

## **IMPLANTAÇÃO DE REDE DE DRENAGEM RUA VISCONDE DE PIRATININGA, PARQUE DAS LARANJEIRAS – BAIRRO DE FLORES, MANAUS-AM.**

Haroldo Fontão de Oliveira, Estudante de Engenharia Civil, ***Centro Universitário do Norte – Uninorte, Manaus.***

Eng. Euler André Barbosa de Alencar. Orientador

### **RESUMO**

Com o crescimento das cidades e a densificação do povo, o desenvolvimento proporcional dos sistemas urbana torna-se extremamente útil. Quando isto não acontece surgem diversos problemas. Este projeto abrange um deles, que traz elemento de saneamento básico de um bairro, a drenagem pluvial do mesmo. Para caracterizar o demonstra o problema delimitou-se um trecho da área na Rua Visconde de Piratininga.

O comportamento do povo do entorno do problema foi caracterizado por um questionário aplicado. Com o destino de avaliar a efeito do sistema existente no local, os resultados englobam da mesma maneira um quadro resumo que vulga medidas mitigadoras que, defronte da situação encontrada, podem ser o caminho para a influência do funcionamento do sistema de drenagem urbana da Rua Visconde de Piratininga.

Palavras-chave: drenagem pluvial urbana, bocas-de-lobo, arroio em área urbana.

### **ABSTRACT**

With the growth of cities and the densification of the people, the proportional development of urban systems becomes extremely useful. When this does not happen, several problems arise. This project covers one of them, which makes element of the basic sanitation of a neighborhood, the rain drainage of it. In order to characterize the compendium a section of the cardinal area of the Street Visconde de Piratininga was delimited.

The behavior of the people surrounding the delimited extract was characterized by an applied questionnaire. With the purpose of evaluating the effect of the existing system in the city, the results also encompass a summary table that shows mitigating measures that, in view of the situation found, may be the way to influence the operation of the urban drainage system of Visconde Street of Piratininga.

**Key words:** urban storm drainage, lobster, arroyo in urban area.

## **INTRODUÇÃO**

A drenagem urbana é o conjunto de medidas que tem como objetivo minimizar os danos causados por sistemas de drenagem mal projetados e muitas vezes nem existentes problemas esses que oferecem riscos a população que está sujeita diariamente. A maioria das vezes o sistema de drenagem existente em um município chega a ser ultrapassado e nunca passou por uma manutenção esse sistema foi projetado para uma realidade antiga onde a cidades não era popularizada como são hoje em dia, os projetos daquele tempo não foi feito pensando nas populações futuras e não atendem a realidade atual e conseqüentemente se redes mostram insuficientes para escoar essa vazão. Algumas vezes ocorre da população adentrar um determinado espaço sem nenhuma estrutura de sistema básica. Com isso acabam tendo problemas futuros com a falta de necessidades básicas como um sistema de drenagem.

### **1. OBJETIVO**

O objetivo deste projeto é mostrar os problemas que causa um crescimento desordenado da sociedade e o sistema de drenagem. O crescimento dos níveis de chuva que ocorre em nossa cidade cada vez mais, alguns bairros são penalizados devido a este crescimento e da frequência de eventos de proporções catastróficas em determinados períodos do ano, no bairro Flores apresenta diversos pontos de inundação. O objetivo principal deste projeto é analisar, a Rua Visconde de Piratininga. Com esse projeto propõem-se identificar causas e sugerir possíveis mudanças no trecho para tentar regularizar o problema de alto índice de água no local.

## 2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O local do estudo será realizado no Bairro Flores na Rua Visconde de Piratininga, com 272,72 metros de extensão.



## 3. REVISÃO DA LITERATURA

A localização da população brasileira nas cidades, junto com a situação econômica que a sociedade está exposta e às dificuldades da administração da cidade no planejamento e ao acompanhamento do uso e ocupação do solo, reforça o caráter informal e aparentemente anárquico da urbanização brasileira (Peixoto, 2005). O que caracteriza drenagem urbana é um conjunto de medidas que visem minimizar riscos e prejuízos à população bem como o meio ambiente a cerca das inundações decorrentes de chuvas ou alagações. Uma drenagem com correta infraestrutura urbana e sustentável é definida também como Drenagem Urbana.

Esse método tem como finalidade drenar corretamente rápido e eficiente as águas de chuvas de locais inapropriados, causando o menor impacto ambiental

ao meio ambiente, evitar modificações nas características do ciclo hidrológico do local em questão (LOPES, 2016).

Por haver uma grande importância o sistema de drenagem é definido como drenagem de fonte, Micro drenagem e macrodrenagem, a drenagem na fonte é definida pelo escoamento que ocorre no lote, condomínio, ou empreendimento individualizado (DEP/IPH, 2005).

