

CONTROLE DO ESCOAMENTO PLUVIAL URBANO COM BACIAS DE DETENÇÃO NA CIDADE DE BRASÍLIA/BRASIL

N. Aldo Campana, R. Silveira Bernardes e J. Milograna Cortes

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental - ENC
Faculdade de Tecnologia - FT.
Universidade de Brasília - UnB
mnestor@unb.br

Resumo: As cheias urbanas são responsáveis por transtornos que vão desde pequenos empoçamentos a enormes prejuízos materiais e à saúde humana. Com o intuito de minimizar o efeito das enchentes em áreas urbanas, várias metodologias vêm sendo estudadas. Dentre elas as bacias de detenção e retenção são bastante utilizadas em áreas com urbanização consolidada. Neste estudo apresenta-se uma análise da eficiência de uma bacia de detenção alagada no controle de inundações abordando os aspectos quantitativo e qualitativo do escoamento proveniente da rede de drenagem da cidade de Brasília - DF, Brasil. Os resultados mostraram a eficiência do dispositivo monitorado na redução das vazões de pico. Além disso, foi possível reduzir as concentrações de alguns poluentes encontrados nas águas pluviais despejadas na referida bacia de detenção.

INTRODUÇÃO

As expansões dos centros urbanos, observadas em diversas regiões no mundo, têm sido acompanhadas, normalmente, por uma alta taxa de impermeabilização do solo. Em termos hidrológicos, a substituição da cobertura natural por superfícies impermeáveis produz alterações nas características do escoamento superficial, com o aumento e antecipação das vazões máximas e ampliação dos volumes escoados. Esses efeitos, associados à utilização de soluções tradicionais de drenagem pluvial, têm sido apontados com um dos fatores agravantes das inundações urbanas e da poluição dos mananciais utilizados para despejo da água da chuva.

Quando da ocorrência de eventos de inundação, a constatação da contaminação da população sujeita ao contato com as águas de chuva também mostrou claramente a necessidade de se investigar os tipos de compostos carregados pelas águas pluviais nas ruas e córregos urbanos. Levando-se em conta o sistema separador absoluto adotado pela grande maioria das cidades brasileiras, a detecção de despejos domésticos clandestinos na rede de drenagem obriga a administração local a fazer o tratamento antes da descarga nos rios, das águas pluviais urbanas.

Por esses motivos, desde a década de 70, uma abordagem inovadora na concepção de sistemas

de drenagem vem se consolidando internacionalmente, apoiada em princípios modernos de gerenciamento das águas pluviais em meio urbano. Como parte dessa nova abordagem, destaca-se o incentivo pela utilização de soluções não convencionais de drenagem, que têm por característica atuar no controle do escoamento superficial, em vez de simplesmente transportá-lo rapidamente para fora dos centros urbanos por meio de canalizações.

As soluções não convencionais atuam no sentido de promover a detenção e a infiltração no solo da água da chuva. As práticas mais difundidas correspondem às bacias de detenção (ou retenção); os dispositivos de infiltração como trincheira de infiltração, planos de infiltração, bacias de percolação, dentre outros; e, mais recentemente, o uso de revestimentos com superfícies permeáveis.

Conforme Silva (2006), desde início da década dos anos 90 surge no Brasil um novo paradigma para a drenagem urbana o qual abandona o conceito tradicional de drenagem que consistia em retirar o excedente superficial o mais rápido possível da bacia hidrográfica, para se adotar um modelo compensatório que não permite a propagação do excedente superficial para jusante, mas sim a permanência do mesmo na bacia hidrográfica, obviamente em local apropriado para não gerar interferências à população.

