

DEFINIÇÃO DA CHUVA DE PROJETO POR MÉTODOS TRADICIONAIS PARA A CIDADE DE UBERLÂNDIA-MG

*Carlos Eugenio Pereira*¹ & Marcio Ricardo Salla² & Fernanda Ribeiro Garcia de Oliveira³ & Luciana Alves Sá³*

Resumo – A necessidade da melhor gestão das águas urbanas requer estudos para estimar as quantidades geradas em cada precipitação. Diversos métodos foram elaborados durante o último século e são aplicados no mundo inteiro no dimensionamento de sistemas de drenagem. A falta de conhecimento desses podem gerar falhas na elaboração de projetos, o que pode ocasionar na continuidade dos problemas urbanos referentes a esse tema. Por isso, pretende-se determinar por métodos tradicionais baseados em curvas de Intensidade-Duração-Frequência (IDF), os hietogramas de projeto para obras de drenagem para a cidade de Uberlândia-MG e que podem ser utilizados em cidades da região.

Palavras-Chave – Hietogramas, Drenagem Urbana.

DEFINITION OF RAIN DESIGN BY TRADITIONAL METHODS FOR THE CITY OF UBERLÂNDIA-MG

Abstract – The need for better urban water management requires studies to estimate the quantities generated in each rainfall. Several methods have been developed during the last century and are applied worldwide in the design of drainage systems. The lack of knowledge of these may result in failures in the development of projects, which may result in the continuity of urban problems related to this issue. Therefore, we intend to determine by traditional methods based on curves intensity-duration-frequency (IDF), the hietogramas project for drainage works for the city of Uberlândia-MG, which can be used in cities.

Keywords – Hyetograms, Urban Drainage.

² Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, Av. João Naves de Ávila, 2121, Campus Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38408-100, 34 3239 4170, mrsalla@feciv.ufu.br.

³ Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, Av. João Naves de Ávila, 2121, Campus Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38408-100, 34 3239 4170, nandargoliveira@bol.com.br

* Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, Av. João Naves de Ávila, 2121, Campus Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38408-100, 34 3239 4170, carloseugenio@feciv.ufu.br.

1. INTRODUÇÃO

Muitas das cidades brasileiras com mais de cem anos, foram ocupadas por seus colonizadores próximos aos cursos d'água, por ser essa fundamental para a sobrevivência do ser humano e de suas atividades primárias. Pode-se citar alguns exemplos dessas cidades na urbanização brasileira, caracterizada próxima as praias e aos rios, como é o caso da cidade de São Paulo inserida dentro das bacias hidrográficas dos rios Tietê e Pinheiros e do Rio de Janeiro próximo ao litoral. Com a interiorização, as cidades foram concentradas junto aos rios no período da mineração e em áreas agrícolas e áreas centrais de comércio para a troca de mercadorias e o abastecimento das cidades.

O núcleo urbano da cidade de Uberlândia-MG teve seu início entre os córregos São Pedro e Cajubá. Esses córregos são afluentes do Rio Uberabinha, que corta a cidade na sua porção sul. O processo de execução dos sistemas básicos, como abastecimento de água, esgotamento sanitário, etc, bem como, o sistema de drenagem da cidade de Uberlândia se deu, em grande parte, de forma conservadora, desordenada, onde o Sistema de Drenagem Urbana foi o último equipamento a ser executado e sem maiores horizontes de projeto. Na Figura 1 observam-se as tubulações do sistema de água potável e de parte de uma galeria antiga. Um sistema de drenagem direcionado para o rápido escoamento da água precipitada que transfere o problema para outros pontos, a jusante ou montante, aliado a um acelerado crescimento urbano, sobrecarregou nos locais críticos, o escoamento da vazão máxima precipitada. Em alguns bairros, antes da conclusão das obras de drenagem, os sistemas já não comportavam a demanda.



Figura 1 - Local onde será executado Poço de Visita e parte da Galeria de Águas Pluviais.
Fonte: Autores, 2011.

