

Memorial Descritivo

Volume 01

ELABORAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA E
DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS DE DIVERSAS VIAS URBANAS NO
MUNICÍPIO DE BODOQUENA/MS



VIAS URBANAS – BODOQUENA/MS

Sumário

1 APRESENTAÇÃO	3
2 GENERALIDADES.....	4
2.1 LOCALIZAÇÃO	4
2.2 METAS	4
3 PROJETO DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS	5
3.1 INTRODUÇÃO	5
3.2 IMPORTÂNCIA SANITÁRIA.....	5
3.3 CONCEITO.....	6
3.4 CRITÉRIOS E ESTUDOS PARA OBRAS DE DRENAGEM	7
3.5 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO	9
3.6 TEMPO DE RECORRÊNCIA	10
3.7 INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA.....	11
3.7.1 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA CHUVA.....	11
3.7.2 MODELAGEM HIDROLÓGICA – MÉTODO RACIONAL MODIFICADO.....	11
4. PLUVIOMETRIA	12
5 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM	12
5.1 FÓRMULAS PARA A VERIFICAÇÃO DOS DIÂMETROS ADOTADOS	16
6. DISPOSITIVOS DE DRENAGEM	17
7. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	19
7.1. OBJETIVO.....	19
7.2. METODOLOGIA.....	20
8. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO	20
9. PROJETO DE SINALIZAÇÃO	26
9.1. OBJETIVO.....	26
9.2. SINALIZAÇÃO VERTICAL	26
9.3. SINALIZAÇÃO HORIZONTAL.....	26
8. TERMO DE ENCERRAMENTO.....	27

1 APRESENTAÇÃO

A empresa LBM ENGENHARIA EIRELI, apresenta à Prefeitura Municipal de Bodoquena/MS os Levantamentos, Estudos de Campo e Projetos Executivos de engenharia para o Projeto Executivo de **ELABORAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO DE IMPLANTAÇÃO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO E DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS DE DIVERSAS VIAS NO MUNICÍPIO DE BODOQUENA/MS**, de acordo com Termo de Referência, parte integrante do contrato com este município.

O Projeto é apresentado em três volumes, cujas respectivas finalidades e matérias correspondentes são as seguintes:

- **VOLUME 01 - MEMORIAL DESCRITIVO:** é feita uma descrição dos serviços executados, bem como a apresentação dos resultados obtidos, também são expostos todos os estudos e projetos levados a efeito, apresentando as soluções adotadas para pavimentação da via em epígrafe;
- **VOLUME 02 - PROJETO DE EXECUÇÃO:** apresenta todas as plantas, detalhes construtivos e quadros necessários à execução do projeto.
- **VOLUME 03 – ORÇAMENTO E MEMÓRIAS:** apresenta todas as planilhas com memórias de cálculo, orçamento do projeto e cronograma de execução.

2 GENERALIDADES

2.1 LOCALIZAÇÃO

A cidade de Bodoquena está localizada no sul da região Centro-Oeste do Brasil, a oeste de Mato Grosso do Sul e próximo à fronteira com o Paraguai e Bolívia. Localiza-se a uma latitude 20°32'36.6"S e a uma longitude 56°40'22.5"O.

Distâncias:

- 251 km da capital estadual (Campo Grande).
- 1.385 km da capital federal (Brasília).

A obra está localizada de acordo com a imagem abaixo:



LEGENDA

- | | |
|---|--|
|  | PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA À EXECUTAR |
|  | PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA PROJETADA - RECURSO FEDERAL CR 944727 |
|  | PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA EM EXECUÇÃO - FINISA |
|  | DRENAGEM À EXECUTAR |
|  | DRENAGEM PROJETADA - RECURSO FEDERAL CR 944727 |

2.2 METAS

O objetivo deste projeto é a pavimentação e drenagem de águas pluviais de aproximadamente 26.000 m² de vias urbanas no município de Bodoquena MS.

3 PROJETO DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

3.1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho contém os elementos informativos gerais do projeto de engenharia para implantação da obra de Drenagem de Águas Pluviais no Município de Bodoquena/MS.

No processo de crescimento populacional com implantação de diversas obras, o sistema de drenagem se sobressai como um dos mais sensíveis dos problemas causados pela urbanização, tanto em razão das dificuldades de esgotamento das águas pluviais, quanto em razão da interferência com os demais sistemas de infraestrutura, além de que, com retenção da água na superfície do solo, surgem diversos problemas que afetam diretamente a qualidade de vida desta população.

O sistema de drenagem de um núcleo habitacional é o mais destacado no processo de expansão urbana, ou seja, o que mais facilmente comprova a sua ineficiência, imediatamente após as precipitações significativas, trazendo transtornos à população quando causa inundações e alagamentos.

Para isso tudo, estas águas deverão ser drenadas e como medida preventiva adotar-se um sistema de escoamento eficaz que possa sofrer adaptações, para atender à evolução urbanística, que aparece no decorrer do tempo.

Para que este objetivo seja atingido, é de fundamental importância a realização de pesquisas detalhadas, para identificação dos locais atingidos pela ação das chuvas. Um sistema geral de drenagem urbana é constituído pelos sistemas de microdrenagem e macrodrenagem.

3.2 IMPORTÂNCIA SANITÁRIA

Sob o ponto de vista sanitário, a drenagem visa principalmente:

Desobstruir os cursos d'água dos igarapés e riachos, para eliminação dos criadouros (formação de lagoas) combatendo, por exemplo, a dengue; e a não propagação de algumas doenças de veiculação hídrica.

3.3 CONCEITO

a) Microdrenagem

A microdrenagem urbana é definida pelo sistema de condutos pluviais em nível de loteamento ou de rede primária urbana, que propicia a ocupação do espaço urbano ou Peri urbano por uma forma artificial de assentamento, adaptando-se ao sistema de circulação viária.