Alternativa de controle	Porcentagem de remoção				
	Sólido em suspensão	Fósforo Total	Nitrogênio Total	Zinco	Bactéria
Minimização de áreas conectadas	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Faixas gramadas	10-20	0-10	0-10	0-10	n.d.
Valetas gramadas	20-40	0-15	0-15	0-20	n.d.
Bacias de retenção secas	50-70	10-20	10-20	30-60	50-90
Bacias de retenção alagadas	60-95	0-80	0-80	0-70	n.d.
Alagadiços	40	9-60	9-60	60	n.d.
Pavimento poroso	80-95	65	65	99	n.d.
n.d.: informação não disponível					

Tabela 1. Eficiência das medidas estruturais na melhoria da qualidade da água

A partir desse momento são incorporadas ao sistema de drenagem urbana as denominadas medidas compensatórias que visam o armazenamento temporário do excedente superficial e/ou a infiltração do mesmo, ou parte dele, no solo. Este tipo de solução é conhecido também como medida estrutural, uma vez que envolve a construção de uma obra física.

Diversos pesquisadores tais como Campana e Tucci (2001), Bertoni *et al.* (2004), Chocat *et al.* (2004), Jones *et al.* (2006), entre outros, citam que dentre as medidas compensatórias mais amplamente difundidas, destacam-se os dispositivos de infiltração tais como bacia e valas de infiltração e percolação, que reduzem o volume do escoamento superficial e possibilitam a recarga do lençol freático e; e os dispositivos de retenção e retenção tais como reservatórios abertos ou enterrados, impermeáveis ou não, que têm por objetivo o controle da vazão lançada nas galerias de águas pluviais e corpos d'água receptores.

Em áreas de ocupação muito densa, o que dificulta a utilização de medidas que favorecem a infiltração que demandam espaços relativamente grandes, uma medida bastante difundida é a utilização de reservatórios ou bacias de retenção e retenção. No tocante ao aspecto hidráulico dos reservatórios, pelos estudos já desenvolvidos, por simulação matemática pode-se concluir que os mesmos se apresentam como alternativa viável do ponto de vista da redução dos picos dos hidrogramas de cheia.

As medidas para o controle de cheias podem assumir características preventivas ou corretivas conforme a etapa de execução das mesmas. As medidas não estruturais, pela sua essência, possuem um caráter preventivo tanto no aspecto quantitativo quanto no aspecto qualitativo.

A convivência com a inundação por meio da utilização de sistemas de alerta e seguro contra inundação e o respeito ao zoneamento de áreas de inundação como uma forma de restringir e

organizar a ocupação urbana são exemplos de medidas não estruturais. De acordo com Baptista *et al.* (2005), as medidas não estruturais incluem, também, o planejamento da deposição de resíduos perigosos tais como substâncias tóxicas, restos de tinta, solventes e pesticidas, os programas de prevenção e controle da erosão, varrição de ruas e disposição adequada do lixo urbano e o controle de pontos potencialmente poluidores.

As medidas estruturais, a princípio utilizadas para o controle quantitativo, também têm efeito sobre a concentração de poluentes carreados pelas águas pluviais, conforme citam Mays e Pe (2001) e Urban Drainage and Flood Control District (1992). A Tabela 1 apresenta alguns resultados divulgados pela literatura sobre a eficiência de medidas estruturais na remoção de poluentes.

Um aspecto relevante a ser destacado é a diferença entre os sistemas de distribuição de água potável e coleta de esgoto, e o sistema de drenagem urbana. Este último funciona apenas no período chuvoso (uns poucos meses durante o ano) e o resto do tempo ocioso; enquanto os outros dois sistemas funcionam todos os dias do ano.

Esse comportamento característico do sistema de drenagem urbana o torna uma infraestrutura relativamente cara se comparada a seu uso. Então, com o intuito de melhorar a relação custo-benefício surge uma nova tendência no desenvolvimento de sistemas de drenagem urbana que é a incorporação de funções múltiplas a essa infraestrutura.

