

PROJETO DE ENGENHARIA  
PAVIMENTAÇÃO DE RUAS NO PERIMETRO URBANO DA CIDADE DE SANTO  
ANTONIO DO PLANALTO-RS

MEMORIAL DESCRITIVO

## APRESENTAÇÃO

### 1 Introdução

O presente memorial apresenta uma descrição dos serviços realizados e os resultados obtidos, detalhando os critérios adotados, os cálculos efetuados e as soluções projetadas, assim como as metodologias utilizadas e servindo também como elemento de consulta na fase de execução da obra.

Projeto este que prevê serviços de terraplenagem, drenagem, pavimentação, obras complementares e sinalização visando atender as exigências legais e técnicas da Prefeitura Municipal de Santo Antonio do Planalto - RS.

A obra projetada visa melhorar a qualidade de vida da população local, proporcionar um maior conforto e segurança aos usuários da via (motoristas e pedestres), no que tange ao trânsito e ao tráfego em geral.

O Município de Santo Antonio do Planalto apresenta um clima classificado como clima subtropical úmido, com chuvas bem distribuídas durante o ano. Com verões apresentado altas temperaturas, e em contraponto invernos frios, com mínimas em torno de 5C° e extremos de até 0C°.

Sua vegetação tem predominância de campos abertos com matas nativas do tipo floresta subtropical. Os solo são derivados de derrame basáltico, profundos e bem drenados, pertencentes ao grupo Latossolo Vermelho, argiloso, com relevo ondulado e suave ondulado.

o Município possui no seu entorno pequenos rios e cursos d'água, principais receptores dos escoamento pluviais resultantes do escoamento superficial da área urbana do Município.

Sua Malha Viária Urbana é composta basicamente por vias Locais, sendo considerada apenas a Avenida Jorge Muller como coletora, sua macroacessibilidade é propiciada pela rodovia BR 386 com pista simples que conecta o mesmo as regiões sul e norte do Estado, esta rodovia tem seu traçado cortando a avenida Principal da Cidade (Avenida Jorge Muller), o que facilita o escoamento do fluxo interno do perímetro urbano das cidade.

#### JUSTIFICATIVA TÉCNICA.

Tendo em vista a natureza do investimento, os benefícios esperados não são mensuráveis financeiramente de forma viável, mas superam os custos necessários e correspondentes à operação de crédito pleiteada.

Benefícios esperados:

- desenvolvimento econômico e social da região;
- melhores condições ao comércio e residências;
- a redução dos custos com manutenção de estradas, que atualmente demandam grande quantidade hora-máquina e hora-homem;
- aumento, em longo prazo, da arrecadação municipal;
- melhores condições de trafegabilidade e mobilidade urbana;
- maior segurança do trânsito de pedestres;
- melhoria da paisagem urbana;

Com este investimento, também espera-se o desenvolvimento econômico e social da região, melhores condições ao comércio e residências ali instaladas, a redução dos custos com manutenção de estradas, que atualmente demandam grande quantidade hora-máquina e hora-homem.

Acredita-se que com o investimento haja desenvolvimento comercial e de serviços, aumentando em longo prazo a arrecadação municipal, superando o investimento inicial.

As ruas elencadas no projeto são estratégicas para o sistema viário municipal, pois são acesso para os bairros e escolas municipais que se localizam nas proximidades, com grande circulação de veículos, ônibus, e pedestres.

Espera-se dotá-las de infraestrutura necessária com execução da pista de rolamento e passeio exclusivo para pedestres, aumentando, desta forma, a segurança da população que por ali se desloca.

É importante ressaltar que entre as ruas beneficiadas com projeto, está um Loteamento Popular, a obra possibilitará aumento na qualidade de vida dos moradores locais, contemplando assim a parte social do projeto.

Com investimentos em infraestrutura espera-se como benefício melhoria da paisagem urbana e melhores condições de vida, visto que a urbanização da área trará maior salubridade, redução de poeira e barro e melhores condições de trafegabilidade e mobilidade urbana. Também é esperado melhorar o desenvolvimento econômico da região, com a instalação de comércio e serviço no bairro.

### **Descrição das vias contempladas no Projeto**

Serão executados revestimentos em ruas classificadas locais e coletores, serão apresentadas soluções de revestimento de mais de um tipo, elaborados através da equalização de vários fatores, dentre estes pode se destacar a questão de custos, importância da via, pavimentação existente no entorno ou na continuidade da via, entre outros parâmetros apresentados futuramente neste relatório.

Local: Rua Herta Nienow, Rua Juliano surkamp Perreira, Rua Arcilio Luersen, Parte da Rua Ismael Soletti, Rua Reinaldo Allebrandt, Rua Albino Sellig, Parte da Rua Adolfo Schneider, Rua Leopoldo Hack, e parte da Avenida Jorge Muller ( projeto anexo).

Proponente: PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTO ANTONIO DO PLANALTO-RS.

Serão executadas pavimentações em bloco de concreto e em basalto regular de uma área de 21.278,60 m<sup>2</sup>, e pavimentação asfáltica de parte da Avenida Jorge Muller de uma área de 10.956,68m<sup>2</sup>, compreendendo as pistas das ruas apresentadas em projeto, sendo, nos trechos que compreende as coordenadas geográficas abaixo:

#### **-Rua Herta Nienow:**

A Rua Herta Nienow, está situada no Loteamento Popular Santa Lúcia, onde foram construídas 43 residências populares através do Programa Habitação de Interesse Social, financiado pela Caixa Econômica Federal.

Esse projeto trata-se de um anseio comunitário e um sonho das famílias, todas em situação de vulnerabilidade social, dessa forma todo o condomínio passa a ser beneficiado com pavimentação, drenagem e acessibilidade, melhorando a qualidade de vida dos moradores locais.

A solução técnica de pavimento em Bloco de concreto, foi adotada por ser também um anseio das famílias,e por se tratar de vias locais com baixo fluxo de veículos pesados, sendo um tipo de pavimento que apresenta bom conforto ao rolamento, maior durabilidade em ruas com pequeno fluxo e melhor qualidade técnica de execução dos serviços.

#### **-Início do trecho:**

Latitude: 28°23'30.46"S ;

Longitude: 52°41'54.70"O

#### **-Fim do trecho:**

Latitude: 28°23'33.87"S

Longitude: 52°41'50.15"O

**-Rua Juliano Surkamp Pereira :**

A Rua Juliano Surkamp Pereira, está situada no Loteamento Popular Santa Lúcia, onde foram construídas 43 residências populares através do Programa Habitação de Interesse Social, financiado pela Caixa Econômica Federal.

Esse projeto trata-se de um anseio comunitário e um sonho das famílias, todas em situação de vulnerabilidade social, dessa forma todo o condomínio passa a ser beneficiado com pavimentação, drenagem e acessibilidade, melhorando a qualidade de vida dos moradores locais.

A solução técnica de pavimento em Bloco de concreto, foi adotada por ser também um anseio das famílias, e por se tratar de vias locais com baixo fluxo de veículos pesados, sendo um tipo de pavimento que apresenta bom conforto ao rolamento, maior durabilidade em ruas com pequeno fluxo e melhor qualidade técnica de execução dos serviços.

*-Início do trecho:*

Latitude: 28°23'30.31"S;

Longitude: 52°41'48.85"O

*-Fim do trecho:*

Latitude: 28°23'32.85"S;

Longitude: 52°41'51.31"O

**-Rua Arcilio Luersen :**

A Rua Arcilio Luersen, está situada no Loteamento Popular Santa Lúcia, onde foram construídas 43 residências populares através do Programa Habitação de Interesse Social, financiado pela Caixa Econômica Federal.

Esse projeto trata-se de um anseio comunitário e um sonho das famílias, todas em situação de vulnerabilidade social, dessa forma todo o condomínio passa a ser beneficiado com pavimentação, drenagem e acessibilidade, melhorando a qualidade de vida dos moradores locais.

A solução técnica de pavimento em Bloco de concreto, foi adotada por ser também um anseio das famílias, e por se tratar de vias locais com baixo fluxo de veículos pesados, sendo um tipo de pavimento que apresenta bom conforto ao rolamento, maior durabilidade em ruas com pequeno fluxo e melhor qualidade técnica de execução dos serviços.

*-Início do trecho:*

Latitude: 28°23'28.89"S;

Longitude: 52°41'53.79"O

*-Fim do trecho:*

Latitude: 28°23'33.76"S;

Longitude: 52°41'47.41"O

**- Parte da Rua Ismael Soletti :**

Rua predominantemente residencial, onde está localizada a Rodoviária Municipal, sendo também o principal acesso à Secretaria Municipal de Obras e Viação.

Devido a grande trafegabilidade de veículos essa rua precisa estar em constante manutenção, pois com frequência formam-se buracos, porém nos períodos chuvosos o problema se agrava, demandando grande quantidade de hora-máquina e hora-homem, essa pavimentação trará benefícios aos moradores diminuindo a poeira nos períodos de seca e amenizando o barro na época de chuvas, e também aos ônibus intermunicipais que circulam pela rua diariamente.

A solução técnica de pavimento em Bloco de concreto, foi adotada pelo fato de que a rua já foi contemplada em parte com recursos do Ministério do turismo, onde foi aplicado pavimento em bloco de Concreto, e por se tratar também de rua com acesso a pontos de interesse turísticos da cidade, sendo um tipo de pavimento que apresenta bom conforto ao rolamento, maior durabilidade em ruas com pequeno fluxo e melhor qualidade técnica de execução dos serviços.

-Início do trecho:

Latitude: 28°23'32.32"S ;

Longitude: 52°41'38.90"O

-Fim do trecho:

Latitude: 28°23'35.27"S ;

Longitude: 52°41'38.84"O

**- Rua Reinaldo Allebrandt:**

Rua predominantemente residencial, sendo acesso a Escola Estadual Santo Antônio. É a primeira rua de acesso a Avenida Jorge Muller e ao principal trevo da cidade que corta a BR 386 no Km 190.

A pavimentação além dos benefícios aos moradores, possibilitará que todo o Bairro esteja calçado, essa rua é a primeira paralela em relação à avenida Jorge Muller. O pavimento fará com que vários veículos que circulam hoje somente pela avenida principal, possam desviar caminho por essa rua secundária.