Segundo Tucci (1995) a entrada da população da área rural para a área urbana nas regiões de grandes cidades de uma forma geral está baseada nas oportunidades de trabalho e melhoria na qualidade da educação, saúde e cultura, são esses os responsáveis pelo êxodo rural. Cada vez mais as cidades se desenvolvem e aumenta a população, esse alto índice de crescimento da população gera sérios problemas nas áreas metropolitanas. Os efeitos do sistema de crescimento populacional são: tamanhos elevados das casas, áreas industriais e comércios, resultando um crescimento na impermeabilização das áreas habitadas. A falta do planejamento urbano em algumas das cidades brasileiras nos mostra vários problemas para a população que nelas são habitadas, consequência disso são os impactos da urbanização sobre o meio ambiente. Temos como exemplo, os problemas das enchentes nas cidades, que podem deixar várias pessoas sem casas, gerar problemas econômicos e desencadear doenças de veiculação ocasionada pela água, como a leptospirose e malária, por exemplo, e além daqueles relacionados à produção e manuseio de cargas difusas de poluição que podem prejudicar os corpos de água (Porto, 2001). As consequências das inundações urbanas são visíveis e amplamente divulgadas pela imprensa, tanto falada, como escrita e televisiva, como exemplos, pode-se citar os problemas que sempre ocorrem com as pancadas de verão em cidades como Belo Horizonte, Maceió, Porto Alegre, Rio de Janeiro e São Paulo e também no interior dos estados. Nem sempre estas cheias são consequências diretas da urbanização, mas boa parte delas se deve, ou pelos menos seu agravamento a crescente urbanização destas regiões (Agra, 2001).

Segundo Canholi (2014) a visão clássica do sistema de drenagem clássica está resumida como uma implantação de soluções estruturais em obras de canalização, que acelera o escoamento para jusante. Visão “higienista” responsável

pela drenagem pluvial, dos esgotos sanitários, onde é preconizada a rápida retirada das águas drenando o local onde foi originada aos córregos receptores.

Na visão de Queiroz et al., (2003), devido ao processo de urbanização veem acarretando uma relação de uso indevido do solo causando consequências as características hidrológicas locais. Onde a ocupação dessa área danifica o curso da água associada ao um sistema de drenagem deficiente e de crescente impermeabilidade dos solos, contribuem muito para o agravamento dos problemas trazidos pela urbanização. Dessa forma no Brasil no ano de 2001 o Estatuto da Cidade com a Lei 10251/2001 do Governo Federal, veio para sinalizar que a drenagem urbana passaria a ser importante para a infraestrutura das cidades. Com a criação desse estatuto o governo passou a atrelar financiamentos com a utilização de medidas compensatórias, como reservatório de retenção e trincheiras de infiltração e V medidas de não-infraestrutura, com a importante criação de planos diretores de drenagem urbana (CADORE, 2013).

#### 4. CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO TIPO DE BACIAS

Para a realização dessa classificação de bacias Basso (2013) descreve que há um critério a ser observado que é muito comum, que é a classificação pelo porte de cada bacia, como se pode observar abaixo no quadro 1.

<b>Tipos de bacias</b>	<b>Tamanho</b>
Bacias de Pequeno Porte	Drenagem seja inferior a 2,5 km <sup>2</sup> e/ou o tempo de concentração inferior à 1 hora
Bacias de Médio Porte	Drenagem esta entre 2,5 e 1000 km <sup>2</sup> e/ou tempo de concentração entre 1 e 12 horas
Bacias de Grande Porte	Drenagem é maior que 1000 km <sup>2</sup> e/ou tempo de concentração maior que 12 horas.

Quadro 1. Classificação das bacias de acordo com Basso (2013)

É primordial que seja possível realizar a implantação da classificação das bacias no local a ser estudo, mas é necessário saber o quanto a área possui em

metros quadrado, pois isso facilita o uso das metodologias acerca dos métodos reacionais ou o método de hidrograma. Contudo a realização dessa classificação na rua estudada ficou prejudicada, pois esses valores não foram possíveis obter.

#### **4.1. Formato do calculo para avaliar a o tipo de retorno (tr) das águas.**

Na estruturação acerca do sistema de drenagem urbana, há sempre a possibilidade da existência de erros ou falhas sobre essa estrutura. Pois quanto à estrutura for considerada importante, os riscos serão sempre os menores. Na hidrologia a utilização do tempo de retorno (tr) é de suma importância para avaliar a probabilidade de ocorrência de um evento, e que seja necessário que o mesmo consiga ser superado em pelo menos 10 anos. Com ela longevidade o erro assume cerca de 10% de chances de ocorrer falhas em um ano qualquer (CADOORE, 2013).

##### **4.1.1. Tempo de Recorrência (TR)**

Pode ser definido como o intervalo de tempo em anos que uma precipitação é igualada ou superada. A média do tempo de recorrência adotada em Manaus para drenagem urbana é de 10 anos. (SAMPAIO, 2011):

##### **4.1.2. Intensidade da Precipitação (i)**

Quando se refere à intensidade da precipitação nada mais é que a relação da altura da chuva, recolhida em uma determinada área, dividida pela sua duração. Essa intensidade é obtida de uma fórmula que relaciona a intensidade, a duração e a frequência da chuva: (SAMPAIO, 2011):

$$i = \frac{k.T^m}{(d+t_0)^n}$$

Onde:

i – intensidade da precipitação (mm/h)

T – Tempo de recorrência (anos)

d – duração da chuva (min)

As outras letras que seguem a equação de intensidade e precipitação k, m, n e t são constantes para Manaus. Abaixo segue gráfico mostrando os meses de

maiores precipitações em Manaus, que possui uma temperatura média de 27,4° C e uma média anual de pluviosidade de 2145 mm.

