



## **Estudo da drenagem urbana da cidade de Itirapuã-SP visando a proposição de novas bocas de lobo.**

**Allysson Gonçalves de Andrade<sup>1</sup>, Eloá Cristina Figueirinha Pelegrino<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Unifran (allysson.andrade@hotmail.com)

<sup>2</sup> Unifran (eloa\_pel@yahoo.com.br)

### **Resumo**

Micro Drenagem é um sistema de coleta e condução das águas pluviais, desde a água que se acumula nas sarjetas, até sua captação em bocas de lobo, passando por poços de visita, galerias de águas pluviais e desaguando em local apropriado. A área urbana de Itirapuã-SP tem apresentado problemas, devido à falta de pontos de captação de águas pluviais, pois com a expansão da cidade, tornou-se obsoleta e não atende à demanda atual. O presente trabalho terá como objetivo principal elaborar um estudo de Drenagem Urbana na cidade de Itirapuã-SP, verificando as deficiências de bocas de lobo e propondo a ampliação desse sistema que abastecerá as redes de drenagem. Para isso a área urbana da cidade foi dividida em as áreas de contribuição de acordo com o escoamento superficial das ruas e foram realizados a determinação do tempo de concentração, a determinação da intensidade de chuvas na região, a determinação do coeficiente de *Runoff*, determinação da Vazão de projeto e a definição do número de bocas de lobo a serem inseridas em cada área de estudo. Através dos levantamentos realizados foi verificada a necessidade de instalação de 70 novas bocas de lobo no município para possibilitar a melhoria do sistema de drenagem urbana.

Palavras-chave: Micro Drenagem. Enchentes. Escoamento superficial.

Área Temática: Recursos Hídricos

## **Study of the urban drainage of the city Itirapuã-SP aiming at a proposal of new street inlet.**

### **Abstract**

*Micro Drainage is a system for collecting and conducting rainwater, from the water accumulating in the gutters, to being captured by the street inlet, passing through manhole, storm sewer and draining in an appropriate place. The urban area of Itirapuã-SP has presented problems, due to the lack of rainwater catchment points, because with the expansion of the city, it has become obsolete and does not meet current demand. The present work will have as main objective to elaborate a study of Urban Drainage in the city of Itirapuã-SP, verifying the deficiencies of the street inlet and proposing the amplification of this system that will supply the drainage networks. For this purpose, the urban area of the city was divided into the areas of contribution according to the surface runoff of the streets and the determination of the concentration time, the determination of the rainfall intensity in the region, determination of the Runoff coefficient, Project flow and the definition of the number of street inlet to be inserted in each study area. Through the surveys, it was verified the need to install 70 new street inlet in the municipality to enable the improvement of the urban drainage system.*

*Key words: Micro Drainage. Flooding. Surface runoff.*

*Theme Area: Water resources*



## 1 Introdução

No Brasil, os principais fenômenos relacionados a desastres naturais estão relacionados com eventos pluviométricos intensos e prolongados, por exemplo, inundações e enchentes, escorregamento de solo ou rocha. Este aumento na incidência de desastres naturais é considerado como consequências do intenso processo de urbanização verificado no país nas últimas décadas, que levou ao crescimento desordenado das cidades em áreas impróprias à ocupação, devido às suas características geológicas e geomorfológicas desfavoráveis. As intervenções antrópicas nestes terrenos, tais como, desmatamento, cortes, aterros, alterações nas drenagens, lançamento de lixo e construção de moradias, efetuadas, na sua maioria, sem a implantação de infraestrutura adequada aumenta o risco de problemas que envolvem a chuva, e consequentemente a drenagem urbana. (POMPÊO, 2000; RIGHETTO, 2009.)

Itirapuã é localizado a nordeste do estado de São Paulo a aproximadamente 420 km da capital. O município, segundo Censo Demográfico de 2010 do IBGE, possui população de 5.914 habitantes em uma área de 161 Km<sup>2</sup>, sendo 4.929 habitantes (83,84%) residentes na área urbana.

Nos períodos de maior intensidade pluviométrica, em pontos mais críticos da área urbana de Itirapuã-SP, têm sido frequentes os casos de inundações de residências, estabelecimentos, provocando erosões em várias proporções, conduzindo sedimentos e resíduos sólidos nos recursos hídricos, além de exigir da Administração Pública medidas emergenciais dispendiosas para solução dessa patologia hídrica.

