

Contribuição para o dimensionamento de sistemas de microdrenagem urbana

Contribution for scaling microdrainage urban systems

⁽¹⁾ Jucimar Augusto Pinto, jucimar_augusto@hotmail.com

⁽¹⁾ Leopoldo Uberto Ribeiro Júnior, leopoldo_junior@yahoo.com.br

⁽¹⁾ Centro Universitário de Itajubá - FEPI, Rua Doutor Antônio Braga Filho, 687 – Varginha – Itajubá - Minas Gerais.

Recebido: 31 de Julho de 2017; Revisado: 29 de Setembro de 2017

Resumo

Este artigo salienta o manejo de águas pluviais em meio urbano através dos elementos e sistemas de drenagem. Embora os métodos conhecidos para projeto e dimensionamento de sistemas de drenagem se mostrem eficientes quando aplicados corretamente, verifica-se que é impossível projetar um sistema para ser aplicado em diferentes localidades, devido à grande variabilidade de regime hidrológico e características de bacias hidrográficas. Dentro desta perspectiva, o enfoque principal deste trabalho é limitar a área de microdrenagem, utilizando-se dos dados de regime hidrológico do município de Itajubá-MG para aplicação do Método Racional em situação hipotética com determinada característica de cobertura da superfície. Como resultado do estudo foram traçados modelos gráfico-matemáticos voltados a auxiliar no dimensionamento de sistemas de microdrenagem urbana.

Palavras chave: Microdrenagem; Método Racional; Coeficiente de Permeabilidade; Itajubá; Boca de lobo.

ABSTRAC This article highlights the management of rainwater in urban environments through the elements and drainage systems. Although the known methods for design and design of drainage systems prove to be efficient when applied correctly, it is impossible to design a system to be applied in different locations due to the great variability of hydrological regime and characteristics of river basins. In this perspective, the main focus of this work is to limit the area of micro-drainage, using hydrological regime data from the municipality of Itajubá-MG to apply the Rational Method in a hypothetical situation with a certain surface coverage characteristic. As a result of the study, graphic-mathematical models were designed to assist in the design of urban microdrainage systems.

Keywords: MicroDrainage; Rational Method; Permeability Coefficient; Itajubá; Manhole.

Introdução

Problemas causados pela inexistência ou pela ineficiência de sistemas de drenagem urbana são quase uma regra para os municípios brasileiros, principalmente aqueles que se desenvolvem as margens de rios e ou quando a topografia não beneficia o escoamento superficial da

água de chuva. A rápida expansão da população sobre essas áreas que muitas vezes ocorre desordenadamente e o descaso das lideranças políticas contribui para o agravamento desses problemas. O uso e ocupação do solo é também um fator agravante para os sistemas de drenagem, pois, uma vez que alterações

significativas na superfície do terreno o tornem menos permeável, resulta que, possivelmente, a vazão que chegará ao sistema de drenagem será maior e conseqüentemente implicará na insuficiência ou incapacidade deste em drenar e conduzir a água de chuva.

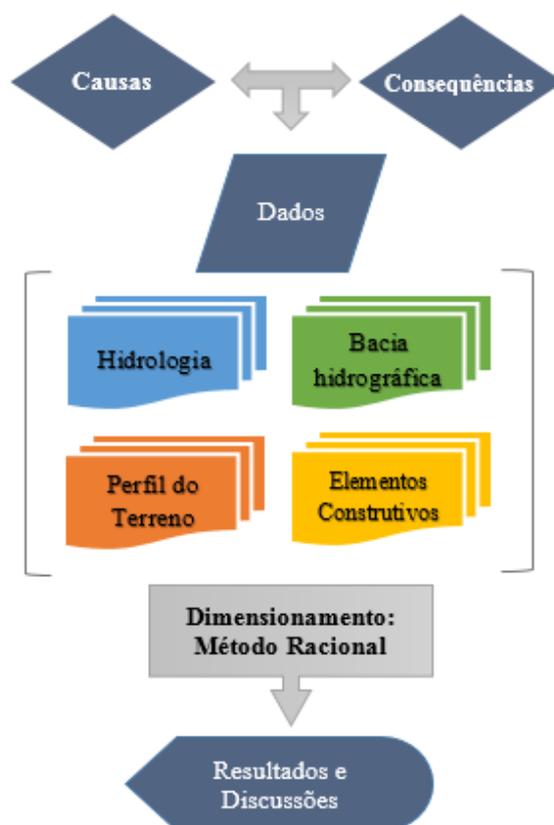
Sobre plano de drenagem Wanielista e Yousef (1993 apud CANHOLI, 2005, p. 27) afirma que deve abranger características físicas da bacia de drenagem; formulação de planos alternativos; análise de viabilidade técnica e econômica bem como aspectos sociopolíticos e ambientais; e metodologia consistente para seleção de melhor opção.

