

IX-047 – ESTIMATIVA DE VOLUME DE RESERVAÇÃO PARA CONTENÇÃO DA VAZÃO DE PÓS-DESENVOLVIMENTO**Frederico Carlos Martins de Menezes Filho⁽¹⁾**

Professor do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso (DESA/UFMT). Engenheiro Civil e Mestre em Engenharia do Meio Ambiente pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Doutorando em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pelo IPH/UFRGS.

Endereço⁽¹⁾: Av. Fernando Corrêa da Costa, s/n. Bairro Coxipó - Cuiabá - MT - CEP: 78060-900 - Brasil - Tel: (65) 3615-8723 - e-mail: menezesfilho@ufmt.br; <http://menezesfilho.blogspot.com/>

RESUMO

A crescente urbanização, hoje intensificada em direção à periferia, não exclui o prosseguimento da intensa impermeabilização que ocorre nos grandes centros urbanos. É de conhecimento geral que os impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico são responsáveis pela degradação da qualidade das águas pluviais bem como da antecipação dos picos de cheia e aumento do volume de escoamento superficial. Como ferramenta disposta em planos diretores de drenagem urbana busca-se a manutenção da vazão de pré-desenvolvimento afim de promover a geração da vazão pós-ocupação em valor igual e anterior ao empreendimento. A vazão específica, então calculada, associa-se a volumes de reservação a cada nova área construída. Tal estimativa se refere a pequenas áreas contemplando o controle na fonte. O estudo baseou-se na metodologia implementada para a cidade de Porto Alegre em seu Plano Diretor (IPH, 2001). Este artigo estima os volumes de reservação a partir de vazões específicas calculadas para duas cidades do Centro-Oeste brasileiro: Goiânia e Cuiabá, afim de subsidiar ferramentas para regulação da drenagem. Os valores mostraram-se próximos na região em estudo frente a outros valores encontrados na literatura, bem como, superiores aos estipulados por decretos, como em Cuiabá e ainda em aprovação como na cidade de Goiânia.

PALAVRAS-CHAVE: Drenagem urbana, Plano Diretor, Técnicas Compensatórias, Vazão específica, Volume de reservação.

INTRODUÇÃO

Segundo dados do último censo do IBGE (2010), a população urbana brasileira ultrapassa os 84 % intensificando as pressões geradas sobre a infra-estrutura existente, incluindo a saúde, habitação e principalmente o saneamento ambiental, destacando-se a drenagem urbana. Cidades do centro-oeste brasileiro como Goiânia e Cuiabá, agregam respectivamente 99,6% e 98,1% das populações na área urbana consoante o mesmo censo.

A urbanização desenfreada impacta o ciclo hidrológico urbano, pela intensa impermeabilização gerando vazões da ordem de sete vezes superiores às condições naturais (Leopold, 1968 apud Tucci, 2007), redução da infiltração e conseqüente recarga do lençol freático; geração de sedimentos pelas novas construções e, por fim, os impactos qualitativos gerados pelo processo de “washoff”, ou lavagem das superfícies poluentes depositados no período de estiagem (“buildup”) com alta carga poluente. Na Figura 1, ilustra-se os efeitos da impermeabilização no ciclo hidrológico urbano com reduções da evapotranspiração, infiltração e aumento do escoamento superficial.

Mundialmente e ainda incipiente na maioria das cidades brasileiras, a infraestrutura cinza composta pela canalização e obras de galerias vêm sendo substituída pela infraestrutura verde, conhecida como Green-Infrastructure (USEPA, 2009; CNT, 2010). Já conhecida desde a década de 1970 nos Estados Unidos e Europa com outras denominações: Best Management Practices, ou Técnicas Compensatórias (Baptista et. al, 2005), medidas de baixo impacto (Low Impact Development) e drenagem urbana sustentável.

Estas medidas buscam reconstruir o ambiente urbano pela possibilidade de controle qualitativo das águas pluviais com remoção de poluentes para possível tratamento e infiltração. Auxiliam na recarga do lençol freático, no controle quantitativo pelo amortecimento das vazões de pico como estruturas de controle na fonte, dispostas em lote, e, ainda, contemplam aspectos paisagísticos de integração sociedade-espaço, redução de ilhas de calor, redução de consumo de energia dentre outros (CNT, 2010).

