

Memorial Descritivo

Volume 01

ELABORAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO PARA REDE DE
DRENAGEM E PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA NA VILA
VERIDIANA NO MUNICÍPIO CORGUINHO/MS.



JAN/24

Sumário

1	APRESENTAÇÃO	3
1.1	GENERALIDADES	4
2	PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA	4
2.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS	4
2.2	OBJETIVO	4
2.3	METAS	5
2.4	ELEMENTOS DE PROJETO	5
	CONSIDERAÇÕES DE PROJETO	5
	ELEMENTOS TOPOGRÁFICOS	5
2.5	ESTUDOS GEOTÉCNICOS	18
	ESTUDO DO SUBLEITO	19
	ESTUDO DE MATERIAL PARA BASE	20
	BOLETINS DE SONDAGENS A TRADO	20
	ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE SOLO	20
3	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	21
3.1	INTRODUÇÃO	21
3.2	OBJETIVO	21
3.3	METODOLOGIA	21
3.4	DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO	22
4	PROJETO DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS	28
4.1	INTRODUÇÃO	28
4.2	IMPORTÂNCIA SANITÁRIA	28
4.3	CONCEITO	28
4.4	CRITÉRIOS E ESTUDOS PARA OBRAS DE DRENAGEM	30
	COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL	30
4.5	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO	32
4.6	TEMPO DE RECORRÊNCIA	33
4.7	INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA	33
4.7.1	DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA CHUVA	33
4.7.2	MODELAGEM HIDROLÓGICA – MÉTODO RACIONAL MODIFICADO	34
5	DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM	38
5.1	FÓRMULAS PARA A VERIFICAÇÃO DOS DIÂMETROS ADOTADOS	45

1 APRESENTAÇÃO

A empresa **LBM ENGENHARIA EIRELI**, apresenta à Prefeitura Municipal de Bonito/MS os Levantamentos, Estudos de Campo e Projetos Executivos de engenharia para **Pavimentação Asfáltica em CBUQ**, no **VILA VERIDIANA**, no município de **Corguinho/MS**, de acordo com Termo de Referência, parte integrante do contrato com este município.

O Projeto é apresentado em dois 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.
- **VOLUME 04 – RELATÓRIO DE EXECUÇÃO:** apresenta todas as coordenadas, volumes e nota de serviço.

1.1 GENERALIDADES

O município de Corguinho está situado na região Campo Grande do Estado de Mato Grosso do Sul, com sede localizada a 70 km da capital. Seus limites são: ao norte com o município de Rio Negro, ao sul com o município de Terenos, a leste com os municípios de São Gabriel do Oeste, Bandeirantes e Rochedo e a oeste com o município de Aquidauana.

O povoamento de Corguinho teve início em 1931, quando uma leva de garimpeiros tomou conhecimento de garimpos nos córregos Carrapato e Formiga. Corguinho é opônimo originado do córrego do mesmo nome que banha a cidade. Os garimpeiros, insatisfeitos com o resultado da exploração, levantaram acampamento e desceram o Rio Aquidauana, até a foz do ribeirão Corguinho, onde encontraram 7 novas jazidas de aluvião e os resultados da exploração foram promissores, atraindo novos garimpeiros, consolidando a formação do povoado, elevado a distrito de Aquidauana em 1934 e a município em 1953 (Prefeitura Municipal de Corguinho, 2015). O mais importante setor econômico do município é o agronegócio, devido à qualidade dos solos da região e à facilidade de produção, inclusive pelas boas condições climáticas.

2 PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O presente trabalho contém os elementos informativos gerais do projeto de engenharia para implantação da obra **pavimentação asfáltica em CBUQ**, sinalização viária e drenagem, conforme projeto, na **VILA VERIDIANA**, no município de Corguinho, Estado de Mato Grosso do Sul.

2.2 OBJETIVO

O estudo, visa apresentar uma solução técnica e econômica para contemplar as ruas em projeto, com infraestrutura de revestimento asfáltico, drenagem superficial, acessibilidade e sinalização Viária.

2.3 METAS

A meta deste projeto é de dotar o local de pavimentação asfáltica, guias e sarjetas, acessibilidade e sinalização viária horizontal e vertical, conforme detalhes de projeto.

2.4 ELEMENTOS DE PROJETO

CONSIDERAÇÕES DE PROJETO

Este projeto define elementos técnicos suficientes para a execução da obra física de pavimentação asfáltica, guias e sarjetas em concreto simples, acessibilidade e sinalização viária.

ELEMENTOS TOPOGRÁFICOS

Foi utilizado levantamento planialtimétrico, com cotas de estaqueamento de 20 em 20 metros, pelo eixo das ruas, para definição do perfil longitudinal do terreno e greide do pavimento.

O Estudo Topográfico tem como objetivo fornecer as informações necessárias à elaboração do Projeto Geométrico, Terraplenagem e Drenagem de águas pluviais.

Foi utilizado o Processo Eletrônico-Digital, que foi realizado com a utilização de equipamentos GPS (Ground Position System) geodésico de alta precisão e de Estação Total. Foram executadas as seguintes tarefas principais:

- Levantamento de seções transversais, com detalhamento da plataforma atual;
- Levantamentos especiais e cadastramentos;
- Levantamento de locais de ocorrências de materiais;

MONOGRAFIA DO MARCO M01

Nome do Marco:	Localidade:	Município:	Data:
M01	CORGUINHO	CORGUINHO/MS	18/05/2023
Equipamento Utilizado:	Tempo de Rastreo:	Responsável/Empresa:	
TRIMBLE RTK R8		LBM ENGENHARIA LTDA.	

