

## **VOLUME 01**

# **RELATÓRIO DE PROJETO**



Projeto de Pavimentação Asfáltica

Prefeitura Municipal de Tapejara – RS

Rua XV de Novembro

## **DADOS GERAIS DA OBRA:**

**Objeto:** Projeto de pavimentação asfáltica na rua XV de Novembro, entre as ruas Júlio de Castilhos e José dos Santos (acesso ao parque).

**Município:** Tapejara / RS

**Extensão:** 1.261,25m

**Área total:** 25.050,90 m<sup>2</sup>

**Proprietário:** Município de Tapejara – RS

## **1. APRESENTAÇÃO**

A empresa Transpor Infraestrutura apresenta o VOLUME 1 – RELATÓRIO DE PROJETO, referente a “Elaboração de Projeto Executivo de Infraestrutura Viária”, para implantação de pavimentação asfáltica em CBUQ e recape de pavimento existente na rua XV de Novembro, no município de Tapejara, Rio Grande do Sul. O projeto é composto pelos seguintes volumes:

Volume 01: Relatório de projeto, contendo estudos, projetos e especificações técnicas;

Volume 02: Plantas;

Volume 03: Orçamento de obras e cronograma;

Este documento é o resultado de extensos estudos, planejamento cuidadoso e a aplicação de princípios de engenharia para a melhoria da infraestrutura viária na região. O presente relatório de projeto tem por objetivo discriminar e orientar os serviços, materiais e especificações

técnicas a serem empregadas na execução da obra. Do mesmo modo que complementa e esclarece informações contidas nas pranchas, planilhas e documentos, trazendo o embasamento para as tomadas de decisões que compuseram este projeto.

A pavimentação de ruas desempenha um papel crucial na mobilidade, conectividade e desenvolvimento socioeconômico de uma região. Neste contexto, a estrada em questão se reveste de grande importância, pois visa não apenas melhorar o tráfego e a acessibilidade, mas também contribuir para a qualidade de vida das comunidades locais.

A rua XV de Novembro é um importante acesso ao interior do município, onde há produção pecuária de galináceos, bovinos, suínos, e agrícola de arroz, soja e trigo.

Além da questão produtora do destino da rua, é importante salientar que o poder público municipal dispõe de um parque de exposições e uma pista de velcross no final do trecho projetado para receber pavimentação. Está projetado também um acesso a este parque de exposições, tornando o empreendimento um importante ativo público para o município.

A decisão em intervir na paisagem da cidade e implantar uma ciclovia faz com que a cidade faça parte do movimento global em tornar as cidades mais verdes, saudáveis, sustentáveis e acessíveis, priorizando o morador e não os transportes motorizados, incentivando assim o envolvimento em atividades ao ar livre ao mesmo tempo em

que valoriza os espaços urbanos. Importante salientar, que a intervenção trará uma ligação de diferentes áreas da cidade, se tornando um ponto de interesse que leva em consideração aspectos econômicos e sociais, conectando o espaço urbano ao interior do município, incentivando o turismo esportivo.

A infraestrutura de ciclovia consiste em uma faixa dedicada exclusivamente a ciclistas, separadas do tráfego de veículos motorizados através de sinalização horizontal em tinta acrílica e tachas, que integradas a outros modais de transporte são fundamentais para promover um sistema de mobilidade urbana verdadeiramente eficiente.

Abaixo serão descritos os principais apontamentos quanto à implantação da ciclovia:

- As ciclovias incentivam o uso da bicicleta como um meio de transporte alternativo, reduzindo a dependência de veículos motorizados, o que, por sua vez, diminui a poluição do ar e as emissões de gases de efeito estufa;
- A mobilidade da ciclovia alivia o tráfego nas vias urbanas, tornando-as mais fluidas, o que reduz o congestionamento e melhora a circulação para os demais modais de transporte;
- O estímulo ao ciclismo promove a atividade física regular, reduzindo a obesidade e melhorando a saúde cardiovascular, visto que o projeto se estenderá até a pista de velcross, além de reduzir o número de acidentes de trânsito, tornando as cidades mais seguras;

- A construção de ciclovias frequentemente acompanha projetos de requalificação urbana, tornando as áreas urbanas mais agradáveis, seguras e atraentes, com o desenvolvimento de espaços públicos, jardins e áreas de lazer;
- As ciclovias tornam as cidades mais acessíveis a uma variedade diversificada de pessoas, incluindo jovens, idosos e pessoas com mobilidade reduzida, que podem utilizar bicicletas adaptadas;
- Ciclovias atraem mais visitantes para as áreas urbanas, impulsionando o comércio local e a economia da região. As pessoas tendem a gastar mais tempo em áreas com infraestrutura cicloviária, explorando lojas, restaurantes e outros estabelecimentos;
- Redução de custos: Construir e manter ciclovias é geralmente mais econômico do que investir em expansão viária para veículos motorizados, economizando recursos públicos;
- Com menos tráfego de veículos motorizados, as áreas urbanas tornam-se mais silenciosas e agradáveis, contribuindo para a qualidade de vida dos moradores,
- A integração da ciclovia com o transporte público e outros modais oferece alternativas de deslocamento flexíveis, reduzindo a dependência do automóvel, cortando emissões de carbono e promovendo uma mobilidade mais eficiente e saudável.



Figura 1 Situação Atual



Figura 2 Proposta de Intervenção



Figura 3 Situação Atual



Figura 4 Proposta de Intervenção

## 1.1. Equipe Técnica de Projeto

Etapa	Profissionais	
Responsável Técnico	Eng.º Civil Sergio Patussi Neto	
Estudos Topográficos	Eng.º Civil Sergio Patussi Neto	Arquiteta Urbanista Brunna Marchiori Patussi
Estudos De Traçado	Eng.º Civil Sergio Patussi Neto	Arquiteta Urbanista Brunna Marchiori Patussi

Estudos Geotécnicos	Eng.º Civil Sergio Patussi Neto	
Estudos Hidrológicos	Eng.º Civil Sergio Patussi Neto	
Projeto Geométrico	Eng.º Civil Sergio Patussi Neto	Arquiteta Urbanista Brunna Marchiori Patussi
Projeto De Terraplenagem	Eng.º Civil Sergio Patussi Neto	Arquiteta Urbanista Brunna Marchiori Patussi
Projeto De Drenagem E OAC	Eng.º Civil Sergio Patussi Neto	Arquiteta Urbanista Brunna Marchiori Patussi
Projeto De Pavimentação	Eng.º Civil Sergio Patussi Neto	Arquiteta Urbanista Brunna Marchiori Patussi
Projeto De Sinalização	Eng.º Civil Sergio Patussi Neto	Arquiteta Urbanista Brunna Marchiori Patussi
Projeto De Obras Complementares	Eng.º Civil Sergio Patussi Neto	Arquiteta Urbanista Brunna Marchiori Patussi
Orçamento E Plano De Execução De Obra	Eng.º Civil Sergio Patussi Neto	

## 1.2. Mapa de Localização

O trecho possui extensão aproximada de 1.261,25 m, e o projeto se desenvolverá parte sobre trecho já existente e com camada de cascalho compactada e parte em CBUQ existente, porém bastante deteriorado.

O segmento objeto do presente projeto localiza-se em zona urbana, inicia-se em frente ao Veloparque, com pavimento primário, nas coordenadas longitude W052° 01' 26.23" e latitude S028° 03' 51.01", e termina na esquina da rua Júlio de Castilhos nas coordenadas longitude W052° 00' 56.27" e latitude S028° 04' 09.82", onde o trecho se encontra pavimentado.

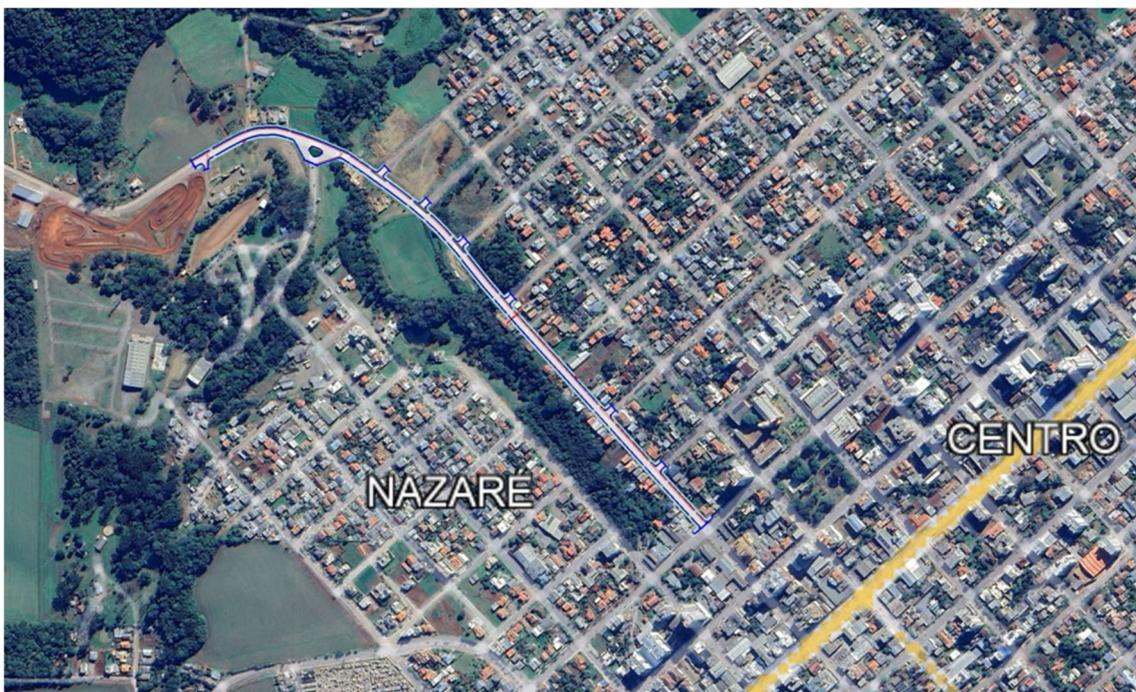


Figura 1 – Localização da área de projeto – Fonte Google Earth

## 2. ESTUDOS

### 2.1. ESTUDOS DO TRAÇADO

O aproveitamento do traçado geométrico segue prioritariamente o alinhamento existente, com o objetivo de minimizar as movimentações de terra e otimizar os recursos. Isso implica em utilizar as características topográficas e geométricas naturais do terreno, como curvas de nível, para determinar o alinhamento e a inclinação da estrada, de modo a reduzir a necessidade de escavações e aterros significativos. Esse enfoque não apenas economiza recursos financeiros, mas também minimiza o impacto ambiental, evitando o deslocamento excessivo de solo. Um ponto significativo da utilização do traçado existente é a

limitação do corpo da rua pelas propriedades existentes, pois se trata de uma região com a urbanização já consolidada.

## **2.2. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS**

Os estudos topográficos fornecem as informações sobre a geografia atual da região em projeto. O levantamento topográfico executado foi realizado pela prefeitura municipal, constando nele cadastro os itens abaixo:

- delimitação de edificações;
- meio-fio;
- postes;
- galerias;
- acessos;
- árvores;
- muros;
- cercas;

### **2.2.1. Locação e Marcação do Eixo Topográfico**

A linha chamada de eixo de referência foi implantada no eixo da pista existente e constitui-se no referencial para todos os demais elementos do projeto.

### **2.2.2. Levantamento das Seções Transversais**

O levantamento de seções transversais foi realizado em correspondência com os pontos locados, perpendicular ao eixo implantado e numa amplitude transversal definida pelos limites físicos. Em cada seção levantada foram nivelados na plataforma da pista projetada, no mínimo, os seguintes pontos:

- eixo da pista existente;
- pontos médios entre o eixo da pista existente – bordas;
- pé de aterro ou corte;
- pontos definidores de drenagem.

## **2.3. ESTUDOS HIDROLÓGICOS E PROJETO DE DRENAGEM**

Os estudos hidrológicos têm por finalidade subsidiar o dimensionamento do sistema de drenagem do local a ser projetado.

### 2.3.1. Clima

Quanto ao clima, o município se encontra em uma região de clima temperado quente, a qual segundo o sistema de Köppen, se enquadra na zona fundamental temperada ou "C" e no tipo fundamental "Cf". No estado este tipo "Cf" se subdivide em duas variedades específicas, ou seja, "Cfa" e "Cfb" (MORENO, 1961).

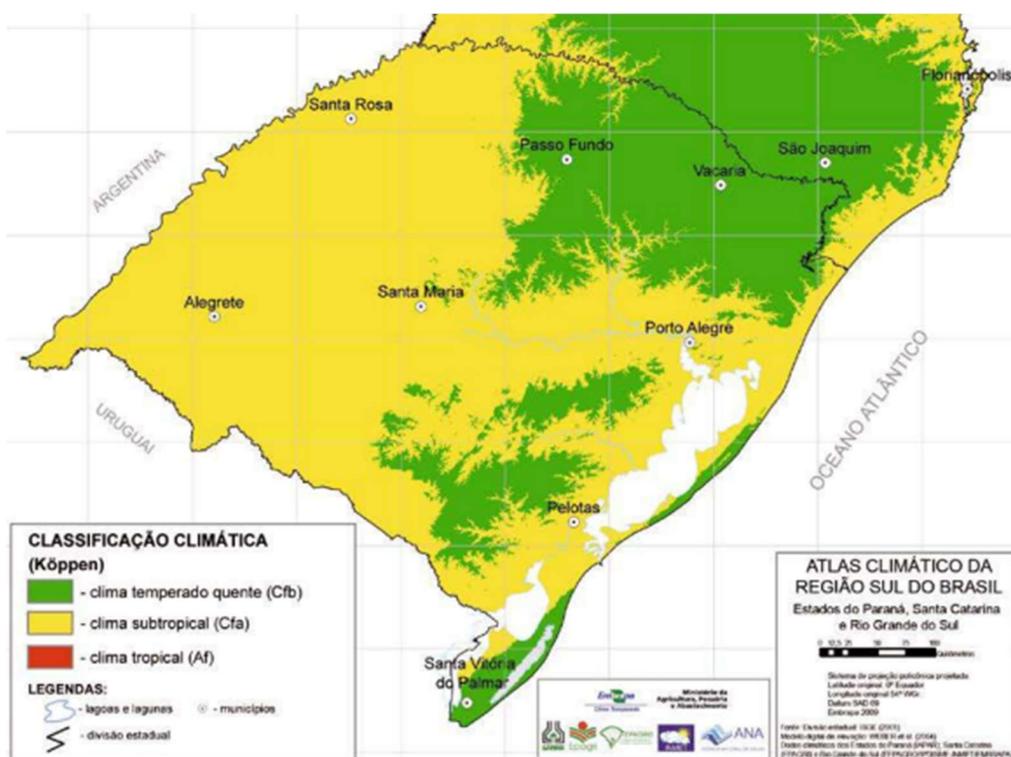
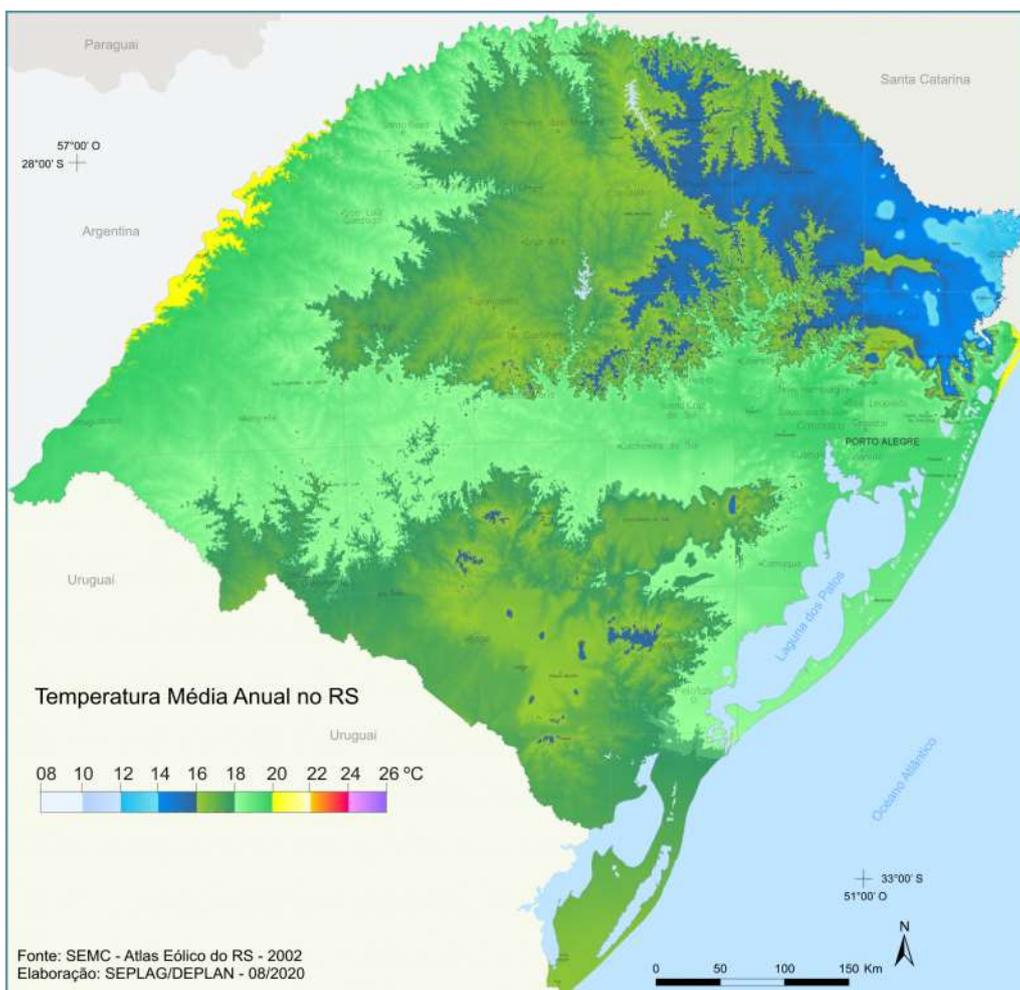


Figura 2 - Classificação Climática - Fonte: Atlas Climático Região Sul

A variedade "Cfa" se caracteriza por apresentar chuvas durante todos os meses do ano e possuir a temperatura do mês mais quente superior a 22°C, e a do mês mais frio superior a 3°C. A variedade "Cfb" também apresenta chuvas durante todos os meses do ano, tendo a temperatura no mês mais quente inferior a 22°C e a do mês mais frio

superior a 3°C. O local do estudo está inserido na classificação climática do tipo Cfb.

