



## MEMORIAL DESCRIPTIVO

### 1. APRESENTAÇÃO

O presente memorial descritivo apresenta os elementos essenciais à execução da obra de Pavimentação asfáltica, microdrenagem, passeio público e sinalização viária na Estrada de Dona Leopoldina, município de Santa Cruz do Sul/RS.

A Responsabilidade Técnica do Projeto Executivo de Engenharia fica a cargo do Engenheiro Civil Daniel Feuerharmel – CREA/RS 164.482, Coordenador do Departamento de Projetos Urbanos e Obras Públicas.

Equipe Técnica:

Coordenador de Projeto: Eng.<sup>º</sup> Civil Daniel Feuerharmel CREA/RS 164.482.-

Técnico: Eng.<sup>º</sup> Civil João Carlos Dutra Junior CREA/RS 136.335-D.-

Tecnólogo em Estradas e Topografia: Rafael Ribeiro Lubarino CFT/BR 0577060740-8.-

Estagiários Graduandos em Engenharia Civil pela UNISC: Júlia Weber Reuter e Roger Alberto Moura da Silva.

Esta especificação técnica descritiva tem por objetivo estabelecer as normas, fixar as condições gerais e o método construtivo que deverão reger a execução da pavimentação asfáltica com C.B.U.Q. (Concreto Betuminoso Usinado a Quente), o qual totaliza uma área a ser pavimentada de 19.297,52 m<sup>2</sup> com 2.658,759 m de extensão.-

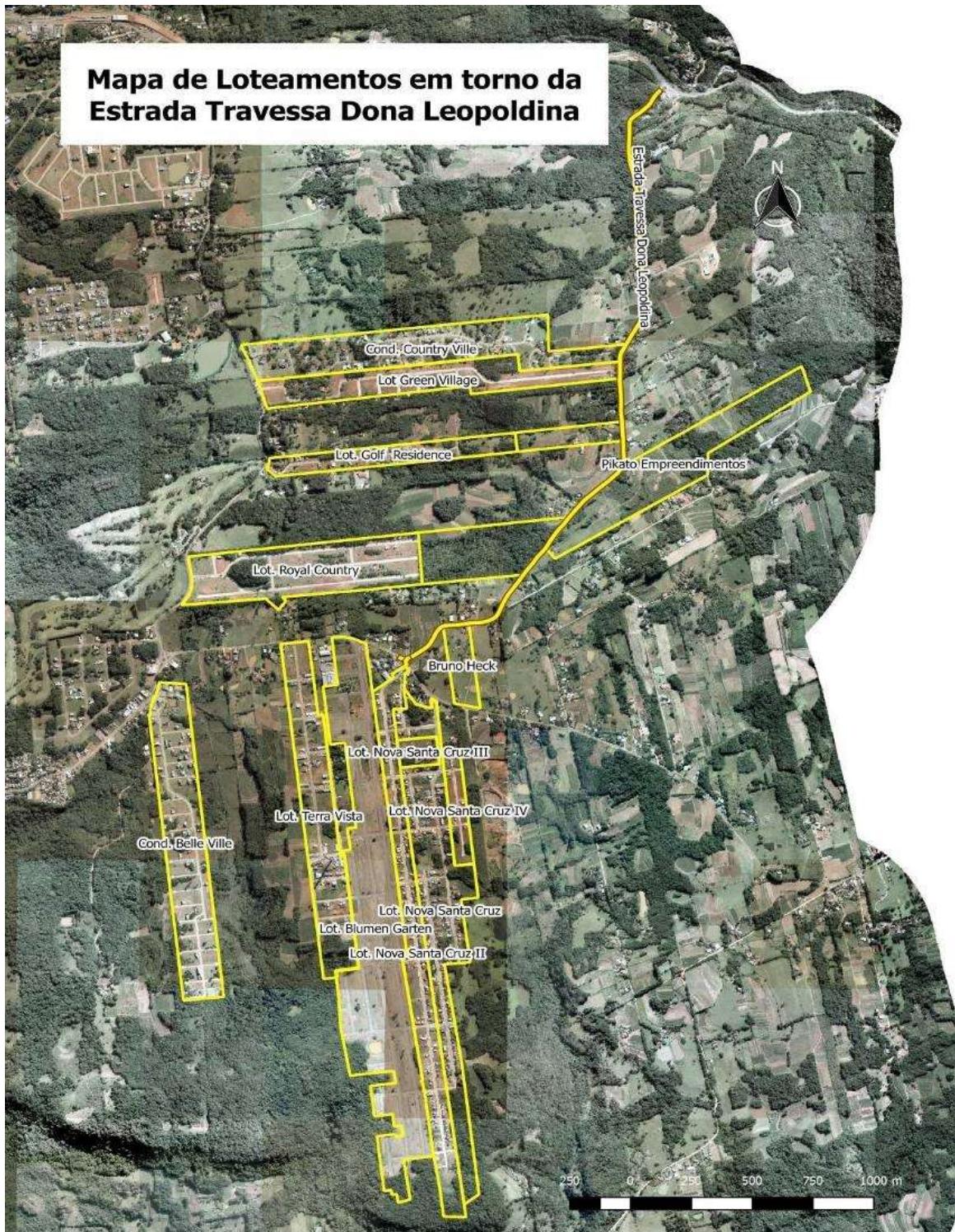
O intuito desta obra visa proporcionar um maior conforto, segurança e fluidez ao tráfego no local.



MUNICÍPIO DE  
SANTA CRUZ DO SUL

VIVER  
AQUI E  
**BOM**  
DEMAIS

## 2. MAPA DE SITUAÇÃO



### 3. ESTUDOS

#### 3.1. ESTUDO DE TRÁFEGO

##### 3.1.1. Introdução

O estudo de tráfego é geralmente as contagens de tráfego que são realizadas em conformidade com a IS 110/10 do DAER, objetivando o levantamento quantitativo de veículos circulantes na estrada durante o período de forma a obter a projeção do número “N” de projeto.

No caso da Estrada Travessa Leopoldina, adotou-se a classificação utilizada no município de São Paulo (ANEXO 01), onde arbitra-se um número “N” de projeto de acordo com o tipo de via a ser dimensionada, conforme tabela abaixo:

**Quadro 2.1**  
*Classificação das vias e parâmetros de tráfego*

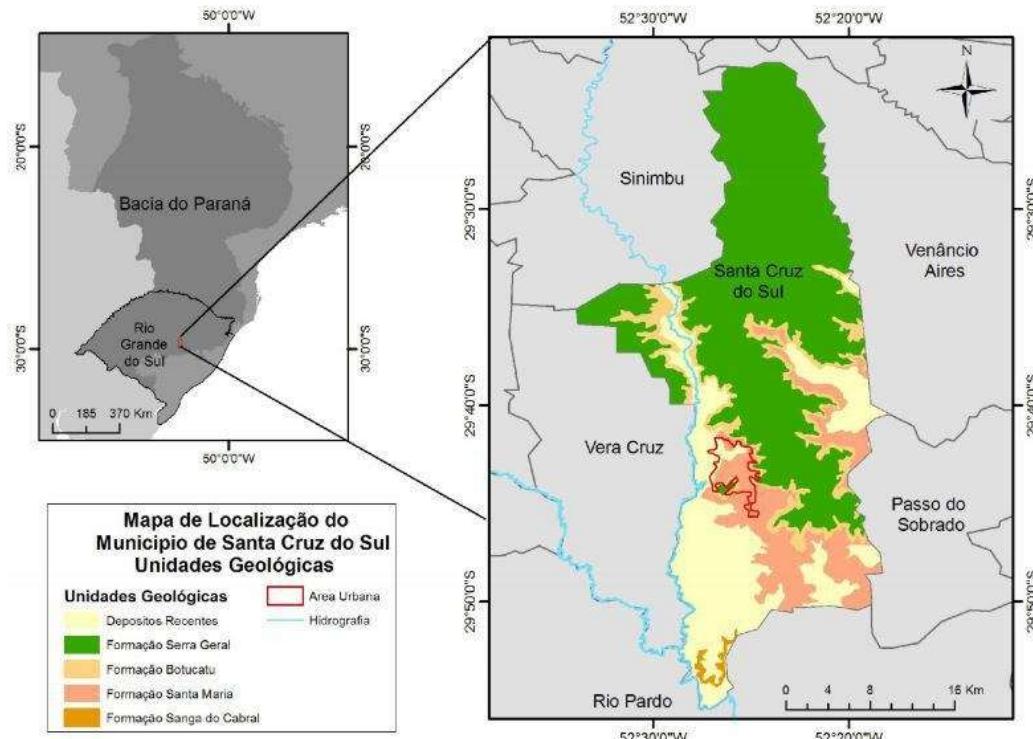
Função predominante	Tráfego previsto	Vida de projeto (anos)	Volume inicial faixa mais carregada		Equivalente Por veículo	N	N característico
			VEÍCULO LEVE	CAMINHÃO /ÔNIBUS			
Via local Residencial	LEVE	10	100 A 400	4 A 20	1,50	$2,70 \times 10^4$ A $1,40 \times 10^5$	$10^5$
Via coletora Secundária	MÉDIO	10	401 A 1500	21 A 100	1,50	$1,40 \times 10^5$ A $6,80 \times 10^5$	$5 \times 10^5$
Via coletora principal	MEIO PESADO	10	1501 A 5000	101 A 300	2,30	$1,4 \times 10^6$ a $3,1 \times 10^6$	$2 \times 10^6$
Via arterial	PESADO	12	5001 A 10000	301 A 1000	5,90	$1,0 \times 10^7$ a $3,3 \times 10^7$	$2 \times 10^7$
Via arterial Principal/ expressa	MUITO PESADO	12	> 10000	1001 A 2000	5,90	$3,3 \times 10^7$ a $6,7 \times 10^7$	$5 \times 10^7$
Faixa Exclusiva de Ônibus	VOLUME MÉDIO	12		< 500		$3 \times 10^{6(1)}$	$10^7$
	VOLUME PESADO	12		> 500		$5 \times 10^7$	$5 \times 10^7$

N = valor obtido com uma taxa de crescimento de 5% ao ano, durante o período de projeto

Portanto, na Estrada Travessa Dona Leopoldina foi adotada como função predominante a Via Coletora Principal com N característico igual à  $2 \times 10^6$ .