#### **4.1.3. Duração da Chuva (d)**

A duração da chuva é baseada igual ao tempo de concentração ( $t_c$ ) referente à bacia hidrográfica. Adota-se um  $d = t_c = 10\text{min}$ , pois isso é associado ao tamanho da bacia hidrográfica. (SAMPAIO, 2011).

#### **4.1.4. Área de Drenagem (A)**

Corresponde à área de contribuição das vias e quarteirões para uma parcela do sistema de drenagem. A referência adotada é baseada em um tempo de recorrência igual ou <há 50 anos e uma média de duração de chuva de 30 a 40 minutos, que é referente ao tempo máximo de uma precipitação torrencial no local de estudo.

$T = 45$  anos (média)

$D = 35\text{min}$  (média)

#### **4.1.5. Tempo de Recorrência (TR)**

Pode ser definido como o intervalo de tempo em anos que uma precipitação é igualada ou superada. A média do tempo de recorrência adotada em Manaus para drenagem urbana é de 10 anos. (CADORE, 2013).

#### **4.1.6. Tempo de Concentração (TC)**

Tempo de concentração relativo a uma vazão de um curso de água é o dilatação de tempo contado a efluir do início da sede para que toda a fogueiro hidrográfica correspondente passe a assessorar na seção em consideração (PINTO et al, 1976). Sugere-se que o intervalo de duração do rio para aplicação do modo racional seja limitado a um importância mínimo de 10 min. De natureza igual, em pequenas bacias, durante o tempo que se obtiverem valores de 10 min, deve-se adotar  $TP = 10$  min. Segundo a poder DE DESENVOLVIMENTODE RECURSOS

HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL (2002)) o tempo das bacias urbanas será a soma dos ocorrências de permanência de cada extrato. Cada parcela será a soma da época de concentração do passo anterior com a soma do dissipar de permanência do extrato em estudo.

$$tc(i) = tc(i - 1) + tp(i)$$

Onde:  $tc(i-1)$  = tempo de concentração de trecho anterior em minutos;

$tp(i)$  = tempo de permanência do trecho  $i$  em minutos.

O segundo tempo de concentração (tempo no interior das galerias) pode ser obtido por intermédio das características hidráulicas de preamar, aplicando a equação de Manning.

$$V = Rh^{2/3} * S^{1/2} * n^{-1}$$

Onde:  $V$  = velocidade em m/s;

$Rh$  = Raio hidráulico em m;

$S$  = declividade no trecho do canal;

$n$  = número de Manning do material do conduto.

Calculado a velocidade no caminho e sabendo o comprimento  $L$  do mesmo, aplico a equação do movimento retilíneo e uniforme para achar o tempo de escoamento do percurso.

$$V = L/t_c$$

Sendo;  $V$  = velocidade de escoamento em m/s;

$L$  = comprimento do trecho do canal em m;

$t_c$  = Tempo de concentração no trecho.



## 4.2. Termos Hidrológicos Referentes a Dispositivo de Drenagem

Os termos de drenagem e os dispositivos de drenagem urbana usados para o dimensionamento das estruturas de coleta e condução das águas drenadas.

### 4.2.1. Escoamento Superficial (C)

A vazão superficial é a prestação do ciclo hidrológico em que a água muda na superfície da bacia até encontrar um rego definido. O escoamento em braseiros urbano é regido pela atenção do homem através de espaços impermeáveis e sistemas de esgotos pluviais (Tucci, 2001).

Segundo Pinto et al (1976)) é o volume de água que escoa em uma unidade de momento e em determinada distrito de um conduto autonômico ou conduto forçado. Isto se traduz que a vazão é a instância com a qual uma massa escoa. Para transformação chuva-vazão, será realizado o sistema Racional.

De acordo com (SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL, 2002) os princípios básicos dessa metodologia são:

- A dimensão da precipitação máxima de plano é igual ao inesperado de concentração da bacia. Admite-se que a cabungo é pequena para que essa situação aconteça, pois a período é inversamente proporcional à exuberância.
- Adota um coeficiente único de perdas, conceituado C, estimado com base nos estilos da bacia.
- Não avalia o volume da enchente e a distribuição pé-d'água das vazões.

A equação do modelo é prescrita pela equação:

$$Q_{max} = 0,278 C * i_{max} * A$$

Onde:  $Q_{m\acute{a}x}$  = vazão máxima (em  $m^3/s$ );

C = coeficiente de escoamento médio superficial ponderado;

$i_{m\acute{a}x}$  = máxima intensidade da precipitação (em mm/h);

A = área da bacia contribuinte não controlada por MCs (em  $km^2$ ).

#### 4.2.2. Intensidade máxima de precipitação (i)

Segundo Pinto et al (1976)) a intensidade considerada no meio racional é um imagem médio no tempo e no terreno. A intensidade instantânea de um estouvamento sobre um determinado pluviógrafo, a intensidade a ser insigne para a aplicação de prática racional é a visão média observada num taxativo intervalo de tempo para o ponto de recorrência fixado. O vão de tempo que coincide à situação crítica será similar ao tempo de ligação da bacia. A veemência pode ser obtida pela sucessora equação:

$$i_{m\acute{a}x} = \frac{K * T_R^m}{(t + t_0)^n}$$

Onde:

Tr= Tempo de Retorno;

t = Duração da chuva;

K, m, n e t0 = Constantes características de diversas cidades do Brasil.

