COMISSÃO PERMANENTE DE LICITAÇÃO - P.M. DE HORIZONTE
187
Página

ANEXO I

PROJETO DE ENGENHARIA

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
188
Página
PM DE HORIZONTE

TECH PROJ
Consultoria & Projetos

Drenagem Da Rua Arco-Íris no Município de Horizonte/CE

Volume - Memorial Descritivo, Memória de Cálculo, Especificações Técnicas

Julho /2022

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
189
Pagina
PMH DE HORIZONTE

EQUIPE TÉCNICA

Produto: Projeto de Drenagem de Águas Pluviais.

Empresa:
TECHPROJ Consultoria & Projetos Ltda.

Endereço:
Rua Santa Cecília, 1740, 84 - Sala 09 - Centro - Eusébio-CE

Engenheiro Responsável:
Renato Lúcio Cavalcante de Oliveira
Eng.º Civil RNP 060004760-1

Everton Jhons Goes Silva Soares
Eng.º Civil

Equipe técnica:
Karina Lima
Estagiária em Eng. Civil

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
190
Pagina
PM DE HORIZONTE

ÍNDICE

I. Apresentação 5

1. DADOS DA OBRA 6
2. LOCALIZAÇÃO DA OBRA 6
3. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DO PROJETO 6
4. OBJETIVO DO ESTUDO 6
5. ESTUDOS BÁSICOS 7

II. Localização do Município 8

III. Projeto de Pavimentação 10

1. DETALHAMENTO CONSTRUTIVO 11
2. PROCESSO EXECUTIVO 12

IV. Projeto de Drenagem Pluvial 15

1. INTRODUÇÃO 16
2. ESTUDOS HIDROLÓGICOS 17
3. METODOLOGIA 17

PREMISSAS HIDRÁULICAS E HIDROLÓGICAS 17

A. DEFINIÇÃO DAS BACIAS E SUB-BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO 18

B. INTENSIDADE DA CHUVA 18

C. TEMPO DE RETORNO 19

D. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO 20

E. CÁLCULO DA VAZÃO DAS SUB-BACIAS 20

F. CONCEPÇÃO GERAL DO PROJETO 22

I. TRAÇADO DA REDE PLUVIAL 23

II. BOCAS DE LOBO 23

III. POÇOS DE VISITA 25

IV. CONDIÇÕES DE CÁLCULO HIDRÁULICO DA REDE 27

V. Dimensionamento Hidráulico da Rede de Drenagem 30

VI. Especificações Técnicas 34

1. SERVIÇOS PRELIMINARES 35

1.1. LOCAÇÃO COM AUXÍLIO TOPOGRÁFICO 35

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
191
Pagina
PMH HORIZONTE

1.2. RASPAGEM E LIMPEZA DO TERRENO 35

2. OBRAS DE DRENAGEM **35**

BOCAS DE LOBO 35

GALERIAS DE CONCRETO ARMADO 36

BOCAS DE BUEIRO (ALAS DE LANÇAMENTO) 38

TUBOS DE LIGAÇÃO ENTRE POÇOS DE VISITA E BOCA DE LOBO 38

CONCRETO ARMADO PARA OBRAS DE ARTE CORRENTES (20,0 MPA) 38

3. MOVIMENTO DE TERRA **42**

3.1. ESCAVAÇÃO, CARGA, TRANSPORTE E DESCARGA DE MATERIAIS 42

3.2. COMPACTAÇÃO DE ATERROS 42

4. PAVIMENTAÇÃO EM PEDRA TOSCA **44**

4.1. PAVIMENTAÇÃO EM PEDRA TOSCA 44

4.2. REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUB-LEITO 45

4.3. ESCAVAÇÃO, CARGA, TRANSPORTE E DESCARGA DE MATERIAIS 47

4.4. SOLO ESTABILIZADO GRANULOMETRICAMENTE (SOLO BASE) 47

4.5. BANQUETA / MEIO-FIO EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO 50

4.6 LIMPEZA DA OBRA 51

VII. Peças Gráficas **52**

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
192
Página
HORIZONTE

1. Apresentação

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
193
Página
PMH DE HORIZONTE

1. Dados da Obra

Este memorial refere-se às obras de Drenagem do Rua Arco-Íris localizado no município de Horizonte/CE, conforme Planta de Localização em Anexo.

2. Localização da Obra

A referida obra será executada no Município de Horizonte/CE, conforme plantas de situação.

3. Descrição Sumária do Projeto

Este projeto apresenta-se em um único volume contendo os seguintes capítulos:

- Apresentação;
- Localização do Município;
- Memorial Descritivo;
- Considerações Gerais para Execução dos Serviços;
- Especificações Técnicas;
- Peças Gráficas.

4. Objetivo do Estudo

Este projeto tem por objetivo determinar as áreas do empreendimento a serem pavimentadas, bem como os encaminhamentos das águas pluviais.

As informações que compõem o documento em pauta incluem:

i. parâmetros utilizados para dimensionamento;
ii. parâmetros ambientais e sociais
iii. estudos topográficos e descrição do sistema proposto,

Compõe ainda os relatórios integrantes do projeto, um esclarecedor conjunto de mapas e figuras, onde pode-se verificar informações complementares de interesse para elaboração dos estudos.

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
194
Pagina
PM DE HORIZONTE

5. Estudos Básicos

***Estudos Topográficos*:** O levantamento topográfico do local foi disponibilizado pelo contratante a esta empresa, sendo esse estudo utilizado como base topográfica para este projeto.

