



1. Dados da Obra

Este memorial refere-se às obras de Pavimentação e Drenagem do Bairro Diadema (1ª e 2ª Etapa) localizado no município de Horizonte/CE, conforme Planta de Localização em Anexo.

Nesta primeira e segunda etapa da drenagem do bairro Diadema de Horizonte/CE, estão sendo contempladas estas ruas:

- 1) **Rua Maria Tamires (Trecho entre Rua Francisco Clenilson e Rua Eduardo Moreira da Silva):**
Pavimentação asfáltica existente, apenas recomposição após drenagem.
- 2) **Rua Francisco Clenilson (Trecho entre Rua Francisco Noberto e Rua Maria Tamires):**
Pavimentação asfáltica existente, apenas recomposição após drenagem.
- 3) **Rua Eduardo Moreira da Silva (Trecho entre Rua Maria Tamires e Rua Prof.ª Zuleida Bezerra de Carvalho):**
Pavimentação asfáltica existente, apenas recomposição após drenagem.
- 4) **Rua Prof.ª Zuleida Bezerra de Carvalho (Trecho entre a Rua Eduardo Moreira da Silva e Rua Gilberto Gomes):**
Pavimentação asfáltica existente, apenas recomposição após drenagem.
- 5) **Rua S.D.O 03 (Trecho entre a Rua Elias Nicolau e Rua Prof.ª Zuleida Bezerra de Carvalho):**
Pavimentação asfáltica existente, apenas recomposição após drenagem.
- 6) **Rua S.D.O 04 (Trecho entre a Rua Professora Zuleida Bezerra de Carvalho e a Rua Ideuzite Ferreira):**
Sem nenhum tipo de pavimentação existente, após a drenagem será colocada pedra tosca em toda a extensão da rua.

De acordo com o projeto de drenagem, será utilizado as seguintes peças:

RUAS	TUBOS	PV's	BOCA DE LOBO (BL)
Rua Maria Tamires	Ø1,00m 2Ø1,00m	1,50x1,60m 2,60x2,60m	03 BL Simples 01 BL Dupla
Rua Francisco Clenilson	Ø1,00m	1,50x1,60m	04 BL Simples
Rua Eduardo Moreira da Silva	2Ø1,00m 2Ø1,20m	2,60x2,60 3,20x3,20m	08 BL Simples 01 BL Dupla
Rua Prof.ª Zuleida Bezerra de Carvalho	2Ø1,20m Ø0,80m	3,20x3,20m 2,70x2,70m 1,50x1,60m	05 BL Simples
Rua S.D.O 03	Ø0,80m	1,50x1,60m	02 BL Simples
Rua S.D.O 04	1,60x1,00m	2,70x2,70m BBSCC1600x1000	03 BL Simples

Ainda sobre a drenagem, todas as bocas de lobo serão ligadas através do tubo de concreto de Ø0,60m.

Em relação a pavimentação, só será retirado o pavimento para a passagem da drenagem, portanto só será feita a retirada e após a recomposição do pavimento e o orçamento está prevendo 20% de pedra tosca nova, para o caso de imperfeições no pavimento existente.

2. Localização da Obra

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

3. 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.

4. 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 EIRELI


Eng. Civil Renato Lucio Cavalcanti de Oliveira
RNP/CREA 080004760-1-CPF 051.705653-04



TEG PRO
Consultoria

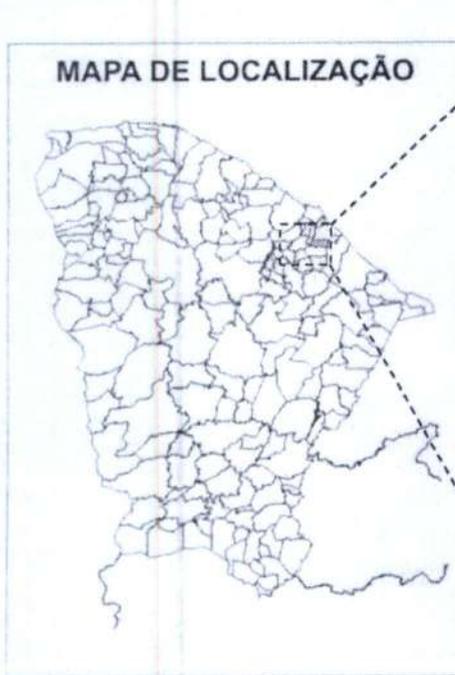


Drenagem – Bairro Diadema em Horizonte/CE

II. Localização do Município



Drenagem – Bairro Diadema em Horizonte/CE



MAPA DE LOCALIZAÇÃO

Localização do Município



HORIZONTE

Situação do Município



Acessos ao Município



Drenagem – Bairro Diadema em Horizonte/CE

III. Projeto de Drenagem Pluvial





1. Introdução

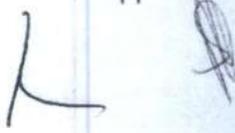
Em geral, a microdrenagem urbana é definida pelo sistema de condutos pluviais em nível de loteamento ou de rede primária urbana.

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;





TEP
PR
Consultoria



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 hidráulicamente 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 CADINFRA 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).



Drenagem – Bairro Diadema em Horizonte/CE

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.

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;

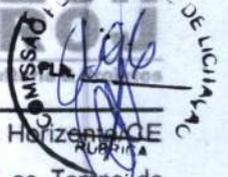
N = vida útil da obra.

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 (tc) 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.

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

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;
- 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:

$$Q = 2,78 \cdot C \cdot i \cdot A$$

Onde:

Q = vazão (m³/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 1 logo abaixo;



Tabela 1 - 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 macadamizadas 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.

Para as bacias externas, a que contribui diretamente à Lagoa demarcada no bairro usou-se um runoff de 0,5 prevendo a urbanização dessa bacia e para a que contribui ao bueiro existente localizado próximo à BR-116 considerou-se 0,70 desde que a bacia contribuinte consiste em uma região urbanizada.



TECH
PR
Consultoria



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;
- 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.



Drenagem – Bairro Diadema em Horizonte/CE



Figura 1 - 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 2 - Capacidade de Engolimento das Bocas de Lobo Padrão.

Boca de Lobo	Capacidade máxima (L/s)
Simple	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.



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.

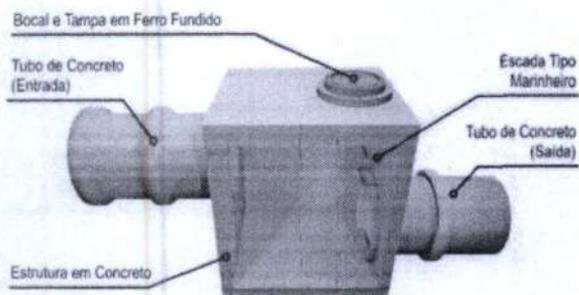


Figura 2 – PV sem chaminé e tubo de queda:

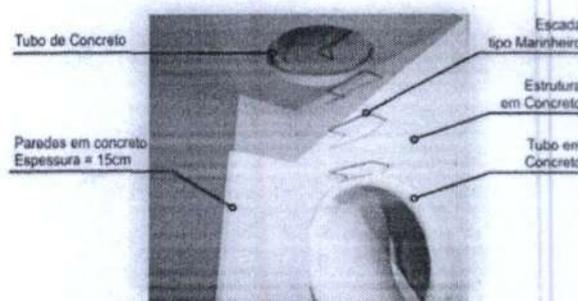


Figura 3- Descida do Poço pela Chaminé