### 3.2. ESTUDOS GEOLÓGICOS

#### 3.2.1. Geomorfologia Regional e Local.



A cidade apresenta uma altitude média, na sede do município, de 122 m. Situa-se essencialmente dentro da Região Geomorfológica denominada Depressão Central Gaúcha, abrangendo ainda parte da borda da Região Geomorfológica chamada de Planalto das Araucárias.

A geologia das regiões norte e leste da cidade de Santa Cruz do Sul é constituída pela Formação Santa Maria na base, estando-lhe sobrepostos os arenitos da Formação Botucatu e os basaltos da Formação Serra Geral no topo.

Em alguns locais, os basaltos estão em contato direto com a Formação Santa Maria, o que caracteriza uma discordância de não conformidade.

A Formação Santa Maria na região é constituída por siltitos de coloração vermelha. Em áreas isoladas, nas encostas, ocorre a Formação



Botucatu, aparecendo sobre a Formação Santa Maria e intercalada aos derrames da Formação Serra Geral (arenitos intertrápicos).

A Formação Santa Maria é constituída por siltitos argilosos maciços, micáceos, de cor avermelhada e com argilominerais do grupo das montmorilonitas.

Esta formação encontra-se em praticamente toda a zona urbana de Santa Cruz do Sul, ocupando a área entre as cotas 30 e 100.

As rochas da Formação Santa Maria são as mais antigas e se encontram em grande parte da zona urbana do município em estudo (Figura 3). Grehs (1976) afirma que esta formação deve ter um comportamento pré-adensado, pois as rochas das Formações Botucatu e Serra Geral sobrepostas a ela foram erodidas na região.

Devido à granulometria das rochas desta formação ser bastante fina, elas são pouco permeáveis.

O solo residual desta formação sofre escorregamentos com grande facilidade. A Formação Botucatu (arenitos finos a médios, quartzosos e com presença de feldspatos, de grãos arredondados e sub-angulares) aparece na área urbana em uma posição intermediária entre o pacote sedimentar e a Formação Serra Geral, principalmente nas encostas da cidade (zonas norte e leste) e em morros testemunho ao sul.

A Formação Serra Geral em Santa Cruz do Sul é constituída por três derrames basálticos heterogêneos e pouco desenvolvidos. Grehs (1976) registra que estas rochas estão bastante fraturadas, apresentando principalmente diaclasamentos verticais e horizontais.

O processo de intemperismo transforma os minerais ferromagnesianos e feldspatos cáticos das rochas basálticas em minerais argilosos, sendo este processo mais intenso em locais em que ocorrem preferencialmente fraturas horizontais devido ao acúmulo de água.

Em zonas de fraturas predominantemente verticais, estas funcionam como drenos verticais, não permitindo o acúmulo de água.



### 3.3.1. Introdução

Os serviços referentes aos estudos topográficos visaram basicamente à obtenção de informações sobre as ruas onde deverão ser realizados os serviços de capeamento e o cadastro geral dos alinhamentos e geometrias das ruas existentes de forma a possibilitar a representação gráfica dos processos nos Projetos Geométricos, constituindo-se no levantamento clássico, executado através de duas etapas: a Planimetria e a Altimetria.

Os serviços desenvolvidos objetivaram a reprodução em escritório da situação existente, além de outros elementos necessários à execução do projeto.

Após o reconhecimento expedito dos trechos, foi enviada uma equipe de topografia, com o propósito de caracterizar a topografia do terreno em toda a extensão da faixa de domínio e cadastrar todas as características de interesse, como bordos da rodovia existente, casas, garagens, cercas, construções, postes, redes elétricas, árvores de grande porte, matas, pontes, cemitério, escolas, etc.



Para isto, foi implantada uma rede topográfica de apoio, da qual foram irradiados os pontos de interesse, com as suas coordenadas (x,y,z), armazenados convenientemente na coletora interna de dados da Estação Total KOLIDA KTS – 445 RC. Estes dados armazenados foram descarregados diretamente nos computadores do Departamento de Projetos Urbanos e Obras Públicas, para serem processados, gerando um plano cotado da faixa de domínio, com o cadastro de todas as características de interesse.

No escritório, com a utilização de software específico para Projetos Rodoviários, tendo como base o plano cotado de toda a faixa de domínio e o cadastro dos pontos de interesse (PP) e (PF) de cada trecho, foi lançado o eixo de projeto.

Foi feito o cadastro das vias onde foi coletado pontos com cota “x, y, z” de todos elementos os quais julga-se necessário para obtenção do sucesso e planejamento dos projetos.

Na definição dos parâmetros de projeto, procurou-se levar em conta as características do local, adotando valores que atendam a esta especificidade.

### **3.4. ESTUDOS HIDROLÓGICOS**

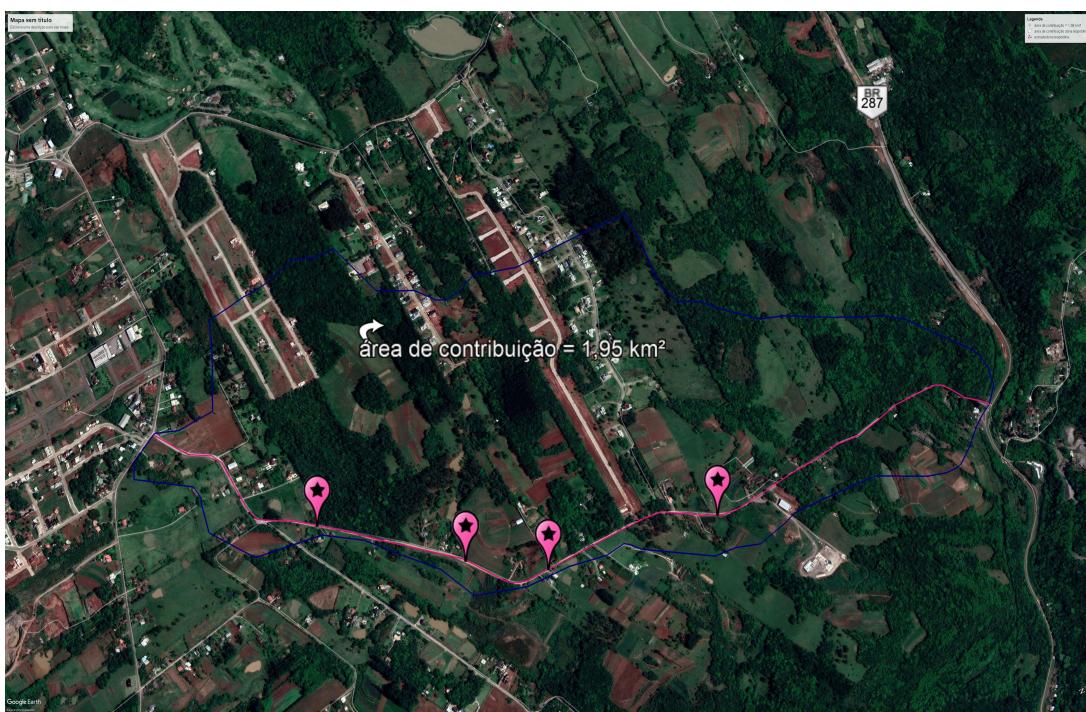
#### **3.4.1. Introdução**

Os estudos hidrológicos têm como objetivo principal a caracterização dos aspectos regionais do ponto de vista hidroclimático e avaliação das precipitações e intensidades máximas de chuva, de forma a fornecer subsídios para a definição de parâmetros que possibilitem a seção de vazão das obras que devem ser projetadas.

Para tornar possível o dimensionamento dos dispositivos a empregar, e o seu detalhamento, houve necessidade de informações e dados complementares àquelas obtidas diretamente dos Estudos Hidrológicos, enumerados abaixo:

- 1 - Cartas Geográficas do Exército - DSE (1:50.000);

- 2 - Mapas e Imagens de satélite;
- 3 - Definição da Bacia de Contribuição;
- 2 - Classificação Climática de Wladimir Köppen - DNER;
- 3 - Dados pluviométricos;
- 4 - Observações Climatológicas do Estado - DNAEE;
- 5 - Geografia da Região Sul - IBGE;
- 6 - Chuvas intensas no Brasil – DNOS.



### 3.4.2. Climatologia

#### 3.4.2.1. Classificação Climática

Com base nos dados coletados junto ao DNAEE e IPAGRO, o clima da região em estudo, segundo Wladimir Köppen, pertence ao tipo Cfa, classificando-se como:

"Clima úmido das latitudes médias, com inverno brando. A temperatura média do mês mais frio se mantém entre 3 e 18°C, com chuvas igualmente bem distribuídas durante o ano, sem estação seca, com verão quente, cuja temperatura média do mês mais quente se mantém acima de 22°C".

### 3.4.2.2. Intensidade Máxima de Chuva

Para a determinação da intensidade de chuva de projeto foi adotada a equação de intensidade-duração-frequência apresentada no Caderno de Encargos do DEP CE-DEP/2005, página 13. O posto escolhido foi o do Aeroporto. Prevendo o crescimento urbano da região, foi definido um período de retorno de 50 anos.

$$\text{Posto Aeroporto} \quad i_{\max} = \frac{826,8 \times Tr^{0,143}}{(td + 13,3)^{0,79}}$$

Onde:

- i<sub>máx</sub>: intensidade máxima de chuva (mm/h);
- Tr: período de retorno (anos);
- td: tempo de duração da chuva, que deve ser igual ao tempo de concentração da bacia contribuinte (minutos).

## 3.5. ESTUDOS GEOTÉCNICOS

### 3.5.1. Introdução

O presente relatório refere-se aos estudos geotécnicos realizados com os materiais do subleito, de modo a caracterizá-los e determinar os valores necessários para a concepção e o dimensionamento dos Projetos de Terraplenagem, Pavimentação e Drenagem.