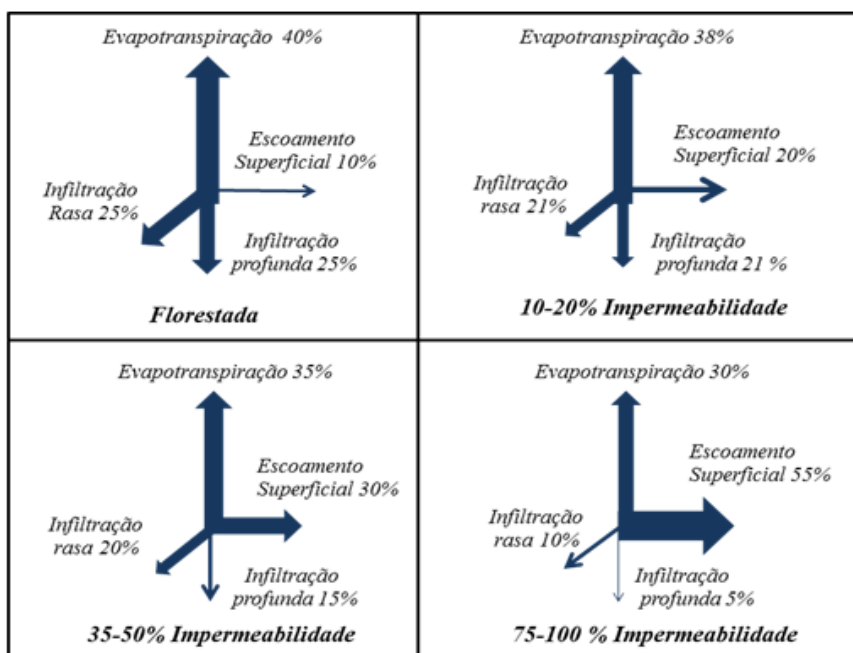


Figura 1 – Mudanças nas vazões hidrológicas com aumento da cobertura de superfícies impermeáveis (ISC) em bacias urbanizadas. Adaptado de Arnold e Gibbons, 1996 apud Paul e Meyer (2001)

Dentre os exemplos referidos acima, destacam-se os telhados verdes ou eco-telhados, biovaletas e valas de infiltração, pavimentos permeáveis e também a coleta de água para reuso.

Conjuntamente ao quadro caótico do crescimento urbano que avança sobre a periferia e a áreas de mananciais, tem-se pelo aspecto de gestão, a não fiscalização de novas construções com infraestrutura necessária, a regularização de habitações em áreas de risco e a ausência de instrumentos para o controle quantitativo gerado pelas novas construções.

Neste enfoque, os Planos Diretores previstos no Estatuto das Cidades por meio da Lei Federal n. 10.257 de 10 de agosto de 2001 (Oliveira, 2001), necessitam de fato contemplar o saneamento ambiental, em específico a drenagem urbana, por meio de instrumentos que possibilitem o controle quantitativo e qualitativo para novos loteamentos e obras. Nos Planos Diretores das cidades de Goiânia e Cuiabá, os Planos Diretores de Drenagem Urbana figuram como itens a serem elaborados e que ainda encontram-se em estudos ou tramitação.

Este trabalho visa abordar a metodologia empregada para a cidade de Porto Alegre em seu Plano Diretor de Drenagem Urbana (IPH, 2001) que estabelece o volume de reservação para lotes com áreas inferiores a 100 ha. Tal volume corresponde ao volume a ser contido devido à impermeabilização, respeitando-se a vazão natural que deve ser mantida afim de não comprometer o sistema de drenagem, geralmente ineficiente. Como estudos de caso, tomaram-se duas cidades do Centro-Oeste brasileiro, Goiânia e Cuiabá.

A cidade de Cuiabá possui o Plano Diretor de Desenvolvimento Estratégico (PREFEITURA DE CUIABÁ, 2008) que contempla em um de seus artigos, a elaboração de um Plano Diretor de Drenagem Urbana ainda em estudo. Entretanto, de acordo com a Lei Complementar n. 101 de 3 de dezembro de 2003, estabeleceu-se para a Zona da Área Central (ZAC), um volume de reservação para retenção ou infiltração das águas pluviais. Volume este, função da porcentagem de área do terreno, índice pluviométrico e duração da chuva.