SIRGAS 2000	DATUM	IMBITUBA IBGE
	VERTICAL:	
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	UTM	
Latitude:	N:	7.805.052,252m
Longitude:	E:	726.841,357m
h (elipsoidal):	Fuso:	21
H (ortométrica)	M. Central	57° W
	281,280 m	

Vista Geral do Marco:



Croqui de Localização:

Lázaro Barbosa Machado
CREA 22039/D MG
ENGENHEIRO CIVIL

MONOGRAFIA DO MARCO M02

Nome do Marco:	Localidade:	Município:	Data:
M02	CORGUINHO	CORGUINHO/MS	18/05/2023
Equipamento Utilizado:	Tempo de Rastreo:	Responsável/Empresa:	
TRIMBLE RTK R8		LBM ENGENHARIA LTDA.	
SIRGAS 2000		DATUM	IMBITUBA IBGE
		VERTICAL:	
COORDENADAS GEOGRÁFICAS		UTM	
Latitude:		N:	7.805.172,630m
Longitude:		E:	726.983,162m
h (elipsoidal):		Fuso:	21
H (ortométrica)		M. Central	57° W
285,125 m			

Vista Geral do Marco:



Croqui de Localização:

Lázaro Barbosa Machado
CREA 22039/D MG
ENGENHEIRO CIVIL



MONOGRAFIA DO MARCO M03

Nome do Marco: **M03** Localidade: **CORGUINHO** Município: **CORGUINHO/MS** Data: **18/05/2023**

Equipamento Utilizado: **TRIMBLE RTK R8** Tempo de Rastreo: Responsável/Empresa: **LBM ENGENHARIA LTDA.**

SIRGAS 2000	DATUM VERTICAL:	IMBITUBA IBGE
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	UTM	
Latitude:	N:	7.805.334,477m
Longitude:	E:	727.410,422m
h (elipsoidal):	Fuso:	21
H (ortométrica)	M. Central	57° W
	285,625 m	

Vista Geral do Marco:



Croqui de Localização:

Lázaro Barbosa Machado
CREA 22039/D MG
ENGENHEIRO CIVIL

MONOGRAFIA DO MARCO M04

Nome do Marco:

M04

Equipamento Utilizado:

TRIMBLE RTK R8

Localidade:

CORGUINHO

Município:

CORGUINHO/MS

Data:

18/05/2023

SIRGAS 2000

Tempo de Rastreo:

Responsável/Empresa:

LBM ENGENHARIA LTDA.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS

DATUM

IMBITUBA IBGE

VERTICAL:

UTM

Latitude:

Longitude:

h (elipsoidal):

H (ortométrica)

289,332 m

Fuso:

21

Vista Geral do

M. Central

57° W

Vista Geral do Marco:



Lázaro Barbosa Machado
CREA 22039/D MG
ENGENHEIRO CIVIL

MONOGRAFIA DO MARCO M05

Nome do Marco: **M05** Localidade: **CORGUINHO** Município: **CORGUINHO/MS** Data: **18/05/2023**

Equipamento Utilizado: **TRIMBLE RTK R8** Tempo de Rastreio: Responsável/Empresa: **LBM ENGENHARIA LTDA.**

SIRGAS 2000	DATUM VERTICAL:	IMBITUBA IBGE
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	UTM	
Latitude:	N:	7.805.809,516m
Longitude:	E:	727.410,776m
h (elipsoidal):	Fuso:	21
H (ortométrica)	M. Central	57° W
		291,894 m

Vista Geral do Marco:



Croqui de Localização:

Lázaro Barbosa Machado
CREA 22039/D MG
ENGENHEIRO CIVIL



MONOGRAFIA DO MARCO M06

Nome do Marco: **M06** Localidade: **CORGUINHO** Município: **CORGUINHO/MS** Data: **18/05/2023**

Equipamento Utilizado: **TRIMBLE RTK R8** Tempo de Rastreo: Responsável/Empresa: **LBM ENGENHARIA LTDA.**

SIRGAS 2000	DATUM VERTICAL:	IMBITUBA IBGE
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	UTM	
Latitude:	N:	7.805.982,261m
Longitude:	E:	727.410,605m
h (elipsoidal):	Fuso:	21
H (ortométrica)	M. Central	57° W
	292,492 m	

Vista Geral do Marco:



Croqui de Localização:

Lázaro Barbosa Machado
CREA 22039/D MG
ENGENHEIRO CIVIL

MONOGRAFIA DO MARCO M07

Nome do Marco: **M07** Localidade: **CORGUINHO** Município: **CORGUINHO/MS** Data: **18/05/2023**

Equipamento Utilizado: **TRIMBLE RTK R8** Tempo de Rastreo: Responsável/Empresa: **LBM ENGENHARIA LTDA.**

SIRGAS 2000	DATUM VERTICAL:	IMBITUBA IBGE
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	UTM	
Latitude:	N:	7.806.364,247m
Longitude:	E:	727.401,027m
h (elipsoidal):	Fuso:	21
H (ortométrica)	M. Central	57° W
		292,358 m

Vista Geral do Marco:



Croqui de Localização:

Lázaro Barbosa Machado
CREA 22039/D MG
ENGENHEIRO CIVIL

MONOGRAFIA DO MARCO M08

Nome do Marco:	Localidade:	Município:	Data:
M08	CORGUINHO	CORGUINHO/MS	18/05/2023
Equipamento Utilizado:	Tempo de Rastreo:	Responsável/Empresa:	
TRIMBLE RTK R8		LBM ENGENHARIA LTDA.	

SIRGAS 2000	DATUM	IMBITUBA IBGE
	VERTICAL:	
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	UTM	
Latitude:	N:	7.806.564,381m
Longitude:	E:	727.279,540m
h (elipsoidal):	Fuso:	21
H (ortométrica)	M. Central	57° W
		292,464 m

Vista Geral do Marco:



Croqui de Localização:

Lázaro Barbosa Machado
CREA 22039/D MG
ENGENHEIRO CIVIL



MONOGRAFIA DO MARCO M09

Nome do Marco:	Localidade:	Município:	Data:
M09	CORGUINHO	CORGUINHO/MS	18/05/2023
Equipamento Utilizado:	Tempo de Rastreo:	Responsável/Empresa:	
TRIMBLE RTK R8		LBM ENGENHARIA LTDA.	

