obtenção da viscosidade adequada à distribuição não for atingida e estabilizada.

Devem-se tomar precauções no aquecimento dos asfaltos diluídos durante o transporte e armazenamento: em função do baixo ponto de fulgor dos produtos, o risco de incêndio é maior.

Aplica-se, em seguida, o material asfáltico, na temperatura compatível e na quantidade especificada e ajustada experimentalmente no campo e de maneira uniforme. A imprimação deve ser aplicada em uma vez, em toda a largura da faixa a ser tratada. Durante a aplicação, devem ser evitados e corrigidos imediatamente o excedente ou a falta do material asfáltico.

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, deve-se trabalhar em meia pista, executando a imprimação da adjacente assim que a primeira for liberada ao tráfego.

Após a aplicação, o material asfáltico deve permanecer em repouso até que se verifiquem as condições ideais de penetração e cura, de acordo com a natureza e tipo do material asfáltico empregado.

Deve-se evitar o emprego de pedrisco ou areia, com a finalidade de permitir o tráfego sobre a superfície imprimada, não curada.

Cabe à contratada a responsabilidade de manter dispositivo eficiente de controle do tráfego, de forma a não permitir a circulação de veículos sobre a área imprimada antes de completada a cura.

### 6.2.5.5.1 Abertura ao Tráfego

A imprimação impermeabilizante não deve ser submetida à ação direta das cargas e da abrasão do trânsito.

### 6.2.5.6 Controles

Na sequência são apresentados os quadros referentes aos controles de materiais, execução, geométrico e acabamento e por fim controle estatístico.

**Quadro 6.26 – Controle de Materiais – Imprimação Betuminosa - Impermeabilizante**

<b>CONTROLE DE MATERIAIS</b>			
<b>ENSAIO</b>	<b>FREQUÊNCIA</b>	<b>CRITÉRIO DE ANÁLISE</b>	<b>CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO</b>
<b>ASFALTO DILUÍDO</b>			
Viscosidade de <i>Saybolt-Furol</i> ABNT NBR 14950	1 ensaio para todo carregamento que chegar à obra	Resultados individuais	Atender o especificado na tabela “Asfaltos Diluídos De Cura Média”
Viscosidade Cinemática ABNT NBR 14756			
Ponto de Fulgor ABNT NBR 5765			

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

**Quadro 6.27 – Controle de Execução – Imprimação Betuminosa - Impermeabilizante**

<b>CONTROLE DA EXECUÇÃO</b>			
<b>ENSAIO</b>	<b>FREQUÊNCIA</b>	<b>CRITÉRIO DE ANÁLISE</b>	<b>CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO</b>
Temperatura de Aplicação Termômetro bimetálico	Uma verificação antes da aplicação no caminhão espargidor distribuidor	Resultados Individuais	Dentro intervalo de viscosidade x temperatura definido para aplicação do material
Taxa de Aplicação – t Pesagens de bandejas	Uma determinação para cada faixa de espargimento e no máximo para cada 200 m	<u>Controle Bilateral</u> $X = \bar{X} - K_1 S \geq LIE$ e $X = \bar{X} + K_1 S \leq LSE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	$\pm 0,2$ l/m <sup>2</sup> da taxa de projeto recomendada e adequada experimentalmente no campo

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

**Quadro 6.28 – Controle Estatístico – Imprimação Betuminosa – Impermeabilizante**

CONTROLE ESTATÍSTICO	
Média Aritmética da Amostra ( $\bar{X}$ )	Desvio-Padrão da Amostra (S)
$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$	$S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{N-1}}$
Controle pelo Limite Inferior	Controle pelo Limite Superior
$X = \bar{X} - KS \geq \text{LIE}$	$X = \bar{X} + KS \leq \text{LSE}$
Controle pelo Limite Inferior e Superior	
$X = \bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$	e $X = \bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

Onde:

 $X_i$  = valor individual da amostra $N$  = nº de determinações efetuadas $K$  = coeficiente unilateral tabelado em função do número de amostras $K_1$  = coeficiente bilateral tabelado em função do número de determinações

LSE = limite superior especificado

LIE = limite inferior especificado

**Quadro 6.29 – Tolerância Unilateral e K1 Tolerância Bilateral**

VALORES K – TOLERÂNCIA UNILATERAL E K1 TOLERANCIA BILATERAL								
N	K	K1	N	K	K1	N	K	K1
4	0,95	1,34	10	0,77	1,12	25	0,67	1,00
5	0,89	1,27	12	0,75	1,09	30	0,66	0,99
6	0,85	1,22	14	0,73	1,07	40	0,64	0,97
7	0,82	1,19	16	0,71	1,05	50	0,63	0,96
8	0,80	1,16	18	0,70	1,04	100	0,60	0,92
9	0,78	1,14	20	0,69	1,03	Infinito	0,52	0,84

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

**Quadro 6.30 – Asfaltos Diluídos – Imprimação Betuminosa - Impermeabilizante**

<b>ASFALTOS DILUÍDOS DE CURA MÉDIA</b>	
<b>ENSAIO</b>	<b>CM-30</b>
<b>ENSAIOS SOBRE ASFALTO DILUÍDO</b>	
Viscosidade de Cinemática, a 60 °C, cSt ABNT NBR 14756	30-60
Viscosidade de Saybolt-Furol, a 25°C, s ABNT NBR 14950	75-150
Ponto de Fulgor (V. A. Tag), mínimo, °C ABNT NBR 5765	38
Destilação até 360 °C, % Volume do Total Destilado, máximo ABNT NBR 9619	A 225°C: 25% Máximo A 260°C: 40 a 70% A 316°C: 75 a 93%
Resíduo a 360 °C, por diferença, % volume mínimo ABNT NBR 14236	50
Resíduo a 360 °C, por diferença, Água % volume máximo ABNT NBR 14236	0,2
<b>ENSAIOS SOBRE O RESÍDUO DE DESTILAÇÃO</b>	
Viscosidade absoluta a 60°C, P ABNT NBR 5847	300 a 1200
Teor de Betume, % mínima em peso ABNT NBR 14855	99
Ductibilidade a 25 °C, cm mínimo ABNT NBR 6293	100  Nota: No caso da ductibilidade a 25°C ser menor que 100 cm, o material será aceito se o seu valor a 15°C for maior que 100cm

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

**6.2.6 EXECUÇÃO DE IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE**

Imprimação asfáltica ligante consiste na aplicação de película de material asfáltico sobre uma camada do pavimento, base coesiva ou camada asfáltica, visando promover a aderência desta superfície com outra camada de revestimento asfáltico subsequente.

### 6.2.6.1 *Ensaio Necessários*

Para o entendimento desta especificação técnica devem ser consultados os documentos seguintes em sua última versão:

- a) ABNT NBR 6293 – Ligantes asfálticos – Determinação da ductilidade;
- b) ABNT NBR 6297 – Emulsão asfáltica de ruptura – Determinação da ruptura – Método da mistura com cimento;
- c) ABNT NBR 6299 – Emulsões asfálticas – Determinação do pH;
- d) ABNT NBR 6300 – Emulsões asfálticas catiônicas – Determinação da resistência à água (adesividade) em agregados graúdos;
- e) ABNT NBR 6560 – Ligantes asfálticos – Determinação do ponto de amolecimento - Método do anel e bola;
- f) ABNT NBR 6567 – Emulsões asfálticas – Determinação da carga da partícula;
- g) ABNT NBR 6568 – Emulsões asfálticas – Determinação do resíduo de destilação;
- h) ABNT NBR 6569 – Emulsões asfálticas catiônicas – Determinação da desemulsibilidade;
- i) ABNT NBR 6570 – Ligantes asfálticos – Determinação da sedimentação e estabilidade à estocagem de emulsões asfálticas;
- j) ABNT NBR 6576 – Materiais asfálticos – Determinação da penetração;
- k) ABNT NBR 14376 – Ligantes asfálticos – Determinação do teor do resíduo seco de emulsões asfálticas convencionais ou modificadas – Métodos expeditos;
- l) ABNT NBR 14393 – Emulsões asfálticas – Determinação da peneiração;
- m) ABNT NBR 14491 – Emulsões asfálticas – Determinação da viscosidade Saybolt Furol;
- n) ABNT NBR 14855 – Ligantes asfálticos – Determinação da solubilidade em tricloroetileno;
- o) ABNT NBR 15086 – Materiais betuminosos – Determinação da recuperação elástica pelo ductilômetro;
- p) ABNT NBR 15184 – Materiais betuminosos – Determinação da viscosidade em temperaturas elevadas usando um viscosímetro rotacional.

### 6.2.6.2 *Condições Gerais*

O ligante betuminoso não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente for inferior a 10 °C, ou em dias de chuva, ou quando a superfície a ser pintada apresentar qualquer sinal de excesso de umidade.

Todo carregamento de ligante betuminoso que chegar à obra deve apresentar, por parte do fabricante/distribuidor, certificado de resultados de análise dos ensaios de caracterização exigidos nesta Especificação, correspondente à data de fabricação ou ao dia de carregamento para transporte com destino ao canteiro de serviço, se o período entre os dois eventos ultrapassar 10 dias. Deve trazer também indicação clara de sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo e distância de transporte entre a refinaria e o canteiro de obra.

É permitida a adoção de materiais alternativos, com menor agressividade ao meio ambiente, desde que comprovada a sua eficácia.

Também é de responsabilidade da executante a proteção dos serviços e materiais contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los.

### 6.2.6.3 *Condições Específicas*

#### 6.2.6.3.1 Emulsão Asfáltica

Na imprimação asfáltica ligante podem ser aplicados os seguintes materiais asfálticos.

- I. Emulsão catiônica de ruptura rápida RR-1C e RR-2C;

As emulsões asfálticas convencionais de ruptura rápida devem atender o especificado no Anexo 2, ou a especificação que estiver em vigor na época de sua utilização.

Todo o carregamento de emulsão asfáltica que chegar à obra deve apresentar por parte do fabricante ou distribuidor o certificado de resultados de análise dos ensaios de caracterização exigidos pela especificação, correspondente à data de fabricação, ou ao dia de carregamento para transporte com destino ao canteiro de serviço, se o período entre os dois eventos ultrapassar 10 dias.

Deve trazer também indicação clara da sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo e distância de transporte entre o fabricante e o canteiro de obra.

#### 6.2.6.3.2 Taxa de Aplicação

A definição do teor asfáltico é obtida experimentalmente, no canteiro da obra, variando a taxa de aplicação em função da superfície que irá receber a imprimação. A emulsão deve ser diluída de forma que a taxa de ligante residual atenda o especificado na tabela a seguir.

**Quadro 6.31 – Consumo de Materiais – Imprimação Betuminosa - Ligante**

<b>CONSUMO DE MATERIAL E RESÍDUO ASFÁLTICO</b>		
<b>Tipo de Imprimação</b>	<b>Consumo de Material l/m<sup>2</sup></b>	<b>Resíduo Asfáltico l/m<sup>2</sup></b>
Imprimação Ligante	0,4 a 0,7	0,3 a 0,5

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

A taxa de aplicação da emulsão, definida em projeto, deve ser ajustada experimentalmente em campo.

A água empregada na diluição deve ser isenta de teores nocivos de sais ácidos, álcalis ou matéria orgânica e outras substâncias nocivas.

#### 6.2.6.4 Equipamentos

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser examinado e aprovado. O equipamento básico para a execução da imprimação ligante compreende as seguintes unidades:

- a) Depósitos de material asfáltico, com sistema completo, com bomba de circulação, e que permitam, quando necessário, aquecimento adequado e uniforme; devem ter capacidade compatível com o consumo da obra no mínimo para um dia de trabalho;
- b) Vassouras rotativas mecânica, trator de pneus e vassouras manuais;
- c) Jato de ar comprimido ou sopradores de ar;
- d) Caminhão distribuidor de emulsão asfáltica, com sistema de aquecimento, bomba de pressão regulável, barra de distribuição de circulação plena e dispositivos de regulagem horizontal e vertical, bicos de distribuição calibrados para aspersão em leque, tacômetros, manômetros e termômetros de fácil leitura, e mangueira de operação manual para aspersão em lugares inacessíveis à barra; o equipamento espargidor deve possuir certificado de aferição atualizado; a aferição deve ser renovada a cada quatro meses, como regra geral; durante o decorrer da obra deve-se manter controle constante de todos os dispositivos do equipamento espargidor;
- e) Caminhão tanque irrigador de água.

#### 6.2.6.5 Execução

Antes da aplicação da imprimação asfáltica deve-se proceder à limpeza da superfície, que deve ser executada com emprego de vassouras mecânicas rotativas ou manuais, jato de ar comprimido, sopradores de ar ou, se necessário, lavagem. Devem ser removidos todos os materiais soltos e nocivos encontrados sobre a superfície da camada.

O material asfáltico não deve ser distribuído com temperatura ambiente abaixo de 10° C, em dias de chuva ou sob o risco de chuva.

A temperatura de aplicação do material asfáltico deve ser fixada para cada tipo de ligante em função da relação temperatura-viscosidade; deve ser escolhida a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento.

As faixas de viscosidade recomendadas para espalhamento são de 20 a 100 segundos, Saybolt-Furol.

No caso de aplicação do ligante asfáltico em bases ou sub-bases cimentadas, solo cimento, concreto magro etc., a superfície da base deve ser ligeiramente umedecida.

A distribuição do material asfáltico não pode ser iniciada enquanto a temperatura necessária à obtenção da viscosidade adequada à distribuição não for atingida e estabilizada.

Aplica-se, em seguida, o material asfáltico, na temperatura compatível com o seu tipo, na quantidade especificada no projeto e ajustada experimentalmente no campo e de maneira uniforme. O ligante deve ser aplicado de uma vez, em toda a largura da faixa a ser tratada. Durante a aplicação, devem ser evitados e corrigidos imediatamente o excedente ou falta de ligante.

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, deve-se trabalhar em meia pista, executando a imprimação da adjacente assim que a primeira for liberada ao tráfego.

Após a aplicação, o ligante asfáltico deve permanecer em repouso até que se verifiquem as condições ideais de ruptura, de acordo com a natureza e tipo do material asfáltico empregado.

Cabe à contratada a responsabilidade de manter dispositivo eficiente de controle do tráfego, de forma a não permitir a circulação de veículos sobre a área imprimada antes de completada a cura ou ruptura.

#### **6.2.6.5.1 Abertura ao Tráfego**

A imprimação ligante não deve ser submetida à ação direta das cargas e da abrasão do trânsito.

#### **6.2.6.6 Controles**

Na sequência são apresentados os quadros referentes aos controles de materiais, execução, geométrico e acabamento e por fim controle estatístico.