Quanto a temperatura, observa-se o gráfico abaixo:



*Figura 3 - Temperatura Média*

### **2.3.2. Hidrografia**

O município de Tapejara está inserido na Região Hidrográfica do Uruguai, pertencendo à Bacia Hidrográfica dos Rios Apuaê-Inhandava, conforme Decreto Estadual nº 53.885/2018, que instituiu a subdivisão das



$$i = \frac{a \times T^b}{(t + c)^d}$$

Onde:

$i$  = intensidade da chuva crítica (em mm/h);

$T$  = tempo de retorno (em anos)

$t$  = tempo de concentração (em min);

$a$ ,  $b$ ,  $c$  e  $d$  são parâmetros da equação.

$$i = \frac{670,74 \times T^{0,21}}{(t + 7,9)^{0,74}}$$

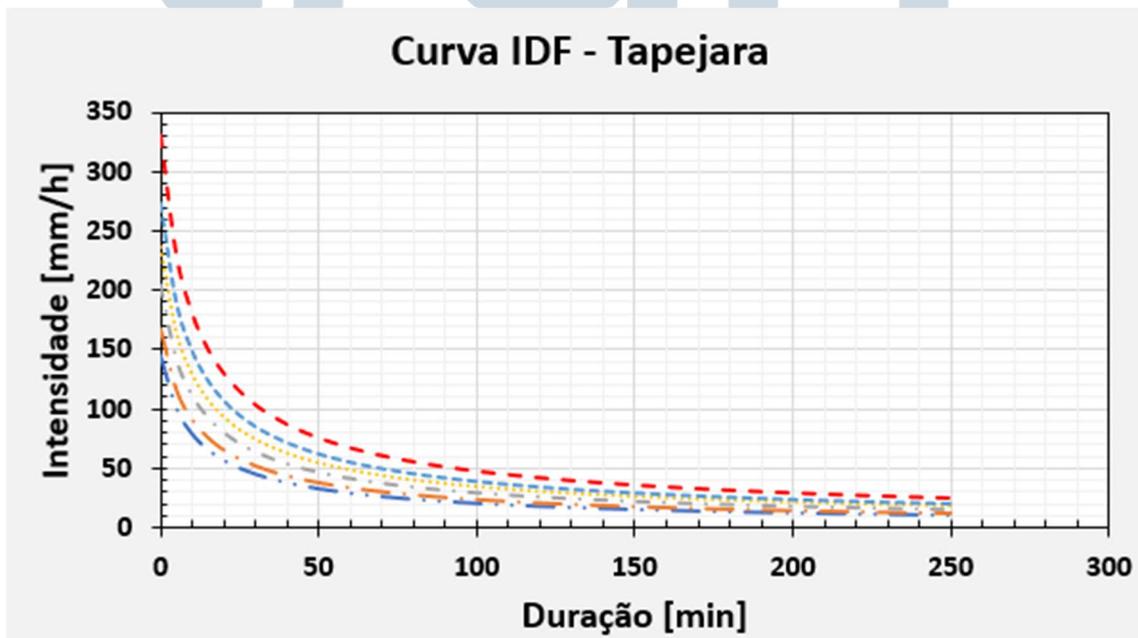


Figura 5 - Curvas intensidade-duração-freqüência

### 2.3.4. Período de retorno

Dada a função de cada dispositivo de drenagem em um empreendimento de infraestrutura, o período de retorno difere em cada um deles. O tempo médio para que o maior evento natural seja superado é:

- 10 anos para obras de drenagem superficial;
- 10 a 50 anos para obras de arte correntes (bueiros);
- 100 anos para obras de arte especiais (pontes);

Conforme gráfico de intensidade-duração-frequência, obtêm-se os seguintes períodos de retorno.

t [min]	TR = 1 ano	TR = 2 anos	TR = 5 anos	TR = 10 anos	TR = 20 anos	TR = 50 anos
0	145	168	204	236	273	330
5	101	117	142	164	190	230
10	79	92	111	129	149	180
15	66	76	93	107	124	150
20	57	66	80	93	107	130
25	51	58	71	82	95	115
30	46	53	64	74	85	104
35	42	48	58	67	78	94
40	38	44	54	62	72	87
45	36	41	50	58	67	81
50	33	38	47	54	62	76
55	31	36	44	51	59	71
60	30	34	41	48	55	67
65	28	32	39	46	53	64
70	27	31	37	43	50	61
75	26	30	36	41	48	58
80	24	28	34	40	46	56
85	23	27	33	38	44	53
90	23	26	32	37	42	51
95	22	25	30	35	41	49
100	21	24	29	34	39	48

Figura 6 - Tempo de Retorno

### 2.3.5. Tempo de Concentração

A contribuição da bacia no escoamento superficial é dada a partir do comprimento e declividade do talvegue principal, área da bacia, recobrimento vegetal e uso da terra. Para as obras de drenagem superficial, utiliza-se o MANUAL DE HIDOLOGIA BÁSICA (IPR 715 DNIT) para o cálculo, com base na equação:

$$t = \frac{10}{k} \times \frac{A^{0,3} \times L^{0,2}}{i^{0,4}}$$

Onde:

t = tempo de concentração, em minutos;

A = área da bacia, em hectares;

L = comprimento do talvegue principal, em metros;

i = declividade do talvegue principal, em %;

k = coeficiente adimensional

Conforme as características do solo e o tipo de vegetação local, determina-se K.

Terreno areno-argiloso coberto de vegetação intensa, absorção elevada	2
Terreno argiloso coberto de vegetação, absorção apreciável	3
Terreno argiloso coberto de vegetação, absorção média	4

Terreno com vegetação média, pouca absorção	4,5
Terreno com rocha, vegetação escassa, absorção baixa	5
Terreno rochoso, vegetação rala, absorção reduzida	5,5

Para as obras de drenagem pluvial calcula-se o escoamento superficial somado ao escoamento através dos canais, com a seguinte equação:

$$tc = ts + te$$

Onde:

tc = tempo de concentração (em min);

ts = tempo de escoamento superficial (em min);

te = tempo de escoamento através de canais (em min);

Por recomendação da norma, será adotado ts = 10 minutos.

### **2.3.6. Vazão de contribuição**

Pelo método racional:

Drenagem Urbana - bacia de contribuição com área inferior a 150ha;

Bueiro de Talvegue- bacia de contribuição com área inferior a 500ha.

### 2.3.7. Coeficiente de escoamento superficial

Dadas as características locais, e a atual taxa de ocupação, opta-se pela utilização do coeficiente de deflúvio igual a 0,50. A região é caracterizada por residências de um pavimento, com pátios.

### 2.3.8. Cálculo das Vazões

Para o dimensionamento de cada canal, será utilizado o método racional, dado o tamanho das bacias de contribuição.

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

A = Área da bacia contribuinte (em ha);

i = intensidade da chuva crítica (em litros / s / ha);

C = Coeficiente de escoamento superficial;

QD = Vazão da bacia contribuinte (em litros / s).

### 2.3.9. Dimensionamento

Durante o estudo topográfico da região, constatou-se que a região projetada é o receptor de uma bacia maior de ruas existentes.



Figura 7 - Bacia de Contribuição

Com vista nesta situação, optou-se por um aumento do diâmetro da rede principal, possibilitando assim no futuro, a interligação das ruas da região, no sistema de drenagem projetado.

Em parte da via, há rede de drenagem no diâmetro de 1200, já executada. Esta rede não possui caixas para coleta, então optou-se pelo reaproveitamento desta rede, com a inclusão de caixas para coleta.

Em pontos já determinados na prancha de drenagem, serão executados caixas dos dois lados da via, possibilitando a coleta por igual, em áreas de contribuição diferentes.

Há também no local, corpo hídrico que recebe a drenagem de maior parte da cidade. Hoje, onde este corpo hídrico cruza com o trecho projetado, há duas linhas de tubos de concreto com 1,5 m de diâmetro. Optou-se aqui, pelo aumento do diâmetro do sistema, assim como a

implementação de mais uma linha de drenagem. O entendimento é de que, como é um projeto de grande magnitude a ideia é alterar o sistema da região, prevendo qualquer possibilidade de crescimento populacional, assim como variações climáticas, tão evidentes nos últimos tempos. Assim, está projetado três linhas de aduelas de concreto, com 2 metros de altura cada, sobre um colchão de 40 cm de rachão, provendo a estabilidade necessária para o empreendimento.

As valas seguem as seguintes larguras, conforme o diâmetro do tubo executado. No fundo da vala, deverá ser executado um lastro de brita para regularização.

Diâmetro (mm)	Largura da Vala	Profundidade média
400	90 cm	1,50 m
600	90 cm	1,50 m
800	1,0 m	1,80 m

Caixa	Quantidade	Escavação
Maior diâmetro 600	21	2,0 m x 2,0 m x 1,50 m
Maior diâmetro 1200	18	2,50 m x 2,50 m x 1,80 m

Na sequência, está disposta tabela com o dimensionamento da drenagem. O material escavado será disposto no pátio da Secretaria de Obras, a 5 Km do local da obra.

**PLANILHA DE CALCULO PARA DIMENSIONAMENTO  
DE GALERIA DE AGUAS PLUVIAIS**

TRECHO	MONTANTE	JUSANTE	COTA DO TERRENO		(L) (m)	(S) (%)	ÁREA (ha)		tc (minutos)	TR (anos)	i (mm/min)	Q (m3/s) (prevista)	D (m) (diâmetro)	V (m/s) (velocidade)	Q (m3/s) (calculada)
			(montante)	(jusante)			(trecho)	(acum.)							
Caixa 03 - Caixa 02	Caixa 03	Caixa 02	653,380	653,280	9,97	1,003	0,447	0,447	10,12	10	2,55	0,190	0,40	1,44	0,18
Caixa 02 - Caixa 01	Caixa 02	Caixa 01	653,280	650,750	56,82	4,45	0,173	0,620	10,31	10	2,54	0,262	0,40	3,03	0,38
Caixa 04 - Caixa 01	Caixa 04	Caixa 01	650,890	650,750	10,00	1,40	0,231	0,231	10,07	10	2,55	0,098	0,60	2,23	0,63
Caixa 01 - Caixa Existente	Caixa 01	Caixa Existente	650,750	649,650	34,07	3,23	0,096	0,947	10,17	10	2,55	0,402	0,60	3,38	0,96
Caixa 27 - Caixa 05	Caixa 27	Caixa 05	652,940	652,860	10,90	0,73	0,247	0,247	10,15	10	2,55	0,105	0,40	1,23	0,15
Caixa 05 - Caixa 06	Caixa 05	Caixa 06	652,860	650,710	72,23	2,98	0,216	0,463	10,49	10	2,52	0,195	0,40	2,48	0,31
Caixa 26 - Caixa 06	Caixa 26	Caixa 06	650,970	650,710	12,16	2,14	0,213	0,213	10,10	10	2,55	0,091	0,40	2,10	0,26
Caixa 06 - Caixa 07	Caixa 06	Caixa 07	650,710	648,800	63,64	3,00	0,180	0,856	10,33	10	2,54	0,362	0,60	3,26	0,92
Caixa 25 - Caixa 07	Caixa 25	Caixa 07	648,970	648,800	10,00	1,70	0,216	0,216	10,09	10	2,55	0,092	0,40	1,87	0,24

### PLANILHA DE CÁLCULO PARA DIMENSIONAMENTO DE GALERIA DE AGUAS PLUVIAIS

TRECHO	MONTANTE	JUSANTE	COTA DO TERRENO		(L) (m)	(S) (%)	ÁREA (ha)		tc (minutos)	TR (anos)	i (mm/min)	Q (m3/s) (prevista)	D (m) (diâmetro)	V (m/s) (velocidade)	Q (m3/s) (calculada)
			(montante)	(jusante)			(trecho)	(acum.)							
Caixa 07 - Caixa 08	Caixa 07	Caixa 08	648,800	648,580	79,98	0,28	0,240	1,312	11,35	10	2,47	0,539	0,60	0,99	0,28
Caixa 24 - Caixa 08	Caixa 24	Caixa 08	649,160	648,580	10,18	5,70	0,243	0,243	10,05	10	2,55	0,103	0,40	3,43	0,43
Caixa 08 - Caixa 09	Caixa 08	Caixa 09	648,580	644,980	96,61	3,73	0,240	1,795	10,44	10	2,53	0,756	0,60	3,63	1,03
Caixa 23 - Caixa 09	Caixa 23	Caixa 09	645,570	644,980	10,18	5,80	0,297	0,297	10,05	10	2,55	0,126	0,40	3,46	0,43
Caixa 09 - Caixa 10	Caixa 09	Caixa 10	644,980	639,830	61,76	8,34	0,300	2,392	10,16	10	2,55	1,016	0,80	6,58	3,31
Caixa 22 - Caixa 10	Caixa 22	Caixa 10	640,810	639,830	11,10	8,83	0,189	0,189	10,04	10	2,56	0,080	0,40	4,27	0,54
Caixa 10 - Caixa 11	Caixa 10	Caixa 11	639,830	635,750	57,37	7,11	0,177	2,758	10,16	10	2,55	1,171	0,80	6,08	3,05
Caixa 21 - Caixa Cega 03	Caixa 21	Caixa Cega 03	635,620	632,580	10,00	30,40	0,186	0,186	10,02	10	2,56	0,079	0,40	7,92	0,99
Caixa 11 - Caixa Cega 03	Caixa 11	Caixa Cega 03	635,750	632,580	5,07	62,52	0,114	3,058	10,00	10	2,56	1,304	0,80	18,03	9,06