SIRGAS 2000	DATUM	IMBITUBA IBGE
	VERTICAL:	
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	UTM	
Latitude:	N:	7.806.471,203m
Longitude:	E:	727.006,672m
h (elipsoidal):	Fuso:	21
H (ortométrica)	M. Central	57° W
	299,848 m	

Vista Geral do Marco:



Croqui de Localização:

Lázaro Barbosa Machado
CREA 22039/D MG
ENGENHEIRO CIVIL

MONOGRAFIA DO MARCO M10

Nome do Marco:	Localidade:	Município:	Data:
M10	CORGUINHO	CORGUINHO/MS	18/05/2023
Equipamento Utilizado:	Tempo de Rastreo:	Responsável/Empresa:	
TRIMBLE RTK R8		LBM ENGENHARIA LTDA.	

SIRGAS 2000	DATUM	IMBITUBA IBGE
	VERTICAL:	
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	UTM	
Latitude:	N:	7.806.553,004m
Longitude:	E:	726.931,313m
h (elipsoidal):	Fuso:	21
H (ortométrica)	M. Central	57° W
		299,402 m

Vista Geral do Marco:



Croqui de Localização:

Lázaro Barbosa Machado
CREA 22039/D MG
ENGENHEIRO CIVIL

MONOGRAFIA DO MARCO M11

Nome do Marco:	Localidade:	Município:	Data:
M11	CORGUINHO	CORGUINHO/MS	18/05/2023
Equipamento Utilizado:	Tempo de Rastreo:	Responsável/Empresa:	
TRIMBLE RTK R8		LBM ENGENHARIA LTDA.	

SIRGAS 2000	DATUM	IMBITUBA IBGE
	VERTICAL:	
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	UTM	
Latitude:	N:	7.806.070,485m
Longitude:	E:	726.782,083m
h (elipsoidal):	Fuso:	21
H (ortométrica)	M. Central	57° W
	306,884 m	

Vista Geral do Marco:



Croqui de Localização:

Lázaro Barbosa Machado
CREA 22039/D MG
ENGENHEIRO CIVIL



MONOGRAFIA DO MARCO M12

Nome do Marco: **M12** Localidade: **CORGUINHO** Município: **CORGUINHO/MS** Data: **18/05/2023**

Equipamento Utilizado: **TRIMBLE RTK R8** Tempo de Rastreo: Responsável/Empresa: **LBM ENGENHARIA LTDA.**

SIRGAS 2000	DATUM VERTICAL:	IMBITUBA IBGE
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	UTM	
Latitude:	N:	7.805.870,353m
Longitude:	E:	726.834,615m
h (elipsoidal):	Fuso:	21
H (ortométrica)	M. Central	57° W
	303,260 m	

Vista Geral do Marco:



Croqui de Localização:

Lázaro Barbosa Machado
CREA 22039/D MG
ENGENHEIRO CIVIL



Localização dos marcos topográficos:



2.5 ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Os estudos geotécnicos foram desenvolvidos integralmente em consonância com os Termos de Referência, fundamentalmente, com os critérios que regem a moderna

técnica estruturista de dimensionamento de pavimentos rodoviários e de caracterização laboratorial dos materiais destinados a compor a sistema construtivo.

Foram realizadas coletas dos materiais do subleito, através de escavações, utilizando-se de pá, picareta e trado. Os materiais são acondicionados em sacos plásticos e identificados com etiquetas, onde constam a localização do furo, camada coletada e análise visual do solo e são transportados para o laboratório, onde serão realizados os ensaios de caracterização e posterior classificação.

Este ensaio estabelece uma investigação geológica-geotécnica, dentro dos limites impostos pelo equipamento e pelas condições de terreno, com a finalidade de coleta de amostras deformadas, determinação da profundidade do nível d'água e identificação preliminar das camadas que compõem o subsolo.

Os ensaios foram executados de acordo com a norma ABNT NBR 9605:2015.

A sondagem deve ser iniciada com trado tipo cavadeira, utilizando a ponteira para desagregação de terrenos duros ou compactos, sempre que necessário. Quando o avanço do trado tipo cavadeira se tornar difícil, deve ser utilizado o trado helicoidal.

Usualmente, a sondagem a trado deve ser feita a seco. Entretanto, em materiais duros, solos coesivos secos ou areais sem coesão, a adição de pequenas quantidades d'água pode auxiliar a perfuração e a coleta de amostras. O uso de água nas perfurações a trado deve ser registrado nos boletins de sondagem.

A sondagem a trado é dado por terminada nos seguintes casos:

- Quando existir a profundidade especificada na programação de serviços;
- Quando ocorrerem desmoronamentos sucessivos da parede do furo;
- Quando o avanço do trado ou ponteira for inferior a 50mm em minutos de operações contínua de perfuração.

Durante a perfuração, o operador deve estar atento a qualquer aumento aparente da umidade do solo. Ao se atingir o nível d'água, interrompe-se a operação de perfuração, anota-se a profundidade e passa-se a observar a elevação do nível d'água do furo, efetuando-se leituras a cada 5 minutos, durante 30 minutos. O nível d'água também deve ser medido 24 horas após a conclusão do furo.

Foram desenvolvidas as seguintes atividades:

ESTUDO DO SUBLEITO



Foi feita a caracterização do subleito através de sondagem a pá, picareta e trado para coleta e realização de ensaios. A sondagem foi feita em lugares específicos (demonstrado no croqui de localização abaixo) de maiores relevâncias. Com material coletado nas sondagens foram realizados os seguintes ensaios:

- Granulometria por peneiramento;
- Limites de liquidez e plasticidade;
- Densidade “in situ”; ISC;

ESTUDO DE MATERIAL PARA BASE

Foi feita a caracterização de duas ocorrências de jazidas, indicadas pela Prefeitura Municipal para sondagem e estudo de BICA CORRIDA.

Com material coletado nas sondagens foram realizados os seguintes ensaios:

- Granulometria por peneiramento;
- Limites de liquidez e plasticidade;
- Classificação;
- Compactação no Proctor Intermediário, e;
- ISC;

BOLETINS DE SONDAGENS A TRADO

- Intervalo de perfuração;
- Descrição geológica-geotécnica;
- Umidade de coleta;
- Profundidade do nível de água;

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DE SOLO

- Proctor - Compactação;
- Índice de Suporte Califórnia – I.S.C.;

- Análise Granulométrica;
- Curva Granulométrica;

3 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

3.1 INTRODUÇÃO

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.

