

BACIAS DE DETENÇÃO

GONZAGA, Alberto Francener Nogueira ¹; **COSTA**, Alfredo Ribeiro da ².

Palavras-chave: drenagem urbana; reservatório de retenção; dimensionamento.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, ao contrário dos países desenvolvidos, ainda prevalece a idéia sanitária do “tudo no esgoto” como solução para a problemática da drenagem urbana. Esta idéia baseia-se na rápida evacuação das águas pluviais das áreas urbanas, conforme exposto por Nascimento e Baptista (1995). Assim, este modelo de drenagem urbana se preocupa apenas com a realização de obras que objetivam se livrarem depressa das águas pluviais.

Os países desenvolvidos começaram a perceber, a partir da década de 70, que o modelo “tudo no esgoto” não era sustentável. Dessa forma, surgiu o conceito de medidas compensatórias ou alternativas, que visam minimizar o impacto causado pela urbanização.

Devido ao intenso processo de urbanização que vem ocorrendo no Brasil nas últimas décadas, promovendo o crescimento desordenado das grandes cidades e a conseqüente insuficiência da infra-estrutura de drenagem urbana, observa-se o aumento da freqüência das cheias urbanas, com inúmeras perdas materiais e, inclusive, humanas.

O agravamento da situação da drenagem urbana deve-se aos seguintes fatores: impermeabilização decorrente do parcelamento excessivo do solo urbano; ocupação de áreas inapropriadas, como regiões ribeirinhas; estruturas mal-dimensionadas ou sub-utilizadas devido a detritos acumulados; a precariedade de mecanismos legais que estabeleçam parâmetros para a drenagem urbana; e o baixo nível de conscientização da população.

Uma solução eficiente para a questão da drenagem urbana passa pela diminuição do volume gerado pelo escoamento superficial, através da utilização de pavimentos permeáveis, poços de infiltração e o aumento da área permeável. Outra abordagem que apresenta bons resultados é a distribuição mais igualitária do volume escoado superficialmente, propiciado pela implantação de reservatórios de retenção, que diminuem a vazão de pico e o tempo de pico.

O dimensionamento dos reservatórios de retenção requer o conhecimento das características pluviométricas, expressa pela intensidade pluviométrica, da região, bem como do tamanho do lote onde será implementada essa estrutura.

2. METODOLOGIA

O reservatório de retenção é dimensionado de modo que a vazão máxima na saída deste é inferior à vazão máxima nas condições naturais do lote. Assim é necessário calcular as vazões máximas, tanto a de entrada no reservatório (condições atuais do lote), quanto a de saída (condições naturais do lote).

Para o cálculo das vazões máximas utiliza-se a fórmula racional $Q = C \cdot i \cdot A$.

Nesta equação têm-se, inicialmente, o valor da área do lote, que foi padronizada em 4 tamanhos: 300m², 400m², 500m² e 600m². Os valores do coeficiente de escoamento superficial (C) adotados para as condições atuais e naturais, são de 0,5 e 0,1, respectivamente, conforme utilizados por Tucci (1995).

Resta, ainda, determinar o valor da intensidade pluviométrica (i), que varia regionalmente. Utilizando-se a equação de chuva proposta por Costa e Prado (2003) para cidades de Goiás e Tocantins e uma cidade do Mato Grosso é possível determinar o valor da intensidade pluviométrica.

De posse das vazões máximas de entrada e de saída têm-se os parâmetros iniciais para o dimensionamento do reservatório.

A partir desse estágio lança-se mão da equação da continuidade, expressa na forma

diferencial $\frac{dV_R}{dt} = Q_E - Q_S$, que é desdobrada por meio do método dos elementos finitos

na equação $\frac{V_R^{t+1} - V_R^t}{\Delta t} = \frac{1}{2} \cdot (Q_E^t + Q_E^{t+1}) - \frac{1}{2} \cdot (Q_S^t + Q_S^{t+1})$

Os termos desconhecidos desta equação são Q_S^{t+1} e V_R^{t+1} . Já os termos Q_E^t , Q_E^{t+1} , Q_S^t e V_R^t são conhecidos, uma vez que o hidrograma de entrada no reservatório é conhecido e é necessário fornecer um armazenamento e uma vazão de saída inicial. Além dessa equação, ao utilizar a relação cota-armazenamento e a relação cota-vazão de saída é possível encontrar as variáveis Q_S^{t+1} e V_R^{t+1} .

Assim, a partir do tempo $t = 0$ até o esvaziamento do reservatório, obtém-se todos os valores de Q_S^{t+1} e de V_R^{t+1} , e, conseqüentemente, Q_S^t e V_R^t .

O volume mínimo de armazenamento do reservatório, $V_R^{\min}$, é o maior volume V_R^t encontrado, em $t = 0$ até o esvaziamento do reservatório.