Em relação às bacias de retenção Welsh (1989) cita que a incorporação de funções múltiplas aparece muito clara ao se analisar a evolução mundial de utilização deste tipo de estrutura e distingue pelo menos quatro fases: numa primeira fase as obras de retenção visavam apenas o controle quantitativo do escoamento; numa fase posterior além da função específica do

controle do escoamento superficial foram concebidas e integradas à paisagem urbana de modo a servir também como um espaço de recreação e lazer; na terceira fase soma-se mais uma função que é a de contribuir para a melhoria da qualidade do escoamento superficial; entretanto na quarta fase os esforços são concentrados em estudar a viabilidade de se usar esse volume de água armazenado como eventual fontes de abastecimento.

Diante do exposto, o presente estudo apresenta os resultados obtidos do monitoramento de uma bacia artificial de retenção alagada (que se comporta também como bacia de retenção), situada na cidade de Brasília - DF, tendo como objetivo, avaliar a eficiência da mesma no amortecimento do pico das cheias e, ainda, observar o seu comportamento no que diz respeito à remoção da concentração de poluentes trazidos pelo escoamento superficial e a possível contaminação das águas pluviais por esgoto doméstico.

A razão principal desta pesquisa é a determinação da viabilidade, ou não, no contexto da cidade de Brasília, da possibilidade de utilizar medidas compensatórias para o controle do escoamento pluvial urbano e que também atendam a outras finalidades.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE DRENAGEM E DA BACIA DE DETENÇÃO

A bacia de retenção monitorada encontra-se localizada no Parque da Cidade de Brasília-Brasil e é uma bacia permanentemente alagada (Figura 1), que além do controle de inundações é elemento urbanístico do referido parque, bastante freqüentado pela comunidade da cidade. Essa bacia recebe o escoamento de uma área de drenagem de 6,12 km², sendo 0,11 km² de área comercial, 2,28 km² de área residencial, 3,28 km² de área sem ocupação (gramada, em parque ou cerrado) e 0,45 km² ocupados pelo sistema viário incluindo calçadas e passeios.

As características da bacia de retenção são: área de 0,167 km², profundidade média de 0,68 m, comprimento no sentido longitudinal predominante do escoamento de 809 m.

Quanto ao clima, na cidade de Brasília predomina o quente e semi-úmido. Segundo a classificação de Köppen o clima dominante é o tropical (Aw) e o tropical de altitude (Cwa) e (Cwb). Existem duas estações bem definidas, uma chuvosa e quente que ocorre entre os meses de outubro e abril, e outra fria e seca que ocorre entre maio e setembro. Os meses mais chuvosos são os de novembro a janeiro. Com relação aos índices de precipitação, a média pluviométrica anual fica em torno de 1500 a 1700 mm. Já a média térmica anual varia entre 22 a 24° C, sendo que a