3.2 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.

3.3 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:

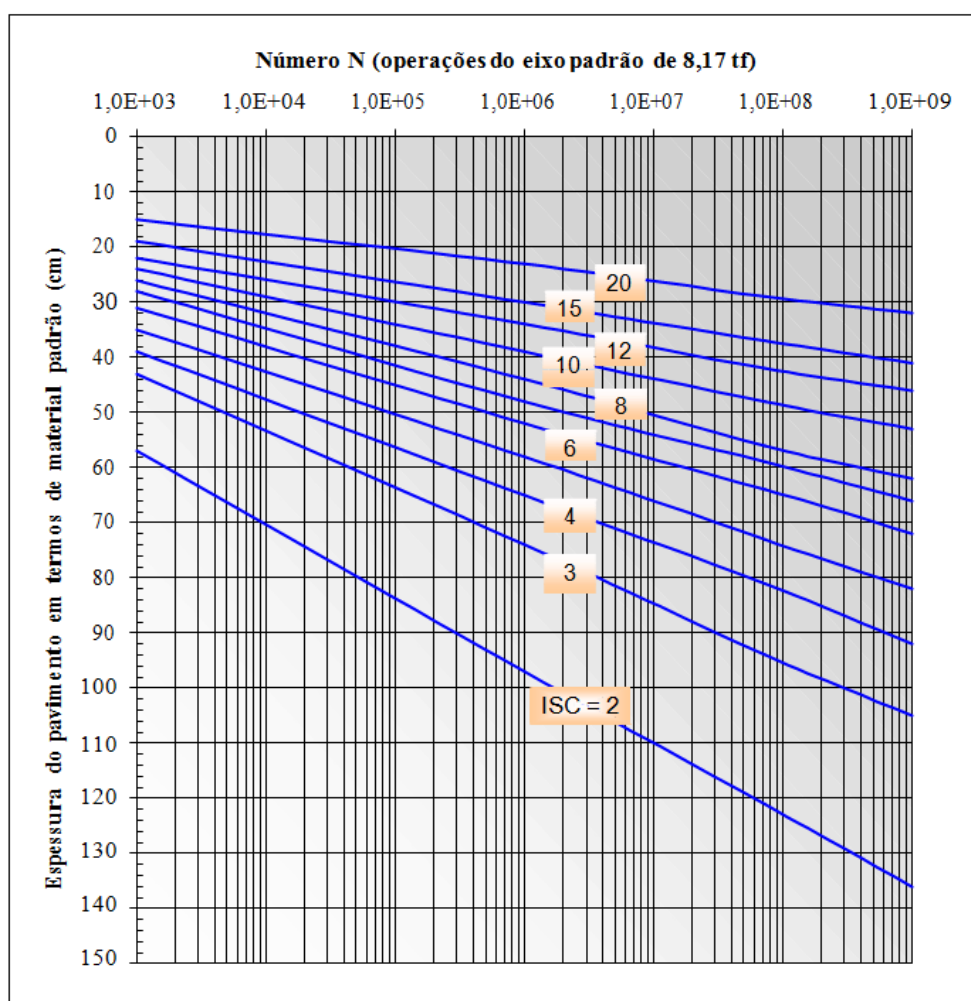
- Número “N” (Número de operações do eixo padrão de 8,2 toneladas);
- ISP - Índice de Suporte de Projeto ou CBR característico dos materiais de subleito e dos materiais disponíveis para sub-base e base. Tal índice será calculado através de análise estatística dos resultados de ISC (Índice de Suporte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

3.4 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)

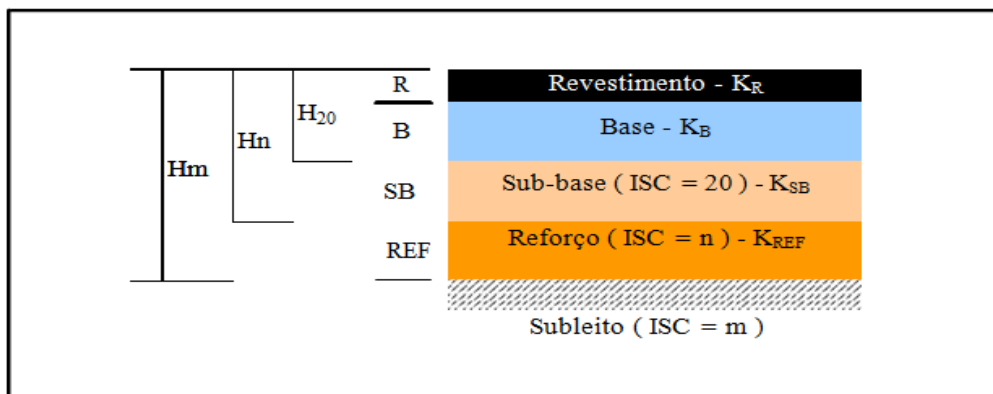
K_{REF} – coeficiente de equivalência estrutural do reforço

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:



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

Onde:

$$CBR_{\text{médio}} = \frac{\sum CBR_i}{n} \quad \text{e} \quad S = \sqrt{\frac{\sum (CBR_i - CBR_{\text{médio}})^2}{n-1}}$$

A Capacidade de Suporte do subleito e dos materiais constituintes dos pavimentos é feita pelo CBR, adotando-se o método de ensaio preconizado pelo DNER, em corpos-de-prova indeformados ou moldados em laboratório para as condições de massa específica aparente e umidade especificada para o serviço. O subleito e as diferentes camadas do pavimento devem ser compactados de acordo com os valores fixados nas "Especificações Gerais", recomendando-se que, em nenhum caso, o grau de compactação deve ser inferior a 100%.

O pavimento é dimensionado em função do número equivalente (N) de operações de um eixo tomado como padrão, durante o período de projeto escolhido, e aqui adotaremos em função do quadro apresentado abaixo.

O quadro a seguir apresenta os dados coligidos e corroborados para o projeto geométrico e estrutural das vias.