É formada de:

Boca de lobo: dispositivos para captação de águas pluviais, localizados nas sarjetas;

- Sarjetas: elemento de drenagem das vias públicas. A calha formada é a receptora das águas pluviais que incidem sobre as vias públicas e que para elas escoam;
- Poço de visita: dispositivos localizados em pontos convenientes do sistema de galerias para permitirem mudança de direção, mudança de declividade, mudança de diâmetro e limpeza das canalizações;
- Tubos de ligações: são canalizações destinadas a conduzir as águas pluviais captadas nas bocas de lobo para a galeria ou para os poços de visita;
- Condutos: obras destinadas à condução das águas superficiais coletadas.

b) Macrodrenagem

É um conjunto de obras que visam melhorar as condições de escoamento de forma a atenuar os problemas de erosões, assoreamento e inundações ao longo dos principais talwegues (fundo de vale). Ela é responsável pelo escoamento final das águas, a qual pode ser formada por canais naturais ou artificiais, galerias de grandes dimensões e estruturas auxiliares.

A macrodrenagem de uma zona urbana corresponde à rede de drenagem natural pré-existente nos terrenos antes da ocupação, sendo constituída pelos igarapés, córregos, riachos e rios localizados nos talwegues e valas. Os canais são cursos d'água artificiais destinados a conduzir água à superfície livre. A topografia do terreno, natureza

do solo e o tipo de escoamento, determinam a forma da seção a serem adotadas, as inclinações de taludes e declividade longitudinal dos canais.

Apesar de independentes, as obras de macrodrenagem mantêm um estreito relacionamento com o sistema de drenagem urbano, devendo, portanto, ser projetadas conjuntamente para uma determinada área. As obras de macrodrenagem consistem em:

- Retificação e/ou ampliação das seções de cursos naturais;
- Construção de canais artificiais ou galerias de grandes dimensões;
- Estruturas auxiliares para proteção contra erosões e assoreamento, travessias (obras de arte) e estações de bombeamento.

As razões para a necessidade de implantar ou ampliar nos centros urbanos, as vias de macrodrenagem são:

- Saneamento de áreas alagadiças;
- Ampliação da malha viária em vales ocupados;
- Evitar o aumento de contribuição de sedimento provocado pelo desmatamento e manejo inadequado dos terrenos, lixos lançados sobre os leitos;
- A ocupação dos leitos secundários de córregos.

3.4 CRITÉRIOS E ESTUDOS PARA OBRAS DE DRENAGEM

a) Levantamento topográfico que permita:

- Avaliar o volume da água empoçada;
- Conhecer a superfície do local em diferentes alturas;
- Determinar a profundidade do ponto mais baixo a drenar;
- Encontrar a localização de uma saída apropriada; e,
- Determinar o traçado dos canais ou valas.

b) Estudo da origem da água que alimenta a área alagada, análise das consequências prováveis da vazão máxima e mínima, o uso da água e a reprodução de vetores;

c) Estudo do subsolo com ênfase na sua permeabilidade;

d) Distâncias a zonas povoadas, de trabalho ou lazer;

e) Exame da possibilidade de utilizar o material ao escavar as valas;

f) Estudo das consequências ecológicas e da aceitação da drenagem pela população.

COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL

No Método Racional o valor do coeficiente de escoamento superficial da bacia será determinado a partir da média ponderada dos coeficientes das áreas parciais.

Quadro 1 - Coeficiente de escoamento superficial (runoff) – “C”

<i>Tipologia da área de drenagem</i>	<i>Coeficiente de escoamento superficial</i>
Áreas Comerciais	0,70 – 0,95
áreas centrais	0,70 – 0,95
áreas de bairros	0,50 – 0,70
Áreas Residenciais	
residenciais isoladas	0,35 – 0,50
unidades múltiplas, separadas	0,40 – 0,60
unidades múltiplas, conjugadas	0,60 – 0,75
áreas com lotes de 2.000 m ² ou maiores	0,30 – 0,45
áreas suburbanas	0,25 – 0,40
áreas com prédios de apartamentos	0,50 – 0,70
Áreas Industriais	
área com ocupação esparsa	0,50 – 0,80
área com ocupação densa	0,60 – 0,90
Superfícies	

asfalto	0,70 – 0,95
concreto	0,80 – 0,95
blocket	0,70 – 0,89
telhado	0,75 – 0,95
solo compactado	0,59 - 0,79
Áreas sem melhoramentos ou naturais	
solo arenoso, declividade baixa < 2 %	0,05 – 0,10
solo arenoso, declividade média entre 2% e 7%	0,10 – 0,15
solo arenoso, declividade alta > 7 %	0,15 – 0,20
solo argiloso, declividade baixa < 2 %	0,15 – 0,20
solo argiloso, declividade média entre 2% e 7%	0,20 – 0,25
solo argiloso, declividade alta > 7 %	0,25 – 0,30
grama, em solo arenoso, declividade baixa < 2%	0,05 - 0,10
grama, em solo arenoso, declividade média entre 2% e 7%	0,10 - 0,15
grama, em solo arenoso, declividade alta > 7%	0,15 - 0,20
grama, em solo argiloso, declividade baixa < 2%	0,13 - 0,17
grama, em solo argiloso, declividade média 2% < S < 7%	0,18 - 0,22
grama, em solo argiloso, declividade alta > 7%	0,25 - 0,35
florestas com declividade <5%	0,25 – 0,30
florestas com declividade média entre 5% e 10%	0,30 0,35
florestas com declividade >10%	0,45 – 0,50
capoeira ou pasto com declividade <5%	0,25 – 0,30
capoeira ou pasto com declividade entre 5% e 10%	0,30 – 0,36
capoeira ou pasto com declividade > 10%	0,35 – 0,42

3.5 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

Em projetos de microdrenagem, quando a área a montante for urbanizada ou estiver em processo de urbanização, com divisor de águas a uma distância aproximada de 60m, o tempo de concentração inicial será obtido no quadro 2:

Quadro 2 - Tempo de concentração para áreas urbanizadas

<i>Tipologia da área a montante</i>	<i>Declividade da sarjeta</i>	
	<i>< 3%</i>	<i>> 3%</i>
Áreas de construções densas	10 min	7 min
Áreas residenciais	12 min	10 min
Parques, jardins, campos	15 min	12 min