**PLANILHA DE CÁLCULO PARA DIMENSIONAMENTO  
DE GALERIA DE AGUAS PLUVIAIS**

TRECHO	MONTANTE	JUSANTE	COTA DO TERRENO		(L) (m)	(S) (%)	ÁREA (ha)		tc (minutos)	TR (anos)	i (mm/min)	Q (m3/s) (prevista)	D (m) (diâmetro)	V (m/s) (velocidade)	Q (m3/s) (calculada)
			(montante)	(jusante)			(trecho)	(acum.)							
Caixa 36 - Caixa 35	Caixa 36	Caixa 35	639,430	639,370	10,00	0,60	0,360	0,360	10,15	10	2,55	0,153	0,40	1,11	0,14
Caixa 35 - Caixa 34	Caixa 35	Caixa 34	639,370	637,620	51,52	3,40	0,168	0,528	10,32	10	2,54	0,223	0,40	2,65	0,33
Caixa 34 - Caixa 33	Caixa 34	Caixa 33	637,620	636,060	23,96	6,51	0,072	0,600	10,11	10	2,55	0,255	0,40	3,66	0,46
Caixa 37 - Caixa 33	Caixa 37	Caixa 33	636,590	636,060	10,31	5,14	0,189	0,189	10,05	10	2,55	0,080	0,40	3,26	0,41
Caixa 33 - Caixa 32	Caixa 33	Caixa 32	636,060	634,600	18,67	7,82	0,072	0,861	10,06	10	2,55	0,367	0,60	5,26	1,49
Caixa 32 - Caixa 31	Caixa 32	Caixa 31	634,600	632,700	27,10	7,01	0,069	0,930	10,09	10	2,55	0,396	0,60	4,98	1,41
Caixa 38 - Caixa 31	Caixa 38	Caixa 31	632,940	632,700	10,14	2,37	0,123	0,123	10,08	10	2,55	0,052	0,40	2,21	0,28
Caixa 31 - Caixa 30	Caixa 31	Caixa 30	632,700	630,980	22,66	7,59	0,069	1,122	10,07	10	2,55	0,477	0,60	5,19	1,47
Caixa 30 - Caixa 29	Caixa 30	Caixa 29	630,980	627,990	53,16	5,62	0,171	1,293	10,20	10	2,54	0,548	0,60	4,46	1,26

**PLANILHA DE CÁLCULO PARA DIMENSIONAMENTO  
DE GALERIA DE AGUAS PLUVIAIS**

TRECHO	MONTANTE	JUSANTE	COTA DO TERRENO		(L) (m)	(S) (%)	ÁREA (ha)		tc (minutos)	TR (anos)	i (mm/min)	Q (m3/s) (prevista)	D (m) (diâmetro)	V (m/s) (velocidade)	Q (m3/s) (calculada)
			(montante)	(jusante)			(trecho)	(acum.)							
Caixa 29 - Caixa 28	Caixa 29	Caixa 28	627,990	626,540	33,90	4,28	0,102	1,395	10,15	10	2,55	0,592	0,60	3,89	1,10
Caixa 39 - Caixa 28	Caixa 39	Caixa 28	627,170	626,540	10,54	5,98	0,105	0,105	10,05	10	2,55	0,045	0,40	3,51	0,44
Caixa 28 - Corpo Hídrico	Caixa 28	Corpo Hídrico	626,540	625,540	8,00	12,50	0,000	1,500	10,02	10	2,56	0,639	0,60	6,65	1,88
Corpo Hídrico	Aduelas de concreto		646,500	625,500	850,00	2,47	0,255	151,600	11,11	10	2,48	62,697	5,40	12,80	292,99

## 2.4. ESTUDOS DE TRÁFEGO

Este estudo objetiva o fornecimento de informações para fundamentação do dimensionamento da estrutura do pavimento.

### 2.4.1. Contagem volumétrica

O local do projeto possui hoje maior tráfego de veículos leves, sendo a maioria moradores. O período de maior volume de tráfego acontece durante a colheita ou outro momento produtivo relevante.

Sendo assim, optou-se por determinar o tráfego em função deste período de maior intensidade no trânsito.

A classificação das vias mais utilizadas para vias municipais, são as normativas técnicas da cidade de São Paulo, com a classificação abaixo. Aqui, definiu-se a via como de tráfego médio, com 21 a 100 caminhões por dia, com "N" característico de  $5 \times 10^5$  solicitações;

FUNÇÃO PREDOMINANTE	TRÁFEGO PREVISTO	VIDA DE PROJETO (ANOS)	VOLUME INICIAL DA FAIXA MAIS CARREGADA		N	N Característico
			VEICULO LEVE	CAMINHÕES E ÔNIBUS		
Via Local	Leve	10	100	4	$2,7 \times 10^4$	$10^5$
			a	a	a	
			400	20	$1,4 \times 10^5$	
Via Local e Coletora	Médio	10	401	21	$1,4 \times 10^5$	$5 \times 10^5$
			a	a	a	
			1500	100	$6,8 \times 10^5$	

Figura 8 - Classificação das vias

## **2.5. ESTUDO GEOTÉCNICO**

Os Estudos Geotécnicos foram realizados tendo como finalidade a caracterização do subleito local, sendo executadas coletas seguindo as normativas do DAER.

### **2.5.1. Metodologia**

Os estudos geotécnicos foram realizados a partir de coletas in loco do material existente no trecho em projeto. Foram realizados os seguintes ensaios para caracterização do material:

- Análise granulométrica de solos por peneiramento
- Determinação do Limite de Liquidez
- Determinação do limite de plasticidade
- Ensaio de compactação – Proctor
- Determinação do Índice de Suporte Califórnia

## 2.5.2. Ensaio

<b>ENSAIO DE COMPACTAÇÃO</b>								
MÉTODO DE ENSAIO DAER/RS-EL 007/01								
CONTRATANTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE TAPEJARA			<b>CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL:</b>					
CONSTRUTORA:			<b>ARGILA VERMELHA</b>					
LOCAL: Rua XV de Novembro			DATA					
UMIDADE HIGROSCÓPICA			AMOSTRA		CARACTERÍSTICAS			
Cápsula	Nº	6	7	PESO DA AMOSTRA ÚMIDA Ph = 3000,0	Tipo de Compactação : Normal			
Cápsula + Solo Úmido	g	82,59	95,21		Cilindro : <input checked="" type="checkbox"/> Proctor <input type="checkbox"/> C.B.R.			
Cápsula + Solo seco	g	80,96	93,12	PESO DA AMOSTRA SECA Ps = $Ph / (100 + hm) \times 100$ Ph = 2922,0	Disco Espaçador (Pol) 2½"			
Peso da Cápsula	g	17,92	17,13		Dens. Máxima (Kg/cm³) <b>1,607</b>			
Água	g	1,63	2,09		Umidade Ótima (%) <b>19,8</b>			
Solo seco	g	63,04	75,99					
Umidade	%	2,6	2,8					
Média	hm (%)	<b>2,7</b>						
<b>MOLDAGEM</b>								
DESCRIÇÃO				Molde Nº 01	Molde Nº 01	Molde Nº 01	Molde Nº 01	Molde Nº 01
Solo úmido + molde	g	a	-	3.951	4.068	4.152	4.158	4.135
Peso do molde	g	b	-	2250	2250	2250	2250	2250
Solo úmido	g	c	a - b	1.701	1.818	1.902	1.908	1.885
Volume do molde	dm³	d	-	987	987	987	987	987
Dens. do solo úmido	kg/m³	e	c / d	1,723	1,842	1,927	1,933	1,910
Dens. do solo seco	kg/m³	f	e/(1+m)	<b>1,517</b>	<b>1,577</b>	<b>1,608</b>	<b>1,574</b>	<b>1,519</b>
Cápsula	nº	g	-	1	2	3	4	5
Solo úmido + cápsula	g	h	-	76,52	78,52	82,65	80,19	89,25
Solo seco + cápsula	g	i	-	69,45	68,95	70,95	67,52	73,46
Peso da cápsula	g	j	-	17,46	12,00	12,00	12,00	12,12
Água	g	k	h - i	7,07	9,57	11,70	12,67	15,79
Solo seco	g	l	i - j	51,99	56,95	58,95	55,52	61,34
Umidade	%	m	k / l	<b>13,6</b>	<b>16,8</b>	<b>19,8</b>	<b>22,8</b>	<b>25,7</b>
Porc.de água	%	n		3	6	9	12	15

Umidade (%)	Dens. Máxima (kg/cm³)
13,6	1,517
16,8	1,577
19,8	1,608
22,8	1,574
25,7	1,519

## ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA

MÉTODO DE ENSAIO DAER/RS-EL 009/01

<b>CONTRATANTE:</b> PREFEITURA MUNICIPAL DE TAPEJARA <b>CONSTRUTORA:</b> <b>LOCAL:</b> Rua XV de Novembro	<b>DADOS DO ENSAIO</b>	<b>RESULTADOS</b>
	<b>Nº do Molde:</b> 3	<b>Dens. Ap. Seca(kg/dm³):</b> <b>1,593</b>
	<b>Nº de Camadas:</b> 5	<b>I.S.C. (%):</b> <b>11,0</b>
	<b>Energia:</b> NORMAL COM 12 GOLPES	<b>Expansão (%):</b> <b>1,36</b>

Anel Dinamométrico Nº: 2047

Área do Pistão : 18,78 cm²

Constante : 0,1050

EXPANSÃO				
Molde		Nº 03		
Altura do molde (cm)		11,42		
-	-	Leitura	Difer.	Exp.
Data	Hora	(mm)	(mm)	%
	08:30	0,00		
	08:30			
	08:30			
	08:30	1,55	1,55	<b>1,36</b>
Peso do molde e solo úmido após embebição (g)		8960		
Peso da água absorvida (g)		112		

CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL:
<b>ARGILA VERMELHA</b>

UMIDADE HIGROSCÓPICA		
Média	%	<b>2,7</b>

MOLDAGEM	
Peso da amostra seca	5000
Peso da amostra na Um. Ótima	4870
Peso da amostra na Um. Higroscópica	6107
Teórica	1237
Evaporação	130
<b>Total</b>	<b>1107</b>

PENETRAÇÃO						
T	Penetração		Pressão Padrão	Molde L mm	Nº 03	
	mm	Pol.			Pressão kg/m² Calc.	ISC Corr.
0,0	0,00	0,000	-	0	0,0	
0,5	0,63	0,025	-	22	2,3	
1,0	1,27	0,050	-	43	4,5	
1,5	1,90	0,075	-	61	6,4	
2,0	2,54	0,100	70,31	75	7,9	<b>11,0</b>
3,0	3,81	0,150	-	96	10,1	
4,0	5,08	0,200	105,46	109	11,4	<b>10,8</b>
6,0	7,62	0,300	-	129	13,5	
8,0	10,16	0,400	-	144	15,1	
10,0	12,70	0,500	-	153	16,1	

TEOR DE UMIDADE DE MOLDAGEM			
Cápsula	Und.		
Cáp. + Solo Úmido	g	140,2	139,6
Cáp. + Solo Seco	g	120,0	119,4
Peso da Cápsula	g	19,8	20,7
Água	g	20,2	20,2
Solo seco	g	100,2	98,7
Umidade	%	20,2	20,5
Média	%	<b>20,3</b>	

DENSIDADE APARENTE SECA	
Solo úmido + molde	8848
Peso do molde	4703
Solo úmido	4145
Volume do molde	2073
Dens. do solo úmido	2,000
<b>Dens. do solo seco</b>	<b>1,593</b>

### CURVA PRESSÃO X PENETRAÇÃO



## ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

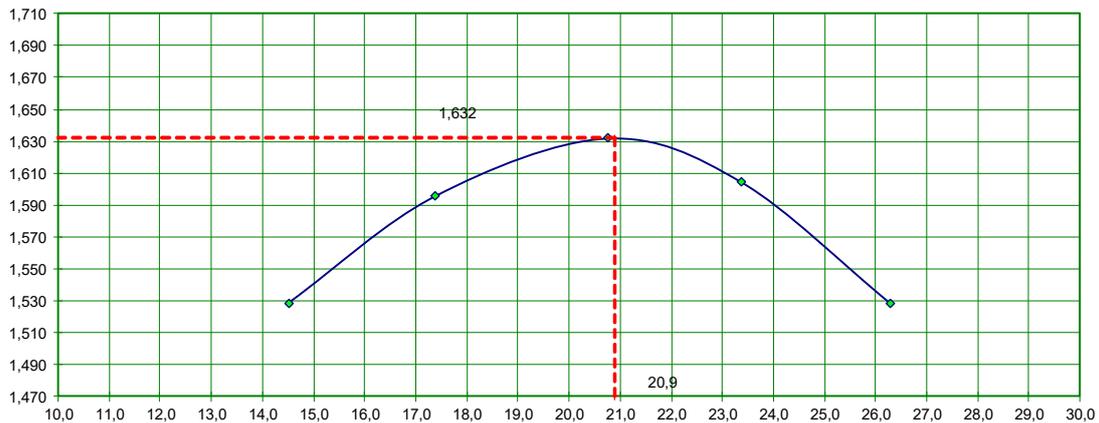
MÉTODO DE ENSAIO DAER/RS-EL 007/01

<b>CONTRATANTE:</b> PREFEITURA MUNICIPAL DE TAPEJARA <b>CONSTRUTORA:</b> <b>LOCAL:</b> TREVO 02 - ENTRONCAMENTO ÁGUA SANTA	<b>CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL:</b> <b style="color: red;">ARGILA VERMELHA</b> DATA
--	---

UMIDADE HIGROSCÓPICA			AMOSTRA		CARACTERÍSTICAS	
Cápsula	Nº	13	14	PESO DA AMOSTRA ÚMIDA Ph = 3000,0		Tipo de Compactação : Normal
Cápsula + Solo Úmido	g	80,21	79,55	PESO DA AMOSTRA SECA Ps = $Ph / (100 + hm) \times 100$ Ph = 2941,8		Cilindro : <input checked="" type="checkbox"/> Proctor <input type="checkbox"/> C.B.R.
Cápsula + Solo seco	g	78,99	78,26			Disco Espaçador (Pol) 2½"
Peso da Cápsula	g	13,22	16,94			Dens. Máxima (Kg/cm³) <b>1,632</b>
Água	g	1,22	1,29			Umidade Ótima (%) <b>20,9</b>
Solo seco	g	65,77	61,32			
Umidade	%	1,9	2,1			
Média	hm (%)	<b>2,0</b>				

### MOLDAGEM

DESCRIÇÃO				Molde Nº 01				
Solo úmido + molde	g	a	-	3.978	4.099	4.195	4.204	4.155
Peso do molde	g	b	-	2250	2250	2250	2250	2250
Solo úmido	g	c	a - b	1.728	1.849	1.945	1.954	1.905
Volume do molde	dm³	d	-	987	987	987	987	987
Dens. do solo úmido	kg/m³	e	c / d	1,751	1,873	1,971	1,980	1,930
Dens. do solo seco	kg/m³	f	e/(1+m)	<b>1,529</b>	<b>1,596</b>	<b>1,632</b>	<b>1,605</b>	<b>1,528</b>
Cápsula	nº	g	-	8	9	10	11	12
Solo úmido + cápsula	g	h	-	73,39	74,26	80,85	72,39	77,45
Solo seco + cápsula	g	i	-	66,02	65,48	69,65	62,45	63,59
Peso da cápsula	g	j	-	15,26	14,99	15,67	19,92	10,89
Água	g	k	h - i	7,37	8,78	11,20	9,94	13,86
Solo seco	g	l	i - j	50,76	50,49	53,98	42,53	52,70
Umidade	%	m	k / l	<b>14,5</b>	<b>17,4</b>	<b>20,7</b>	<b>23,4</b>	<b>26,3</b>
Porc.de água	%	n		3	6	9	12	15



## ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA

MÉTODO DE ENSAIO DAER/RS-EL 009/01

<b>CONTRATANTE:</b> PREFEITURA MUNICIPAL DE TAPEJARA	<b>DADOS DO ENSAIO</b>		<b>RESULTADOS</b>	
<b>CONSTRUTORA:</b>	<b>Nº do Molde:</b>	5	<b>Dens. Ap. Seca(kg/dm³)</b>	1,623
<b>LOCAL:</b> TREVO 02 - ENTRONCAMENTO ÁGUA SANTA	<b>Nº de Camadas:</b>	5	<b>I.S.C. (%)</b>	10,8
	<b>Energia:</b>	NORMAL COM 12 GOLPES	<b>Expansão (%):</b>	1,53

Anel Dinamométrico Nº: 2047

Área do Pistão : 18,78 cm²

Constante : 0,1050

EXPANSÃO				
Molde		Nº 05		
Altura do molde (cm)		11,42		
-	-	Leitura	Difer.	Exp.
Data	Hora	(mm)	(mm)	%
	08:50	0,00		
	08:50			
	08:50			
	08:50	1,75	1,75	1,53
Peso do molde e solo úmido após embebição (g)		9095		
Peso da água absorvida (g)		101		

CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL:
ARGILA VERMELHA

UMIDADE HIGROSCÓPICA		
Média	%	2,0

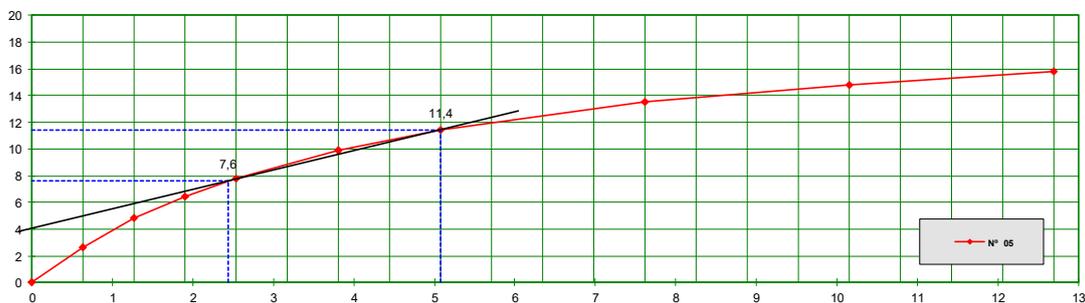
MOLDAGEM	
Peso da amostra seca	5000
Peso da amostra na Um. Ótima	4903
Peso da amostra na Um. Higroscópica	6148
Teórica	1245
Evaporação	97
<b>Total</b>	<b>1148</b>

PENETRAÇÃO						
T	Penetração		Pressão Padrão	Molde	Nº 05	
Min.	mm	Pol.	-	L mm	Pressão kg/m² Calc. Corr.	ISC %
0,0	0,00	0,000	-	0	0,0	
0,5	0,63	0,025	-	25	2,6	
1,0	1,27	0,050	-	46	4,8	
1,5	1,90	0,075	-	61	6,4	
2,0	2,54	0,100	70,31	74	7,8	10,8
3,0	3,81	0,150	-	94	9,9	
4,0	5,08	0,200	105,46	109	11,4	10,8
6,0	7,62	0,300	-	129	13,5	
8,0	10,16	0,400	-	141	14,8	
10,0	12,70	0,500	-	151	15,9	

TEOR DE UMIDADE DE MOLDAGEM			
Cápsula	Und.		
Cáp. + Solo Úmido	g	133,6	131,8
Cáp. + Solo Seco	g	113,9	112,4
Peso da Cápsula	g	19,8	20,7
Água	g	19,7	19,4
Solo seco	g	94,1	91,7
Umidade	%	20,9	21,2
Média	%	<b>21,0</b>	

DENSIDADE APARENTE SECA	
Solo úmido + molde	8994
Peso do molde	4728
Solo úmido	4266
Volume do molde	2075
Dens. do solo úmido	2,056
Dens. do solo seco	<b>1,623</b>

### CURVA PRESSÃO X PENETRAÇÃO



### **2.5.3. Resultados**

Estas amostras foram trabalhadas em laboratório, e o CBR médio adotado a partir delas é de 10%. Cabe salientar que a expansão encontrada nas duas amostras está dentro dos limites estipulados tanto por DAER quanto por DNIT.

## **2.6. PROJETO GEOMÉTRICO**

Como citado no estudo de traçado, o projeto geométrico tem como base a geometria existente. O trecho projetado possui 9 metros de pista de rolamento, 3 metros de pavimento para ciclovia e 4 metros de calçada para cada lado. A inclinação das pistas é de 2%. A velocidade de projeto adotada é de 40 Km/h. As esquinas foram projetadas com raio de 5 metros. Na esquina da rua João Bertoglio houve a necessidade de ajustar o raio para 4 metros, em função de um poste de energia elétrica.

Hoje a via possui um trecho com pavimentação existente, muito degradado. Este trecho terá como primeira etapa executiva a remoção deste pavimento por meio de fresa, para depois receber uma nova camada de CBUQ.

O segundo trecho hoje é de revestimento primário, com infraestrutura inexistente ou precária. Este trecho terá remoção de

material, conforme a altura determinada no projeto de pavimentação, para então receber a estrutura completa do pavimento. O projeto está dividido, conforme tabela abaixo.

<b>Tabela de soluções</b>	
Rua	Solução
Rua XV de Novembro	Fresa e capa
Rua Tranquilo Basso	Fresa e capa
Rua Narciso Seben	Fresa e capa
Rua XV de Novembro	Infraestrutura completa
Rua Isacó Calegare	Infraestrutura completa
Rua Pedro Sitta	Infraestrutura completa
Rua Antônio Guerra	Infraestrutura completa
Rua João Bertoglio	Infraestrutura completa
Acesso parque	Infraestrutura completa
Acesso Pista Velocross	Infraestrutura completa

Na sequência são demonstradas duas seções tipo. A primeira receberá estrutura completa, com camada de rachão, camada de brita graduada e CBUQ. A segunda seção tipo receberá uma camada de recapeamento, e uma camada de CBUQ. As larguras de ambas seções, são idênticas.

As espessuras das camadas serão abordadas no projeto de pavimentação.

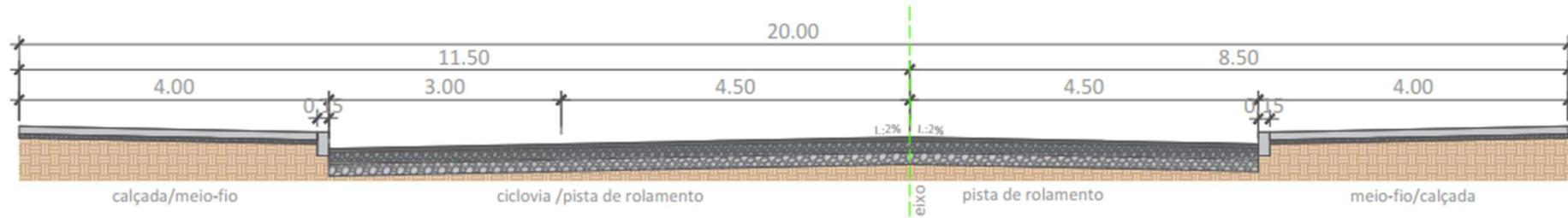


Figura 9 - Seção tipo com estrutura completa

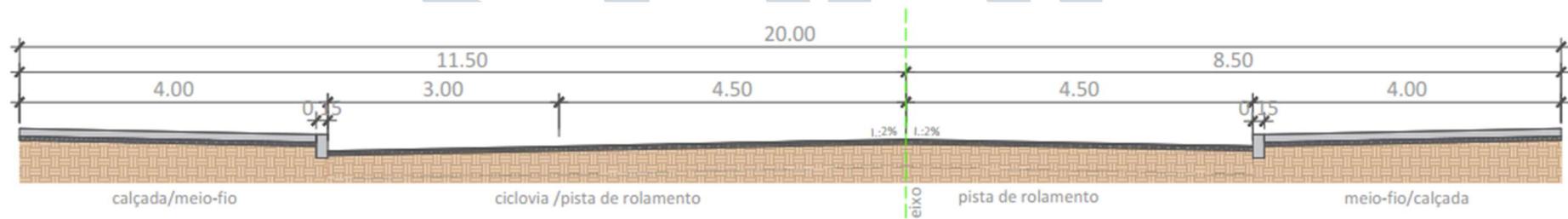


Figura 10 - Seção tipo em trecho com recapeamento

O projeto possui um total de 1.261,25 metros, 5.689,95 metros quadrados de pavimentação pelo método de fresa e capa, 9.427,40 metros quadrados de infraestrutura completa do pavimento, totalizando assim, 25.050,90 metros quadrados de projeto, incluindo ruas transversais e calçada.

Na sequência, a tabela demonstra cada área, assim como a divisão da área de projeto na rua XV de Novembro, assim como nas ruas transversais a ela.

<b>Tabela de extensão e áreas</b>				
Rua	Extensão (m)	Área Quadrada CBUQ - Fresa e Capa (m <sup>2</sup> )	Área Quadrada CBUQ - infraestrutura completa (m <sup>2</sup> )	Área Quadrada Projeto (m <sup>2</sup> )
Rua XV de Novembro	451,25	5.415,00		9.025,00
Rua Tranquilo Basso	14,10	133,95		274,95
Rua Narciso Seben	14,10	141,00		282,00
Rua XV de Novembro	637,95		7.655,40	12.759,00
Rua Isacó Calegare	14,10		141,00	267,90
Rua Pedro Sitta	14,10		141,00	267,90
Rua Antônio Guerra	15,20		152,00	288,80
Rua João Bertoglio	16,25		162,50	308,75
Acesso parque	70,00		1.033,50	1.306,80
Acesso Pista Velocross	14,20		142,00	269,80
Total	1.261,25	5.689,95	9.427,40	25.050,90

O material fresado oriundo da etapa com pavimento existente será disposto no pátio da Secretaria de Obras, a 5 Km do local da obra. Este material será futuramente utilizado na manutenção de vias com pavimentação primária.

## **2.7. PROJETO DE TERRAPLENAGEM**

Baseado nos estudos topográficos e geotécnicos projetou-se a terraplenagem da via. A intenção principal do projeto foi melhorar a conformidade geométrica da via, com o mínimo de movimentação de solo possível. Na etapa da via com fresa e capa, não haverá movimentação de solo na pista, apenas em locais pontuais das calçadas.

Na etapa onde será executado a infraestrutura completa da via, haverá remoção do material existente na via, conforme espessura das camadas a serem executadas. A intenção é que a via não ganhe um acréscimo expressivo quanto à altura, deixando as casas existentes abaixo do nível da rua.

Para os taludes de cortes e aterros foram adotadas as seguintes proporcionalidades:

- Aterros em solo (1ª categoria): 1 (V): 1,50 (H)
- Cortes em solo (1ª categoria): 1 (V): 1,0 (H)

Não há previsão de substituição de solo.

## **2.8. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO**

Para o dimensionamento das estruturas do pavimento adotou-se o Método de Projeto de Pavimento Flexível do DNER, de autoria do Eng.º Murillo Lopes de Souza. Trata-se de uma metodologia estabelecida pelo autor a partir de experiências do “Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos”, com o acréscimo de importantes conclusões decorrentes da Pista Experimental da AASHTO. Pelo procedimento referido, utilizado de forma quase unânime pelos órgãos rodoviários estaduais brasileiros.

### **2.8.1. Parâmetros de Tráfego**

Conforme considerações expostas no capítulo Estudos de Tráfego deste volume, o valor do número N é de  $N = 5 \times 10^5$  aplicações de eixo padrão de 8,2 t.

### **2.8.2. CBR de Projeto**

Conforme determinado durante a análise geotécnica do material encontrado no local, o índice de suporte Califórnia adotado como de projeto é resultado de 10,0%.

### **2.8.3. Concepção do pavimento**

A concepção do pavimento levou em consideração as características dos solos e clima da região, o volume e as cargas do tráfego para o período de projeto definido, disponibilidade de materiais, com as respectivas distâncias de transporte e a geometria do projeto.

A escolha do pavimento em CBUQ se deve pelo know-how das empresas da região, a fácil manutenção do pavimento e a velocidade na execução.

A estrutura adotada é descrita a seguir:

- Revestimento betuminoso, com capa de rolamento de concreto asfáltico. A camada de rolamento deverá ser constituída de CBUQ Faixa C com CAP 50/70.
- Imprimação, com emulsão asfáltica EAI, formulada a base de agentes tensoativos especiais, com taxa de aplicação de 1,3l/m<sup>2</sup>, utilizada com o objetivo reduzir os impactos ambientais de compostos orgânicos voláteis (VOCs) dos solventes de petróleo, quando emanados à atmosfera, bem como melhorar as condições de segurança ao manuseio do produto durante a execução dos serviços de imprimação asfáltica.
- Camada de base, de brita graduada, devido ao fato de ser esta constituída de material de elaboração e aplicação totalmente

mecanizada, tendo a execução de suas etapas, meios racionais de controle de execução devidamente fixados em normas, sem qualquer caráter subjetivo.

- Camada de sub-base, constituída de macadame seco, por este material propiciar notável enrijecimento do pavimento como um todo, e por apresentar excelente permeabilidade, constituindo um componente básico para o sistema de drenagem da estrutura do pavimento.

#### 2.8.4. Dimensionamento do Pavimento

Para o dimensionamento da estrutura da via, foram adotados como coeficientes de equivalência estrutural (k), os seguintes valores:

<b>CAMADA</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>K</b>
Revestimento	Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ)	2
Base	Brita graduada (BGS)	1
Sub-base	Macadame Seco	1

Desta forma, a espessura total do pavimento em função do número "N" e do ISCP do subleito é o seguinte:

<b>Nº "N" (x 10<sup>5</sup>)</b>	<b>ISCP (%)</b>	<b>H<sub>eq</sub> (cm)</b>
5	10,00	25

Considerando o revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), Base e sub-base de material granular ( $k=1,0$ ), as espessuras das camadas do pavimento, foram os resultados das inequações abaixo.

$$R + B + SB \geq Heq$$

Onde:

R = Espessura do revestimento

B = Espessura Base

SB = Espessura da sub-base

Depois de efetuados os cálculos que levaram a determinação das espessuras das camadas da estrutura do pavimento, é apresentado abaixo, o resultado do dimensionamento.

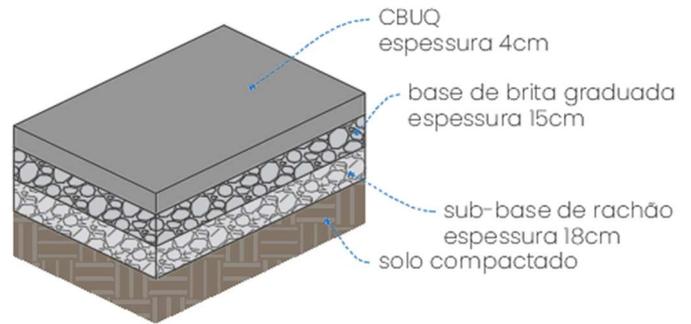
<b>Camada de revestimento (cm)</b>	<b>Camada de base de brita graduada (cm)</b>	<b>Camada de sub-base de macadame seco (cm)</b>
4	15	18

Cabe salientar que as camadas projetadas obedecem às espessuras mínimas solicitadas pelo DNIT conforme o tráfego local.

Para o trecho da via onde será utilizado fresa e capa receberá uma camada de 4 cm de CBUQ.

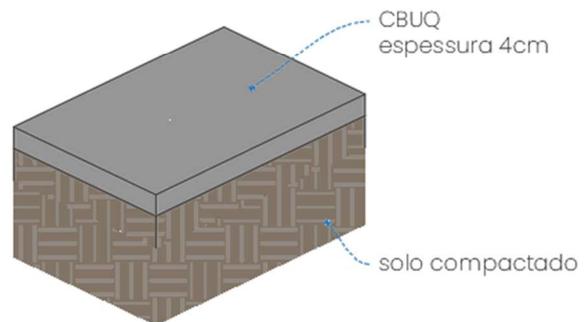
**ESTRUTURA DO PAVIMENTO - ESTRUTURA COMPLETA**

camada	pista de rolamento
CBUQ (concreto betuminoso usinado a quente)	4 cm
base de brita graduada	15 cm
sub-base de rachão	18 cm



**ESTRUTURA DO PAVIMENTO - RECAPEAMENTO**

camada	pista de rolamento
CBUQ (concreto betuminoso usinado a quente)	4 cm



Para o fornecimento dos materiais pétreos e o CBUQ, utilizou-se a menor distância dos fornecedores regionais. Todo o percurso é em rodovia pavimentada.

A distância não pavimentada utilizada em cálculo, é a metade do trecho em projeto.