Nos locais com maior índice de enchente, geralmente nas proximidades dos antigos córregos, onde profundas alterações foram efetuadas na drenagem natural, eliminando as características dos meios físicos, julgados inadequados ao meio urbano, de forma irregular e sem maiores estudos impactante, reduziram de forma desordenada os espaços naturais, através da canalização e retificação dos córregos, aterros irregulares, desmatamentos excessivos e lançamentos

de água pluvial em locais inadequados. Um exemplo, dessa ação antrópica é o Córrego São Pedro, que hoje se encontra canalizado, no qual muitos moradores da cidade não têm idéia de que a Avenida Rondon Pacheco foi construída seguindo o traçado natural desse córrego.

Na contramão desse sistema conservador e de solução aparentemente rápida, trata da eficiência de um planejamento de Drenagem Urbana que deve preservar os mecanismos naturais de escoamento da bacia hidrológica, diminuindo assim os impactos ambientais da urbanização, principalmente as enchentes. Para tanto, é importante manter a vazão existente, não aumentá-la a jusante, não sobrecarregar o sistema de macro drenagem e priorizar medidas de controle na fonte, como por exemplo, trincheiras, poços, valas de infiltração, pavimento poroso e reservatórios para atenuação de enchentes.

O Plano Diretor de Drenagem Urbana deve conter um planejamento integrando o uso e ocupação do solo as bacias ou regiões hidrográficas, assim como medidas de controle local de escoamento.

A urbanização acelerada brasileira e a falta de planejamento, principalmente a drenagem urbana, propiciam uma impermeabilização do solo, com o aumento do pico de cheia, aumento da velocidade do escoamento superficial e a redução do escoamento sub-superficial, canalizações de corpo d'água, entre outros impactos. Com isso, é necessário o aumento da sensibilização ambiental da população para os problemas urbanos, como as enchentes e quais problemas de saúde são ocasionados a falta de saneamento básico (CANHOLI, 2005).

A acelerada urbanização, uma das grandes responsáveis pela degradação dos recursos naturais em áreas urbanas traduz hoje, impactos de variadas ordens, que comprometem a qualidade de vida e geram riscos à saúde e a qualidade ambiental. Essa situação decorre, em parte, pela ausência de instrumentos de planejamento e gestão do uso do solo, que não tem conseguido acompanhar as transformações dos ambientes urbanos.

Neste sentido, entende-se ser de grande importância o estudo da definição da chuva de projeto para o município de Uberlândia - MG, através de métodos de obtenção de Hietogramas, tais como: Método de Chicago, Método dos Blocos Alternados, entre outros, com o intuito de viabilizar futuros estudos nas bacias hidrográficas urbanas da cidade.

O Método de Chicago foi desenvolvido por Keifer e Chu (1957) citado em Righetto (1998) e Bertoni e Tucci (2000), onde é descrita a metodologia para distribuir no tempo uma precipitação i de projeto. Sendo necessário, inicialmente definir um valor para o parâmetro γ , que varia de 0 a 1, dentro do qual é especificado o tempo em que ocorre a intensidade pluviométrica máxima, dada por, $t_{imáx} = \gamma.t$. Esse método segundo Canholi (2005) tem sido bastante utilizado, pois deriva das relações Intensidade-duração-frequência (IDF) da precipitação local.

Uma aproximação do método descrito acima é o Método dos Blocos Alternados, no qual se gera uma chuva de projeto partindo da hipótese de que o somatório dos volumes de precipitação são aproximados dos valores definidos pelas curvas IDF, para cada duração parcial definida.

Além desses métodos baseados nos parâmetros das curvas IDF, o Método de Huff será desenvolvido nos próximos itens.

2. METODOLOGIA

2.1. Métodos baseados nas curvas IDF

As curvas IDF podem ser ajustadas a partir da linearização e o uso de regressão múltipla para determinação de seus parâmetros. Para a cidade de Uberlândia-MG essas curvas podem ser expressas pela equação genérica com a seguinte forma utilizada neste trabalho:

$$i = \frac{1738,2.Tr^{0,159}}{(t + 14)^{0,825}} \quad (1)$$

onde:

i: é a intensidade de chuva, em mm/h;
T: é o período de retorno, em anos;
t: é a duração da chuva, em minutos.

No Método de Chicago o hietograma de projeto pode ser expresso pela seguinte equação:

$$i_{\gamma=0} = \frac{a.T^b}{(c+t)^d} - d.t. \frac{a.T^b}{(c+t)^{d+1}} \quad (2)$$

em que:

T: é o período de retorno, em anos;
t: é o tempo de concentração, em minutos ou horas;
a, b, c, d: são constantes.