No Brasil não há referência normativa estabelecida aos mecanismos de drenagem urbana, isto se deve a grande variabilidade de regimes hidrológicos existentes em um país de dimensões continentais, conseqüentemente dificultando uma padronização. A variabilidade hidrológica pode ainda ser ocasionada por características além dos domínios morfoclimáticos por exemplo, cadeias montanhosas que podem facilitar ou dificultar a formação de nuvens.

A proposta para este trabalho é estudar o dimensionamento de elementos de sistemas de microdrenagem utilizando o Método Racional Azevedo Netto (1998) e para o cálculo das vazões de projeto, e

comparar com as vazões suportadas por sarjetas e para se determinar as dimensões de soleiras de bocas de lobo.

Optou-se por organizar a estrutura do trabalho da seguinte forma:



Material e métodos

O Método Racional é uma metodologia aplicável ao dimensionamento de sistemas de microdrenagem e auxilia na concepção de layouts e configuração de elementos de drenagem urbana como sarjetas, bocas de lobo e galerias.

Segundo Plínio Tomaz (2013), a nomenclatura “Método Racional” é para diferenciar dos modelos antigos que eram empíricos ao invés de racionais.

Consiste na aplicação da Equação 1 para avaliar a vazão de enchente (ou vazão de dimensionamento) em determinada área de estudo (AZEVEDO NETTO, 1998).

$$Q = \frac{C \times I \times A_c}{360} \quad \text{Eq. [1]}$$

Em que:

Q: vazão de dimensionamento (l/min);

C: Coeficiente de deflúvio;

I: Intensidade pluviométrica (mm/h);

A_c: Área de contribuição (ha).

Segundo Azevedo Netto (1998, p. 541) recomenda-se a restrição de aplicação para áreas inferiores a 500 ha e chuvas de retorno não superiores a 50 anos. Entretanto sua simplicidade de aplicação torna o método bastante difundido para pequenas bacias até 2000 ha.

Rubem Porto (2004) afirma que para bacias pequenas de até 2 ha, caracterizando microdrenagem, é utilizado o Método Racional. Outros fatores que dependem do Método Racional são a intensidade da precipitação máxima, o tempo de concentração, a área da bacia e o coeficiente médio de deflúvio.

Cálculo da intensidade de precipitação

De acordo com Azevedo Netto (1998), os dados estatísticos pluviométricos resultam que a intensidade (i) é diretamente proporcional ao tempo de recorrência (T) e inversamente proporcional à duração da chuva (t).

Bertoni e Tucci (2004, p. 203) mencionam que as curvas de intensidade de precipitação, duração e frequência podem ser expressas por equações genéricas como descrito na Equação 2.

$$i = \frac{k \times T^a}{(t + b)^c} \quad \text{Eq. [2]}$$

Em que:

i: intensidade de precipitação (mm/h);

T: Período de recorrência (anos);

t: Duração da precipitação (min);

k, a, b, c: Parâmetros relativos ao regime pluviométrico local.

Os parâmetros k, a, b e c variam estatisticamente conforme o regime pluviométrico local. Esses dados podem ser fornecidos por estações pluviométricas existentes na região de estudo ou através de bancos de dados existentes.

O programa computacional PLUVIO 2.1 desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa de Recursos Hídricos (GPRH-DEA, 2006) da Universidade Federal de Viçosa contém parâmetros para várias localidades do Brasil.

Azevedo Netto (1998, p.544) afirma que o objetivo da microdrenagem é a solução para escoamentos cujas vazões correspondem a chuvas mais frequentes e de baixa recorrência e intensidade. A Tabela 1 sugere valores usuais de recorrência.

Tabela 1- Retorno para diferentes ocupações da área

Tipo de obra	Tipo de ocupação da área	T (anos)
Microdrenagem	Residencial	2
	Comercial	5
	Áreas com edifícios de serviço ao público	5
	Aeroportos	2-5
	Áreas comerciais e artérias de tráfego	5-10
Macro-drenagem	Áreas comerciais e residenciais	50-100
	Áreas de importância específica	500

Fonte: DAEE / CETESB, (1980) apud Azevedo Netto (1998, p. 540)

Determinação do coeficiente médio de deflúvio

Para determinação do coeficiente de escoamento superficial ou deflúvio pode-se utilizar o somatório de frações de áreas e respectivos coeficientes de permeabilidade mencionado na Equação 3.

$$C_{med} = \frac{(C_1 \times A_1) + \dots + (C_n \times A_n)}{A_1 + \dots + A_n} \quad \text{Eq. [3]}$$

Em que:

C_{med} : Coeficiente médio de deflúvio;

C_1, \dots, C_n : Coeficiente de deflúvio de parcelas da bacia hidrográfica analisada;

A_1, \dots, A_n = Parcelas de áreas da bacia hidrográfica correspondentes a cada tipo de cobertura.