O tempo de concentração (t_c) será determinado a partir da soma de tempos distintos:

$$t_c = t_p + t_e$$

onde:

- t_p = tempo de percurso – tempo de escoamento dentro da galeria ou canal, calculado pelo Método Cinemático;
- t_e = tempo de entrada – tempo gasto pelas chuvas caídas nos pontos mais distantes da bacia para atingirem o primeiro ralo ou seção considerada;

3.6 TEMPO DE RECORRÊNCIA

O tempo de recorrência ou período de retorno adotado na determinação da vazão de projeto e, conseqüentemente, no dimensionamento dos dispositivos de drenagem, foi considerado em conformidade ao quadro 3:

Quadro 3 - Tempo de recorrência

<i>Tipo de dispositivo de drenagem</i>	<i>Tempo de recorrência T_r (anos)</i>
Microdrenagem - dispositivos de drenagem superficial, galerias de águas pluviais	5 ou 10
Aproveitamento de rede existente - Microdrenagem	5
Canais de macrodrenagem não revestidos	25

Canais de macrodrenagem revestidos, com verificação para $Tr = 50$ anos sem considerar borda livre	25
--	----

3.7 INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA

A intensidade pluviométrica foi calculada a partir da aplicação de equações de chuvas intensas (IDF) válidas para o município de Bodoquena, de acordo com o Caderno de Chuvas do MS, observado na figura 13.3.4.

3.7.1 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA CHUVA

O método racional modificado, adotado em projetos de microdrenagem, contém o coeficiente de distribuição “n” definido em função da área de drenagem (A):

- para $A \leq 1$ ha $\Rightarrow n = 1$
- para $A > 1$ ha $\Rightarrow n = A - 0,15$

3.7.2 MODELAGEM HIDROLÓGICA – MÉTODO RACIONAL MODIFICADO

A metodologia de cálculos hidrológicos para determinação das vazões de projeto foi definida em função das áreas das bacias hidrográficas, conforme a seguir indicadas:

Método Racional Modificado $\rightarrow \text{Área} \leq 100 \text{ há}$

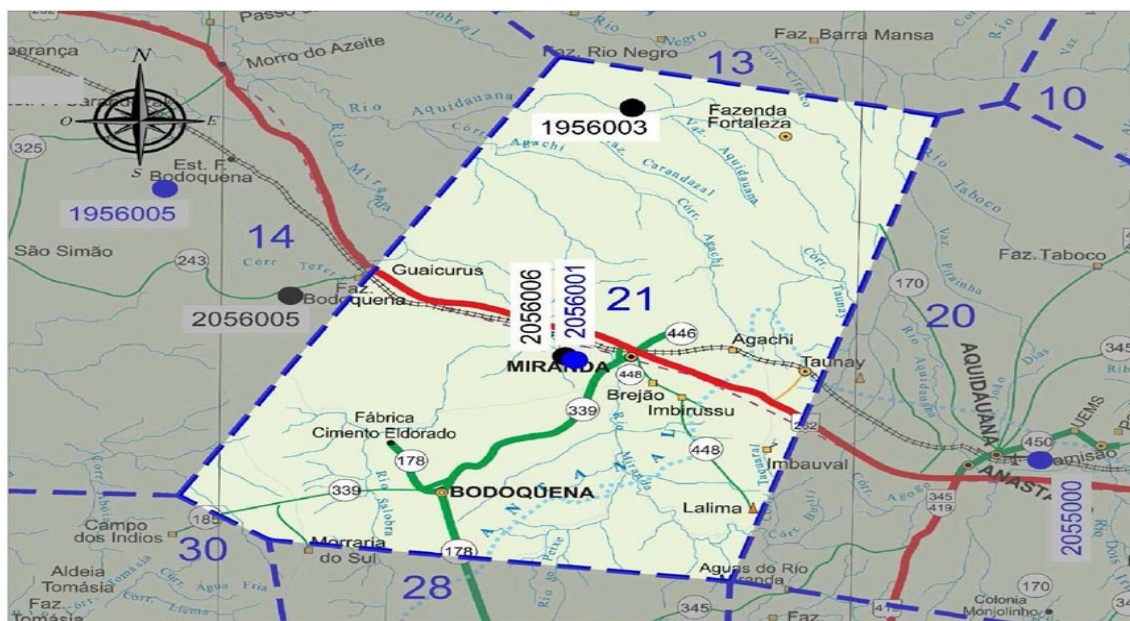


Figura 13.3.4 – Isozona Bodoquena/MS

4. PLUVIOMETRIA

Adotou se para o estudo em questão, a equação de chuva da isozona, do trabalho CHUVAS EM MS do DOP/MS.