Quadro 6.32 – Controle de Materiais – Imprimação Betuminosa – Ligante

CONTROLE DE MATERIAIS			
ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
<b>EMULSÃO ASFÁLTICA</b>			
Viscosidade de <i>Saybolt-Furol</i> ABNT NBR 14491	1 ensaio para todo carregamento que chegar à obra	Resultados individuais	Atender o especificado na tabela de “Emulsões Asfálticas Catiônicas Convencionais”
Determinação do Resíduo ABNT NBR 6568			
Carga da Partícula ABNT NBR 6567			
Peneiração ABNT NBR 14393			
Viscosidade <i>Saybolt-Furol</i> a diferentes temperaturas para o estabelecer a curva viscosidade-temperatura ABNT NBR 14491			
Sedimentação ABNT NBR 6570	1 ensaio para cada 100 t		

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

Quadro 6.33 – Controle de Execução – Imprimação Betuminosa - Ligante

CONTROLE DA EXECUÇÃO			
ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
Temperatura de Aplicação Termômetro bimetálico	Uma verificação antes da aplicação no caminhão espargidor distribuidor	Resultados Individuais	Parâmetro determinado pelo gráfico temperatura-viscosidade
Taxa de Aplicação – t Pesagens de bandejas	Uma determinação para cada faixa de espargimento e no máximo para cada 200 m	<p><u>Controle Bilateral</u></p> $\bar{X} - K_1 S \geq LIE \text{ e}$ $\bar{X} + K_1 S \leq LSE$ <p>Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras</p>	<p>± 0,2 l/m<sup>2</sup> da taxa de projeto recomendada e adequada experimentalmente no campo. O resíduo da emulsão deve ser para:</p> <p>Imprimação ligante: 0,3 a 0,5 l/m<sup>2</sup></p> <p>Imprimação aux.: Ligação 0,2 a 0,4 l/m<sup>2</sup></p> <p>Imprimação de cura: 0,2 a 0,4 l/m<sup>2</sup></p>

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

Quadro 6.34 – Controle de Estatístico – Imprimação Betuminosa - Ligante

CONTROLE ESTATÍSTICO	
Média Aritmética da Amostra ( $\bar{X}$ )	Desvio-Padrão da Amostra (S)
$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$	$S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{N-1}}$
Controle pelo Limite Inferior	Controle pelo Limite Superior
$X = \bar{X} - KS \geq \text{LIE}$	$X = \bar{X} + KS \leq \text{LSE}$
Controle pelo Limite Inferior e Superior	
$X = \bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$	e $X = \bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

Onde:

 $X_i$  = valor individual da amostra $N$  = nº de determinações efetuadas $K$  = coeficiente unilateral tabelado em função do número de amostras $K_1$  = coeficiente bilateral tabelado em função do número de determinações

LSE = limite superior especificado

LIE = limite inferior especificado

Quadro 6.35 – Tolerância Unilateral e K1 Tolerância Bilateral

VALORES K – TOLERÂNCIA UNILATERAL E K1 TOLERANCIA BILATERAL								
N	K	K1	N	K	K1	N	K	K1
4	0,95	1,34	10	0,77	1,12	25	0,67	1,00
5	0,89	1,27	12	0,75	1,09	30	0,66	0,99
6	0,85	1,22	14	0,73	1,07	40	0,64	0,97
7	0,82	1,19	16	0,71	1,05	50	0,63	0,96
8	0,80	1,16	18	0,70	1,04	100	0,60	0,92
9	0,78	1,14	20	0,69	1,03	Infinito	0,52	0,84

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

**Quadro 6.36 – Emulsões Asfálticas – Imprimação Betuminosa - Ligante**

<b>EMULSÕES ASFÁLTICAS CATIÔNICAS CONVENCIONAIS</b>		
<b>ENSAIO</b>	<b>RUPTURA RÁPIDA</b>	
	<b>RR1C</b>	<b>RR2C</b>
<b>ENSAIOS SOBRE A EMULSÃO</b>		
Viscosidade de <i>Saybolt-Furol</i> , S, a 25 °C ABNT NBR 14491	Máximo 90	-
Viscosidade de <i>Saybolt-Furol</i> , S, a 50 °C ABNT NBR 14491	-	100-400
Sedimentação, % peso, máx. ABNT NBR 6570	5	5
Peneiração 0,84 mm, % peso, máx. ABNT NBR 14393	0,10	0,10
Resistência à água, % mínima de cobertura ABNT NBR 6300	80	80
Mistura com cimento, % máxima ou filler silício ABNT NBR 6297 ABNT NBR 6302	-	-
Carga de partícula ABNT NBR 6567	Positiva	Positiva
pH máximo ABNT NBR 6299	-	-
Destilação: Solvente destilado, % volume sobre resíduo da emulsão Resíduo, % mínima em peso ABNT NBR 6568	0-3 62	0-3 62
Resíduo seco, % peso, mínimo ABNT NBR 14376	62	67
Desemulsibilidade, % peso, mínima ABNT NBR 6569	50	50
<b>ENSAIOS SOBRE O RESÍDUO DA EMULSÃO</b>		
Penetração a 25 °C, 100g, 5s, 0,1mm ABNT NBR 6576	40 a 150	40 a 150
Teor de Betume, % mínima em peso ABNT NBR 14855	97	97
Ductibilidade a 25 °C, 5 cm/min, cm mínimo % ABNT NBR 6293	40	40

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

### **6.2.7 EXECUÇÃO DE CAMADA DE CONCRETO ASFÁLTICO USINADO À QUENTE**

Concreto asfáltico é uma mistura executada a quente, em usina apropriada, com características específicas. É composta de agregado graduado, cimento asfáltico, e se necessário, material de enchimento, filler, e melhorador de adesividade, espalhada e compactada a quente.

### 6.2.7.1 Ensaios Necessários

Para o entendimento desta especificação técnica devem ser consultados os documentos seguintes em sua última versão:

- a) DNER-ME 043/95 – Misturas betuminosas a quente – Ensaio *Marshall*;
- b) DNER-ME 053/94 – Misturas Betuminosas – Percentagem de Betume;
- c) DNER-ME 089/94 – Agregados – Avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio;
- d) DNER-ME 117/94 – Mistura betuminosa – Determinação da densidade aparente;
- e) DNER-ME 401/99 – Agregados – determinação do índice de degradação de rochas após compactação Marshall, com ligante – IDML e sem ligante - IDM;
- f) DNER-PRO 164/94 – Calibração e controle de sistemas medidores de irregularidade de superfície de pavimento (Sistemas Integradores IPR/USP e *Maysmeter*);
- g) DNER-PRO 182/94 – Medição da irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores IPR/USP e *Maysmeter*;
- h) DNER-PRO 173/86 – Método de Nível e Mira para Calibração de Sistemas Medidores de Irregularidade Tipo Resposta;
- i) ABNT NBR NM 51 – Agregado graúdo – Ensaio de abrasão Los Angeles;
- j) ABNT NBR NM 248 – Agregados – Determinação da composição granulométrica;
- k) ABNT NBR 5564 – Via férrea – Lastro ferroviário – Requisitos e métodos de ensaio;
- l) ABNT NBR 6293 – Ligantes asfálticos – Determinação da ductilidade;
- m) ABNT NBR 6560 – Ligantes asfálticos – Determinação do ponto de amolecimento - Método do anel e bola;
- n) ABNT NBR 6576 – Materiais asfálticos – Determinação da penetração;
- o) ABNT NBR 11341 – Derivados de petróleo – Determinação dos pontos de fulgor e de combustão em vaso aberto Cleveland;
- p) ABNT NBR 12052 – Solo ou agregado miúdo – Determinação do equivalente de areia - Método de ensaio;
- q) ABNT NBR 12583 – Agregado graúdo – Determinação da adesividade ao ligante betuminoso;

- r) ABNT NBR 12584 – Agregado miúdo – Verificação da adesividade ao ligante betuminoso;
- s) ABNT NBR 12891 – Agregado miúdo – Verificação da adesividade ao ligante betuminoso;
- t) ABNT NBR 14855 – Ligantes asfálticos – Determinação da solubilidade em tricloroetileno;
- u) ABNT NBR 15086 – Materiais betuminosos – Determinação da recuperação elástica pelo ductilômetro;
- v) ABNT NBR 15087 – Misturas asfálticas – Determinação da resistência à tração por compressão diametral;
- w) ABNT NBR 15184 – Materiais betuminosos – Determinação da viscosidade em temperaturas elevadas usando um viscosímetro rotacional;
- x) ABNT NBR 15235 – Materiais asfálticos – Determinação do efeito do calor e do ar em uma película delgada rotacional;
- y) ASTM E 303 – *Standard Test Method for Measuring Surface Frictional Properties Using the British Pendulum Tester*;
- z) ASTM E 1845 – *Standard Practice for Calculating Pavement Macrotexture Mean Profile Depth*;
- aa) ASTM D 2041 – *Standard Test Method for Theoretical Maximum Specific Gravity and Density of Bituminous Paving Mixtures*;
- bb) ASTM D 2872 – *Standard Test Method for Effect of Heat and Air on a Moving Film of Asphalt (Rolling Thin-Film Oven Test)*;
- cc) ASTM D 4402 – *Standard Test Method for Viscosity Determination of Asphalt at Elevated Temperatures Using a Rotational Viscometer*;

#### 6.2.7.2 Condições Gerais

Não será permitida a execução dos serviços durante dias de chuva.

A camada de rolamento deve ser confinada lateralmente pela borda superior chanfrada da sarjeta, com a finalidade de evitar trincamento próximo a borda.

O concreto asfáltico somente deve ser fabricado, transportado e aplicado quando a temperatura ambiente for superior a 10 °C.

#### 6.2.7.3 Condições Específicas

Os materiais constituintes do concreto asfáltico são: agregado graúdo, agregado miúdo, material de enchimento, filler, ligante asfáltico, e melhorador de adesividade, se necessário.

### 6.2.7.3.1 Cimento Asfáltico

Podem ser empregados os seguintes cimentos asfálticos:

- I. CAP 50-70, classificação por penetração, atendendo ao especificado na Resolução nº 19, de 11/07/2005 e no regulamento técnico ANP nº 3/2005 de 11/07/2005 da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP;

Todo o carregamento de cimento asfáltico que chegar à obra deve apresentar por parte do fabricante ou distribuidor o certificado de resultados de análise dos ensaios de caracterização exigidos pela especificação, correspondente à data de fabricação, ou ao dia de carregamento para transporte com destino ao canteiro de serviço, se o período entre os dois eventos ultrapassar 10 dias.

Deve trazer também indicação clara da sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo e distância de transporte entre a refinaria e o canteiro de obra.

### 6.2.7.3.2 Agregados

#### 6.2.7.3.3 Agregado Graúdo

Deve constituir-se por pedra britada ou seixo rolado britado, apresentando partículas sãs, limpas e duráveis, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas. Deve atender aos seguintes requisitos:

- a) Desgaste Los Angeles igual ou inferior a 50%, conforme ABNT NBR NM 51;
- b) Admite-se excepcionalmente agregados com valores com índice de desgaste Los Angeles superior a 50% se: Apresentarem comprovadamente desempenho satisfatório em utilização anterior; a degradação do agregado após a compactação Marshall, com ligante IDml, e sem ligante IDm, determinada conforme método DNER ME 401, deve apresentar valores IDml  $\leq$  5% e IDm  $\leq$  8%.
- c) Quando obtidos por britagem de pedregulhos, 90% em massa dos fragmentos retidos na peneira no 4, de 4,8 mm, devem apresentar no mínimo uma face fragmentada pela britagem;
- d) Índice de forma apresentando partículas não cúbicas inferiores a 15%, conforme ABNT NBR 5564;
- e) Os agregados utilizados devem apresentar perdas inferiores a 12% quando submetidos à avaliação da durabilidade com sulfato de sódio, em cinco ciclos, conforme DNER ME 089.

#### 6.2.7.3.4 Agregado Miúdo

Pode constituir-se por areia, pó de pedra ou mistura de ambos. Deve apresentar partículas individuais resistentes, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas. Deve ser atendido, ainda, o seguinte requisito:

- a) O equivalente de areia conforme ABNT NBR 12052 da mistura dos agregados miúdos, deve ser igual ou superior a 55%.

### 6.2.7.3.5 Material de Enchimento - Filler

O material de enchimento deve ser de natureza mineral finamente dividido, tal como cimento Portland, cal extinta, pós calcários, cinzas volantes etc., conforme DNER EM 367. Na aplicação, o filler deve estar seco e isento de grumos. A granulometria a ser atendida deve obedecer aos limites estabelecidos na tabela a seguir:

**Quadro 6.37 – Granulometria do Filler**

<b>GRANULOMETRIA DO FILLER</b>		
<b>Peneira de Malha Quadrada</b>		<b>Resíduo Asfáltico l/m<sup>2</sup></b>
<b>ASTM</b>	<b>mm</b>	
Nº 40	0,42	100
Nº 80	0,18	95-100
Nº 200	0,075	65-100

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

A cal hidratada deverá ser do tipo calcítica contendo no mínimo 60% de CaO e no máximo 5% de MgO.

### 6.2.7.3.6 Melhorador de Adesividade

A adesividade do ligante asfáltico aos agregados é determinada conforme os métodos ABNT NBR 12583 e ABNT NBR 12584. Quando não houver boa adesividade deve-se empregar aditivo melhorador de adesividade na quantidade determinada na dosagem do produto.

### 6.2.7.3.7 Composição da Mistura

A faixa granulométrica a ser empregada deve ser selecionada em função da utilização prevista para o concreto asfáltico. Caso a mistura asfáltica seja utilizada como camada de rolamento, deve-se conferir especial atenção à seleção da granulometria de projeto, tendo em vista a obtenção de rugosidade que assegure adequadas condições de segurança ao tráfego.

A composição da mistura deve satisfazer aos requisitos apresentados na tabela a seguir.

Quadro 6.38 – Composição do CAUQ

COMPOSIÇÃO DA MISTURA ASFÁLTICA			
Peneira de Malha Quadrada		% em Massa, Passando	Tolerância
ASTM	mm		
1 ½"	37,5	100	± 2%
1"	25,0	100	± 2%
¾"	19,0	100	± 2%
½"	12,5	90-100	± 2%
Nº 4	4,75	44-74	± 2%
Nº 8	2,36	28-58	± 2%
Nº 50	0,30	5-21	± 2%
Nº 200	0,075	2-10	± 2%

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

A curva granulométrica dos agregados deve se enquadrar em uma das faixas do quadro seguinte, com a tolerância de 2% em cada peneira. O percentual do ligante asfáltico deve ser o determinado pelo projeto da mistura e a tolerância será de no máximo 0,2% (absoluto).

O projeto da dosagem de mistura deve atender aos seguintes requisitos:

- a) O tamanho máximo do agregado da faixa adotada deve ser inferior a 2/3 da espessura da camada compactada;
- b) A fração retida entre duas peneiras consecutivas, excetuadas as duas de maior malha de cada faixa, não deve ser inferior a 4% do total;
- c) A faixa de trabalho, definida a partir da curva granulométrica de projeto, deve obedecer a tolerância indicada para cada peneira na tabela anterior, porém, respeitando os limites da faixa granulométrica adotada;
- d) O projeto da mistura pela dosagem Marshall deve ser feito no mínimo a cada 6 meses, e todas as vezes que ocorrer alteração de algum dos materiais constituintes da mistura, a energia de compactação determinada através do número de golpes deve ser definida em projeto. O número de golpes padrão é 75 golpes por face do corpo de prova, podendo ser especificadas outras energias;
- e) Os parâmetros obtidos no ensaio Marshall para estabilidade, fluência, porcentagem de vazios e relação betume vazios devem atender aos limites apresentados na tabela a seguir;



Quadro 6.39 – Mistura Asfáltica - CAUQ

REQUISITOS PARA O PROJETO MISTURA ASFÁLTICA		
Características	Método de Ensaio	Camada de Rolamento
Estabilidade mínima, kN (75 golpes no Ensaio Marshall)	ABNT NBR 12891	8
Fluência (mm)	ABNT NBR 12891	2,0 a 4,0
Relação filler/ligante	-	0,6 a 1,4
% de Vazios (índice de vazios)	-	3 a 5
Relação Betume Vazios – RBV (%)	-	65 a 78
Vazios do Agregado Mineral – VAM (%)	-	Ver tabela específica a seguir
Resistência à Tração por Compressão Diametral Estática a 25°C, mínima, MPa	ABNT NBR 15087	0,80
Resistência a danos por Umidade Induzida, mínimo, %	AASHTO T 283	70

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

- f) O teor ótimo de ligante do projeto de mistura asfáltica deve atender a todos os requisitos da tabela anterior;
- g) Os vazios do agregado mineral, VAM, devem atender aos valores mínimos definidos em função do tamanho nominal máximo do agregado, conforme tabela a seguir;

Quadro 6.40 – Requisitos para Vazios do Agregado Mineral - VAM

REQUISITOS PARA VAZIOS DO AGREGADO MINERAL - VAM		
Tamanho Nominal Máximo do Agregado		VAM Mínimo (%)
ASTM	mm	Teor de Vazios = 4,0%
1 ½"	37,5	11
1'	25,0	12
¾"	19,0	13
½"	12,5	14
3/8"	9,5	15

\*Tamanho nominal máximo do agregado é definido com o diâmetro da peneira imediatamente superior àquela que retém mais que 10% dos agregados.

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

- h) Recomenda-se que o teor ótimo de ligante situe-se abaixo do teor de ligante correspondente ao VAM mínimo, da dosagem Marshall;
- i) As condições de vazios da mistura, na fase de dosagem podem ser verificadas por um dos procedimentos:

Procedimento A

Determinação da densidade efetiva através da densidade máxima teórica pelo método Rice, conforme ASTM D 2041.