Do mesmo modo, a cidade de Goiânia conta com o Plano Diretor aprovado em 29/05/2007 (PMG, 2007) e como instrumento regulador do controle quantitativo, tramita-se uma minuta de decreto estabelecendo o volume de reservação em função da área do terreno, resultado do 2º Fórum de Drenagem Urbana realizado na cidade de Goiânia em 2009.

Pelo não conhecimento das metodologias empregadas para obtenção das equações de volume específicos em análise, buscou-se não questionar as equações, mas comparar os volumes obtidos pelas duas metodologias e suas diferenças.

MATERIAIS E MÉTODOS

Consoante Tucci (2007), o controle da vazão máxima pode ser estabelecido assumindo riscos de 10 a 25 anos para uma chuva de 24 horas. Não necessariamente, segundo o mesmo autor, o controle deva ser realizado por estruturas de reservação e detenção, mas também por infiltração.

Este controle com medidas distribuídas pode ser efetivo para áreas inferiores a 100 ha. Ao contrário, para áreas maiores devem ser realizados estudos hidrológicos pela possibilidade de ocorrência do “timing” na composição dos hidrogramas de cheias das sub-bacias contribuintes, ocasionando a ampliação das vazões de pico (CANHOLI, 2005).

Segundo Tucci (2000), a vazão específica pode ser calculada pelo Método Racional para áreas inferiores a 200 ha:

$$q = 0,278 C \cdot i \text{ (L/s} \cdot \text{ha)} \quad (1)$$

onde i : intensidade pluviométrica (mm/h)

C : coeficiente de escoamento superficial, calculado por:

$$C = C_p + (C_i - C_p) \cdot A_i \quad (2)$$

Sendo C_p e C_i coeficientes de áreas permeáveis e impermeáveis respectivamente da área de estudo e A_i , índice de impermeabilização variando entre 0 e 1.

A vazão ‘ q ’ refere-se à condição anterior à ocupação e que deverá ser garantida após a implantação de um loteamento para manutenção das condições naturais hidrológicas. A intensidade depende da duração da chuva que por sua vez varia com o tempo de concentração, condicionante do Método Racional.

Ressalta-se que a duração de 24 h ocasionaria uma intensidade muito baixa e irreal, pois não se procura a vazão máxima diária, mas a vazão máxima durante a parte intensa da chuva no dia (Tucci, 2007).

Consoante Tucci (2007), a duração de uma hora representa um tempo compatível com áreas de até 100 ha, não promovendo aumento de vazão a jusante por vazões de restrições altas nem volumes de controle elevados com custos desnecessários.

Deste modo, a intensidade pluviométrica é calculada para um período de retorno de 10 anos e para duração de uma 1 hora, parâmetros que maximizam o volume reservado segundo a metodologia utilizada em Porto Alegre para o Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU), IPH (2001).

A equação utilizada para Goiânia baseou-se no trabalho de Costa e Prado (2003) proposta para Goiás e sul do estado de Tocantins. Para um período de retorno de 10 anos, tem-se a Equação 3:

$$i = \frac{B_2 T^\alpha}{(t+c)^b} \quad \text{para } 8 \text{ anos} < T \leq 100 \text{ anos} \quad (3)$$

onde: i é a intensidade da chuva (mm/min);

t : duração da chuva (min);

T : período de retorno (ano);

B_2, c, b : parâmetros que descrevem características locais;

α : parâmetro regional associado ao período de retorno T .

Os valores dos parâmetros para Goiânia são $B_2 = 64,3044$; $\alpha = 0,1471$; $c = 24,8$ e $b = 0,974711$ resultando na Equação 4:

$$i = \frac{64,3044 T^{0,1471}}{(t+24,8)^{0,974711}} \quad (4)$$

A equação utilizada para Cuiabá foi proposta por Silveira (2006) dada pela Equação 5:

$$i = \frac{1016,453T^{0,133}}{(t+7,5)^{0,739}} \quad (5)$$

onde: i é a intensidade da chuva (mm/h);

t: duração da chuva (min);

T: período de retorno (ano).