### 5. CONCEITOS BÁSICOS DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

Um sistema de drenagem de águas pluviais é formado de uma série de elementos e dispositivos para os quais existe um conceito, os mais usuais e importantes para a composição de um sistema de drenagem, são, conforme WILKEN (1978):

#### **Sarjetas**

Como intuito de Tucci (2001) sarjetas são áreas de via pública, paralela ao meio-fio. o dreno formada é a receptora das águas pluviais que incidem sobre as vias públicas e que elas escoam.

#### **Bocas de lobo**

Conforme Tucci (2001) bocas de lobos são dispositivos localizados em divisões convenientes nas sarjetas para concentração de águas fluviais. As entradas coletoras (bocas-de-lobo) podem ser classificadas em três grupos fundamentais: bocas ou ralos de dirigentes; ralos de sarjetas (grelhas); ralos combinados. Cada

tipo abrange variações quanto a baixadas (rebaixamento) em relação ao escala da superfície normal do contorno e ao seu limite (simples ou múltipla). Bocas de lobo com grelha trabalham com vertedores de degrau livre são calculados por equações substituindo L por P onde P é a vizinhança do orifício em metros. Essa equação só é válida para altura do modelo águas para até 12 cm (Tucci et al.1995).

### **Meios-fios**

Conforme Tucci; Porto; Barros (1995) Meios-fios são elementos de seixo ou concreto, colocados através de o passeio e a via externa, paralelamente ao eixo da rua e com sua face proeminente no mesmo nível do marcha.

### **Galerias**

Conforme Tucci; Porto; Barros (1995) galerias é canalização pública usada para conduzir as águas da chuva ate seu destino. A ABNT NBR 9649:1986 diz que o tapamento das galerias não deve ser inferior a 0,90 metros para coletores assentados na linha de trafego e 0,65 metros para coletores assentados no passeio, recobrimento menor deve ser defendido. Ainda em relação às galerias a ABNT NBR 9649:1986: informa que a sentença declividade admissível é aquela para qual a rapidez seja igual ou desqualificado que 5 metros por conforme.

### **Poços de visita**

A partir de Tucci; Porto; Barros (1995) Poço de Visita é um acessório localizado em pontos adaptados do sistema de galerias para permitirem mudanças de supervisão, mudança de declividade, escolha de diâmetro e vistoria e limpeza das encanamentos. Conforme Tucci; Porto; Barros (1995) poços de visita tem trabalho primordial de permitir o contato com as canalizações para desfecho de limpeza e examinação, de modo que se possam mantê-la em bom quadro de funcionamento

## **6. METODOLOGIA**

Para este estudo foram realizadas quatro visitas a Rua Visconde de Piratininga para alcance de dados referente a situação de enchente o levantamento foi ocorrido visualmente durante as futilidades ocorridas no período de agosto a

outubro de 2018. Nesse período foi fotografado e analisado o material problemático com diferentes esferas de precipitação.

A Rua Visconde de Piratininga localiza-se em uma vertente de águas sendo então a contribuição pluvial muito intensa conforme observa-se pelos resultados oriundos dos Estudos Hidrológicos, dessa forma a implantação de drenagem superficial (sarjetas) e imensa são os segmentos em estudo.



Figura 2: Rua visconde de Piratininga fonte: Próprio autor

### **6.1. DRENAGEM: SUPERFICIAL**

O estudo da eficiência de escoamento das vias está condicionado à capacidade dos desaguadouros, que na realidade são os descendentes coletores de águas pluviais, funcionando como canais abertos. Esta capacidade de escoamento apoia-se diretamente da declividade transversa da sarjeta, declividade longitudinal da via e coeficiente de rugosidade, sendo da mesma maneira função dos limites de desabafo para os pedestres e autos que utilizam as vias. Estes limites se traduzem pela demarcação da faixa de nevasca de largura constante ou de uma cota de preamar máxima junto ao meio-fio. Para este estudo utilizou-se uma faixa de inundação de 1,67m, já que a valeta padrão tem seus tamanhos muito reduzidos.

Sob o propósito de vista econômico é desejo que águas pluviais tenham um trajeto superficial o mais extenso possível, em benefício da diminuição do número de bocas-de-lobo bem como da amplitude da galeria. Todo o dimensionamento foi feito de acordo com a ABNT/NBR14645.

### 6.1.2. Dimensionamento de Sarjetas Bocas de Lobo e Poços de Visita

A rua possui uma declividade pequena transversalmente do meio para as extremidades em ambos os lados, dessa forma, a água ao cair, tenderá seguir o caminho das sarjetas. As sarjetas funcionam com um canal onde recebem a água proveniente da via de rolamento e as destinam para bocas de lobos e poços de visita, o dimensionamento da mesma é dado pela fórmula de Manning:

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

Onde:

C – coeficiente de rugosidade que se aplica na fórmula

R(h) –radio hidráulico da secção

I – declividade longitudinal da Sarjeta

V(h) – velocidade média da água em função da secção

A – área da secção do fluxo de água

S – linha de água em m/m.