Procedimento B

Determinação da densidade efetiva através da média entre a densidade aparente e densidade real agregado. Admite-se a como densidade efetiva do agregado ( $D_{ea}$ ) como sendo a média aritmética entre a  $D_1$  e  $D_2$ ;

As densidades aparentes dos corpos de prova devem ser obtidas através do método DNER ME 117.

$$D_{ea} = \frac{D_1 + D_2}{2}$$

Onde:

$$D_1 = \frac{100}{\frac{P_1}{D_{SR1}} + \frac{P_2}{D_{SR2}} + \frac{P_3}{D_{SR3}}} \quad ; \quad D_2 = \frac{100}{\frac{P_1}{D_{SAp1}} + \frac{P_2}{D_{SR2}} + \frac{P_3}{D_{SR3}}}$$

Onde:

$P_1$  = porcentagem de agregado retido na peneira de abertura de 2,0 mm (%);

$P_2$  = porcentagem de agregado que passa na peneira de abertura de 2,0 mm, e fica retido na peneira de abertura na peneira de abertura de 0,075mm (%);

$P_3$  = porcentagem de agregado que passa na peneira de abertura de 0,075mm (%);

$D_{SR1}$  = densidade real do agregado retido na peneira de abertura de 2,0 mm;

$D_{SR2}$  = densidade real do agregado que passa na peneira de abertura de 2,0 mm, e fica retido na peneira de abertura de 0,075 mm;

$D_{SR3}$  = densidade real do agregado que passa na peneira de abertura de 0,075 mm;

$D_{SAp1}$  = densidade aparente do agregado que fica retido na peneira de abertura de 2,0 mm.

#### 6.2.7.4 Equipamentos

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser examinado e aprovado. O equipamento básico para a execução dos serviços de concreto asfáltico compreende as seguintes unidades:

##### 6.2.7.4.1 Depósito para Cimento Asfáltico

Os depósitos para o cimento asfáltico devem ser capazes de aquecer o material conforme as exigências técnicas estabelecidas, atendendo aos seguintes requisitos:

- a) O aquecimento deve ser efetuado por meio de serpentinas a vapor, a óleo térmico, a eletricidade ou outros meios, de modo a não haver contato direto de chamas com o depósito; esses dispositivos também devem evitar qualquer superaquecimento localizado, e ser capaz de aquecer o cimento asfáltico a temperaturas limitadas;
- b) O sistema de recirculação para o cimento asfáltico deve garantir a circulação desembaraçada e contínua do depósito ao misturador, durante todo o período de operação;
- c) Todas as tubulações e acessórios devem ser dotados de isolamento térmico, a fim de evitar perdas de calor;
- d) A capacidade dos depósitos deve ser suficiente para, no mínimo, três dias de serviço.
- e) Os tanques de armazenamento do CAP devem ser do tipo vertical com fundo cônico, contendo um eixo vertical com no mínimo três níveis de agitação e sistema de retorno do CAP do fundo para o topo do tanque.

##### 6.2.7.4.2 Depósito para Agregados

Os agregados devem ser estocados convenientemente, isto é, em locais drenados, coberto, dispostos de maneira que não haja mistura de agregados, preservando a sua homogeneidade e granulometria e não permitindo contaminações de agentes externos.

A transferência para silos de armazenamento deve ser feita o mais breve possível.

##### 6.2.7.4.3 Silos para Agregados

Os silos devem ter capacidade total de, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador e ser divididos em compartimentos, dispostos de modo a separar e estocar, adequadamente, as frações apropriadas do agregado. Cada compartimento deve possuir dispositivos adequados de descarga. Deve haver um silo adequado para filler, conjugado com dispositivos para sua dosagem.

A usina deve possuir, pelo menos quatro silos individuais para estocagem dos agregados.

#### 6.2.7.4.4 Usina para Misturas Asfálticas

Recomenda-se a utilização de usinas gravimétricas para a produção das misturas asfálticas com controle automatizado de pesagem e do tempo de mistura e sistema de peneiramento que classifica os agregados nos silos quentes.

A usina utilizada deve estar equipada com uma unidade classificadora de agregados, após o secador, dispor de misturador capaz de produzir uma mistura uniforme. Um termômetro, com proteção metálica e escala de 90 °C a 210 °C, com precisão de  $\pm 1$  °C, deve ser fixado no dosador de ligante ou na linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo à descarga do misturador. A usina deve ser equipada, além disso, com pirômetro elétrico, ou outros instrumentos termométricos aprovados, colocados na descarga do secador, com dispositivos para registrar a temperatura dos agregados, com precisão de  $\pm 5$  °C. A usina deve possuir termômetros nos silos quentes.

Pode, também, ser utilizada uma usina contínua do tipo contra fluxo com misturador externo tipo pugmill de eixo duplo na saída do secador ou tipo *multi-paddle*, equipadas com células de carga para controle de alimentação dos agregados e com sistema de alimentação do filler recuperado no filtro de mangas integrado o controle da usina.

A usina deve dispor de sistema de controle automático de injeção de CAP (*flowmeter*).

A usina deve possuir silos de agregados múltiplos, com pesagens dinâmicas individuais e, deve ser assegurada a homogeneidade das granulometrias dos diferentes agregados.

A usina deve possuir ainda uma cabine de comando e quadros de força. Tais partes devem estar instaladas em recinto fechado, com cabos de força e comandos ligados em tomadas externas especiais para esta aplicação. A operação de pesagem de agregados e do ligante asfáltico deve ser semiautomática com leitura instantânea e acumulada, por meio de registros digitais em display de cristal líquido. Devem existir potenciômetros para compensação das massas específicas dos diferentes tipos de ligantes asfálticos e para seleção de velocidade dos alimentadores dos agregados frios.

#### 6.2.7.4.5 Caminhão para Transporte da Mistura

Os caminhões tipo basculante para o transporte do concreto asfáltico devem ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico ou solução de cal hidratada (3:1), de modo a evitar a aderência da mistura à chapa. Não é permitida a utilização de produtos susceptíveis à dissolução do ligante asfáltico, como óleo diesel, gasolina etc. As caçambas devem ser providas de lona para proteção da mistura.

#### 6.2.7.4.6 Equipamento para Distribuição e Acabamento

O equipamento de espalhamento e acabamento deve constituir-se de vibro-acabadoras, capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento definidos no projeto.

As vibro-acabadoras devem ser equipadas com parafusos sem fim, e com esqui eletrônico de 3 m para garantir o nivelamento adequado para colocar a mistura exatamente nas faixas, e devem possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para a frente e para trás. As vibro-acabadoras devem estar equipadas com alisadores e dispositivos para aquecimento à temperatura requerida para a colocação da mistura sem irregularidade. Devem ser equipadas com sistema de vibração que permita pré-compactação na mistura espalhada.

No início da jornada de trabalho, a mesa deve estar aquecida, no mínimo, à temperatura definida pela especificação para descarga da mistura asfáltica.

A velocidade de avanço da vibro-acabadora deve ser tal que seja evitado ao máximo a sua parada.

#### **6.2.7.4.7 Equipamento para Compactação**

O equipamento para a compactação deve constituir-se por rolos pneumáticos com regulagem de pressão e rolo metálico liso, tipo tandem.

Os rolos pneumáticos, autopropulsionados, devem ser dotados de dispositivos que permitam a calibragem de variação da pressão dos pneus de 0,25 MPa a 0,84 MPa. É obrigatória a utilização de pneus calibração uniformes, de modo a evitar marcas indesejáveis na mistura compactada.

O rolo metálico liso tipo tandem deve ter massa compatível com a espessura da camada.

O emprego dos rolos lisos vibratórios pode ser admitido desde que a frequência e a amplitude de vibração sejam ajustadas às necessidades do serviço.

O equipamento em operação deve ser suficiente para compactar a mistura de forma que esta atinja o grau de compactação exigido, enquanto esta se encontrar em condições de trabalhabilidade.

#### **6.2.7.4.8 Ferramentas e Equipamentos Acessórios**

Devem ser utilizados, complementarmente, os seguintes equipamentos e ferramentas:

- a) Soquetes mecânicos ou placas vibratórias para a compactação de áreas inacessíveis aos equipamentos convencionais;
- b) Pás, garfos, rodos e ancinhos para operações eventuais;
- c) Vassouras rotativas, compressores de ar para limpeza da pista;
- d) Caminhão tanque irrigador para limpeza de pista.

## 6.2.7.5 Execução

### 6.2.7.5.1 Preparo da Superfície

A superfície deve apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais. Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados, previamente à aplicação da mistura.

A imprimação ligante ou pintura de ligação deve ser executada, obrigatoriamente, com a barra espargidora, respeitando os valores recomendados para taxa de ligante. Somente para correções localizadas ou locais de difícil acesso pode ser utilizada a caneta. A imprimação deve formar uma película homogênea e promover condições adequadas de aderência quando da execução do concreto asfáltico.

Quando a imprimação ou a pintura de ligação não tiverem condições satisfatórias de aderência, nova pintura de ligação deve ser aplicada previamente à distribuição da mistura.

No caso de desdobramento da espessura total de concreto asfáltico em duas camadas, a pintura de ligação entre estas pode ser dispensada se a execução da segunda camada ocorrer logo após a execução da primeira.

O tráfego de caminhões, para início do lançamento do concreto asfáltico, sobre a pintura de ligação só é permitido após o rompimento definitivo e cura do ligante aplicado.

### 6.2.7.5.2 Produção do Concreto Asfáltico

O concreto asfáltico deve ser produzido em usinas apropriadas, conforme anteriormente especificado. A usina deve ser calibrada, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura.

Os agregados, principalmente os finos, devem ser homogeneizados com a pá carregadeira antes de serem colocados nos silos frios.

As aberturas dos silos frios devem ser ajustadas de acordo com a granulometria da dosagem e dos agregados para evitar sobras nos silos quentes, no caso de utilização de usina gravimétrica.

A temperatura do cimento asfáltico não modificado por polímero empregado na mistura deve ser determinada para cada tipo de ligante em função da relação temperatura-viscosidade. A temperatura conveniente é aquela na qual o cimento asfáltico apresenta uma viscosidade Brookfield, determinada conforme ASTM D 4402.

Os agregados devem ser aquecidos a temperaturas de 10 °C a 15 °C acima da temperatura do cimento asfáltico, sem ultrapassar 177 °C.

A carga dos caminhões deve ser feita de maneira a evitar segregação da mistura dentro da caçamba, 1º na frente, 2º na traseira e 3º no meio.

O início da produção na usina só deve ocorrer quando todo o equipamento de pista estiver em condições de uso, para evitar a demora na descarga na acabadora que pode acarretar diminuição da temperatura da mistura, com prejuízo da compactação.

O tempo decorrido entre a produção na usina e o seu esparrame na pista não deve exceder a três horas. Esse tempo pode ser superior, no caso de ser utilizado aditivo para mistura morna e a temperatura de usinagem ser inferior a 150°C.

A produção/hora deverá ser definida em função do tipo de mistura, umidade dos agregados e tipo de CAP, de modo a permitir a secagem dos agregados, homogeneidade da mistura e o adequado recobrimento dos agregados graúdos pelo CAP.

#### **6.2.7.5.3 Transporte do Concreto Asfáltico**

O concreto asfáltico produzido deve ser transportado da usina ao local de aplicação, em caminhões basculantes, atendendo ao especificado no item 6.2.7.4.5 para que a mistura seja colocada na pista à temperatura especificada.

As caçambas dos veículos devem ser cobertas com lonas impermeáveis durante o transporte de forma a proteger a massa asfáltica da ação de chuvas ocasionais, da eventual contaminação por poeira e, especialmente, evitar a perda de temperatura e queda de partículas durante o transporte. As lonas devem estar bem fixadas na dianteira para não permitir a entrada de ar entre a cobertura e a mistura.

#### **6.2.7.5.4 Distribuição da Mistura**

A distribuição do concreto asfáltico deve ser feita por equipamentos adequados, conforme especificado no item 6.2.7.4.6.

Deve ser assegurado, previamente ao início dos trabalhos, o aquecimento conveniente da mesa alisadora da acabadora à temperatura compatível com a da massa a ser distribuída. Deve-se observar que o sistema de aquecimento se destina exclusivamente ao aquecimento da mesa alisadora e nunca de massa asfáltica que eventualmente tenha esfriado em demasia.

Caso ocorram irregularidades na superfície da camada acabada, estas devem ser corrigidas de imediato pela adição manual da mistura, seu espalhamento deve ser efetuado por meio de ancinhos ou rodos metálicos. Esta alternativa deve ser, no entanto, minimizada, já que o excesso de reparo manual é nocivo à qualidade do serviço. A mistura deve apresentar textura uniforme, sem pontos de segregação.

Na partida da acabadora devem ser colocadas de 2 a 3 réguas, com a espessura do empolamento previsto, onde a mesa deve ser apoiada.

Na descarga, o caminhão deve ser empurrado pela acabadora, não se permitindo choques ou travamento dos pneus durante a operação.

O tipo de acabadora deve ser definido em função da capacidade de produção da usina, de maneira que esta esteja continuamente em movimento, sem paralisações para esperar caminhões. Esta velocidade da acabadora deve estar sempre entre 2,5 e 10,0 m por minuto.

#### 6.2.7.5.5 Compactação da Mistura

A rolagem tem início logo após a distribuição do concreto asfáltico. A fixação da temperatura de rolagem condiciona-se à natureza da massa e às características do equipamento utilizado. Como regra geral, a temperatura de rolagem é a mais elevada que a mistura asfáltica pode suportar, temperatura esta fixada experimentalmente para cada caso, considerando-se o intervalo de trabalhabilidade da mistura e tomando-se a devida precaução quanto à espessura da camada, distância de transporte, condições do meio ambiente e equipamento de compactação.

A prática mais frequente de compactação de misturas asfálticas densas usinadas a quente contempla o emprego combinado de rolos pneumáticos de pressão regulável e rolo metálico liso tipo tandem, de acordo com as seguintes premissas:

- a) Inicia-se a rolagem com uma passada com rolo liso;
- b) Logo após, a passada com rolo liso, inicia-se a rolagem com uma passada do rolo pneumático atuando com baixa pressão;
- c) À medida que a mistura for sendo compactada e houver conseqüente crescimento de sua resistência, seguem-se coberturas com o rolo pneumático, com incremento gradual da pressão;
- d) O acabamento da superfície e correção das marcas dos pneus deve ser feito com o rolo tandem, sem vibrar;
- e) A compactação deve ser iniciada pelas bordas, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista;
- f) Cada passada do rolo deve ser recoberto na seguinte, em 1/3 da largura do rolo;
- g) Durante a rolagem não serão permitidas mudanças de direção ou inversões bruscas de marcha, nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém rolado, ainda quente;
- h) As rodas dos rolos devem ser ligeiramente umedecidas para evitar a aderência da mistura; nos rolos pneumáticos, devem ser utilizados os mesmos produtos indicados para a caçamba dos caminhões transportadores; nos rolos metálicos lisos, se for utilizada água, esta deve ser pulverizada, não se permitido que escorra pelo tambor e acumule-se na superfície da camada.

A compactação através do emprego de rolo vibratório de rodas lisas, quando necessário, deve ser testada experimentalmente na obra, de forma a permitir a definição dos parâmetros mais apropriados à sua aplicação, como o número de coberturas, frequência e amplitude das vibrações. As condições de compactação da mistura exigidas anteriormente permanecem inalteradas.



Antes do início dos trabalhos deve ser executado um trecho experimental para definição da melhor metodologia de compactação, de modo a se obter o grau de compactação e o índice de vazios estabelecidos no projeto.

#### **6.2.7.5.6 Juntas**

O processo de execução das juntas transversais e longitudinais deve assegurar condições de acabamento adequadas, de modo que não sejam percebidas irregularidades nas emendas.

Em vias de pista dupla é recomendado o uso de duas vibro-acabadoras de modo que os panos adjacentes sejam executados simultaneamente.

Em vias em operação, devem ser evitados degraus longitudinais muito extensos, permitindo-se no máximo o resultante de uma jornada de trabalho. Na jornada de trabalho seguinte, a aplicação da massa asfáltica deve sempre começar no início do degrau remanescente da jornada de trabalho anterior.

No reinício dos trabalhos, deve-se realizar a compactação da emenda com o rolo perpendicular ao eixo, com 1/3 do rolo sobre o pano já compactado e os outros 2/3 sobre a massa recém aplicada.