A solução técnica de pavimento em Bloco de concreto, foi adotada com o intuito de manter os padrões da Rua Ismael Soletti, conforme descrito anteriormente que foi contemplada em parte com recursos do Ministério do turismo, onde foi aplicado pavimento em bloco de Concreto, esta agora também por se tratar de rua com acesso a pontos de interesse turísticos da cidade, será pavimentada com o mesmo pavimento, sendo um tipo de pavimento que apresenta bom conforto ao rolamento, maior durabilidade em ruas com pequeno fluxo e melhor qualidade técnica de execução dos serviços.

-Início do trecho:

Latitude: 28°23'30.29"S;

Longitude: 52°41'35.85"O

-Fim do trecho:

Latitude: 28°23'37.05"S ;

Longitude: 52°41'36.28"O

**- Rua Albino Sellig:**

Rua predominantemente residencial, trata-se de um bairro que em 10 anos tornou-se um dos maiores do município, os moradores são famílias de classe média baixa, assalariados que trabalham em empresas locais e em municípios vizinhos.

Além dos problemas que os moradores sofrem com barro, buracos e poeira que dificulta o deslocamento dos cidadãos, o calçamento é um anseio dos moradores, e trará ainda mais desenvolvimento ao bairro e valorização dos imóveis.

A solução técnica de pavimento em Pedra Basáltica, foi adotada por ser também um anseio das famílias, para seguir os padrões locais de pavimentação, e por se tratar de via local com baixo fluxo de veículos pesados, sendo um tipo de pavimento que apresenta grande durabilidade em ruas com esse tipo de fluxo.

-Início do trecho:

Latitude: 28°23'39.24"S ;

Longitude: 52°41'24.75"O

-Fim do trecho:

Latitude: 28°23'38.71"S ;

Longitude: 52°41'10.39"O

**- Parte da Rua Adolfo Schneider:**

A Rua Adolfo Schneider é umas das ruas com maior tráfegabilidade da cidade, sendo um dos principais entroncamentos comerciais, nela estão situadas empresas, cooperativas, a Unidade Básica de Saúde, a Escola Municipal, além de diversas residências.

Nessa rua já existe um trecho pavimentado em calçamento (Pedra Basáltica) , restando apenas parte da rua para sua totalização, dessa forma o calçamento será de grande importância nessa movimentada via pública, onde transitam transporte de carga, transporte escolar, moradores e profissionais que trabalham nas empresas ali localizadas.

A solução técnica de pavimento em Pedra Basáltica, foi adotada por ser também um anseio das famílias, para seguir os padrões locais de pavimentação, e por se tratar de via coletora apresenta

fluxo de veículos pesados (em pequena quantidade) porém este é um tipo de pavimento que apresenta grande durabilidade em ruas com esse tipo de fluxo.

-Início do trecho:

Latitude: 28°24'2.76"S ;

Longitude: 52°41'33.97"O

-Fim do trecho:

Latitude: 28°24'12.21"S ;

Longitude: 52°41'34.55"O

**- Rua Leopoldo Hack:**

A Rua Leopoldo Haack está localizada no início do Lado Sul da cidade, é o outro acesso da Rua Adolfo Schneider à Avenida Jorge Muller, nessa rua será desviado todo o trânsito de veículos pesados que transportam a produção agrícola do município até as principais empresas de recebimento e estocagem de grãos.

A pavimentação amenizará os transtornos causados pela ação das intempéries, facilitará o escoamento da produção de grãos e o trânsito local.

A solução técnica de pavimento em Pedra Basáltica, foi adotada por ser também um anseio das famílias, para seguir os padrões locais de pavimentação, e por se tratar de via coletora apresenta fluxo de veículos pesados (em pequena quantidade) porém este é um tipo de pavimento que apresenta grande durabilidade em ruas com fluxo de veículos pesados.

-Início do trecho:

Latitude: 28°24'12.21"S ;

Longitude: 52°41'34.55"O

-Fim do trecho:

Latitude: 28°24'12.54"S ;

Longitude: 52°41'30.72"O

**- Parte da Avenida Jorge Muller:**

A Avenida Jorge Muller foi recapeada em 1995, possui em sua extensão total cerca de 1800 metros, destes, já foram recapeados aproximadamente 70% , faltando apenas uma parte do lado Sul da cidade. Este local encontra-se bastante danificado, visto que desde sua construção inicial não obteve mais nenhum reparo ou manutenção.

Com esse recapeamento asfáltico toda a Avenida Jorge Muller será restaurada, embelezando a cidade e melhorando consideravelmente o transito dos veículos que circulam diariamente por esse local.



A solução técnica de pavimento em CBUQ, foi adotada por ser também um anseio das famílias, e para seguir os padrões locais de pavimentação da Avenida Principal da Cidade, Cabe Resaltar que mesmo sendo uma via Principal, o fluxo de veículos pesado neste trecho será restrito, sendo o mesmo desviado pelas vias coletoras paralelas a Avenida.

*-Início do trecho:*

Latitude: 28°24'3.68"S ;

Longitude: 52°41'29.93"O

*-Fim do trecho:*

Latitude: 28°24'16.84"S ;

Longitude: 52°41'30.57"O.

## ESTUDOS E OBTENÇÃO DE DADOS

### ESTUDOS HIDROLÓGICOS

#### **1 Introdução.**

Os estudos hidrológicos visaram a determinação das contribuições pluviais, associados à probabilidade de ocorrência dos eventos, com a finalidade de fornecer os elementos necessários para o dimensionamento das obras de drenagem superficial das vias integrantes do Projeto.

A metodologia adotada segue as orientações básicas das Instruções de Serviço para Estudo Hidrológico do DAER/RS e outras considerações comumente utilizados em estudos desta natureza.

#### **2 Características da região**

O Município de Santo Antonio do Planalto apresenta um clima classificado como clima subtropical úmido, com chuvas bem distribuídas durante o ano. Com verões apresentado altas temperaturas, e em contraponto invernos frios, com mínimas em torno de 5C° e extremos de até 0C°. A temperatura do mês mais quente é superior a 22 °C e a do mês menos quente é de 3° a 18° C.

Sua vegetação tem predominância de campos abertos com matas nativas do tipo floresta subtropical. Os solo são derivados de derrame basáltico, profundos e bem drenados, pertencentes ao grupo Latossolo Vermelho, argiloso, com relevo ondulado e suave ondulado.

o Município possui no seu entorno pequenos rios e cursos d'água, principais receptores dos escoamento pluviais resultantes do escoamento superficial da área urbana do Município.

#### **3 Análise de dados coletados**

##### **3.1 Posto Pluviométrico**

Para a elaboração dos Estudos Hidrológicos, foi realizado um levantamento exaustivo em todas as fontes de consulta disponíveis, abrangendo:

Cartas Geográficas nas escalas 1: 50.000 do Serviço Geográfico do Exército;

Pesquisa em estudos disponíveis, CORSAN.

Pesquisa em projetos existentes nas diretrizes das travessias próximas dos locais de interesse em órgãos como a METROPLAN, DNIT/RS e DAER;

Na análise e consistência dos dados pluviométricos, foram utilizadas as observações do Posto Carazinho, considerada próxima do local de estudo, possuir aspectos fisiográficos similares, além de não apresentar falhas e ter dados muito mais confiáveis e recentes, principalmente dos últimos 30 anos.

A seguir são apresentadas as precipitações máximas em 24 h anuais da estação considerada.

**MAIOR ALTURA DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA EM 24h**  
**POSTO: 2852006 - CARAZINHO**

<b>Anos</b>	<b>Precipitação Pluviométrica (mm)</b>
1967	118,80
1968	70,80
1969	96,00
1970	121,40
1971	85,40
1972	90,40
1973	70,00
1974	95,80
1975	101,00
1976	93,40
1977	81,00
1978	82,20
1979	95,80
1980	81,20
1981	71,60
1982	150,00
1983	103,40
1984	229,40
1985	76,00
1986	114,20
1987	147,00
1988	93,50
1989	120,30
1990	134,90
1991	93,00
1992	143,50
1993	75,00
1994	74,00
1995	68,30
1996	82,80
1997	129,50
1998	138,50
1999	56,10
2000	84,80
2001	145,60
2002	87,30
2003	104,70
2004	69,00
2005	172,30
2006	71,00
n:	40
Média:	102,97
Desvio:	34,61