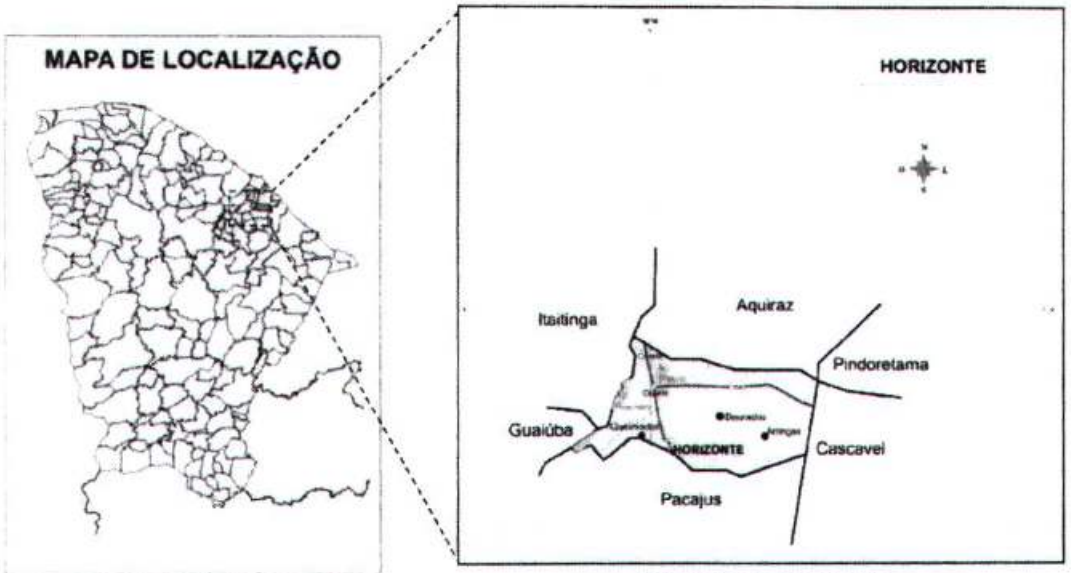
***Estudos Ambientais*:** Os estudos ambientais deste projeto são de responsabilidade da Contratante.

TECHPROJ Consultoria e Projetos Ltda
Engº Renato Lúcio Cavalcante de Oliveira
Engº Civil RNP 060004760-1- Sócio

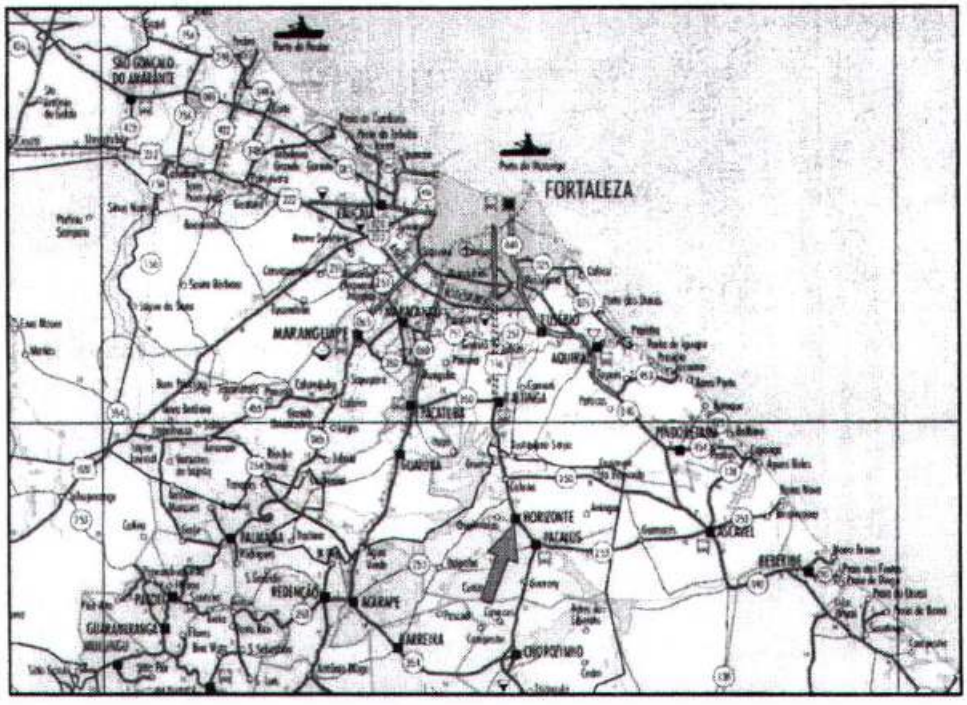
COMISSÃO DE LICITAÇÃO
195
Página
HORIZONTE

II. Localização do Município

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
196
Pagina
PM DE HORIZONTE



Localização do Município — **Situação do Município**



Acessos ao Município

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
197
Página
PM DE HORIZONTE

III. Projeto de Pavimentação

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
198
Página
PM DE HORIZONTE

1. Detalhamento Construtivo

O Projeto de Pavimentação das ruas foi elaborado de acordo com as Instruções de Serviço para Projeto de Pavimentação do DER. Desse modo, definiu-se as camadas do projeto conforme detalhado na Tabela 1 e ilustrado na Figura 1.

Tabela 1 - Camadas de Pavimentação.