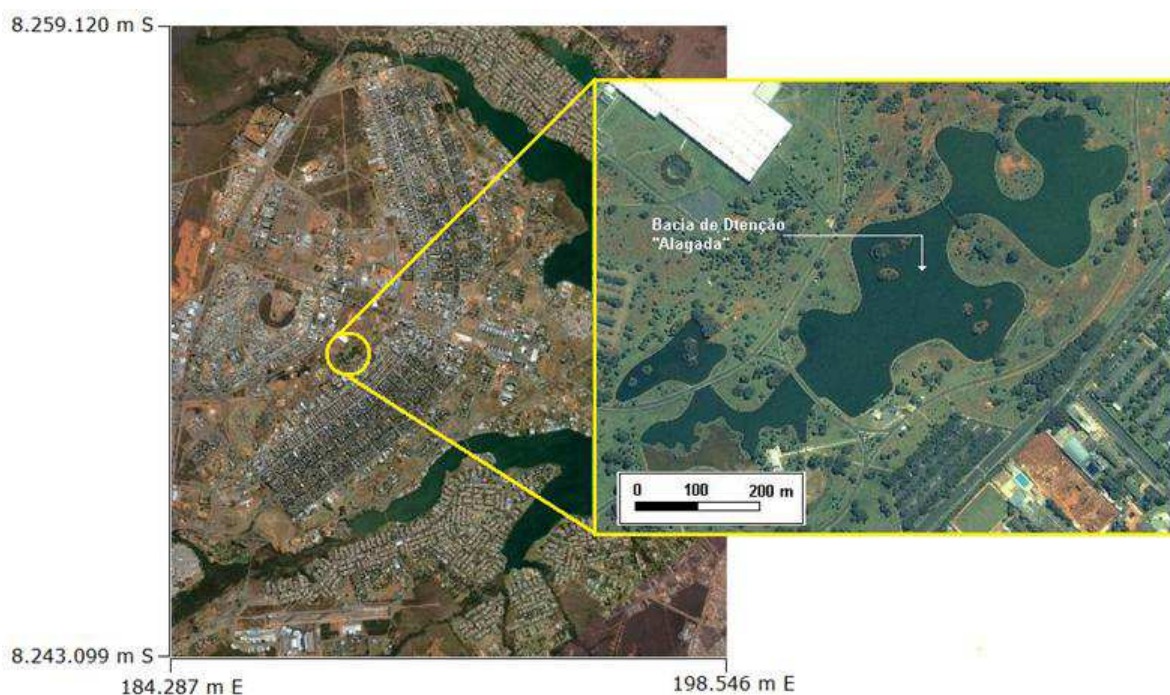


Figura 1. Localização da bacia artificial de retenção monitorada (imagem Spot 5 de 17/07/2005)

média máxima ultrapassa 25° C e a média mínima alcança 18° C (Gomes, 2004).

DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO

Para o presente estudo foram coletados dados de vazão (hidrograma de escoamento superficial) e qualidade da água na canalização de entrada da bacia de retenção, aqui denominada de seção de montante, e na canalização de saída da bacia de retenção, aqui denominada de seção de jusante.

Monitoramento quantitativo

A estratégia de monitoramento da bacia de retenção foi elaborada com base nas propostas apresentadas por EPA (1986), e Guo e Urbonas (2002). Basicamente, consistiu na determinação da vazão de montante e a de jusante utilizando um vertedor triangular e régua linimétrica. Em cada um dos eventos monitorados foram realizadas medições de vazão em intervalos de cinco minutos.

O comportamento da bacia de retenção foi monitorado para dois eventos chuvosos, e também, foi medido o hidrograma de entrada durante um dia no qual não houve ocorrência de precipitação, com o intuito de verificar a existência de ligações clandestinas de esgoto na rede de drenagem.

O período de monitoramento foi de 14/12/2004 até 21/02/2005, e o motivo pelo qual a quantidade de eventos monitorados ficou restrita a apenas dois é que após monitorar o segundo evento os equipamentos de medição de vazão (vertedor e régua linimétrica) foram depredados.

Monitoramento qualitativo

O esquema de monitoramento da qualidade do escoamento baseou-se nas sugestões de EPA (1986), Gray e Becker (2002), Lee e Bang (2000) e Lee *et al.* (2002), que recomendam tomar cuidado para que os parâmetros escolhidos para

análise de amostras do escoamento envolvam a análise de, no mínimo, matéria orgânica, nutrientes, microbiologia e metais pesados. A escolha dos parâmetros para o presente trabalho foi feita baseada nesse princípio, além de levar em conta também os parâmetros mais usuais.

De forma similar ao monitoramento quantitativo, foram coletadas amostras do escoamento pluvial a montante e à jusante da bacia de retenção, ao longo dos eventos chuvosos para caracterizar avaliar a contribuição dessa bacia artificial na melhora da qualidade da água da drenagem pluvial. Os parâmetros de qualidade monitorados foram: DQO, DBO, sólidos em suspensão, coliformes totais, óleos e graxas.

Em função de ter observado no escoamento de entrada da bacia de retenção que em determinados horários havia uma concentração maior de substâncias características de esgotos domésticos, suspeitou-se da existência de conexões clandestinas de esgoto na rede de drenagem pluvial. Sendo assim, foi feita uma campanha para determinação da vazão e das respectivas concentrações de poluentes na água da rede de drenagem em um dia sem chuva.