Quadro 1 – Maior altura de chuva em 24h

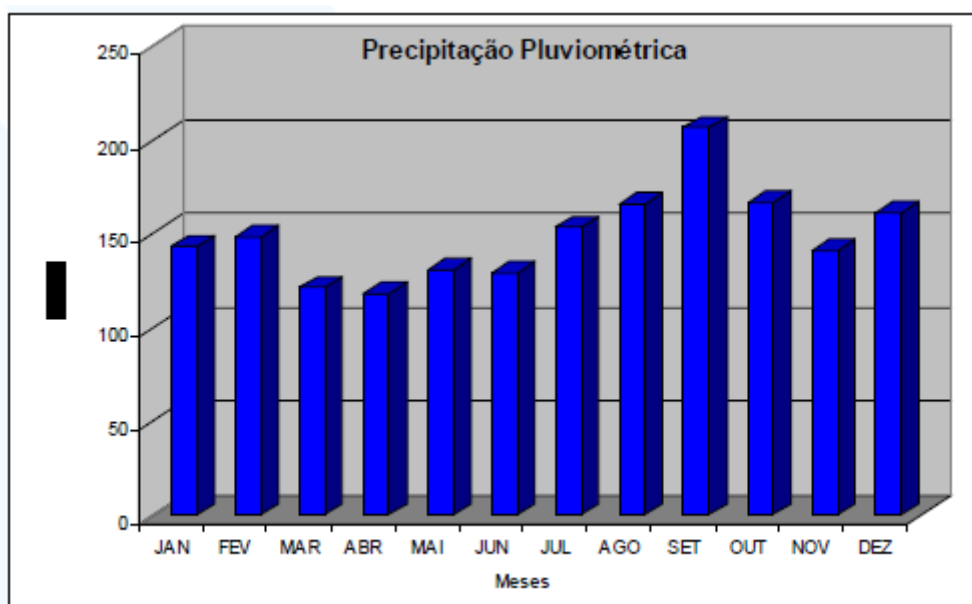


Gráfico 1 – Precipitação Pluvial Mensal

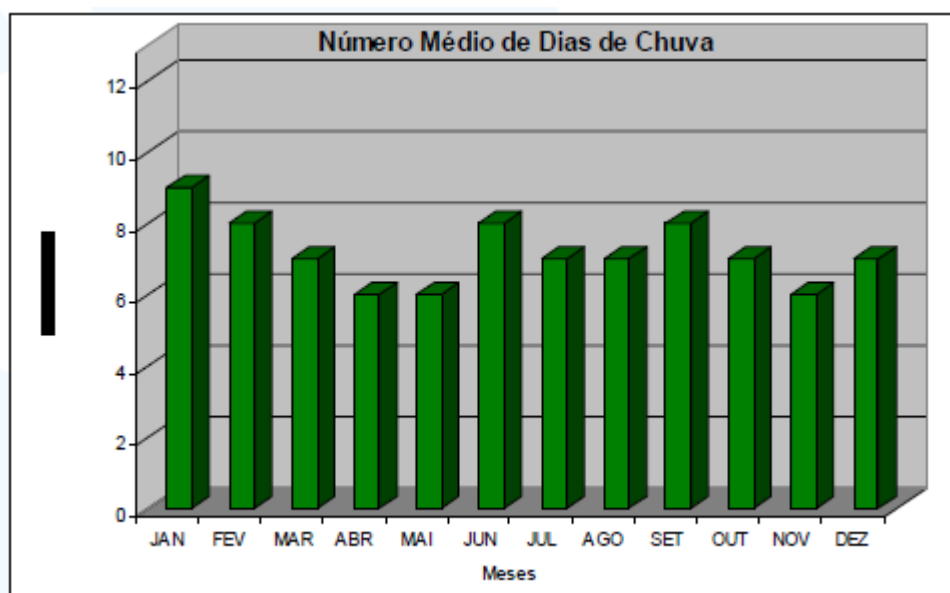


Gráfico 2 – Número Médio de Dias de Chuva

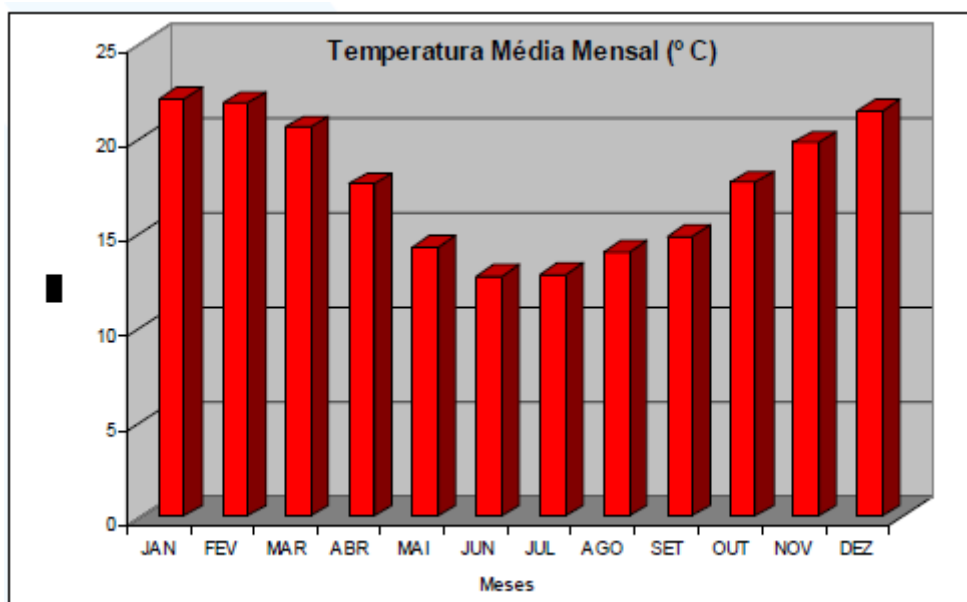


Gráfico 3 – Temperatura Média Mensal

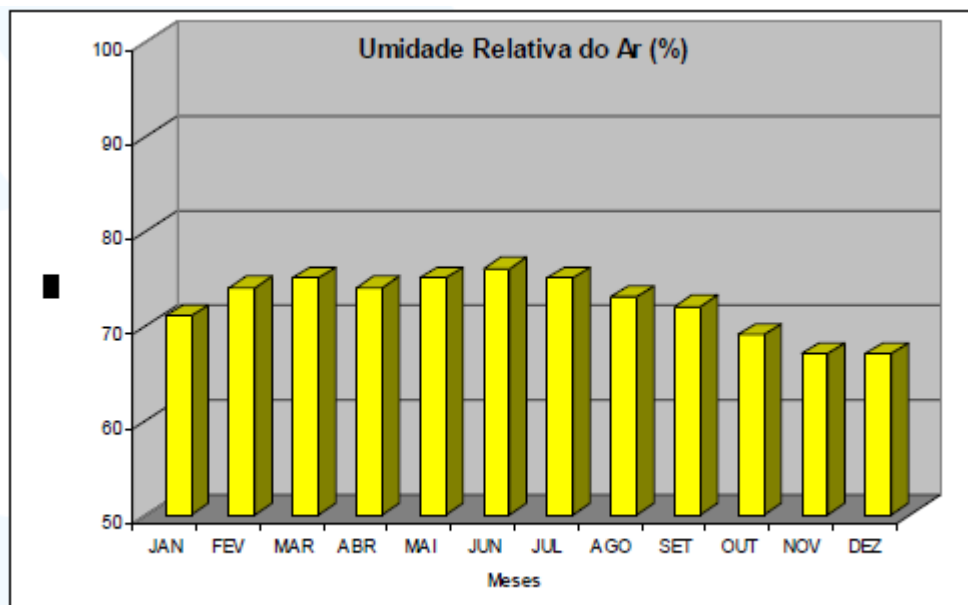


Gráfico 4 – Umidade Relativa do Ar

### 3.2 Isozonas - Metodologia de José Jaime Taborga Torrico

Este método divide o Brasil em isozonas que mostram as seguintes características:

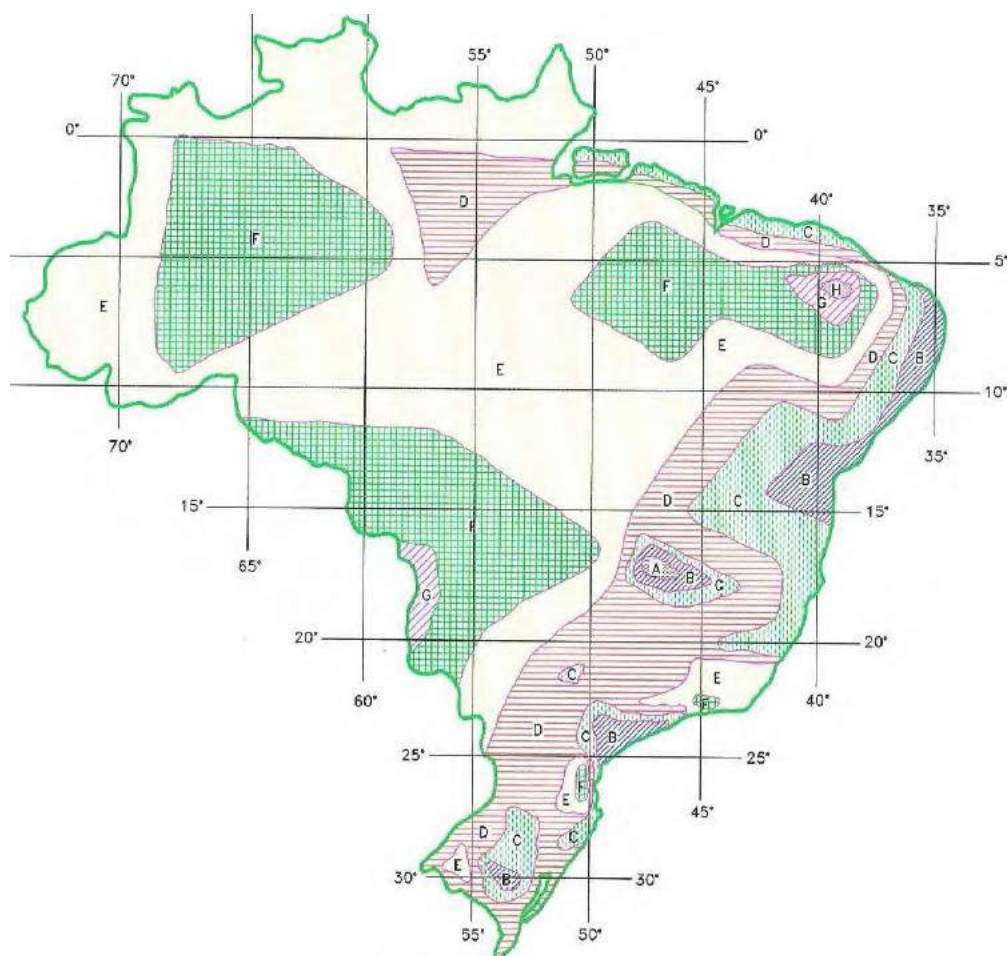


Figura 1 – Mapa de isozonas

- A isozona A coincide com a zona de maior precipitação anual do Brasil, com coeficientes de intensidade baixo.
- As isozonas B e C tipificam a zona de influência marítima, com coeficientes de intensidade suaves.
- A isozona D tipificam as zonas de transição (entre continental e marítima). Esta isozona se prolonga caracterizando a zona de influência do rio Amazonas.
- As isozonas E e F tipificam as zonas continental e do nordeste, com coeficientes de intensidade altos.
- As isozonas G e H tipificam a zona da caatinga nordestina, com coeficientes de intensidade muito altos.