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	1×10^6	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

$$N = 3 \times 10^3$$

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 (CBR_p) apresente 95% de nível de confiança, tem-se:

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

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

3.1 Parâmetros do Subleito

DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DO PAVIMENTO

FURO	CBR (%)	CBRi - CBRmédio (%)
F-01	18,80	0,01
F-02	19,19	0,10
F-03	18,41	0,21
F-04	17,53	1,79
F-05	21,56	7,24
F-06	17,42	2,10
F-07	18,26	0,37
F-08	20,36	2,21
F-09	16,46	5,80
F-10	19,09	0,05
F-11	20,55	2,83
F-12	21,18	5,36
F-13	17,09	3,15
F-14	18,26	0,37

CBRmédio	18,87	31,59	
Desvio Padrão (S)	1,56	n (número de ensaios):	14,00
CBRp	18,16	t _{0,90} :	1,64
N - Via Local:	1,00E+05	Hn:	23,89
		H20:	23,89

unidades
(n-1)
cm
cm

3.2 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) = 114,30%

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

Logo:

VIA LOCAL	CÁLCULO DE BASE: $R \times KR + B \times KB \geq H20$			
	R:	3,00	cm	
	K _R :	2,00		
	B:	17,89	→ Adotado	15,00
	K _B :	1,00		
	H20:	23,89	cm	
	CÁLCULO DE SUB BASE: $R \times KR + B \times KB + SB \times KSB \geq Hn$			
	R:	3,00	cm	
	K _R :	2,00		
	B:	20,00	cm	
	K _B :	1,00		
	SB:	-2,11	→ Adotado	-2,00
	K _{SB} :	1,00		
	H _n :	23,89	cm	

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 x 10 ³	3 x 10 ³
V-5	Coletora - via alimentadora das Arteriais e Principais	Leve	100 a 400	4 a 20	2,7 x 10 ⁵	1 x 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 x 10 ⁵	5 x 10 ⁵
V-3	Principal I - via de continuidade da Arterial	Médio pesado	1.501 a 5.000	101 a 300	1 x 10 ⁶	2 x 10 ⁶
V-2	Arterial - via de penetração	Pesado	5.001 a 10.000	301 a 1.000	1 x 10 ⁷	2 x 10 ⁷
V-1	Perimetral - rodovia de circulação à área urbana	Muito pesado	> 10.000	1.001 a 2.000	3,3 x 10 ⁷	5 x 10 ⁷

4 PROJETO DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

4.1 INTRODUÇÃO

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. Além desses problemas gerados, propicia também o aparecimento de doenças. 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.

4.2 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.

4.3 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;
- Conduitos: 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 talvegues (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 talvegues 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.

4.4 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 9.3.1 - Coeficiente de escoamento superficial (runoff) – “C”



<i>Tipologia da área de drenagem</i>	<i>Coefficiente 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

4.5 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 13.3.2:

Quadro 13.3.2 - Tempo de concentração para áreas urbanizadas

<i>Tipologia da área a montante</i>	<i>Declividade da sarjeta</i>	
	< 3%	> 3%
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;

4.6 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 13.3.3:

Quadro 9.3.3 - 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 $T_r = 50$ anos sem considerar borda livre	25

4.7 INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA

A intensidade pluviométrica foi calculada a partir da aplicação de equações de chuvas intensas (IDF) válidas para o município de Bonito, que esta inserida na isozona 28, de acordo com o Caderno de Chuvas do MS, observado na figura 13.3.4.

4.7.1 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 $A \leq 1 \text{ ha} \Rightarrow n = 1$

para $A > 1 \text{ ha} \Rightarrow n = A^{-0,15}$

4.7.2 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 $\rightarrow \text{Área} \leq 100 \text{ há}$

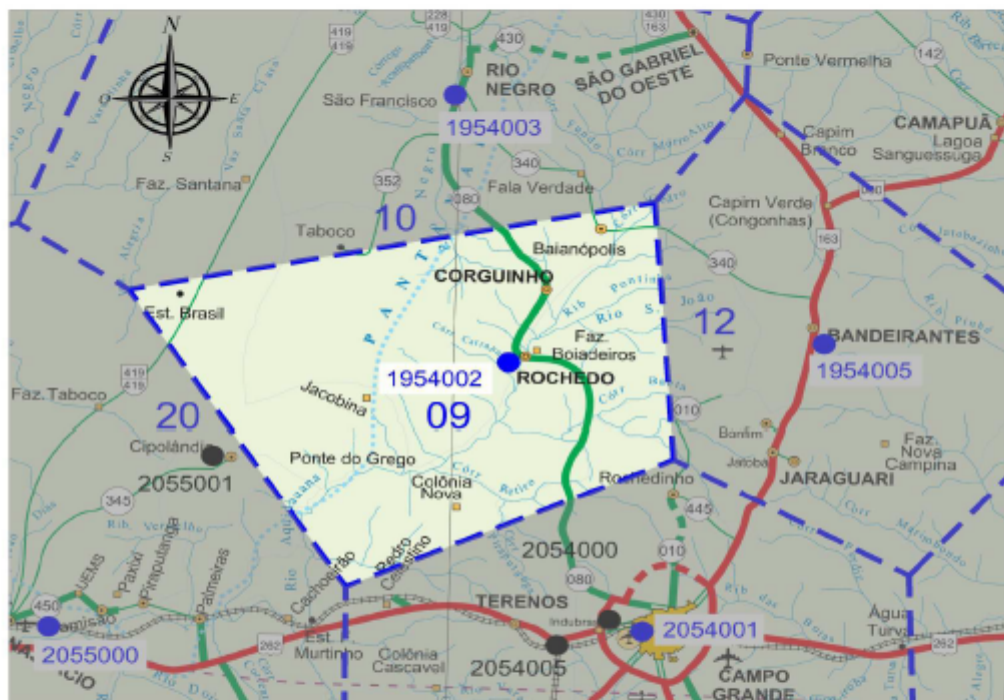
Figura 13.3.4 – Isozona 9 - CORGUINHO.

