

Dimensionamento de boca de lobo para área localizada no Município de Botucatu, utilizando a NBR 10844:1989.

LEANDRO MARCOS GALHARDO - galhardobtu@gmail.com

CRISTIANO SANCHEZ JÚNIOR - csj.contatoengenharia@gmail.com

FACULDADE GALILEU

RESUMO: *O conceito de drenagem urbana representa com facilidade, a prática de anos passados em que o grande problema de águas pluviais nas grandes cidades, era resolvido de uma forma em que os volumes gerados pelas chuvas, fossem drenados o mais rápido possível para a jusante. Assim, o objetivo desta pesquisa, é apresentar um estudo de caso através um dimensionamento real de uma boca coletora em uma rua já existente, localizado no Município de Botucatu-SP. Foi preciso encontrar as vazões do escoamento superficial e da sarjeta, sendo que o superficial foi significativamente inferior ao da sarjeta, informando que possivelmente, no trecho delimitado para estudo, não haverá problemas com transbordamento da água pluvial escoada na rua para a via de passeio público. Além disso, o dimensionamento da boca de lobo atingiu recomendações importantes para sua possível implantação, como o espaçamento entre as bocas de lobo dentro do máximo recomendado. Estudos posteriores, podem executar o dimensionamento de bocas coletoras na rua inteira, com o intuito de analisar quantidades e dimensões das mesmas, adotando normas do Município de Botucatu-SP e a NBR 10844:1989.*

Sizing of the inlet for an area located in the Municipality of Botucatu, using NBR 10844:1989.

ABSTRACT: *The concept of urban drainage easily represents the practice of past years in which the great problem of rainwater in large cities was solved in a way in which the volumes generated by the rains were drained as quickly as possible downstream. Thus, the general objective of this research is to present a case study through a real dimensioning of a collector mouth in an existing street, located in the city of Botucatu-SP. It was necessary to find the flows of surface and gutter runoff, and the surface flow was significantly lower than that of the gutter, informing that possibly, in the stretch delimited for study, there will be no problems with overflow of rainwater drained from the street to the public walkway. In addition, the sizing of the inlet reached important recommendations for its possible implementation, such as the spacing between the inlet outlets within the recommended maximum. Further studies can perform the sizing of collector mouths on the entire street, in order to analyze their quantities and dimensions, adopting norms of the municipality of Botucatu-SP and NBR 1844:1989.*

1. INTRODUÇÃO

O conceito de drenagem urbana representa com facilidade, a prática de anos passados em que o grande problema de águas pluviais nas grandes cidades, era resolvido de uma forma em que os volumes gerados pelas chuvas, fossem drenados o mais rápido possível para a jusante.

Com o aumento exponencial das grandes cidades e metrópoles, há uma falta de infraestrutura e projetos de drenagem eficazes que garantem o escoamento das águas durante períodos de chuvas, evitando o alagamento como se vê nos dias atuais, gerando risco à população e ao meio ambiente (TUCCI, 2017).

Ainda segundo Tucci (2017), o manejo das águas pluviais no Brasil ainda não está consolidado como práticas de engenharia, não se pratica técnicas tomando como referência outros países desenvolvidos e isso se reflete diretamente nas decisões tomadas pelos setores públicos.

Como um dos conceitos de drenagem, tem-se a microdrenagem, que será abordado neste estudo com o dimensionamento de uma boca de lobo. Segundo Guedes (2019) a microdrenagem tem como principal função fazer a coleta e conduzir as águas pluviais até as redes primárias de drenagem.

Ainda segundo Guedes (2019), para o dimensionamento de um projeto de microdrenagem, tem-se três fatores essenciais, sendo eles: Fazer uma subdivisão e traçado da área; Determinar as vazões que afluem as redes de condutos; Dimensionamento das redes de condutos.

Englobando isso, tem-se as bocas de lobo como captadores das águas, recebendo e enviando aos condutos. Segundo Guedes (2019) bocas de lobo são um dos elementos da microdrenagem alocados em pontos inferiores das sarjetas, afim de captar águas veiculadas por elas.

O objetivo desta pesquisa, é apresentar um estudo de caso através do dimensionamento de um recorte real de uma boca coletora (boca de lobo) situada à Rua Jefferson Aparecido dos Santos, localizada no bairro Santa Eliza, no Município de Botucatu-SP.

Utilizando a NBR 10844:1989, como principal fonte de coleta de dados pluviométricos da região, apresenta-se conceitos e metodologias para o planejamento da drenagem.