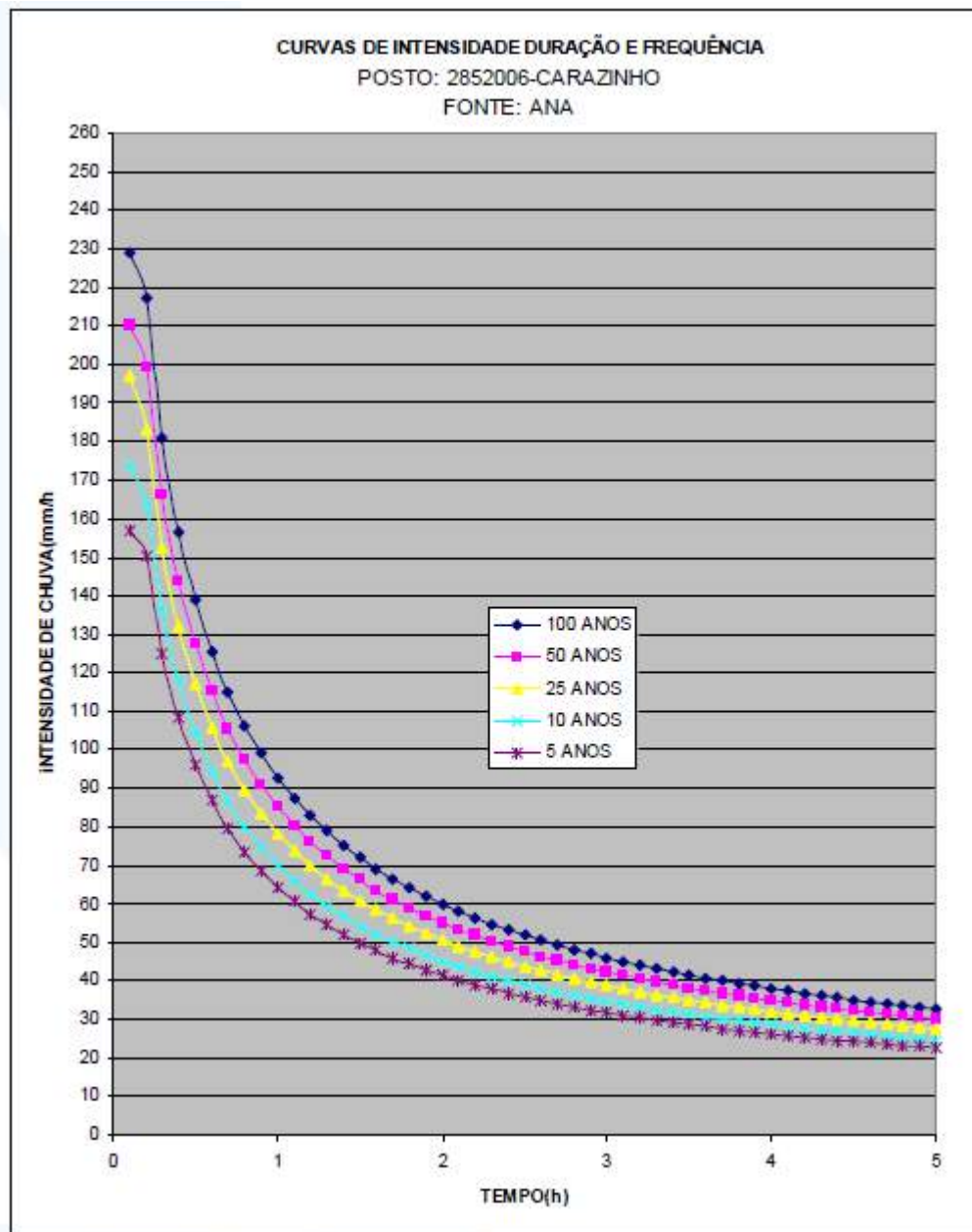
TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS												
ZONAS	1 HORA/ 24 HORAS DE CHUVA K2										6 min	K1
	5	10	15	20	25	30	50	100	1000	10000	24h	CHUVA
A	36,2	33,8	33,6	35,5	33,4	35,3	35,0	34,7	33,6	32,5	7,0	6,3
B	38,1	37,8	37,5	37,4	37,3	37,2	36,9	36,6	35,4	34,3	8,4	7,5
C	40,1	39,7	39,5	39,3	39,2	39,1	38,8	38,4	37,2	36,0	9,8	8,8
D	42,0	41,6	41,4	41,2	41,1	41,0	40,7	40,3	39,0	37,8	11,2	10,0
E	44,0	43,6	43,3	43,2	43,0	42,9	42,6	42,2	40,9	39,6	12,6	11,2
F	46,0	45,5	45,3	45,1	44,9	44,8	44,5	44,1	42,7	41,3	13,9	12,4
G	47,9	47,4	47,2	47,0	46,6	46,7	46,4	45,9	44,5	43,1	15,4	13,7
H	49,9	49,4	49,1	48,9	48,8	46,6	48,5	47,8	46,3	44,8	16,7	14,9

#### **4 Parâmetros Intensidade / Duração / Tempo de Recorrência.**

As chuvas podem ser medidas por pluviômetros ou por pluviógrafos. Ambos têm, por princípio, a medição do volume de água precipitado em uma área unitária, sendo este, em geral, representado por uma unidade de comprimento(altura), que representa a altura equivalente à cobertura de uma área com o volume precipitado, caso esse volume fosse distribuído uniformemente.

As principais características das precipitações intensas são o total precipitado, sua distribuição temporal e espacial e sua frequência de ocorrência. O conhecimento dessas características é fundamental para os estudos e projetos de drenagem urbana.

Através de pesquisas exaustivas já descritas acima, foram encontrados dados de curva IDF para a região de Carazinho, a qual será utilizada para retirada de parâmetros de calculo deste projeto:



### 5 Período de Retorno

O intervalo de tempo para que uma dada chuva de intensidade e duração definidas seja igualada ou superada é denominado de período de retorno ou tempo de recorrência.

De acordo com as Instruções do DAER, foram adotados os seguintes tempos de recorrência:

TR = 5 anos (drenagem superficial)

TR = 10 anos (bueiros em escoamento livre);

TR = 25 anos (bueiros em carga).

### 6 Tempo de Concentração

O tempo de concentração, definido como o tempo necessário para que a água precipitada no ponto mais distante da bacia se desloque até a seção principal, é estimada, geralmente, por meio de

relações empíricas, em função de características físicas e de ocupação da bacia. Um método mais recomendado é o cinemático, que consiste em dividir a bacia em n trechos homogêneos, determinar a velocidade do escoamento correspondente a cada um e estimar o tempo de concentração total pelo somatório dos tempos de cada percurso. Dentre as fórmulas empíricas, uma empregada com frequência e recomendada pelo DAER foi determinado pela expressão do ex-DNOS:

$$T_c = \frac{A^{0,3} \cdot L^{0,2}}{2,4 \cdot K \cdot I^{0,4}}$$

onde:

T<sub>c</sub> - tempo de concentração, em horas;

A - área da bacia de contribuição, em km<sup>2</sup>;

L - comprimento do talvegue principal, em km;

K - coeficiente relativo ao tipo de solo e cobertura vegetal, sendo adotado para este estudo o valor k = 3,5

I - declividade média do talvegue principal, em m/m.

A Tabela 4 fornece valores do coeficiente K em função do tipo de terreno.

**TABELA 4 - COEFICIENTE "K" DA FÓRMULA DO EX-DNOS**

<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>K</b>
Terreno areno - argiloso coberto de vegetação intensa, absorção elevada	2
Terreno argiloso coberto de vegetação, absorção média apreciável	3
Terreno argiloso coberto de vegetação, absorção média	4
Terreno com vegetação média, pouca absorção média	4,5
Terreno com rocha, vegetação escassa, absorção baixa	5
Terreno rochoso, vegetação rala, absorção reduzida	5,5

Fonte: adaptado de Porto (1995)

No caso de cabeceiras de rede, quando não existirem contribuições externas, ou quando o tempo de concentração calculado for menor que 5 minutos, adotaremos como mínimo igual a 5 minutos.

## **7 Cálculo das vazões**

### **7.1 Método Racional**

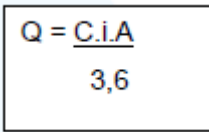
O método racional consiste em estimar a vazão de pico em pequenas bacias hidrográficas empregando uma relação que considera a vazão linearmente proporcional à área da bacia e à intensidade média da precipitação, considerada constante durante sua duração. Esse método utiliza um coeficiente adimensional C, que relaciona a parcela da chuva total com a que se transforma em escoamento e com os efeitos de armazenamento na bacia. Caso estes não sejam considerados, o



coeficiente  $C$  é denominado de coeficiente de escoamento superficial e denota a parcela da precipitação total que gera escoamento.

A facilidade de conhecimento dos elementos envolvidos na sua concepção teórica, aliada à simplicidade de sua execução, torna este método comumente utilizado em estudos desta natureza. Sua utilização não é recomendada para grandes bacias, pois geram distorções nos valores obtidos. Conforme orientação do DAER, adotou-se como limite de utilização, áreas de até 10 km<sup>2</sup>.

A equação básica do método é a seguinte:


$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6}$$

onde:

$Q$  - vazão, em m<sup>3</sup>/s;

$C$  - coeficiente de escoamento superficial (run-off), que representa a relação da água que esco superficialmente e a água precipitada. No presente projeto foi adotado o valor de  $C = 0,60$ ;

$I$  - intensidade de chuva com duração igual ao tempo de concentração da bacia, para um período de retorno desejado, expressa em mm/h; e

$A$  - área da bacia de contribuição, em km<sup>2</sup>.

O método em questão tem como princípio básico a hipótese de que a duração da precipitação é igual ao tempo de concentração da bacia, o que restringe sua aplicação às bacias pequenas como já comentado, supondo que:

- a chuva tenha distribuição uniforme no tempo;
- a chuva tenha distribuição espacialmente uniforme;
- o escoamento superficial seja devido ao escoamento sobre superfícies, principalmente;
- o amortecimento nos canais seja desprezível.

A imprecisão no emprego do método será tão maior quanto maior for a área da bacia. Exige-se, portanto, que a aplicação do método seja feita dentro de suas condições de validade, ou seja, para bacias pequenas.