Não é permitido o lançamento dos agregados graúdos provenientes da rastelagem na frente ou dentro da mesa da vibro acabadora. Esse material deve ser descartado.

#### **6.2.7.5.7 Abertura ao Tráfego**

A camada de concreto asfáltico recém-acabada deve ser liberada ao tráfego somente quando a massa atingir a temperatura ambiente.

#### **6.2.7.6 Controles**

Na sequência são apresentados os quadros referentes aos controles de materiais, execução, geométrico e acabamento e por fim controle estatístico.

Quadro 6.41 – Controle de materiais - CAUQ

CONTROLE DE MATERIAIS			
ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
<b>CIMENTO ASFÁLTICO</b>			
Penetração (100g, 5s, 25°C) ABNT NBR 6576	1 ensaio para todo carregamento que chegar à obra	Resultados individuais	Ver especificação dos Cimentos Asfálticos a seguir.
Viscosidade <i>Brookfield</i> ASTM D 4402			
Ponto de Fulgor ABNT NBR 11341			
Formação de Espuma Aquecido a 177 °C			
Ponto de amolecimento ABNT NBR 6560	1 ensaio para cada 100 t		
Índice de Susceptibilidade Térmica ABNT NBR 6576 ABNT NBR 6560			
Viscosidade <i>Brookfield</i> a diferentes temperaturas para o estabelecimento da curva viscosidade x temperatura ASTM D 4402			
<b>AGREGADO GRAÚDO</b>			
Abrasão Los Angeles ABNT NBR NM 51	1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material.	Resultados individuais	< 50%
Se Abrasão Los Angeles for superior a 50%, verificar degradação do agregado após compactação Marshall DNER ME 401	1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material.	Resultados individuais	Se apresentarem desempenho satisfatório em utilização anterior e $ID_{m1} \leq 5\%$ $ID_m \leq 8\%$

Índice de Forma e Partículas Lamelares ABNT NBR 5564 Anexo A	1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material.	Resultados individuais	Não cúbicas inferior a 15%
Durabilidade com Sulfato de Sódio, em 5 Ciclos DNER ME 089	1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material.	Resultados individuais	≤ 12%
Adesividade ao Ligante Betuminoso ABNT NBR 12583 ABNT NBR 12584	Em todo carregamento que cimento asfáltico que chegar na obra e sempre que houver variação da natureza dos materiais.	Resultados individuais	Adesividade satisfatória, Adesividade insatisfatória empregar melhorador.

**MELHORADOR DE ADESIVIDADE**

Verificação da Adesividade ABNT NBR 12583 ABNT NBR 12584	1 ensaio logo após o emprego do melhorador de adesividade.	Resultados individuais	Adesividade satisfatória.
--	--	------------------------	---------------------------

**AGREGADO MIÚDO**

Equivalente Areia de cada fração do agregado miúdo ABNT NBR 12052	1 ensaio por jornada de trabalho e sempre que houver variação da natureza do agregado.	Resultados individuais	≥ 55%
--	--	------------------------	-------

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

Quadro 6.42 – Controle de produção - CAUQ

CONTROLE DE PRODUÇÃO			
ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
<b>TEMPERATURAS</b>			
Temperatura nos silos quentes. Termômetro bimetálico com precisão de 2 °C	2 determinações de cada silo por jornada de 8 h de trabalho	Resultados individuais	Ver especificação dos Cimentos Asfálticos a seguir.
Temperatura do cimento asfáltico, antes da entrada do misturador. Termômetro bimetálico com precisão de 2 °C	2 determinações por jornada de 8 h de trabalho	Resultados individuais	Devem estar e situadas na faixa desejável, definida em função da curva viscosidade x temperatura definida na dosagem e inferior a 177 °C.
Temperatura da Massa Asfáltica, na saída da usina Termômetro bimetálico com precisão de 5 °C	Determinação de todo caminhão carregado na saída da usina	Resultados individuais	Suficientemente elevada para suportar eventuais perdas de calor, e chegar a obra com temperatura compatível para sua aplicação, podendo variar entre ± 5 °C da especificada pelo projeto de mistura.
<b>GRANULOMETRIA DOS AGREGADOS</b>			
Granulometria do agregado, de cada silo quente, ou frio (usina tipo tambor-secador-misturador) ABNT NBR NM 248	2 determinações de cada agregado por jornada de 8 h de trabalho	<u>Controle Bilateral</u> $\bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$ e $\bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Aceita, quando as variações (LIE e LSE) estiverem compreendidas entre os limites da faixa de trabalho, definida a partir da curva de projeto.
Granulometria do material de enchimento (Filler) ABNT NBR NM 248	1 determinação por jornada de 8 h de trabalho	<u>Controle Bilateral</u> $\bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$ e $\bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Aceita, quando as variações (LIE e LSE) estiverem compreendidas entre os limites da faixa definida.
<b>QUANTIDADE DE LIGANTE, GRANULOMETRIA DA MISTURA, PORCENTAGEM DE VAZIOS, ESTABILIDADE, FLUÊNCIA E RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO DIÂMETRAL ESTÁTICA</b>			
Extração de Ligante ASTM D 6307 DNER ME 053 ASTM D 2172	Quantas vezes forem necessárias para calibração da usina. Quando houver indícios de falta e	<u>Controle Bilateral</u> $\bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$ e $\bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$	± 0,3% do teor ótimo de projeto.

	excesso no teor de betume. No mínimo 2 ensaios por jornada de 8 h de trabalho.	Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	
Volume de Vazios totais Vv (%)	2 determinações por jornada de 8 h de trabalho.	<u>Controle Bilateral</u> $\bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$ e $\bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Camada de rolamento e reperfilagem: 3 a 5% Camada de binder: 4 a 6%
Relação de Betume Vazios RBV (%)			Camada de Rolamento e reperfilagem: 65 a 80% Camada de binder: 65 a 75%
Fluência DNER-ME 043/95			8 a 16 (0,01") 2 a 4 (mm)
Estabilidade min., KN (75 golpes no Ensaio Marshall) DNER-ME 043/95	2 determinações por jornada de 8 h de trabalho.	<u>Controle Unilateral</u> $\bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	≥ 8
Resistência a compressão diametral estática a 25° C, MPa, mínima ABNT NBR 15087	2 determinações por jornada de 8 h de trabalho.	<u>Controle Unilateral</u> $\bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Camada de rolamento e reperfilagem ≥ 0,80 Camada de binder ≥ 0,65
Densidade teórica RICE ASTM D 2041	2 determinações por jornada de 8 h de trabalho.		

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

Quadro 6.43 – Controle de Execução - CAUQ

CONTROLE DA EXECUÇÃO			
ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
<b>TEMPERATURAS</b>			
Temperatura da massa ao chegar na pista, medida imediatamente antes de aplicação. Termômetro bimetalico com precisão de 5 °C	De todo caminhão carregado que chegar à pista	Resultados individuais	Poderá variar $\pm 5$ °C da indicada para início da rolagem.
Temperatura da massa asfáltica, no momento do espalhamento e no início da compactação. Termômetro bimetalico com precisão de 5 °C	De cada descarga efetuada	Resultados individuais	Dentro da faixa de tolerância para compactação da massa asfáltica.
<b>QUANTIDADE DE LIGANTE E GRANULOMETRIA DA MISTURA</b>			
Extração de Ligante ASTM D 6307 DNER ME 053 ASTM D 2172	2 extrações por jornada de 8 h de trabalho	<u>Controle Bilateral</u> $\bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$ e $\bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$	$\pm 0,3\%$ do teor ótimo de projeto.
Análise granulométrica (com material resultante da extração com massa igual ou superior a 1.000 g) ABNT NBR NM 248	2 ensaios por jornada de 8 h de trabalho	Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Aceita, quando as variações (LIE e LSE) estiverem compreendidas entre os limites da faixa de trabalho, definida a partir da curva de projeto.
Extração de amostra indeformada. Determinar a densidade aparente do corpo de prova de cada corpo de prova extraído e correspondente e o grau de compactação. Extração com sonda rotativa DNER ME 117	A cada 100 m de faixa de rolagem compactada	Média $GC_1 = \frac{100 \times d_{pista}}{d_{projeto}}$ ou $GC_2 = \frac{100 \times d_{pista}}{d_{mt}}$	O grau de compactação é aceito se: A média de $GC_1 \geq 97\%$ ou A média de $GC_2 \geq 92\%$ .

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

Quadro 6.44 – Controle Geométrico e Acabamento – CAUQ

CONTROLE GEOMÉTRICO E ACABAMENTO			
ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
<b>GEOMÉTRICO</b>			
Determinação da espessura através de corpos de prova extraídos. Extração com sonda rotativa, e determinação da espessura com paquímetro.	A cada 100 m de faixa de rolamento compactada.	<u>Controle Bilateral</u> $\bar{X} - K_1 S \geq LIE$ e $\bar{X} + K_1 S \leq LSE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	± 5% da espessura de projeto e não possuir valores individuais fora do intervalo de ± 10% em relação da espessura de projeto.
Espessura Relocação e nivelamento topográfico.	A cada 20 m, no eixo, bordas e dois pontos intermediários, camada de rolamento. A cada 20 m, no eixo, bordas e trilhas de roda, camada de ligação.	<u>Controle Bilateral</u> $\bar{X} - K_1 S \geq LIE$ e $\bar{X} + K_1 S \leq LSE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	± 5% da espessura de projeto e não possuir valores individuais fora do intervalo de ± 10% em relação da espessura de projeto.
Cota Relocação e nivelamento topográfico.		Resultados individuais	-2 cm a +1 cm da cota de projeto.
Largura da plataforma, desvios dos alinhamentos Medidas de trena	A cada 20 m	Resultados individuais	No máximo +5 cm.
<b>ACABAMENTO</b>			
Nivelamento com 2 réguas, uma de 3,0 m e outra de 1,2 m, colocadas respectivamente em ângulo reto e paralelamente ao eixo da pista. Réguas	A cada 20 m	Resultados individuais	A variação da superfície em dois pontos quaisquer de contato deve ser < 0,5 cm.
Irregularidade longitudinal, para camada de rolamento dos pavimentos novos DNER PRO 164 DNER PRO 182 DNER PRO 173	Em cada faixa de rolamento, determinado a cada trecho de 320 m	Resultados individuais	QI ≤ 35 contagens/km

De modo geral as juntas executadas devem apresentar-se homogêneas ao conjunto da mistura, isentas de desníveis e de saliências. A superfície deve apresentar desempenada, não deve conter marcas indesejáveis do equipamento de compactação e ondulações de variações decorrentes da carga da vibroacabadora.

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

Quadro 6.45 – Condições de Segurança – CAUQ

CONDIÇÕES DE SEGURANÇA			
ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
Determinar a macrotextura, para camadas de rolamento, através do ensaio de macha de areia. ASTM E 1845	Uma determinação a cada 100 m	Resultados individuais	Altura da areia situada entre 0,6 mm a 1,2 mm.
Determinar a microtextura, para camadas de rolamento, através do ensaio de pêndulo britânico. ASTM E 303	Uma determinação a cada 100 m	Resultados individuais	≥ 47

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

Quadro 6.46 – Controle Estatístico – CAUQ

CONTROLE ESTATÍSTICO	
Média Aritmética da Amostra ( $\bar{X}$ )	Desvio-Padrão da Amostra (S)
$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$	$S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{N-1}}$
Controle pelo Limite Inferior	Controle pelo Limite Superior
$X = \bar{X} - KS \geq LIE$	$X = \bar{X} + KS \leq LSE$
Controle pelo Limite Inferior e Superior	
$X = \bar{X} - K_1 S \geq LIE$	e $X = \bar{X} + K_1 S \leq LSE$

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

Onde:

 $X_i$  = valor individual da amostra $N$  = nº de determinações efetuadas $K$  = coeficiente unilateral tabelado em função do número de amostras $K_1$  = coeficiente bilateral tabelado em função do número de determinações $LSE$  = limite superior especificado $LIE$  = limite inferior especificado



**Quadro 6.47 – Tolerância Unilateral e K1 Tolerância Bilateral**

VALORES K – TOLERÂNCIA UNILATERAL E K1 TOLERANCIA BILATERAL								
<b>N</b>	<b>K</b>	<b>K1</b>	<b>N</b>	<b>K</b>	<b>K1</b>	<b>N</b>	<b>K</b>	<b>K1</b>
<b>4</b>	0,95	1,34	<b>10</b>	0,77	1,12	<b>25</b>	0,67	1,00
<b>5</b>	0,89	1,27	<b>12</b>	0,75	1,09	<b>30</b>	0,66	0,99
<b>6</b>	0,85	1,22	<b>14</b>	0,73	1,07	<b>40</b>	0,64	0,97
<b>7</b>	0,82	1,19	<b>16</b>	0,71	1,05	<b>50</b>	0,63	0,96
<b>8</b>	0,80	1,16	<b>18</b>	0,70	1,04	<b>100</b>	0,60	0,92
<b>9</b>	0,78	1,14	<b>20</b>	0,69	1,03	<b>Infinito</b>	0,52	0,84

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

Quadro 6.48 – Ensaio - CAUQ

ENSAIO	UNIDADE	LIMITES
		CAP 50-70
Penetração (100g, 5s, 25 °C) ABNT NBR 6576 ASTM D 5	0,1 mm	50-70
Ponto de Amolecimento, mín. ABNT NBR 6560 ASTM D 36	°C	46
Viscosidade Brookfield - A 135 °C, SP 21 mín. 20 rpm - A 150 °C, SP 21 mín. - A 177 °C, SP 21 mín. ASTM D 4402	cP	274 112 57-285
Índice de Susceptibilidade Térmica	-	(-1,5) a (+0,7)
Ponto de Fulgor, mín. ABNT NBR 11341 ASTM D 92	°C	235
Solubilidade em Tricloroetileno, mín. ABNT NBR 14855 ASTM D 2042	% massa	99,5
Ductilidade a 25 °C, mín. ABNT NBR 6293 ASTM D 113	Cm	60
Efeito do calor e do ar (RTFOT) a 163 °C, 85 min.		
Varição em massa, máx. ASTM D 2872	%	0,5
Ductilidade a 25 °C, mín. ABNT NBR 6293 ASTM D 113	cm	20
Aumento do ponto de amolecimento, máx. ABNT NBR 6560 ASTM D 36	°C	8
Aumento do ponto de amolecimento, máx. ABNT NBR 6560 ASTM D 36	°C	8

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

Observações:

$$\text{Índice de Susceptibilidade Térmica} = \frac{(500) (\log \text{PEN}) + (20) (T^{\circ}\text{C}) - 1951}{120 - (50) \log \text{PEN} + (T^{\circ}\text{C})}$$

Onde: (T °C) = ponto de amolecimento; PEN = penetração a 25 °C, 100 g, 5 seg.

A variação em massa (%) é definida como:  $AM = \frac{M_{inicial} - M_{final}}{M_{final}} \times 100$

Onde:  $M_{inicial}$  = massa antes do ensaio RTFOT;  $M_{final}$  = massa após o ensaio RTFOT

A penetração retida é definida como:  $PEN_{retida} = \frac{PEN_{final}}{PEN_{inicial}} \times 100$

Onde:  $PEN_{inicial}$  = penetração antes do ensaio RTFOT;  $PEN_{final}$  = penetração após o ensaio RTFOT.

## **6.2.8 EXECUÇÃO DE PAVIMENTO PAVER – PEÇAS PRÉ-MOLDADAS DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND, BLOCOS INTERTRAVADOS**

O pavimento é constituído por lajotas ou blocos de concreto de cimento Portland com diversos formatos, justapostos, com ou sem articulação e rejuntados, assentados sobre lastro de areia lavada, executados sobre base e sub-base, de acordo com os alinhamentos, perfis, dimensões e seção transversal estabelecida pelo projeto de geometria e confinada lateralmente por sarjetas ou guias.

### **6.2.8.1 Ensaios Necessários**

Para o entendimento desta especificação técnica devem ser consultados os documentos seguintes em sua última versão:

- a) ABNT NBR 9781 – Peças de concreto para pavimentação - Especificação e métodos de ensaio;
- b) ABNT NBR 9715 – Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos.

### **6.2.8.2 Condições Gerais**

Não é permitida a execução dos serviços em dia de chuva.