O volume de detenção necessário para reservar e amortecer a vazão pós-desenvolvimento é dado pela equação abaixo. Conforme Tucci (2007):

$$V = (Q_d - Q_a)t_k \quad (6)$$

onde: V: volume (m³);

Q_d: vazão pós-desenvolvimento (m³/s);

Q_a: vazão pré-desenvolvimento (m³/s);

t: duração (min);

k: valor para conversão de unidades.

Abaixo tem-se a equação 7 oriunda da equação 1, que representa o volume específico, ou, volume por unidade de área (m³/ha).

$$\frac{V}{A} = 0,06(2,78.C.i - Q_a)t.60 \quad (7)$$

O coeficiente de escoamento para áreas permeáveis adotado foi de 0,15 e para áreas impermeáveis equivalente a 0,80. Este valor pode variar em função das condições médias do tipo e uso do solo na cidade e podem ser estimados com base na Tabela 1 (Tucci, 2007).

Tabela 1 – Valores de C_p

Fonte	C _p
Grama (solo arenoso) ASCE (1969)	0,05 a 0,20
Grama (solo pesado) ASCE (1969)	0,13 a 0,35
Matas, parques e campos de esporte, Wilken (1978)	0,05 – 0,20
Equação Schueller (1987) (USA, 44 bacias)	0,05
Equação Urbonas et al (1990) (USA, 60 bacias)	0,04
Equação Tucci (2003) (Brasil, 11 bacias)	0,047
Usando Soil Conservation	0,025 – 0,31

Calcularam-se as intensidades pluviométricas para Goiânia e Cuiabá para período de retorno igual a 10 anos e duração de 1 hora. Por iteração determinou a duração para obtenção do volume máximo em função da área impermeável. Obteve-se por regressão linear a equação do volume específico em função da área impermeável.

RESULTADOS

Os valores obtidos para a vazão específica ou de pré-desenvolvimento e volumes de reservação com a metodologia proposta utilizada neste trabalho estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores da intensidade, vazão específica e volumes de reservação em função da área impermeável

Cidade	i (mm/h)	q (L/s*ha)	V (m³/ha)
Cuiabá	61,41	25,61	529,91
Goiânia	71,43	29,79	571,87

Os valores encontrados para Cuiabá se aproximam dos valores de Goiânia, com valores de intensidade inferiores e consequentemente vazões específicas e volumes de reservação. O valor de 25,61 L/s*ha, representa a vazão específica ou de pré-desenvolvimento a ser garantida para áreas inferiores a 100 ha passíveis de novas construções. Associadas a esta vazão, o volume de reservação necessário correspondente é de 5,29 m³/ha de área impermeável ou pela equação (8):

$$V = 5,29 * A_i \quad (8)$$

onde: V: volume de reservação (m³);

A_i: área impermeável do terreno (%).

Para a cidade de Goiânia não utilizou-se a i-d-f no formato em mm/hora, o que proporcionou o cálculo da intensidade e da vazão específica de pré-desenvolvimento com uma estimativa para o volume de reservação considerando a mesma intensidade da vazão específica sem levar em conta o cálculo do tempo que maximizasse o volume. Portanto, o valor de 571,87 m³/ha é uma aproximação. A equação respectiva é:

$$V = 5,72 * A_i \quad (9)$$

onde: V: volume de reservação (m³);

A_i: área impermeável do terreno (%).

A equação proposta para o volume de reservação em Cuiabá, disposta no Plano Diretor de Desenvolvimento Estratégico que contempla apenas a Zona da Área Central (ZAC) é dada por:

$$V = 0,20 * A_t * I_p * t \quad (10)$$

onde: V: volume de reservação (m³);

A_t: área do terreno (m²);

I_p: índice pluviométrico igual a 0,04 m/h.

Supondo uma situação com áreas variando de 500 a 10.000 m² e respeitando a manutenção de 25% de área permeável, constante nos dois Planos Diretores das cidades em análise como área mínima a ser garantidas, ter-se-iam, para a cidade de Cuiabá os valores, dispostos na Tabela 3, representando a discrepância entre volumes encontrados pela equações já existentes e a que se propõe neste trabalho.