Camada	Material	Espessura	CBR mínimo
Revestimento	Pedra Tosca	10 cm	-
Pavimento	Colchão de Areia	15 cm	
Base	Solo estabilizado granulometricamente	15 cm	80%

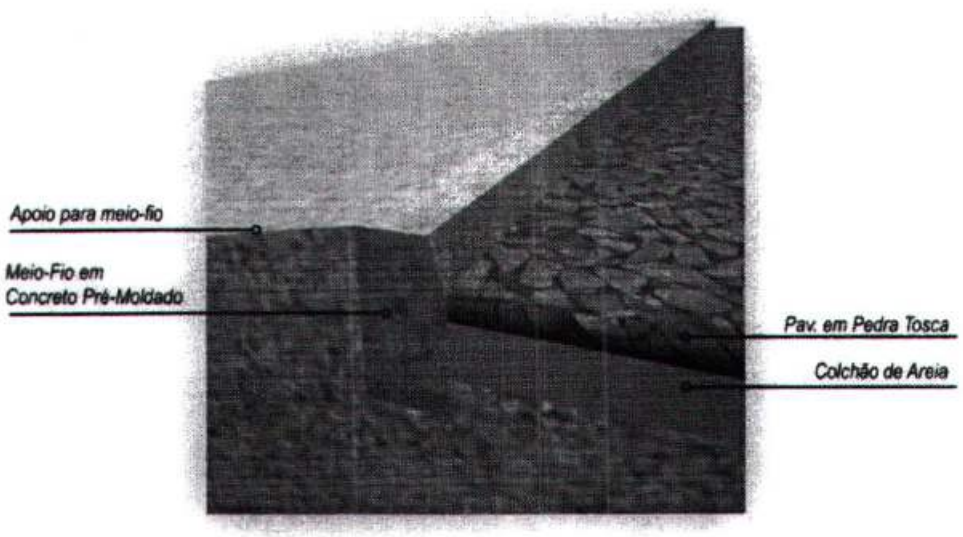


Figura 1 - Detalhe construtivo de Pavimentação em Pedra Tosca

Os serviços serão divididos em 2 etapas principais, onde a primeira será a regularização do Subleito com conformação geométrica da via e a segunda será a execução da camada de Base (15cm) e Revestimento em pedra tosca para a todas as ruas demarcadas do bairro.

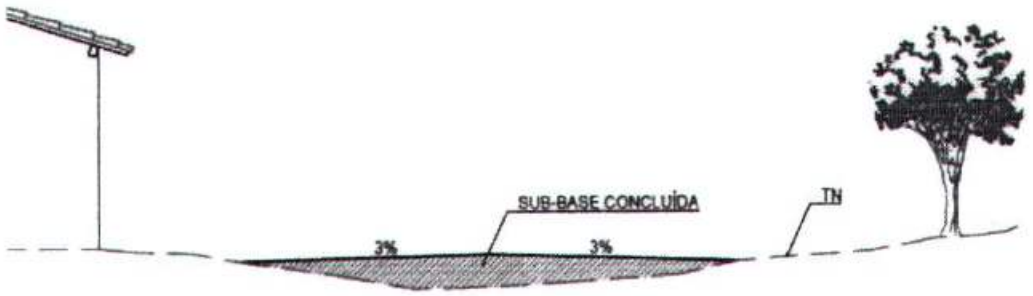
COMISSÃO DE LICITAÇÃO
199
Pagina
PM DE HORIZONTE

O calçamento será executado com pedra granítica proveniente de pedreiras da região. Todo o material indicado será adquirido e transportado comercialmente. O colchão será executado com Areia ou pó de pedra em uma camada de 10 a 15 cm. Após a compactação, a camada de revestimento (colchão de areia e pedra tosca) deve ter espessura de 25 cm.

2. Processo Executivo

O processo construtivo seguiu o método especificado pela normativa DES-ES-P 18/94 para pavimentos em pedra tosca e será detalhado nos itens a seguir:

1. Serviços Preliminares



As obras de terraplenagem, de drenagem de regularização e estabilização da camada que servirá de base do calçamento (geralmente uma camada de solo obedecendo as especificações de sub-base, DER-ES-P 03/00) ou reconformação da plataforma, deverão estar concluídas.

Observação: Os serviços anteriores a pavimentação em pedra tosca dependerão do tipo de terreno a ser pavimentado.

2. Assentamento das Guias

As guias serão assentes em valas com a face que não apresente falhas voltada para cima,

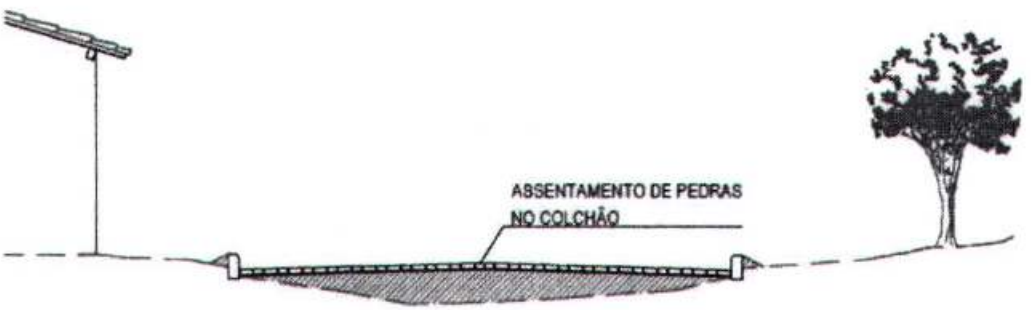
COMISSÃO DE LICITAÇÃO
200
Pagina
PM DE HORIZONTE

obedecendo o alinhamento e as cotas do projeto. As guias serão rejuntadas com argamassa de cimento e areia.