A camada de blocos pré-moldados só deve ser executada quando a camada subjacente estiver liberada quanto aos requisitos de aceitação de materiais e execução.

A superfície deve estar perfeitamente limpa, desempenada e sem excessos de umidade antes da execução do pavimento de com peças pré-moldadas de concreto.

Durante todo o tempo que durar a execução do pavimento com peças pré-moldadas de concretos os serviços devem ser protegidos contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da executante a responsabilidade desta conservação.

A base da camada dos blocos intertravados deve ser drenada, interligando o coxim de areia grossa à rede de drenagem, a fim de permitir o escoamento d'água.

### **6.2.8.3 Condições Específicas**

### 6.2.8.3.1 Materiais

#### 6.2.8.3.2 Blocos

As peças pré-moldadas de concreto devem ser fabricadas por processos que assegurem a obtenção de concreto suficientemente homogêneo, compacto e de textura lisa, devendo atender as exigências da NBR 9781 e as seguintes características:

- a) Formato geométrico regular, não apresentando dimensões superiores a 45 cm nas duas direções ortogonais;
- b) Devem possuir as arestas da face superior bisotadas com um raio de 3 mm;
- c) Devem possuir dispositivos eficazes de transmissão de carga de um bloco a outro, não devendo possuir ângulos agudos e reentrâncias entre dois lados adjacentes;
- d) Quanto ao desempenho das faces, não são toleradas variações superiores a 3 mm, que devem ser medidas com o auxílio de régua apoiada sobre o bloco;
- e) A resistência característica à compressão, determinada conforme NBR 9715, deve ser maior ou igual a 35 MPa para solicitação de veículos comerciais.

#### 6.2.8.3.3 Areia

A areia lavada ou pó de pedra utilizado no lastro deve ser livre de torrões de argila, matéria orgânica ou outras substâncias nocivas, e devem atender a especificação DNER EM 038.

A areia deve possuir grãos que passem pela peneira 4,8 mm e fiquem retidos na peneira 0,075mm.

#### 6.2.8.4 *Equipamentos*

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser examinado e aprovado. O equipamento básico para a execução de pavimento com peças pré-moldadas de concreto compreende as seguintes unidades:

- a) Rolo compressor liso de 10 t a 12 t;
- b) Outras ferramentas, tais como: pás, picaretas, carrinhos de mão, régua, nível de pedreiro, cordões, ponteiros de aço, vassouras, alavanca de ferro, soquetes manuais ou mecânicos, placas vibratórias e outras.

#### 6.2.8.5 *Execução*

#### 6.2.8.5.1 Colchão de Areia

Sobre a base concluída deve ser lançada uma camada de material granular inerte, areia ou pó de pedra, com diâmetro máximo de 4,8 mm e com espessura uniforme de 4 cm, na qual devem ser assentados os blocos de concreto. O coxim de areia ou pó de pedra deve ser confinado por guias e sarjetas, cuja colocação é obrigatória neste tipo de pavimento.

#### 6.2.8.5.2 Distribuição das Peças

As peças transportadas para a pista devem ser empilhadas, de preferência, à margem desta. Cada pilha de blocos deve ser disposta de tal forma que cubra a primeira faixa à frente, mais o espaçamento entre elas. Se não for possível o depósito nas laterais, as peças podem ser empilhadas na própria pista, desde que haja espaço livre para as faixas destinadas à colocação de linhas de referência para o assentamento.

#### 6.2.8.5.3 Colocação de Linhas de Referência

Devem ser cravados ponteiros de aço ao longo do eixo da pista, afastados, no máximo, 10 m uns dos outros. Em seguida, cravar ponteiros ao longo de duas ou mais linhas paralelas ao eixo da pista, a uma distância desse eixo igual a um número inteiro, cinco a seis vezes as dimensões da largura ou comprimento das peças, acrescidas do espaçamento das juntas intermediárias.

Marcar com giz nestes ponteiros, com o auxílio de régua e nível de pedreiro, uma cota tal que, referida ao nível da guia, resulte a seção transversal correspondente ao abaulamento estabelecido pelo projeto.

Em seguida distender fortemente um cordel pelas marcas de giz, de ponteiro a ponteiro, segundo a direção do eixo da pista, de modo que restem linhas paralelas e niveladas.

#### 6.2.8.5.4 Assentamento das Peças

O assentamento das peças deve obedecer a seguinte sequência:

- a) Iniciar com uma fileira de blocos, dispostos na posição normal ao eixo, ou na direção da menor dimensão da área a pavimentar, a qual deve servir como guia para melhor disposição das peças;
- b) O nivelamento do assentamento deve ser controlado por meio de uma régua de madeira, de comprimento um pouco maior que a distância entre os cordéis, acertando o nível dos blocos entre estes e nivelando as extremidades da régua a esses cordéis;
- c) O controle do alinhamento deve ser feito acertando a face das peças que se encostam aos cordéis, de forma que as juntas definam uma reta sobre estes;
- d) O arremate com alinhamentos existentes ou com superfícies verticais deve ser feito com auxílio de peças pré-moldadas, ou cortadas em forma de  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  ou  $\frac{3}{4}$  de bloco;

- e) De imediato ao assentamento da peça, deve ser feito o acerto das juntas com o auxílio de uma alavanca de ferro própria, igualando assim, a distância entre elas. Esta operação deve ser feita antes da distribuição do pedrisco para o rejuntamento, pois o acomodamento deste nas juntas prejudicará o acerto. Para evitar que areia da base também possa prejudicar o acerto, certos tipos de peça possuem chanfros nas arestas da face inferior;
- f) O assentamento das peças deve ser feito do centro para as bordas, colocando-as de cima para baixo evitando-se o arrastamento da areia para as juntas, permitindo espaçamento mínimo entre as peças, assegurando um bom travamento, de modo que a face superior de cada peça fique um pouco acima do cordel;
- g) O enchimento das juntas deve ser feito com areia, pedrisco, ou outro material granular inerte, vibrando-se a superfície com placas ou pequenos rolos vibratórios;
- h) Após a vibração, devem ser feitos os acertos necessários e a complementação do material granular do enchimento até  $\frac{3}{4}$  da espessura dos blocos.

#### 6.2.8.5.5 Rejuntamento

O rejuntamento das peças é feito com pedrisco. Distribui-se o pedrisco pelas juntas e depois, com vassoura, procura-se forçá-lo a penetrar nessas juntas.

Entre o esparrame de  $\frac{3}{4}$  do pedrisco e o esparrame final, deve ser procedida a compactação. Esta é feita passando-se o rolo compactador iniciando por passadas na borda da pista e progredindo o centro, nos trechos retos e até a borda externa, nos trechos em curva;

A abertura das juntas deve estar compreendida entre 5 mm a 10 mm, salvo nos arremates.

Não devem ser tolerados desníveis superiores a 5 mm, entre as bordas das juntas.

#### 6.2.8.5.6 Abertura ao Tráfego

Durante todo o período de construção do pavimento, devem ser construídas valetas provisórias, com a finalidade de desviar as águas de chuva. E não deve ser permitido o tráfego sobre a pista em execução

Sob a responsabilidade da executante, eventualmente, deve ser liberado o trecho ao tráfego por prazo não inferior a dez dias, para que se processe devidamente o adensamento do material de enchimento.

#### 6.2.8.6 *Controles*

Na sequência são apresentados os quadros referentes aos controles de materiais, execução, geométrico e acabamento e por fim controle estatístico.

---

#### Quadro 6.49 – Controle De Materiais – Paver

#### CONTROLE DOS BLOCOS

---

ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
<b>AGREGADO GRAÚDO</b>			
Resistência à compressão ABNT NBR 9715	A cada fornecimento correspondente a 1.600m <sup>2</sup> de área a ser pavimentada, deve ser formado um lote de 32 amostras para determinar a resistência à compressão, aos 28 dias de cura.  Cada lote deve ser formado por um conjunto de peças com as mesmas características, produzidas com as mesmas condições e os mesmos materiais. A cada 300m <sup>2</sup> deve ser retirada uma amostra de no mínimo 6 peças, e uma peça adicional para cada 50m <sup>2</sup> suplementar, até perfazer uma amostra de 32 peças.	$f_{ck, est} = \bar{f}_{cj} - Ks$	≥ 35 MPa
Dimensões e acabamento das peças ABNT NBR 9781		Resultados Individuais	Não apresentar dimensões superiores a 45 cm em duas direções ortogonais. Tolerância de ± 5mm nas medidas. Não são admitidas variações superiores a 5 mm para menos.

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

Quadro 6.50 – Controle Geométrico e De Acabamento – Paver

CONTROLE GEOMÉTRICO E DE ACABAMENTO			
ENSAIO	FREQUÊNCIA	CRITÉRIO DE ANÁLISE	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
Espessuras e Cotas Locação e nivelamento topográfico	A cada 20 m, no eixo e bordos e dois pontos intermediários	Resultados Individuais	Varição máxima admitida $\pm 1,0$ cm da cota de projeto
Largura e Alinhamento da Plataforma Medidas de trena	A cada 20 m	Resultados Individuais	No máximo +10 cm Não se admite largura da plataforma inferior as de projeto.

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

Quadro 6.51 – Controle Estatístico – Paver

CONTROLE ESTATÍSTICO	
Média Aritmética da Amostra ( $\bar{X}$ )	Desvio-Padrão da Amostra (S)
$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$	$S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{N-1}}$
Controle pelo Limite Inferior	Controle pelo Limite Superior
$X = \bar{X} - KS \geq \text{LIE}$	$X = \bar{X} + KS \leq \text{LSE}$
Controle pelo Limite Inferior e Superior	
$X = \bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$	e $X = \bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021

Onde:

 $X_i$  = valor individual da amostra $N$  = nº de determinações efetuadas $K$  = coeficiente unilateral tabelado em função do número de amostras $K_1$  = coeficiente bilateral tabelado em função do número de determinações $LSE$  = limite superior especificado $LIE$  = limite inferior especificado



**Quadro 6.52 – Tolerância Unilateral e K1 Tolerância Bilateral**

VALORES K – TOLERÂNCIA UNILATERAL E K1 TOLERANCIA BILATERAL								
N	K	K1	N	K	K1	N	K	K1
4	0,95	1,34	10	0,77	1,12	25	0,67	1,00
5	0,89	1,27	12	0,75	1,09	30	0,66	0,99
6	0,85	1,22	14	0,73	1,07	40	0,64	0,97
7	0,82	1,19	16	0,71	1,05	50	0,63	0,96
8	0,80	1,16	18	0,70	1,04	100	0,60	0,92
9	0,78	1,14	20	0,69	1,03	Infinito	0,52	0,84

Fonte: Elaboração Própria – Ano: 2021.

## **7. PROJETO DE SINALIZAÇÃO**

### **7.1 CONSIDERAÇÕES**

O projeto tem como objetivo apresentar todos os dispositivos necessários à boa e segura utilização do local por parte do usuário. O projeto de sinalização estabelece os elementos (sinais e dispositivos) utilizados para regulamentar as condições locais de tráfego de veículos e pessoas, bem como informar aos usuários peculiaridades, regras de circulação, usos da via com objetivo primordial de manter a segurança viária.

A velocidade diretriz considerada foi de 40km/h, com exceção das áreas escolares, em que a velocidade considerada foi de 30km/h.

Todos os serviços de sinalização, seus processos de execução e materiais empregados deverão respeitar, além do aqui disposto, as especificações de serviço do DNIT.

### **7.2 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL**

#### **7.2.1 Considerações**

Sinalização horizontal é o conjunto de sinais constituído por linhas, marcações, sinais, símbolos e legendas, posicionados sobre o pavimento, com a função de regulamentar, advertir e indicar o modo seguro de transitar na via.

O projeto de sinalização definiu os dispositivos empregados na sinalização horizontal, largura e extensões de faixas, tachas e tachões, localização e necessidade de intervenções.

A sinalização horizontal é composta de:

- Faixa de divisão de fluxos no mesmo sentido;
- Linhas de continuidade;

- Faixa de retenção;
- Travessias de pedestres;
- Zebrados;
- Legenda.

Para este projeto foram utilizadas as cores básicas (branco e amarelo), sendo amarela a cor utilizada para separação dos fluxos com sentidos opostos de tráfego. Também foi utilizada a cor vermelha nas ciclovias.

A sinalização horizontal é materializada na via através de diferentes sinais marcados na pista, cujos principais tipos utilizados no presente projeto e suas características são apresentados na planta baixa e detalhes do Projeto de Sinalização no Volume 2 – Tomo VII deste produto.

### **7.2.2 Marcações**

As marcações longitudinais utilizadas são basicamente as linhas de limitação de pistas de trânsito, linhas de parada e linhas de continuidade.

As linhas de limitação de faixa de trânsito em sentidos opostos serão na cor amarela, contínua, com largura igual a 0,10m.

As linhas de parada possuem 0,50m de largura e serão implantadas junto às ruas laterais e travessias para pedestres.

As pinturas das faixas serão executadas com tinta retrorrefletiva a base de resina acrílica com microesferas de vidro com espessura úmida de 0,6mm. As setas, zebrados, legendas, linhas de retenção e demais pinturas especiais serão com tinta termoplástica por extrusão (aplicação manual através de sapatas), com espessura úmida de 3,0 mm.

O serviço executado deverá atender às características técnicas exigidas pelas normas aplicáveis, de modo a não apresentar falta de aderência, baixo poder de cobertura, alteração na integridade da pintura por falhas de aplicação, desprendimento do pavimento, deslizamento, retrorrefletância mínima, desgaste prematuro, alteração da cor e outras características técnicas adversas. Verificar durabilidade mínima (em meses) no plano de execução.

### **7.2.3 Plano de Execução e Especificações de Serviço**

#### **7.2.3.1 Insumos**

O insumo utilizado é basicamente a tinta, sendo essa constituída de solventes, resinas, pigmentos e aditivos.

O tipo de tinta adotado no projeto é a acrílica com espessura de 0,60mm e pintura termoplástica por extrusão com espessura de 3,0mm.

### 7.2.3.2 Execução

A fase de aplicação engloba as seguintes etapas:

- Inicialmente deve ser realizada a limpeza do pavimento. Essa limpeza pode ser utilizando vassouras, escovas, compressores para limpeza com jato de ar ou de água, de tal forma que seja executada apropriadamente a limpeza e secagem da superfície a ser demarcada;
- Pré-marcação - consiste nos alinhamentos dos pontos, locados pela topografia, pela qual o operador de máquina irá se guiar para aplicação do material.
- Pintura - consiste na aplicação do material por equipamentos adequados de acordo com alinhamento fornecido pela pré-marcação e pelo projeto de sinalização.
- O material deverá ser aplicação em superfície limpa, seca e isenta de detritos, óleos ou outros elementos estranhos, como também obedecer às dimensões e linearidade das faixas e sinais;
- As microesferas de vidro são constituídas de partículas esféricas de vidro de alta qualidade, do tipo soda-cal.
- Efetuar a aplicação de microesferas Tipo I B, (Premix) as quais são incorporadas às tintas antes da sua aplicação, fornecendo retrorefletorização somente após o desgaste da superfície aplicada, quando se tornam expostas e do Tipo II – A/B (Drop-on) - aplicadas concomitantemente com a tinta de modo a permanecer na superfície da película aplicada, fornecendo retrorefletorização imediata.
- A retrorefletorização inicial mínima recomendada, em milicandelas por lux por metro quadrado, deverá ser para sinalização definitiva: 250 mcd.m<sup>-2</sup> .lx<sup>-1</sup>, para cor branca e 150 mcd.m<sup>-2</sup> .lx<sup>-1</sup>, para cor amarela.

Cuidados gerais:

- A sinalização definitiva sobre pavimento novos, deve ser aplicada somente após o período de cura;
- Para a realização da pintura deve ser verificada as seguintes condições ambientais:
  - a) A temperatura do pavimento deverá ser superior a 3 °C do ponto do orvalho. (ver a Tabela 1, da norma NBR 15402:2014);
  - b) A temperatura ambiente igual ou superior a 10 °C e igual ou inferior a 40 °C;
  - c) Não pode estar chovendo e o pavimento deve estar aparentemente seco. Para verificar se o pavimento está em condições de se executar a demarcação, deve ser realizado o teste constante do item 4.8.4 da NBR 15402:2014.
- As tintas devem ser misturadas de forma a garantir a boa homogeneidade do material;

### 7.2.3.3 Controle da Execução

Só poderá ser executada a sinalização horizontal se:

- A superfície estiver limpa;
- A pré-marcação estiver de acordo com o projeto;
- As condições ambientais estarem sendo atendidos;
- O tempo estiver bom e com umidade relativa do ar máxima de 90%;
- Temperatura da superfície da pavimentação estiver entre 5 °C e 40 °C.