ISOZONA: 09

$I = B \cdot Tr^d \div (tc + c)^b$	
b = 0,803	a = 11
B = 1.208,86	d = 0,147
	e = 0,0013

Número	Nº de Observação	Latitude	Longitude	Altitude
01954002	30 Anos	-19:57:09	-54:53:34	259

Mapa de Localização da Isozona



CONVENÇÕES

RODOVIAS	FEDERAL	ESTADUAL	CIDADES OU VILAS	
DUPLICADA			(100.001 a 200.00 hab.)	
PAVIMENTADA			(20.001 a 100.000 hab.)	
EM PAVIMENTAÇÃO			(5.001 a 20.000 hab.)	
IMPLANTADA			(até 5.000 hab.)	
FEDERAL, ESTADUAL E ESTADUAL TRANSITÓRIA			OUTRAS LOCALIDADES	
ISOZONA			PONTO DE INTERESSE	
DELIMITAÇÃO DA ISOZONA			EST. FLUVIOM. UTILIZADA	0000000
NUMERAÇÃO DA ISOZONA	00		EST. FLUVIOM. NÃO UTILIZADA	0000000

Município	População (*)	Demografia (hab/km ²)	Altitude (m)
CORGUINHO	4.862	1,84	320
ROCHEDO	4.928	3,16	260