3. Colchão de Assentamento

A areia, satisfazendo as especificações, deverá ser transportada em caminhões basculantes, enleiradas na pista e espalhadas regularmente na área contida pelas guias, devendo a camada de areia ficar com espessura entre 10 e 15cm.

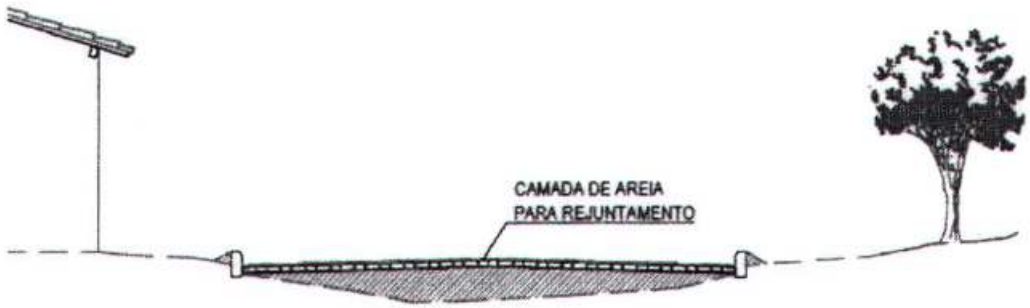
4. Assentamento de pedras



Os blocos de pedra tosca serão assentes sobre o colchão de areia em linhas perpendiculares ao eixo da pista, obedecendo as cotas e abaulamentos do projeto. Em tangente, o abaulamento será feito por duas rampas, opostas a partir do eixo, com declividade de 3% salvo outra indicação de projeto. Nas curvas, a declividade transversal será a indicada pela superelevação projetada.

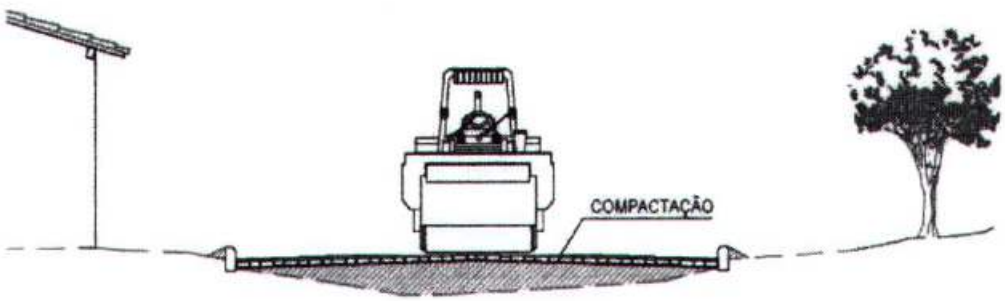
COMISSÃO DE LICITAÇÃO
Pagina
PM DE HORIZONTE

5. Areia de Rejuntamento



Antes da compressão com rolo métalico, joga-se areia sobre o calçamento, em quantidade suficiente para preencher as juntas e formar uma camada sobre o calçamento de aproximadamente 2cm.

6. Compactação



As pedras sob a camada de areia devem ser batidas inicialmente com compactador manual tipo placa vibratória e em seguida passa-se o rolo compressor, começando pelo ponto de menor cota para o de maior cota na seção transversal. O número de passadas, assim executadas, é de 3 vezes no mínimo.

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
202
Página
PM DE HORIZONTE

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
203
Pagina
PM DE HORIZONTE

1. Introdução

Em geral, a microdrenagem urbana é definida pelo sistema de condutos pluviais em nível de loteamento ou de rede primária urbana.

Neste tópico são apresentados os procedimentos convencionais utilizados no projeto de uma rede desse tipo. O dimensionamento da rede de águas pluviais deverá se basear nas seguintes etapas:

a) subdivisão da área e traçado da rede coletora;

b) determinação das vazões que afluem à rede de condutos;

c) dimensionamento da rede de condutos.

Portanto, no presente texto é apresentada a terminologia utilizada, os elementos físicos do projeto, as definições e os procedimentos para a determinação da vazão de projeto, pelo Método Racional. Os principais termos utilizados no dimensionamento do sistema pluvial são:

a) Galeria - Canalizações públicas usadas para conduzir as águas pluviais provenientes das Bocas de Lobo e das ligações privadas;

b) Poço de Visita (PV) - Dispositivos localizados em pontos convenientes do sistema de galerias para permitirem mudanças de direção, mudança de declividade, mudança de diâmetro e inspeção e limpeza das canalizações;

c) Trecho - Porção da galeria situada entre dois poços de visita;

d) Boca de Lobo (BL) - Dispositivos localizados em pontos convenientes, nas sarjetas, para captação das águas pluviais;

e) Tubos de ligação - São tubulações destinadas a conduzir as águas pluviais captadas nas Bocas de Lobo para as galerias ou poços de visita;

f) Meio-fio - Elementos de pedra ou concreto colocados entre o passeio e a via pública, paralelamente ao eixo da rua e com sua face superior no mesmo nível do passeio;

g) Sarjetas - Faixas de via pública paralelas e vizinhas ao meio-fio. A calha formada é a receptora das águas pluviais que incidem sobre as vias públicas; 11

h) Sarjetões - Calhas localizadas no cruzamento de vias públicas formadas pela sua própria pavimentação e destinadas a orientar o escoamento das águas sobre as sarjetas;

i) Condutos - Obras destinadas à condução das águas superficiais coletadas de maneira segura e eficiente, sem preencher completamente a seção transversal do conduto;

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
204
Página
PM DE HORIZONTE

2. Estudos Hidrológicos

Os estudos hidrológicos foram executados de acordo com o Manual de Drenagem Urbana (Cetesb, 1986), Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos para Obras Municipais (Tomaz, 2002) e Drenagem e Controle da Erosão Urbana (Fendrich *et al.*, 1997).