### 3.5.2. Metodologia

A elaboração dos estudos obedeceu ao prescrito na Legislação vigente dos órgãos públicos estadual (DAER).

### 3.5.3. Sondagem:

O subleito foi investigado através de sondagens (11 furos) feito a trado mecânico de modo a caracterizar o material constituinte do subleito ao longo de toda via existente.

Foi coletado material em quantidade suficiente para realização dos ensaios previstos. O material foi acondicionado em sacos plásticos, identificados através de etiquetas, contendo os elementos característicos a

cada amostra. Foram preenchidos boletins de sondagem, e efetuada a classificação expedita de cada horizonte.

As áreas de corte, indicadas no projeto, foram investigadas através de sondagens a trado, alternando-se eixo (E) - lado de montante (LM) – lado de jusante (LJ) com profundidade até 1,00 m abaixo do greide de terraplenagem (GT).

### 3.5.3.1 Ensaios Realizados:

- a) Granulometria;
- b) Limites de liquidez e plasticidade;
- c) Compactação na energia normal;
- d) CBR com moldagem na energia normal;

Os laudos dos ensaios descritos se encontram no ANEXO 02, e os resultados obtidos seguem na tabela abaixo:

### 3.5.3.2 Análise dos resultados obtidos

Como se observa nos resultados obtidos em laboratório, o CBR é considerado satisfatório de uma forma geral sendo que o solo local é de origem tipo “argila arenosa” em grande parte, oscilando com áreas características de “silte arenoso”.

A terraplenagem a ser executada consta de cortes e aterros para suavizar o greide existente com remoções localizadas em geral nos bordos esquerdo e direito do offset de terraplenagem, de modo a permitir a implantação da plataforma prevista.

Índice de suporte de considerado para o projeto:

A partir da análise dos resultados obtidos, determinou-se o índice suporte de projeto (ISC) = 8,1979%.

## 4. PROJETOS

### 4.1 PROJETO GEOMÉTRICO

#### 4.1.1. Introdução

Os subsídios para a elaboração do Projeto Geométrico para as vias urbanas municipais, projetadas foram fornecidos pelos levantamentos topográficos realizados e detalhados no capítulo 3.3 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS.

Com isto, foi possível retratar a situação fiel existente e as condicionantes que nortearam o projeto em sua totalidade nas vias onde sofreram intervenção de pavimentação asfáltica.

A velocidade diretriz da via foi definida a partir diretrizes básicas de regulamentação de vias coletoras do DNIT (antigo DNER), conforme tabela abaixo:

**Tabela 2.3: Velocidade de projeto ou diretriz (km/h)**

Classe do Projeto	Sistema	Classes Funcionais	Velocidade de Projeto		
			Relevo		
			Plano	Ondulado	Montanhoso
Classe 0	Arterial	Principal			
		Primário	120	100	80
		Secundário			
Classe I	Arterial	Principal			
		Primário	100	80	60
		Secundário			
Classe II	Arterial	Principal			
		Primário			
		Secundário	100	70	50
Classe III	Coletor	Principal			
		Primário			
		Secundário	80	60	40
Classe IV	Coletor Local	Local			
		Primário			
		Secundário	80-60	60-40	40-30
Local					

Fonte: Adaptado de DNER, 1999.

Por tratar-se de via coletora e levando em consideração os parâmetros adotados em algumas curvas utilizamos a velocidade diretriz da via em 40 Km/h sendo o mínimo da tabela acima.-

O objetivo dos itens a seguir é de informar e esclarecer quanto às características técnicas e operacionais adotadas, bem como os cálculos do Projeto Geométrico.

Os trechos projetados localizam-se dentro do limite territorial urbano do município de Santa Cruz do Sul/RS. A utilização viária do trecho hoje é de total utilização e operação, por tratar-se de estrada de grande fluxo de veículos e caminhões, deverá proporcionar à população, uma grande melhoria na mobilidade urbana.

Na definição dos parâmetros de projeto da via, procurou-se levar em conta as suas características atuais, adotando valores que atendam a esta especificidade de Normas Técnicas e que, na eventualidade de não atender algum requisito exista coerência e bom senso nas práticas de técnicas adotadas.

Assim procurou-se adotar critérios técnicos justificáveis, para serem utilizados na definição dos elementos de projeto.

Todo o projeto de alinhamento e locação foi evidenciado em questão de segurança de traçado, compatibilizando com redes pluviais já existentes, tubulações entre outras, de forma causar o mínimo de transtornos necessários aos moradores da localidade. Outro fator relevante considerado foi evitar intervenções junto aos lindeiros a estrada.

De maneira geral, o greide apresenta rampas projetadas a não influenciar no terreno natural, mantendo as rampas já existentes de modo a não alterar os acessos às moradias já existentes, obedecente sempre que possível às cotas de soleiras ou cotas de baldrames.

Foram projetadas seções transversais de acordo com as características locais, obedecendo às larguras de pista e de passeios necessários.

As declividades transversais obedeceram o abaulamento existente com caimento duplo para o lado externo da pista com crista máxima no eixo e/ou com caimento único para o bordo, conforme características do local e especificado em projeto.

Estão evidenciadas nas seções transversais do Projeto de Terraplenagem, os offsets e inclinações de plataforma, porém para os



cruzamentos projetados as cotas de transição entre uma rua e outra deverá ser feita o seu encaixe de forma a conformar longitudinal e transversalmente “in loco” com controle de topografia.

O cálculo das curvas horizontais e verticais foram projetadas a partir das normas técnicas vigentes, conforme fórmulas descritas abaixo:

Desenvolvimento

$$D = \frac{\pi \times R \times AC}{180}$$

Tangente

$$T = R \times Tg\left(\frac{Ac}{2}\right)$$

Afastamento

$$E = R \times \left( \frac{1}{\cos\left(\frac{AC}{2}\right)} - 1 \right)$$

O resultado do cálculo destas curvas estão expressas no projeto geométrico e na planilha de dimensionamento de curvas verticais.

## 4.2 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

### 4.2.1. Objetivo

O Projeto de Terraplenagem objetiva a localização e determinação dos volumes dos materiais provenientes de escavações de locais com instabilidade no pavimento e de materiais destinados a reforçar o subleito destes locais.

No desenvolvimento do projeto, foram considerados os seguintes elementos básicos:

- O greide existente da via, de forma a minimizar o impacto e possíveis desapropriações aos ladeiros;
- Normas e Especificações Técnicas existentes (Normas de Projetos Rodoviários);
- Estudos topográficos e projeto geométrico;
- Relatórios sobre as condições geotécnicas do subleito;

- Visitas de inspeção ao trecho;

#### 4.2.2. Definição do greide

O greide de terraplenagem, representado graficamente nas pranchas do Projeto de Terraplenagem, foi elaborado de maneira a obedecer às normas de geometria vigentes e a acompanhar sempre que possível o greide da via existente, e consequentemente as edificações e obras complementares, tipo bueiros, buscando sempre o melhor custo-benefício e evitando desapropriações dos lindeiros à via.

#### 4.2.3. Seções Transversais Tipo

A inclinação transversal é de 2,5% para faixa de rolamento e 1,5 % para o passeio público com cimento duplo para o lado externo da pista com crista máxima no eixo, conforme características do local e especificado em projeto.

#### 4.2.4. Volumes de Terraplenagem

Os volumes de cortes e aterros necessários à implantação do projeto de terraplenagem foram calculados através da soma dos produtos das áreas pela semi-distância entre elas. As áreas a escavar ou a aterrinar foram determinadas por meio computacional (digital) através do programa Métrica Topo EVN 6.9.5.53 - Sistema profissional para cálculos, desenhos e projetos topográficos, conforme ANEXO 3.

Os volumes foram determinados considerando-se as seções teóricas de cortes e aterros. As planilhas com o cálculo dos volumes são apresentadas anexas a este memorial descritivo.

Todo o material escavado que não será reutilizado como corpo de aterro e de reaterro da via, sendo utilizado somente como reaterro na área dos passeios, terá o seu excedente carregado e transportado em caminhões para área de bota-fora devidamente licenciada, e seu volume deverá ser empolado no transporte em 30%. A área de bota-fora deve ser liberada ambientalmente pelos órgãos de meio ambiente competente.



Para os aterros e reforços o material a ser utilizado deverá ter controle tecnológico e ter liberação de pista por meio de laboratório.

#### 4.2.5. Especificações gerais e eventuais

Para a execução dos serviços de escavações deverão ser seguidas as especificações e legislação Vigente dos órgãos Estaduais.

Os solos do subleito de cada trincheira aberta deverá apresentar expansão  $\leq 2\%$ .

As camadas deverão ser compactadas em espessuras iguais e não superior a 20 cm, sendo que a energia aplicada será de 100% do P.N para a base de brita graduada e para a camada de rachão deverá ser aberta uma “janela” de inspeção e verificar seu perfeito travamento.

### 4.3. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

#### 4.3.1. Introdução

O presente projeto de pavimentação foi elaborado a partir dos elementos fornecidos pelos estudos geotécnicos, estudos do tráfego apresentado para cada via, projeto geométrico e do projeto de terraplenagem. Igualmente foram levadas em conta as Instruções de Serviço nº 104/94 e recomendações do DAER/RS.

#### 4.3.2. Método de dimensionamento

Foi adotado para dimensionamento o “Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis” do Engenheiro Murillo Lopes de Souza, baseado no trabalho “Design of Flexible Pavements Considering Mixed Loads na Traffic Volume”, de autoria de W. J. Turnbull, C. R. Ahlvin, do Corpo de Engenheiros do Exército dos E.U.A. e conclusões obtidas na Pista Experimental da AASHTO.

#### 4.3.3. Materiais a utilizar e coeficientes estruturais



Para escolha dos materiais a utilizar na estrutura do pavimento pesquisou-se os tipos disponíveis na região, bem como as instalações existentes. Com isto evita-se a instalação de usinas de asfalto, instalação de britagem e exploração de nova pedreira, preservando-se o meio-ambiente.