Determinação da vazão suportada por sarjetas e sarjetões

Considera-se que sarjetas e ou sarjetões funcionam como canais de seção

triangular, Figura 1. Os critérios de dimensionamento não consideram sua função hidráulica, importando apenas determinar sua capacidade hidráulica (vazão na sarjeta: Q_s) afim de compará-la a vazão de dimensionamento (AZEVEDO NETTO, 1998).

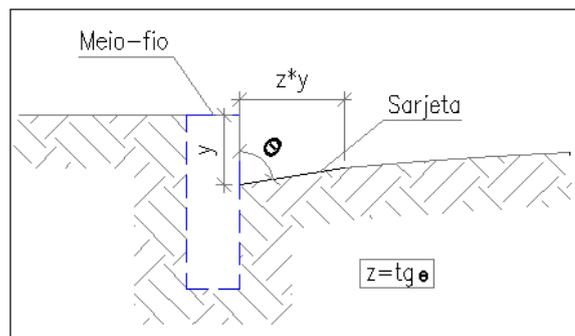


Figura 1 - Seção triangular de sarjeta
Fonte: Autoria própria (2017)

Em função da sua seção típica pode-se determinar a vazão máxima suportada pela sarjeta considerando-se esta como um conduto livre. Da equação de Manning e dadas as devidas considerações resulta a Equação 4.

$$Q_s = 0,375 \times \left(\frac{z}{n}\right) \times \sqrt{i} \times \sqrt[3]{y^8} \quad \text{Eq. [4]}$$

Em que:

Q_s : Vazão suportada pela sarjeta (m^3/s);

z : O inverso da declividade transversal;

n : O coeficiente de rugosidade de Manning;

i : Declividade longitudinal da rua (m/m);

y : Profundidade junto a linha de fundo (m).

Determinação da vazão suportada por bocas de lobo

Para determinar a vazão suportada pela abertura da soleira de boca de lobo, pode-

se considerar esta como um vertedor de parede espessa em que a vazão é estimada pela Equação 5.

$$Q = 1,71 \times L \times H^{3/2} \quad \text{Eq. [5]}$$

Em que:

Q: Vazão em vertedor de parede espessa (m³/s);

L: Comprimento da abertura (m);

H: Altura da lâmina d'água (m).

A Equação 6 aplica-se a determinação de vazão suportada pela abertura da soleira de boca de lobo.

$$L = \frac{Q_{bl}}{1,60 \times y^{1,5}} \quad \text{Eq. [6]}$$

Em que:

Q_{bl}: Vazão suportada pela boca de lobo (m³/s);

L: Comprimento da soleira (m);

y: Altura da lâmina d'água (m) (y ≤ h);

h: Altura do meio-fio (m).

A Figura 2 ilustra um modelo de boca de lobo sem grelha.

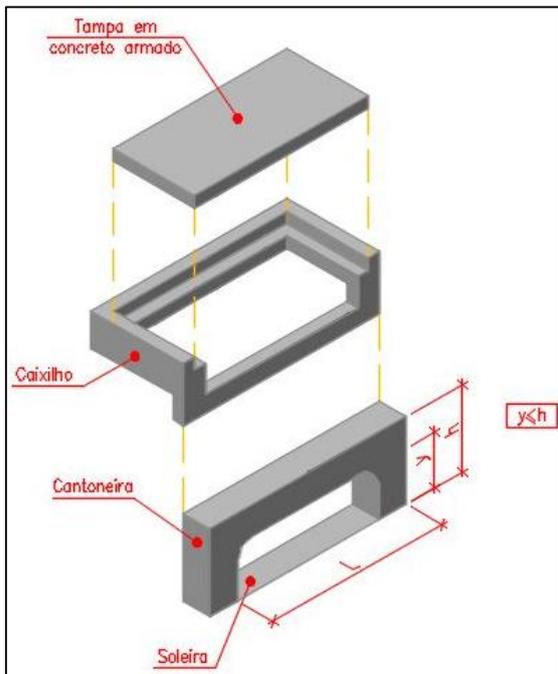


Figura 2 - Boca de lobo sem grelha
Fonte: Autoria própria (2017)

Considerações de cálculo

A metodologia aplicada a este trabalho foi o dimensionamento de sistemas de microdrenagem urbana através do cálculo da vazão de projeto, ou vazão de dimensionamento, utilizando-se o Método Racional.

Através da determinação da vazão de projeto e considerando-se os parâmetros pré-estabelecidos calculou-se também as vazões suportadas pelos elementos de microdrenagem urbana: sarjetas e bocas de lobo.

Os cálculos foram desenvolvidos com auxílio do software Microsoft Excel na versão 2013 levando-se em conta sua relativa facilidade de utilização e disponibilidade na maioria dos computadores.

Os valores considerados para realização dos cálculos de dimensionamento de sistema de microdrenagem, neste trabalho, são válidos para o regime pluviométrico do município de Itajubá-MG, Tabela 2.