Para este estudo baseado na equação (1) os parâmetros têm os seguintes valores:

$a = 1738,2$; $b = 0,159$; $c = 14$ e $d = 0,825$

Quando o parâmetro γ é diferente de zero, o hietograma de projeto é construído pela subdivisão do tempo t em dois tempos t_1 e t_2 , assim tem-se:

$$t_1 = \gamma.t \quad \text{e} \quad t_2 = (1 - \gamma).t \quad (3)$$

Por fim, definindo-se um valor de γ e ajustando-se as equações, tem-se:

$$i(t) = i_{\gamma=0} \left(t_c - \frac{t}{\gamma} \right) \quad \text{para } 0 \leq t \leq t_{\text{imáx}} \quad (4)$$

$$i(t) = i_{\gamma=0} \left(\frac{t}{1-\gamma} + \frac{\gamma}{1-\gamma} . t_c \right) \quad \text{para } t_{\text{imáx}} \leq t \leq t_c \quad (5)$$

em que:

t_c : é o tempo de concentração, em minutos;
 t : é um tempo qualquer menor que t_c .

Ainda são necessários mais estudos sobre o método de Chicago para esta cidade, contudo, em estudos prévios alcançou-se para o parâmetro γ um valor de 0,56. Considerando o recomendado na literatura da área adotou-se o valor de 0,375 para o parâmetro.

No método dos Blocos Alternados, conhecendo-se o tempo de duração da chuva, pode-se dividir o tempo em incrementos conhecidos e assim, determina-se as precipitações correspondentes a cada duração utilizando-se a equação IDF, em seguida por meio do intervalo de precipitação para cada incremento de tempo obtém-se as intensidades de chuva, que são ajustadas seguindo regras empíricas pré-estabelecidas.

2.2. Método baseado em registros históricos de chuvas

Huff (1967) trabalhou com 261 tormentas que ocorreram durante onze anos em uma rede com 49 postos pluviográficos na região Centro-Leste do Estado de Illinois. O autor dividiu essas tormentas em quatro partes iguais chamando-as de quartil e as classificou agrupando-as conforme o quartil onde a chuva foi mais intensa. Um exemplo de quartil é apresentado na Figura 2, o qual mostra a distribuição temporal de Huff no primeiro quartil.

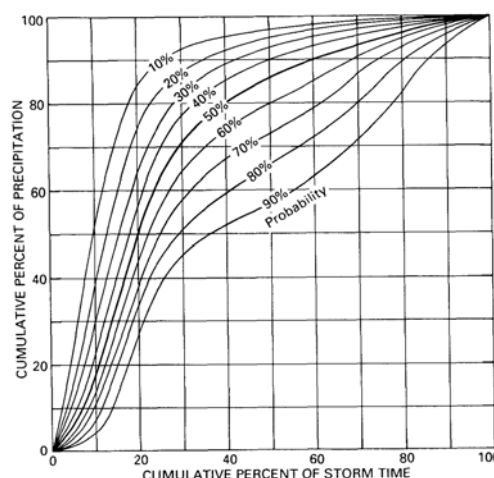


Figura 2 – Distribuição Temporal de Huff 1º Quartil
Fonte: Huff (1990)

3. RESULTADOS

As figuras 3 e 4 apresentam os hietogramas obtidos pelo Método de Chicago. Neste trabalho são apresentados os gráficos para os períodos de retorno de 2 e 10 anos, com intervalos de tempo de 10 em 10 minutos. No primeiro gráfico observa-se que a intensidade máxima foi em torno de 187mm/h e no segundo um pouco acima de 240mm/h.