O controle de aplicação está relacionado com as normas DNER-PRO 132/94 e DNER-PRO 231/94. As verificações a serem realizadas são:

- Homogeneização da mistura da tinta;
- Consumo dos materiais;
- Espessura do material aplicado;
- Linearidade das faixas;
- Atendimento ao projeto de sinalização no que se refere a espessura de aplicação, dimensões e localização;
- Tempo de secagem, para a liberação ao tráfego;

As tolerâncias permitidas são:

- Mais ou menos 5 %, no que se refere às dimensões das marcas estabelecidas em projeto;
- Até 0,01 m em 10 m, para desvio de borda na execução de marcas retas.

### 7.2.3.4 Durabilidade

Independentemente dos ensaios e inspeções, a durabilidade da sinalização implantada, deverá ser de:

- a) 18 (dezoito) meses para 100% (cem por cento) de metragem total aplicada de cada Ordem de Serviço;
- b) 24 (vinte e quatro) meses para 80% (oitenta por cento) da metragem total aplicada de cada Ordem de Serviço;
- c) 36 (trinta e seis) meses para 60% (sessenta por cento) da metragem total aplicada de cada Ordem de Serviço.

---

## 7.3 SINALIZAÇÃO VERTICAL

---

### 7.3.1 Considerações

A sinalização vertical tem por finalidade controlar o trânsito através da comunicação visual pela aplicação de placas e painéis sobre as faixas de trânsito ou em pontos laterais à rodovia. É um subsistema da sinalização viária que se utiliza de sinais apostos sobre placas fixadas na posição vertical, ao lado ou suspensas sobre a pista, transmitindo mensagem de caráter permanente ou, eventualmente, variável, mediante símbolos e/ou legendas preestabelecidas e legalmente instituídas.

A função da sinalização vertical é de:

- Informar sobre as obrigações, limitações, proibições ou restrições que regulamentam o uso da via;
- Advertir sobre os riscos ou mudanças de condições da via, presença de escolas, passagem de pedestres ou travessias urbanas;
- Indicar direções, distâncias, serviços e pontos de interesse;
- Educar.

Quanto à sinalização vertical é composta de:

- Placas de regulamentação;
- Placas de advertência;
- Placas indicativas;

Quanto a estrutura das placas:

- Suporte de aço galvanizado Ø2”;
- Chapas de aço n. 18 com película totalmente refletiva tipo I. Letras, Tarjas, Orlas e setas também com película totalmente refletiva Tipo I-A e I para Placa R1 e Tipo I e IV-B para demais placas;
- Suporte confeccionado em concreto com fck mín de 20MPa e dimensões 0,23x0,23x0,6 (largura 1 x largura 2 x altura).

Diagramação:

- Para as placas que contém textos, adotar altura da letra igual a 125mm e espaçamento entre as linhas de 94mm. Para os símbolos, verificar diagramações nos manuais de sinalização do CONTRAN.
- Excepcionalmente, as placas de identificação de logradouros poderão ter o tamanho dos textos reduzido conforme padrão da PMJ;






# 1439DGLR0015-05-Vol 01\_Tomo II\_Etapa 01\_Parte 02

Relatório de auditoria final

2022-02-21

Criado em:	2022-02-21
Por:	Leya Menezes (leya.menezes@engecorps.com.br)
Status:	Assinado
ID da transação:	CBJCHBCAABAAofPS9YIL0mcbvJD6Rm6HUhO0-NCMEnfO

## Histórico de "1439DGLR0015-05-Vol 01\_Tomo II\_Etapa 01\_Part e 02"

-  Documento criado por Leya Menezes (leya.menezes@engecorps.com.br)  
2022-02-21 - 14:15:41 GMT- Endereço IP: 187.101.23.27
-  Documento enviado por email para Maria Bernardete Sousa Sender (bernadete@engecorps.com.br) para assinatura  
2022-02-21 - 14:16:57 GMT
-  Email visualizado por Maria Bernardete Sousa Sender (bernadete@engecorps.com.br)  
2022-02-21 - 14:27:23 GMT- Endereço IP: 179.213.114.37
-  Documento assinado eletronicamente por Maria Bernardete Sousa Sender (bernadete@engecorps.com.br)  
Data da assinatura: 2022-02-21 - 14:27:48 GMT - Fonte da hora: servidor- Endereço IP: 179.213.114.37
-  Contrato finalizado.  
2022-02-21 - 14:27:48 GMT

### **7.3.2 Posicionamento na via**

Como regra geral de posicionamento, as placas de sinalização devem ser posicionadas na margem direita da rodovia, no sentido do fluxo a que sinalizam, exceto em casos especiais onde se identifique uma necessidade de mudança.

Para todos os sinais posicionados lateralmente à via deve-se garantir uma pequena deflexão horizontal (em torno de 3°) em relação à direção ortogonal ao trajeto dos veículos que se aproximam de forma a minimizar problemas de reflexo.

Adicionalmente, os sinais devem ser inclinados em relação à vertical em trechos de rampa, para frente ou para trás conforme a rampa seja ascendente ou descendente, também de forma a melhorar a refletividade.

As placas de regulamentação e advertência devem ser implantadas a uma altura de 2,10m a contar da borda inferior da placa à superfície do passeio e um afastamento lateral de, no mínimo, 0,30m a partir do bordo do meio-fio até a projeção vertical da borda lateral mais próxima da placa.

### **7.3.3 Sinais de regulamentação**

Os sinais de regulamentação possuem formato circular com fundo na cor branca e borda vermelha. Têm 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 de Trânsito Brasileiro.

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.

Em função da velocidade de operação os sinais de regulamentação de forma circular, conforme o Anexo II do Código de Trânsito Brasileiro, deverão ter, no mínimo, diâmetro de 0,50 metros e o de forma octogonal, lado mínimo de 0,25 metros.

Sendo necessário acrescentar informações para complementar os sinais de regulamentação deve ser utilizada uma placa adicional ou incorporada à placa principal formando um só conjunto, na forma retangular, com as mesmas cores do sinal de regulamentação. Os tipos, padrões e espaçamentos de letras utilizados deverão seguir as fontes de alfabetos e números dos tipos Helvética Medium, Arial, Standard Alphabets for Highway Signs and Pavement Markings ou similar.

### **7.3.4 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.

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.

As dimensões dos sinais de advertência de forma quadrada, em função da velocidade de operação, devem ser de 0,50 metros.

Para sinalização especial de advertência deverão ser adotadas placas no formato retangular, de tamanho variável em função das informações nelas contidas. A cor de fundo é o amarelo com o símbolo ou legenda na cor preta. Os tipos, padrões e espaçamentos de letras utilizados deverão seguir as fontes de alfabetos e números dos tipos Helvética Medium, Arial, Standard Alphabets for Highway Signs and Pavement Markings ou similar.

### **7.3.5 Sinais de Indicação**

Os sinais de indicação têm como finalidade principal orientar os usuários da via no curso de seu deslocamento, fornecendo-lhes as informações necessárias para a definição das direções e sentidos a serem por eles seguidos, bem como as informações quanto às distâncias a serem percorridas.

Os sinais de indicação informam, ainda, a existência de serviços ao longo da via e mensagens educativas ligadas à segurança rodoviária.

Os tipos, padrões e espaçamentos de letras deverão seguir as fontes de alfabetos e números dos tipos Helvética Medium, Arial, Standard Alphabets for Highway Signs and Pavement Markings ou similar. Os padrões de legendas e símbolos deverão seguir o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Vol III – Sinalização Vertical de Indicação.

Quanto ao formato, as placas indicativas projetadas são geralmente retangulares. As cores e dimensões mínimas que deverão ser utilizadas são:

- Placas indicativas de sentido (direção): fundo verde, orla e legendas brancas para mensagens de localidades;
- Fundo azul, orla e legendas brancas para nomes de rodovias/estradas (dimensões variáveis);
- Fundo marrom, orla e legendas brancas para placas de atrativos turísticos.

### **7.3.6 Materiais**

As chapas para placas de sinalização deverão ser zincadas (mínimo de 270g de zinco/m<sup>2</sup>), com uma face pintada na cor preta semifosca e a outra face nas cores padrões.

As letras, símbolos e números poderão ser confeccionados com películas refletivas coladas sobre as chapas metálicas pintadas;



### **7.3.7 Plano de Execução**

#### **7.3.7.1 Execução**

- Pré-marcação da localização das placas, conforme projeto;
- Escavação da área para fixação dos suportes;
- Preparação da base de concreto para fixação dos suportes;
- Fixação das placas nos suportes com braçadeiras, parafusos, arruelas, porcas e contra porcas;

#### **7.3.7.2 Controle da Execução**

As verificações a serem realizadas são:

- Localização das placas conforme Projeto de Sinalização;
- Distâncias em relação ao bordo da via;
- Alturas;
- Ângulo vertical e horizontal;
- Fixação adequada das placas no suporte e fixação do suporte no passeio/canteiro;
- Verificação de possível instabilidade do suporte.

#### **7.3.7.3 Durabilidade**

Independentemente dos ensaios e inspeções, a durabilidade da sinalização implantada, deverá ser de:

- a) 7 anos para películas do Tipo I
- b) 10 anos para películas do Tipo IV.

## **7.4 SINALIZAÇÃO POR CONDUÇÃO ÓTICA**

---

A sinalização por condução ótica constitui-se de elementos aplicados ao pavimento da via, ou junto a ela, como reforço da sinalização convencional. Alertam os motoristas sobre as situações de perigo potencial ou lhes servem de referência para seu posicionamento na pista. No projeto em questão foram utilizados tachas e tachões.

### 7.4.1 Tachas

São delineadores constituídos de superfícies refletoras, aplicadas a suportes de pequenas dimensões, de forma circular ou quadrada, fixada ao pavimento por colagem. Devem ser empregadas para a melhoria da visibilidade das marcas viárias.

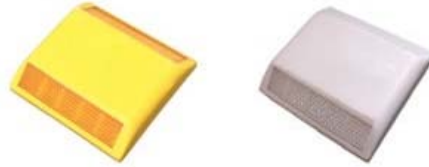


Figura 7.1 - Tachas

No projeto em questão deverão ser fixadas tachas bidirecionais amarelas com elemento refletivo vermelho, sobre as linhas de limitação das ciclofaixas.

### 7.4.2 Tachões

Elementos refletivos fixados ao pavimento por meio de pinos. Devem ser empregados onde se deseja imprimir resistência aos deslocamentos que impliquem a sua transposição (mudança de faixa ou ultrapassagem), proporcionando desconforto ao fazê-lo. Em trechos próximos às esquinas com parada obrigatória tachões a cada 2,0m.



Figura 7.2 – Tachões

No projeto em questão deverão ser fixados tachões bidirecionais amarelos com elemento refletivo amarelo nas linhas de divisão de fluxo e tachões bidirecionais amarelos com elemento refletivo vermelho, sobre as linhas de limitação das ciclofaixas.

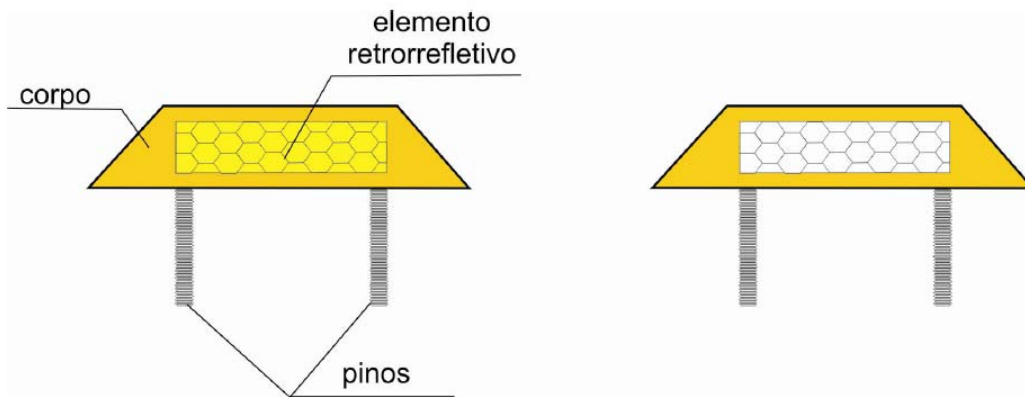
### 7.4.3 Materiais

O corpo das tachas e tachões deverá ser fabricado pelo processo de injeção plástica, conferindo alta resistência à compressão, e deve atender a NBR 14636 e a NBR 15576 da ABNT.

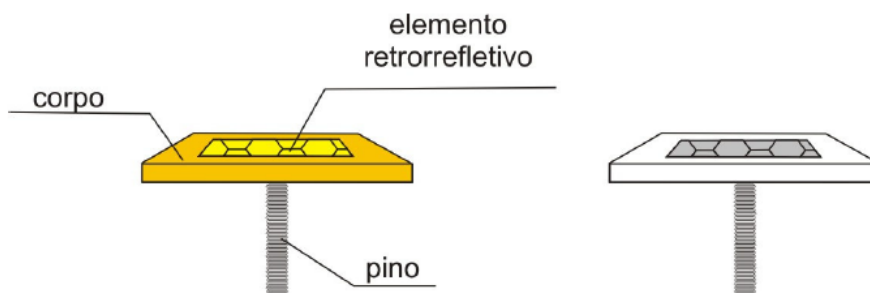
Deverão possuir elementos refletivos do tipo prismático acrílico com proteção de metalização e proteção frontal, perfeitamente embutidos no corpo da peça.

A fixação será feita através de pino e adesivo para este fim, estes devem se apresentar na forma de parafusos de cabeça tipo francesa, em aço-carbono galvanizado, podendo ser revestido pelo mesmo material do corpo, apresentando roscas em sua parte externa, que assegurem perfeita fixação.

Estes devem ser constituídos de parafusos de rosca completa, aço 1010/1020, com proteção contra a oxidação devendo ser parte do corpo do tachão ou da tacha, eliminando qualquer forma de fixação entre os pinos e o elemento de sinalização após a fabricação.



**Figura 7.3- Estrutura dos tachões.**



**Figura 7.4 - Estrutura das tachas.**

O tachão deverá apresentar as dimensões variando de 40 a 55 milímetros na altura, 140 a 155 milímetros largura e 230 a 250 milímetros no comprimento e seus cantos obrigatoriamente deverão ser arredondados.

A tacha deverá apresentar as dimensões variando de 17 a 22 milímetros na altura, 96 a 130 milímetros de largura e 74 a 110 milímetros no comprimento e seus cantos obrigatoriamente deverão ser arredondados.

#### **7.4.4 Plano de Execução**

##### **7.4.4.1 Insumos**

Os insumos utilizados são:

- Tachas e tachões;

- Cola, que deve ser constituída de material sintético, pré-acelerado, à base de resinas de poliéster de cura rápida e oferecer aderência dos dispositivos ao pavimento; seu tempo de secagem não pode ser superior a 45 minutos.

#### 7.4.4.2 Execução

- Pré-marcação da localização das tachas e dos tachões, conforme projeto;
- Devem ser executados os furos no pavimento, com a utilização de broca de vídea de 5/8", na profundidade aproximada de 80 mm. Em seguida efetuar a limpeza do furo.
- Para melhor aderência dos tachões ao pavimento, é necessário efetuar adequada limpeza, eliminando poeira, torrões de argila, agregados soltos, manchas de óleo ou asfalto, etc. Em conformidade com a situação existente, deve se empregar na limpeza ar comprimido, varredura, escova de aço, lixa, detergente, etc
- Após a limpeza do furo para fixação do pino, este deve ser totalmente preenchido com cola, com consumo médio de 200 g por dispositivo. Em seguida, espalha-se a cola sobre o pavimento no local de aplicação, o adesivo deve preencher totalmente as cavidades e ranhuras existentes na parte inferior do dispositivo. Após a colocação, deve-se firmá-lo no chão, pressionando-o contra o pavimento, para obter aderência uniforme. Quando a superfície do pavimento for irregular, a cola deve ser o nivelador das irregularidades.
- Para evitar que ala cubra os elementos refletivos, estes devem ser cobertos com fita adesiva até a secagem final da cola. Os excessos de cola devem ser removidos.