Tabela 2 - Parâmetros do regime pluviométrico de Itajubá-MG	
K	1192,985
A	0,171
B	11,302
C	0,85

Fonte: Programa PLUVIO 2.1 (2017)

Para simular situações de escoamento superficial foi considerado um loteamento cujas características são:

- 20 Lotes de dimensões (10 x 30 m), totalizando 6000 m²;
- Eixo carroçável e calçadas com área de 1000 m²;

- Declividade longitudinal do trecho igual a 1%.

Os coeficientes de escoamento foram considerados segundo Tabela 3.

Tabela 3 - Valores de coeficientes de deflúvio C para diferentes características de bacias	
CARACTERÍSTICAS DAS BACIAS	C (%)
Superfícies impermeáveis	90-95
Terreno estéril montanhoso: material rochoso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação e altas declividades	80-90
Terreno estéril ondulado: material rochoso ou geralmente não-poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação em relevo ondulado e com declividades moderadas	60-80
Terreno estéril plano: material rochoso ou geralmente não-poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação e baixas declividades	50-70
Áreas de declividades moderadas (terreno ondulado), grandes porções de gramados, flores silvestres ou bosques, sobre um manto fino de material poroso que cobre o material não-poroso	40-65
Matas e florestas de árvores decíduas em terreno de declividades variadas	35-60
Florestas e matas de árvores de folhagem permanente em terreno de declividades variadas	5-50
Pomares: plantações de árvores frutíferas com áreas abertas cultivadas ou livres de qualquer planta, a não ser grammas	15-40
Terrenos cultivados em plantações de cereais ou legumes, em zonas altas (fora de zonas baixas e várzeas)	15-40
Terrenos cultivados em plantações de cereais ou legumes, localizadas em zonas baixas e várzeas	10-30

Fonte: Villela e Mattos (1975)

O coeficiente de rugosidade equivalente ao material considerou-se concreto liso $n=0,016$.

Considerou-se também a situação hipotética com carga máxima de

contribuição de vazão devido ao coeficiente de deflúvio, superfície impermeável.

Os períodos de retorno considerados para cálculo foram 2, 5, 10, 15 e 20 anos. Para efeito de estudo será considerada apenas as chuvas cuja duração seja de 10 minutos.

Para estudo de vazões em sarjetas e dimensionamento de soleira de boca de lobo foi considerado três alturas de lâmina d'água:

- Caso 1: $y_1 = 10$ cm;
- Caso 2: $y_2 = 15$ cm;
- Caso 3: $y_3 = 20$ cm.

Resultados e Discussão

Determinação da intensidade pluviométrica

Utilizando-se a Equação 2 e variando-se o tempo de retorno em 2, 5, 10, 15 e 20 anos determinou-se as curvas de intensidade-duração-frequência representados na Figura 3.

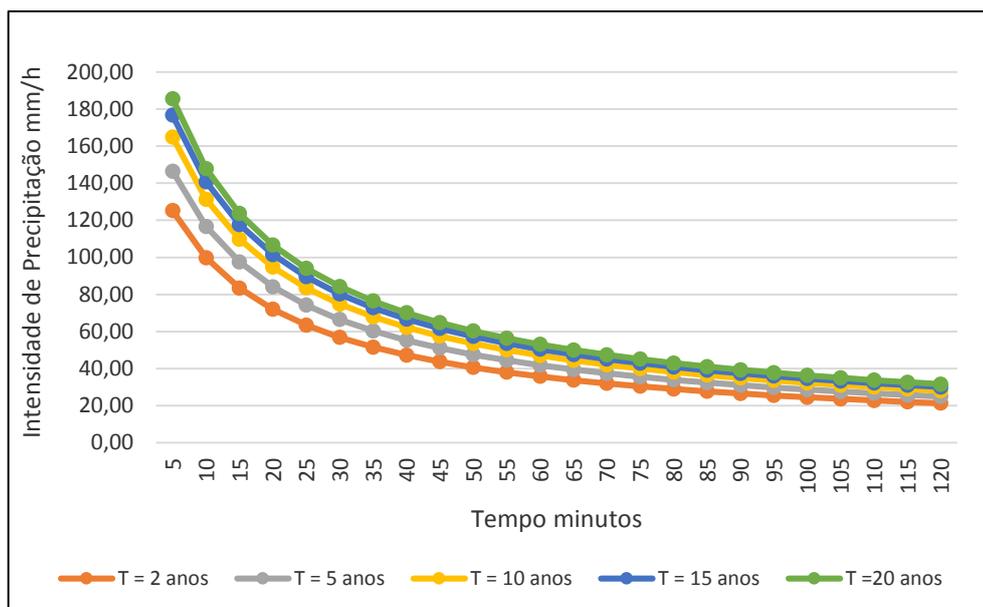


Figura 3 - Curvas de IDF para Itajubá-MG

Cálculo da vazão de projeto

Para o cálculo da vazão de projeto utilizou-se os valores de intensidade pluviométrica calculados para as chuvas de duração de 10 minutos relacionados na Tabela 4.