O trabalho teve como objetivo principal elaborar um estudo de Drenagem Urbana na cidade de Itirapuã-SP, verificando as deficiências de bocas de lobo e propondo a ampliação desse sistema que abastecerá as redes de drenagem.

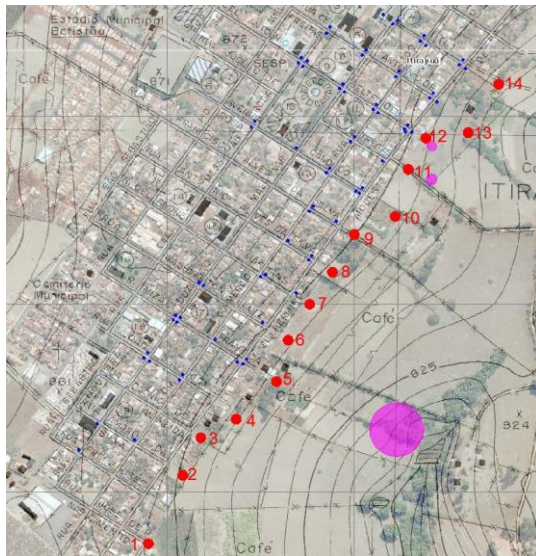
## 2 Metodologia

### 2.1 Descrição da área de estudo

A cidade de Itirapuã se encontra com patologias hídricas no sistema de micro drenagem. A insuficiência das bocas de lobo tem aumentado o escoamento superficial causando problemas de alagamentos no interior das casas e parte das águas drenada para a galeria tem o seu lançamento inadequado, e consequentemente problemas com erosões. A figura 1-a demonstra a disposição de bocas de lobo em azul, os lançamentos inadequados em vermelho e as voçorocas em magenta.

Atualmente o sistema de drenagem de Itapuã conta com 69 bocas de lobo e aproximadamente 1762 metros de comprimento de galerias. Em sua maioria, as bocas de lobo contêm patologias hídricas como posicionamento inadequado, obstruídas por sujeira e entulhos e ausência em locais necessários, conforme pode ser observado na figura 1-b.

Figura 1- a) Patologia Hídrica atuais do município, b) Posicionamento inadequado de boca de lobo na cidade de Itirapuã



a



b

## 2.2 Métodos a serem utilizados para o estudo de caso

### 2.2.1 Levantamento Topográfico Planialtimétrico

O levantamento topográfico planialtimétrico foi realizado com o aparelho GPS Hi-Target, utilizando o modo de levantamento de dados RTK, o mesmo gera um mapa digital do terreno após andar em todas as ruas da área em estudo, gerando as curvas de nível da área percorrida e suas dimensões.

Com os dados brutos levantados em campo, e auxílio do software TopoEVN foi realizada a triangulação e assim gerada as curvas de nível.

### 2.4.2 escoamento Superficial

O escoamento superficial das ruas foi obtido através da altimetria realizada, identificando-se a inclinação que as ruas possuem para facilitar o escoamento das águas de chuvas, identificando assim a direção das águas ao longo das sarjetas até encontrar a boca de lobo.

### 2.4.3 Áreas de contribuição

As áreas de contribuição foram determinadas de acordo com o escoamento superficial das ruas, pois sabendo a direção que a água escorre e a diferença de nível entre os pontos da cidade graças à altimetria, possibilitou a montagem de um mapa, com as direções de escoamento de cada rua, identificando onde as águas se juntariam, formando assim, as áreas de contribuição.

### 2.4.4 Tempo de concentração

Para o tempo de concentração foi usada equação de Kirpich enunciada na equação 1, que tem como valores de entrada comprimento de talvegue e desnível do talvegue. A partir da definição das áreas de contribuição, pode-se obter a diferença de cotas entre o ponto mais alto e o mais baixo, gerando o desnível. O comprimento do talvegue é a distância entre o ponto mais alto e o ponto mais baixo de cada área.



$$tc = 57 * \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0,385} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

Tc = Tempo de concentração em minutos

L = Comprimento do talvegue em km

H = Desnível do talvegue em m

#### 2.4.5 Intensidade de Chuvas

A intensidade da chuva foi calculada de acordo com as equações de chuva de Batatais, pois conforme CETESB (1986) aconselha a seguir a equação de chuvas da cidade mais próxima, quando a cidade não tem a sua própria equação de chuvas intensas, sendo utilizada, neste trabalho, a equação de chuva do município de Batatais.