A equação proposta em minuta de decreto (MP-GO, 2010) ainda em aprovação e estudos para a cidade de Goiânia é dada por:

$$V = (90 + A) * A_I \quad (11)$$

onde: V: volume de reservação (m³);

A: área do terreno (ha);

A_I: área impermeável (ha).

Tabela 3 – Cálculo do volume de reservação para distintas configurações de áreas de lotes para a cidade de Cuiabá

AT (m²)	AP (m²)	AI (m²)	Volume – Cuiabá (m³)	Volume – Proposto (m³)
500	125	375	4,00	19,84
1000	250	750	8,00	39,68
2000	500	1500	16,00	79,35
3000	750	2250	24,00	119,03
4000	1000	3000	32,00	158,70
5000	1250	3750	40,00	198,38
6000	1500	4500	48,00	238,05
7000	1750	5250	56,00	277,73
8000	2000	6000	64,00	317,40
9000	2250	6750	72,00	357,08
10000	2500	7500	80,00	396,75

AT: área total; AP: área permeável; AI: área impermeável

Construindo a mesma tabela para a cidade de Goiânia, demonstram-se as diferenças para o volume a que se pretende controlar e ao calculado por esta metodologia. Apesar do volume de reservação para Goiânia, ser uma aproximação, a ordem de grandeza se aproxima do valor para a cidade de Cuiabá, demonstrando a necessidade de revisão no cálculo deste parâmetro. Os valores estão dispostos na Tabela 4.

Tabela 4 – Cálculo do volume de reservação para distintas configurações de áreas de lotes para a cidade de Goiânia

AT (m²)	AP (m²)	AI (m²)	Volume – Goiânia (m³)	Volume – Proposto (m³)
500	125	375	67,54	21,45
1000	250	750	67,58	42,90
2000	500	1500	67,65	85,80
3000	750	2250	67,73	128,70
4000	1000	3000	67,80	171,60
5000	1250	3750	67,88	214,50
6000	1500	4500	67,95	257,40
7000	1750	5250	68,03	300,30
8000	2000	6000	68,10	343,20
9000	2250	6750	68,18	386,10
10000	2500	7500	68,25	429,00

AT: área total; AP: área permeável; AI: área impermeável

Apesar dos valores serem superiores pela metodologia aqui adotada, ficam evidentes duas situações distintas pela não maximização do volume em função da duração da chuva.

Para a cidade de Cuiabá, tem-se uma baixa reservação, com menores custos de implantação, caso fossem instaladas técnicas compensatórias e transferência dos problemas a jusante.

Em Goiânia, ter-se-iam volumes um pouco superiores aos obtidos para Cuiabá, no entanto, a faixa de variação para áreas superiores de volumes necessários diferenciaram-se pouco dos volumes obtidos para lotes pequenos, transferindo os problemas a jusante. Os volumes calculados pela metodologia adotada neste trabalho maximizam o volume em função da duração da precipitação, tendo-se tanto para áreas pequenas quanto maiores valores que vão garantir a possibilidade indiretamente da aplicação de medidas não convencionais seja para detenção, reservação ou infiltração.

Na Tabela 5, encontram-se os valores das vazões específicas e volumes de reservação para Campo Grande, Brasília, Porto Alegre e São Paulo consoante Tucci (2010). Segundo o mesmo autor valores para a região Centro-Oeste estariam na mesma ordem de grandeza, diferenciando da região Sudeste e Norte.

Tabela 5 – Valores de intensidade, vazão específica e volume de reservação para algumas cidades brasileiras

Cidade	i (mm/h)	q (L/s*ha)	V (m³/ha)
Cuiabá	61,41	25,61	529,91
Goiânia	71,43	29,79	571,87
Campo Grande	-	-	585,80
Brasília	-	-	470,00
Porto Alegre	52,58	20,80	425,00
São Paulo	-	-	90,00

Nota-se um aumento da magnitude para as cidades do centro-oeste brasileiro. O único valor que se diferencia drasticamente é o encontrado para a cidade de São Paulo que de acordo com a Lei Municipal n. 13.276, de 4/1/2002, regulamentada pelo Decreto n° 41.814, de 15/03/2002 estabelece a formulação (Equação 12) para o dimensionamento dos tanques de reservação.

$$V_{res} = 0,15. A_i. P. t \quad (12)$$

onde: V_{res} : volume de reservatório (m³);

A_i : área impermeável do terreno (m²);

t : duração da chuva (1h);

P : intensidade de chuva igual a 60 mm/h (0,06 m/h).