Sendo assim, apresenta-se a equação citada anteriormente, para sarjetas e verificando o fluxo de escoamento pela precipitação na via tem-se o modelo de sarjeta adequada para via.

$$Q_s = 0,375 \cdot \sqrt{I} \cdot \frac{Z}{N} \cdot y_s \cdot \frac{8}{3}$$

Onde:

Qs – é a capacidade da sarjeta (m<sup>3</sup>/s);

Yo – é a altura da lâmina de água (m);

Z – é o inverso da declividade transversal dada em m/m;

N – é o coeficiente de rugosidade de Manning (adota-se n = 0,015);

I – é a declividade longitudinal da sarjeta (m/m).

Para a via em estudo não são aplicáveis sarjetas compostas que são aquelas que possuem uma secção maior.

Segue adiante o fator de redução da capacidade teórica das sarjetas, isso se dá devido a obstáculos que ocorrem nas regiões urbanas. Para a Rua visconde de Piratininga verifica-se que a declividade longitudinal mais adequada é de 1,0 a 3,0 isso significa que o fator de redução da capacidade de escoamento é de 0,80.

A tabela abaixo mostra a capacidade teórica das sarjetas.

Declividade Longitudinal	Tipo de Sarjeta	Altura máxima de lâmina de água a sarjeta L = 1,67 m L = 2,17	
16% $\geq$ I $\geq$ 0,5%	B	11,0cm	(11,0 + 1,5) cm

Quadro 02: Fator de redução de capacidade para sarjeta do projeto. Fonte: Apostila de drenagem 1 – UFP 2009

### 6.1.3. Dimensionamento de Bocas de Lobo

As bocas de lobos são elementos de recolhimento de água nas sarjetas, com a finalidade de captar as águas veiculadas por elas para que, desta forma, a água não venham a invadir as ruas causando complicações para o tráfego de veículos e pedestres. Todo o dimensionamento foi feito de acordo com a ABNT/NBR14645.

Nesse sentido, apresenta-se o que possivelmente será o mais adequado ao projeto, a boca-de-lobo de guia com uma boca de lobo de sarjeta enquanto a outra é somente a boca-de-lobo de guia, ambas com suas especificações.

A capacidade de engolimento de projeto de uma boca de lobo é fixada em 40 a 60 l/s. A densidade da boca de lobo na área urbana é da ordem de 400 a 800m<sup>2</sup> de rua por unidade.

Para o projeto fica definida a boca de lobo de guia, a ser aplicado.

A capacidade de passagem de bocas de lobo pode ser estimada através das seguintes fórmulas:

a) Boca de lobo de guia ( $y_o \leq h$ ).

$$Q = 1,7. L. Y_o^{3/2}$$

Onde:

Q – é a capacidade de “engolimento” da boca de lobo ( $m^3/s$ )

L – é o comprimento de abertura da guia (m)

$Y_o$  – é a altura da lâmina de água imediatamente antes da abertura da guia (m).

b) Boca de lobo de guia ( $Y_o > h$ ).

Quando a água acumulada sobre a boca de lobo gera uma lâmina maior que a da altura da abertura na guia (h), a boca de lobo funciona como um orifício.

$$Q = 3,01. L.H^{3/2}. (Y_o/h - 0,5)^{1/2}$$

Onde:

H – é a abertura da boca.

c) Boca de lobo guia com grelha ( $Y_o \geq 12$  cm).

Para essa condição a boca de lobo funciona de soleira livre com equação semelhante a do item a, porém com L sendo substituído pelo perímetro da boca de lobo.

Caso um do lado da boca de lobo seja adjacente à guia, esse lado deve ser suprimido do perímetro.

$$Q = 1,7. P. Y_o^{3/2}$$

Onde:

P - é o comprimento do perímetro da boca de lobo.

A capacidade de passagem das bocas de lobo é, normalmente menor que a capacidade teórica, devido à obstrução causada por detritos, irregularidades nos pavimentos e alinhamento real, entre outros motivos.

Na tabela a seguir são propostos alguns coeficientes de redução da capacidade de passagem das bocas de lobo para segurança.

<b>Localização da sarjeta</b>	<b>Tipos de boca de lobo</b>	<b>%Q</b>
Ponto Baixo	De guia	80
	Com grelha	50
	Combinada	65
Ponto Intermediário	De guia	80
	Com grelha	60
	Combinada	70

Quadro 03: Capacidade de engolimento da boca de lobo utilizada no projeto.

#### **6.1.4. Dimensionamento de Poços de Visita**

Poço de visita é uma câmara visitável de uma abertura existente na sua parte superior, ao nível do terreno, destinado a permitir a reunião de dois ou mais trechos consecutivos e servem também para a realização de manutenção nos trechos interligados. Todo o dimensionamento foi feito de acordo com a ABNT/NBR14645.

Para permitir o movimento vertical do operador, a chaminé, bem como o tampão, terá diâmetro mínimo útil de 6,60m. O balão, sempre que possível, uma altura útil mínima de 2,0 metros, para que o operador maneje com liberdade de movimentos, os equipamentos de limpeza e no interior do mesmo.