Assim optamos por:

- a) revestimento: C.B.U.Q. K = 2,00
- b) base: granular classe A – tam. máximo agreg. 1 ½" K = 1,00
- c) sub-base: rachão – tam. máximo agreg. 5" K = 1,00

#### 4.3.4. Dimensionamento das espessuras das camadas

O Método de Dimensionamento preconiza a seguinte formulação:

$$H_t = (77,67 \cdot N^{0,0482}) + (ISC^{-0,598})$$

Onde:

H<sub>t</sub> = espessura estrutural final do pavimento em cm;

N = número de operações do eixo padrão de 8,2 t, definido nos Estudos de Tráfego;

ISC = valor do Índice Suporte de Projeto, definido nos Estudos Geotécnicos.

As inequações para cálculo das diversas camadas do pavimento são:

$$R.KR + B.KB \geq H_{20} \quad (1)$$

$$R.KR + B.KB + h_{20}.KS \geq H_n \quad (2)$$

Onde:

R = espessura do revestimento (cm)

B = espessura de base (cm)

h<sub>20</sub> = espessura de sub-base (cm)

H<sub>20</sub> = espessura estrutural de R + B (cm)



H<sub>t</sub> = espessura estrutural de R + B + h<sub>20</sub> + h<sub>n</sub> (cm).

h<sub>n</sub> = espessura do reforço.

$$H_t = 77,67 \times 2000000^{0,0482} \times 8,1979^{-0,598}$$

$$H_t = 44,41 \text{ cm}$$

$$R.K_R + B.K_B + h_{20}.K_S + h_n.K_{ref} \geq H_m$$

$$7,2 + 15,1 + h_{20}.1 + h_n.1 \geq 44,41 \text{ cm}$$

$$h_{20} + h_n \geq 44,41 - 14 - 15$$

$$h_{20} + h_n \geq 15,41 \text{ cm}$$

Adotamos h<sub>20</sub> = 20,00 cm – para garantir a compactação e diâmetro mínimo de agregado.

#### 4.4. PROJETO DE DRENAGEM

##### 4.4.1. Introdução

O projeto de drenagem e obras de arte correntes corresponde ao estudo de dispositivos de drenagem superficial, sub-superficial e subterrânea e de obras de arte correntes, necessários à captação e condução das águas que tendem a atingir o corpo da estrada projetada.

Os elementos básicos necessários à elaboração do projeto foram definidos com base nos estudos hidrológico e topográfico, nos projetos geométrico, de terraplenagem e de pavimentação, além das inspeções em campo.

Através do levantamento de campo e cadastros da Prefeitura foi realizado o cadastro das redes de drenagem existentes, aproximando-se da situação real.

##### 4.4.2. Drenagem

De maneira geral, a captação das águas provenientes das áreas de contribuição ao escoamento na estrada projetada, será feita junto aos meios-fios, que as levarão às caixas coletoras e as encaminharão às redes



de drenagem, através das quais as águas escoarão para os bueiros. Dentre estes, dois dos já existentes serão mantidos (Bueiros 3 e 4), e os demais serão avaliados durante a execução, de modo a decidir se terão viabilidade/funcionalidade para atender ao novo escoamento previsto. O Bueiro 2 (conforme dimensionamento do projeto de drenagem) poderia ter diâmetro inferior ao especificado, porém decidiu-se manter a capacidade de captação daquele cadastrado no local (existente).

Para o cálculo da vazão utilizou-se o Método Racional, determinada pela seguinte expressão:

$$Q = (C.I.A) / 3,6 \cdot 10^6$$

Onde:

$Q$  = vazão de pico ( $m^3/s$ );

$C$  = coeficiente de escoamento superficial da área contribuinte (0 a 1);

$I$  = intensidade média da chuva ( $mm/h$ );

$A$  = área de contribuição ( $m^2$ ).

Para o dimensionamento dos condutos utilizou-se a equação de Manning, na qual a vazão de uma canalização a plena seção é dada por:

$$Q_c = (1/n) \times S \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

Onde:

$Q_c$  = vazão do conduto a seção plena ( $m^3/s$ );

$n$  = coeficiente de rugosidade do material do conduto;

$S$  = área da seção do conduto ( $m^2$ );

$R$  = raio hidráulico no conduto ( $m$ );

$I$  = declividade do trecho ( $m/m$ ).

O coeficiente de escoamento superficial ou coeficiente de deflúvio (run-off) foi obtido pela Equação de Schueler:

$$C = 0,05 + 0,009 \times AI$$

Onde:

C = coeficiente de escoamento superficial (run-off);

AI = fração da área impermeável (0 a 1).

Já o tempo de concentração, para os talvegues teóricos dos bueiros, foi calculado pela Equação de Kirpich:

$$tc = 0,019 \times L^{0,77} / S^{0,385}$$

Onde:

tc = tempo de concentração (min);

L = comprimento do talvegue (m);

S = declividade média do talvegue (m/m).

O diâmetro mínimo das redes coletoras foi fixado em 40 cm, conforme a Lei Complementar nº 563, de 22 de julho de 2013, que institui a Lei de Loteamento do Município.

No dimensionamento das bocas de lobo foram indicadas as dimensões mínimas para que sua capacidade de engolimento atenda à necessidade da vazão de projeto calculada. A maioria delas são bocas de lobo sem depressão e com altura da lâmina de água menor que a abertura da guia, podendo ser considerada um vertedor, sendo sua capacidade de engolimento calculada (segundo Linsley R. K. e Franzini, 1978) por:

$$Q = 1,7 \times L \times y^{1,5}$$

Onde:

Q = vazão de engolimento ( $m^3/s$ );

L = comprimento da soleira (m);

y = altura de água próxima da abertura da guia (m).

Nos casos em que a capacidade de engolimento for inferior à vazão de projeto, serão empregadas bocas de lobo com áreas efetivas superiores,

tais como bocas de lobo de máxima eficiência, aliadas ou não a depressões no entorno, conforme o caso.

Nas bocas de lobo de máxima eficiência, além do cálculo supracitado da vazão na abertura da guia, calculou-se a contribuição da fenda horizontal longitudinal (abertura na sarjeta) com a mesma fórmula anterior, porém com a seguinte alteração numa das considerações:

L = comprimento da soleira (m), igual ao perímetro da fenda sobre a qual a água escoa; como um dos lados da fenda é adjacente à abertura da guia, ele não foi incluído no perímetro.

Nas bocas de lobo aliadas a depressões, trabalhando como vertedores, calculou-se a contribuição da abertura na guia acrescida da depressão (conformação na sarjeta), com a seguinte fórmula (segundo FHWA, 1996):

$$Q = 1,25 \times (L + 1,8 \times W) \times y^{1,5}$$

Onde:

Q = vazão de engolimento ( $m^3/s$ );

L = comprimento da abertura da boca de lobo (m);

W = largura da sarjeta onde está a depressão (m);

y = altura de água próxima da abertura da guia acrescida da profundidade da depressão (m).

Nos resultados calculados foi aplicado o fator de redução 0,8 (segundo DAEE/CETESB, 1980), inserido na planilha de dimensionamento.

Nas últimas linhas da planilha de dimensionamento estão observações, indicações e especificações das dimensões mínimas das peças para atender às vazões de projeto.

Na planilha de dimensionamento também foi verificada a capacidade de condução da sarjeta, considerando a água escoando por toda a calha da estrada, e comparando-a com a vazão de projeto. Para o cálculo desta

vazão foi utilizada uma modificação na fórmula de Manning para seção triangular (segundo FHWA, 1996):

$$Q = (0,376/n) \times Sx^{1,67} \times S_L^{0,6} \times T^{2,67}$$

Onde:

$Q$  = vazão na sarjeta ( $m^3/s$ );

$n$  = coeficiente de rugosidade do material;

$Sx$  = declividade transversal ( $m/m$ );

$S_L$  = declividade longitudinal ( $m/m$ );

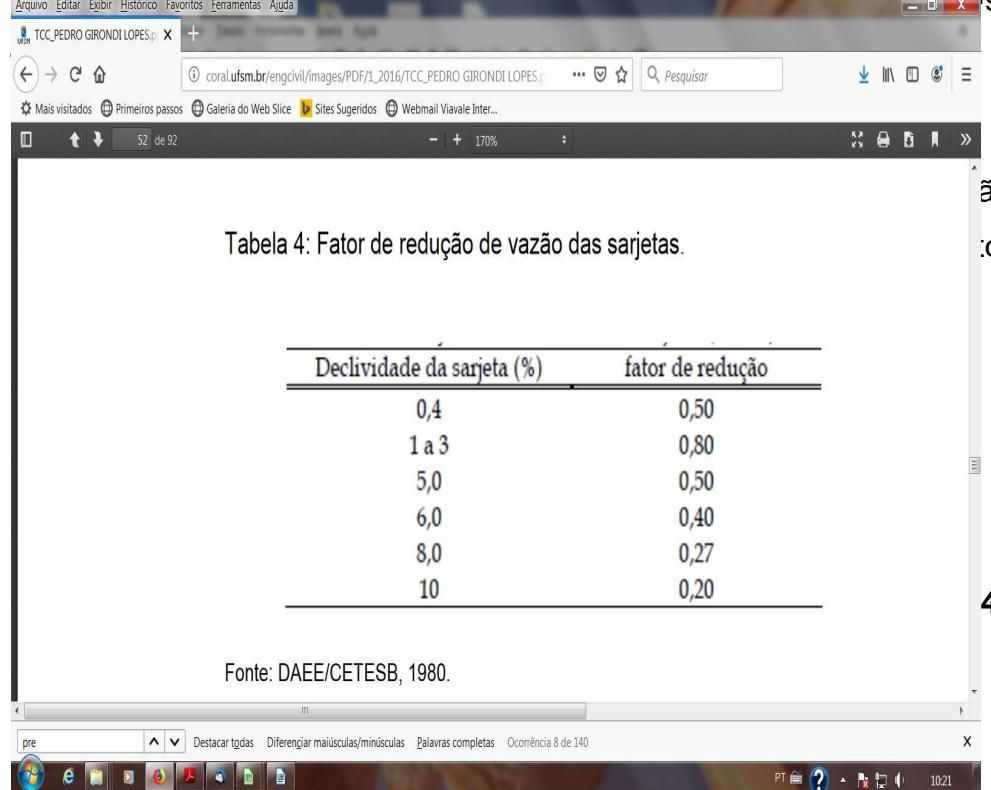
$T$  = largura da superfície livre da água na rua (m).