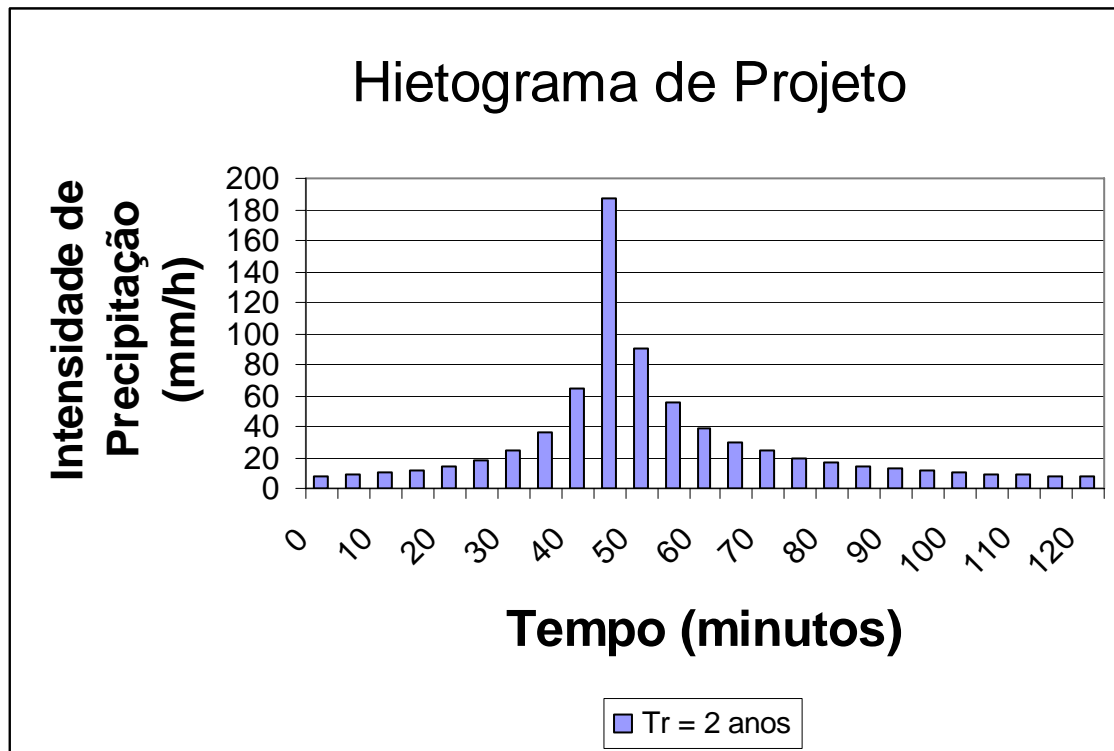


Figura 3 - Hietograma de projeto para Período de Retorno de 2 anos – Método de Chicago