#### 7.4.4.3 Controle da Execução

As verificações a serem realizadas são:

- Localização conforme Projeto de Sinalização;
- Distâncias entre os dispositivos;
- Fixação adequada no pavimento;

#### 7.4.4.4 Durabilidade

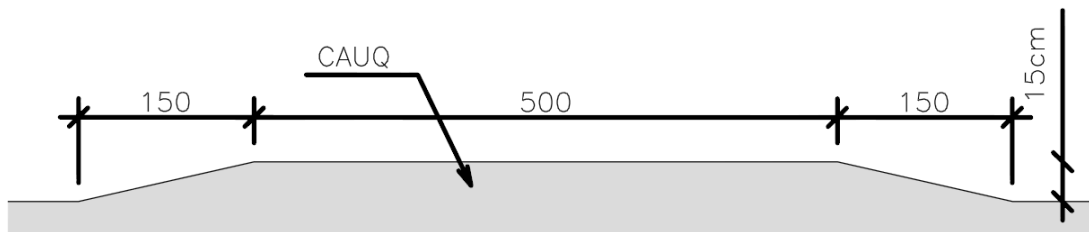
Independentemente dos ensaios e inspeções, a durabilidade das peças fornecidas e/ou implantadas, deverá ser de 3 (três) anos, no que diz respeito a deslocamento, quebra, soltura do pavimento, bem como do retrorrefletor, excetuando casos que comprovadamente não forem responsabilidade da Contratada.

## 7.5 TRAVESSIAS ELEVADAS

A inclusão de travessias elevadas baseia-se em três fatores principais:

- A melhoria das condições de mobilidade, acessibilidade e segurança dos pedestres nas vias públicas;
- A ampliação da visibilidade dos pedestres durante a travessia, por estarem em um plano mais elevado;
- A manutenção da velocidade segura dos automóveis na via em qualquer circunstância, mesmo sem a presença de pedestres.

Conforme a resolução 738 de 2018 do CONTRAN, a altura da faixa deve ser igual à altura da calçada (não ultrapassando 15cm), o comprimento da plataforma deve ser igual à largura da pista, a largura da plataforma deve ser de no mínimo 5,0m e no máximo 7,0m e as rampas devem garantir uma inclinação entre 5% e 10%, ou seja, no caso de faixas com 15cm de elevação a rampa deve ser de no mínimo 1,50m.



**Figura 7.5 - Medidas sugeridas, faixa elevada.**

No projeto em questão, foi prevista a implantação de uma faixa elevada na Rua São Firmino, próximo ao cruzamento com a Rua Dante Nazato. O local escolhido se justifica pelo intenso volume de veículos juntamente com a circulação de pedestres e ciclistas.

Por se tratar de uma área com visibilidade reduzida, verificou-se a necessidade de medidas adicionais para garantir a segurança de quem trafega nestas vias.

## 8. ÁREAS PÚBLICAS

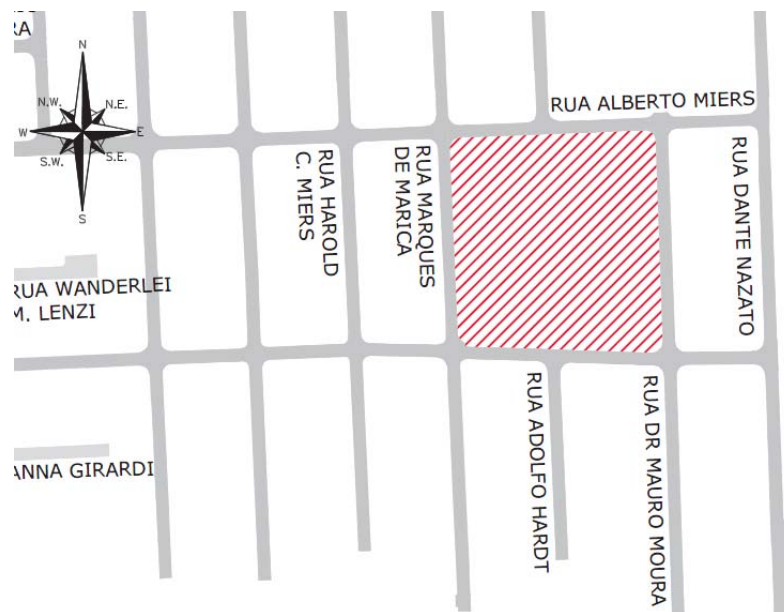
### 8.1 CONSIDERAÇÕES

A área pública 01 está localizada entre as ruas João Carlos Gomes de Oliveira ao norte e Rua Alberto Miers ao sul, no interior da área pública está previsto o prolongamento da rua Renato Scheunemann. A área pública 01 é composta por uma área aproximadamente de 8.990 m<sup>2</sup>.



**Figura 8.1 - Localização área Pública 01**

A área pública 02 está localizada entre as ruas Alberto Miers ao norte e Rua Heinz Zietz ao sul, vizinho ao canil da Polícia Militar de Santa Catarina. A área pública 02 é composta por uma área aproximadamente de 9.950 m<sup>2</sup>.



**Figura 8.2 - Localização área Pública 02**

---

## **8.2 MEMORIAL DESCRITIVO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

---

### **8.2.1 Piso Atenuador de Impacto**

#### **8.2.1.1 Areia**

Na área do playground está sendo previsto o preenchimento com areia média, conforme recomendado pela NBR 16071-3:2012. Deverá ser executado em duas camadas totalizando 50 cm. Os primeiros 20 cm deverão ser compactados e nos 30 cm superiores o material deve ficar solto (sem compactação).

No entorno do piso será executada uma viga de travamento em concreto com as dimensões 0,15x0,50m.

#### **8.2.1.2 Piso emborrachado**

Em um dos playgrounds também está sendo prevista a execução de piso de borracha esportivo com espessura de 15mm assentado com argamassa.

### **8.2.2 Bancos**

Serão construídos em concreto ( $f_{ck} \geq 25\text{Mpa}$ ) e aço, com um recobrimento de madeira grápia em cima da laje de assento. Os bancos serão fixados por meio de furos a trado com diâmetro de 15cm e profundidade de 1,00m, nestes furos será posicionada uma treliça TR8 que se estende até a parte superior do banco.

O assento será feito em concreto e sobre o assento serão fixados perfis em madeira grápia com parafuso 5/16" x 80mm em aço zincado com rosca soberba e cabeça sextavada ou redonda, com bucha de nylon sem abas. Na laje também será colocada uma tela de malha soldada Q196.

O acabamento será verniz poliuretano brilhante para madeira, a fim de não criar acúmulo de água e dar um acabamento padronizado.

### **8.2.3 Lixeiras**

Seguindo o padrão arquitetônico e estético da madeira, optou-se pela utilização de lixeiras revestidas com madeira plástica marrom, ornando com o madeiramento dos bancos.

As lixeiras possuem formato cilíndrico, com 70 cm de altura (85cm do chão ao topo) e 50 de diâmetro. Essa geometria gera a capacidade de armazenamento de 94 litros.

Serão fixadas por meio de suportes em perfis metálicos, engastados 35cm no solo. A fixação do suporte ocorre com a execução de furos a trado com diâmetro de 15cm preenchidos posteriormente com concreto.



**Figura 8.3- Referência visual das lixeiras.**

Fonte: Acervo, Consórcio.

#### **8.2.4 Mesa de jogos**

A mesa de jogos deverá ter as dimensões de 90cmx90cm e 4 bancos com assento de 35cmx35cm, ambos confeccionados em concreto alisado de  $f_{ck} \geq 25 \text{Mpa}$ . No centro da mesa deve ser fixado um tabuleiro de xadrez em cerâmica com as dimensões de 40cmx40cm.

Tanto a mesa quanto os bancos serão armados verticalmente com treliça TR8 e as lajes receberão uma tela Q138

#### **8.2.5 Recreação infantil**

Os novos brinquedos a serem incluídos estão descritos a seguir e seu posicionamento pode ser verificado na planta baixa do projeto urbanístico:

- Gangorra tripla com estrutura em aço galvanizado e assentos em madeira Angelim pedra ou similar. Fixada por meio de engastamento em blocos de concreto;
- Balanço duplo com estrutura em aço galvanizado e assentos em madeira Angelim pedra ou similar. Fixada por meio de engastamento em blocos de concreto;
- Balanço duplo adaptado com plataforma acessível para cadeirante com sistema de trava para cadeira de rodas. Fixada com parabolts em blocos de concreto;
- Gira-gira de 6 lugares com estrutura em aço galvanizado e assentos em madeira angelim pedra ou similar. Fixada por meio de engastamento em blocos de concreto.

#### **8.2.6 Academia ao ar livre**

Os equipamentos destinados a prática de atividade física ao ar livre escolhidos neste projeto são:

- Surf duplo;
- Rotação vertical tripla;



- Espaldar;
- Pressão de pernas triplo star;
- Paralela dupla;
- Caminhada individual;
- Cavalgada individual;
- Elíptico mecânico individual.

Todos deverão ter estrutura em aço galvanizado e devem ser fixados com parabolts em blocos de concreto ou com cadeira de fundação, dependendo do tipo de equipamento.

### **8.2.7 Quadra poliesportiva**

As quadras poliesportivas ocupam uma área total de 2310,2m<sup>2</sup>, nesta área está sendo prevista a implantação de 3 quadras de aproximadamente 770m<sup>2</sup> conforme dimensões indicadas em projeto. O piso das quadras será em concreto (esp. 10cm) sobre um colchão de brita nº1 (esp. 5cm). Sobre o piso acabado deverá ser aplicada uma resina regularizadora e pintura epóxi.

Todas as quadras serão contornadas por alambrados compostos de tubos em aço galvanizado e tela em arame galvanizado. O alambrado terá altura final de 4,00m e será fixado em mureta de concreto. Serão instalados portões de acesso externo e portões entre as quadras.

Deverão ser instaladas traves e tabelas de basquete em cada uma das quadras.

#### **8.2.7.1 Execução**

- Preparo da sub-base: Após o nivelamento e compactação do subleito existente, deve-se proceder com a execução da camada de brita compactada com espessura de 5cm sobre lona plástica.
- Colocação das armaduras: A armadura deve ter suas emendas feitas pela superposição de malhas da tela soldada, nos sentidos transversais e longitudinais.
- Plano de concretagem: A execução do piso deverá ser feita por faixas, onde um longo pano é concretado e posteriormente as placas são cortadas, fazendo com que haja continuidade nas juntas longitudinais.
- Desempeno mecânico do concreto: Deverá ser executado, quando a superfície estiver suficientemente rígida e livre da água superficial de exsudação. A operação mecânica deve ser executada quando o concreto suportar o peso de uma pessoa, deixando uma marca entre 2 a 4mm de profundidade. O desempenho deve iniciar-se ortogonal à direção da régua vibratória, obedecendo

sempre a mesma direção. Após o desempenho, deverá ser executado o alisamento superficial do concreto.

- Cura: A cura do piso pode ser do tipo química ou úmida. Nos locais onde houver pintura, a cura química deverá ser removida conforme especificação do fabricante.
- Serragem das juntas: As juntas do tipo serradas deverão ser cortadas após o concreto tenha resistência suficiente para não se desagregar devendo obedecer à ordem cronológica do lançamento;
- Selagem das juntas: A selagem das juntas deverá ser feita quando o concreto estiver atingido pelo menos 70% de sua retração final;
- Após a completa cura do concreto (aprox. 30 dias), a superfície deve ser preparada para receber a pintura demarcatória. Lavar ou escovar, eliminando toda poeira, partículas soltas, manchas gordurosas, sabão e mofo.

### **8.2.8 Quadra de Areia**

O projeto conta com a implantação de quadra de areia de aproximadamente 1000m<sup>2</sup> rebaixada 1,00m em relação ao nível geral da praça. O piso deverá ser executado em duas camadas totalizando 50 cm. Os primeiros 20 cm deverão ser compactados e nos 30 cm superiores o material deve ficar solto (sem compactação).

Na quadra de areia também deverão ser instaladas traves, conforme detalhes.

### **8.2.9 Passarelas**

Estão previstas duas passarelas de pedestre em concreto armado de forma a transpor as valas que atravessam as praças. Na área pública 02 a passarela projetada passa por cima de parte da quadra de areia rebaixada.

As fases de execução seguem conforme listado a seguir:

- Locação da obra;
- Cravação de estacas com a utilização de bate-estacas;
- Arrasamento de estaca;
- Execução dos blocos de fundação;
- Execução dos pilares
- Execução das vigas e lajes;
- Instalação de guarda-corpo.

## **8.2.10 Guarda-Corpo**

### **8.2.10.1 Concreto**

Está sendo prevista a implantação de guarda-corpo de concreto em áreas próximas à desníveis. Estes serão em concreto armado, fixados por meio de trados com 15cm de diâmetro.

### **8.2.10.2 Metálico**

Os guarda-corpos metálicos serão implantados na lateral das passarelas, na escada de acesso à quadra de areia e na pista de skate.

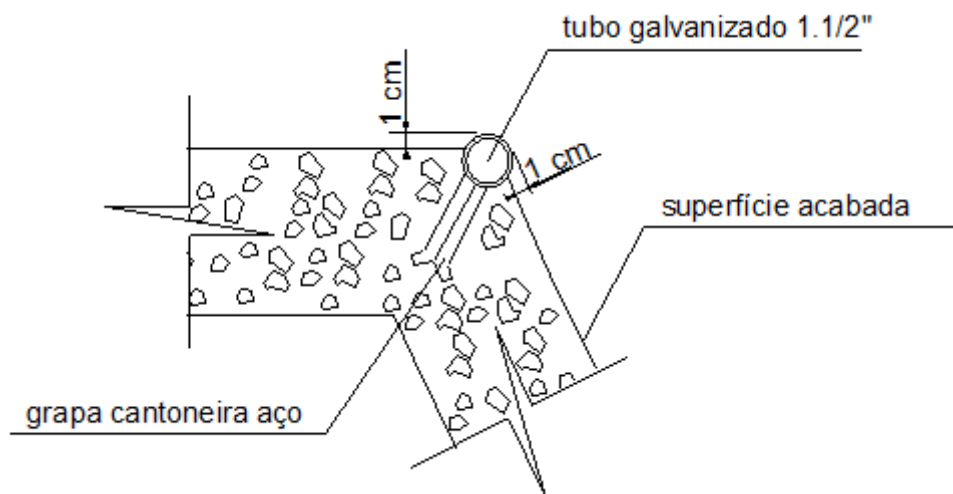
Estes serão confeccionados em tubo de aço galvanizado com diâmetros conforme indicado no detalhe. Deverão conter corrimãos, também em tubo de aço galvanizado.