A partir da definição de  $T$ , na planilha foi calculada a altura da água na sarjeta ( $y$ ), através de:

$$y = T \times Sx$$

Ainda com as mesmas variáveis e unidades empregadas, conforme

FHWA\_1996 obtém-se a velocidade do escoamento na sarjeta triangular



The screenshot shows a Microsoft Word document window. At the top, there's a menu bar with Arquivo, Editar, Exibir, Histórico, Favoritos, Ferramentas, Ajuda. Below the menu is a toolbar with icons for back, forward, search, and other document functions. The main content area contains a table titled 'Tabela 4: Fator de redução de vazão das sarjetas.' (Table 4: Flow reduction factor for stormwater runoff). The table has two columns: 'Declividade da sarjeta (%)' (Slope of the stormwater outlet) and 'fator de redução' (Reduction factor). The data is as follows:

Declividade da sarjeta (%)	fator de redução
0,4	0,50
1 a 3	0,80
5,0	0,50
6,0	0,40
8,0	0,27
10	0,20

Below the table, the text 'Fonte: DAEE/CETESB, 1980.' is visible. The bottom of the screen shows the Windows taskbar with various icons and the system clock at 10:21.

## PROJETO DE SINALIZAÇÃO

O projeto de sinalização trata dos dispositivos que têm a finalidade de orientar, regulamentar e advertir os usuários das rodovias, de forma a torná-la mais segura e eficiente.

Fazem parte desse projeto os modelos de placas, suas dimensões e inscrições, conforme normas do CONTRAN/DENATRAN. Todos os elementos e desenhos tipos dos dispositivos empregados encontram-se evidenciados no Projeto de Sinalização.

O projeto de sinalização segue Normas e Especificações amparadas pelo Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN em conjunto com as Normativas e especificações do trânsito do município.

Toda a sinalização tanto horizontal e vertical além de obedecer as leis atuais vigentes também deve contar com o bom senso no tocante a instalação das placas e na pintura de acordo com a característica do local, no final o resultado deverá sempre prever a melhor situação de segurança no trânsito possível em cada via acabada.

### 4.5.1 Sinalização vertical

A sinalização vertical é constituída de placas e painéis localizados em pontos laterais à via projetada. A codificação das placas apresentadas no projeto seguiu o Regulamento do CNT, conforme seu Anexo II – Sinalização e a resolução nº 180/2005.

#### a) Placas:

As placas serão confeccionadas com chapas de aço zinkado, na espessura de 1,25mm, com o máximo de 270 g/m<sup>2</sup> de zinco.

A refletibilidade das tarjas, letras e setas serão obtidas mediante a aplicação de películas refletivas, tipo grau técnico (GT), com coloração invariável, tanto de dia como à noite.



As placas são classificadas nas categorias a seguir:

**1. Placas de regulamentação**

As placas de regulamentação têm por finalidade informar sobre as limitações, proibições ou restrições, regulamentando o uso da via projetada.

Terão fundo branco refletivo, orla e tarja vermelhas refletivas, com inscrições ou símbolos pretos não refletivos, com exceção do sinal de Parada Obrigatória, que terá fundo vermelho refletivo, orla interna e letras brancas refletivas.

**2. Placas de advertência**

As placas de advertência têm a função de chamar a atenção dos condutores dos veículos para a existência e natureza de perigos na via ou adjacentes a ela.

Essas placas terão fundo amarelo, refletivo, com tarja e símbolos pretos, não refletivos.

**3. Placas indicativas**

As placas indicativas têm por finalidade indicar as direções e as distâncias das localidades ao longo da rodovia.

Essas placas terão fundo verde, com símbolos, tarja e letras brancas.

**b) Postes de sustentação:**

Os postes metálicos serão utilizados em ambiente urbano, sendo que, para placas com áreas menores de 1,00 m<sup>2</sup>, terão diâmetro Ø 2 1/2" x 3,50 m x 2,00 mm, braçadeiras e longarinas em aço-carbono, galvanizadas a fogo. Para placas com áreas de 1,00 m<sup>2</sup> a 2,00 m<sup>2</sup>, terão diâmetro 2 1/2" x 4,50 m x 3,75 mm, braçadeiras e longarinas em aço-carbono, galvanizadas a fogo. Todos os suportes deverão obedecer à Norma ABNT MBR 5580 Classe Média - DIN2440.

#### 4.5.2 Sinalização horizontal

A sinalização horizontal constitui-se na pintura de linhas, setas e dizeres sobre o pavimento. Sua função é regulamentar, advertir e indicar aos usuários da rodovia à forma de tornar mais eficiente e segura a operação na mesma.

a) Tipos de pintura:

Pintura branca

A cor branca deverá ser utilizada nos seguintes casos:

- Nas linhas de divisão de fluxos de mesmo sentido, contínuas ou tracejadas na cadência 1:3 (4,00 m com pintura e 12,00 m sem pintura), com largura de 0,10 m;
- Nas bordas da pista, com linhas contínuas de 0,10 m de largura;
- Nas linhas de continuidade se for o caso, tracejadas na cadência 1:1 (4,00 m com pintura e 4,00 m sem pintura), com largura de 0,10 m;
- Nas confluências e bifurcações de tráfego de mesmo sentido.

Pintura amarela

A cor amarela deverá ser utilizada nos seguintes casos:

- No eixo da pista das vias secundárias, na cadência 1:3 (4,00 m com pintura e 12,00 m sem pintura), com largura de 0,10 m;
- Nas zonas de proibição de ultrapassagem das vias secundárias, em linha contínua, com largura de 0,10 m;

b) Características das pinturas:

Os materiais que serão utilizados e fornecidos para a pronta execução deste projeto deverão obedecer ao “Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume IV – Sinalização Horizontal” vigentes no DENATRAN/CONTRAN.

c) Tintas:

A tinta para a sinalização horizontal deverá ser do tipo plástico a frio, retro-refletiva, à base de resinas acrílicas, aplicadas por “spray”, com máquinas apropriadas. A taxa de aplicação, para qualquer tipo de pintura, deverá formar uma película com espessura de 0,06 mm.

d) Durabilidade:

Para um bom desempenho da sinalização horizontal, a qualidade da tinta deve enquadrar-se dentro dos padrões exigidos para uma **duração mínima de 2 (dois) anos.**

1.1.1. Sinalização de obras

O projeto em questão compreende uma via de importante mobilidade do município e por este motivo todas as operações de construção deverão ser programadas, para que a manutenção do trânsito seja efetuada sem interferência na obra e o movimento normal não seja prejudicado.

Ressalta-se que a segurança e o controle do trânsito em trechos da via em obras são de inteira responsabilidade da construtora contratada para a execução dos serviços.

## 5. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

### 5.1 SERVIÇOS INICIAIS

#### 5.1.1 Implantação de placa de obra

A placa de obra tem por objetivo informar à população e aos usuários da rua os dados da obra. As placas deverão ser fixadas em local visível, preferencialmente no acesso principal do empreendimento ou voltadas para a via que favoreça a melhor visualização. Seu tamanho não deve ser menor que o das demais placas do empreendimento.

A placa terá as seguintes medidas: 2,00 m x 1,25m, conforme o “Manual de Placa de Obras” do BRDE.

A placa deverá ser confeccionada em chapas metálicas planas, resistente às intempéries. As informações deverão estar indicadas em material plástico (poliestireno), para fixação ou adesivação nas placas. Terá dois suportes e serão de madeira de lei beneficiada (7,50cm x 7,50 cm, com altura livre de 2,00 m).



A medição deste serviço será por **m<sup>2</sup>** de área de placa.

#### 5.1.2 Serviços topográficos para pavimentação

Este serviço consiste na marcação topográfica do trecho a ser executado, locando todos os elementos necessários à execução, constantes no projeto. Deverá prever a utilização de equipamentos topográficos ou outros equipamentos adequados à perfeita marcação dos projetos e greides, bem como para a locação e execução dos serviços de acordo com as locações e os níveis estabelecidos nos projetos.

A medição deste serviço será por **m<sup>2</sup>** de área locada.

#### 5.1.3 Mobilização e desmobilização de obra

A mobilização compreenderá o transporte de máquinas, equipamentos, pessoal e instalações provisórias necessárias para a perfeita execução das obras.

A desmobilização compreenderá a retirada das máquinas e dos equipamentos da obra e o deslocamento dos empregados da CONTRATADA.

A medição referente ao item mobilização e desmobilização de obra será realizada por **unidade**.

#### 5.1.4 Administração local de obra

O serviço se dá através de custos com materiais de escritório, consumos de água, telefone, luz. Também os serviços de um engenheiro que acompanhará a obra, encarregado geral, vigia noturno, mestre de obras, técnico de segurança do trabalho e automóvel para deslocamento na obra.

A medição referente ao item administração local será realizada por **mês**.

### 5.2 MOVIMENTO DE TERRAS

#### 5.2.1. Limpeza do Terreno e Destocamento

Os serviços limpeza do terreno consistem em todas as operações de desmatamento, destocamento, retiradas de restos de raízes envoltos em solo, solos orgânicos, entulhos e outros materiais impeditivos à implantação do empreendimento ou exploração de materiais das áreas de empréstimo.

Os serviços de desmatamento, destocamento e limpeza devem preservar os elementos de composição paisagística, assinalados no projeto. Nenhum serviço de escavação deve ter início enquanto as operações de desmatamento, destocamento, e limpeza não tenham sido totalmente concluídas, ou sem a autorização da fiscalização do contrato.