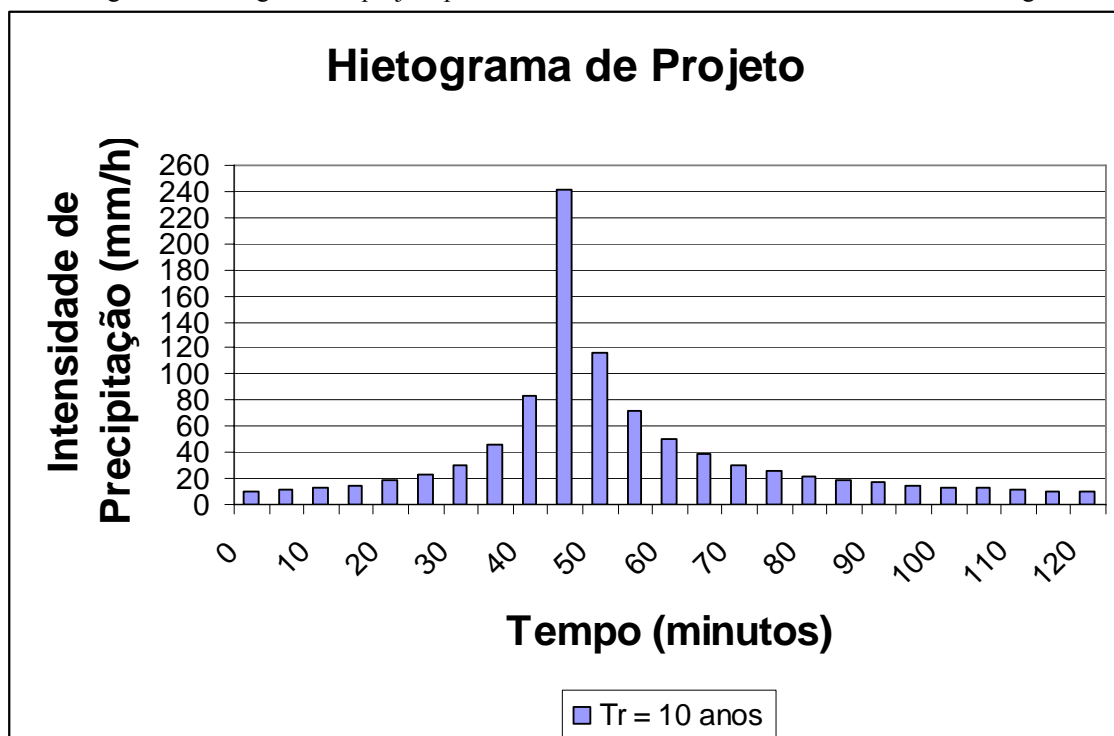


Figura 4 - Hietograma de projeto para chuva de 2 h e Período de Retorno de 10 anos – Método de Chicago

A Figura 5 apresenta o resultado pelo Método dos Blocos Alternados para o Período de Retorno de 2 anos para a chuva de projeto de 2 horas, com intervalos de tempo de 10 minutos onde a intensidade máxima foi de 141 mm/h. Nas mesmas condições a Figura 6 apresenta o resultado para o Método de Huff, contudo o intervalos de tempo são de 5 minutos.

Blocos Alternados

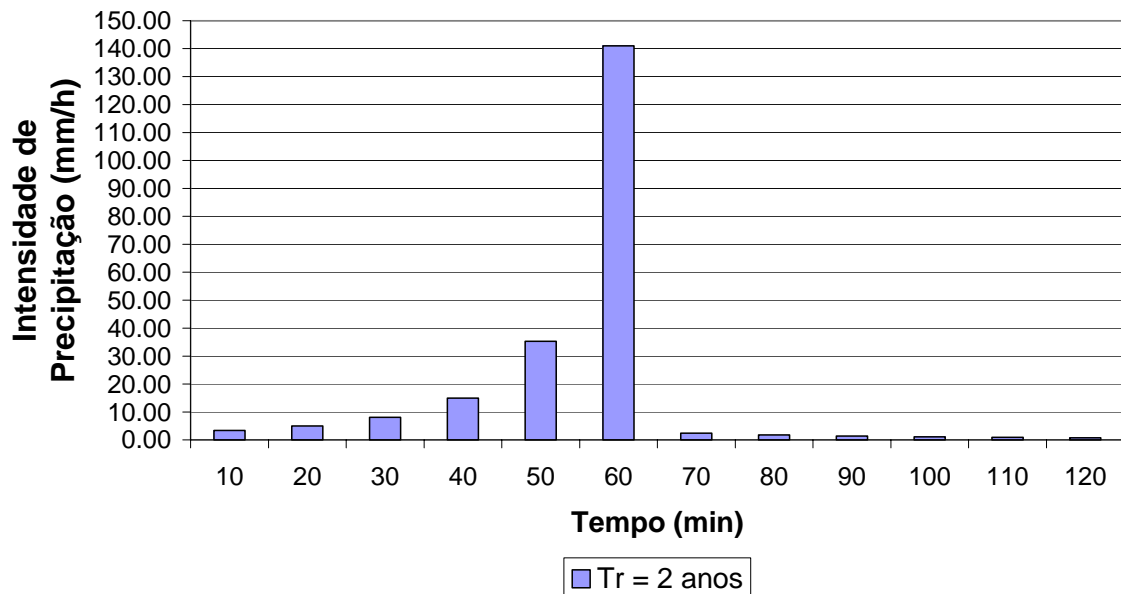


Figura 5 – Hietograma de projeto para chuva de 2h e Período de Retorno de 2 anos - Método dos Blocos Alternados