<b>Profundidade do PV - h(m) Diâmetro de saída D 9 (m)</b>	<b>Altura da chaminé hc do projeto (m)</b>	<b>Diâmetro do Balão DB- (m)</b>
$h \leq 1,5$ D = qualquer	$H_o = 0,30$	$Db = D$
$H > 2,5 - D \leq 0,60$	$0,3 < H_o < 1,00$	$Db = 1,20$

Quadro 04: Poço de visita a ser adotado no projeto. Fonte: Nbr12266

## **7. MEMORIAL DE CÁLCULO**

### **7.1 Memoriais de Cálculo dos Principais Dispositivos de Drenagem**



Considerando a área de contribuição pluvial global (área urbana = 9000m<sup>2</sup> ou 0,90ha).

Calculo do deflúvio na zona de influência da rua

$$Q = C.i.A.m$$

Onde Q = vazão em l por s

C = coeficiente de runoff

I = intensidade média máxima de precipitação, em mm.h-1

A = área de contribuição da bacia em há hectare

M = coeficiente de distribuição

2,78 = fator numérico para conversão de unidades.

$$Q = 0,50 \times 50 \times 0,90 \times 2,78 = 40,66 \text{ L/s.}$$

Baseado no cálculo do escoamento da zona principal tem iremos utilizar manilhas de concreto de 500mm, comportará o volume por litros por segundos.

A sarjeta deve ter uma inclinação transversal para acomodar a água da chuva. Quanto maior a inclinação e a largura da sarjeta maior será a capacidade de transportar água. A inclinação mais usada é de 20%. A inclinação não deve passar dos 25% pois resultará numa sarjeta muito inclinada podendo oferecer risco.

$$Q = 0,375 \times I^{1/2} \times Z / n \times Y^{8/3}$$

Onde:

I = é a declividade longitudinal da rua;

Z = é a tangente do ângulo que a sarjeta faz com a guia;

N = é o Coeficiente de Manning para a rugosidade que no caso de sarjeta de concreto alisado à mão é 0,016;

Y = é a altura da lâmina d'água.

Tendo uma declividade mínima a rua não pode ser horizontal, pois não vai permitir o escoamento da água em dias de chuva. Além de permitir o escoamento, a declividade deve ser tal que a velocidade da água seja suficiente para carregar papéis, pequenos pedaços de madeira como palitos de sorvete e até grãos de terra e areia trazidos pelo vento. A rua em estudo tem uma declividade de 1%

A declividade que faz tudo isso é de 2%.

Entrando na fórmula com  $I = 0,01$ ;  $Z = 0,3/0,075 = 4$ ;  $n = 0,016$  e  $Y = 0,075$  teremos. **Q = 6,25 litros/s**

$$Q = 0,375 \times 0,005 \times 4 / 0,016 \times 0,075 = 6,25 \text{ litros/s}$$

As sarjetas irão obedecer terão uma vazão aceitável para o escoamento das águas pluviais

A vazão por uma Boca de Lobo qualquer, pode ser calculada pela Fórmula de Bernoulli:

$$Q = C L y (g y)^{1/2}$$

Onde C é o coeficiente de descarga, L a largura da boca, g a aceleração da gravidade e y a altura da lâmina d'água junto à guia

$$\text{Largura da boca} - 17 = 0,75 \times L \times (9,8 \times 0,075)^{1/2}$$

$$L = 120 \text{ cm } h = \text{entre } 8,5 \text{ e } 10 \text{ cm.}$$

## AGREGADOS

O agregado miúdo será a areia natural, de origem quartzosa, cuja composição granulométrica e fatura de substâncias nocivas deverão obedecer às condições compulsórias pelas normas da ABNT citadas à seguir ou sucessoras. A areia deve ser desembaraçada, lavada, peneirada, sílico-quartzosa, áspera ao tato, limpa, isenta de argila e de estruturas orgânicas ou terrosas, aceitando a seguinte classificação, adequado estabelecido pela ABNT: Os agregados devem atender à NBR 7221(6);

Grossa: granulometria entre 4,8 e 0,84 mm. Média: granulometria entre 0,84 e 0,25 mm. Fina: granulometria entre 0,25 e 0,05 mm.

## ÁGUAS

A água destinada ao preparativo dos concretos, argamassas, diluição de tintas e restante tipos de utilização deverá ser isenta de substâncias estranhas,

tais como: óleo, ácidos, álcalis, sais, matérias orgânicas e quaisquer outras substâncias que possam intervir com as reações de hidratação do cimento e que possam afetar o bom concentração, cura e aspecto fim dos concretos e cimentos e outros acabamentos. Precisam atender a NBR 11560.

## **ADITIVOS**

Os aditivos que se tornarem elementares, para a melhoria das atributos do concreto e das cimentos, de acordo com as enumerações e orientação da supervisão, deverão atender às parâmetros da ABNT/NBR1401 e NBR1168, ASTM C-494 ou sucessoras.

## **8. SERVIÇOS TOPOGRÁFICOS E DE MARCAÇÃO EM GERAL.**

A utilização de equipamentos topográficos ou outros equipamentos adequados a perfeita frete, execução da obra e ou tarefas e acompanhamento, e de fusão com as locações e os estilo estabelecidos nos projetos.

Deverá ser facilidade a locação da tubulação, levando-se em conta divisões importantes do projeto, tais como caixas de ligação, bocas de lobo, encontros de condutos, volubilidades de declividade e cada encosto será marcada a cota do Terreno e a profundidade da escavação necessária.