#### **5.2.2. Remoção de material inadequado, inclusive transporte até 1,0 Km.-**

Todas as escavações devem ser executadas nas larguras e com a inclinação dos taludes indicados no projeto.

A operação de escavação deve ser precedida dos serviços de desmatamento, destocamento e limpeza.

A escavação dos cortes deve obedecer aos elementos técnicos fornecidos pelo projeto de terraplenagem e nas notas de serviço. O desenvolvimento dos trabalhos deve otimizar a utilização adequada, ou rejeição dos materiais extraídos. Apenas são transportados para constituição dos aterros, os materiais que pela classificação e caracterização efetuados nos cortes, sejam compatíveis com as especificações de execução dos aterros, em conformidade com o projeto.

Constatada a conveniência técnica e econômica de reserva de materiais escavados em cortes, para execução de camadas superficiais da plataforma, é recomendável o depósito dos referidos materiais em locais indicados pela fiscalização para sua oportuna utilização.

Os taludes ao final das escavações devem possuir a geometria indicada em projeto e revegetados com o plantio de grama. Não devem

ser permitidos materiais soltos provenientes de limpeza ou escavação nas proximidades das linhas de off-set's dos cortes.-

Durante a execução, o executante é responsável pela manutenção dos caminhos de serviço sem ônus ao contratante. Todos os danos ou prejuízos que porventura ocorram em propriedades lindeiras, durante a execução dos serviços são de responsabilidade exclusiva do executante.

As operações de remoção compreendem:

- escavação dos materiais constituintes do terreno natural (subleito) até atingir a profundidade indicada no projeto;
- carga e transporte dos materiais para a área de bota-fora;

Estes materiais deverão ser transportados para locais previamente indicados pela fiscalização, de forma a não causar transtornos, provisórios ou definitivos à obra, com DMT de até 1 Km.

No caso de materiais de 1<sup>a</sup> categoria serão empregados retroescavadeiras, escavadeiras hidráulicas, tratores de esteiras equipados com lâmina, escavo-transportador ou escavadores conjugados, caminhões basculantes, pás carregadeiras, motoniveladoras, tratores para operação de push;

No caso de materiais de 2<sup>a</sup> categoria, se houverem, serão empregados tratores de esteiras equipados com ripper, escarificador pesado, motoniveladora, escavadores conjugados, caminhões basculantes, pás carregadeiras, motoniveladoras e escavadeiras hidráulica; compressores e perfuratrizes;

No caso de materiais de 3<sup>a</sup> categoria, se houverem, serão empregados compressores de ar, perfuratrizes pneumáticas ou elétricas, tratores equipados com lâmina, escavadores conjugados com transportadores; caminhões basculantes e pás carregadeiras;

Para execução dos serviços de escavação deve-se utilizar para complementar os equipamentos destinados à manutenção de caminhos de serviços, áreas de trabalho e esgotamento das águas das cavas de

remoção. Tais atividades devem ser previstas pela executante para otimização e garantia da qualidade dos trabalhos.

A medição será efetuada levando em consideração o volume extraído em **m<sup>3</sup>**.

### **5.2.2. Transporte local com caminhão basculante DMT 15 km**

Define-se pelo transporte do material inadequado (1<sup>a</sup> categoria), escavado nas áreas de remoções. Deverá ser transportado por caminhões basculantes com proteção superior a uma DMT de 15 km.

A medição será efetuada levando em consideração o volume transportado em **m<sup>3</sup>**.

### **5.2.3 Regularização e compactação de subleito nas áreas de remoção.-**

Esta especificação se aplica à regularização do subleito nas áreas em que foram realizadas as remoções.

É a operação executada prévia e isoladamente na construção de outra camada do pavimento, destinada a conformar o subleito, quando necessário, transversal e longitudinalmente dentro das áreas de remoções.

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para execução da regularização: Rolo Compactador ou Compactador mecânico a percussão tipo “sapo”.

Os equipamentos de compactação e mistura, serão escolhidos de acordo com o tipo de material empregado e poderão ser utilizados outros, que não os especificados acima, desde que aceitos pela Fiscalização.

A medição dos serviços de regularização do subleito será efetuada por **m<sup>2</sup>** de área executada.

### **3. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO**

#### **3.1. Introdução**

O presente projeto de pavimentação foi elaborado a partir dos elementos fornecidos pelos estudos geotécnicos, estudos do tráfego, projeto geométrico e do projeto de terraplenagem. Igualmente foram levadas em conta as Instruções de Serviço nº 104/94 e recomendações do DAER/RS.

Os projetos de Terraplenagem bem como as camadas de Sub-base da estrada já foram executados com Administração direta pela Secretaria Municipal de Obras e Viação.

Esta etapa consiste na execução da camada de base do pavimento e da camada final de pavimentação asfáltica com concreto betuminoso usinado a quente (C.B.U.Q). A execução desta pavimentação se dará em duas camadas em C.B.U.Q de 3,00 cm e 4,00 cm, respectivamente ao longo de toda via.-

#### **3.2. Sub-Base**

Esta especificação se aplica à execução de sub-base de rachão constituída de uma camada de agregado graúdo (pedra britada), devidamente preenchido por agregado miúdo (britado).

Como referência para a execução dos serviços deverá ser seguida a especificação DAER – ES – P 04/91.

#### **3.3. Base**

Sobre a camada da sub-base será executada a camada de base, com brita graduada (tamanho máximo do agregado 1 ½", K=1) , cuja espessura aparece no projeto de pavimentação (seção transversal).

Como referência para a execução dos serviços deverá ser seguida a especificação DAER – ES – P 08/91.

### 3.4. Imprimação com CM-30

Após limpeza e preparação da via, será executada a camada de imprimação. Imprimação é uma aplicação de película de material betuminoso, CM-30, aplicado sobre a superfície da base granular concluída, antes da execução do revestimento betuminoso em C.B.U.Q., objetivando conferir coesão superficial, impermeabilizar e permitir condições de aderência entre a camada existente e o revestimento a ser executado.

Primeiramente deverá ser procedida a limpeza adequada da base através de varredura e, logo após, executado o espalhamento do ligante asfáltico (CM-30) com equipamento adequado.

Aplicar o ligante betuminoso sendo que a taxa a ser utilizada deverá variar entre 0,8 l/m<sup>2</sup> a 1,6 l/m<sup>2</sup>. Será verificada pelo menos uma taxa de aplicação através de ensaio adequado “bandeja”.

Para varredura serão usadas vassouras mecânicas e manuais.

O espalhamento do ligante asfáltico deverá ser feito por meio de carros equipados com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento, capazes de realizar uma aplicação uniforme do material, sem atomização, nas taxas e limites de temperatura especificados. Devem dispor de tacômetro, calibradores e termômetros, em locais de fácil observação, e ainda de espargidor manual para tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas.

As barras de distribuição, do tipo de circulação plena, serão obrigatoriamente dotadas de dispositivo que permita, além de ajustamentos verticais, larguras variáveis de espalhamento com pelo menos de 4,0 metros.

O dispositivo de aquecimento do distribuidor deverá propiciar constante circulação e agitação do material de imprimação. O depósito de material betuminoso, quando necessário, deverá ser equipado com dispositivo que permita o aquecimento adequado e uniforme do conteúdo

do recipiente. O depósito deve ter capacidade tal que possa armazenar a quantidade de material betuminoso a ser aplicado em pelo menos um dia de trabalho.

A pintura de ligação será medida através da área executada em  $\text{m}^2$ .

#### **4.3. Limpeza, varrição e lavagem de pista**

São objetos desta especificação os serviços de limpeza, varrição e lavagem de pista existente para fins de preparação da superfície para aplicação do revestimento.

As operações de limpeza, varrição e lavagem de pista serão executadas mediante a utilização de equipamentos adequados (caminhão pipa, vassoura mecânica com trator agrícola) complementados com o emprego de serviços manuais.

Estes serviços serão medidos em função da área em  $\text{m}^2$ .

#### **3.4. Pintura de ligação com RR-2C, inclusive asfalto e transporte, taxa=0,4 l/m<sup>2</sup> a 0,6 l/m<sup>2</sup>**

Refere-se à aplicação de película de material betuminoso sobre a camada de regularização, visando promover a aderência entre esta camada e o revestimento a ser executado.

Para a varredura da superfície a receber pintura de ligação utilizam-se, de preferência, vassouras mecânicas.

A taxa a ser utilizada deverá variar entre 0,4 l/ $\text{m}^2$  a 0,6 l/ $\text{m}^2$ , que será verificado pelo menos uma taxa de aplicação através de ensaio adequado “bandeja”.

A distribuição do ligante deve ser feita por carros equipados com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento, que permitam a aplicação do material betuminoso em quantidade uniforme.

As barras de distribuição deverão ser do tipo de circulação plena, com dispositivo que possibilite ajustamentos verticais e larguras variáveis de espalhamento de ligante.

Os carros distribuidores deverão dispor de termômetros, em locais de fácil observação, e, ainda, um espargidor manual para tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas.

O depósito de material betuminoso, quando necessário, deve ser equipado com dispositivo que permita o aquecimento adequado e uniforme do conteúdo do recipiente. O depósito deve ter capacidade tal que possa armazenar a quantidade de material betuminoso a ser aplicado em pelo menos, um dia de trabalho.

A pintura de ligação será medida através da área executada em **m<sup>2</sup>**.

### **3.5. Camadas asfálticas com C.B.U.Q. ao longo de toda a via.**

Concreto asfáltico é o revestimento flexível, resultante da mistura a quente, em usina apropriada, de agregado mineral graduado, material de enchimento (filler) e material betuminoso, espalhada e comprimida a quente sobre o pavimento existente (calçamento).

A mistura será espalhada, de modo a apresentar a espessura do projeto. Esta é uma camada de regularização do pavimento existente, nivelando sua superfície para receber a camada final de revestimento, sendo que sua espessura poderá sofrer variações ao longo do trecho.

Serão empregados os seguintes materiais:

#### Material Betuminoso

- Cimento asfáltico CAP – 50/70, aditivado com dope para ligante, se necessário.