Tabela 4 - Intensidade de chuva para duração de 10 minutos	
Período de recorrência [anos]	Intensidade de precipitação [mm/h]
2	99,76
5	116,68
10	131,36
15	140,80
20	147,90

Fonte: Autoria própria (2017)

Conforme a Equação 2 a intensidade de precipitação é inversamente proporcional ao tempo de duração. Conclui-se então que chuvas mais intensas, em geral, tem

duração menor que chuvas de menor intensidade.

Uma vez calculada a intensidade pluviométrica, i [mm/h] e fixada a área de contribuição em 7000 [m²], que é a área de controle estipulada anteriormente nas considerações de cálculo, procedeu-se o cálculo da vazão de projeto Q [m³/s] através do Método Racional.

Ao longo do eixo das abcissas observa-se as variações de fracionamento do terreno e suas respectivas faixas de coberturas, parâmetros estabelecidos na Tabela 3 cuja máxima contribuição da bacia devido ao coeficiente de contribuição $C_{med} = 0,95$. Foram realizados os cálculos para os tempos de retorno de 2, 5, 10, 15 e 20 anos dispostos resumidamente na Figura 4.

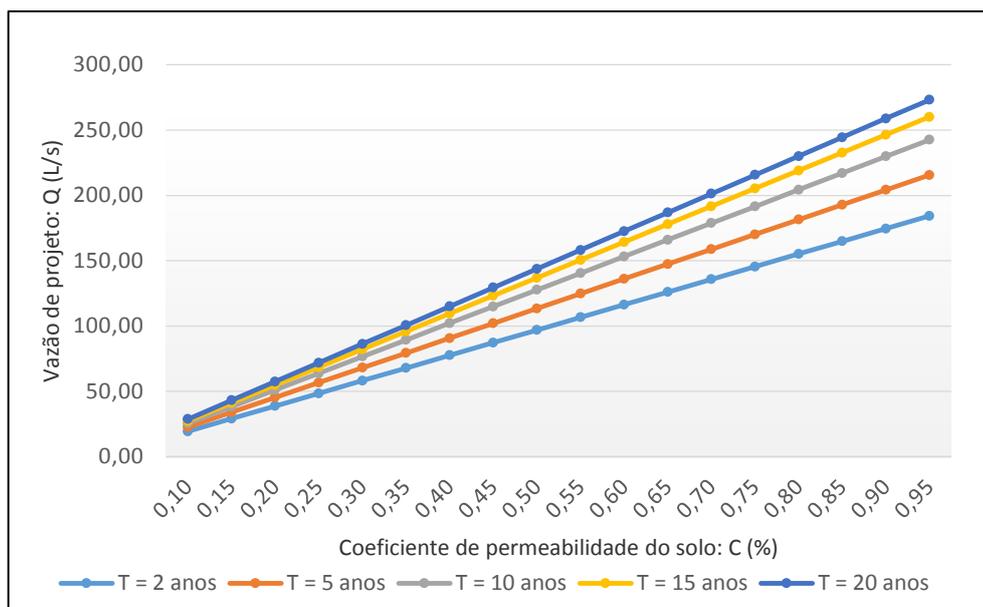


Figura 4 - Curvas de vazão de projeto em função do coeficiente de permeabilidade do solo

Este é um resultado importante para o estudo deste trabalho. O gráfico da Figura 4 pode ser utilizado como ferramenta intuitiva para determinação da vazão de projeto, observadas as restrições de projeto.

Uma vez que o responsável técnico tenha o valor estimado do coeficiente médio de escoamento superficial (eixo das abscissas), pode determinar de maneira direta a vazão de projeto (eixo das ordenadas).

Deve-se ressaltar que o gráfico da Figura 4 corresponde a área fixa de 7000 m² que foi considerada para a realização dos cálculos. No entanto, curvas características a diferentes áreas de contribuição são facilmente obtidas aplicando-se o Método Racional.

Cálculo da vazão suportada pela sarjeta

Utilizando-se a Equação 4 foram elaborados cálculos para vazões suportadas por sarjetas considerando-se os aspectos descritos na Tabela 5.

Tabela 5 - Parâmetros para determinação da vazão na sarjeta			
Parâmetros para cálculo da vazão na sarjeta			Unidade
Coefficiente de Rugosidade	n	0,016	—
Declividade longitudinal da rua	i	1	%
Altura da lâmina d'água	Caso 1:	1	0,10 m
	Caso 2:	2	0,15 m
	Caso 3:	3	0,20 m

A variação do ângulo θ foi limitado ao intervalo $80 \leq \theta \leq 89$ uma vez que para ângulos menores que 80 os valores são praticamente constantes, em contrapartida os valores para ângulos maiores que 89 tendem ao infinito devido a função

tangente. Os resultados obtidos estão ilustrados na Figura 5.