A fotografia aérea (Figura 1), extraída do *google maps*, apresenta a localização aproximada do recorte geográfico aonde foi realizado o estudo de caso.



Figura 1 - Localização aproximada. Adaptado de Google Maps.

A via, com aproximadamente 100 (cem) metros de extensão, denominada Rua Jefferson Aparecido dos Santos, localiza-se no bairro Santa Eliza, no Município de Botucatu-SP e coleta aproximadamente área de 6.720,00 m², considerando um conjunto de 19 lotes variando de N°109 ao N°127 na área superior ao arruamento e 18 lotes variando de N° 20 ao N° 37, abaixo do arruamento aqui analisado. Assim, considerando a área de influência dos lotes e a área do próprio arruamento, que detém 8,00 metros de largura por, aproximadamente 100,00 metros de extensão, totalizando 800 m² (oitocentos metros quadrados) de área impermeável somados aos lotes, tem-se total aproximado de 6.720,00 m² de área, conforme Figura 2.

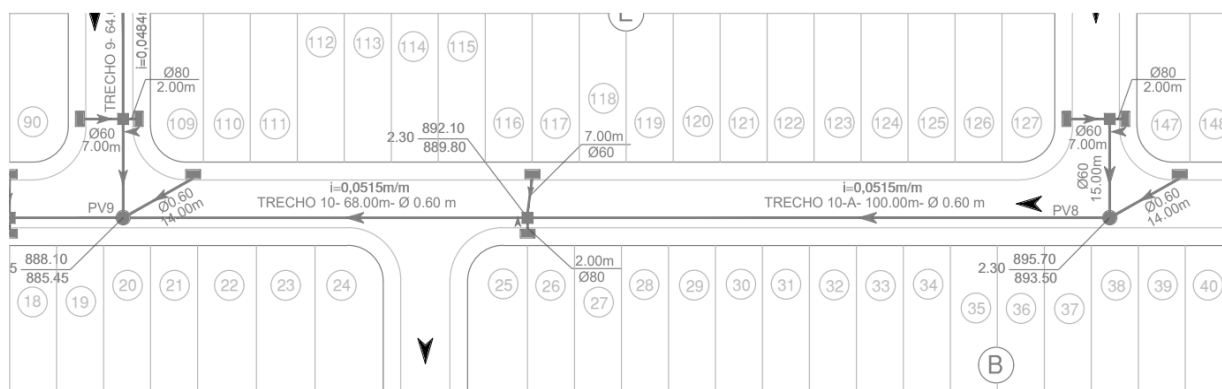


Figura 2 - Croqui de implantação.

2. REVISÃO BIBLIORÁFICA

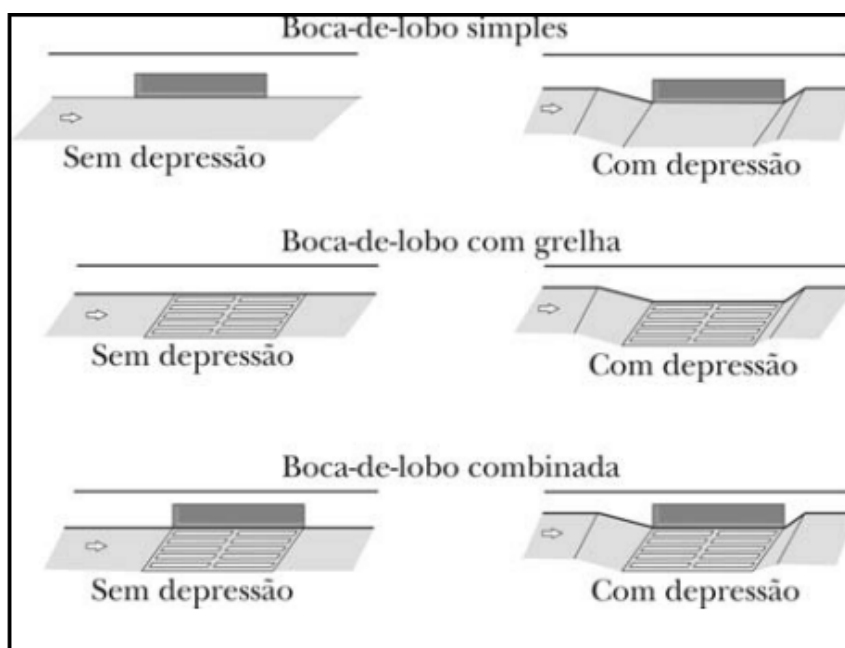
Lima (2019) relata que no contexto da drenagem urbana o conceito de escoamento superficial é um dos principais componentes para os dimensionamentos hidráulicos do sistema de drenagem. Contudo, os estudos do escoamento superficial e sua formação se tratam de estudos complexos que envolvem diversos fatores, entre eles área, relevo, tipo de solo, clima, água etc.