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A Figura 2 corresponde aos hidrogramas de escoamento superficial registrados na bacia de retenção. Esses resultados mostram claramente a eficiência hidráulica da bacia de retenção no que diz respeito à redução das vazões de pico das ondas de cheia.

A Tabela 2 apresenta os valores das vazões de pico medidas na seção de montante e na seção de jusante para os eventos com chuva das bacias de retenção monitoradas; o tempo ao pico para cada caso; a porcentagem de redução observada na vazão de pico; a precipitação observada; assim como a precipitação antecedente (precipi-

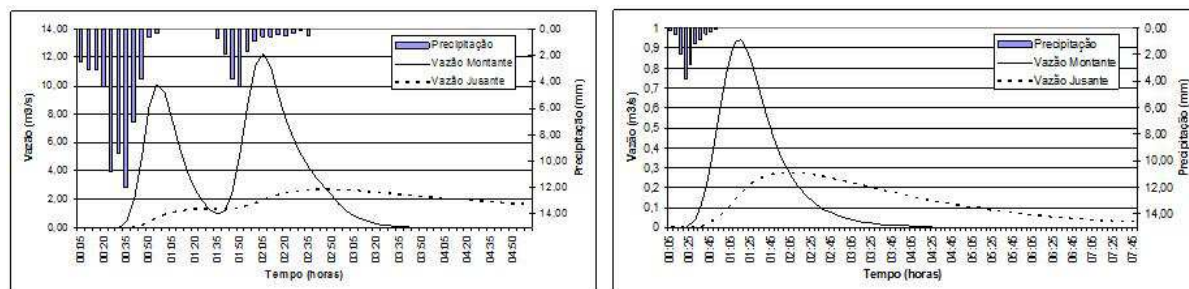


Figura 2. Hidrogramas nas seções de montante e jusante na bacia de retenção, para os eventos 1 (esquerda) e 2 (direita)

Evento	Vazão de pico de montante (m³/s)	Tempo ao pico de montante (h)	Vazão de pico de jusante (m³/s)	Tempo ao pico de jusante (h)	Redução da vazão de pico (%)	Precipitação (mm)	Precipitação antecedente (mm)
1	10,08	00:55	2,69	02:45	73	73,1	12,8
	12,26	02:05			78		
2	0,94	01:15	0,276	01:55	71	12,04	7,6

Tabela 2. Valores das vazões de pico para os eventos monitorados a montante e a jusante e porcentagem de redução da vazão de pico

Evento	Temp (°C)	pH	Conduct. (µS/cm)	DQO (mg/l)	DBO (mg/l)	Sol. Suspen. (mg/l)	Nitrato (mg/l)	Colif. Totais (NMP/100ml)	Colif. Termotoler (NMP/100ml)	Orto-Fosfato (mg/l)	Óleos e graxas (mg/l)
Dados de Montante (seção de entrada)											
1	n.d.	6,79	68,60	74,50	9,25	95,00	1,10	536000	52033	0,168	12,650
2	n.d.	6,59	53,16	36,05	9,17	95,05	1,15	1655608	89307	0,141	14,135
Dados de Jusante (seção de saída)											
1	n.d.	7,43	n.d.	67,32	8,44	43,40	0,81	477150	n.d.	n.d.	12,860
2	n.d.	7,16	n.d.	33,24	8,65	37,83	1,03	1403493	n.d.	n.d.	11,515

n.d.: informação não disponível

Tabela 3. Concentração média dos parâmetros da qualidade do escoamento pluvial para a bacia de retenção alagada

tação total acumulada ocorrida nos cinco dias anteriores ao evento monitorado).

Assim como observado na Figura 2, os dados da Tabela 2 vêm comprovar a eficiência hidráulica da bacia de retenção como mecanismo para o controle de cheias em áreas urbanas, uma vez que a redução média observada na vazão de pico foi de 74 %. Além da alta taxa de redução das vazões de pico observada, pode-se ainda observar o aumento significativo no tempo até a ocorrência da vazão de pico.