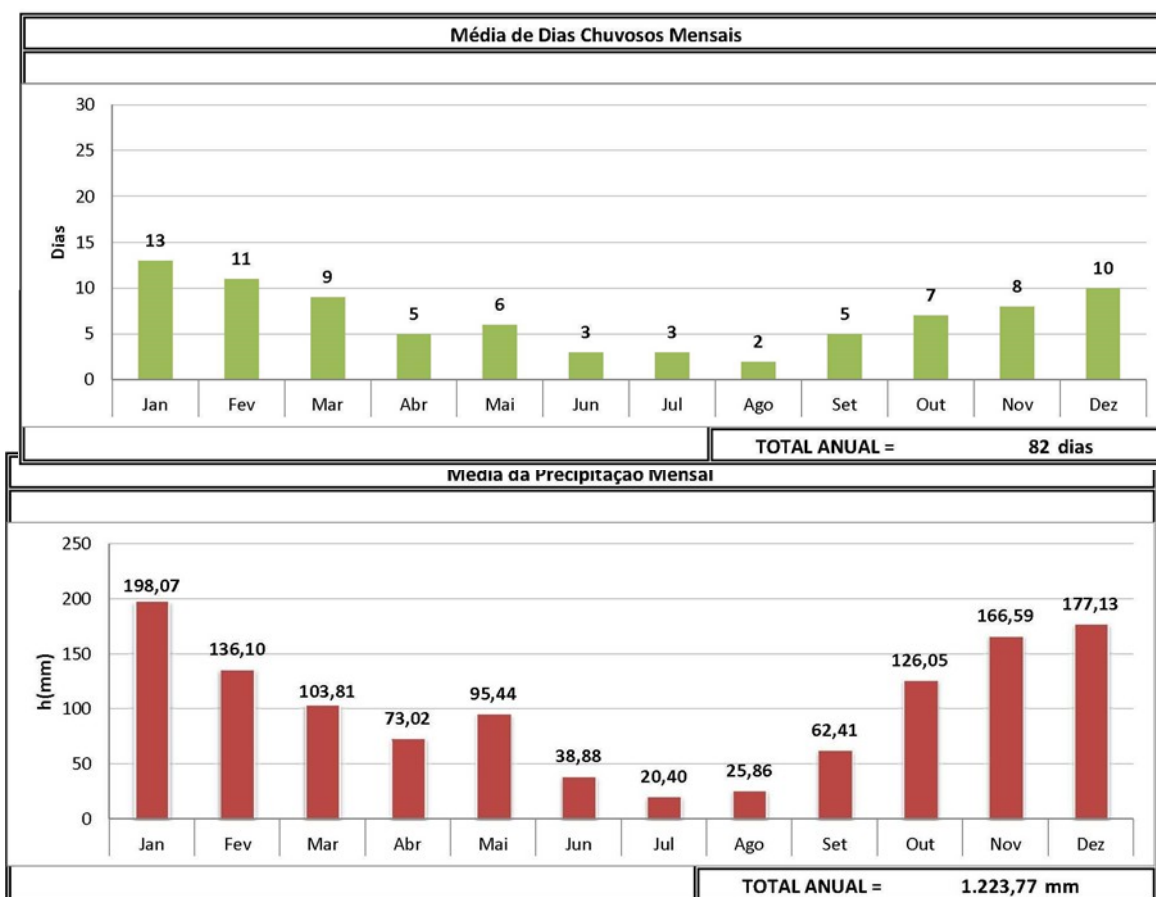
$$1331,02 * Tr^{0,142}$$

$I = \frac{1331,02 * Tr^{0,142}}{(t + 13)^{0,801}}$, sendo:

$$(t + 13)^{0,801}$$

I : mm/h

t: min.



5 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

Coeficientes de rugosidade (Manning) – “ η ”

Galerias fechadas

<i>Tipo de conduto</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Valor usual</i>
Alvenaria de Tijolos	0,014	0,017	0,015
Tubos de concreto armado	0,011	0,015	0,013
Galeria celular de concreto – pré-moldada	0,012	0,014	0,013
Galeria celular de concreto – forma de madeira	0,015	0,017	0,015
Galeria celular de concreto – forma metálica	0,012	0,014	0,013
Tubos de PVC / PEAD	0,009	0,011	0,011

Canais revestidos

<i>Revestimento do canal</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Valor usual</i>
Concreto	0,013	0,016	0,015
Gabião manta	0,022	0,027	0,027
Gabião caixa	0,026	0,029	0,029
VSL	0,015	0,017	0,017
Rip-rap	0,035	0,040	0,040
Pedra argamassada	0,025	0,040	0,028
Gramma	0,150	0,410	0,240

Canais escavados não revestidos

<i>Tipo de canal</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Valor usual</i>
Terra, limpo, fundo regular	0,028	0,033	0,030
Terra com capim nos taludes	0,035	0,060	0,045
Sem manutenção	0,050	0,140	0,070

Cursos d'água naturais

<i>Curso d'água</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Valor usual</i>
Seção regular	0,030	0,070	0,045

Fundo de cascalho, seixos e poucos matacões	0,040	0,050	0,040
Fundo de seixos com matacões	0,050	0,070	0,050
Seção irregular com poços	0,040	0,100	0,070

Escoamento superficial direto

<i>Tipo de superfície</i>	<i>η</i>
Sarjeta de concreto	0,016
Asfalto liso	0,013
Asfalto áspero	0,016
Pavimento de concreto liso	0,013
Pavimento de concreto áspero	0,015

Velocidades admissíveis galerias fechadas:

- Velocidade máxima = 5,0 m/s
- Velocidade mínima = 0,8 m/s

Velocidade mínima para seções abertas:

- Para trechos onde há influência de maré = 0,6 m/s
- Para outras condições = 0,8 m/s

Velocidade máxima para canais sem revestimento

<i>Material</i>	<i>Velocidade Máxima (m/s)</i>
Argila	0,80 – 1,60
Silte	0,70 – 1,60
Cascalho	0,50 – 1,00
Areia	0,30 – 0,50

Velocidade máxima para canais revestidos

<i>Material de Revestimento</i>	<i>Velocidade Máxima (m/s)</i>
---------------------------------	--------------------------------

Fundo em terra e talude de concreto	2,50
Fundo e talude em concreto	5,00
Fundo em terra e taludes de grama em placas	1,80
Gabião tipo manta	3,00
Gabião tipo caixa	4,00

Relação de enchimento (Y/D)

As galerias serão projetadas como condutos livres e deverão ser obedecidas em projeto as seguintes condições:

Tipo de conduto	Relação de enchimento
Galerias e ramais circulares	$Y/D \leq 0,85$
Galerias retangulares fechadas	$Y/D \leq 0,90$
Canaletas retangulares abertas	$Y/D \leq 0,80$

Profundidade mínima

A profundidade mínima (h) admissível para a geratriz inferior interna do tubo é definida da seguinte maneira:

$$h = 1,5 \varnothing + 0,40$$

onde:

h = profundidade mínima admissível (m);

$\varnothing$ = diâmetro da tubulação (m).