Este estudo abrangeu as seguintes etapas:

- Determinação das características das bacias hidrográficas:
  - Área de contribuição;
  - Extensão do talvegue principal;
  - Declividade média;
- Elaboração de cálculos, a partir dos dados obtidos e das determinações feitas, para conhecimento das condições em que se verificam o escoamento superficial.

A finalidade da orientação adotada no estudo é obter os elementos de natureza hidrológica que permitam dimensionar hidraulicamente as obras de drenagem a serem construídas:

- Bocas de lobo;
- Redes coletoras;
- Poços de Visita;
- Canais Exutórios;

3. Metodologia

Para a determinação dos elementos hidrológicos de cada bacia foi utilizado o software Autocad Civil 3D com utilização do plugin C3DRENESG em conjunto com dados topográficos fornecidos. Utilizou-se ainda a curva IDF de Horizonte/CE conforme Batista 2018, para elaborar um modelo digital capaz de realizar a simulação e dimensionamento das estruturas hidráulicas previamente descritas.

Premissas Hidráulicas e Hidrológicas

Os modelos de escoamento direto descrevem como a água, que não evaporou, infiltrou ou armazenou nas depressões da bacia hidrográfica, move-se superficial ou subsuperficialmente na bacia hidrográfica. Os modelos que simulam o processo de escoamento direto na bacia hidrográfica, a partir do excesso precipitado, esbarram em limitações, como a grande variabilidade do relevo, a disponibilidade de informações e os aspectos numéricos de solução das equações (Tucci, 1997).

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
005
Página
HORIZONTE

Dentre os modelos que computam o escoamento superficial direto foi adotado o Método Racional por possibilitar um cálculo expedito e baseado em dados empíricos de projetos. O método possibilita ainda obter resultados confiáveis com poucas informações ou quando há grande incerteza na coleta dos dados.

O Método Racional é largamente utilizado na determinação da vazão máxima de projeto para bacias pequenas (< 2 km²). Os princípios básicos desta metodologia são:

a) a duração da precipitação máxima de projeto é igual ao tempo de concentração da bacia. Admite-se que a bacia é pequena para que esta condição aconteça, pois a duração é inversamente proporcional à intensidade;

b) adota-se um coeficiente único de perdas, denominado C, estimado a partir das características da bacia;

c) não avalia o volume da cheia e a distribuição temporal das vazões.

a. Definição das Bacias e Sub-bacias de Contribuição

Definiu-se inicialmente com base na topografia os divisores de água dos corpos d'água estudados e os adequou ao urbanismo com sua delimitação e imagens levantadas. Em seguida com base na confluência dos trechos definiram-se bacia elementares que juntas compõem a área total da bacia estudada

No presente estudo são apresentadas as delimitações das sub-bacias feitas com base no levantamento topográfico fornecido. As informações obtidas para as áreas de drenagem foram coletadas em associação com imagens de satélite da área. Utilizou-se ainda desses dados para se obter o comprimento do talvegue de cada bacia e sua declividade média.

A definição das sub-bacias de drenagem mostra principalmente sua disposição espacial.

b. Intensidade da Chuva

Para poder realizar a simulação matemática do processo de transformação de chuva em vazão torna-se necessário a definição de uma chuva de projeto, com lâmina precipitada, distribuição temporal, duração e o tempo de retorno associado.

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
206
Página
PM DE HORIZONTE

A determinação da lâmina precipitada é feita com base nas curvas IDF, família de curvas que relacionam a intensidade, a duração e a frequência de excedência (ou tempo de retorno) da precipitação.

Existem vários métodos ou procedimentos para a estimativa da relação entre intensidade, duração e frequência, ou tempo de retorno. Neste Projeto, foi adotado o valor da Intensidade Máxima Provável da Chuva de Projeto igual ao valor determinado com base na IDF-Horizonte, definida por Batista (2018), conforme a seguir:

$$i = 17{,}552 \cdot \frac{(Tr - 2{,}020)^{0{,}123}}{(t + 15{,}950)^{0{,}760}}$$

Onde:

i = Intensidade de chuva, em mm/min;

Tr = Tempo de recorrência, em anos;

t = Tempo de concentração, em min.

c. Tempo de Retorno

A frequência média da tormenta de projeto, F, é dada como o inverso do período de retorno, Tr ou seja,

$$F = \frac{1}{Tr}$$

O tempo de recorrência ou de retorno é o tempo médio em que um determinado evento hidrológico é igualado ou superado pelo menos uma vez (Tucci, 1997).

A probabilidade de ocorrer, pelo menos, uma tormenta de um determinado período de retorno durante um período de N anos é obtida por uma distribuição binomial e expressa por:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{Tr}\right)^N$$

Onde:

R = risco de ocorrência de, ao menos, uma tormenta igual ou superior à de projeto na vida útil da obra;

Tr = tempo de recorrência;

N = vida útil da obra.