O escoamento depende de vários fatores, como, a declividade da linha de água e a capacidade das seções do curso d'água de transportar determinada quantidade de água (SECRETARIA DO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO, 2017).

Ainda segundo Lima (2019), entende-se como microdrenagem o sistema composto principalmente pelos dispositivos de drenagem viária, dentre eles sarjetas, canaletas, bocas de lobo, além de condutos de ligação e tubulações que atingem no máximo 0,8 m de diâmetro. Já a macrodrenagem é constituída por talvegues fundamentais, estruturas que carregam grandes volumes de água, como rios e córregos (FOCHESATTO, 2017).

Como alvo deste estudo, as bocas de lobo são aberturas no meio-fio ou sarjetas, destinadas a coleta e transporte da água pluvial com seu fluxo direcionado as galerias, dependendo de suas posições de capacidade de transporte da sarjeta e sua quantidade varia dependendo da capacidade de engolimento de cada boca de lobo. A Figura 2 a seguir ilustra os modelos de bocas de lobo existentes.

Figura 2 - Modelos de boca de lobo



Fonte: COELHO, 2011.

Segundo Oliveira (2018), a inserção das bocas de lobo deve considerar as seguintes recomendações:

- a) locadas em ambos os lados da rua quando a saturação da sarjeta assim o exigir ou quando forem ultrapassadas as suas capacidades de engolimento;
- b) serão locadas nos pontos baixos das quadras;
- c) recomenda-se adotar um espaçamento máximo de 60 m entre as bocas de lobo;
- 1) analisada a capacidade de descarga da sarjeta;
- d) a melhor solução para a instalação de bocas de lobo e que esta seja feita em pontos pouco a montante de cada faixa de cruzamento usada pelos pedestres, junto as esquinas;
- e) não é aconselhável a sua localização junto ao vértice do angulo de interseção das sarjetas de duas ruas convergentes pelos seguintes motivos: (I) os pedestres, para cruzarem uma rua, teriam que saltar a torrente num trecho de máxima vazão superficial e (II) as torrentes convergentes pelas diferentes sarjetas teriam como resultante um escoamento de velocidade contrária ao da afluência para o interior da boca de lobo.

De acordo com Silva (2017) com o crescimento dos centros urbanos, há o aumento do escoamento superficial, o qual acarreta enchentes e alagamentos trazendo problemas de saneamento básico para os moradores das áreas mais afetadas. Ainda sobre o escoamento, a área de captação de água pluvial que proporciona um escoamento superficial para o canal principal é denominada de bacia hidrográfica, onde a delimitação inferior é denominada exutório (LIMA, 2019). Durante o desenvolvimento de uma cidade, há um aumento significativo de sedimentos produzidos pela bacia hidrográfica por causa de construções de ruas, rodovias e avenidas, limpeza de terrenos, entre outras. Esses sedimentos afetam negativamente as drenagens e o meio ambiente, considerando que a população tem papel mediante seus comportamentos diante disso (GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ, 2002).

Uma alternativa para minimizar esses impactos são os SUDS. Os sistemas sustentáveis de drenagem urbana (SUDS - *Sustainable Urban Drainage Systems*) são alternativas à drenagem tradicional. As técnicas de controle e gestão das águas pluviais são possibilidades de elevação da taxa de infiltração das águas de chuva no solo e redução dos problemas causados pelo escoamento superficial (ALMEIDA, 2020).

Os objetivos dos SUDS se fundamentam de que o gerenciamento do fluxo das águas deve ser executado para ter o máximo benefício possível. Assim, procura-se diminuir os problemas da urbanização quanto a qualidade e quantidade de escoamento superficial e auxiliar na oferta de amenidade e diversidade biológica ao ambiente (ALMEIDA, 2020).

Segundo a Secretaria do Planejamento Estratégico (2017) do município de Toledo no Paraná, um projeto de drenagem urbana consiste, dentre vários componentes principais, consiste em definição das opções de drenagens e o propósito das variáveis de projeto para as opções de drenagens no pré e após a implantação do projeto.