A intensidade considerada no método racional é um valor médio no tempo e no espaço. Esta é a máxima média observada em um certo intervalo de tempo para o período de recorrência fixado. O intervalo de tempo corresponde à atuação crítica, ou seja, à duração da chuva a considerar, será igual ao tempo de concentração da bacia.

O coeficiente de escoamento superficial C é a variável do Método Racional menos suscetível a determinações mais precisas e requer, portanto, muitos cuidados quando da sua seleção. O coeficiente engloba os efeitos de infiltração, armazenamento por retenção, evaporação, retenção, encaminhamento das descargas e interceptação, efeitos esses que afetam a distribuição cronológica e a magnitude do pico do escoamento superficial.

#### **COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL**

<b>OCUPAÇÃO DO SOLO</b>	<b>C em %</b>
Superfícies impermeáveis	90-95
Terreno estéril montanhoso	80-90
Terreno estéril ondulado	60-80
Terreno estéril plano	50-70
Prados, Campinas, terreno ondulado	40-65
Matas decíduas, folhagem caduca	35-60
matas coníferas, folhagem permanente	25-50
Pomares	15-40
Terrenos cultivados, zonas altas	15-40
Terrenos cultivados, vales	10-30

## **ESTUDOS GEOTÉCNICOS E GEOLÓGICOS**

### **1 Introdução**

Os Estudos Geotécnicos foram desenvolvidos com a finalidade de possibilitar a identificação dos materiais do subleito das ruas que compõem o Projeto e permitir a avaliação qualitativa e quantitativa dos materiais ocorrentes na região, tendo em vista a sua utilização na terraplenagem e na pavimentação.

Na realização dos Estudos Geotécnicos, foram abordados os seguintes itens:

- Metodologia;
- Estudo do subleito;
- Estudo de empréstimos para terraplenagem;
- Estudo de pedreira;
- Serviços de laboratório;
- Índice de suporte para o dimensionamento do pavimento;
- Solos moles e inservíveis;
- Orientação para o projeto de terraplenagem;
- Apresentação dos resultados.

### **2 Geologia e Geomorfologia**

O município de Santo Antonio do Planalto está situado dentro do Domínio Morfoestrutural das Bacias e Coberturas Sedimentares, Região Geomorfológica Planalto das Missões, Unidade Geomorfológica Planalto de Santo Ângelo (Radam Brasil, 1986). O contato da Região Geomorfológica Planalto das Missões com a Região Geomorfológica Planalto das Araucárias, a leste, apresenta-se contínuo e gradual, sendo que o município de Santo Antonio do Planalto situa-se próximo aos limites das duas regiões.

As formas de relevo são bastante homogêneas, retratadas de modo geral por colinas suaves, bem arredondadas, regionalmente conhecidas por coxilhas, esculpidas em rochas vulcânicas básicas da Formação Serra Geral, além de rochas sedimentares, em menores proporções, correspondentes à Formação Tupanciretã.

### **3 Metodologia**

A metodologia empregada para a execução dos estudos do subleito, dos empréstimos, das jazidas e das pedreiras seguiu as IS-101/94 Instruções de Serviço para Elaboração de Estudos Geotécnicos, definidas pela Unidade de Normas e Pesquisas - UNP/DAER, tanto para os serviços de campo como para os serviços de laboratório.

#### **4 Estudo do subleito**

Para o reconhecimento do subleito das ruas estudadas, procedeu-se, inicialmente, à elaboração do plano de sondagem

Foram executados pontos de sondagem sendo um em cada rua de projeto.

Na execução das sondagens, foi aberta uma cava, com pá e picareta, até a profundidade especificada, ou com trado, quando a textura do material o permitia. Em alguns locais, essa profundidade não foi atingida devido à ocorrência de camada impenetrável ao equipamento utilizado.

Como consequência da verificação e do ordenamento dos resultados da sondagem e dos ensaios de laboratório, foram confeccionados os quadros "Sondagens e Resultados de Ensaios".

4.1 Análise das características médias dos solos do subleito Os solos do subleito serão reunidos de duas formas: em grupos de acordo com a classificação TRB (antiga HRB) e a cor e em grupos de acordo com a classificação TRB, eliminando-se aqueles com expansão  $\geq 2\%$  e ISC  $\geq 2\%$ . Para cada grupo, determinar-se-á estatisticamente o ISC médio.

Será calculado o valor do ISCg de cada grupo com quantidade de amostras maior ou igual a 9 amostras, eliminando-se os valores com afastamento superior ao da média de acordo com a expressão abaixo:

$$1,29 \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} + 0,68 \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Os valores dos ISCg serão calculados através da seguinte expressão:

$$ISCg = ISCm - 1,29 \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$$

#### **5 Estudo de empréstimos para terraplenagem**

Não foram estudados locais para empréstimos em função de não haver necessidade de material de terraplenagem.

#### **6 Estudo de pedreira**

O agregado pétreo a ser utilizado poderá ser obtido em várias pedreiras comerciais da região.

Todas as pedreiras ativas apresentam volumes de pedra disponíveis para o presente projeto.

#### **7 Serviços de laboratório**

No laboratório, foram realizados os ensaios com as amostras de solo coletadas nas ruas constantes do projeto, em concordância com os métodos determinados pelas Instruções de Serviços e Especificações Técnicas do DAER/RS

## **8 Solos moles e inservíveis**

Não foi constatada a ocorrência de solos moles ao longo da diretriz do projeto das ruas em questão . Os cortes que, ao nível do subleito que por ventura , apresentaram solo com ISC inferior ao ISCp adotado para dimensionamento, deverão ser removidos nos locais e nas profundidades verificados, e substituídos.

## PROJETO EXECUTIVO

### CONCEPÇÃO - PROJETO GEOMÉTRICO

O projeto Geométrico foi elaborado tendo como Base os manuais técnicos do DNIT/DAER.

Segundo o Manual DNIT/DAER, adaptadas, sempre que necessário, ao regime urbano do empreendimento.

A condicionante básica para o desenvolvimento dos projetos das diferentes ruas e avenidas foi a adequado ao projeto de concepção,obedecendo ao máximo possível ao modelado topográfico de tal forma que não alterasse as condições de acessibilidade dos usuários e moradores.

Os pontos de esquinas deverão ser adaptados para acessibilidade de deficientes físicos.

Os elementos para o projeto geométrico foram obtidos a partir da locação e do nivelamento do eixo das ruas e avenidas e do cadastramento de pontos notáveis.

As seções transversais das ruas e avenidas foram reformuladas de tal maneira que passassem a atender às novas condições do projeto de concepção viária para a cidade.

No projeto Executivo, serão apresentadas em planta as ruas que irão sofrer algum tipo de intervenção, seja por remoção do pavimento existente e substituição por outro, ou por trechos a implantar.

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

- normas e especificações técnicas do DAER-RS;
- resultados dos estudos geotécnicos;
- estudos topográficos e projeto geométrico;
- estudos hidrológicos;
- visitas de inspeção ao trecho.

O projeto de drenagem definiu, principalmente, as cotas mínimas do greide.

O projeto geométrico forneceu a seção transversal, a diretriz em planta e ainda as cotas do greide.

Os estudos geotécnicos, através das sondagens executadas no subleito e dos ensaios de laboratório, mostraram que o terreno natural é constituído de materiais homogêneos, com pouca variação nos índices de suporte (ISC).

As sondagens do subleito e a inspeção visual indicaram a presença de materiais classificados em 1a categoria.

**OBS: PORÉM CABE RESALTAR QUE EM TODAS AS RUAS, SOBRE O SUBLEITO EXISTE CAMADA DE REVESTIMENTO PRIMÁRIO EM SAIBRO, COM ESPESSURA**

MÉDIA DE 50 CM, O QUAL SERVIRÁ DE REFORÇO E SERÁ INCORPORADO NOS CALCULOS DA BASE NECESSÁRIA.

O greide de terraplenagem, representado graficamente nas pranchas do projeto geométrico, foi elaborado de maneira a obedecer às normas de geometria vigentes e a proporcionar, tanto quanto possível, uma melhor adequação aos trechos adjacentes da própria rua ou avenida e a atender as cotas mínimas determinadas no projeto de drenagem pluvial.

A plataforma de terraplenagem tem largura definida de acordo com as características do restante do trecho de cada rua ou avenida. A inclinação transversal em tangente é de 2,0 %, com a crista localizada no centro da nova plataforma.

OBS: CABE RESALATAR QUE COMO SE TRATA DE RUAS EXISTENTES, OU PRÉ CONCEBIDAS, COM LARGURAS DE PISTA, PASSEIO, DECLIVIDADES, RAMPAS E CURVAS JÁ CONSOLIDADAS, O PROJETO E DIRETRIZES NORMATIVAS TIVERAM QUE SER ADEUADOS A REALIDADE LOCAL.

#### PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

O projeto de pavimentação, deverá atender à metodologia estabelecida no “Método de Cálculo de Projeto de Pavimentos Flexíveis do DNER”, ou “Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis do Prof. Murillo Lopes de Souza”.

Em atendimento às solicitações da Administração Municipal da Prefeitura de Santo Antonio do Planalto e também em consonância com os diferentes tipos de pavimentos existentes nas ruas e

avenidas da cidade, estas foram divididas em vias com:

**A – Projetos de Restauração de Vias com Pavimentação Asfáltica, recapeamento asfáltico:**

**B – Projetos de Pavimento asfáltico novo sobre via existente em revestimento primário;**

**C – Projetos de Novos Pavimentos em Paralelepípedo para Vias existentes em revestimento primário;**

**D – Projetos de Novos Pavimentos em Bloco de concreto "paver" para Vias existentes em revestimento primário;**

A classificação do pavimento rodoviário é realizada tradicionalmente em dois tipos básicos, a saber: flexíveis e rígidos. A tendência atual é se utilizar a nomenclatura de pavimentos de concreto de cimento Portland (ou simplesmente pavimentos de concreto) e pavimentos asfálticos, em função do tipo de revestimento.