No que se refere ao aspecto qualitativo do escoamento pluvial, as concentrações médias dos diversos parâmetros monitorados são apresentadas na Tabela 3, enquanto os valores da Tabela 4 referem-se à taxa média de redução da concentração de poluentes registrada na bacia de retenção. A concentração média de cada parâmetro para cada evento chuvoso monitorado foi estimada da seguinte forma:

$$CME = \frac{\sum_{i=1}^n C_i Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} \quad (1)$$

onde CME = concentração média do evento (massa · volume⁻¹), C_i = concentração de cada amostra (massa · volume⁻¹), Q_i = vazão do escoamento superficial no momento da coleta da amostra (volume · tempo⁻¹) e n = quantidade

de amostras coletadas (adimensional).

Parâmetro	% de redução na concentração
DQO	7-10
DBO	5-9
Sólidos Suspensos	41-74
Nitrato	7-14
Coliformes totais	10-24
Óleos e graxas	14-21

Tabela 4. Porcentagem de redução da concentração de poluentes para a bacia de retenção monitorada

Vale ressaltar a dificuldade de se conhecer com exatidão a qualidade das águas do escoamento pluvial urbano em função da existência de conexões clandestinas de esgoto na rede de drenagem, fato este comprovado com o monitoramento da bacia de retenção num dia sem ocorrência de chuva. O hidrograma observado nesse dia é mostrado na Figura 3.

Considerando que a bacia tem funcionamento como reator de fluxo disperso uso-se os resultados das análises de qualidade da água para os eventos analisados para ajustar o modelo proposto por Metcalf e Eddy (1991):

$$S = S_0 \frac{4 \cdot a \cdot e^{1/2 \cdot d}}{(1 + a)^2 \cdot e^{a/2 \cdot d} - (1 - a)^2 \cdot e^{-a/2 \cdot d}} \quad (2)$$

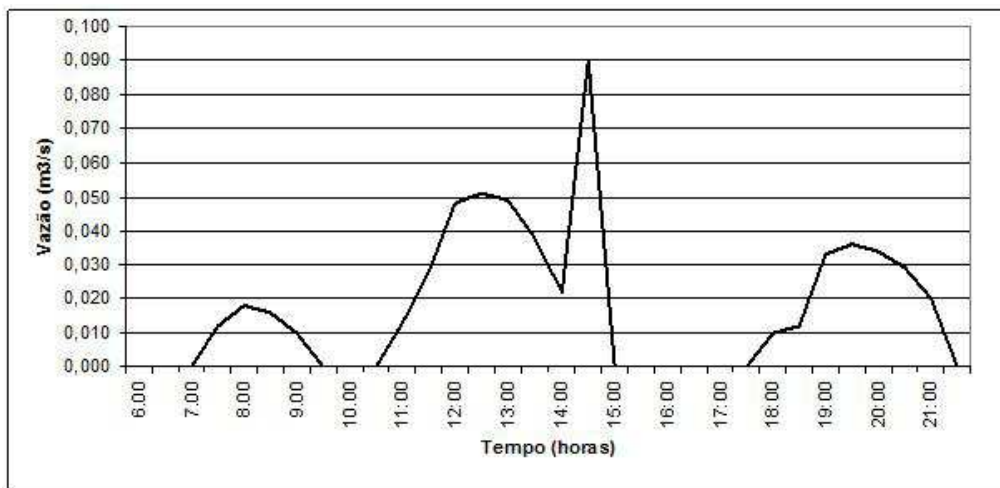


Figura 3. Hidrogramas nas seções de montante e jusante na bacia de detenção, para os eventos 1 (esquerda) e 2 (direita)

$$d = \frac{D}{U \cdot L} = \frac{D \cdot t}{L^2} \quad (3)$$

$$a = \sqrt{1 + 4 \cdot K \cdot t \cdot d} \quad (4)$$

onde S = Concentração do poluente efluente (massa·volume⁻¹); S_0 = Concentração do poluente afluente (massa·volume⁻¹); K = Coeficiente de remoção do poluente (tempo⁻¹); t = tempo de detenção (tempo); d = número de dispersão (adimensional); D = Coeficiente de dispersão longitudinal (distância²·tempo⁻¹); U = velocidade média na lagoa (distância·tempo⁻¹); L = Comprimento do percurso longitudinal na lagoa (distância).