#### Agregado Graúdo

O agregado graúdo deverá ser pedra britada, de granito ou basalto. O agregado graúdo deve se constituir de fragmentos sãos, duráveis, livres

de torrões de argila e substâncias nocivas. O valor máximo tolerado, no ensaio de Los Angeles, é de 40%. Deve apresentar boa adesividade.

### Agregado Miúdo

O agregado miúdo pode ser areia, pó-de-pedra, ou mistura de ambos. Suas partículas individuais deverão ser resistentes, apresentar moderada angulosidade, livres de torrões de argila e de substâncias nocivas. Deverá apresentar um equivalente de areia igual ou superior a 50%.

### Material de Enchimento (Filler)

Deve ser constituído por materiais minerais finamente divididos, inertes em relação aos demais componentes da mistura, não plásticos, tais como cimento Portland, cal extinta, pós calcários, etc

Os parâmetros, faixas e tolerâncias de aceitabilidade para os serviços de regularização e capeamento asfáltico em CBUQ seguem a especificação DAER-ES-P 16/91, conforme descrições abaixo:

### Faixas Granulométricas

A mistura de agregados para o concreto asfáltico deve estar de acordo com uma das granulometrias especificadas no Quadro I, sendo a faixa A usada para a camada de regularização e a faixa B para a camada de capeamento em CBUQ.

QUADRO I

USO	A	B	C	D
	ROLAMENTO	ROLAMENTO, LIGAÇÃO OU NIVELAMENTO	NIVELAMENTO, LIGAÇÃO OU BASE	LIGAÇÃO, NIVELAMENTO OU BASE
ESPESSURA APÓS COMPACTAÇÃO (cm)	min. 2,5 cm	min. 4,0 cm	min. 5,0 cm	6,0 - 10,0 cm
<b>PENEIRA</b>				
	<b>% QUE PASSA EM PESO</b>			
1 1/2"	(32, 13)			100
1"	(25, 40)		100	80 - 100
3/4"	(19, 10)	100	80 - 100	70 - 90
1/2"	(12, 70)	80 - 100	-	-
3/8"	(9, 52)	70 - 90	60 - 80	55 - 75
1/4"	(6, 73)	-	-	-
nº 4	(4, 76)	55 - 75	48 - 65	45 - 62
nº 8	(2, 38)	35 - 50	35 - 50	35 - 50
nº 16	(1, 19)	-	-	-
nº 30	(0, 59)	18 - 29	19 - 30	19 - 30
nº 50	(0, 257)	13 - 23	13 - 23	13 - 23
nº 100	(0, 249)	8 - 16	7 - 15	7 - 15
nº 200	(0, 074)	4 - 10	0 - 8	0 - 8

A quantidade que passa na peneira nº 200 deve ser determinada por lavagem do material, de acordo com o Método de Ensaio DAER nº 202.

A granulometria deve ser determinada por lavagem, de acordo com o Método de Ensaio DAER nº 202.

A mistura granulométrica, indicada no projeto, poderá apresentar as seguintes tolerâncias máximas:

Peneira	% passando em peso
peneira nº 4 ou maiores	± 6%
peneira nº 8 a nº 50	± 4%
peneira nº 100	± 3%
peneira nº 200	± 2%

## Ensaios de Abrasão dos Agregados, Índices de Lamelaridade e Equivalente de Areia.

A mistura de agregados deve igualmente estar de acordo com os Requisitos de Qualidade indicados no Quadro II.

**QUADRO II**

ENSAIOS	MÉTODO DE ENSAIO DAER N°	REQUISITOS
Perda no Ensaio de Abrasão Los Angeles: (após 500 revoluções)	211	40% (máximo)
Perda no Ensaio de Sanidade	214	10% (máxima)
Equivalente de areia	217	50% (mínimo)
Índice de Lamelaridade	231	50% (máxima)

### Teor de CAP

Deverá ser apresentado pela empresa contratada o Projeto da Mistura Asfáltica com o ter ótimo de CAP, sendo que este poderá variar de até  $\pm 0,3$ .

### Grau de Compactação

O grau de compactação da camada executada deverá ser no mínimo 97%, tomando-se como referência a densidade dos corpos de prova moldados pelo processo Marshall.

### Espessura

A espessura média da camada de regularização com concreto asfáltico não pode ser menor do que a espessura de projeto menos 5%.

Para a camada final, não se tolerará nenhum valor individual de espessura fora do intervalo  $\pm 10\%$  em relação à espessura de projeto.

### Equipamento

O equipamento necessário para a execução é o seguinte:

- depósito para material betuminoso: com capacidade para, no mínimo, três dias de serviço;

- depósito para agregados: com capacidade total de no mínimo, três vezes a capacidade do misturador;
- usinas para misturas betuminosas, com unidade classificadora;
- motoniveladora, para o espalhamento do material;
- equipamento para a compressão, constituído de: rolos pneumáticos autopropulsores, com pneus de pressão variável;
- rolos metálicos lisos, tipo tandem, com carga de 8 à 12 t;
- caminhões basculantes.

#### Execução

Os serviços de espalhamento da mistura betuminosa, somente poderão ser executados depois da limpeza e aplicação da pintura de ligação sobre o pavimento existente, terem sido aceitos pela fiscalização.

O concreto betuminoso produzido deverá ser transportado, da usina ao ponto de aplicação, nos veículos basculantes antes especificados.

Para que a mistura seja colocada na pista sem grande perdas de temperatura, cada carregamento deverá ser coberto com lona ou outro material aceitável, com tamanho suficiente para proteger a mistura.

O concreto asfáltico será distribuído por motoniveladora, de forma tal que permita, posteriormente, a obtenção de uma camada média na espessura indicada pelo projeto, sem novas adições.

Somente poderão ser espalhadas se a temperatura ambiente se encontrar acima dos 10°C e com tempo não chuvoso. O concreto betuminoso não poderá ser aplicado, na pista em temperatura inferior a 100°C.

Caso ocorram irregularidades na superfície da camada, estas deverão ser sanadas pela adição manual de concreto betuminoso, sendo esse espalhamento efetuado por meio de ancinhos e rodos metálicos.

Imediatamente após a distribuição do concreto betuminoso, tem início a rolagem.

A temperatura recomendável, para a compressão da mistura fina, na prática, entre 100°C a 120°C.

Caso sejam empregados rolos de pneus de pressão variável, inicia-se a rolagem com baixa pressão, a qual será aumentada à medida que a mistura for sendo compactada, e, consequentemente, suportando pressões mais elevadas.

A compressão será iniciada pelos bordos, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista.

Cada passada do rolo deve ser recoberta, na seguinte, de pelo menos, a metade da largura rolada. Em qualquer caso, a operação de rolagem perdurará até o momento em que seja atingida a compactação especificada.

Durante a rolagem não serão permitidas mudanças de direção e inversão brusca de marcha, nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém-rolado. As rodas do rolo deverão ser umedecidas adequadamente, de modo a evitar a aderência da mistura.

Os revestimentos recém-acabados deverão ser mantidos sem trânsito, até o completo resfriamento.

### Medição

O concreto betuminoso usinado a quente será medido na pista pelo volume aplicado e compactado em  $m^3$ .

### **3.6. Transporte do C.B.U.Q. para DMT 8,0 km**

Define-se pelo transporte do C.B.U.Q. o material usinado em usina apropriada. Deve ser transportado por caminhões transportadores, com proteção superior, de maneira a evitar que a temperatura da massa asfáltica não diminua a ponto limite de não se poder utilizar na pista.

O material será transportado para uma DMT de 8,0 km.



A medição será efetuada levando em consideração o volume transportado em **m<sup>3</sup>x Km** na pista.

#### **4. PROJETO DE SINALIZAÇÃO**

O projeto de sinalização trata dos dispositivos que têm a finalidade de orientar, regulamentar e advertir os usuários das rodovias, de forma a torná-la mais segura e eficiente.

Fazem parte desse projeto os modelos de placas, suas dimensões e inscrições, conforme normas do CONTRAN/DENATRAN.

Todos os elementos e desenhos tipos dos dispositivos empregados encontram-se evidenciados no Volume II (Peças gráficas) no Projeto de Sinalização.

O projeto de sinalização segue Normas e Especificações amparadas pelo Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN em conjunto com as Normativas e especificações do trânsito do município.

Toda a sinalização tanto horizontal e vertical além de obedecer as leis atuais vigentes também deve contar com o bom senso no tocante a instalação das placas e na pintura de acordo com a característica do local, no final o resultado deverá sempre prever a melhor situação de segurança no trânsito possível em cada via acabada.

##### **1.1.1. Sinalização vertical**

A sinalização vertical é constituída de placas e painéis localizados em pontos laterais à via projetada. A codificação das placas apresentadas no projeto seguiu o Regulamento do CNT, conforme seu Anexo II – Sinalização e a resolução nº 180/2005.

###### **a) Placas:**

As placas serão confeccionadas com chapas de aço zinkado, na espessura de 1,25mm, com o máximo de 270 g/m<sup>2</sup> de zinco.



A refletibilidade das tarjas, letras e setas serão obtidas mediante a aplicação de películas refletivas, tipo grau técnico (GT), com coloração invariável, tanto de dia como à noite.

As placas são classificadas nas categorias a seguir:

### 1. Placas de regulamentação

As placas de regulamentação têm por finalidade informar sobre as limitações, proibições ou restrições, regulamentando o uso da via projetada.

Terão fundo branco refletivo, orla e tarja vermelhas refletivas, com inscrições ou símbolos pretos não refletivos, com exceção do sinal de Parada Obrigatória, que terá fundo vermelho refletivo, orla interna e letras brancas refletivas.

### 2. Placas de advertência

As placas de advertência têm a função de chamar a atenção dos condutores dos veículos para a existência e natureza de perigos na via ou adjacentes a ela.

Essas placas terão fundo amarelo, refletivo, com tarja e símbolos pretos, não refletivos.

### 3. Placas indicativas

As placas indicativas têm por finalidade indicar as direções e as distâncias das localidades ao longo da rodovia.