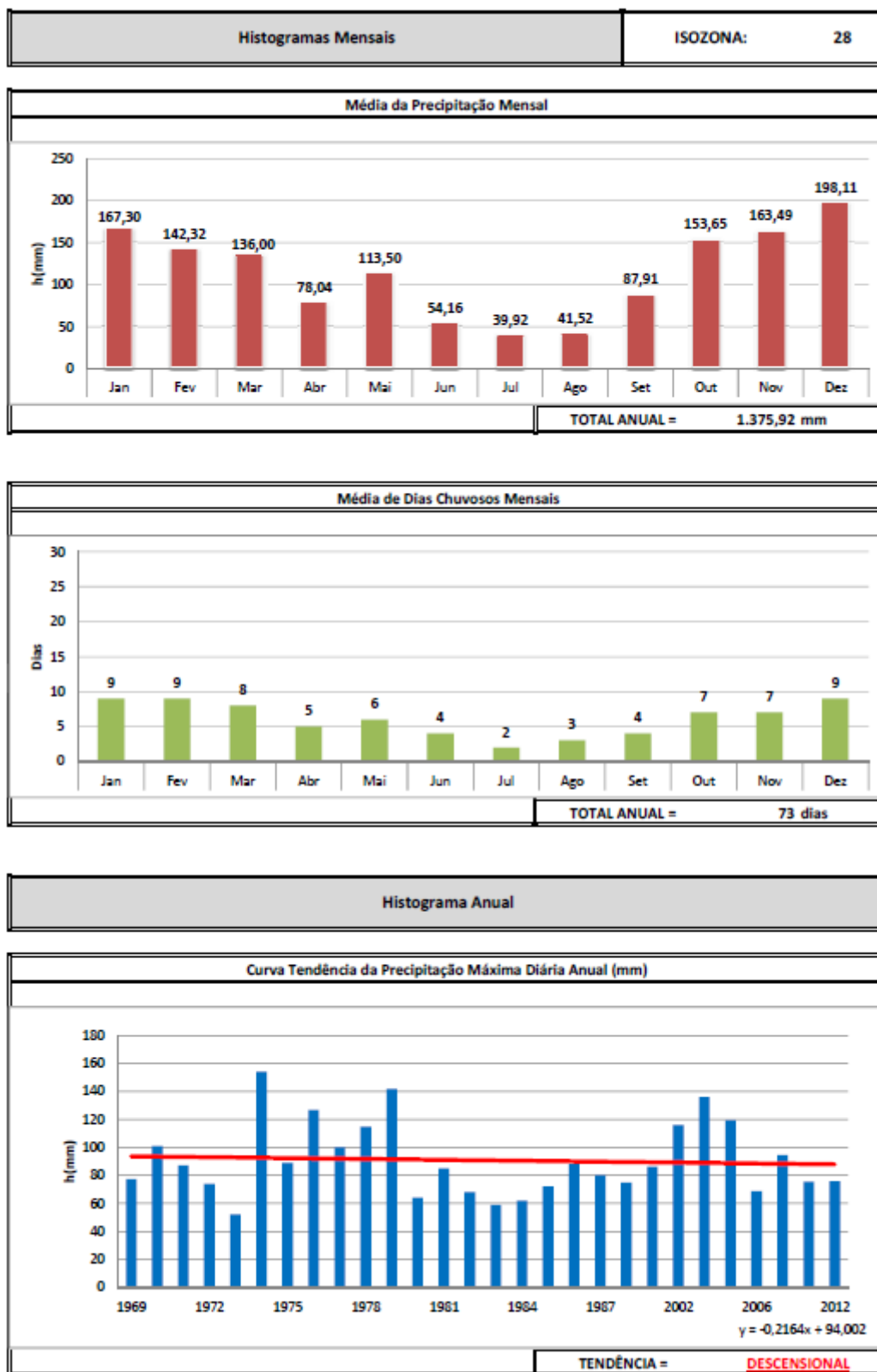


Figura 13.3.5 – Isozona 09 - CORGUINHO

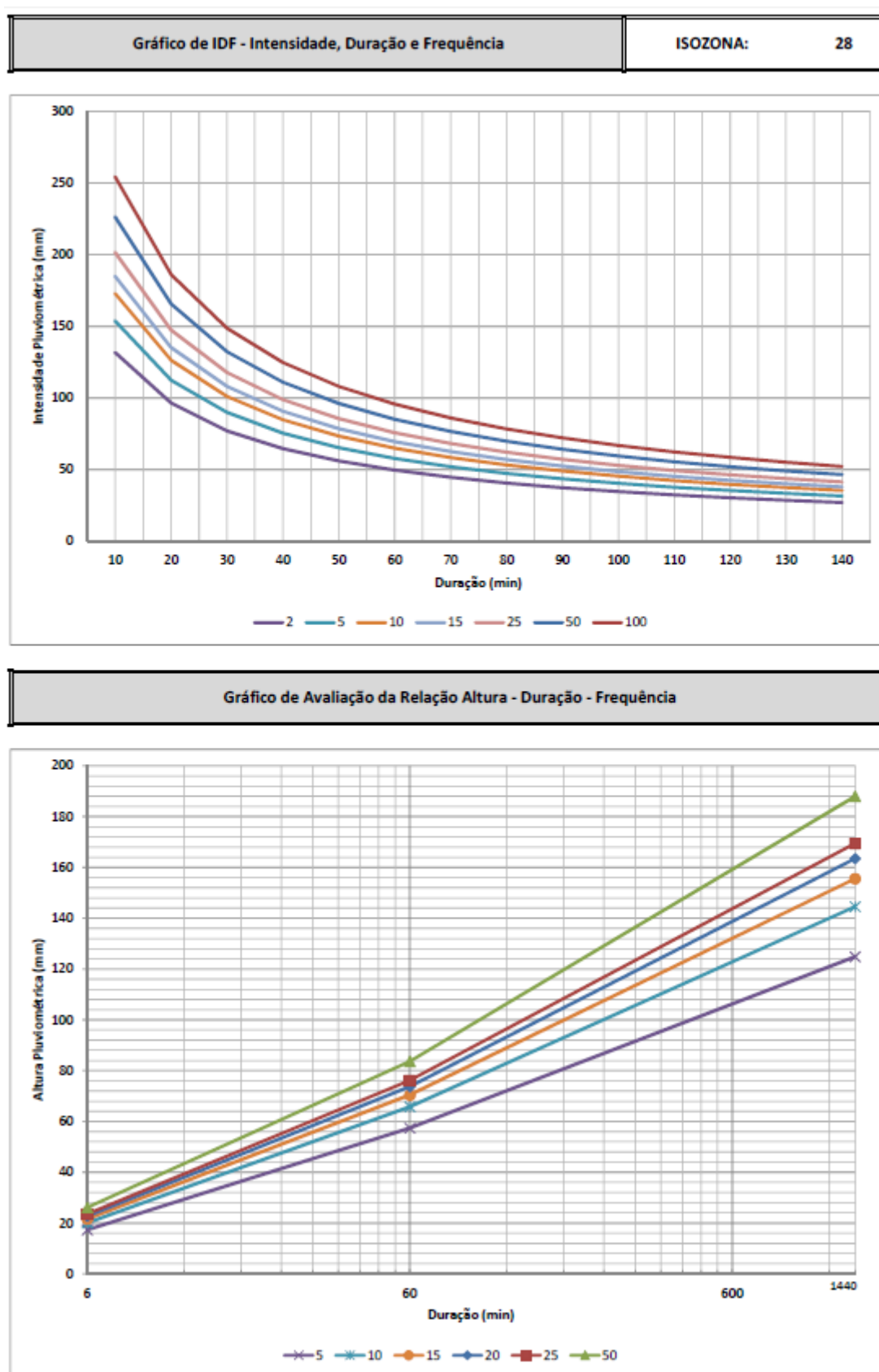


Figura 13.3.6 – Isozona 09- CORGUINHO

O cálculo da vazão pelo Método Racional Modificado com a inclusão do critério de Fantoli é determinado pela seguinte equação:

$$Q = 0,00278 \, n \, i \, f \, A$$

onde:

Q = deflúvio gerado em m³/s;

n = coeficiente de distribuição:

para $A < 1$ ha, $n = 1$

para $A > 1$ ha, $n = A^{-0,15}$

i = intensidade de chuva em mm/h;

A = área da bacia de contribuição em hectares;

f = coeficiente de deflúvio (Fantoli).

$$f = m \, (t)^{1/3}$$

onde:

t = tempo de concentração em minutos;

$$m = 0,0725 \, C$$

onde:

C = coeficiente de escoamento superficial (quadro 11.1)

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

Material	Velocidade Máxima (m/s)
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

Material de Revestimento	Velocidade Máxima (m/s)
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:

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

$$Q = V \times A$$

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.

ESCOAMENTO SUPERFICIAL

A capacidade de escoamento superficial junto aos bordos, sem que haja inundação das vias, impedindo que as águas pluviais invadam a pista de rolamento a ponto de comprometer o fluxo dos veículos.

Para tanto, a largura máxima da lâmina d'água escoada ($W_s \leq 2,50\text{m}$) foi compatível com a importância da via na hierarquização viária.

A vazão de escoamento foi obtida com o emprego da equação de Manning modificada por Izzard, apresentada abaixo:

$$Q = 0,375 (Z/\eta) S^{1/2} Y^{8/3}$$

onde:

Q = descarga teórica, em m³/s;

Z = inverso da declividade transversal;

S = declividade longitudinal, em m/m;

Y = lâmina d'água, em m;

η = coeficiente de rugosidade.

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.

Não foi instalada escadas de marinheiro, conforme preconizado no Termo de referência, item 11.5 – C.

Caixa de passagem

Caixas de passagem são os dispositivos auxiliares implantados nas redes tubulares de águas pluviais, com o fim de possibilitar a ligação das bocas-de-lobo através dos tubos de ligação (bigodes / ramais).

Somente em casos especiais poderão ser indicadas em substituição aos poços de visita, isto é, quando houver mudanças de direção, declividade e diâmetro de um trecho para outro de redes tubulares.

Boca de lobo

A boca-de-lobo é uma caixa dotada de grelha combinada com guia chapéu, com finalidade de coletar águas superficiais e encaminhá-las aos poços de visita ou caixas de passagem.

São aceitas pela AGESUL bocas de lobo com guia chapéu sem grelha (caixa coletora) em casos especiais, por exemplo em ciclovias, o que não foi o caso deste projeto.

Foi prevista a instalação de bocas de lobo com grelha sempre que a capacidade de escoamento da sarjeta foi excedida e nos pontos baixos dos greides.

A primeira boca de lobo foi locada a partir do divisor de águas até a seção da sarjeta onde a faixa de alagamento atinge o limite estabelecido para cada tipo de via.