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
207
Pagina
PM DE HORIZONTE

A escolha do tempo de recorrência da enchente de projeto significa a escolha de um risco aceitável para a obra desejada. Essa escolha, também está associada ao custo da obra e da perspectiva dos prejuízos resultantes da ocorrência de descargas maiores do que a de projeto, levando-se em conta que quanto maior o tempo de recorrência mais onerosa será a obra, porém, maior será a segurança com relação à insuficiência da vazão.

O tempo de recorrência adotado para verificação e dimensionamento da rede de drenagem foi definido em **10 anos**.

d. Tempo de Concentração

O Tempo de Concentração é o intervalo de tempo da duração da chuva necessário para que toda a bacia hidrográfica passe a contribuir para a vazão na seção de drenagem. Seria também o tempo de percurso, até a seção de drenagem, de uma porção caída no ponto mais distante da bacia.

A Intensidade de chuva (i) para cada bacia foi obtida considerando a duração da chuva (tr) igual ao Tempo de Concentração (tc) da bacia. Os tempos de concentração (t_c) foram calculados usando-se a expressão proposta por Kirpich por ser usualmente utilizada para o cálculo de bacias de contribuição em projetos de drenagem similares.

$$Tc = 57 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Onde:

T_c = tempo de concentração, em minutos;

L = comprimento de linha de fundo (Talvegue), em Km;

S = declividade do talvegue em m/m.

e. Cálculo da Vazão das Sub-bacias

Utilizou-se para o cálculo da vazão o Método Racional por esse ser aplicável a obras de microdrenagem como sarjetas, banquetas, descidas d'água, bocas de lobo, bueiros e galerias com áreas de contribuição inferiores a 2,0 km².

Os princípios básicos desta metodologia são:

a) a duração da precipitação máxima de projeto é igual ao tempo de concentração da bacia. Admite-se que a bacia é pequena para que esta condição aconteça, pois a duração é inversamente proporcional à intensidade;

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
208
Pagina
PM DE HORIZONTE

b) adota-se um coeficiente único de perdas, denominado C, estimado a partir das características da bacia;

c) não avalia o volume da cheia e a distribuição temporal das vazões.

O método parte da seguinte fórmula:

$$Q = 2{,}78 . C \cdot i \cdot A$$

Onde:

Q = vazão (m^3/s);

I = intensidade de precipitação (mm/h);

A = área da bacia contribuinte (ha).

C = coeficiente adimensional de deflúvio ou escoamento superficial (coeficiente de "RUN-OFF"), cujos valores estão representados na Tabela 2 logo abaixo;

TECHPRO Consultoria e Projetos Ltda
Engº Renato Lúcio Cavalcante de Oliveira
Engº Civil RNP 060004760 - 1. Sáb

Ricardo Dantas Sampaio
Secretário de Infraestrutura, Urbanismo
Agropecuária e Recursos Hídricos
CPF: 357.726.383-00
Portaria Nº 744/2021

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
209
Página
PM DE HORIZONTE

Tabela 2 - Coeficiente de Escoamento para Áreas Urbanas.

Tabela 5.1 . Valores de C por tipo de ocupação (adaptado: ASCE, 1969 e Wilken, 1978).

DESCRIÇÃO DA ÁREA	C
Área Comercial/Edificação muito densa:	
Partes centrais, densamente construídas, em cidade com ruas e calçadas pavimentadas	0,70 - 0,95
Área Comercial/Edificação não muito densa:	
Partes adjacentes ao centro, de menor densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas	0,60 - 0,70
Área Residencial:	
residências isoladas; com muita superfície livre	0,35 - 0,50
unidades múltiplas (separadas); partes residenciais com ruas macadamizas ou pavimentadas	0,50 - 0,60
unidades múltiplas (conjugadas)	0,60 - 0,75
lotes com > 2.000 m^2	0,30 - 0,45
áreas com apartamentos	0,50 - 0,70
Área industrial:	
indústrias leves	0,50 - 0,80
indústrias pesadas	0,60 - 0,90
Outros:	
Matas, parques e campos de esporte, partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas e parques ajardinados	0,05 – 0,20
parques, cemitérios; subúrbio com pequena densidade de construção	0,10 - 0,25
Playgrounds	0,20 - 0,35
pátios ferroviários	0,20 - 0,40
áreas sem melhoramentos	0,10 - 0,30

Os elementos de drenagem superficial, galerias e bueiros, foram dimensionados com capacidade de atender às vazões do projeto obtidas dos estudos hidrológicos. Para as áreas internas do bairro, tendo em vista o horizonte do projeto com a progressão de áreas impermeabilizadas considerou-se que haverá poucas superfícies livre, com partes residenciais com construções cerradas, o que permitiu considerar o Coeficiente de Escoamento Superficial o valor igual a 0,60 para todas as sub-bacias de contribuição.

f. Concepção Geral do Projeto

O projeto foi desenvolvido com base nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT e nas recomendações da literatura especializada de modo a dimensionar:

i. Bocas de lobo;
ii. Redes coletoras;

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
Página 230
PMH DE HORIZONTE

iii. Canais escavados;

iv. Poços de visita;

v. Diâmetro e recobrimento mínimo da rede.

i. Traçado da Rede Pluvial.