GALERIAS DE ÁGUAS PLUVIAIS

Para o dimensionamento das galerias de águas pluviais foi utilizado o método de cálculo de galeria em marcha, conduto livre, associando-se a formulação de Manning com a Equação da Continuidade, como segue:

$$V = (1/n) \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

$$Q = V \times A$$

onde:

V = velocidade média do escoamento, em m/s;

Q = capacidade de vazão, em m³/s;

n = coeficiente de rugosidade;

i = gradiente hidráulico, em m/m;

R = raio hidráulico, em m;

$R = A \div P$

A = área molhada, em m²;

P = perímetro molhado, em m.

5.1 FÓRMULAS PARA A VERIFICAÇÃO DOS DIÂMETROS ADOTADOS

Velocidade nos Dispositivos (v)

A velocidade dos dispositivos é calculada a partir da obtenção das declividades máximas e mínimas e deve estar entre as velocidades limítrofes, sendo utilizada a equação de Manning. O limite inferior está associado a autolimpeza, isto é, à ocorrência de assoreamento no interior dos condutos e o superior garante a integridade das estruturas de concreto conexas, como poços de visita e condutos.

$$v = \left(\frac{1}{\eta} \right) \cdot R_H^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Onde:

v = velocidade (m/s);

R = raio hidráulico, relação entre a área transversal molhada e o perímetro molhado (m);

I = declividade (m/m);

η = coeficiente de rugosidade de Manning.

A velocidade mínima recomendada em vários trabalhos publicados é igual a 1,00 m/s, e a máxima 5,00 m/s.

VAZÃO DE ESCOAMENTO À SEÇÃO PLENA

Para o cálculo da vazão de escoamento da galeria à seção plena, devemos utilizar a fórmula de Manning:

$$Q = \frac{A \times R h^{2/3} \times I^{1/2}}{\eta}$$

Onde:

A = Área molhada da tubulação (m^2);

R_h = Raio hidráulico (m);

I = Declividade da galeria (m/m);

n = Coeficiente de rugosidade;

Q = Vazão da galeria (m^3/s).

6. DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

Todos os dispositivos adotados no projeto foram aqueles padronizados pela AGESUL, a saber:

Poço de visita

Os poços de visita são dispositivos auxiliares implantados nas redes tubulares de águas pluviais, a fim de possibilitar a ligação as bocas-de-lobo, mudanças de direção, declividade e diâmetro de um trecho para outro e permitir a inspeção e limpeza da tubulação, devendo por isso, serem instalados em pontos convenientes da rede.

O espaçamento entre poços de vista (PV) foi inferior a 150m, independentemente do diâmetro da tubulação.

O poço de visita compõe-se de câmara (balão), pescoço (chaminé) e tampão de ferro fundido articulado com o quadro.

Galeria tubular de concreto

Tubo de concreto é o elemento pré-moldado de seção circular de concreto armado a ser utilizado nas redes de águas pluviais, conhecidos como galerias tubulares de concreto.

Para o escoamento seguro e satisfatório, o dimensionamento hidráulico considerou o desempenho da galeria com velocidade de escoamento adequada, além de evitar a ocorrência de velocidades erosivas, tanto no terreno natural, como na própria tubulação e dispositivos acessórios.

Os tubos serão pré-moldados de concreto, de encaixe tipo ponta e bolsa, obedecendo as exigências da NBR 8890 - 2003, classes PS-1 e PS-2 (concreto simples) e PA-1, PA-2 ou PA-3 (concreto armado), em função da altura máxima do aterro e

conforme indicação de projeto, moldados em formas metálicas e ter o concreto adensado por vibração ou centrifugação.

Bocas de Lobo

As bocas de lobo são dispositivos destinados à coleta de águas provenientes da superfície pavimentada, garantindo a adequada condução à rede subterrânea. Serão executadas conforme os padrões e normas, utilizando concreto armado e grelhas metálicas para captação.

Bacia de Contenção

A bacia de contenção terá formato retangular irregular, com dimensões aproximadas de 180,00 m de comprimento, 40,00 m de largura máxima e profundidade em torno de 2,49 m (diferença entre média cota de crista e fundo da bacia m). O revestimento será executado em solo de 1ª categoria compactado com plantio de grama, garantindo estabilidade dos taludes e redução do processo erosivo. O material de aterro será fornecido pela Prefeitura Municipal de Bodoquena exclusive transporte.

O projeto contempla ainda a execução de vertedouro e escada hidráulica para controle da vazão de saída, em conformidade com as diretrizes e recomendações técnicas.

O aterro com Material de 1ª Categoria isento de rochas ou matacões, executados em camadas máximas de 20cm, com compactação mínima de 100% do proctor modificado acompanhado de controle tecnológico por ensaios de campo.

Quanto a geometria dos taludes, deverão apresentar inclinação 2H:1V (2 metros na horizontal para cada 1 metro na vertical)

ETAPAS EXECUTIVAS

- Locação topográfica
- Limpeza da área
- Escavação da bacia
- Regularização e compactação do fundo
- Execução do aterro em camadas sucessivas
- Conformação dos taludes 2:1
- Implantação do sistema hidráulico
- Proteção vegetal dos taludes com plantio de grama.

Dissipador

O dispositivo de finalização de rede coletora foi apropriado para o exato local do lançamento, levando-se em conta a preservação da integridade do meio biótico e os aspectos fisiográficos originais.

Foi adotado o dissipador de energia **tipo 1**, o qual destina-se a reduzir a velocidade de saída da água da rede, prevenindo erosões no talude e no corpo receptor. Será executado em concreto armado, conforme padrão DNIT, com reforços metálicos e revestimento de proteção.

Bacia de Amortecimento

A bacia de amortecimento ovalada tem a função de conter temporariamente e dissipar a energia da água após o dissipador, auxiliando também na retenção de sedimentos. Possui fundo revestido em enrocamento de rachão, garantindo resistência e durabilidade contra a erosão.

7. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

O Projeto de Pavimentação foi desenvolvido de formas a obter uma estrutura de pavimento com capacidade para suportar as cargas geradas pelo tráfego, a um menor custo econômico, e em condições de conforto e segurança para os usuários, num período de projeto de 10 anos. Estas condições foram obtidas através da correta interpretação das características do tráfego e da indicação de materiais de boa qualidade e que obedeçam às menores distâncias de transporte.

7.1. OBJETIVO

O projeto tem por objetivo a definição da seção transversal do pavimento, em tangente e em curva, sua variação ao longo do trecho, bem como a fixação do tipo de pavimento, definindo as camadas componentes, os quantitativos de serviços e a distribuição dos materiais a serem utilizados.

7.2. METODOLOGIA

O dimensionamento do pavimento foi elaborado através da aplicação do Método de dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do DNER de autoria do Engenheiro Murillo Lopes de Souza, reformulado em 1996, e IP-04/2004 (Instruções de Projeto da Prefeitura do Município de São Paulo).

Para aplicação deste método, é necessário o conhecimento dos seguintes parâmetros, a saber:

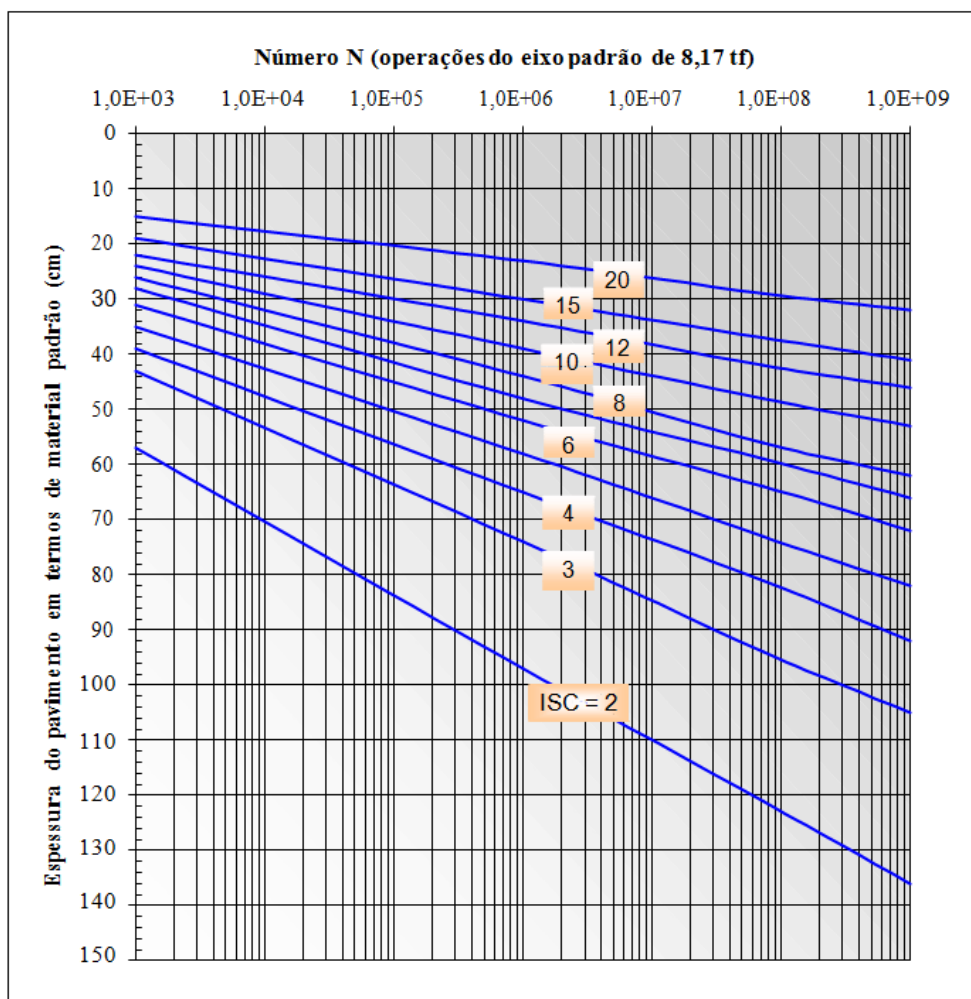
- Número "N" (Número de operações do eixo padrão de 8,2 toneladas);
- ISP - Índice de Suporte de Projeto ou CBR característico dos materiais de subleito e dos materiais disponíveis para sub-base e base. Tal índice será calculado através de análise estatística dos resultados de ISC (Índice de Suporte Califórnia) obtidos nos segmentos homogêneos.

8. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

No dimensionamento do pavimento adotou-se o "Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis", do Engº Murillo Lopes de Souza, mencionado anteriormente, e foi utilizado o ábaco abaixo.

O gráfico abaixo indica a espessura total do pavimento, em função de "N" e de I.S.C. ou C.B.R.; a espessura fornecida por este gráfico é em termos de material com $K=1,00$, isto é, em termos de base granular. Entrando-se em abscissas, com o valor de "N", procede-se verticalmente até encontrar a reta representativa da capacidade de suporte (I.S.C. ou C.B.R.) em causa e, procedendo-se horizontalmente, então, encontra-se, em ordenadas, a espessura do pavimento.

A espessura mínima a adotar para compactação de camadas granulares é de 10 cm, a espessura total mínima para estas camadas, quando utilizadas, é de 15 cm e a espessura máxima para compactação é de 20 cm.



$$H_t = 77,67 \cdot N^{0,0482} \cdot CBR^{-0,598}$$

Ábaco de Dimensionamento do Método DNIT – 2006

- Inequação de Dimensionamento

As espessuras finais das camadas do pavimento são calculadas através das inequações seguintes, exceto a do revestimento betuminoso que é tabelada em função do Número N:

- Espessura do Revestimento – R

R é tabelado em função do Número N

- Espessura da Base – B

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

- Espessura da Sub-base – SB

$$R \times K_R + B \times K_B + SB \times K_{SB} \geq H_n$$

- Espessura do Reforço – REF

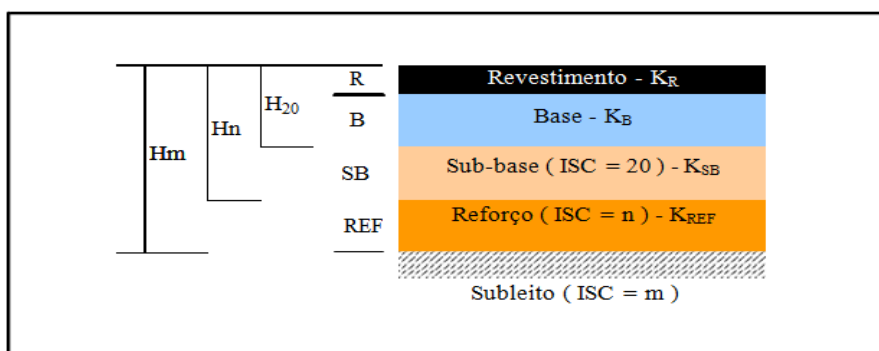
$$R \times K_R + B \times K_B + SB \times K_{SB} + REF \times K_{REF} \geq H_m$$

Onde:

- R** – espessura do revestimento (cm)
 K_R – coeficiente de equivalência estrutural do revestimento B
 B – espessura da base (cm)
 K_B – coeficiente de equivalência estrutural da base
 SB – espessura da sub-base (cm)
 K_{SB} – coeficiente de equivalência estrutural da sub-base
 REF – espessura do reforço (cm)
 K_{REF} – coeficiente de equivalência estrutural do reforço
 H_n – espessura de material granular padrão necessária à proteção do reforço
 H_m – espessura de material granular padrão necessária à proteção do subleito

Abaixo segue o esquema gráfico do Pavimento e Parâmetros de Dimensionamento:

Cálculo do CBR de projeto (CBRp), presente 95% de nível de confiança, conforme Termo de Referência, tem-se:



$$CBRp = CBR_{\text{médio}} - S \times t_{0,90n}$$

Onde:

$$CBR_{\text{médio}} = CBR_i \quad e \quad S = CBR_i - CBR_{\text{médio}} 2n-1$$

TIPO DE VIA	FUNÇÃO PREDOMINANTE	TRÁFEGO PREVISTO	VDM INICIAL NA FAIXA MAIS SOLICITADA		NÚMERO "N"	
			PASSEIO	COMERCIAL	10 ANOS	Característico
V-6	Local - via de articulação com Coletoras	Muito leve	≤ 95	≤ 1	1×10^3	3×10^3
V-5	Coletora - via alimentadora das Arteriais e Principais	Leve	100 a 400	4 a 20	$2,7 \times 10^5$	1×10^5
V-4	Principal II - via de continuidade da Principal I. Ligação entre regiões	Médio	401 a 1.500	21 a 100	$1,4 \times 10^5$	5×10^5
V-3	Principal I - via de continuidade da Arterial	Médio pesado	1.501 a 5.000	101 a 300	1×10^5	2×10^6
V-2	Arterial - via de penetração	Pesado	5.001 a 10.000	301 a 1.000	1×10^7	2×10^7
V-1	Perimetral - rodovia de circulação à área urbana	Muito pesado	> 10.000	1.001 a 2.000	$3,3 \times 10^7$	5×10^7

Quadro 1 – Quadro do Número N, período de projeto de 10 anos

Número **N** adotado V-5 Coletora – via alimentadora de Artérias e Principais

Cálculo do Suporte (CBR) do Subleito para Projeto

Os dados geotécnicos, para fins de dimensionamento do pavimento, serão tratados estatisticamente, por universo de solos, que deverá conter pelo menos 3 (três) unidades de ensaios. Esse tratamento estatístico poderá ser feito através da distribuição "t" de Student, adequada ao controle pela média de amostragens pequenas e com nível de confiança de 95 % para o suporte de projeto.

Esta sistemática de cálculo do suporte deve ser usada também para obtenção do CBR do reforço e demais camadas granulares.

A Figura 1.3 mostra os valores "t" de Student para este nível de confiança.

Figura 1.3

n-1	t _{0,90}	n-1	t _{0,90}	n-1	t _{0,90}	n-1	t _{0,90}
1	3,08	11	1,36	21	1,32	40	1,30
2	1,89	12	1,36	22	1,32	60	1,30
3	1,64	13	1,35	23	1,32	120	1,29
4	1,53	14	1,34	24	1,32	∞	1,28
5	1,48	15	1,34	25	1,32		
6	1,44	16	1,34	26	1,32		
7	1,42	17	1,33	27	1,31		
8	1,40	18	1,33	28	1,31		
9	1,38	19	1,33	29	1,31		
10	1,37	20	1,32	30	1,31		

Onde: **n** = número de amostras

Para garantir que o CBR de projeto (CBRp) apresente 95% de nível de confiança, tem-se:

$$|CBR_p = \overline{CBR} - \frac{S \times t_{0,90}}{\sqrt{n}}$$

$$\text{onde: } \overline{CBR} = \frac{\sum CBR_i}{n} \text{ e } S = \sqrt{\frac{\sum (CBR_i - \overline{CBR})^2}{n-1}}$$

- Parâmetros do subleito

DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DO PAVIMENTO

Bases ou revestimentos	6,00	FUO	CBR (%)	CBRi - CBRmédio (%)		
Betuminosos	1,70	F-01	12,20	1,89		
	1,40	F-02	13,30	0,08		
	1,20	F-03	15,50	3,71		
Camadas Granulares	0,77	F-04	13,30	0,08		
	0,88	F-05				
	1,00	F-06				
		CBRmédio	13,58	5,75		
		Desvio Padrão (S)	1,38	n (número de ensaios):	4,00	unidades
		CBRp	13,58	t _{0,90} :	1,32	(n-1)
		N - Via Local:	3,00E+03	Hn:	24,01	cm
				H20:	24,01	cm

Itz

VIA LOCAL	CÁLCULO DE BASE: $R \times KR + B \times KB \geq H20$			
	R:	3,00	cm	
	K _R :	2,00		
	B:	18,01	→ Adotado	18,00
	K _B :	1,00		
	H20:	24,01	cm	