Muito se fala da precipitação pluvial quando se tem enchentes, alagamentos e/ou inundações. Define-se precipitação, como a água depositada na superfície terrestre, onde tem-se dentre várias formas possíveis, a chuva. Para medição da precipitação, tem-se a quantidade de chuva pela altura de água caída e acumulada sobre a superfície plana impermeável. A altura pluviométrica é uma grandeza característica que informa a lâmina de água precipitada em uma determinada área, expressa em mm (CARVALHO; SILVA, 2006).

As sarjetas e o meio fio são os primeiros dispositivos a receber a água pluvial. Em seu dimensionamento, parâmetros como declividade transversal, altura da guia e altura da água na guia são necessários. As cotas a montante e a jusante da sarjeta, extensão do trecho estudado e declividade longitudinal, são úteis para encontrar a vazão do escoamento superficial e da boca de lobo (BARBOSA, 2019), conforme segue abaixo.

A equação a seguir é utilizada no cálculo da inclinação do trecho estudado.

$$I = \frac{\text{Cota da sarjeta à montante} - \text{Cota da sarjeta à jusante}}{\text{Extensão (L)}} \quad (1)$$

Pelo método racional para dimensionamento de escoamento superficial no trecho estudado, usa-se a equação utilizada seguindo os parâmetros de Miguez; Veról; Rezende (2016):

$$Q = C * i * A \quad (2)$$

Em que:

Q = Vazão parcial (m³/s);

A = Área da sub bacia (km²);

C = Coeficiente de escoamento superficial (0,9 para concreto);

i = Intensidade da chuva (mm/h).

A seguir, tem-se a equação utilizada no dimensionamento da boca lobo alvo deste estudo (MIGUEZ; VERÓL; RESENDE, 2016).

$$Q = 0,375 * y^{8/3} * \frac{z}{n} * \sqrt{i} \quad (3)$$

Em que,

Q_{sarjeta} = Capacidade de escoamento (m^3/s);

y = Altura da lâmina = 0,15 (m);

$z = \text{tge}$;

n = Coeficiente de rugosidade = 0,013 (concreto);

i = Declividade da via (m/m).

Para dimensionamento das bocas de lobo, o comprimento das mesmas foi realizado de acordo com a equação de capacidade de engolimento adaptada a seguir (WEI, 2017):

$$L_{BL} = \frac{Q}{1,7 * y^{3/2}} \quad (4)$$

Em que,

L_{BL} = comprimento da boca de lobo (m);

Q = vazão ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$);

y = altura de água próxima à abertura na guia (m).

E o espaçamento entre as bocas de lobo, foi determinado pela seguinte equação (WEI, 2017):

$$\Delta X = \frac{2000 * Q}{60 * C * i * L} \quad (5)$$

Em que,

ΔX = distância entre as bocas de lobo (m);

Q = vazão ($\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$);

C = coeficiente de escoamento superficial;

i = intensidade de precipitação ($\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$);

L = comprimento do escoamento (m).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada neste estudo utiliza como parâmetro a NBR 10844:1989 e o Método Racional, utilizando como parâmetros:

Para o cálculo da inclinação do trecho estudado (trecho 1), foi realizado usando a equação (1):

- Extensão: 100m;
- Cota a montante do terreno: 894m;
- Cota a jusante do terreno: 887m;
- Área de contribuição: 6.723,00m²;

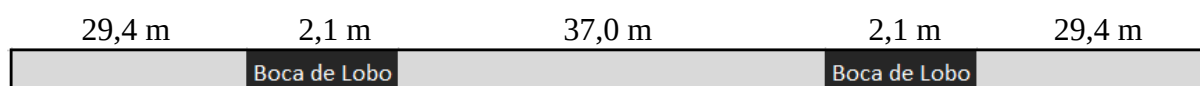
Tipo de seção: São classificações das vias, podendo ser avenidas, ruas primárias ou secundárias. Nesse caso a seção é tipo 3.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a equação da declividade longitudinal da sarjeta, equação (1), o resultado foi de 7%, a vazão do escoamento superficial, usando a equação (2) considerando a intensidade pluviométrica de 120 mm/h (NBR10844:1989 para tempo de retorno de 5 anos), área de influência de 6.723 m² e coeficiente de escoamento superficial de 0,25 para área pavimentada com alta declividade (7%), obteve-se vazão de 0,72608 m³/s.