A rede coletora foi lançada em planta baixa (escala 1:1, em meio digital) de acordo com as condições de nivelamento do terreno, conforme a Planta do Relevo Final. Foram adotadas algumas regras básicas para o traçado da rede:

a) os divisores de bacias e as áreas contribuintes a cada trecho foram convenientemente marcados em planta;

b) os trechos em que os escoamentos deverão ocorrer apenas nas sarjetas foram identificados por meio de setas;

c) as galerias pluviais foram lançadas nos eixos das ruas;

d) o sistema coletor em uma determinada via consta preferencialmente de uma rede única, recebendo ligações de Bocas de Lobo de ambos os passeios;

e) a solução mais adequada em cada rua foi estabelecida também sob o ponto de vista econômico, em função da sua largura e condições de pavimentação.

f) adotou-se o recobrimento mínimo de 0,60 m para tubulações de rede, diâmetro nominal de 600 mm até 1.500 mm.

g) a declividade mínima adotada para os tubos é igual 0,5%. A velocidade máxima considerada foi de 5,0m/s para tubos e galerias em concreto.

h) foi considerado nesse projeto que todas as tubulações são em concreto com coeficiente de Manning de 0,013.

ii. Bocas de lobo

As Bocas de Lobo foram localizadas de maneira a conduzirem adequadamente as vazões superficiais para as galerias. Nos pontos mais baixos do sistema viário foram necessariamente colocadas Bocas de Lobo a fim de evitar a criação de zonas mortas com alagamento e águas paradas.

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
Página
PM DE HORIZONTE

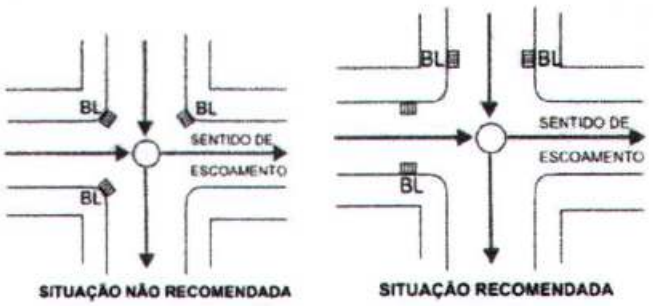


Figura 2 - Esquema representativo do padrão escolhido para disposição das bocas de lobo em intersecções (ADASA, 2018).

Adotaram-se bocas de lobo com abertura na guia, tendo em vista sua capacidade de engolimento das vazões afluentes e principalmente a sua não interferência com a infraestrutura de energia e água a construir, além da sua boa compatibilidade com o processo construtivo.

A disposição das bocas de lobo, ao longo da via, obedeceu aos seguintes critérios:

- Minimizar o número de bocas de lobo, utilizando-se ao máximo a capacidade de escoamento da via;
- Captar água nos pontos baixos dos greides;

A capacidade hidráulica das bocas de lobo de guia pode ser considerada como a de um vertedor de parede espessa, cuja expressão é:

$$Q = 1{,}71 \cdot L \cdot H^{3/2}$$

Onde:

Q = vazão em m³/s;
L = Comprimento da abertura em m; e,
H = Altura da água nas proximidades em m.

De modo que a capacidade de engolimento das bocas de lobo foi adotada conforme a tabela a seguir:

Tabela 3 - Capacidade de Engolimento das Bocas de Lobo Padrão.

Boca de Lobo	Capacidade máxima (L/s)
Simples	120,0
Dupla	240,0
Tripla	360,0

A seguir apresentam-se detalhes construtivos, cortes esquemáticos e vistas do padrão de boca de lobo a serem utilizados nos projetos.

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
212
Pagina
DE HORIZONTE

iii. Poços de Visita

Os poços de visita foram localizados de forma a atender às mudanças de direção, de diâmetro e de declividade, às ligações das Bocas de Lobo, ao entroncamento dos diversos trechos e ao afastamento máximo admissível para facilitar o processo de limpeza e inspeção destas.

O poço de visita tem a função primordial de permitir o acesso às canalizações, para efeito de limpeza e inspeção, de modo que se possa mantê-las em bom estado de funcionamento bem como diminuir a velocidade da água em trechos onde a declividade do terreno é muito grande.

Tabela 4-1.1 - Espaçamento dos poços de visita em m (DAEE/ CETESB, 1980)

Diâmetro (ou altura do conduto) (m)	Espaçamento (m)
0,30	120
0,50 – 0,90	150
1,00 ou mais	180

O espaçamento máximo recomendado neste projeto foi de 120m para facilitar os trabalhos de manutenção e limpeza.

Quando a diferença de nível entre o tubo afluente e o efluente for superior a 0,70m, o poço de visita é projetado com um "degrau" limitando-se a 1,50m de desnível.

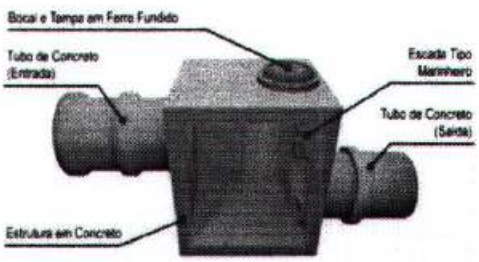


Figura 3 – PV sem chaminé e tubo de queda:

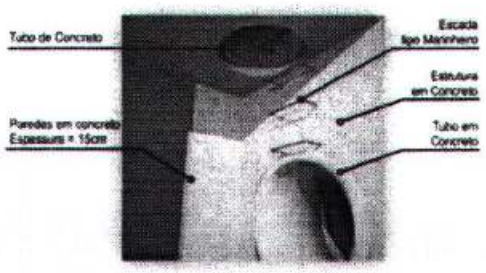


Figura 4- Descida do Poço pela Chaminé

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
213
Página
PMH DE HORIZONTE