Cidade	Fornecedor	Distância Pavimentada
Passo Fundo	Ricci Pedras	57,90

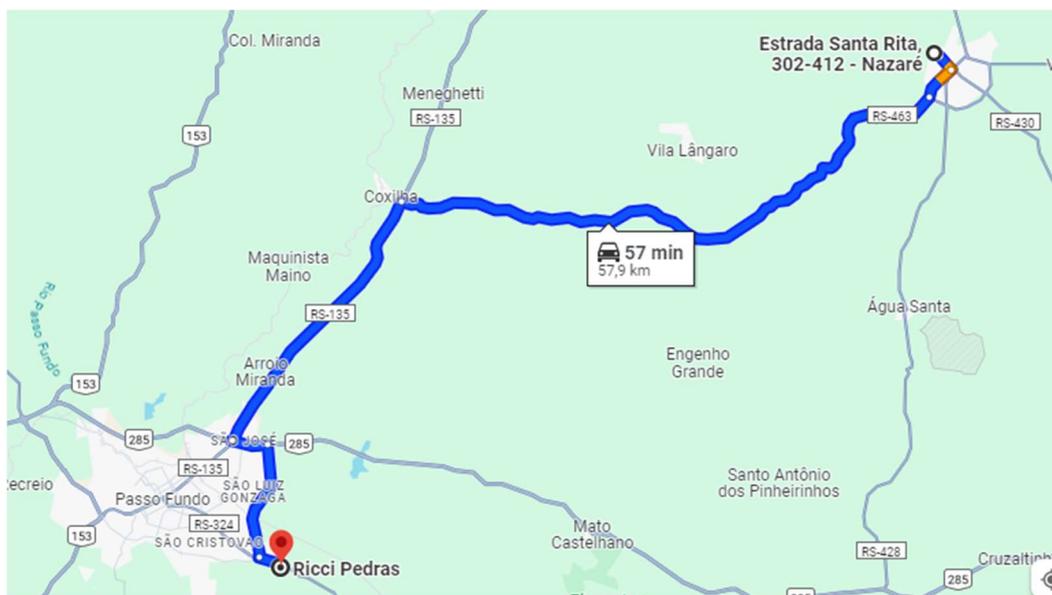


Figura 11 - DMT material pétreo

## 2.9. PROJETO DE CALÇADA

Em toda a extensão do trecho terá calçadas dos dois lados da via, com largura de 3,85 metros totalizando 4,00 metros com o meio-fio, com faixa de serviço de 1,00 metro, essa com grama, e o restante da largura, 2,85 metros de concreto moldado in loco, os detalhamentos podem ser encontrados em prancha. A calçada das interseções com ruas locais varia de largura entre 1,50 até 5,00 metros.

No projeto geométrico há indicação em planta dos trechos onde estão localizadas calçadas existentes, assim como árvores e postes de energia elétrica a serem remanejados pela própria Prefeitura Municipal. Totalizando 2 postes e 55 árvores.

### **2.9.1. Acessibilidade**

O completo uso da via provém do uso da mesma pelos pedestres e para isso devem ser observados as normativas NBR 9050:2020 e na NBR 16357:2016. No local de projeto, há algumas calçadas existentes, as quais receberão piso tátil para atender acessibilidade total. A calçada existente será removida, e o entulho direcionado para a Secretaria de Obras.

### **2.9.2. Piso Tátil**

No projeto de sinalização tátil no piso, no caso passeio de concreto moldado in loco, optou-se pela utilização de placas cimentícias, alerta e direcional na cor vermelha, a cor serve para contrastar no piso de concreto, é útil para o usuário com baixo grau de visão. A dimensão escolhida é de 40x40cm cada placa. O piso tátil deve ser instalado conforme detalhamentos, encontradas na Prancha de Detalhamentos. As placas devem atender as funções principais abaixo:

- Identificar os perigos e informar sobre a existência de desníveis e outras situações de risco permanente;
- Conduzir, orientar o sentido do deslocamento seguro;
- Informar a mudança de direção e opções de percurso;
- Ser antiderrapante, em qualquer condição, durante todo o ciclo de vida;

- Ter relevo contrastante em relação ao piso adjacente, essa condição é percebida por pessoas com deficiência visual que utilizam a bengala longa;
- Ter contraste de luminância em relação ao piso adjacente, para ser percebida por pessoas com baixa visão, durante todo o ciclo de vida.

O material removido das calçadas existentes para a execução do piso tátil, será disposto no pátio da Secretaria de Obras, a 5 Km do local da obra.

### **2.9.3. Rampas**

As calçadas possuirão rampas/rebaixamentos para promover o acesso por pessoas com dificuldades de locomoção. As dimensões do rebaixamento estão na prancha de detalhamento. Para melhor acessibilidade, a superfície das calçadas deve ser regular, estável e antiderrapante sob qualquer condição. O piso não deve provocar trepidação em dispositivos com rodas. Os rebaixos para acesso de veículos estão indicados em planta e foram quantificados na planilha orçamentária, sua correta locação será definida na execução e no padrão da prefeitura municipal.

## **2.10. PROJETO DE SINALIZAÇÃO RODOVIÁRIA**

O Projeto de Sinalização Viária estabelece os dispositivos que têm por finalidade orientar, regulamentar e advertir sobre perigos potenciais ao usuário – por meio de informações úteis e/ou necessárias ao seu deslocamento seguro e eficiente – atendendo às exigências normativas de circulação e de operação da via.

A sinalização proposta obedece a princípios tais como assegurar a visibilidade e a legibilidade diurnas e noturnas de seus próprios dispositivos, proporcionar compreensão rápida do significado das indicações, das informações, das advertências e dos conselhos educativos. Além de proporcionar uma maior fluidez ao tráfego e sua eficiência.

O projeto de implantação foi baseado no levantamento de campo, estudos de tráfego, projeto geométrico, classificação da via – urbana de 40km/h e padrão encontrado nas vias urbanas da cidade. A sinalização é comumente dividida entre vários tipos, para o presente projeto foram consideradas a sinalização vertical, horizontal e por condução ótica através de dispositivos auxiliares.

### **2.10.1. Normativa**

Para o dimensionamento e adequação do projeto foram consideradas as seguintes normas:

- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, VOLUME I – Sinalização Vertical de Regulamentação – Resolução 2022 do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN);
- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, VOLUME II – Sinalização Vertical de Advertência – Resolução 2022 (CONTRAN);
- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, VOLUME III – Sinalização Vertical de Indicação – Resolução 2022 (CONTRAN);
- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, VOLUME IV – Sinalização Horizontal – Resolução 2022 (CONTRAN);
- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, VOLUME VI – Dispositivos Auxiliares – Resolução 2022 (CONTRAN);
- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, VOLUME VIII – Sinalização Cicloviária – Resolução 2022 (CONTRAN);
- ABNT NBR 14644 – Sinalização vertical viária – Películas – Requisitos;
- NBR 5829 – Tintas, vernizes e derivados – Determinação da massa específica – Método de ensaio;
- NBR 5830 – Determinação da estabilidade acelerada de resinas e vernizes – Método de ensaio;
- NBR 5844 – Determinação qualitativa de breu em vernizes – Método de ensaio;
- NBR 6831 – Sinalização horizontal viária – Microesferas de vidro – Requisitos;
- NBR 7396 – Material para sinalização horizontal – Terminologia;

- NBR 15438 – Sinalização horizontal viária – Tintas – Método de ensaio;
- CET ET-SH-14 (15/03/2007) – Tinta à base de metil metacrilato monocomponente para sinalização horizontal;
- ABNT BNR 14636 – Sinalização horizontal viária – Tachas retrorrefletivas viárias – Requisitos.

### **2.10.2. Sinalização vertical**

A sinalização vertical abrange a aplicação de placas em pontos laterais à via, é composta por grupos de placas, cada uma classificada segundo sua função. O projeto terá como objetivos o conforto e a segurança do usuário da via, bem como a fluência do tráfego. Tais questões são alcançadas com a perfeita codificação e emprego das placas e dos materiais empregados na sua confecção.

As placas existentes na via deverão ser removidas e substituídas.

As placas de indicação e outros formatos além das placas de regulamentação e advertência estão descritas na prancha de detalhamento da Sinalização Viária.

### **2.10.3. Retrorrefletividade e Iluminação**

Para o presente projeto, serão utilizadas placas retrorrefletivas conforme NBR 14644 – Sinalização vertical viária – Películas – Requisitos.

A película deve apresentar a mesma cor, quer durante o dia, quer à noite, quando observadas à luz dos faróis de um veículo.

Para as placas de regulamentação, deve ser utilizado para fundo película refletiva tipo I, para letras/tarjas/setas películas refletivas tipo I, conforme detalhado no projeto. Para as placas de advertência, deve ser utilizado para fundo película refletiva tipo I, para letras/tarjas/setas películas refletivas tipo I, conforme detalhado no projeto.

#### **2.10.4. Sinalização Vertical de Regulamentação**

As placas de regulamentação têm por finalidade informar sobre as limitações, proibições ou restrições, regulamentando o uso da via. Segundo Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, VOLUME I – Sinalização Vertical de Regulamentação – as placas de regulamentação deverão ter os seguintes formas e cores:

##### **a. Forma e Cores**

A forma padrão do sinal de regulamentação é a circular, e as cores são vermelha, preta e branca. Constituem exceção, quanto à forma, os sinais R-1 – “Parada Obrigatória” e R-2 – “Dê a Preferência”.

Características dos sinais de regulamentação:

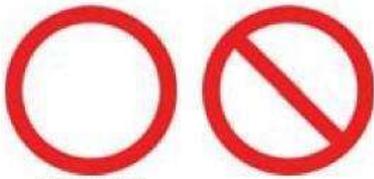
Forma		Cor	
 OBRIGAÇÃO/ RESTRIÇÃO      PROIBIÇÃO		Fundo	Branca
		Símbolo	Preta
		Tarja	Vermelha
		Orla	Vermelha
		Letras	Preta

Figura 3 – Características dos sinais de regulamentação

Características do sinal R-1:

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

Figura 4 – Características do sinal R-1

As cores deverão obedecer aos critérios abaixo, e ao padrão Munsell indicado:

Cor	Padrão Munsell (PM)	Utilização nos sinais de regulamentação
Vermelha	7,5 R 4/14	Fundo do sinal R-1; Orla e tarja dos sinais de regulamentação em geral.
Preta	N 0,5	Símbolos e legendas dos sinais de regulamentação.
Branca	N 9,5	Fundo de sinais de regulamentação; letras do sinal R-1.

R - red -vermelho  
N - neutral (cores absolutas)

Figura 5 – Padrão Munsell

## b. Dimensões

As dimensões mínimas para cada tipo de via, conforme a forma da placa deve obedecer aos critérios a seguir:

Via	Diâmetro mínimo (m)	Tarja mínima (m)	Orla mínima (m)
Urbana	0,40	0,040	0,040
Rural (estrada)	0,50	0,050	0,050
Rural (rodovia)	0,75	0,075	0,075
Áreas protegidas por legislação especial(*)	0,30	0,030	0,030

(\*) relativa a patrimônio histórico, artístico, cultural, arquitetônico, arqueológico e natural.



Figura 6 - Dimensões mínimas - sinais de forma circular

Via	Diâmetro (m)	Tarja (m)	Orla (m)
Urbana (de trânsito rápido)	0,75	0,075	0,075
Urbana (demais vias)	0,50	0,050	0,050
Rural (estrada)	0,75	0,075	0,075
Rural (rodovia)	1,00	0,100	0,100

Figura 7 - Dimensões recomendadas - sinais de forma circular

Via	Lado mínimo (m)	Orla interna branca mínima (m)	Orla externa vermelha mínima (m)
Urbana	0,25	0,020	0,010
Rural (estrada)	0,35	0,028	0,014
Rural (rodovia)	0,40	0,032	0,016
Áreas protegidas por legislação especial(*)	0,18	0,015	0,008

(\*) relativa a patrimônio histórico, artístico, cultural, arquitetônico, arqueológico e natural.

Figura 8 - Dimensões mínimas – sinais de forma octogonal - R-1

Via	Lado (m)	Orla interna branca (m)	Orla externa vermelha (m)
Urbana	0,35	0,028	0,014
Rural (estrada)	0,35	0,028	0,014
Rural (rodovia)	0,50	0,040	0,020

Figura 9 - Dimensões recomendadas – sinais de forma octogonal – R-1

A dimensão para este projeto irá respeitar o requisito das dimensões mínimas para via urbana de 0,40m de diâmetro e placa R-1 (PARE) com dimensão de 0,35m.

### 2.10.5. Sinalização Vertical de Advertência

As placas de advertência têm a função de chamar a atenção dos condutores de veículos para a existência e natureza de perigo na via ou adjacências. Segundo Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito,

VOLUME II – Sinalização Vertical de Advertência – as placas de advertência deverão ter as seguintes formas e cores:

**a. Forma e Cores**

A forma padrão dos sinais de advertência é a quadrada, devendo uma das diagonais ficar na posição vertical, e as cores são: amarela e preta.

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

Figura - 10 Características dos sinais de advertência

As cores deverão obedecer aos critérios abaixo, e ao padrão Munsell indicado:

Cor	Padrão Munsell	Utilização nos Sinais de Advertência
Amarela	10YR 7,5/14	fundo e orla externa dos sinais de advertência; foco semafórico do símbolo do sinal A-14.
Preta	N 0,5	símbolos, tarjas, orlas internas e legendas dos sinais de advertência.
Verde	10 G 3/8	foco semafórico do símbolo do sinal A-14.
Vermelha	7,5 R 4/14	foco semafórico do símbolo do sinal A-14.

PM – Padrão Munsell  
Y – Yellow-amarelo  
N – Neutral (cores absolutas)  
R – Red-vermelho  
G – Green-verde

Figura 11 – Padrão Munsell

### a. Dimensões

As dimensões mínimas para cada tipo de via, conforme a forma da placa deve obedecer aos critérios a seguir:

Via	Lado mínimo (m)	Orla externa mínima (m)	Orla interna mínima (m)
Urbana	0,450	0,009	0,018
Rural (estrada)	0,500	0,010	0,020
Rural (rodovia)	0,600	0,012	0,024
Áreas protegidas por legislação especial(*)	0,300	0,006	0,012

(\*) relativa a patrimônio histórico, artístico, cultural, arquitetônico, arqueológico e natural.

Obs.: Nos casos de sinais de advertência desenhados em placa adicional, o lado mínimo pode ser de 0,30m.

Figura 12 - Dimensões mínimas - sinais de forma quadrada

A dimensão para este projeto irá respeitar o requisito das dimensões mínimas para via urbana, de 0,45m de diâmetro.

#### 2.10.6. Substratos (material da placa)

Os substratos utilizados serão chapas planas de aço zincadas N° 16, em conformidade com ABNT NBR 11904 - Placas de aço zincado para sinalização viária. O verso das chapas será revestido com pintura eletrostática a pó (poliéster) ou tinta esmalte sintético sem brilho na cor preta de secagem a 140° C.

#### 2.10.7. Suportes

Para os postes metálicos, perfil “C” Metálico de Aço Carbono - ABNT NBR 14890 - Sinalização vertical viária – Suportes metálicos em aço para placas – Requisitos – todos os componentes dos postes de sustentação deverão ser galvanizados por imersão a quente para proteção contra corrosão, de acordo com a ABNT NBR 6323 - Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido – Especificação.

Algumas placas de advertência, regulamentação, assim como as de indicação (logradouro) serão instaladas em conjunto com outras placas. Sendo assim, não necessitam de suporte individual, como indicado nas plantas de projeto.

#### **2.10.8. Posicionamento na Via**

A regra geral de posicionamento das placas de sinalização, consiste em colocá-las no lado direito da via no sentido do fluxo de tráfego que devem regulamentar.

As placas de sinalização devem ser colocadas na posição vertical, fazendo um ângulo de 93° a 95° em relação ao sentido do fluxo de tráfego, voltadas para o lado externo da via. Esta inclinação tem por objetivos assegurar boa visibilidade e leitura dos sinais, evitando o reflexo especular que pode ocorrer com a incidência de faróis de veículos ou de raios solares sobre a placa.

A borda inferior da placa ou do conjunto de placas colocada lateralmente à via, deve ficar a uma altura livre entre 2,0 e 2,5 metros em relação ao solo, inclusive para a mensagem complementar, se esta existir.

As placas assim colocadas se beneficiam da iluminação pública e provocam menor impacto na circulação dos pedestres, assim como ficam livres do encobrimento causado pelos veículos.

Na presença das defensas metálicas, o afastamento deve ser de 0,80m a contar do dispositivo.

#### **2.10.9. Sinalização Horizontal**

A sinalização horizontal é executada sobre a superfície do pavimento, constitui-se na pintura de linhas, setas, símbolos e legendas. Exercendo a função no controle do trânsito de veículos, regulamentando, orientando e canalizando a circulação de forma a se obter maior segurança aos usuários da via. As marcas devem ser visíveis sob qualquer grau de luminosidade, quanto à durabilidade, a tinta deve enquadrar-se dentro dos padrões para uma duração de dois a três anos.