Quaisquer divergências e inquisições serão resolvidas antes do presença da obra as normas, padrões e processos determinados pela supervisão, no tocante a certa serviço topográfico de nivelamento, de marcações em compartilhado e acompanhamentos relativos à obra. Antes do início dos consulta de nivelamento, a supervisão indicará a ser aventado, com a sua privativa cota de nível.

## **9. ESCAVAÇÕES E ATERROS EM GERAL**

As escavações de valas, etc. deverão propiciar depois de concluídas, condições para montagem das canalizações em planta e perfil, caixas em geral, fundações, etc., conforme elementos do projeto. O fundo das valas deverá ser perfeitamente regularizado e apiloado, para melhor assentamento das regos, fundações, infraestruturas, etc., e concretado no caso de regos envelopadas.

Os locais escavados deverão ajustar-se livres de água, elemento que seja a sua criação (chuva, vazamento de lençol freático, etc.), devendo para isso ser

providenciada a sua drenagem através de esgotamento, para não atrasar os serviços, ou criar danos à obra.

Será necessária a escavação em material de primeira categoria e de segunda categoria. As escavações acima de 120m, deverão ser escoradas a fim de resguardar a vida e a variedade da obra. A feitura das escavações implicará penhor integral da contratada pela sua adversidade e estabilidade.

A largura da vala será rasteiro ao diâmetro do tubo estendido de 1,0 m para universidades os diâmetros. O recobrimento mínimo dos tubos em material simples e em indiscutível armado será de 90 cm. O fundo das valas deverá ser preparado de formato a manter uma caimento constante em conformidade com a designada no projeto, proporcionando mecenato uniforme e contínuo ao arrastado da tubulação. O solo fundo das escavações deverá estar seco, originando feita se necessário, uma drenagem prévia. O fundo das fossos deverá ser apiloados, regularizados e possuir lastro de brita nº 02 com extensão mínima de 0,05 m.

#### **10. Terraplanagem, Desaterros, Reaterros, Aterros, Desmoronamentos.**

O reaterro das valas será processado até o recuperação os níveis anteriores das superfícies originais ou de estado designada pelos projetos, e deverá ser executado de modo a conceder condições de segurança às tubulações, etc. e bom perfeição da superfície, não permitindo seu posterior abatimento.

Os aterros e ou reaterros em geral, serão executados com material de primeira categoria, em camadas de 20 em 20 cm, devidamente umedecidas até atingir a umidade ótima, e compactadas até a compactação ideal.

O reaterro dos córregos das tubulações será feito em 02 etapas vindo a primeira de aterro compactado, manualmente com soquete de ferro ou Madeira em camadas de 10 cm de consistência, colocando-se o material simultaneamente dos dois lados da tubulação ou do envelope de decisivo, até 25cm acima da geratriz superior dos tubos, sem com isso cavoucar ou promover o amassado da tubulação, diminuindo sua seção útil, e a segunda etapa superpõe-se ao avante aterro, até a cota puro do reaterro, com o bem material empregado na primeira etapa, em camadas de 20cm de resistência máxima, compactados por soquetes de madeira ou equipamento mecânico, não se confiando o uso de soquetes de ferro. Deverá ser

executada toda a terraplanagem compulsória, incluindo-se os cortes e ou aterros/reaterros em geral, as desmorações de pisos por ventura existentes, remanejamento de árvores, etc., para acerto da tablado de implantação da obra, que serão executados com efetivo de primeira categoria, em classes de 20 em 20 cm, acertadamente umedecidas até atingir a umidade ótima, e compactadas até a compactação ideal. A terraplanagem deverá ser realizada de forma a anuir a construção ao circuito da obra de um caminhada de no mínimo 1,00 metro de largura, que será feito também nesta etapa. Todo o processo de terraplanagem foi realizado de acordo com normas regulamentadores vigentes NBR 9732.

## 11. NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS

As normas abaixo e ou suas sucessoras, bem como as demais não citadas neste e nos excedente itens a seguir e que se referem ao objeto da obra deverão ser os parâmetros mínimos a serem obedecidos para sua perfeita execução. Os casos não abordados serão definidos pela supervisão, de maneira a aduzir o padrão de qualidade previsto para a obra em discórdia e de acordo com as normas vigentes nacionais ou internacionais, e as melhores técnicas preconizadas para o assunto. Estão consideradas as normas da ABNT aplicáveis, assim como deverão ser filiados todos os produtos e capital que atendam as posturas do INMETRO.

### **Alvenaria de tijolos.**

NBR-6461	Bloco Cerâmico para Alvenaria - Verificação da Resistência à Compressão
NBR-7170	Tijolos maciços cerâmicos para alvenaria.
NBR-7171	Bloco Cerâmico para Alvenaria - Especificação
NBR-8041	Tijolo Maciço Cerâmico para Alvenaria - Forma e Dimensões
NBR-8042	Bloco Cerâmico para Alvenaria - Formas e Dimensões
NBR-8545	Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos.

## 12. REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS.

Os tubos em concreto armado utilizados na obra deverão ser da classe CA-2 PB (NBR-8890/2007) nos diâmetros de 400, 600 e 800 mm. Diâmetro mínimo a ser aproveitado na rede de drenagem deve ser DN 400mm. O recobrimento mínimo da rede de drenagem deve ser de 090m, A declividade da rede de drenagem deve ser entre 1 e 20%. Referências da rede e estruturas localizadas a montante e a jusante das estruturas existentes deverão passar por adequação, caso necessário, após verificação in loco das estruturas existentes.