Os pavimentos asfálticos são normalmente constituídos de quatro camadas: revestimento, base, sub-base e reforço do subleito. O revestimento é composto por uma mistura constituída basicamente de agregados pétreos e ligante asfáltico, sendo a camada superior destinada a resistir

diretamente às ações do tráfego e transmiti-las de forma atenuada às camadas inferiores, além de impermeabilizar o pavimento e melhorar as condições de conforto e segurança da via.

Nos pavimentos de concreto, o revestimento é constituído de placas de concreto de cimento Portland, que podem ser armadas ou não, executadas sobre uma camada designada de sub-base, dispensando a execução da camada de base. A camada de sub-base pode ser executada com material granular, à semelhança dos pavimentos asfálticos, ou com concreto compactado com rolo, em função do tráfego solicitante e da vida útil desejada.

Em ambos os casos, pode ser necessária a execução do reforço do subleito, que consiste em uma camada com espessura constante, executada quando o subleito possui baixa capacidade de suporte e também permite reduzir a espessura da sub-base. Esta camada de reforço deve possuir características técnicas superiores ao material do subleito original e inferiores ao material da sub-base.

Também será empregado neste projeto o pavimento em Pedra Basáltica, que se classifica como Pavimento rígido, este pavimento pode ser aplicado sobre o subleito compactado, apenas com uma camada de base para assentamento, que pode ser em material granular.



## **DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO ASFÁLTICO**

### **Dados Geométricos**

Com base nos dados estabelecidos no Plano Físico Territorial do município, o trecho contemplado neste projeto da via projetada tem seu gabarito oficial definido como:

**Trecho 01: (neste trecho será executado apenas capeamento asfáltico sobre pavimento existente, até a altura da estaca 0+352, da estaca 0+352 até a altura da estaca 0+480, será apenas retirado o CBUQ existente, escarificado a base e executado reforço de 5 cm na base, conforme detalhado em planta.)**

Estaqueamento: 0+00 a 0+480 ;

Gabarito total: 20,00 metros;

Extensão: 352,00 metros; Número de pistas: 02;

Largura da Pista: 7,00 metros (duas faixas de 7,00 metros); canteiro central : 3,0 metros , e calçadas de 3 metros de largura em ambos os lados.

**Trecho 02: (neste trecho será executado pavimento novo, por se tratar de trecho apenas com revestimento primário).**

### **OBS: O DIMENSIONAMENTO ABAIXO SE TRATA DESTE TRECHO**

Estaqueamento: 0+480 a 0+504 ;

Gabarito total: 20,00 metros;

Extensão: 24,00 metros; Número de pistas: 02;

Largura da Pista: 7,00 metros (duas faixas de 7,00 metros); canteiro central : 3,0 metros , e calçadas de 3 metros de largura em ambos os lados.

## **10. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO**

### **10.1 Pavimento Proposto**

#### **a) Caracterização do tráfego**

Recentemente foram desenvolvidas pela prefeitura contagens sistemáticas do volumes de tráfego em vários pontos do trecho, onde nesta via excepcionalmente foi efetuado a contagem de tráfego no trevo de acesso a cidade posto no entroncamento de acesso na Rodovia BR 386.

Prevendo um crescimento anual da frota de 5% e uma projeção de vida útil de 10 anos chegou-se a um volume médio estimado de tráfego 150 veículos leves e 100 caminhões e ônibus.

Utilizando-se das Formulas Abaixo (DNER- MÉTODO DOS PAVIMENTOS FLEXIVEIS- 667/22- Instrução para dimensionamento de Pavimentos flexíveis) que resume os principais parâmetros de classificação da via, determinou-se um TRÁFEGO MÉDIO, onde o número equivalente de operações - “N” de tráfego correspondente a  $N = 1,85 \times 10^6$

Tendo o volume médio diário, obtêm-se o volume médio Diário para o Período de Projeto, através da Formula:

$$V_m = \frac{V_1 [2 + (P - 1) t/100]}{2}$$

Sendo:

- t = taxa de crescimento anual = a 5 %;
- V1 = volume médio diário no ano de abertura = 250;
- P = período de projeto = 10 anos;

Tem-se:

$$V_m = 306 .$$

Apartir do Vm, obtêm-se o Vt, ou seja, o volume total de trafego ( num sentido) durante o período, pela formula abaixo:

$$V_t = 365 \times P \times V_m$$

Sendo:

- P = Período de Projeto;
- Vm = volume médio diário de trafego;

Tem-se:

$$V_t = 1.117.812.$$

Conhecido Vt, calculou-se N, que é o numero equivalente de operações do eixo simples padrão durante o período de projeto e o parâmetro de trafego usado no dimensionamento, sendo:

$$N = V_t \times (F.V)$$

Onde, para tanto é necessário encontra-se o FV, que é um fator de veiculo, Isto é, um numero que multiplicado pelo numero de veículos que operam, dá, diretamente, o numero de eixos equivalentes ao eixo padrão, através da formula abaixo:

$$F.V = \frac{\sum (P_i) \times (F.V_i)}{100}$$

Considerando-se a composição do trafego deste trecho, a seguinte:

Automóveis	– 60%
Caminhões Leves	- 5%
Ônibus	- 5%
Caminhões Médios	- 20%
Caminhões Pesados	- 9%
Reboques e Semi-reboques	- 1 %

Considerando os FVi individuais baseado na tabela abaixo:

Classe de veículo	F.Vi
Automóveis	—
Caminhões leves	—
Caminhões médios	1,67
Caminhões pesados	13,17
Reboques e semi-reboques	10,12
Ônibus	0,76

E aplicando-se a formula acima, fazendo a multiplicação das porcentagens individuais pelos FV individuais:

Tem-se:

$$FV = 1,658.$$

Aplicando,se portanto a Formula :

$$N = V_t \times (F.V)$$

Onde:

$$V_t = 1.117.812.$$

$$FV = 1,658.$$

$$\text{Tem-se } N \text{ de projeto} = 1,85 \times 10^6$$

#### b) Estudo do subleito

A profundidade sondada atingiu 100 cm, possibilitando obtenção, além das amostras necessárias aos estudos referidos, de informação a respeito da existência e níveis do lençol freático.

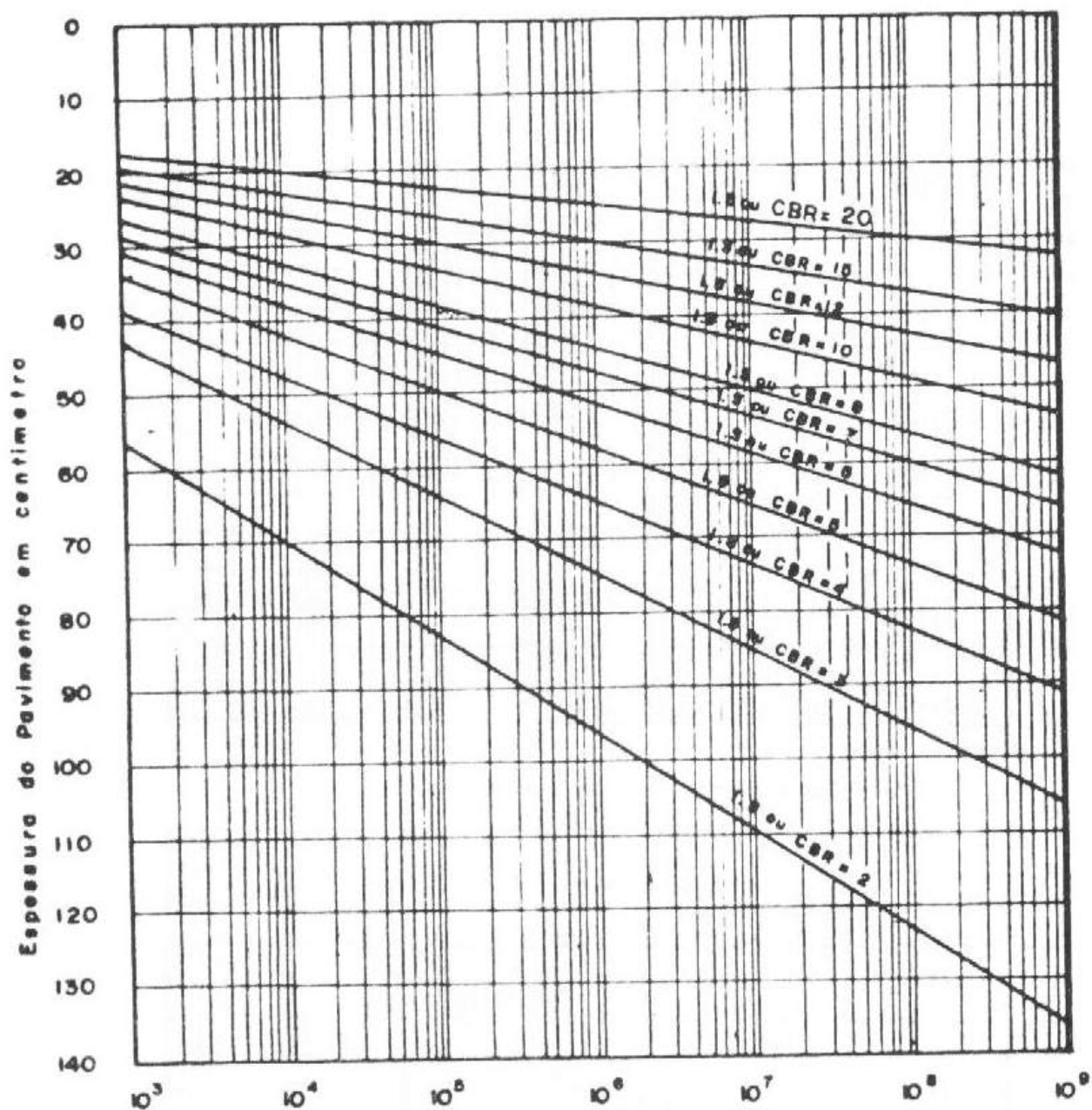
Durante a execução da sondagem procedeu-se á classificação expedita dos materiais encontrados:

Camada de 0 a 50 cm: revestimento primário em Saibro;

Camada de 50 a 80 cm: material silte-arenoso, coloração avermelhada;

c) Dimensionamento

O Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis vale-se de um gráfico, com auxílio do qual se obtém a espessura total do pavimento, em função do número N e do valor do ISC característico.