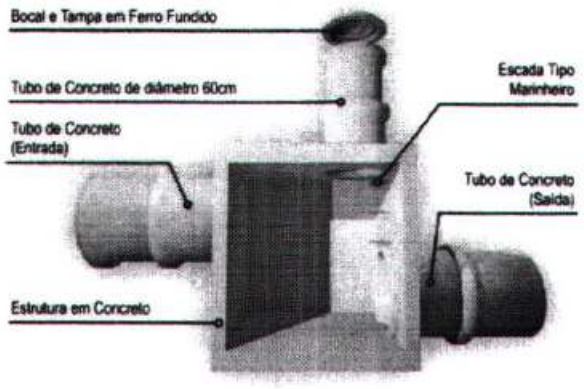


Figura 5 - Poço de visita com chaminé e tubo de queda:

Os PV's de ligação são utilizadas quando se faz necessária a locação de Bocas de Lobo intermediárias ou para se evitar a chegada em um mesmo poço de visita de mais de quatro tubulações. Sua função é similar à do poço de visita, dele diferenciando-se por não serem visitáveis. Na Figura 7, são mostrados exemplos de localização de caixas de ligação.

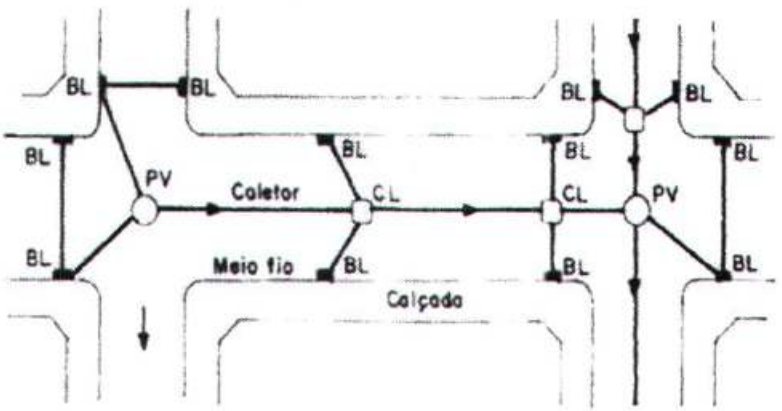


Figura 6- Exemplos de Localização das Bocas de Lobo.

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
215
Página
PREFEITURA DE HORIZONTE

Fórmula de Chézy:

$$U = C \cdot \sqrt{R_H \cdot I}$$

Manning fez:

$$C = \frac{R_H^{1/6}}{n}$$

Então:

$$U = \frac{1}{n} \cdot R_H^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Onde:

U = velocidade média de escoamento, m/s;
RH = raio hidráulico, em m;
I = declividade, em m/m;
n = coeficiente de rugosidade (coeficiente n de Manning).

De posse da vazão de projeto Q e a declividade I compatível com a topografia local, onde o canal será construído, o dimensionamento de canais consiste na determinação dos elementos geométricos da seção transversal.

Pela equação da continuidade:

$$Q = U \cdot S$$

E substituindo a velocidade do movimento uniforme, na equação da continuidade, obtemos:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot S \cdot R_H^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Sendo:

$$R_H = \frac{S}{P} = \frac{Área\ molhada}{Perímetro\ molhado}$$

Obtém-se para seções trapezoidais, retangulares e triangulares:

$$Y = \left(\frac{n \cdot Q}{\sqrt{I}}\right)^{0,6} \cdot \left[\frac{\left(b + 2 \cdot y \cdot \sqrt{1 + z^2}\right)^{0,4}}{b + z \cdot y}\right]$$

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
216
Pagina
PM DE HORIZONTE

$$U = \left(\frac{Q}{y}\right) \cdot \frac{1}{b + z \cdot y}$$

$$y_c = \left(\frac{Q^2}{g}\right)^{1/3} \cdot \left[\frac{(b + 2 \cdot z \cdot y_c)^{1/3}}{b + z \cdot y_c}\right]$$

$$U_c = \left(\frac{Q}{y_c}\right) \cdot (b + z \cdot y_c)$$

$$I_e = (n \cdot U_c)^2 \cdot \left[\frac{\left(b + 2 \cdot y_c \cdot \sqrt{1 + z^2}\right)}{y_c \cdot (b + z \cdot y_c)}\right]$$

Na seção retangular: z = 0 e na seção triangular: b = 0.

No caso de seções retangulares, as expressões se tornam mais simples:

$$y_c = 0{,}47 \cdot \left(\frac{Q}{b}\right)^{2/3}$$

$$U_c = \sqrt{g \cdot y_c}$$

$$I_c = (n \cdot U)^2 \cdot \left[\frac{b + 2 \cdot y_c}{y_c \cdot b}\right]$$

Em função do ângulo α:

$x = \frac{y}{sen\,\alpha}$ e $z = \frac{y}{tag\,\alpha}$ (ângulo em radiano).

$$B = b + 2 \cdot z = b + 2 \cdot \frac{y}{tag\,\alpha}$$

TECHPROJ Consultoria e Projetos Ltda
Engº Renato Lúcio Cavalcante de Oliveira
Engº Civil RNP 060004750-7 1. Sócio

Ricardo Bandeira Sampaio
Secretário de Infraestrutura, Urbanismo
Agropecuária e Recursos Hídricos
CPF: 357.726.383-00
Portaria Nº 744/2021