A lei ainda permite para áreas de estacionamentos, além dessa reservação, a obrigatoriedade de se deixar áreas permeáveis no valor de 30% da área do terreno bem como outras medidas (Canholi, 2005). Entretanto, há que se destacar que o valor de reservação é bastante inferior aos demais encontrados e já citados na literatura científica.

A Equação 10 presente na legislação cuiabana se assemelha a Equação 12, diferenciando apenas pelo fator da intensidade de chuva igual a 0,04 m/h e do fator 0,20 e proporcionando volumes abaixo dos necessários para reservação. Tal equação deverá ser revisada e estabelecida em futuro Plano Diretor de Drenagem para outras áreas que não somente correspondem a zonas de áreas centrais conforme legislação existente.

Na Figura 2, estão os valores dos volumes de reservação por hectare em função da área impermeável necessários para manutenção da vazão pré-urbanização para as cidades brasileiras.

Os valores obtidos para os volumes de reservação permitem estimar para bacias urbanas volumes necessários para os dispositivos de implantação em lote para áreas de até 100 ha. Indiretamente esta regulação atua na aplicação de técnicas compensatórias sejam elas com funções de infiltração, detenção ou reservação.

CONCLUSÕES

Estes valores constituem instrumentos de regulação para a drenagem urbana e do mesmo modo compreendem ferramentas de planejamento para previsão de possíveis volumes de reservação. Adiciona-se a este fator como planejamento para a implantação de técnicas compensatórias, o grande fator impeditivo relacionado à ausência de áreas urbanas a partir de certos volumes obtidos para implantação e os custos de desapropriação intrínsecos a esta tarefa.

Para ilustrar este exemplo, tome-se uma bacia urbana com cerca de 1 km² (100 ha) em Cuiabá com uma porcentagem de área impermeável máxima, baseado nos valores encontrados, obter-se-ia um volume de

reservação equivalente a 53.000 m³, acarretando problemas na alocação deste espaço para amortecimento de vazões pelas dimensões necessárias e custos envolvidos.

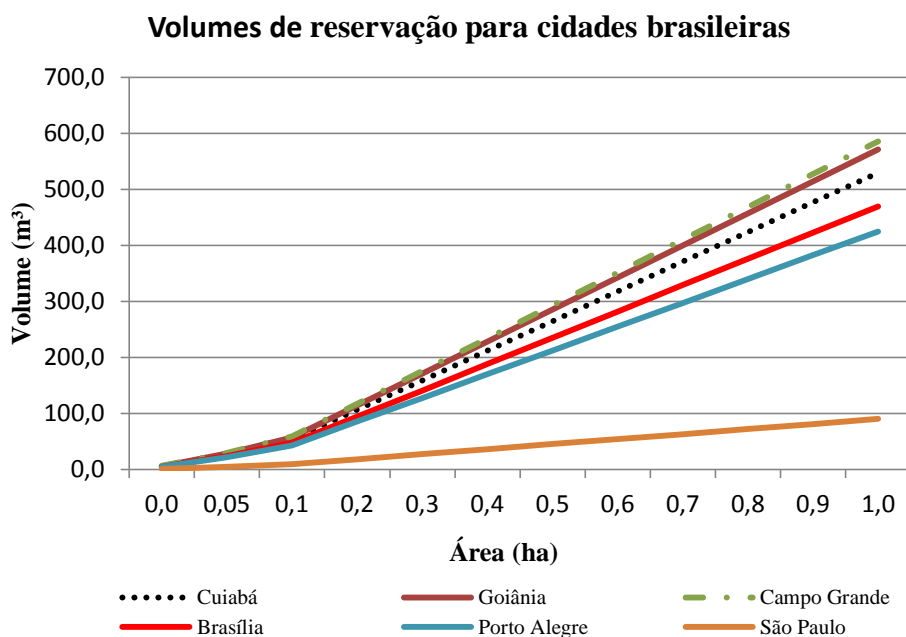


Figura 2 – Volumes de reservação para cidades brasileiras em função da área impermeável

Deste modo, a regulação que permite o controle quantitativo a partir do conhecimento da área impermeável permite ao proprietário do imóvel definir o tipo de estrutura seja ela de infiltração, reservação ou detenção no intuito, de resgatar as condições hidrológicas da pré-ocupação.