Operações de eixo de 18.000 lbs (8,2 ton)

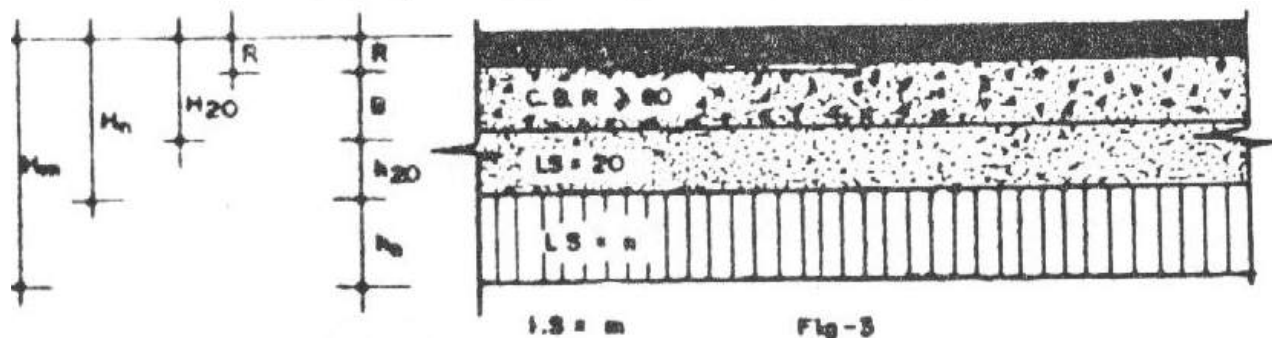


Fig-3

Determinadas às espessuras  $H_m$ ,  $H_n$ ,  $H_{20}$  pelo gráfico característico do método, e  $R$  pela tabela das espessuras mínimas de revestimento apresentada neste item, as espessuras da base ( $B$ ), sub-base ( $h_{20}$ ) e reforço do subleito ( $h_n$ ), são obtidas pela resolução sucessiva das seguintes inequações:

$$R \cdot K_R + B \cdot K_B \geq H_{20}$$

$$R \cdot K_R + B \cdot K_B + h_{20} \cdot K_{SB} \geq H_n$$

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

O projeto conforme as diretrizes municipais a premissa deste projeto nesta etapa é efetuar a aplicação de revestimento asfáltico em CBUQ na via pavimentada apenas com Saibro, portanto a solução proposta é a seguinte:

### **SOLUÇÃO**

Em função das características do solo, no trecho, não está previsto o rebaixo da área a ser pavimentada, apenas a regularização do subleito numa camada de 20 cm, com reaproveitamento do material em saibro, e nos alargamentos devido à adequação da geometria da via e dos raios de concordância dos emboques, para aplicação da seguinte camada estrutural:

Sub leito em saibro (existente- mat. 2a categoria CBR > 20%) :  $e = 30$  cm;

Sub-base de macadame hidráulico ou rachão:  $e = 18$  cm;

Base de brita graduada:  $e = 15$  cm;

Camada de perfilagem e rolamento em CBUQ,  $e = 7$  cm.

Após aplicação da camada de reforço, sub-base e base efetuar a imprimação. Em seguida seguindo, após liberação e orientação da FISCALIZAÇÃO, efetuar a pintura de ligação em toda a área a ser pavimentada. Passado o tempo de cura aplicar as camadas de revestimento asfáltico.

A execução das camadas dos materiais supracitados deverá seguir os procedimentos técnicos descritos nas especificações técnicas deste caderno.

## **1 -Concepção**

Em atendimento à solicitação da Administração Municipal foi desenvolvido o projeto de Drenagem Pluvial.

Para este projeto foi realizado um levantamento de todos os dispositivos de drenagem existente, analisando seu estado de conservação e suficiência hidráulica.

Os dados apresentados referem-se ao traçado proposto para as complementações de redes de drenagem e o seu dimensionamento que conduz o escoamento para locais de plena assimilação.

A concepção do sistema seguiu o padrão do Caderno de Encargos do Departamento de Esgotos Pluviais da Prefeitura Municipal de Porto Alegre – DEP.

## **2. Traçado da Rede**

No traçado da rede coletora levou-se em consideração, entre outros, os seguintes aspectos:

- condição da via urbana;
- existência de redes pluviais em vias transversais;
- existência de meio-fio junto aos passeios laterais;
- espaço limitado dos passeios;
- existência de postes de luz nos passeios;
- existência de árvores nos canteiros;
- condições de operação e manutenção da rede;
- ponto de lançamento final.

O atendimento aos aspectos supra citados, culminou na concepção do sistema apresentado nas plantas apresentadas no projeto executivo.

A previsão das bocas-de-lobo foi embasada na capacidade de absorção das mesmas e nas condições de vazão da sarjeta, atendidos os limites estabelecidos no Caderno de Encargos do DEP de Porto Alegre. As travessias serão com tubos de diâmetro mínimo de 0,40m à 0,60 m e declividade mínima de 0,005m/m.

Os poços de visita com ou sem bocas de lobo do tipo grelha, foram previstos estrategicamente na rede coletora, conforme seguintes critérios:

**Memorial Descritivo – Projeto de Pavimentação**

---

- distância máxima consecutiva de 70 m (exceto em pontos com baixa contribuição);
- nas mudanças de diâmetro, direção e declividade da tubulação;
- nas interligações de tubulações.

Para finalizar, é importante salientar que a concepção do traçado da rede considerou criteriosamente os aspectos de lançamento final dos esgotos, sendo este em local de plena assimilação, de forma a não agravar as condições atuais, definidos pela contratante.

### **3. Cálculo das Vazões – Método Racional**

O método racional consiste em estimar a vazão de pico em pequenas bacias hidrográficas empregando uma relação que considera a vazão linearmente proporcional à área da bacia e à intensidade média da precipitação, considerada constante durante sua duração.

Esse método utiliza um coeficiente adimensional C, que relaciona a parcela da chuva total com a que se transforma em escoamento e com os efeitos de armazenamento na bacia.

Caso estes não sejam considerados, o coeficiente C é denominado de coeficiente de escoamento superficial e denota a parcela da precipitação total que gera escoamento.

A aplicação do método consiste em determinar a vazão de pico através da equação:

$$Q = 2,789 \times C \times I \times A$$

Sendo:

Q - vazão de pico do trecho em (l/s)

2,789 - constante de ajustamento das unidades ;

I - intensidade máxima de chuva em mm/h

A - área de drenagem total contribuinte em ha.

C - coeficiente do escoamento médio (Run-Off)

O método em questão tem como princípio básico a hipótese de que a duração da precipitação é igual ao tempo de concentração da bacia, o que restringe sua aplicação às bacias pequenas (área inferior a 30 ha ou tempo de concentração inferior a 1h), supondo que:

- a chuva tenha distribuição uniforme no tempo;
- a chuva tenha distribuição espacialmente uniforme;
- o escoamento superficial seja devido ao escoamento sobre superfícies, principalmente;
- o amortecimento nos canais seja desprezível.

**Memorial Descritivo – Projeto de Pavimentação**

---

A imprecisão no emprego do método será tão maior quanto maior for a área da bacia. Exige-se, portanto, que a aplicação do método seja feita dentro de suas condições de validade, ou seja, para bacias pequenas.

A intensidade considerada no método racional é um valor médio no tempo e no espaço. Esta é a máxima média observada em um certo intervalo de tempo para o período de recorrência fixado. O intervalo de tempo corresponde à atuação crítica, ou seja, à duração da chuva a considerar, será igual ao tempo de concentração da bacia. Como maneira de minimizar os erros devido à influência da área de drenagem, o DEP – Departamento de esgotos Pluviais de Porto Alegre recomenda uma correção no expoente da área de contribuição. O escoamento superficial é, portanto, calculado como segue:

$$Q = 2,789 \times C \times I \times A \text{ (áreas até 30 ha);}$$

$$Q = 2,789 \times C \times I \times A^{0,95} \text{ (áreas entre 30 e 50 ha);}$$

$$Q = 2,789 \times C \times I \times A^{0,90} \text{ (áreas entre 50 e 150 ha).}$$

Sendo:

Q - vazão do trecho em l/s

2,789 - constante de ajustamento das unidades;

I - intensidade máxima de chuva em mm/h

A - área de drenagem total contribuinte em ha.

C - coeficiente do escoamento médio (Run-Off)

O coeficiente de escoamento superficial C é a variável do Método Racional menos suscetível a determinações mais precisas e requer, portanto, muitos cuidados quando da sua seleção.

O coeficiente engloba os efeitos de infiltração, armazenamento por detenção, evaporação, retenção, encaminhamento das descargas e interceptação, efeitos esses que afetam a distribuição cronológica e a magnitude do pico do escoamento superficial.

O valor do coeficiente de escoamento - C - foi considerando igual a 0,60 e 0,70 , valores amplamente usados para área urbanizada com ruas pavimentadas.

#### **4. Áreas Contribuintes**

As bacias contribuintes são pequenas, com pouca declividade e considerável presença de residências.

A definição das bacias hidrográficas contribuintes para o trecho em estudo foi procedida a partir de, cadastro topográfico de curvas de níveis e verificação visual "in loco".



**Memorial Descritivo – Projeto de Pavimentação**

---

Após a demarcação das bacias de contribuição sobre as plantas, foram realizadas visitas de inspeção ao trecho, para confirmação ou alteração das mesmas, e vistorias dos dispositivos existentes.

A partir deste as áreas foram calculadas por Planimetria.

### **5. Tempo de Concentração**

O tempo de concentração, definido como o tempo necessário para que a água precipitada no ponto mais distante da bacia se desloque até a seção principal, é estimada, geralmente, por meio de relações empíricas, em função de características físicas e de ocupação da bacia.

Um método mais recomendado é o cinemático, que consiste em dividir a bacia em n trechos homogêneos, determinar a velocidade do escoamento correspondente a cada um e estimar o tempo de concentração total pelo somatório dos tempos de cada percurso.

Dentre as fórmulas empíricas, uma empregada com mais frequência e utilizada pelo DEP é a de KIRPICH, cuja expressão é:

$$TC = 0,0197 \cdot \frac{L^{0,77}}{i^{0,385}}$$

sendo.