Os tubos deverão ser rejuntados externa e internamente com cimento aditivada, no traço 1:3, de cimento, areia média e impermeabilizante. Antes da execução de determinado junta, deverá ser constatado se a ponta do tubo está claramente centrada em relação à bolsa.

## 13. CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

O objetivo principal deste processo é a estimativa de quanto será gasto para a realização deste projeto. Portanto através da planilha orçamentária foram levantados os custos unitários de materiais, métodos e equipamentos definidos pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI, 2017).

Observou-se que para a realização do projeto de implantação de sistema de drenagem é necessária uma quantia **de R\$ 216.527,74** (Vinte mil, Quatrocentos e Dezesesseis e Vinte e Seis Centavos).



## REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 9649 Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1986.

AGRA, S. G. Estudo experimental de micro reservatórios para controle do escoamento superficial. Porto Alegre, 2001. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/3282>>. Acesso em: 12 set.2018.

BORSATO, V. A., O Clima de Campo Mourão e eventos intensos. IX EPCT, Campo Mourão, 2014.

CAMPANA, N.; TUCCI, C.E.M., Estimativa de área Impermeáveis de macro bacias urbanas. RBE, Caderno de Recursos Hídricos V12. 1994.

CARVALHO, D. F., e SILVA, L. D. Ciclo hidrológico o ciclo das águas - UNIFOA - Engenharia Ambiental, Volta Redonda, 2006.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB, Drenagem Urbana – Manual de Projeto.3 ed. Edição, São Paulo, Cetesb, 1986.

DACACH, N.G. Sistemas Urbanos de Água, LTC Editora S.A., 2ª Edição, Rio de Janeiro, 1979.

DELGADO N. C. F. Hidrologia na drenagem de rodovias. Belo Horizonte, 2008. Monografia - Programa de Pós-Graduação Lato Senso. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. 2008. Disponível em: <<http://www.der.mg.gov.br/images/TrabalhosAcademicos/neila%20carvalho%20ferreira%20delgado%20monografia.pdf>> Acesso em: 2 outubro .2018.

DEPARTAMENTO DE ESGOTOS PLUVIAIS – DEP, Plano de drenagem urbana. Porto Alegre, 2005. Disponível em: <[http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dep/usu\\_doc/manual\\_de\\_drenagem\\_ultima\\_versao.pdf](http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dep/usu_doc/manual_de_drenagem_ultima_versao.pdf)>. Acesso em: 07 set.2018.



DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem. 2 ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2005

CONSUL STEEL. *Construcción. Con acero liviano* – Manual de procedimiento. Buenos Aires: *Consul Steel*, 2002.

GARCEZ, L.N.; ALVAREZ, G.A. Hidrologia. Ed. Edgard Blücher LTDA, São Paulo, 1988.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo Demográfico 2010. Disponível em Acesso em: 10 set. 2018.

MINISTÉRIO DO EXÉRCITO – Departamento de Engenharia e Comunicações, Diretoria de Serviço Geológico. Região Sul do Brasil. Cartas Topográficas. Escala 1:50.000, 1990.

MORAES, F. ALMEID, L. M. Geomorfologia Fluvial da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Jaú, Palmas, Brazilian Geographic Journal: Ceosciences and Humanities Research Medium. 2010. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/braziliangeojournal/article/view/8177>>. Acesso 23 set. 2019

PEIXOTO, M. C. D. Expansão urbana e proteção ambiental: um estudo a partir do caso de Nova Lima/MG. In: XI Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em planejamento Urbano e Regional, Salvador, 2005.

PINTO, N. L. S., HOLTZ, A. C. T., MARTINS, J. A., GOMIDE, F. L. S. Hidrologia básica. São Paulo: Ed. Edgard Blücher. 1976.

PORTO, M. F. A. Aspectos Qualitativos do Escoamento Superficial em Áreas Urbanas. In: Tucci, C.E.M.; Porto, R.L.L.; Barros, M.T. Drenagem Urbana. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/ABRH, 1995, p.387-414.

SILVEIRA, A.A.L. Hidrologia urbana no Brasil. In: Avaliação e controle da drenagem urbana. Porto Alegre: Ed. Da Universidade. 2000.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL – SUDERHSA. Plano diretor de drenagem para a bacia do rio Iguaçu na região metropolitana de Curitiba. Curitiba, 2002.

TUCCI, C. E. M. ; PORTO, R. L. (Org.) ; BARROS, M. T. (Org.) . Drenagem Urbana. Porto Alegre: Editora da Universidade (UFRGS) e ABRH Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1995.

TUCCI, C. E. M., Hidrologia Ciência e Aplicação. 2. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade (UFRGS), 2001.

TUCCI, C. E. M.; MARQUES, D. M. Avaliação e controle da drenagem urbana. 1. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2000.

TUCCI, C. E. M. Gerenciamento da Drenagem Urbana- Revista Brasileira de Recursos Hídricos- RBRH- Volume 7 n.1 Jan/Mar 2002, 5-27.

TUNDIZI, J. G. Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado. Revista Ciência e Cultura, v.55, n.4, p.31-33, 2003.

VILLELA, S. M.; MATTOS A. Hidrologia Aplicada. 1. ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.