Evidenciam-se também, que a adoção do coeficiente para áreas permeáveis adotado equivalente a 0,15, poderá ser alterado conforme o conhecimento da área de estudo, do tipo de solo, condições de umidade e pelas tabelas existentes na literatura e a descrita neste trabalho. Poder-se-ão, utilizar, de maneira semelhante para análise períodos de retorno maiores respeitando o limite máximo de 25 anos.

Demonstra-se, então, que para o planejamento urbano, tais estimativas para os parâmetros citados neste artigo tornam-se úteis e necessárias, servindo de instrumentos na regulação da drenagem urbana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAPTISTA, M; NASCIMENTO, N; BARRAUD, S. Técnicas compensatórias de drenagem urbana. ABRH, Porto Alegre, 2005.
- COSTA, A. R. da; PRADO, L. A. Espacialização de chuvas intensas para o Estado de Goiás e o sul de Tocantins. Revista Engenharia Agrícola, Jaboticabal, São Paulo, v.23, n.2, p.268-276, 2003.
- CANHOLHI, A. P. Drenagem urbana e controle de enchentes. São Paulo. Oficina de textos, 2005.
- CNT. Center for Neighborhood Technology. The Value of Green Infrastructure – A guide to recognizing its economic, environmental and social benefits, 2010. Disponível em: <http://www.cnt.org/repository/gi-values-guide.pdf>. Acesso em: 17 maio.2011
- EPA.Environmental Protection Agency. Green Infrastructure in Arid and Semi-Arid Climates. 2010. Disponível em: http://www.epa.gov/npdes/pubs/arid_climates_casestudy.pdf. Acesso em: 12 dez.2010.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sinopse do Censo Demográfico do Censo 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 18 fev.2011
- IPH. Plano Diretor de Drenagem Urbana de Porto Alegre. Volume III – Bacia do Arroio do Areia. Porto Alegre, RS. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Instituto de de Pesquisas Hidráulicas, UFRGS, 2001.
- MP-GO. Ministério Público do Estado de Goiás. Minuta de Decreto que regulamenta o controle da drenagem urbana no municio de Goiânia, 2011. Disponível em: www.mp.go.gov.br/porta/web/hp/1/docs/minuta_de_decreto.doc. Acesso em: 17 maio.2011.

9. OLIVEIRA, I.C.E. Estatuto da Cidade; para compreender...Rio de Janeiro: IBAM/DUMA, 2001.
10. PAUL, M. J; MEYER, J. L. Streams in the urban landscape. Annual Review of Ecology Systems. 2001. vol. 32:335-365
11. PREFEITURA DE CUIABÁ. Plano Diretor de Desenvolvimento Estratégico de Cuiabá. IPDU – Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano. 2008.
12. PMG. Prefeitura Municipal de Goiânia. Plano Diretor de Goiânia, 2007. Disponível em: http://www.goiania.go.gov.br/download/legislacao/PLANO_DIRETOR_DO_MUNICIPIO_DE_GOIANIA_2007.pdf. Acesso em: 17 maio.2010.
13. SILVEIRA, A. Estudos Hidrológicos. Curvas Intensidade-Duração-Frequências das Precipitações Extremas para o município de Cuiabá. Julho 2006. Não publicado.
14. TUCCI, C. E. M. Coeficiente de escoamento e vazão máxima de bacias urbanas. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, RS, v. 5, n. 1, p. 61-68, jan/mar. 2000.
15. TUCCI, C. E. M. Inundações Urbanas. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007. 393p.
16. TUCCI, C. E. M. Volumes de controle na drenagem urbana II. Blog do Tucci. Disponível em <<<http://blog.rhama.net/2010/08/22/volumes-de-controle-da-drenagem-urbana-ii/>>> Acesso em: 29/10/2010.