As marcações e linhas estão descritas e apontadas nas pranchas do Projeto de Sinalização Viária, e citadas abaixo conforme orientação da projetista:

- **LFO-1 - Linha de Fluxo Oposto**, divide fluxos opostos de circulação, ultrapassagem e os deslocamentos laterais são proibidos para os dois sentidos, exceto para acesso a imóvel lindeiro - cor amarela - largura de 10cm - contínua;

- **LFO-2 - Linha de Fluxo Oposto**, divide fluxos opostos de circulação, delimita o espaço disponível onde ultrapassagem e os deslocamentos laterais são permitidos para os dois sentidos - cor amarela - largura de 10cm - cadência 1x2m na via e 1x3m na ciclovia - seccionada;

- **LRE - Linha de Retenção**, indica ao condutor o local limite em que deve parar o veículo motorizado e bicicleta - cor branca - largura de 30cm - contínua;

- **FTP - Faixa de Travessia de Pedestres**, delimita a área destinada à travessia de pedestres e regulamenta a prioridade de passagem dos mesmos em relação aos veículos, nos casos previstos pelo CTB - cor branca - largura de 30cm - contínua;

- **LCA - Linha de Canalização**, delimita o pavimento reservado à circulação de veículos, orientando os fluxos de tráfego por motivos de segurança e fluidez - cor amarela - largura de 10cm - contínua;

- **ZPA - Zebrado de preenchimento da área de pavimento não utilizável**, destaca a área interna às linhas de canalização, reforçando a ideia de área não utilizável para a circulação de veículos, além de direcionar os condutores para o correto posicionamento na via

– cor branca – largura de 30 cm – espaçamento entre linhas de 1,20m – rotação de 45° – contínua;

- **MCI – Marcação de ciclofaixa ao longo da via**, delimita a parte da pista de rolamento destinada à circulação exclusiva de bicicletas, denominada ciclovia:

- Cor branca – largura de 15cm – contínua;

- **MCC – Marcação de cruzamento rodoviário**, indica ao condutor de veículo a existência de um cruzamento em nível, entre a pista de rolamento e uma ciclovia ou ciclofaixa – cor branca – largura de 40cm – cadência 0,40x0,40m;

## **2.10.10. Cores das Linhas**

### **a. Branca**

A pintura branca deverá ser utilizada nas linhas que delimitam a pista de rolamento, nos zebraados com mesmo sentido de tráfego e para regulamentar movimentos sobre a pista – mediante símbolos, legendas e outros.

### **b. Amarela**

A pintura amarela deverá ser utilizada no eixo da via, proibindo ou permitindo a ultrapassagem com linhas contínuas ou seccionadas, regularizando os fluxos de sentidos opostos e na marca de proibido estacionamento.

### **c. Vermelha**

A pintura vermelha deverá ser utilizada em conjunto com as linhas brancas que delimitam a pista e também será usada para demarcar os cruzamentos rodociclovitário.

### **2.10.11. Tintas para Pavimento**

A presente descrição tem por objetivo fixar as características técnicas e condições para execução de sinalização horizontal nos locais indicados no Projeto de Sinalização.

Para a demarcação do pavimento deve ser usada tinta à base de Resina Acrílica, aplicada por spray ou por meio de maquinário apropriado, na sua aplicação recomenda-se o uso de microesferas de vidro. A tinta deve estar apta a ser aplicada nas seguintes condições:

- Temperatura ambiente entre 5° a 40°C;
- Umidade relativa do ar até 90%;
- Suportar temperatura de até 80°C.

A tinta deve apresentar característica antiderrapante e sua secagem deve ser em um período máximo de 30 minutos após a aplicação. A espessura da tinta após a aplicação, quando úmida, deverá ser de no mínimo 6mm, e sua espessura após a secagem deverá ser de no mínimo 3mm, quando medida sem adição de microesferas tipo Drop-on.

## 2.10.12. Cores das Tintas

A seguir os requisitos qualitativos que devem ser levados em conta em relação às tintas branca e amarela, cor (Munsell):

- Tinta branca: N 9,5 com tolerância N 9,0;
- Tinta amarela: 10 YR 7,5/14 com tolerância 10 YR 6,5/14 e YR 7,5/14

- Tinta vermelha: 7,5 R4/14

Ainda, a tinta deve apresentar outros requisitos como:

- Flexibilidade (ABNT MB 3372) - Inalterada - não deve apresentar fissuras ou deslocamentos;
- Sangramento (ABNT MB 3373) - Ausência - não deve apresentar alteração da cor;
- Resistência à água (ABNT MB 3374) - Inalterada - não deve apresentar amolecimento, empolamento ou outra evidência de deterioração;
- Resistência ao calor (ABNT MB 3375) - Inalterada - não deve apresentar alteração da cor, empolamento ou outra evidência de deterioração;
- Ensaio de intemperismo - 400h (ABNT MB 3376)
  - o Cor - Leve alteração, tolera-se um leve amarelecimento ou leve escurecimento;

o Integridade - Inalterada, não deve apresentar bolhas, fissuras, pulveruência ou qualquer outra evidência de alteração da integridade da película.

- Identificação do Veículo - Não volátil (espectômetro infravermelho) - o espectograma de absorção de radiações infravermelhas deve apresentar bandas características predominantes de resinas acrílicas e estireno;

- Breu e derivados - (NBR - 5844) - Ausência - determinação qualitativa de breu em vernizes.

Para o preenchimento da ciclovia (cor vermelha), pode ser usada a tinta Metil metacrilato mono componente, também apresenta alta aderência ao pavimento, flexibilidade, ótima resistência a abrasão, aplicada com esferas de vidro proporciona excelente visibilidade diurna e noturna.

### **2.10.13. Microesferas de Vidro**

As microesferas de vidro deverão obedecer às condições estabelecidas na norma NBR 6831 da ABNT, as utilizadas na sinalização com tinta acrílica são do tipo "Drop-on" e do tipo "Premix". As microesferas de vidro deverão ser incorporadas às tintas em duas fases, através de adição antes de sua aplicação Tipo Premix na proporção de 200 g/l de tinta, e posteriormente através de aspersão tipo Drop-on,

simultaneamente a aplicação da tinta, na proporção de 350 g/m<sup>2</sup>. A distribuição de microesferas de vidro deverá ser uniforme, não sendo admissível o seu acúmulo em determinadas áreas pintadas.

#### **2.10.14. Aplicação e Manutenção**

De acordo com os manuais do CONTRAN:

- Para a aplicação de sinalização em superfície com revestimento asfáltico ou de concreto novos, deve ser respeitado o período de cura do revestimento. Caso não seja possível, a sinalização poderá ser executada com material temporário, tal como tinta de durabilidade reduzida;
- A superfície a ser sinalizada deve estar seca, livre de sujeira, óleos, graxas ou qualquer outro material que possa prejudicar a aderência da sinalização ao pavimento,
- Na reaplicação da sinalização deve haver total superposição entre a antiga e a nova marca/inscrição viária. Caso não seja possível, a marca/inscrição antiga deve ser definitivamente removida.

#### **2.10.15. Sinalização Auxiliar – por Condução Ótica**

A sinalização por condução ótica compreende o uso de dispositivos auxiliares, os quais são empregados com a finalidade de

condução ótica fluente, melhorando as condições de percepção visual do traçado geométrico e suas demarcações, especialmente no período noturno.

Proporciona ao condutor melhor percepção do espaço destinado à circulação, realçando a marca longitudinal e /ou marca de canalização e reforçando a visibilidade da sinalização horizontal em condições climáticas adversas, de forma a auxiliar o posicionamento do veículo na faixa de trânsito.

No projeto foi empregado o uso de tachas na ciclovia, sua cor e cadência estão indicadas na planta da Sinalização Viária, e na tabela como abaixo:

- **Tacha bidirecional**, proporciona ao condutor melhor percepção do espaço destinado à circulação, realçando a marca longitudinal e /ou marca de canalização e reforçando a visibilidade da sinalização horizontal em condições climáticas adversas, de forma a auxiliar o posicionamento do veículo na faixa de trânsito – amarela – cadência de 2x2m – aplicada paralelamente à MCI branca.

A tacha deve apresentar um coeficiente de intensidade luminosa ( $R_i$ ) mínimo inicial em função do Volume Diário Médio – VDM da via e da cor do retrorrefletivo, conforme a tabela abaixo:

Ângulo de observação (graus)	Ângulo de observação (graus)	Ri para VDM ≤ 6.000 veículos (mcd/lux)		
		Branco	Amarelo	Vermelho
0,2	0	280	167	70
0,2	+ e -20	112	67	28

Figura 13 – Coeficiente de luminosidade

### a. Requisitos

Os materiais, refletância e outros requisitos devem atender à norma ABNT NBR 14636, conforme tabela abaixo:

Tabela 1 – Requisitos das tachas

Tacha				
Tipo de lente	I	II	III	IV
Material do corpo	A, B ou C			
Material da lente	Polimérico	Polimérico com revestimento antiabrasivo ou polímero composto antiabrasivo	Polimérico com revestimento antiabrasivo (face vítrea)	Esferas de vidro espelhado
Dimensional	Altura da parte exposta: mínima de 1,7 cm e máxima de 2,2 cm (desconsiderar as protuberâncias de apoio inferiores, caso presentes); Largura (maior dimensão paralela à face que contém a lente retrorrefletiva): mínima de 9,6 cm e máxima de 13,0 cm; Comprimento: mínimo de 7,4 cm e máximo de 11,0 cm.			
Pino	Opcional. Caso presente, seguir o descrito em 5.2.2			
Refletância inicial	Tabelas 4 e 5			
Cor	Atender ao estabelecido em 5.4			
Refletância após 20 L de abrasivo	Manter pelo menos 80 % da refletância das Tabelas 4 e 5			
Resistência ao impacto e penetração de água	A lente retrorrefletiva não pode apresentar trincas, quebras ou delaminação que permitam penetração de água de modo que a retrorrefletividade seja inferior à estabelecida em 5.3, quando ensaiada conforme 6.4			
Identificação	Todas as tachas devem apresentar o nome do fabricante em seu corpo, em relevo e em local visível após a sua aplicação			

Figura 14 – Requisitos

## **b. Materiais**

Levando em consideração os requisitos e estudo de tráfego realizado, optou-se por tachas de material metálico (tipo C) onde a tacha suporta carga de 40.000 kgf, refletivo com revestimento antiabrasivo (face de material não vítreo) (tipo II), as cores serão empregadas conforme a aplicação nas linhas e marcações viárias, sendo branca em mesmo sentido e amarela em sentido oposto.

## **c. Fixação**

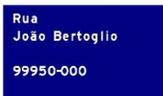
A fixação das tachas se dará por meio químico, onde deve ser efetuada conforme recomendações do fabricante, respeitando as limitações de temperatura determinantes de alterações do pavimento. A cola aplicável deve ser a recomendada pelo fabricante, respeitando-se as limitações de temperatura determinantes de alterações do pavimento asfáltico. A cola utilizada para fixação deve oferecer perfeita aderência da tacha ao pavimento asfáltico, devendo ter um tempo de secagem que permita a liberação do tráfego em, no máximo, trinta minutos.

- **Ondulação Transversal,** a ondulação transversal (lombada) existente, com eixo na estaca 0+917,60, usada para redução

de velocidade, receberá sinalização vertical de advertência e faixas oblíquas na cor amarela, inclinadas a 45° em relação à seção transversal da via, no sentido horário, com largura mínima de 0,25m, espaçadas entre si no máximo de 0,50m, alternadamente sobre a ondulação.

## 2.10.16. Nota de Serviço de Sinalização

SINALIZAÇÃO VERTICAL - PLACAS											
Imagem	Código	Estaca	Lado	Nort	Est	Substrato	Pel. Fundo	Pel. Orla	Suporte	Dimensão	Área
	Logradouro 8	0+0	LE	6894699,9092	400215,1024	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,45x0,25	0,11
	Logradouro 0	0+0	LE	6894692,4157	400205,7695	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,45x0,25	0,11
	Logradouro 1	0+174,97	LD	6895305,6672	399539,295	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,45x0,25	0,11
	Logradouro 0	0+174,97	LD	6895305,6672	399539,295	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,45x0,25	0,11
	R-19.4	0+181,27	LD	6895297,9983	399543,4189	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,40	0,126
	A-30b	0+24,04	LD	6895270,7425	399404,6612	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,45	0,2
	R-1	0+24,04	LD	6895270,7425	399404,6612	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,35	0,591

SINALIZAÇÃO VERTICAL - PLACAS											
Imagem	Código	Estaca	Lado	Nort	Est	Substrato	Pel. Fundo	Pel. Orla	Suporte	Dimensão	Área
	Logradouro 1	0+253	LD	6895278,1119	399611,8072	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,45x0,25	0,11
	Logradouro 0	0+253	LD	6895278,1119	399611,8072	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,45x0,25	0,11
	R-19.4	0+268,17	LD	6895271,6092	399624,2156	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,40	0,126
	R-34	0+299,17	LE	6895265,5178	399657,4026	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,40	0,126
	R-19.4	0+299,17	LE	6895265,5178	399657,4026	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,40	0,126
	A-30b	0+316,81	LE	6895257,8763	399673,804	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,45	0,2
	R-1	0+316,81	LE	6895257,8763	399673,804	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,35	0,591
	R-19.4	0+32,97	LD	6895277,3156	399411,1893	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,40	0,126
	Logradouro 2	0+328,95	LE	6895249,0601	399682,5705	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,45x0,25	0,11

SINALIZAÇÃO VERTICAL - PLACAS											
Imagem	Código	Estaca	Lado	Nort	Est	Substrato	Pel. Fundo	Pel. Orla	Suporte	Dimensão	Área
	Logradouro 0	0+328,95	LE	6895249,0601	399682,5705	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,45x0,25	0,11
	R-19.4	0+383,85	LE	6895215,7415	399726,3494	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,40	0,126
	A-30b	0+400,75	LE	6895207,802	399742,7662	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,45	0,2
	R-1	0+400,75	LE	6895207,802	399742,7662	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,35	0,591
	Logradouro 3	0+413,52	LE	6895198,226	399750,9211	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,45x0,25	0,11
	Logradouro 0	0+413,52	LE	6895198,226	399750,9211	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,45x0,25	0,11
	S-14	0+47,97	LD	6895284,8815	399424,1414	Aço	Tipo I	Tipo I	Coluna Simples	0,50x0,70	0,35
	R-34	0+470,3	LE	6895157,5202	399792,1629	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,40	0,126
	R-19.4	0+470,3	LE	6895157,5202	399792,1629	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,40	0,126

SINALIZAÇÃO VERTICAL - PLACAS											
Imagem	Código	Estaca	Lado	Nort	Est	Substrato	Pel. Fundo	Pel. Orla	Suporte	Dimensão	Área
	R-19.4	0+470,56	LD	6895148,2617	399782,4719	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,40	0,126
	A-30b	0+488,26	LE	6895147,0128	399807,2802	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,45	0,2
	R-1	0+488,26	LE	6895147,0128	399807,2802	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,35	0,591
	Logradouro 4	0+500,11	LE	6895135,6256	399813,1596	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,45x0,25	0,11
	Logradouro 0	0+500,11	LE	6895135,6256	399813,1596	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,45x0,25	0,11
	R-34	0+589,59	LE	6895066,5186	399869,4491	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,40	0,126
	R-19.4	0+589,59	LE	6895066,5186	399869,4491	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,40	0,126
	R-34	0+589,86	LE	6895215,7415	399726,3494	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,40	0,126
	A-30b	0+606,46	LE	6895056,5758	399883,6559	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,45	0,2

SINALIZAÇÃO VERTICAL - PLACAS											
Imagem	Código	Estaca	Lado	Nort	Est	Substrato	Pel. Fundo	Pel. Orla	Suporte	Dimensão	Área
	R-1	0+606,46	LE	6895056,5758	399883,6559	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,35	0,591
	Logradouro 5	0+618,84	LE	6895045,3897	399889,7091	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,45x0,25	0,11
	Logradouro 0	0+618,84	LE	6895045,3897	399889,7091	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,45x0,25	0,11
	S-14	0+814,71	LE	6894901,2212	400020,2266	Aço	Tipo I	Tipo I	Coluna Simples	0,50x0,70	0,35
	R-34	0+830,08	LE	6894889,9213	400030,6343	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,40	0,126
	R-19.4	0+830,08	LE	6894889,9213	400030,6343	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,40	0,126
	R-19.4	0+830,6	LD	6894880,3612	400021,0168	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,40	0,126
	A-30b	0+847,92	LE	6894879,3723	400045,5534	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,45	0,2
	R-1	0+847,92	LE	6894879,3723	400045,5534	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,35	0,591

SINALIZAÇÃO VERTICAL - PLACAS											
Imagem	Código	Estaca	Lado	Nort	Est	Substrato	Pel. Fundo	Pel. Orla	Suporte	Dimensão	Área
	Logradouro 6	0+860,3	LE	6894868,2452	400051,7359	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,45x0,25	0,11
	Logradouro 0	0+860,3	LE	6894868,2452	400051,7359	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,45x0,25	0,11
	A-18_setae	0+917,5	LD	6894816,3427	400079,7834	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,8x1,0	0,8
	A-18_setae	0+920,15	LE	6894823,4686	400091,4362	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,8x1,0	0,8
	R-34	0+950,24	LE	6894801,3476	400111,825	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,40	0,126
	R-19.4	0+950,24	LE	6894801,3476	400111,825	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,40	0,126
	A-30b	0+968,12	LE	6894790,9128	400126,8813	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,45	0,2
	R-1	0+968,12	LE	6894790,9128	400126,8813	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,35	0,591
	Logradouro 7	0+980,13	LE	6894780,1628	400132,9423	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,45x0,25	0,11

SINALIZAÇÃO VERTICAL - PLACAS											
Imagem	Código	Estaca	Lado	Nort	Est	Substrato	Pel. Fundo	Pel. Orla	Suporte	Dimensão	Área
	Logradouro 0	0+980,13	LE	6894780,1628	400132,9423	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,45x0,25	0,11
	R-19.4	1+70,09	LE	6894713,4667	400193,2383	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,40	0,126
	R-34	1+84,7	LE	6894702,796	400203,2142	Aço	Tipo I	Tipo IV	Coluna Simples	0,40	0,126

### **3. PLANO DE EXECUÇÃO**

#### **3.1. ESPECIFICAÇÃO DE EXECUÇÃO – TERRAPLENAGEM**

Os serviços de terraplenagem compreendem a conformação física do leito natural da via, conforme projeto. Fazem parte deste serviço basicamente cortes e aterros.