De acordo com Martinez Júnior & Magni (2016), convênio do DAEE, a equação IDF do município de Batatais foi apresentada na equação 2.

$$it, i, T = 98,8298 * (t + 40)^{-1,0328} + 17,1105 * (t + 30)^{-0,9432} * [-0,4898 - 0,9257 * \ln * \ln \left( \frac{T}{T} - 1 \right)] \quad \text{Equação 2}$$

Para  $10 \leq t \leq 1440$ .

Onde: i: intensidade da chuva, para a duração t e período de retorno T, em mm/min;

t: duração da chuvas em minutos;

T: período de retorno em anos.

Para obtenção da intensidade de chuvas, necessita-se também do tempo de retorno definido conforme tipo de estrutura e porte do projeto, segundo DAEE(2007), projetos de canalizações ou de travessias de maior importância ou porte, independentemente de sua localização, deve ser adotado o mínimo 100 anos para o período de retorno.

#### 2.4.6 Determinação do coeficiente de “Runoff”

Os coeficientes relacionados com o escoamento superficial que devem ser considerados nos cálculos da vazão máxima de projeto são os coeficientes de uma condição futura, determinadas após análise da situação atual da bacia de acordo com projeções da evolução dos usos e ocupação dos solos. (DAEE, 2007)

A escolha do coeficiente de runoff levou em consideração tabelas fornecidas por Wilken (1978) e Vilela e Mattos (1980), sendo considerado o valor de 0,80, pois a área em estudo foi totalmente modificada por construções e implantação de asfalto, e trechos com paralelepípedos.

#### 2.4.7 Determinação da Vazão de projeto

A vazão foi calculada individualmente por área de contribuição, pois cada área de contribuição possui diferente tamanho e intensidade de chuva, gerando assim a partir da equação do Método Racional modificado, a vazão por área de contribuição, conforme Equação 3, esta equação é indicado para áreas de drenagem menores que 2km<sup>2</sup>.

$$Q = 0,278 * C * i * A \quad \text{Equação 3}$$



Onde:

$Q$  = Vazão( $m^3/s$ )

$C$  = Coeficiente de *Runoff*

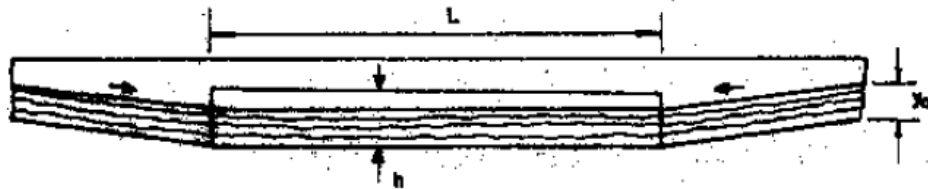
$I$  = Intensidade de chuva ( $mm/h$ )

$A$  = Área( $km^2$ )

#### 5.4.8 Vazão suportada por boca de lobo

Quando a água se acumula na sarjeta, gera-se uma lâmina de água com a altura menor do que a abertura da guia conforme a figura 2.

Figura 2- Boca de lobo com altura da lâmina menor que a abertura da guia.  
Fonte: DNIT, 2006.



Esse tipo de boca de lobo citado pode ser considerado um vertedor e a capacidade de engolimento, conforme a Federal Highway Administration (FHWA) 1996, foi apresentada na equação 4

$$Q = 1,60 * L * y^{1,5}$$

Equação 4

Sendo:

$Q$  = Vazão de engolimento ( $m^3/s$ )

$L$  = Comprimento da Boca de lobo (m)