## **8.2.11 Pista de Skate**

- Limpeza da área: deverá ser feita a limpeza superficial mecanizada da camada vegetal, bem como detritos e eventuais entulhos ou restos de materiais inservíveis, com remoção para área de botafora;
- Marcação da obra: execução de gabarito de madeira para marcação da obra, definindo-se eixos para locação de estacas (brocas), alvenarias e rampas conforme projeto;
- Fundações: com as informações preliminares do solo (provável aterro), considerou-se a execução de estacas escadas de pequeno diâmetro (brocas), ou seja, 20 cm, com profundidade de 3,00 m armadas com 4 # 10 mm e estribos de #5 mm a cada 20 cm, posicionadas sob todas as alvenarias e no início das rampas, e sobre essas brocas vigas baldrame em concreto armado  $f_{ck} = 20$  MPa slump 15 + ou - 1 cm, também armadas com 4 # 10 mm e estribos #5 mm a cada 15 cm, com aço CA50 e 60 respectivamente;
- Alvenarias: serão erguidas alvenarias de blocos de concreto estrutural 4,5 MPa de resistência, em todas as laterais e fundos das rampas, conforme curvaturas (raios) e/ou inclinações definidas em planta, ressaltando-se que, posteriormente serão devidamente revestidas na parte externa com chapisco e emboço desempenado com argamassa mista de areia, cal e cimento (massa única). É importante ressaltar que essas alvenarias servirão de base de apoio para recebimento das lajes que formam as rampas que possuem espessura de 12 cm;
- Formas das rampas: serão feitas as formas com uso de chapas de madeira compensadas, de acordo com curvaturas (raios) e inclinações das rampas previstas em projeto, apoiadas em pontaletes e tábuas de madeira serrada;
- Armadura: em todas as rampas curvas e retas (inclinadas), bem como na parte plana de piso (cerca de 270 m<sup>2</sup>), deverá ser instalada armadura dupla (duas camadas – superior e inferior) em tela de aço soldada Q 92 (# 4,2 mm espaçados de 15 cm nas duas direções), com emprego de pastilhas de

espaçamento e treliças auxiliares servindo de separação e apoio entre as camadas das telas soldadas;

- Instalação de tubo de acabamento de borda das rampas – “copping”: no término superior das rampas com a junção das plataformas superiores horizontais de todas as rampas deverá ser instalado um tubo de aço galvanizado Ø 1.1/2” para acabamento e proteção, que também serve para a realização de manobras da prática do skate (de fundamental importância), com ressalto de 1 cm da superfície de concreto acabada, conforme demonstrado na figura abaixo, ressaltando-se que este posicionamento servirá de guia de acabamento e deverá ser fixado com o emprego de grapas de chumbamento, constituídas por cantoneiras de 1.1/4” espaçadas a cada 80 cm;

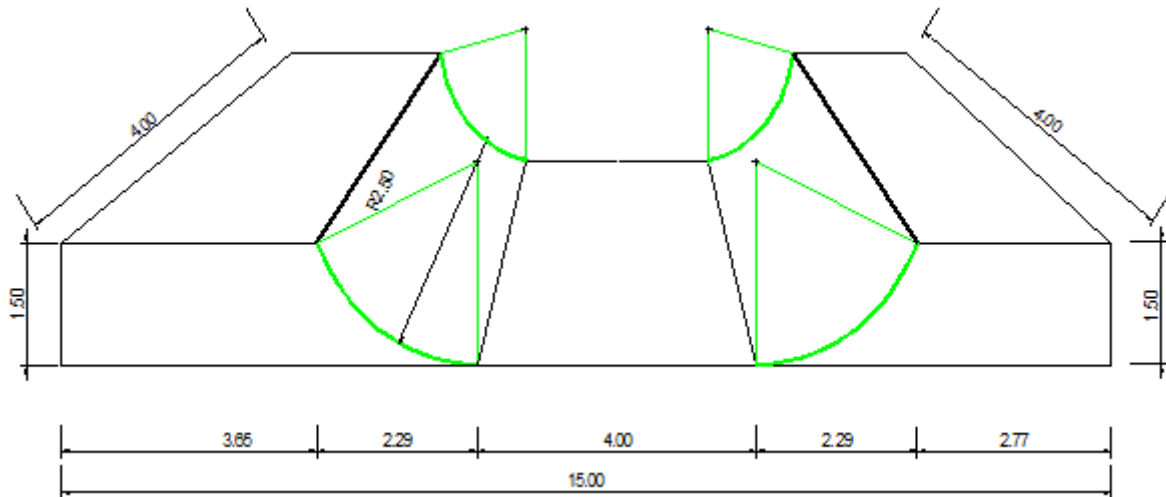


**Figura 8.4 - Detalhe Copping.**

Fonte: Consórcio (2021).

- Colchão de brita: após as etapas anteriores, já com a área nivelada, deverá ser feito o colchão de brita nº 1 com espessura média de 5 cm, por toda a área plana da pista de skate, ou seja, onde não houver rampas, e posteriormente, sobre a mesmas, deverá ser estendida uma manta de polietileno, isto é, lona plástica que servirá de elemento impermeável quando da concretagem dessas áreas planas, evitando-se assim, a perda de umidade do concreto devidamente dosado em central, para o solo;
- Esperas: prevendo-se a posterior instalação de guarda-corpos nas plataformas superiores das rampas, bem como, obstáculos de manobras da prática de skate na parte central (corrimãos tubulares retangulares), deverá ser prevista, antes da concretagem, a fixação de elementos metálicos de espera chumbando-se em base sólidas;
- Concretagem: deverá ser utilizado concreto usinado  $F_{ck} = 20$  MPa com pedrisco e abatimento (slump)  $16 +$  ou  $- 1$  cm nas áreas horizontais de piso e  $11 +$  ou  $- 1$  cm nas superfícies das rampas curvas e inclinadas retas, sendo que nesses elementos a concretagem deverá ser feita de baixo para cima, seguindo-se o formato definido pelas formas, devendo ser conferidas por gabaritos metálicos que deverão ser confeccionados com ferro chato e perfil tubular, conforme se destaca na cor verde na

figura exemplo abaixo, que servirão para execução das mestras de concretagem, garantindo-se a perfeita continuidade entre as partes planas e curvas das rampas, sem que haja qualquer tipo de saliência que possa vir a atrapalhar o desenvolvimento da prática de skate. Não deverá haver juntas de concretagem nas rampas, ou seja, a concretagem deverá ser contínua em um único “pano”;



**Figura 8.5 - Pista de skate.**

Fonte: Consórcio (2021).

- Acabamentos: em todas as áreas da pista de skate (superfície de rolamento) ainda com o concreto em término de “pega” deverá ser procedido o acabamento polido tipo cimento queimado com o emprego de moto-acabadoras ou manualmente com desempenadeira de aço, nas partes altas das rampas – poderá ser feito o acabamento dessas partes com argamassa de areia e cimento traço 3:1 e queimado com desempenadeira de mão, manualmente, caso não se consiga fazer no término da concretagem. É importante salientar que não se deve fazer juntas nas rampas em sentidos perpendiculares ao desenvolvimento da prática de skate. Salienta-se que as superfícies de acabamento deverão ser lisas e contínuas sem quaisquer ondulações;
- Guarda-corpos: sobre as plataformas horizontais nas partes elevadas das rampas serão instalados guarda-corpos de aço galvanizado com 1,10 m de altura, montantes tubulares de 1.1/4” espaçados a cada 1,20 m, com travessa superior 1.1/2”, gradil formado por tubos horizontais de 1” e verticais de 3/4”, podendo ser soldados às esperas previamente instaladas ou chumbados mecanicamente tipo “para-bolt”;
- Complementos metálicos: na parte central da pista, deverá ser instalado tubo de aço com seção retangular 100x50 mm e espessura de 3 mm, para servir como obstáculo de manobras de prática de skate, instalado horizontalmente e parte inclinado na rampa reta, nas alturas de 0,60 e 0,40 m conforme detalhado em projeto. Sobre a mureta na mesma parte central da pista, serão instaladas cantoneiras de aço de abas iguais 2” e espessura de 1/3” a 1/8”;

- Pintura: látex acrílico em duas demãos na cor gelo sobre as alvenarias revestidas nas partes externas e esmalte sintético na cor gelo nos guarda-corpos sobre primer tipo “galvite”
- Limpeza final: toda área deverá ser limpa com remoção de entulho.

### **8.2.12 Paisagismo**

Foram adotadas como espécies:

- Ipê Amarelo (*Tabebuia chysotricha*);
- Ipê Roxo (*Tabeluia chrysotricha*);
- Quaresmeira (*Tibouchina granulosa*);
- Líriope (*Liriope spicata*);
- Hemerocalis (*Hemerocalis x hybrida*);
- Estrelítzia (*Strelitzia reginae*);
- Azulzinha (*Evolvulus glomeratus*);

As especificações de serviço seguem conforme apresentado no capítulo 4.2 deste relatório.

### **8.2.13 Passeios**

Estão sendo previstos pisos e passeios em paver e em concreto.

As especificações de serviço dos elementos citados seguem conforme apresentado no capítulo 4.1 deste relatório.

### **8.2.14 Drenagem**

Nas áreas públicas foram previstos passeios drenantes, valas de retenção, jardins de chuva, reservatórios de contenção, tubos e drenos.

As especificações de serviço dos elementos citados seguem conforme apresentado no capítulo 3 deste relatório.

## **9. SEGURANÇA E CONVENIÊNCIA PÚBLICA**

### **9.1 CONSIDERAÇÕES**

O executante deverá tomar em todas as ocasiões o necessário cuidado em todas as operações e uso do seu equipamento, para proteger o público e facilitar o tráfego.

A fim de facilitar o tráfego, nos locais onde os projetos exigirem que sejam construídas bases, revestimentos e/ou pavimentos os trabalhos deverão ser realizados, sempre que possível, em meia pista de cada vez, ficando a faixa que não estiver em obras aberta ao tráfego sob direção única alternadamente nos dois sentidos. Caso ocorra a interrupção, os moradores lindeiros deverão ser comunicados individualmente para identificação dos horários de entrada e saída das residências e verificado o menor tempo possível de duração da atividade que promoverá a obstrução temporária de acesso.

Se o executante julgar conveniente poderá, com aprovação prévia da fiscalização e sem remuneração extra, utilizar e conservar vias variantes para desviar o tráfego do local do local dos serviços. Deverá também conservar em perfeitas condições de segurança pontes provisórias de desvios, acessos provisórios, cruzamento com ferrovias ou outras vias.

O executante deverá fornecer sinalizadores, a fim de permitir a passagem do tráfego, sob os controles de direção única. Nenhum pagamento em separado será feito para os referidos sinalizadores.

Os materiais deverão ser devidamente acondicionados durante a atividade de transporte. Caso ocorram derramamentos resultantes das operações de transporte ao longo ou através de qualquer via pública deverão ser removidos imediatamente pelo executante, com ônus para o mesmo.

As operações de construção, deverão ser executadas de tal maneira que causem o mínimo incômodo possível à propriedades limítrofes.

A Empresa executora deverá instalar e manter as barreiras necessárias, sinais vermelhos, sinais de alerta e perigo, sinalização de desvios e outros, em número suficiente, bem como tomar todas as demais precauções necessárias para a proteção do seu trabalho e segurança do público. Para segurança na circulação de pessoas a obra deverá ser devidamente sinalizada, e frentes de serviço isoladas através de fita zebra e tela plástica laranja tipo tapume com 1,20 m de altura, permitindo a segregação das frentes de serviços e áreas de circulação do público que reside no entorno da obra.

Ainda deverá ser afixado sinais de aviso 200 metros antes e depois do local da obra ou serviço, onde as operações interfiram na via pública em uso. O pagamento para o fornecimento de barreiras, sinais de perigo e de aviso não será feito diretamente, mas sim através da inclusão de seus custos nos preços propostos para os itens de serviço do contrato. Toda a sinalização deverá rigorosamente seguir os padrões da legislação vigente e contar com as autorizações pertinentes, dos órgãos competentes. As autorizações devem ser obtidas pela contratada.

Essa sinalização especial também não gerará qualquer tipo de remuneração extra, deverá ser incluído nos preços propostos para os itens de serviço do Contrato.

A Empresa Executora será responsável pela proteção de toda a propriedade pública e privada, linhas de transmissão de energia, telefones, TV a cabo e outros serviços, ao longo ou adjacentes ao trecho em serviço ou obra. O ônus será exclusivo da Empresa Executora.

Quaisquer serviços de utilidade pública avariados pela executante deverão ser consertados imediatamente, com ônus para a mesma.

A Empresa Executora deverá isentar a Prefeitura Municipal de Joinville – PMJ e todos os seus representantes, nos processos, ações ou reclamações de qualquer ato causado pela obra ou serviço.

À executante caberá todos os encargos impostos por lei por quaisquer danos ou morte de qualquer pessoa ou danos a propriedades públicas e privadas por ela causados.



## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Guia Prático para a construção de Calçadas**. São Paulo, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6971: Segurança no tráfego – Defesa Metálica – Implantação**. Rio de Janeiro. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050: Norma de Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14636: Sinalização horizontal viária — Tachas refletivas viárias — Requisitos**. Rio de Janeiro. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14644: Sinalização viária — Películas — Requisitos**. Rio de Janeiro. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14890: Sinalização vertical viária — Suportes metálicos em aço para placas – Requisitos**. Rio de Janeiro. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14891: Sinalização Vertical Viária – Placas**. Rio de Janeiro. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14962: Sinalização vertical viária — Suportes metálicos em aço para placas — Projeto e implantação**. Rio de Janeiro. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15486: Segurança no tráfego – Dispositivo de contenção viária – Diretrizes de projeto e ensaios de impacto**. Rio de Janeiro. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15576: Sinalização horizontal viária – Tachões refletivos viários – Requisitos e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16416: Pavimentos Permeáveis de Concreto — Requisitos e Procedimento**. Rio de Janeiro. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16537: Acessibilidade — Sinalização tátil no piso — Diretrizes para elaboração de projetos e instalação**. Rio de Janeiro. 2016.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de projeto geométrico de travessias urbanas**. Rio de Janeiro, 2010.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **104/2009 - ES - Terraplenagem - Serviços preliminares**. Rio de Janeiro, 2009.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **106/2009 - ES - Terraplenagem - Cortes**. Rio de Janeiro, 2009.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **107/2009 - ES - Terraplenagem - Empréstimos**. Rio de Janeiro, 2009.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **109/2009 - ES - Terraplenagem - Aterros**. Rio de Janeiro, 2009.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Volume I: Sinalização vertical de regulamentação**. Ed. 02. Brasília: Contran, 2007. 220p.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Volume II: Sinalização Vertical de Advertência**. Ed. 01. Brasília: Contran, 2007. 218p.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Volume III: Sinalização Vertical de Indicação**. Ed. 01. Brasília: Contran, 2014. 341p.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Volume IV: Sinalização Horizontal**. Ed. 01. Brasília: Contran, 2007. 128p.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Resolução Nº 738, de 06 de Setembro de 2018. Estabelece os padrões e critérios para a instalação de travessia elevada para pedestres em vias públicas**. Brasília: Contran, 2018.

ESTADO DE SANTA CATARINA. Departamento de Estradas de Rodagem. **Especificações Gerais para Obras Rodoviárias – Terraplenagem – Especificação de Serviço – Escavação de Solos Moles**. Santa Catarina, 1992.

JOINVILLE. **Lei complementar nº 202, de 17 de abril de 2006. Dispõe sobre a execução e consertos de calçadas no município de Joinville**. Joinville, 2006.

JOINVILLE. **Lei complementar nº 261, de 28 de fevereiro de 2008. Plano diretor de desenvolvimento sustentável do município de Joinville**. Joinville, 2006.

JOINVILLE. **Decreto nº 13.060, de 20 de julho de 2006. Estabelece parâmetros para a execução ou reconstrução de calçadas no município de Joinville**. Joinville, 2006.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE. **Guia rápido calçada legal**. Joinville, 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE. **PlanMOB Volume I . Plano de Mobilidade Urbana de Joinville**. Ed. 02. Joinville: Prefeitura Municipal, 2016, 150p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE. **PlanMOB Volume II . Plano Diretor de Transportes Ativos - PDTA**. Ed. 02. Joinville: Prefeitura Municipal, 2016, 171p..






# 1439DGLR0015-05-Vol 01\_Tomo II\_Etapa 01\_Parte 03

Relatório de auditoria final

2022-02-21

Criado em:	2022-02-21
Por:	Leya Menezes (leya.menezes@engecorps.com.br)
Status:	Assinado
ID da transação:	CBJCHBCAABAASekwyT6SZzOEUjoBW2G_LhK5oZBBEYWc

## Histórico de "1439DGLR0015-05-Vol 01\_Tomo II\_Etapa 01\_Part e 03"

-  Documento criado por Leya Menezes (leya.menezes@engecorps.com.br)  
2022-02-21 - 14:17:18 GMT- Endereço IP: 187.101.23.27
-  Documento enviado por email para Maria Bernardete Sousa Sender (bernadete@engecorps.com.br) para assinatura  
2022-02-21 - 14:17:50 GMT
-  Email visualizado por Maria Bernardete Sousa Sender (bernadete@engecorps.com.br)  
2022-02-21 - 14:26:25 GMT- Endereço IP: 179.213.114.37
-  Documento assinado eletronicamente por Maria Bernardete Sousa Sender (bernadete@engecorps.com.br)  
Data da assinatura: 2022-02-21 - 14:26:55 GMT - Fonte da hora: servidor- Endereço IP: 179.213.114.37
-  Contrato finalizado.  
2022-02-21 - 14:26:55 GMT