Chegou-se à conclusão de que podemos agrupar os poluentes em dois grandes grupos, considerando o coeficiente de remoção do poluente (K): a) Poluentes tipicamente em solução; e b) Poluente tipicamente em suspensão.

Aqueles com característica de material predominantemente em solução ou em partículas muito pequenas podem-se considerar representados pelos parâmetros DQO, DBO, Nitrato, Ortofosfato e organismos coliformes. Para esse grupo, os valores de K estão ao redor de 0,5 d⁻¹.

É importante citar que os valores de K referem-se ao comportamento da bacia de detenção, considerando a concentração na entrada e na saída da mesma, independentemente se a substância, por exemplo coliforme, é proveniente do lavado das superfícies da cidade ou de lançamentos clandestinos de esgotos na rede de drenagem pluvial.

Aqueles com características de material em suspensão, encontram-se os representados pelos

parâmetros Sólidos em Suspensão e Óleos e Graxas. Nesses casos os valores de K são superiores ao encontrado para os poluentes dissolvidos. Para o caso dos representados por Sólidos em Suspensão, os valores de K estão na ordem de 3,0 d⁻¹; no caso dos representados por Óleos e Graxas, os valores de K estão na ordem de 1,0 d⁻¹.

A primeira grande conclusão é que a bacia remove, com maior eficiência, o grupo de poluentes com característica de material em suspensão. Essa característica está associada ao processo de remoção, que nesses sistemas funciona predominantemente como processo físico. Sobre a diferença entre aqueles caracterizados como Sólidos Suspensos e os Óleos e Graxas, a explicação pode ser dada pela característica do funcionamento hidráulico das bacias, onde o material flotante tem menor restrição para saída do que o material que sedimenta. Essas considerações podem levar a estudos sobre dispositivos de saída, procurando aumentar a eficiência do material flotante.

Os resultados do monitoramento desta bacia alagada foram comparados com os dados obtidos por Milograna e Campana (2005) no monitoramento de uma bacia de retenção seca e verificou-se que no tocante a remoção de poluentes, a bacia alagada tem desempenho um pouco superior à bacia seca. Isso pode ser explicado pelo fato de que a bacia alagada funciona semelhantemente a uma lagoa de estabilização, com desempenho ampliado pela razão de funcionar como um reator bioquímico.

CONCLUSÕES

Diante do exposto pode-se concluir que a utilização de bacias de retenção como medida de controle de cheias apresenta resultados satisfatórios no aspecto quantitativo, podendo ainda colaborar para a redução da concentração dos poluentes oriundos dos diversos usos do solo em meio urbano que estejam em contato com as águas despejadas na rede de pluviais.

Como era esperado no presente estudo foi comprovada a existência para a região da cidade de Brasília-Brasil, de um problema que aflige a maioria das cidades que adotam um sistema separador absoluto para esgoto: a contaminação das águas pluviais pela ligação clandestina de esgoto doméstico.

No tocante ao aspecto qualitativo das águas pluviais, a bacia de retenção alagada mostrou eficiente na retenção de poluentes, mas mesmo assim os valores apresentados ainda encontram-se muito aquém dos valores citados por Urban Drainage and Flood Control District (1999) *apud* Prefeitura Municipal de São Paulo (1999) com exceção da remoção de sólidos em suspensão que apresentou uma taxa de remoção de 74 %.