TC = tempo de concentração (minutos);

L = comprimento do talvegue (m);

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

No caso de cabeceiras de rede, quando não existirem contribuições externas, o tempo de concentração inicial adotado foi de 5 minutos, que vai sendo ampliado, de acordo com o desenvolvimento do escoamento na rede.

### **6. Dimensionamento Hidráulico**

O escoamento e a drenagem de águas superficiais podem ser realizados através da construção de canais artificiais ou galerias, que trabalham à superfície livre e podem ser de diversos materiais ou possuir algum tipo de revestimento, como argamassa ou concreto.

O dimensionamento hidráulico dos coletores foi efetuado pela expressão de Manning, onde a vazão é dada por:

$$Q = \frac{1}{n} S R h^{(2/3)} I^{(1/2)}$$

Sendo :

Q = capacidade de vazão da canalização em m<sup>3</sup>/s;

n = coeficiente de rugosidade de Manning (adotado = 0,015):

S = seção da canalização em m<sup>2</sup>;

Rh = raio hidráulico

I = declividade da rede em m/m.

Por esse método, as dimensões da seção transversal e a declividade de fundo do canal são escolhidos de modo que a vazão de condução obtida pela expressão anterior seja superior à vazão de projeto do canal, em um processo iterativo, partindo da arbitração de valores iniciais.

O coeficiente de Manning é escolhido em função do tipo de acabamento das paredes, constando na literatura especializada indicativo de valores.

Além do atendimento ao critério da vazão de condução, outros fatores também são relevantes no dimensionamento dos canais. A declividade do fundo está diretamente vinculada ao traçado do canal, em função da declividade e da topografia do terreno.

Velocidades limites são adotadas devido ao fato que em obras de drenagem urbana o escoamento não deve ser muito lento por permitir o acúmulo de detritos nas sarjetas, galerias e canais que provocam um futuro entupimento destes.

Por outro lado, o escoamento também não deve seguir uma velocidade muito grande, pois além de promover o desgaste de canais, sarjetas e galerias por abrasão da superfície, este também pode se tornar inseguro a pessoas e veículos no caso de uma

ocasião de enchentes, em obras de médio e grande porte. A velocidade máxima admitida foi de 5,00 m/s e a mínima de 0,60 m/s.

Na definição do diâmetro da tubulação procurou-se não ultrapassar o tirante de 90 % da seção de escoamento.

## **7. Cálculos Hidráulicos**

Sistemática:

**Memorial Descritivo – Projeto de Pavimentação**

---

Os cálculos hidráulicos foram efetuados através de uma sistemática largamente utilizada em trabalhos de engenharia pluvial urbana.

Utilizou-se, através de processamento computacional, planilhas de dimensionamento hidráulico.

Inicialmente numeraram-se os coletores individualizados pelos pontos de lançamento final dos esgotos.

Os subtrechos foram identificados em ordem de importância, sendo colocados na coluna 1 da referida planilha.

As colunas 2 e 3 identificam os vértices do subtrecho, de montante para jusante.

A coluna 4 apresenta a extensão entre os vértices.

As áreas contribuintes, no subtrecho e acumuladas, são apresentadas nas colunas 5 e 6.

As cotas das tampas dos PV's são apresentadas nas colunas 7 e 8.

A coluna 9 apresenta a declividade longitudinal do terreno superficial ao longo do subtrecho em questão.

O tempo de concentração ( $T_c$ ) é apresentado na coluna 10, sendo acumulados pelo tempo de percurso, calculado na coluna 19.

A intensidade de chuva adotada é apresentada na coluna 11.

O Coeficiente de Runoff adotado está apresentado na coluna 12

A vazão de dimensionamento é apresentada na coluna 13.

A coluna 14 identifica o diâmetro adotado para o subtrecho, função de sua declividade, conforme a coluna 15.

A vazão obtida a plena seção do tubo é apresentada na coluna 16.

As velocidades, a plena seção (VDN) e de dimensionamento (VD) são apresentadas nas colunas 17 e 18.

As cotas que definem o greide da tubulação estão lançadas nas colunas 20 e 21.

#### Planilhas

Em anexo apresentam-se as planilhas referentes aos cálculos hidráulicos, conforme os procedimentos anteriormente descritos.

## **PROJETO DE SINALIZAÇÃO**

### **1 Introdução**

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

O projeto consiste na representação gráfica linear do trecho, com os vários elementos empregados para regulamentar e disciplinar o uso da via.

A implantação do sistema está baseada no Projeto Geométrico, em planta e perfil, e no levantamento cadastral da visita ao trecho.

Também fazem parte desse projeto os modelos de placas, suas dimensões e inscrições, conforme normas do CONTRAN. Todos os elementos e desenhos tipos dos dispositivos empregados encontram-se no final deste Volume.

O projeto aqui apresentado segue as Normas e Especificações do Manual de Sinalização do DNIT, Edição 1999, e as Resoluções 599/82 e 666/86 do Conselho Nacional de Trânsito.

### **2 Sinalização vertical**

A sinalização vertical é constituída de placas e painéis localizados em pontos laterais à via. A codificação das placas apresentadas no projeto seguiu o Regulamento do CNT, conforme seu Anexo II - Sinais de Trânsito.

A velocidade máxima sinalizada foi definida para 40 km/h.

#### **2.1 Placas**

As placas serão confeccionadas em chapas de ferro n.º 18, lisas e isentas de graxa ou manchas.

A refletibilidade das tarjas, letras e setas serão obtidas mediante a aplicação de películas refletivas, tipo “Scotchlite” Flat Top (GT), com coloração invariável.

As placas são classificadas nas categorias a seguir.

### **3 Placas de regulamentação**

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

Terão fundo branco, orla e tarja vermelhas, com inscrições ou símbolos pretos, com exceção do sinal de Parada Obrigatória, que terá fundo vermelho, orla interna e letras brancas. Todas as placas serão refletivas.

### **4 Placas de advertência**

**Memorial Descritivo – Projeto de Pavimentação**

---

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.

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

**5 Placas indicativas**

Essas placas têm por finalidade indicar as direções e as distâncias das localidades ao longo da via.

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

**6 Placas educativas**

A finalidade dessas placas é, através de frases de efeito, motivar os condutores para a segurança na via.

Elas terão fundo branco, não refletivo, com letras e tarja pretas, refletivas.

**7 Placas de serviços auxiliares**

São utilizadas com o objetivo de indicar aos condutores e pedestres os locais onde eles podem dispor dos serviços indicados.

Terão fundo azul, não refletivo, com tarja, quadro interno, setas e inscrições em branco, refletivo, com símbolos pretos, não refletivos.

**2.2 Marcadores de alinhamento**

Além do conjunto de placas relacionado, a sinalização vertical contará com os marcadores de alinhamento. São placas que incrementam a percepção do condutor quanto à mudança no alinhamento horizontal.

Serão formados por fundo amarelo, refletivo, com uma seta preta, não refletiva.

**2.3 Postes de sustentação**

Os postes para a sustentação das placas serão em tubo metálico galvanizado a fogo D = 2" , parede 2mm e L = 3,5m, conforme padrão DAER RS.

Para fixação dos sinais aos postes, serão empregados parafusos do tipo francês, zincados, com reforço em travessas de madeira.

**8 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 via a forma de tornar mais eficiente e segura a operação na mesma.

**OBS: NÃO SERÃO APLICADAS FAIXAS DE PEDESTRES NAS RUAS EXECUTAS EM BLOCOS DE CONCRETO E PARALELEPÍDEOS, POR SE TRATAREM DE PAVIMENTO COM BAIXA ADERÊNCIA À TINTA, E BASEADO NA EXPERIÊNCIA LOCAL, A DURABILIDADE DA SINALIZAÇÃO NESSES CASOS É BAIXÍSSIMA, O QUE INVIABILIZA A SUA EXECUÇÃO.**

### **Tipos de pintura**

#### **Pintura branca**

A cor branca deverá ser utilizada nos seguintes casos:

- nas bordas da pista, com linhas contínuas de 0,10 m de largura;
- nas linhas de retenção;
- nas confluências e bifurcações de tráfego de mesmo sentido (zebrado de linhas com 0,20 m de largura e espaçamento de 0,60 m entre elas - relação 1:3).

#### **Pintura amarela**

A cor amarela deverá ser utilizada nos seguintes casos:

- no eixo da pista, na cadência 1:3 (4,00 m com pintura e 12,00 m sem pintura), com largura de 0,10 m;
- nos 150 m que antecedem o início de cada segmento de proibição de ultrapassagem e paralelamente às linhas contínuas nas zonas de proibição de ultrapassagem em apenas um sentido, na cadência 1:1 (4,00 m com pintura e 4,00 m sem pintura), com largura de 0,10 m;
- nas zonas de proibição de ultrapassagem, em linha contínua, com largura de 0,10 m;
- nas linhas de canalização de sentidos opostos e no zebrado utilizado na área neutra determinada por elas, com 0,20 m de largura e 0,60 m de espaçamento (relação 1:3).

Nos segmentos de faixa dupla, a separação entre as faixas será de 0,10 m.

Em nenhum caso as linhas de proibição de ultrapassagem deverão ter comprimento inferior a 150,00m.

#### **Tinta**

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 cm.

#### **Duração**

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.

**ENTREGA DA OBRA:**

A obra deverá estar concluída conforme cronograma e o pagamento de cada etapa depende da conclusão dos percentuais dos serviços estipulados em cada parcela e da apresentação dos documentos exigidos no contrato firmado entre as partes. Ao término dos trabalhos de execução da referida obra, a empresa contratada, para receber a última parcela do pagamento, deverá apresentar as certidões exigidas no contrato, além da baixa da ART de execução da referida obra.

A obra deverá ser entregue com seus equipamentos testados, em bom funcionamento, limpa, livre de entulhos e pronta para ser utilizada. A empresa compromete-se por cinco anos pelos consertos e reparos necessários que forem relacionados a mau funcionamento ocasionado por má execução.

Santo Antonio do Planalto, 14 de Novembro de 2018.

---

Alexandre Menegazzo

Crea/RS 167278