O diâmetro a ser escolhido é o menor diâmetro que propicia a seguinte condição:

$$h^t \leq \frac{V_R^{\min}}{A_B}$$

Entretanto, ao se dimensionar os reservatórios deve-se ter em vista os aspectos econômicos e de execução e também de modo a minimizar a área ocupada pelo reservatório. Assim, utilizaram-se três critérios durante o dimensionamento: a) a vazão de pico do reservatório deve ser inferior a da vazão de pico do lote nas condições naturais ($C = 0,1$); b) a altura máxima do nível d'água no reservatório não pode exceder 1,00 m; c) a área útil do reservatório, ou seja, a área da base do reservatório não deve ultrapassar 1,0% da área total do lote.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Obtiveram-se, para 10 cidades, os valores de intensidades pluviométricas para períodos de retorno de 2 e de 5 anos, de acordo com a equação de chuva determinada por Costa e Prado (2003), de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 – Intensidade pluviométrica calculada para um período de retorno de 2 anos e de 5 anos, e duração de chuva de 5 min

Cidade	Intensidade Pluviométrica (mm/h)	
	T = 2 anos	T = 5 anos
Alto Garças (MT)	161,4	194,4
Anápolis	147,6	177,6
Aparecida de Goiânia	145,8	175,8
Caldas Novas	153,6	185,4
Catalão	136,8	165,0
Goiânia	145,2	175,2
Itumbiara	148,2	178,8
Luziânia	136,2	164,4
Palmas (TO)	156,6	188,4
Rio Verde	148,8	179,4

Em seguida, com a fórmula racional, puderam-se obter as vazões máximas de saída para as condições de pré-urbanização e de pós-urbanização para o período de retorno de 2 anos (Tabela 2).

Tabela 2 – Vazões máximas de saída do lote (em L/s), de acordo com sua área, para as condições de pré-urbanização (C = 0,1) e de pós-urbanização (C = 0,5)

Cidade	Área do Lote							
	300 m ²		400 m ²		500 m ²		600 m ²	
	C = 0,1	C = 0,5	C = 0,1	C = 0,5	C = 0,1	C = 0,5	C = 0,1	C = 0,5
Alto Garças (MT)	1,35	6,73	1,79	8,97	2,24	11,21	2,69	13,45
Anápolis	1,23	6,15	1,64	8,20	2,05	10,25	2,46	12,30
Aparecida de Goiânia	1,22	6,08	1,62	8,10	2,03	10,13	2,43	12,15
Caldas Novas	1,28	6,40	1,71	8,53	2,13	10,67	2,56	12,80
Catalão	1,14	5,70	1,52	7,60	1,90	9,50	2,28	11,40
Goiânia	1,21	6,05	1,61	8,07	2,02	10,08	2,42	12,10
Itumbiara	1,24	6,18	1,65	8,23	2,06	10,29	2,47	12,35
Luziânia	1,14	5,68	1,51	7,57	1,89	9,46	2,27	11,35
Palmas (TO)	1,31	6,53	1,74	8,70	2,18	10,88	2,61	13,05
Rio Verde	1,24	6,20	1,65	8,27	2,07	10,33	2,48	12,40

Assim, foi possível estimar as características necessárias aos reservatórios de retenção localizados em cada uma dessas cidades, dimensionados para um período de retorno de 2 anos, e tamanho do lote de 400 m² (Tabela 3).

Tabela 3 – Características dos reservatórios de retenção para lotes de 400 m² dimensionados para um período de retorno de 2 anos

Cidade	Área útil (m ²)	Volume de acumulação (m ³)	Vazão de pico (L/s)	Diâmetro da tubulação de saída (mm)
Alto Garças (MT)	2,09	2,09	1,64	32
Anápolis	2,09	2,09	0,99	25
Aparecida de Goiânia	2,06	2,06	0,99	25
Caldas Novas	1,96	1,96	1,64	32
Catalão	1,91	1,91	0,99	25
Goiânia	2,05	2,05	0,99	25
Itumbiara	2,10	2,10	0,99	25
Luziânia	1,91	1,91	0,99	25
Palmas (TO)	2,01	2,01	1,64	32
Rio Verde	2,11	2,11	0,99	25

Os reservatórios de retenção, do modo como foram dimensionados, não apresentam grande eficiência para chuvas de baixa intensidade, ou seja, de pequeno período de retorno. Assim, quanto menor for a intensidade da chuva, menor será a sua eficiência e maior a relação entre a vazão de pico do reservatório (vazão máxima de saída) e a vazão máxima de entrada no mesmo.

4. CONCLUSÃO

Da maneira como os resultados se encontram, os reservatórios de retenção já possuem dimensão de volume definida para a utilização em 24 cidades de Goiás, cinco de Tocantins e uma do Mato Grosso, podendo ser utilizados em projetos de dimensionamento de reservatórios de retenção.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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, SP, v.23, n.2, p. 268-276, 2003.

NASCIMENTO, N. O.; BAPTISTA, M. B. Contribuição para um enfoque ampliado do uso de bacias de retenção em meio urbano. In: BRAGA, B.; TUCCI, C. E. M.; TOZZI, M. (Org.). *Drenagem Urbana: Gerenciamento, Simulação e Controle*. cap.15, Porto Alegre, RS: ABRH, p.189-203, 1995.

TUCCI, C. E. M. Estimativa do volume para controle da drenagem no lote. In: BRAGA, B.; TUCCI, C. E. M.; TOZZI, M. (Org.). *Drenagem Urbana: Gerenciamento, Simulação e Controle*. Porto Alegre, RS: ABRH/Editora da Universidade UFRGS, p.155-163, 1995.

FONTE DE FINANCIAMENTO – CNPq/PIBIC

¹ Bolsista de Iniciação Científica, Escola de Engenharia Civil, albertofng@yahoo.com.br ;

² Orientador, Escola de Engenharia Civil, alfredo@eec.ufg.br .