As bocas de lobos foram ligadas aos poços de visita e caixas de passagem por intermédio de ramais (bigodes) com diâmetro mínimo de 0,40m e declividade mínima de 1%.

Nos cruzamentos, as bocas de lobo foram localizadas a montante do ponto de tangência.

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.

Dispositivo de lançamento – fim de rede

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, na seguinte coordenada:

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:

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

Onde:

A = Área molhada da tubulação (m²);

Rh = Raio hidráulico (m);

I = Declividade da galeria (m/m);

n = Coeficiente de rugosidade;

Q = Vazão da galeria (m³/s).

6 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

Como Obras Complementares, são enquadradas as Rampas de Acessibilidade e Calçadas, que são partes da via reservada ao trânsito de pedestres, devendo satisfazer às suas necessidades de deslocamento confortavelmente e sem riscos de qualquer espécie e quando possível destina-se também a implantação de mobiliário urbano, sinalização, vegetação e outros.

Calçadas, passeios e vias exclusivas de pedestres podem incorporar faixa livre com largura mínima admissível de 1,20m, ou conforme legislação específica local e altura livre de 2,10m no mínimo.

As faixas livres podem ser completamente desobstruídas e isentas de interferências, tais como vegetação, mobiliário urbano equipamentos de infraestrutura urbana aflorados (postes, armários de equipamentos, e outros), orlas de árvores e jardineiras, rebaixamentos para acesso de veículos, bem como qualquer outro tipo de interferência ou obstáculo que reduza a largura da faixa livre. Eventuais obstáculos aéreos tais como marquises, faixas e placas de identificação, toldos, luminosos, vegetação e outros, poderão localizar-se a uma altura superior a 2,10m.

Devido à inexistência legislação específica local, utilizamos como base o Guia prático para construção de calçadas elaborado pelo Sinduscon-MS e de outras prefeituras que possuem tal legislação, a espessura adotada foi de 7,00 cm para os passeios, o traço recomendado para que a sua execução seja econômica é o 1:3:5 (1 parte de cimento, 3 partes de areia e 5 partes de brita) e quando utilizado concreto usinado deverá ter, no mínimo, fck= 15 MPa.

A seguir algumas recomendações no processo de execução:

O terreno deverá ser limpo, livre de entulhos, tocos e raízes. Se necessário, aterrar com terra limpa e adequada para compactação;

Gabaritar os níveis para garantir o caimento de 2% a 3% em relação à rua, apiloando (compactando) energicamente com soquete. O caimento longitudinal deverá ser de, no máximo, 5%;

Seguindo o projeto da calçada, executar as juntas de dilatação com ripas de madeira distanciadas de no máximo 1,5m a 2m, formando placas o mais quadradas possível;

Executar a concretagem das placas de forma alternada: concreta uma e pula a outra, como um jogo de damas;

O concreto deve ser lançado, sarrafeado e desempenado com desempenadeira de madeira, não deixando a superfície muito lisa;

Quando o concreto se mostrar em condições de endurecimento inicial, as ripas de madeira das juntas de dilatação devem ser cuidadosamente retiradas e, então, completa-se a concretagem das placas restantes. Não é recomendado deixar as ripas de madeiras entre as placas de concreto;

Após a concretagem, manter o piso úmido por 4 dias, evitando o trânsito sobre a calçada.

Recomenda-se que seja executado rebaixo nas calçadas quando existirem desníveis entre a(s) vaga(s) demarcada(s) para pessoa(s) com deficiência, para idoso(s) e locais de embarque e desembarque localizadas junto ao meio fio.

Os rebaixamentos serão construídos no sentido do fluxo de pedestre com inclinação constante máxima de 8,33%. A largura mínima do rebaixo será 1,20m. Outras situações de rebaixamento poderão ser utilizadas desde que constem na NBR 9050. Os rebaixamentos das calçadas localizados em lados opostos da via estarão alinhados entre si.

7 PROJETO DE SINALIZAÇÃO

7.1 INTRODUÇÃO

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.

7.2 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.

7.3 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.

7.4 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.

8 RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DO LOCAL DA OBRA

















9 BIBLIOGRAFIA

Manual de Pavimentação-DNIT-2006

Souza, Murilo Lopes- Método de Projetos de Pavimentos Flexíveis. Rio de Janeiro, 1979.

Denatran- Manual de Sinalização

DNIT IPR-719 MANUAL DE PAVIMENTAÇÃO

DNIT IPR-720 MANUAL DE RESTAURAÇÃO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS.

PINTO, S.; PREUSSLER, E. S. Pavimentação rodoviária: conceitos fundamentais sobre pavimentos flexíveis. 2. ed. Rio de Janeiro: S. Pinto, 2002.

MANUAL DE TÉCNICAS DE PAVIMENTAÇÃO, 2.^a Edição, São Paulo, ago/1999, Ed. Pini, Senço, Wlastermiller, Volume I.

Sondagem a trado – Procedimento NBR 9603. Rio de Janeiro, 2015.

Rochas e solos – Simbologia NBR 13441. Rio de Janeiro, 1995.

Rochas e solos – Terminologia NBR 6502. Rio de Janeiro, 1995.

Solo – Índice de Suporte Califórnia – Método de Ensaio, NBR 9895. Rio de Janeiro 2016.

Solo – Análise Granulométrica – NBR 7181. Rio de Janeiro, 2016.

Solo – Determinação do limite de liquidez – NBR 6459. Rio de Janeiro, 2016.

Solo – Determinação do limite de plasticidade – NBR 7180. Rio de Janeiro, 2016.

Solo – Ensaio de compactação – NBR 7182. Rio de Janeiro, 2016.

10 TERMO DE ENCERRAMENTO

Este Volume 1 – Relatório do PROJETO EXECUTIVO de Engenharia possui 57 páginas devidamente numeradas, em ordem sequencial crescente, incluindo esta.

Corguinho, 28 de maio de 2023.

LBM ENGENHARIA EIRELI

LÁZARO BARBOSA MACHADO

ENGENHEIRO CIVIL CREA:22039/MG