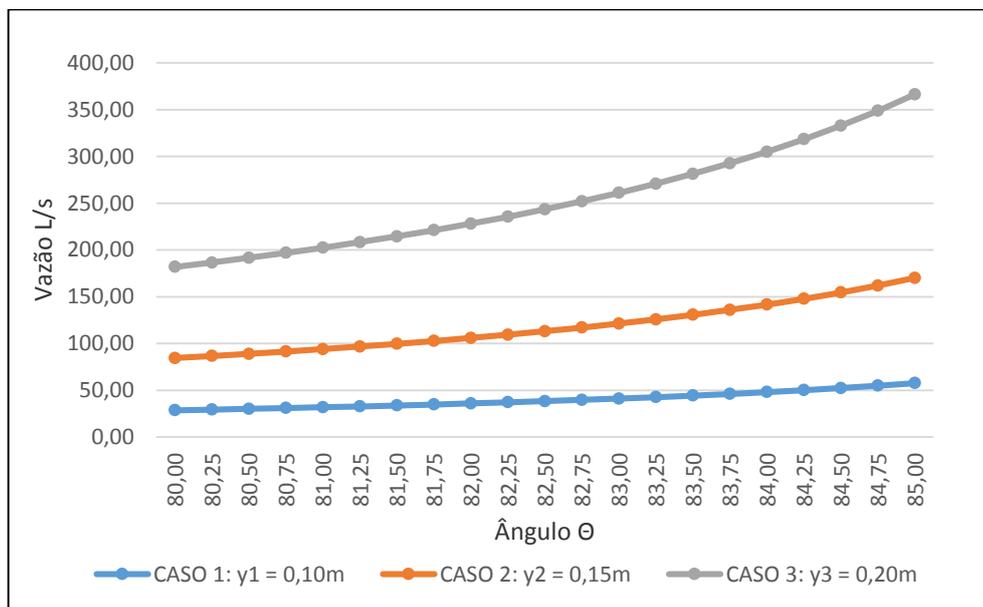


Figura 5- Curvas de vazão na sarjeta em função do ângulo θ para os Casos 1, 2 e 3

É conclusivo sobre o comportamento exponencial das curvas (QS x θ) que estas variam segundo o formato tipo da seção da sarjeta, desta maneira quanto maior for o ângulo formado entre a declividade transversal e a linha de fundo, maior será a vazão suportada pela sarjeta.

Note que o resultado apresentado pelo gráfico da Figura 5 fornece parâmetros ao dimensionamento de sarjetas através de seu ângulo com o meio-fio. Talvez este resultado não seja expressivo quando esses elementos de microdrenagem forem moldados in loco, mas, para indústrias de pré-moldados, essa pode ser uma importante ferramenta em projetos cuja vazão é demasiadamente grande ou

possuir variações ao longo do alinhamento longitudinal da sarjeta.

Cálculo do tamanho da soleira da boca de lobo

Dentre os resultados obtidos, considerando a vazão de projeto, está o dimensionamento do elemento boca de lobo sem grelha.

Da Equação 6 o tamanho da soleira (L) é determinado segundo a variação da vazão de entrada (ou vazão que chega à boca de lobo) e inversamente proporcional à altura da lâmina d'água (y).

Considerou-se como vazão de entrada na boca de lobo as vazões de projeto determinadas neste trabalho e, fixando o valor da altura da lâmina d'água em:

y=10cm, y=15cm e y=20cm; procedeu-se os cálculos para dimensionamento do tamanho da soleira da boca de lobo.

Graficamente estão ilustrados na Figura 6 as curvas considerando a variação de altura

de lâmina d'água e eventos chuvosos com tempo de retorno de 20 anos.

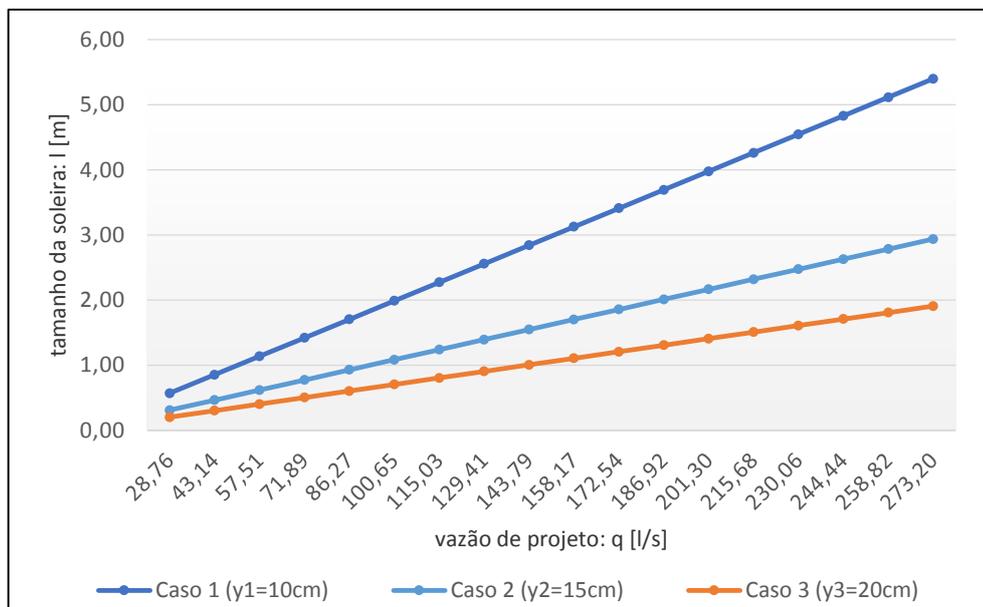


Figura 6- Tamanho da soleira da boca de lobo em função da vazão de projeto, T = 20 anos