##### **3.1.1. Cortes**

O serviço de escavação, é simplesmente o corte do terreno natural da via. As operações de corte compreendem a escavação propriamente dita, a carga, o transporte, a descarga e o espalhamento do material no destino final (aterro, bota-fora ou depósito).

Quanto aos materiais ocorrentes nos cortes são classificados:

Materiais de 1ª categoria: compreendem os solos em geral, de natureza residual ou sedimentar, seixos rolados ou não, e rochas em adiantado estado de decomposição, com fragmentos de diâmetro máximo inferior a 0,15 m, qualquer que seja o teor de umidade apresentado. Compreendem ainda as pedras soltas, rochas fraturadas em blocos maciços de volume inferior a 0,5 m<sup>3</sup>, rochas de resistência inferior à do granito (rochas brandas). A escavação destes materiais envolve o emprego de equipamentos convencionais de terraplenagem;

Materiais de 2ª categoria: compreendem os materiais cuja extração exija o uso combinado de escarificador pesado e explosivos, incluindo-se os blocos maciços de volume inferior a 2 m<sup>3</sup>;

Materiais de 3ª categoria: compreendem os materiais com resistência ao desmonte mecânico igual ou superior a do granito são e blocos de rocha com diâmetro superior a 1m, ou de volume igual ou superior a 2 m<sup>3</sup>, cuja extração e redução, a fim de possibilitar o carregamento, se processem somente com o emprego contínuo de explosivos. A execução dos cortes é feita mediante a utilização racional de equipamentos ou processos adequados, compatíveis com a dificuldade extrativa e as distâncias de transporte, que possibilitem a obtenção da produtividade requerida. Podem ser utilizados os equipamentos a seguir descritos.

Materiais de 1ª categoria:

- escavadeiras hidráulicas com esteiras;
- caminhões basculantes;
- motoniveladoras. Materiais de 2ª categoria:
- escavadeiras hidráulicas com esteiras;
- caminhões basculantes;
- montoniveladoras;
- compressores de ar;
- marteletes pneumáticos. Materiais de 3ª categoria:

- escavadeiras hidráulicas com esteiras;
- perfuratrizes sobre esteiras;
- caminhões basculantes para rocha.

O acabamento da plataforma de corte, onde couber, deve ser procedido mecanicamente, pela ação da motoniveladora, de forma que seja alcançada a conformação da seção transversal de projeto. Não é permitida a presença de blocos de rocha nos taludes, que possam colocar em risco a segurança dos usuários da rodovia.

Desde o início das obras e até o seu recebimento definitivo, as escavações executadas ou em execução devem ser protegidas contra a ação erosiva das águas e mantidas em condições que assegurem drenagem eficiente.

Serviço posterior a carga, manobra e descarga de solo. Trata do transporte do solo excedente do terreno natural, até local indicado pela prefeitura para descarte.

### **3.1.2. Aterros**

Aterros são segmentos, cuja implantação requer o depósito de materiais provenientes de cortes ou de empréstimos, jazidas, para obtenção da cota desejada.

O lançamento do material para a construção dos aterros deve ser feito em camadas sucessivas, em toda largura da seção transversal e, em extensões tais, que permitam seu umedecimento e compactação de acordo com o previsto na Norma DNER-ES 282/97.

Os materiais para os aterros deverão ser isentos de matérias orgânicas. Turfas e argilas orgânicas não devem ser empregadas.

Na execução do corpo dos aterros não será permitido o uso de materiais que tenham baixa capacidade de suporte ( $ISC < 2\%$ ) e expansão maior do que 4%. Para efeito de execução da camada final dos aterros, não será permitido o uso de solos com expansão maior do que 2%.

Para efeito de compactação, a camada final é dividida em três camadas individuais de 20 cm cada.

O grau de compactação mínimo, em cada uma das camadas de 20 cm, obtido através do ensaio DNER-ME 092/94, é de 100% em relação à massa específica aparente máxima seca obtida em laboratório pelo ensaio DNIT 164- ME, considerando a energia normal ou a energia intermediária. De qualquer forma, deve ser adotada a maior energia passível de aceitação pelo material empregado, perante as condições dos equipamentos utilizados

O teor de umidade situado na faixa de  $\pm 3\%$  para as duas primeiras camadas, e  $\pm 2\%$  para a camada superficial, em relação à umidade ótima do ensaio DNER-ME 129/94. De qualquer forma, deve ser

assegurado que o valor obtido para o ISC seja igual ou superior ao previsto no projeto.

Para efeito de compactação, o corpo do aterro deverá ter grau de compactação mínimo de 95% em relação à massa específica aparente máxima seca do ensaio DNIT 165-ME (energia normal), cuja espessura máxima por camada compactada deve ser igual a 30 cm.

O teor de umidade situado na faixa de  $\pm 3\%$  em relação à umidade ótima do ensaio DNIT 164-ME.

Tanto para camada de corpo de aterro quanto camada final, as camadas que não atingirem as condições exigidas para a compactação devem ser escarificadas, homogeneizadas, levadas às condições desejadas de umidade e novamente compactadas, até que seja atingida a massa específica aparente seca exigida.

A execução dos aterros deve prever a utilização racional de equipamentos apropriados, atendidas as condições locais e a produtividade exigida. Podem ser empregados os seguintes equipamentos:

- motoniveladora;
- trator agrícola;
- grade de discos;
- caminhão irrigador;

- rolos compactadores auto propelidos (lisos, de pneus ou pés de carneiro).

Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos materiais e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta especificação.

As quantidades de ensaios para controle interno de execução referem-se às quantidades mínimas aceitáveis podendo, a critério do executante, ser ampliadas para garantia da qualidade da obra.

Para a camada final, devem ser realizados os seguintes ensaios:

Um ensaio de compactação, segundo o método de ensaio DNIT 164-ME para cada 200 m<sup>3</sup> de material e no mínimo três ensaios por pano de 600 m;

Um ensaio do Índice de Suporte Califórnia segundo o método de ensaio DNIT 172-ME, para cada 1.000 m<sup>3</sup>;

Uma determinação de umidade pelo método expedito da “frigideira” e uma determinação da massa específica aparente seca “in situ” pelo método DNER/ME 092, para cada 150 m<sup>3</sup> de camada final, alternadamente no eixo e bordo. Para aterros com extensão inferior a 100 m são executados, pelo menos, duas determinações

Um ensaio de granulometria (DNER-ME 080), do limite de liquidez (DNER-ME 122) e do limite de plasticidade (DNER-ME 082), para cada 1.000 m<sup>3</sup>.

## **3.2. ESPECIFICAÇÃO DE EXECUÇÃO – PAVIMENTAÇÃO**

A pavimentação compreende a execução de camadas sobre o sub-leito acabado da via, até a camada final de rolamento.

### **3.2.1. Regularização do subleito**

Quando os trabalhos de pavimentação são executados logo após a terraplanagem, a regularização resume-se a corrigir algumas falhas da superfície terraplanada, pois, no final da terraplanagem, já devem ter sido tomados todos os cuidados necessários ao bom acabamento da superfície e à compactação do subleito.

O equipamento básico para a execução da regularização do subleito compreende as seguintes unidades:

- motoniveladora pesada, equipada com escarificador;
- caminhão-tanque irrigador;
- trator agrícola;
- grade de discos;
- rolos compactadores compatíveis com o tipo de material empregado e as condições de densificação especificadas;
- caminhões-basculantes;

Inicialmente o preparo da superfície é procedida uma verificação geral, mediante nivelamento geométrico, comparando-se as cotas da superfície existente (camada final de terraplenagem) com as cotas previstas no projeto.

O levantamento topográfico efetuado serve de orientação à atuação da motoniveladora, a qual, através de operações de corte e aterro, conforme a superfície existente, adequando-a ao projeto;

Segue-se a escarificação geral da superfície, até profundidade de 0,20 m abaixo da plataforma de projeto;

Caso seja necessária a importação de materiais, estes são lançados preferencialmente após a escarificação, complementando-se em seguida a conformação da plataforma;

Eventuais fragmentos de pedra com diâmetro superior a 76 mm, raízes ou outros materiais estranhos, são removidos;

O teor de umidade dos materiais utilizados na regularização do subleito, para efeito da compactação, deve estar situado no intervalo que garanta um ISC no mínimo igual ao ISC de projeto, adotado para o subleito;

Caso o teor de umidade apresenta-se abaixo do limite mínimo especificado, procede-se ao umedecimento da camada, através de caminhão-tanque irrigador. Se, por outro lado, o teor de umidade de campo excede ao limite superior especificado, o material é aerado, mediante ação conjunta da grade de discos e da motoniveladora.

Concluída a correção da umidade, a camada é conformada pela ação da motoniveladora, e em seguida liberada para a compactação;

O equipamento de compactação utilizado deve ser compatível com o tipo de material e as condições de densificação pretendidas para a regularização do subleito;

A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando no bordo mais baixo e progredindo no sentido do bordo mais alto da seção transversal, exigindo-se que em cada passada do equipamento seja recoberta, no mínimo, a metade da largura da faixa anteriormente comprimida;

O grau de compactação mínimo a ser atingido é de 100%, em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio de compactação adotado como referência (energia normal ou intermediária do método DNER-ME 129/94);

O acabamento é executado pela ação conjunta da motoniveladora e do rolo de pneus. A motoniveladora atua exclusivamente em operação de corte, sendo vedada 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;

Para controle de qualidade desta etapa, se faz necessário:

- Para cada 750 m<sup>2</sup> de pista:

01 Determinação de massa específica aparente seca “in situ” à profundidade de 0,20 m

01 Determinação de teor de umidade, pelo “método expedito da frigideira”, imediatamente antes do início da compactação

- Para cada 4.500 m<sup>2</sup> de pista:

01 Conjunto de ensaios de caracterização (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria)

01 Ensaio de compactação com a energia especificada, com amostras coletadas na pista

- Para cada 9.000 m<sup>2</sup> de pista:

01 Ensaio de Índice de suporte Califórnia com a energia de compactação adotada como referência para o trecho

Os serviços executados são aceitos, à luz do controle geométrico, desde que atendidas as seguintes condições:

- Variação de cota máxima de  $\pm 0,03$  m para o eixo e bordos;
- Variação máxima de largura de + 0,30 m para a plataforma, não sendo admitida variação negativa;
- abaulamento transversal situado na faixa de  $\pm 0,5\%$ , em relação ao definido em projeto para a regularização do subleito, não se admitindo situações que permitam o acúmulo de água;

### **3.2.2. Base de Brita Graduada**

É a camada de base ou sub-base, composta por mistura em usina de produtos de britagem, apresentando granulometria contínua, cuja estabilização é obtida pela ação mecânica do equipamento de compactação.

Os agregados utilizados, obtidos a partir da britagem e classificação de rocha sã, devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais.

A percentagem de material que passa na peneira no 200 não deve ultrapassar a 2/3 da percentagem que passa na peneira no 40.

Para camadas de base, a percentagem passante na peneira no 40 não deve ser inferior a 12%.

A diferença entre as porcentagens passantes nas peneiras no 4 e no 40 deve estar compreendida entre 20 e 30%.

O índice de suporte Califórnia, obtido através do ensaio DNIT 172 ME, com a energia modificada, não deve ser inferior a 100%.

Os seguintes equipamentos são utilizados para a execução de camadas de brita graduada:

- Caminhões basculantes;
- Caminhão-tanque irrigador;
- Motoniveladora pesada;
- Vibroacabadora ou distribuidor de agregados autopropulsionado;
- Rolos compactadores do tipo liso vibratório;
- Rolos compactadores de pneumáticos de pressão regulável;
- Compactadores portáteis, manuais ou mecânicos;

A superfície que receber a camada de base ou sub-base de brita graduada deve apresentar-se desempenada e limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais. Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados, previamente à distribuição da brita graduada.

A brita graduada produzida na central é descarregada diretamente sobre caminhões basculantes e em seguida transportada para a pista.

Não é permitido o transporte de brita para a pista, quando o subleito ou a camada subjacente estiver molhada, não sendo capaz de suportar, sem se deformar, a movimentação do equipamento.

A distribuição da mistura, sobre a camada anterior previamente liberada pelo contratante, é realizada com vibroacabadora, distribuidor

de agregados ou motoniveladora, capaz de distribuir a brita graduada em espessura uniforme, sem produzir segregação.

A espessura da camada individual acabada deve situar-se no intervalo de 0,10 a 0,17 m, no máximo.

Quanto à compressão, a energia de compactação a ser adotada como referência para a execução da brita graduada é, no mínimo, a modificada.

A compactação da camada deve ser executada, idealmente, no ramo seco, com umidade cerca de 1% abaixo da ótima obtida no ensaio de compactação. De qualquer forma, o teor da umidade da mistura, por ocasião da compactação, deve estar compreendido no intervalo de -2%, a + 1% em relação à umidade ótima.

A compactação da brita graduada é executada mediante o emprego de rolos vibratórios lisos, e de rolos pneumáticos de pressão regulável.

Nos trechos em tangente, a compactação deve evoluir partindo dos bordos para o eixo, e nas curvas, partindo do bordo interno para o bordo externo. Em cada passada, o equipamento utilizado deve recobrir, ao menos, a metade da faixa anteriormente comprimida.

Durante a compactação, se necessário, pode ser promovido o umedecimento da superfície da camada, mediante emprego do caminhão-tanque irrigador.

Eventuais manobras do equipamento de compactação que impliquem em variações direcionais prejudiciais devem se processar fora da área de compressão.

A compactação deve evoluir até que se obtenha o grau de compactação mínimo de 100%, em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio DNIT 164 ME, executado com a energia adotada (modificada ou superior).