$y$  = Altura de água próxima a abertura da guia (m) sendo  $y < h$

Com base na Equação 4, pode-se deduzir uma tabela de vazão por boca de lobo adotando o comprimento comercial de 1.0 metro e considerando a altura da lâmina de água igual a 13 centímetros, pois essa é a média da altura das sarjetas na cidade de Itirapuã, teremos:

$$Q = 1,6 * 1 * 0,13^{1,5}$$

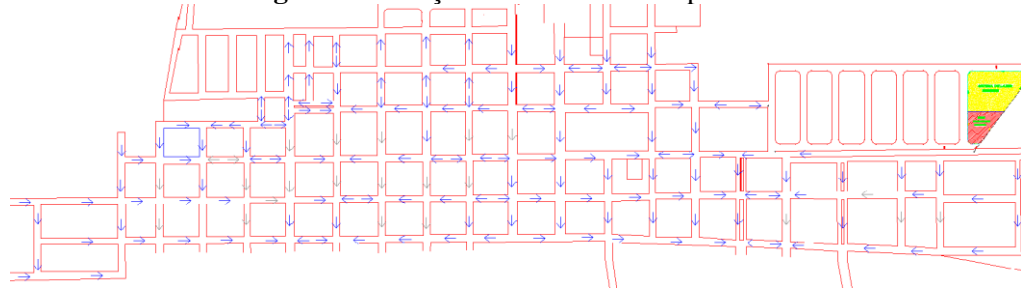
$$Q = 0,075 M^3/S$$

### 3 Resultados

O levantamento Topográfico Planialtimétrico foi necessário para estudos hidrológicos e projetos hidráulicos, apresentando perfeita compreensão do desnível do terreno e suas dimensões. A partir desses dados foi possível determinar a direção de escoamento das águas de chuva, sendo possível obter dados da diferença de altura entre pontos da cidade, resultando no mapa de escoamento superficial conforme figura 3.

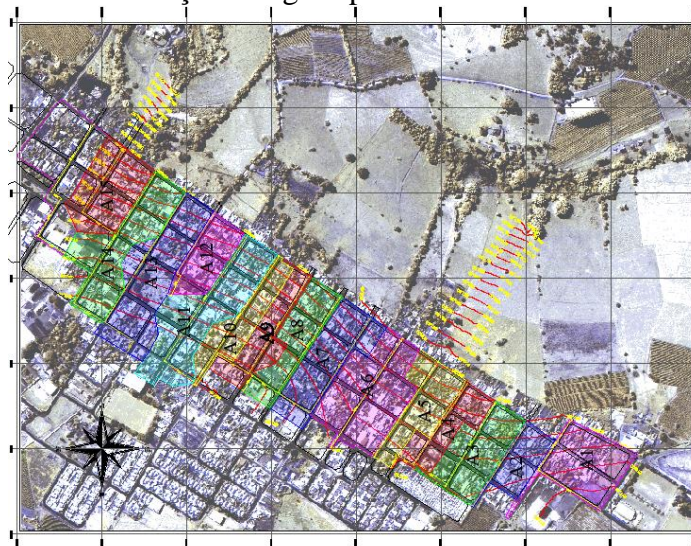


**Figura 3 - Direção do escoamento superficial**



De acordo com o escoamento superficial, foram determinadas as áreas de contribuições, pois sabendo a direção de escoamento superficial, foi possível determinar áreas em que os escoamentos se encontram, formando assim as áreas de contribuição, conforme Figura 4, de A1 à A15.

**Figura 4 - Áreas de contribuição de águas pluviais**



Após determinação das 15 áreas de contribuição da bacia, foi possível determinar as diferenças de cotas entre o ponto alto e baixo de cada área de contribuição. Assim foram calculados os tempos de concentração de cada área individualmente, utilizando a Equação de Kirpich (Equação 1), conforme dados da tabela 1.

Após a determinação do tempo de concentração, foi calculada a intensidade de chuva de cada área de contribuição, usando a Equação de chuvas de Batatais (Equação 2), conforme a tabela 1.

Tabela 1 - Tempo de concentração por Área

Área	Comprimento do talvegue (km)	H(m)	TC(min)	T(anos)	i(mm/min)
1	0.315	11.00	5.96	100	4.09
2	0.237	5.96	5.43	100	4.15
3	0.316	9.50	6.33	100	4.06
4	0.308	12.50	5.53	100	4.14
5	0.270	14.50	4.49	100	4.25
6	0.310	15.50	5.13	100	4.18
7	0.355	18.50	5.60	100	4.13



8	0.390	20.00	6.06	100	4.08
9	0.395	19.00	6.28	100	4.06
10	0.362	19.50	5.62	100	4.13
11	0.438	20.00	6.93	100	4.00
12	0.224	14.50	3.62	100	4.34
13	0.472	25.50	6.88	100	4.00
14	0.446	25.00	6.50	100	4.04
15	0.271	16.5	4.29	100	4.27

Como a cidade de Itirapuã teve seu coeficiente de *runoff* completamente modificado pelo asfalto e construções, e com poucas áreas verdes, o valor do Coeficiente (C) adotado foi de 0,80, conforme uso e ocupação do uso.