Note que alguns resultados mostram valores que podem ser considerados até mesmo estranhos em um primeiro momento, como por exemplo o tamanho de uma soleira de boca de lobo dimensionada a um tempo de retorno de 20 anos e altura de lâmina d'água de y1 = 10 cm, L = 5,40 m. Dificilmente se encontrará uma boca de lobo nestas dimensões. Rubem Porto (2004, p. 830) menciona variações de classificação de bocas de lobo, sendo uma delas quanto ao número (simples ou múltipla). Apesar de comum em algumas situações este modelo pode significar aumento de custos e em

alguns casos implicar na impossibilidade de uso devido a espaço físico como entradas de acesso a garagens por exemplo.

Outra forma de analisar esse resultado é fixando um tamanho de soleira típico, como por exemplo L = 0,80 m, e com auxílio de uma planilha do Excel estimar a quantidade de bocas de lobo necessárias para drenar a vazão de dimensionamento em determinada área.

Adotando a relação mencionada no gráfico da Figura 4, entre vazões de projeto e coeficiente de permeabilidade para uma soleira com tamanho L = 0,80 m

determinou-se a quantidade de bocas de lobo para determinada área de projeto, neste caso, 7000 m².

O gráfico da Figura 7 ilustra a quantidade de bocas de lobo (L = 0,80 m), para a área

de 7000 m² e tempo de retorno de 20 anos e considerando a altura de lâmina d'água para os casos mencionados anteriormente.

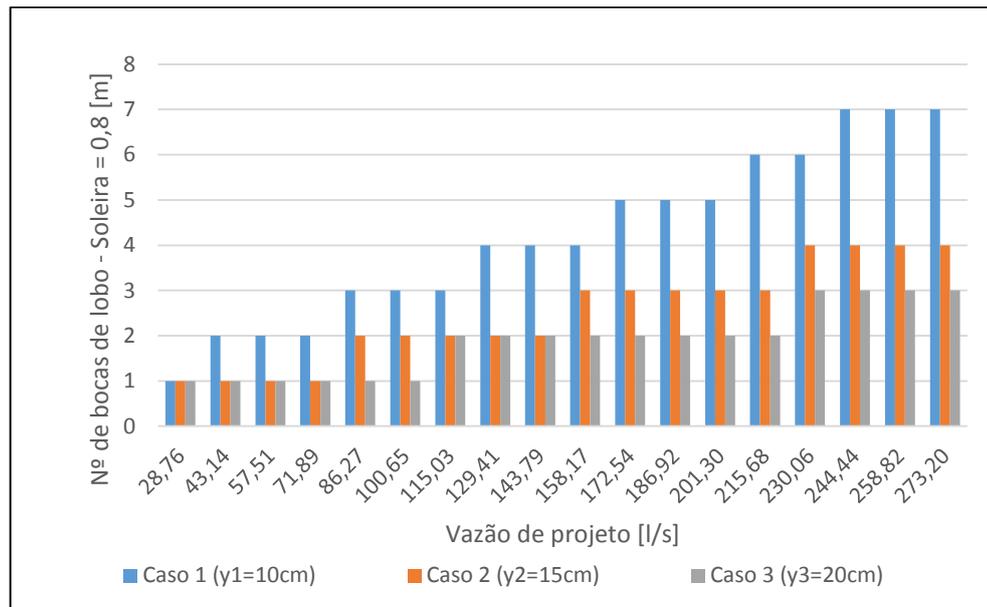


Figura 7- Vazão de projeto x Número de Bocas de Lobo: Soleira = 0,8 m, T = 20 anos

Analisando o gráfico da Figura 7 têm-se um modelo mais representativo e interessante, quando comparado ao gráfico da Figura 6, uma vez que é mais viável, estrutural e economicamente, um layout de sistema de drenagem com bocas de lobo dimensionadas e localizadas estrategicamente a atender demanda de vazão de projeto.

Conclusões

A drenagem de águas pluviais para o meio urbano é fator fundamental. Sistemas de drenagem devidamente dimensionados e

executados contribuem para saúde pública e qualidade de vida, diminui de riscos de perdas materiais ocasionados por inundações e auxiliam a gestão pública de saneamento ambiental. Comparado a outros métodos, o Método Racional se destaca pela facilidade e aplicabilidade em diversas situações, desde que respeitado as características pluviométricas locais. Outra aplicação do método é auxiliar na análise e identificação de possíveis pontos de alagamento causados por inconsistência ou insuficiência de sistemas de drenagem pontuais.