Em lugares inacessíveis ao equipamento de compressão, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida é feita à custa de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

Sobre o controle de qualidade, no início da obra e sempre que houver variação nas características da pedra:

- Abrasão Los Angeles;
- Durabilidade com sulfato de sódio (grauúdo e miúdo);
- Lateralidade ;

Quanto ao material misturado, para cada 400 m<sup>3</sup> de mistura produzida:

- Determinação do teor de umidade – Método expedito da frigideira;
- Granulometria por via lavada;
- Equivalente de areia;

Para cada 150 m<sup>3</sup> de mistura aplicada na pista:

- 01 Determinação de massa específica aparente seca “in situ”, após compactação;
- 01 Determinação do teor de umidade antes da compactação – método expedito da frigideira;

Para cada 8.000 m<sup>3</sup> de mistura aplicada na pista:

- 01 Determinação do índice de suporte Califórnia

### **3.2.3. Imprimação e Pintura de Ligação**

Imprimação: é a pintura asfáltica executada sobre a superfície de uma camada de base para promover certa coesão à superfície da camada pela penetração do ligante asfáltico aplicado, impermeabilizar e conferir condições adequadas de ligação entre a camada de base e a camada asfáltica a ser sobreposta. É aplicável em camadas de base de pavimentos flexíveis e também, em casos especiais indicados em projeto, em camadas de sub-base.

Pintura de ligação: é a pintura asfáltica executada com a função básica de promover a aderência ou ligação da superfície da camada pintada com a camada asfáltica a ser sobreposta. É aplicável em camadas de base, em camadas de ligação ou intermediárias de duas ou mais camadas asfálticas na construção de pavimentos flexíveis e ainda, sobre antigos revestimentos asfálticos, previamente à execução

de um reforço, recapeamento e rejuvenescimento superficial com lama asfáltica, micro revestimento e reperfilagens com misturas asfálticas a frio ou a quente.

Para imprimação, pode ser aplicado emulsão tipo EAI.

A definição do teor de ligante asfáltico é obtida experimentalmente variando-se a taxa de aplicação de 0,8 l/m<sup>2</sup> a 1,7 l/m<sup>2</sup> e, após 24 horas, observando-se a que produziu maior eficiência em termos de penetração e formou uma película asfáltica consistente na superfície imprimada, sem excessos ou deficiências.

Para pintura de ligação, Emulsão asfáltica de ruptura rápida (RR-1C, RR-2C ou RR1C-E, RR2C-E).

A definição do teor de ligante asfáltico é obtida experimentalmente, no canteiro da obra, variando-se a taxa de aplicação de 0,5 l/m<sup>2</sup> a 0,8 l/m<sup>2</sup> de emulsão asfáltica, acrescentando-se proporcionalmente água variando de 0,5 l/m<sup>2</sup> a 0,2 l/m<sup>2</sup>, de forma que a taxa total de emulsão e água seja sempre igual a 1,0 l/m<sup>2</sup>.

Deve ser observado, após o tempo de cura requerido, normalmente de 4 a 6 horas, qual o teor total de emulsão e água que não provocou escorrimento do ligante para os bordos e formou uma película superficial consistente, sem excessos ou deficiências.

Todo o equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pela contratante.

- vassoura mecânica rotativa;

- compressor de ar;
- caminhão-pipa.
- tanque para armazenamento do ligante asfáltico;
- tanque de depósito para água.
- distribuidor de material asfáltico (caminhão espargidor de asfalto) equipado com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento, capaz de promover a aplicação uniforme do ligante, devendo possuir:
  - barra de distribuição do tipo “circulação plena”, que possibilite ajustamentos verticais e larguras variáveis de espalhamento;
  - tacômetro, termômetros e espargidor manual, sendo este aplicável ao tratamento de pequenas áreas e correções localizadas.

### **3.2.4. Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CBUQ)**

É uma mistura asfáltica executada em usina apropriada, composta de A superfície a ser pintada deve ser varrida, eliminado o pó e todo e qualquer material solto, podendo também, ser necessário o emprego de jato de ar comprimido.

Antes da aplicação do ligante betuminoso, no caso de bases de solos coesivos, tratados ou não, a superfície da base deve ser levemente umedecida.

Nas demais superfícies a serem pintadas é permitido o ligeiro umedecimento, visando facilitar a penetração do ligante.

A temperatura de aplicação do ligante asfáltico deve ser fixada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura x viscosidade correspondente.

Camada de rolamento ou simplesmente "capa asfáltica" é a camada superior da estrutura destinada a receber diretamente a ação do tráfego. A mistura empregada deve apresentar estabilidade e flexibilidade compatível com o funcionamento elástico da estrutura e condições de rugosidade que proporcionem segurança ao tráfego

Todo o equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pela contratante.

- Usina para misturas asfálticas;
- Caminhão para transporte da mistura;
- Equipamento para distribuição – Vibroacabadora;
- Rolos compactadores do tipo liso vibratório;
- Rolos compactadores de pneumáticos de pressão regulável;

A superfície que receberá a camada de concreto asfáltico deve estar limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.

Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados previamente à aplicação da mistura.

A pintura de ligação deve apresentar película homogênea e ter adequadas condições de aderência para execução do concreto asfáltico e, se necessário, 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 essas pode ser dispensada se a execução da segunda camada for feita logo após à execução da primeira.

O concreto asfáltico deve ser produzido em usina apropriada, calibrada racionalmente de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura.

A temperatura de aquecimento do cimento asfáltico empregado deve ser, necessariamente, determinada em função da relação temperatura x viscosidade do ligante.

A temperatura mais conveniente é aquela na qual o cimento asfáltico apresenta viscosidade Saybolt-Furol na faixa de 75 a 95 segundos.

Não é permitido o aquecimento do cimento asfáltico acima de 177°C.

A temperatura de aquecimento dos agregados deve ser de 10 a 15°C superior à temperatura definida para o aquecimento do ligante, desde que não supere os 177°C.

A produção do concreto asfáltico e a frota de veículos de transporte devem assegurar a operação contínua da vibroacabadora.

O caminhão deve ser carregado de maneira a evitar segregação da mistura dentro da caçamba, a primeira carga na frente, a segunda na traseira e por último no meio.

A aderência da mistura às chapas da caçamba é evitada com aspersão prévia de solução de cal (uma parte de cal para três de água), água e sabão, ou produto específico para este fim, que não derivados de petróleo (óleo diesel, querosene, etc.). Em qualquer caso, o excesso de solução deve ser retirado antes do carregamento da mistura, basculando-se a caçamba.

A caçamba do veículo deve ser coberta com lona impermeável durante o transporte, para proteger a massa asfáltica quanto à ação de chuvas ocasionais, eventual contaminação por poeira e, especialmente, perda de temperatura e queda de partículas durante o transporte.

No emprego de concreto asfáltico como camada de rolamento ou de ligação, a mistura deve ser distribuída por uma ou mais acabadoras, atendendo aos requisitos anteriormente especificados.

Previamente ao início dos trabalhos, deve ser assegurado o conveniente aquecimento da mesa alisadora da acabadora à

temperatura compatível com a da massa a ser distribuída. 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.

As irregularidades que aparecerem na superfície da camada acabada, devem ser corrigidas de imediato pela adição manual de massa e espalhamento efetuado com ancinhos e/ou rodos metálicos. No entanto, essa alternativa deve ser minimizada pois o excesso de reparo manual compromete a qualidade do serviço.

A compressão da mistura asfáltica tem início imediatamente após a sua distribuição. Como norma geral, deve-se iniciar a compressão à temperatura mais elevada que a mistura asfáltica possa suportar, essa temperatura é fixada experimentalmente em cada caso.

As coberturas dos equipamentos de compressão utilizados devem atender às seguintes orientações gerais:

- A compressão deve ser executada em faixas longitudinais sendo sempre iniciada pelo ponto mais baixo da seção transversal e progredindo no sentido do ponto mais alto;
- Em cada passada o equipamento deve recobrir, ao menos, a metade da largura rolada na passada anterior;

A camada de concreto asfáltico recém-acabada somente deve ser liberada ao tráfego após o seu completo resfriamento.

Quanto ao controle de qualidade, dividem-se em:

No início da obra e sempre que houver alteração mineralógica na bancada da pedreira:

- 01 Ensaio de desgaste Los Angeles
- 01 Ensaio de lamelaridade;;
- 01 Ensaio de durabilidade gráudo e miúdo;
- 01 Ensaio de danos por umidade induzida;

Para cada 500 t de mistura produzida:

- 01 Ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo;
- 01 Ensaio de granulometria do agregado de cada silo;

Para cada 3000 t de mistura produzida:

- 01 Ensaio de granulometria do "filler"

Para cada 200 t de mistura produzida:

- 02 Medidas de temperatura dos agregados nos silos quentes, do ligante antes da entrada do misturador e da mistura na saída do misturador;

Espalhamento e compactação:

- 02 Temperatura durante o espalhamento e imediatamente antes da compactação;

Para cada 200 t de mistura produzida imediatamente após a passagem da acabadora:

- 01 Extração do ligante da mistura
- 01 Granulometria da mistura de agregados resultante da extração de ligante

Para cada 2000 t de mistura produzida imediatamente após a passagem da acabadora:

- 01 Densidade Máxima da Mistura Betuminosa (RICE)

### **3.3. EXECUÇÃO DE CALÇADA**

#### **3.3.1. Execução passeio de concreto moldado in loco**

##### **3.3.1.1. Preparação do Subleito**

O solo utilizado não pode ser expansível, ou seja, inchar na presença de água. A superfície deve estar plana e na cota de projeto. O caimento da água deve estar com 2% para facilitar o escoamento. Antes da compactação do subleito, os serviços como drenagem e locações complementares devem ser realizados. A argila deverá ser compactada até alcançar 100% do grau de compactação.

##### **3.3.1.2. Formas de madeira**

Sobre a camada de argila regularizada e compactada nas cotas de projeto, serão fixadas formas de madeira a cada 1 metro, essas formas

deverão suportar os esforços do trabalho, sem deslocamento. Nessa etapa também é importante limitar com formas de madeira o espaço para assentamento das placas de piso podotátil.

### **3.3.1.3. Camada de revestimento**

O concreto deverá ser pré-misturado e fornecido na obra em caminhões-betoneira, por empresa especializada, atendendo a resistência à compressão de concreto –  $f_{ck} > \text{igual } 20 \text{ MPa}$ . Com espessura de 6 cm. Onde haverá rebaixo para acesso de automóveis a camada de concreto terá espessura de 6 cm.

Assim, executa-se o espalhamento do concreto utilizando ferramentas específicas, garantindo maior produtividade e facilidade de espaçar a armadura do solo.

### **3.3.1.4. Sarrafeamento do concreto**

De forma imediata, após o adensamento do concreto, deverá ser iniciada a operação de sarrafeamento do concreto, com régua metálica e movimento de vaivém, obtendo uma superfície plana. Importante a verificação dos pontos de coleta de drenagem.

### **3.3.1.5. Rebaixamento do agregado**

O rebaixamento do agregado é executado com rolo rebaixador, a finalidade desse processo é garantir um maior adensamento do concreto e trazer a argamassa para a superfície, evitando o afloramento dos agregados e aumentando assim a resistência do concreto.

### **3.3.1.6. Desempeno do concreto**

Com desempenadeira float de magnésio ou alumínio com pelo menos 1,5m de comprimento é feito o desempeno do concreto, eliminando depressões e ressaltos, garantindo a regularização superficial do pavimento.

Para aumentar a rugosidade do pavimento, pode ser realizada uma textura superficial por meio de vassouras de piaçava ou de fios de nylon, aplicadas transversalmente ao eixo da pista, logo após o acabamento inicial com o concreto ainda fresco.

### **3.3.1.7. Placas de Piso Podotátil**

O assentamento das placas de concreto de piso podotátil deverão ser feitas sobre argamassa (1:3) e os rejuntas com cimento comum. A dimensão das placas é de 40x40cm, instaladas conforme a prancha de detalhamento.

### **3.3.1.8. Cura**

Após o adensamento do concreto, deve-se proceder rapidamente à texturização e aplicação do produto de cura química. A aplicação pode ser realizada manualmente, com pulverizadores costais. A aspersão do produto deve cobrir toda a superfície do pavimento. Recomenda-se o uso de produto de cura pigmentado, pois facilita o controle, com visualização da área aplicada e sua homogeneidade.

A cura final será dada pela colocação de mantas têxteis umedecidas sobre a superfície do pavimento, logo que este tenha resistência mecânica tal que o acabamento superficial não seja prejudicado. A superfície deve ser mantida umedecida por no mínimo 7 dias, ou até a liberação do pavimento ao tráfego conforme os resultados de resistência.

### **3.3.1.9. Juntas Serradas**

Após a definição e marcação com régua e lápis, de 2 em 2 metros dos locais de cortes, os cortes deverão ser feitos com profundidade suficiente ao enfraquecimento do concreto, definido em projeto com 2cm.

A abertura de juntas deve ser executada tão logo a resistência do concreto permita o tráfego do equipamento de corte e a serragem, sem desprendimento de matéria. É importante que se tenha um controle

rígido do tempo e profundidade de corte, a fim de evitar aparecimento de trincas estruturais.

### **3.3.1.10. Lavagem e camada seladora**

Para finalização do processo, a superfície é lavada com máquina lava-jato de água sob pressão. Após a secagem completa da superfície, recomenda-se a aplicação de uma demão de seladora. O objetivo é estancar e proteger a superfície contra agentes infiltrantes, tais como óleos, graxas, tintas, etc. Ainda, sobre o piso selado aplica-se uma demão de resina, que tem a função de proteger a superfície contra agentes abrasivos, a área deverá estar totalmente isolada até a conclusão dessa fase, pois estará suscetível a manchas.

### **3.3.1.11. Limpeza e abertura ao tráfego**

As formas poderão ser retiradas só após 12h depois da concretagem ou até o concreto atingir resistência mecânica para essa operação, sem que ocorram quebras das bordas do pavimento.

A liberação ao tráfego de pedestres será feita em função dos resultados de resistência do concreto. O controle tecnológico e o gerenciamento da obra são fundamentais para a garantia da qualidade do produto final.

### **3.3.1.12. Manutenção**

A manutenção é dividida em dois tipos:

- Preventiva: lavagem mensal com água e detergente neutro.
- Corretiva: Corta-se o piso de acordo com a área a ser refeita, de modo que este recorte funcione como uma futura junta de construção, observando-se a paginação e as dimensões existentes.

## **3.4. ESPECIFICAÇÃO DE EXECUÇÃO - DRENAGEM**

Para execução deste sistema, será utilizado retroescavadeira, ou equipamento de igual finalidade. A vala deverá ser escavada com o intuito de dar caimento ao seu fundo.

O reaterro da vala deverá ser executado em camadas de 20 cm, sendo compactadas por equipamento a percussão mecânica. No caso de existência de solos moles, esses deverão ser descartados em botafora e substituídos por argila de melhor qualidade, para evitar futuras patologias no pavimento. Os itens e os serviços compreendidos estão quantificados conforme normativas do DNIT, compreendendo dentro de suas composições os serviços descritos nesta etapa do projeto.

### **3.5. ESPECIFICAÇÃO DE EXECUÇÃO – SINALIZAÇÃO**

Esta etapa compreende a sinalização vertical e a sinalização horizontal do projeto.

#### **3.5.1. Sinalização Vertical**

As placas e defensas deverão ser instaladas em região limpa, com escavação vertical executada com cavadeira ou ferramenta similar. A placa deverá ser fixada de modo que não há movimentação no seu eixo.

#### **3.5.2. Sinalização Horizontal**

Para a aplicação de sinalização em superfície com revestimento asfáltico ou de concreto novos, deve ser respeitado o período de cura do revestimento. Caso não seja possível, a sinalização poderá ser executada com material temporário, tal como tinta de durabilidade reduzida;

A superfície a ser sinalizada deve estar seca, livre de sujeira, óleos, graxas ou qualquer outro material que possa prejudicar a aderência da sinalização ao pavimento;

Na reaplicação da sinalização deve haver total superposição entre a antiga e a nova marca/inscrição viária. Caso não seja possível, a marca/inscrição antiga deve ser definitivamente removida

A large, light blue, semi-transparent version of the Transpor Infraestrutura logo, centered on the page. It consists of the word "transpor" in a large, lowercase sans-serif font, with "INFRAESTRUTURA" in a smaller, uppercase sans-serif font directly below it.

Tapejara/RS, 20 de dezembro de 2023

Responsáveis Técnicos:

---

**Sergio Patussi Neto**

**Engenheiro Civil**

CREA/RS 206.635

---

**Brunna Marchiori Patussi**

**Arquiteta Urbanista**

CAU A148653-5