Método de Huff Primeiro Quartil

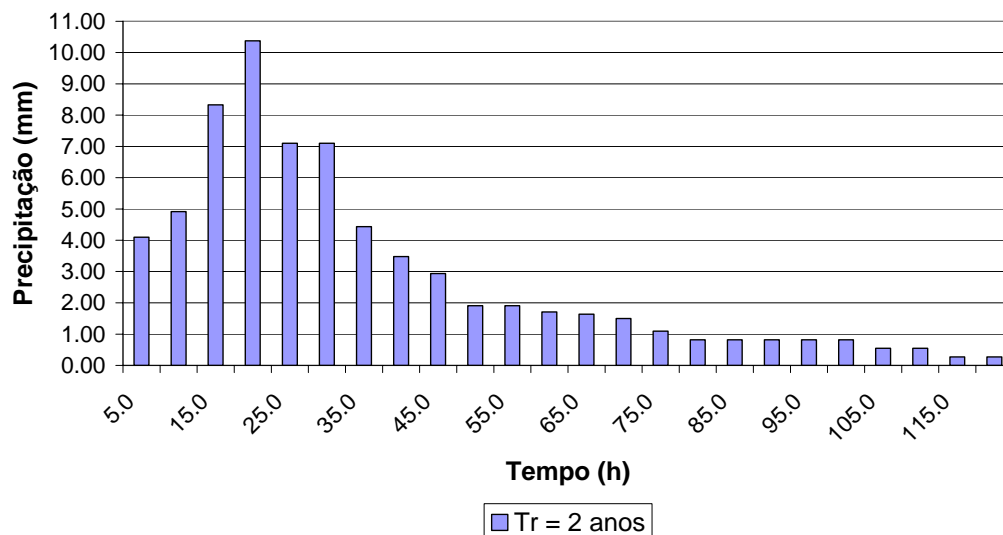


Figura 6 - Hietograma de projeto para chuva de 2h e Período de Retorno de 2 anos-Método de Huff

O Método de Chicago apresenta os maiores valores de intensidade de precipitação para o período de retorno de 2 anos. Entende-se que essa metodologia superestima seus resultados, neste caso quando comparado ao método dos blocos alternados em quase 33% e ao método de Huff, cuja precipitação máxima ou de pico foi de 10,37mm, o valor chega a 50%. Entende-se serem necessários ainda estudos com medidas reais de deflúvios gerados por precipitações com essas características para se saber qual método pode ser utilizado sem prejuízos financeiros para o poder público.

4. CONCLUSÕES

Geralmente os dados que se têm são de precipitação diária e não se conhece a distribuição das precipitações no tempo, nem a maneira como elas se distribuem no espaço. No caso da cidade de Uberlândia que conta hoje somente com um ponto de medição de precipitação com pluviógrafo e, por se tratar de uma cidade de porte médio, sabe-se somente como as chuvas se distribuem no tempo nesse setor da cidade, faltando medidas em outros setores. Os estudos relacionados a hietogramas de projeto tornam-se importantes, pois podem dar subsídio aos projetos de drenagem urbana na cidade de Uberlândia como um todo e também em cidades da região.

Embora esse trabalho apresente somente os resultados para o período de retorno de 2 anos em três diferentes métodos, a partir desses é possível de forma simples obter os resultados para outros períodos. Observou-se a necessidade de verificação de qual método melhor se enquadra para a cidade de Uberlândia, pois a discrepância nos resultados podem conduzir a erros no dimensionamento de galerias de água pluviais e outras medidas que possam vir a ser aplicadas na gestão das águas nos municípios do triângulo mineiro.

REFERÊNCIAS

- BERTONI, J.C. & TUCCI, C. E. M. (2000). "Precipitação", in. *Hidrologia, Ciência e Aplicação*. Org. por Tucci, C. E.M. ABRH, ed. UFRGS: Porto Alegre – RS, pp.177 - 241.
- CANHOLI, A. P. (2005). *Drenagem Urbana e Controle de Enchentes*. Oficina de Textos. São Paulo-SP, 302 p.
- PEREIRA, C.E.; SALLA, M.R.(2010) "Estudo de chuvas intensas e da Chuva de Projeto pelo Método Chicago no Sudoeste de Mato Grosso". In Anais do XXIV Congresso Latinoamericano de Hidráulica, Punta Del Este, Uruguai, Nov. 2010.
- RIGHETTO, A.M. (1998). "Métodos Estatísticos e Quantificação da Chuva" in. *Hidrologia e Recursos Hídricos*. EESC/USP São Carlos. pp. 157 - 226.
- SILVEIRA, A. L. L. (1998). "Hidrologia Urbana no Brasil", in: *Drenagem Urbana, Gerenciamento, Simulação, Controle*, Org. por Braga, B.; Tucci, C.E.M.& Tozzi, M., ABRH, Publicações nº 3, ed. UFRGS, Porto Alegre – RS.