Alguns fatores importantes devem ser considerados sobre o Método Racional, como por exemplo a limitação em sua área de aplicação e ausência de dados pluviométricos em algumas localidades. Esses são alguns dos motivos que levam a equívocos ao dimensionar sistemas de drenagem, quando dados de outros municípios são utilizados sem considerar as particularidades pluviométricas e características das bacias hidrográficas locais.

Tomando como premissas estas e outras considerações, neste trabalho foram realizados cálculos no dimensionamento de elementos de microdrenagem urbana, utilizando dados pluviométricos estatísticos do município de Itajubá-MG para determinação da vazão de projeto (Q). Com esta estimativa foi possível determinar dimensões de bocas de lobo, possibilitando maior lucidez ao responsável técnico para elaborar projetos de drenagem.

Com as interpretações gráficas é possível observar a direta influência do coeficiente de permeabilidade do solo sobre a vazão de projeto. É possível também prever as condições de escoamento superficial, por exemplo, alterações significativas sobre as condições do terreno, como construções de loteamentos, em que os valores de coeficiente de permeabilidade aumentam abruptamente

podendo causar inundações quando o sistema de drenagem não foi dimensionado prevendo instalações futuras.

Pode-se concluir também, a partir de análise gráfica, o comportamento da vazão suportada pela sarjeta, em função da altura da lâmina d'água e o ângulo formado entre a declividade transversal e a linha de fundo (θ). Desta forma é possível projetar sarjetas cuja declividade seja suficientemente grande afim de proporcionar o escoamento sem ocasionar acúmulo excessivo de água próximo a passeios ou ruas. Observa-se ainda que, quando se compara os valores de vazão suportada pela sarjeta e vazões de projeto tem-se, para um trecho delimitado e conhecido, uma previsão se a sarjeta suporta a vazão de projeto ou não.

Ao analisar os resultados obtidos para dimensionamento de bocas de lobo encontrou-se valores aparentemente inviáveis para aplicação, como por exemplo uma boca de lobo de 5,40m. Em geral, bocas de lobo pré-moldadas fornecidas por empresas do ramo apresentam soleiras entre 0,80 e 1,50 m. Esses resultados podem ser interpretados como necessidade de melhor distribuição entre bocas de lobo ou combinações entre estas, afim de distribuir a vazão de entrada entre duas ou mais bocas de lobo.

Os resultados foram satisfatórios uma vez que o principal objetivo do estudo foi atingido, que é contribuir para o

dimensionamento de sistemas de drenagem urbana. Conforme mencionado anteriormente esta área ainda carece de diretrizes para orientar os profissionais da área. A relevância deste trabalho foi mostrar que é possível estabelecer critérios que auxiliem nos projetos de saneamento e no planejamento urbano.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 10844 / 1989 – **Instalações prediais de águas pluviais**, Rio de Janeiro, 13 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 15527 / 2007 – **Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos**, Rio de Janeiro, 8p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 9648 / 1986 – **Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário**, Rio de Janeiro, 5p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 9649 / 1986 – **Projetos de redes coletoras de esgoto sanitário**, Rio de Janeiro, 7p.

AZEVEDO NETTO, J. M., et al. **Manual de hidráulica**. Ed. Edgard Blucher, 8ª Edição. São Paulo, 1998.

BERTONI, Juan C., **Precipitação**. In: TUCCI, Carlos E. M., [et al.]. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 3ª ed., Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2004.

CANHOLI, Aluísio Pardo, **Drenagem Urbana e controle de enchentes**. São Paulo, 2005.

OLIVEIRA, Antonio Manoel dos Santos; BRITO, Sérgio Nertan Alves de; **Geologia de engenharia**, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, São Paulo – SP, 1998.

PORTO, Rodrigo de Melo, **Hidráulica básica**, 4ª Edição, 2006, São Carlos – SP.

PORTO, Rubem, **Drenagem Urbana**. In: TUCCI, Carlos E. M., [et al.]. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 3ª ed., Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2004.

ROS, D. A. **Análise de sistemas complexos de drenagem urbana**, tese de doutorado, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 2012.

SILVEIRA, André Luiz da, **O Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica** In: TUCCI, Carlos E. M., [et al.]. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 3ª ed., Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2004.

TUCCI, Carlos E.M. et al (Org.). **Hidrologia-ciência e aplicação**. ABRH, 2004.

VON SPERLING, Marcos, **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto**, 3ª Edição. Belo Horizonte, 2005.

Website Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa (GPRH-UFV) <<http://www.gprh.ufv.br/?area=softwares>> (Acesso em 2/4/15 às 10h).

Website TOMAZ, PLÍNIO. **Curso de manejo de águas pluviais**, <pliniotomaz.com.br/livros-digitais/>, 2010. (Acesso em 23/05/2016 às 9h).