A vazão de cada área de contribuição foi calculada depois de obter todos os dados da equação do Método Racional modificado (Equação 3), obtendo a área de contribuição segundo o escoamento superficial, a intensidade de chuva, o tempo de concentração e o coeficiente de *runoff* segundo as tabelas. A vazão por área de contribuição, conforme a tabela 2. Ainda na tabela 2, foram apresentadas as quantidades de bocas de lobo a serem adicionadas por área de contribuição, para que seja sanado o problema de drenagem. Os valores apresentados para cada área variam conforme equação da Federal Highway Administration (FHWA) 1996 (Equação 4).

Tabela 2- Vazão por área de contribuição

Área	C	i(mm/h)	A(km <sup>2</sup> )	Q(m <sup>3</sup> /s)	Bocas de lobo a serem implantadas
1	0.8	245.65	0.0280	1.53	6
2	0.8	248.87	0.0140	0.77	4
3	0.8	243.44	0.0260	1.41	4
4	0.8	248.27	0.0170	0.94	4
5	0.8	254.86	0.0230	1.30	6
6	0.8	250.76	0.0420	2.34	4
7	0.8	247.82	0.0310	1.71	4
8	0.8	245.05	0.0230	1.25	4
9	0.8	243.78	0.0200	1.08	4
10	0.8	247.75	0.0200	1.10	3
11	0.8	239.95	0.0420	2.24	7
12	0.8	260.64	0.0170	0.99	5
13	0.8	240.24	0.0420	2.24	4
14	0.8	242.48	0.0350	1.89	4
15	0.8	256.16	0.0270	1.54	7

Na tabela 4 foram apresentadas as quantidades de bocas de lobo a serem adicionadas



por área de contribuição, para que seja possível sanar o problema de drenagem do município de Itirapuã/SP. Ao todo, conforme observado na tabela, devem ser instaladas 70 bocas de lobo novas, ou seja, seria necessário dobrar o número de bocas de lobo para reduzir os problemas de drenagem urbana do município. Além disso, deve-se atentar para manutenção e conservação das bocas de lobo já existentes, e construção de novas galerias na cidade para suprir a nova vazão escoada pela construção das novas bocas de lobo.

#### 4 Considerações Finais

De acordo com o estudo realizado, concluiu-se que a Micro Drenagem atual de Itirapuã não é eficiente, porque grande parte da cidade necessita de instalação de bocas de lobo para drenagem de águas pluviais.

As ações não estruturais tais como: limpeza de resíduos de sólidos das bocas de lobo, desobstrução das galerias assoreadas com sedimentos e grades protetoras para recepção de águas pluviais deverão ser executadas como ação imediata para sanar parte da patologia.

As ações estruturais deverão ser realizadas de acordo com o que está proposto no trabalho, seguindo recomendações do plano diretor do município.

#### Referências

CENSO DEMOGRÁFICO. Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Drenagem urbana: manual de projeto. 1.ed. São Paulo: DAEE/CETESB, 1986. 466p.

DAEE .Departamento de águas e energia elétrica - DAEE. Instrução DPO N° 002, 2007.

DNIT-Manual de drenagem de Rodovias- 2. ed. - Rio de Janeiro, 2006.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. **Urban Drainage Design Manual**. November 1996. HEC 22, Metric Version.

MARTINEZ, JUNIOR, F.; MAGNI, N.L.G. **Equações de chuvas intensas do Estado de São Paulo**. São Paulo: Departamento de Águas e Energia Elétrica, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2016. 270 p.

POMPÊO, C. A. Drenagem urbana sustentável. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 5, n. 1, p. 15-23, jan./mar. 2000.

RIGHETTO, A.M. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. **Manejo de Águas Pluviais Urbanas** /Antônio Marozzi Righetto (coordenador). Rio de Janeiro: ABES, 2009.

Villela, S. M.; Mattos, A. (1980) **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1980

Wilken, P.S. (1978). **Engenharia de drenagem superficial**. São Paulo, CETESB, 1978.