Essas placas terão fundo verde, com símbolos, tarja e letras brancas.

#### b) Postes de sustentação:

Os postes metálicos serão utilizados em ambiente urbano, sendo que, para placas com áreas menores de 1,00 m<sup>2</sup>, terão diâmetro Ø 2 1/2" x 3,50 m x 2,00 mm, braçadeiras e longarinas em aço carbono, galvanizadas a fogo. Para placas com áreas de 1,00 m<sup>2</sup> a 2,00 m<sup>2</sup>, terão diâmetro 2 1/2" x 4,50 m x 3,75 mm, braçadeiras e longarinas em aço

carbono, galvanizadas a fogo. Todos os suportes deverão obedecer à Norma ABNT MBR 5580 Classe Média - DIN2440.

### 1.1.2. Sinalização horizontal

A sinalização horizontal constitui-se na pintura de linhas, setas e dizeres sobre o pavimento. Sua função é regulamentar, advertir e indicar aos usuários da rodovia à forma de tornar mais eficiente e segura a operação na mesma.

#### α) Tipos de pintura:

##### Pintura branca

A cor branca deverá ser utilizada nos seguintes casos:

- Nas linhas de divisão de fluxos de mesmo sentido, contínuas ou tracejadas na cadência 1:3 (4,00 m com pintura e 12,00 m sem pintura), com largura de 0,10 m;
- Nas bordas da pista, com linhas contínuas de 0,10 m de largura;
- Nas linhas de continuidade se for o caso, tracejadas na cadência 1:1 (4,00 m com pintura e 4,00 m sem pintura), com largura de 0,10 m;
- Nas confluências e bifurcações de tráfego de mesmo sentido.

##### Pintura amarela

A cor amarela deverá ser utilizada nos seguintes casos:

- No eixo da pista das vias secundárias, na cadência 1:3 (4,00 m com pintura e 12,00 m sem pintura), com largura de 0,10 m;
- Nas zonas de proibição de ultrapassagem das vias secundárias, em linha contínua, com largura de 0,10 m;

#### β) Características das pinturas:

Os materiais que serão utilizados e fornecidos para a pronta execução deste projeto deverão obedecer ao “Manual Brasileiro de

Sinalização de Trânsito – Volume IV – Sinalização Horizontal” vigentes no DENATRAN/CONTRAN.

χ) Tintas:

A tinta para a sinalização horizontal deverá ser do tipo plástico a frio, retro-refletiva, à base de resinas acrílicas, aplicadas por “spray”, com máquinas apropriadas. A taxa de aplicação, para qualquer tipo de pintura, deverá formar uma película com espessura de 0,06 mm.

δ) Durabilidade:

Para um bom desempenho da sinalização horizontal, a qualidade da tinta deve enquadrar-se dentro dos padrões exigidos para uma **duração mínima de 2 (dois) anos.**

#### 1.1.3. Sinalização de obras

O projeto em questão compreende uma via de importante mobilidade do município e por este motivo todas as operações de construção deverão ser programadas, para que a manutenção do trânsito seja efetuada sem interferência na obra e o movimento normal não seja prejudicado.

Ressalta-se que a segurança e o controle do trânsito em trechos da rodovia em obras são de inteira responsabilidade da construtora contratada para a execução dos serviços.

### 5. PROJETO DE ACESSIBILIDADE

#### 5.1. Rampa de acesso a cadeirantes, conforme detalhamento (rebaixo trapezoidal – fig. 1)

As rampas de acesso a cadeirantes devem obedecer à NBR 9050, conforme descrição abaixo.

As calçadas devem ser rebaixadas junto às travessias de pedestres sinalizadas com ou sem faixa, com ou sem semáforo, e sempre que houver foco de pedestres. Não deve haver desnível entre o término do rebaixamento da calçada e o leito carroçável.

Os rebaixamentos de calçadas devem ser construídos na direção do

fluxo de pedestres. A inclinação deve ser constante e não superior a 8,33% (1:12). A largura dos rebaixamentos deve ser igual à largura das faixas de travessia de pedestres, quando o fluxo de pedestres calculado ou estimado for superior a 25 pedestres/min/m. Em locais onde o fluxo de pedestres for igual ou inferior a 25 pedestres/min/m e houver interferência que impeça o rebaixamento da calçada em toda a extensão da faixa de travessia, admite-se rebaixamento da calçada em largura inferior até um limite mínimo de 1,20 m de largura de rampa (Figura 01).

Quando a faixa de pedestres estiver alinhada com a calçada da via transversal, admite-se o rebaixamento total da calçada na esquina.

Os rebaixamentos das calçadas localizados em lados opostos da via devem estar alinhados entre si. Deve ser garantida uma faixa livre no passeio, além do espaço ocupado pelo rebaixamento, de no mínimo 0,80 m, sendo recomendável 1,20 m. As abas laterais dos rebaixamentos devem ter projeção horizontal mínima de 0,50 m e compor planos inclinados de acomodação. A inclinação máxima recomendada é de 10%.

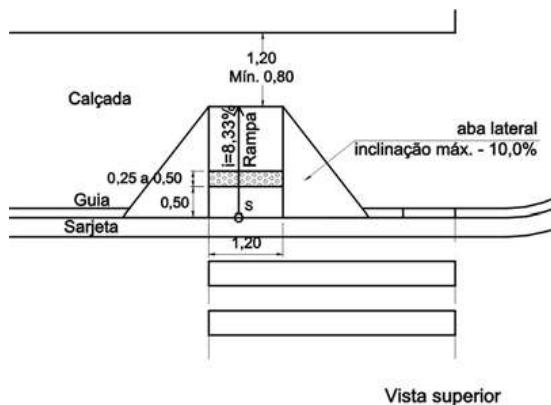
Quando a superfície imediatamente ao lado dos rebaixamentos contiver obstáculos, as abas laterais podem ser dispensadas. Neste caso, deve ser garantida faixa livre de no mínimo 1,20 m, sendo o recomendável 1,50 m.

Quando a largura do passeio não for suficiente para acomodar o rebaixamento e a faixa livre, deve ser feito o rebaixamento total da largura da calçada, com largura mínima de 1,50 m e com rampas laterais com inclinação máxima de 8,33% (Figura 02).

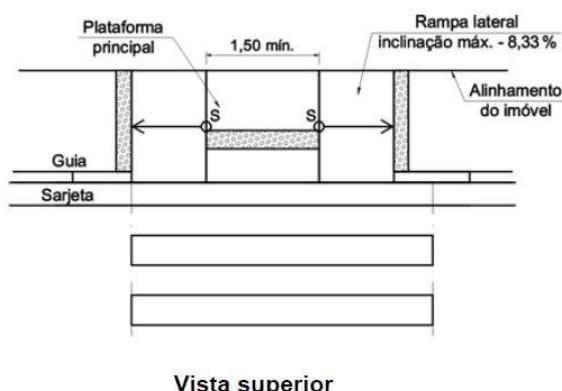
A sinalização tátil de alerta deve ser instalada perpendicularmente ao sentido de deslocamento nos rebaixamentos de calçadas, em cor contrastante com a do piso, conforme figuras 01 e 02. Deve ser integrada ao piso, não havendo desnível entre as superfícies do piso e da sinalização tátil.

A textura da sinalização tátil de alerta consiste em um conjunto de relevos tronco-cônicos conforme dispostos na figura 03. A modulação do piso deve garantir a continuidade de textura e o padrão de informação.

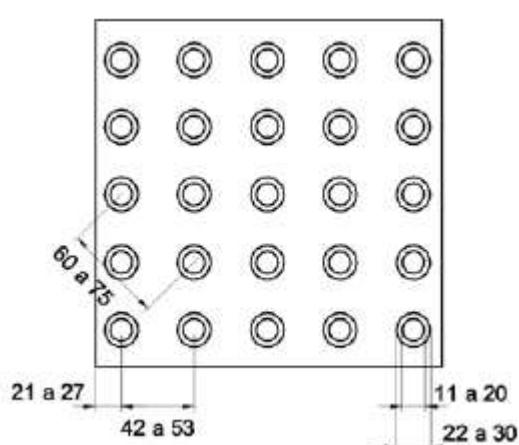
A medição deste serviço será por **m<sup>2</sup>** executado.



**Figura 01**



**Figura 02**



**Figura 03**

## **5.2. Construção de Passeios públicos**

Os passeios públicos serão em ambos os lados da Estrada com largura de 1,50 m e atingirão as entradas de ruas lindeiras à via a ser pavimentada. O concreto especificado terá FCK = 20 MPA e espessura de 7,00 cm e será executado sobre lastro de brita com espessura de 7,00 cm.

Os passeios serão medidos em **m<sup>2</sup>** e o lastro de brita em **m<sup>3</sup>**.

## **5.3. Plantio de Grama tipo Batatais**

Os taludes adjacentes a estrada serão revegetados com grama, sobre camada de terra preta com espessura mínima de 10,00 cm aditivadas com N.P.K., sendo regadas até enraizamento permanente.

O plantio de grama será pago por **m<sup>2</sup>** executado.

Santa Cruz do Sul, 06 de Maio de 2021.

---

Daniel Feuerharmel  
Engº Civil CREA/RS 164482

---

Elstor Renato Desbessell  
Secretário Municipal de Planejamento e Orçamento



## **ANEXO 01 – ESTUDO DE TRAFEGO**

**CLASSIFICAÇÃO DE VIAS – DETERMINAÇÃO DE “N” - PREFEITURA  
MUNICIPAL DE SÃO PAULO**



## **ANEXO 02 – ESTUDOS GEOTÉCNICOS**

**LAUDOS OBTIDOS – ALVES Acessessoria Técnica**

**LAUDOS OBTIDOS – GSS – Investigações Geotécnicas**



## **ANEXO 03 – PROJETO DE TERRAPLANAGEM QUANTITATIVOS DE CORTE E ATERRO – TIPOS DE ESCAVAÇÕES**



## **ANEXO 04 – PLANILHAS DE DIMENSIONAMENTO DA DRENAGEM**