- Parâmetros da Base

1. IS ou CBR ≥ 80 (para $N \geq 5 \times 10^6$)
2. IS ou CBR ≥ 60 (para $N < 5 \times 10^6$)
3. Limite de liquidez $\leq 25\%$
4. Expansão $\leq 0,5\%$
5. Índice de Plasticidade ≤ 6
6. Equivalente de areia $> 20\%$

Obs.: caso LL $> 25\%$ E IP > 6 , Equivalente de areia $> 30\%$

CBR (médio) = 22,37%

a. Resolução das Inequações

Componentes do Pavimento	Coefficiente K
Base ou revestimento do concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,40
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,20
Camadas granulares	0,77 a 1,00
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 Kg/cm ²	1,70
Idem, com resistência à compressão a 7 dias entre 45 Kg/cm ² e 28 Kg/cm ²	1,40
Idem, com resistência à compressão a 7 dias entre 28 Kg/cm ² e 21 Kg/cm ²	1,20

Dreno Profundo

O dreno profundo é aplicado para rebaixar o lençol freático e proteger o pavimento, consistindo na escavação de valas, revestido com geotêxtil, colocação de material filtrante (brita), tubos perfurados (PVC ou concreto) e selagem superior, garantindo declividade mínima de 1% para escoamento.

Método de Execução

-Escavação: Abertura de vala no local indicado pelo projeto, geralmente no pé de cortes ou laterais, com largura e profundidade adequadas.

-Preparação: Verificação da declividade (mínimo 1%) e limpeza do fundo da vala.

Geotêxtil: Revestimento das paredes da vala com manta geotêxtil para evitar contaminação do material drenante.

Base Filtrante: Lançamento de uma camada de material granular (brita limpa) no fundo.

Instalação do Tubo: Colocação de tubos perfurados (PVC, concreto ou cerâmico) sobre a base. As bolsas dos tubos devem ficar voltadas para o lado ascendente.

Envelopamento: Preenchimento ao redor do tubo com material drenante (brita) e fechamento do geotêxtil sobre o material, formando um "envelope".

Tamponamento: Os tubos devem ser mantidos tamponados durante a execução para evitar obstruções.

Selagem e Reaterro: Selagem da parte superior da vala com material argiloso para impedir infiltração superficial direta, e compactação final.

Saídas: Execução das bocas de saída (sangrias) para direcionar a água para fora do corpo estradal ou em rede de drenagem pluvial.

9. PROJETO DE SINALIZAÇÃO

O Projeto de Sinalização elaborado, procurou obedecer aos modernos requisitos de Engenharia de Trânsito, que após implantado fornecerá aos usuários das vias, as orientações, regulamentações e advertências necessárias e suficientes, compatíveis a um elevado padrão de fluidez e segurança.

Este Projeto foi elaborado de acordo com o disposto no Código Brasileiro de Trânsito em vigor e em conformidade com as recomendações técnicas do Termo de referência.

9.1. OBJETIVO

O sistema de sinalização, tem por objetivo a assegurar atenção, compreensão e resposta necessária às mensagens, através de padronizações de símbolos, cores, forma e dimensões adequadas e simplificadas de legendas. A sinalização vertical é composta de placas de sinais e dispositivos especiais e a sinalização horizontal, de faixas ou linhas de demarcação, legenda e símbolos, todos pintados no pavimento.

9.2. SINALIZAÇÃO VERTICAL

A sinalização viária estabelecida através de comunicação visual, por meio de placas, painéis ou dispositivos auxiliares, situados na posição vertical, implantados à margem da via ou suspensos sobre ela, tem como finalidade: a regulamentação do uso da via, a advertência para situações potencialmente perigosas ou problemáticas, do ponto de vista operacional, o fornecimento de indicações, orientações e informações aos usuários, além do fornecimento de mensagens educativas.

O projeto de sinalização vertical terá como objetivo o conforto e a segurança do usuário da rodovia, bem como a fluência do tráfego. Tais questões são alcançadas com a perfeita codificação e emprego das placas, além dos materiais empregados para a sua confecção.

Salienta-se que os limites de velocidade atendem ao disposto no Art. 61 do Código de Trânsito Brasileiro, de 23 de setembro de 1997.

9.3. SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

Define-se a sinalização rodoviária horizontal como o conjunto de marcas, símbolos e legendas aplicados sobre o revestimento de uma rodovia, de acordo com um projeto desenvolvido, para propiciar condições adequadas de segurança e conforto aos usuários.

Para a sinalização horizontal proporcionar segurança e conforto aos usuários deve cumprir as seguintes funções:

- Ordenar e canalizar o fluxo de veículos;
- Orientar os deslocamentos dos veículos, em função das condições de geometria da via (traçado em planta e perfil longitudinal), dos obstáculos e de impedâncias decorrentes de travessias urbanas e áreas ambientais;
- Complementar e enfatizar as mensagens transmitidas pela sinalização vertical indicativa, de regulamentação e de advertência;
- Regular os casos previstos no Código de Trânsito Brasileiro, mesmo na ausência de placas de sinalização vertical, em especial a proibição de ultrapassagem (Artigo 203, inciso V);
- Transmitir mensagens claras e simples;
- Possibilitar tempo adequado para uma ação correspondente; e
- Atender a uma real necessidade.

Este Volume 1 – Relatório do PROJETO EXECUTIVO de Engenharia possui 28 páginas devidamente numeradas, em ordem sequencial crescente, incluindo esta.

Bodoquena, 29 de maio de 2026.

**ALAN
PINHEIRO
TRINDADE:0
3299014196**
LBM ENGENHARIA EIRELI

Assinado de forma
digital por ALAN
PINHEIRO
TRINDADE:032990141
96
Dados: 2026.06.01
09:53:27 -04'00'

ALAN PINHEIRO TRINDADE

ENGENHEIRO CIVIL CREA: 70161/D - MS