É importante observar que os valores encontrados para o coeficiente de remoção do poluente (K) devem ser tomados com reservas pois trata-se de uma primeira estimativa realizada com base num número reduzido de eventos observados. Entretanto, há indícios claros da contribuição dessa estrutura na melhoria da qualidade do escoamento pluvial urbano.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq - Conselho Nacional de desenvolvimento Científico e Tecnológico, que financia o Projeto "Gerenciamento Integrado da Drenagem Urbana" no contexto do qual foi desenvolvida a presente pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Baptista, M., Nascimento, N. e Barraud, S., (2005). Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana. Editora ABRH, 266 p. Porto Alegre, RS.
- Baptista, M., Nascimento, N. e Barraud, S., (2005). Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana. Editora ABRH, 266 p.
- Berton, J.C. (org), (2004). Inundaciones Urbanas en Argentina. Ed. Universitas, 1a edição, 254 p.
- Campana, N.A. e Tucci, C.E.M., (2001). Predicting floods from urban development scenarios: case study of the Diluvio basin. Porto Alegre, Brazil, in: Urban Water, Oxford, Vol. 3 no. 2, p. 113–124.
- Chocat, B., R. Ashley, J. Marsalek, M.R. Matos, W. Rauch, W. Schilling e B. Urbonas, (2004). Urban drainage - out-of-sight, out-of-mind?. p. 1659–1690. In Proc. NOVATECH 2004, Sustainable Techniques and Strategies in Urban Water Management, Lyon, France, June 6–10.
- EPA, (1986). Methodology for Analysis of Detention Basins for Control of Urban Runoff Quality, EPA440/5-87-001, September.
- Gomes, V.M., (2004). Caracterização Qualitativa e Quantitativa da Água de Drenagem Pluvial. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos), Universidade de Brasília, Brasília, pp. 78.
- Gray, S.R. e Becker, N.S.C., (2002). Contaminant Flows in Urban Residential Water Systems. Urban Water., Vol. 4, pp. 331–346.
- Guo, James C.Y. e B. Urbonas, (2002). Runoff Capture and Delivery Curves for Storm Water Quality Control Designs. ASCE Journal of Water Resources Planning and Management, Vol. 128, No. 3.
- Jones, J., James C.Y. Guo e B. Urbonas, (2006). Safety on Detention and Retention Pond Designs. Journal of Storm Water.
- Lee, J.H. e Bang, K.W., (2000). Characterization of Urban Stormwater Runoff. Water Research., 34(6), pp. 1773–1780.
- Lee, J.H., Bang, K.W., Ketchum, L.H., Choe, J.S. e Yu, M.J., (2002). First Flush Analysis of Urban Storm Runoff. The Science of the Total Environment, 293, pp. 163–175.
- Mays, L.W. e Pe, P.H., (2001). Stormwater Collection Systems Design Handbook. Ed. McGraw-Hill, pp. 757.
- Metcalf & Eddy, (1991). Wastewater engineering: treatment, disposal and reuse. 3a edição, McGraw-Hill, New York, pp. 1334.
- Metcalf, J. e Eddy, H., (1991). Wastewater Engineering: treatment, disposal and reuse. 3a edição, McGraw-Hill, New York, pp. 334.
- Milograna, J. e Campana, N.A., (2005). Análise de Bacias de Retenção em Meio Urbano como Medida de Controle Cheias

- nos Aspectos Quantitativo e Qualitativo. Anais do XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, João Pessoa/PB, Brasil.
- Prefeitura Municipal de São Paulo - PMSP, (1999). Diretrizes Básicas para Projetos de Drenagem Urbana no Município de São Paulo. Ed. FCTH-USP, pp. 289.
- Silva, G.B.L., (2006). Avaliação Experimental da Eficiência de Superfícies Permeáveis com Vistas ao Controle do Escoamento Superficial. pp. 199, Tese (Doutorado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos), Universidade de Brasília, Brasília.
- Urban Drainage and Flood Control District, (1991). Urban Storm Drainage Criteria Manual. Vol. 3 - Best Management Practices. Urban Drainage and Flood Control District, Denver, Colorado, pp. 665.
- Walesh, S.G., (1989). Urban Surface Water Management. Ed. John Wiley & Sons, pp. 599.