Para dada vazão, o comprimento da boca de lobo encontrada, equação (4), foi de 2,08 m. Por praticidade, aproximamos para 2,1 m, e a distância entre as bocas de lobo, equação (5), resultou em 37,3 m. Por praticidade, aproximamos para 37,0 m. Resultando na figura a seguir:

Figura 5 - Ilustração* da localização das bocas de lobo



* Ilustração fora de escala.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assim, de acordo com o estudo de Coelho (2011), para realização do dimensionamento de boca coletora no trecho 1, da rua Jefferson Aparecido dos Santos, com extensão de 100 m, foi preciso encontrar as vazões do escoamento superficial, informando que possivelmente neste trecho não haverá problemas com transbordamento da água pluvial escoada na rua para a via de passeio público. Já no dimensionamento da boca coletora, foi possível encontrar o comprimento da mesma (2,1 m) e a distância entre as duas bocas coletoras inseridas nesse trecho (37,0 m).

Além disso, segundo Oliveira (2018), o dimensionamento da boca de lobo atingiu recomendações importantes para sua possível implantação, como o espaçamento entre as bocas de lobo dentro do máximo recomendado.

Estudos posteriores, podem executar o dimensionamento de bocas coletoras na rua inteira, com o intuito de analisar quantidades e dimensões das mesmas, adotando normas do município de Botucatu-SP. Fica como sugestão para trabalhos futuros alterar o coeficiente de

escoamento superficial e comparar as vazões totais. Como esse coeficiente está diretamente relacionado ao tipo de material do pavimento, pode-se avaliar possibilidade de uso de materiais que melhorem a absorção, reduzindo as vazões totais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, I. C. **Sistemas sustentáveis de drenagem urbana**: uma proposta para a bacia hidrográfica do córrego São Pedro, em Juiz de Fora-MG. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora. Faculdade de Engenharia (Trabalho de Conclusão de Curso). 2020.

BARBOSA, B. A. B. **Avaliação do impacto de medidas não convencionais de microdrenagem urbana aplicadas a um loteamento**. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Departamento de Engenharia Civil (Trabalho de Conclusão de Curso). 2019.

CARVALHO, D. F. de.; SILVA, L. D. B. da. **Hidrologia**. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Capítulo 4. 2006.

COELHO, M. M. L. P.; LIMA, J. G. A. **Eficiência Hidráulica de Bocas de Lobo Situadas em Sarjetas de Greide Contínuo**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos - RBRH. Volume 16 n.2. 2011.

FOCHESATTO, A. C. A. **MICRODRENAGEM URBANA**: Análise e solução para o problema na Avenida Sete de Setembro, na cidade de Três Corações - MG. Varginha: Centro Universitário do Sul de Minas - UNIS/MG, Engenharia Civil (Trabalho de Conclusão de Curso). 2017.

GOVERNO DO ESTADO DO PRANÁ. **Manual de drenagem urbana**: região metropolitana de Curitiba – PR. Curitiba: plano diretor de drenagem para a bacia do rio Iguaçu na região metropolitana de Curitiba. 2002.

GUEDES, U. A. S. **Microdrenagem**. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2019.

LIMA, G. H. A. T. de. **Dimensionamento do sistema de drenagem pluvial para o loteamento Santa Bárbara em Centralina-MG**. Faculdade de Engenharia Civil (Trabalho de Conclusão de Curso). Uberlândia, 2019.

MIGUEZ, M. G.; VERÓL, A. P.; RESENDE, O. M. **Drenagem Urbana**: do projeto tradicional à sustentabilidade. 1 ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

NBR 10844:1989, Instalações Prediais de Águas Pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

OLIVEIRA, P. H. S. **Dimensionamento de sistema de captação da precipitação efetiva da bacia Córrego do Prata na cidade de Palmas-TO**. Palmas: Centro Universitário Luterano de Palmas (Trabalho de Conclusão de Curso). 2018.

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO. **Manual de drenagem urbana**. Vol. 1. Toledo, 2017.

SILVA, T. H. A. **Concepção e dimensionamento de sistema de drenagem urbana em zona comercial do município de Lagoa da Prata-MG**. Formiga: Centro Universitário de Formiga - UNIFOR – MG. Curso de Engenharia Civil (Trabalho de Conclusão de Curso). 2017.

TUCCI, C. E. M. **Conceitos da drenagem urbana**. RHAMA. 2017. Disponível em: <<http://www.rhama.com.br/blog/index.php/aguas-urbanas/conceitos-da-drenagem-urbana/>>. Acesso em: 12 de jun. 2022.

WEI, A. P. S. **Planejamento de medidas estruturais para o manejo de águas pluviais no escoamento do estacionamento do edifício Vasconcelos Sobrinho (CEAGRI II) na Universidade Federal Rural de Pernambuco - Campus Dois Irmãos**. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife-PE. 2017.