

## **DISCUSSÃO SOBRE O APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA E A SUSTENTABILIDADE HÍDRICA**

MARGOLAINE GIACCHINI<sup>1\*</sup>, ALCEU GOMES DE ANDRADE FILHO<sup>2</sup>,  
DANIEL COSTA DOS SANTOS<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ms. Professora FACULDADES PONTA GROSSA, FPG, Ponta Grossa - PR. Fone: (42) 99216511,  
margolaine@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Dr. Professor Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, agafilho@uepg.br

<sup>3</sup> Dr. Professor Universidade Federal do Paraná-UFPR, dcsantos.dhs@gmail.com

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC' 2015  
15 a 18 de setembro de 2015 - Fortaleza-CE, Brasil

**RESUMO:** A investigação das interferências do sistema de aproveitamento da água de chuva nas respectivas bacias hidrográficas constitui fator importante para análise do ciclo da água nas áreas urbanas. Neste sentido, este trabalho tem por objetivo discutir a relação entre o aproveitamento da água de chuva nas edificações e a sustentabilidade hídrica da bacia hidrográfica. O estudo analisou aspectos relativos ao volume do reservatório e ao uso da água de chuva na bacia sanitária, através da simulação de uma situação hipotética estabelecida na área sob estudo. Foi desenvolvido um balanço hídrico parcial correspondente a variação do volume afluente de água na bacia hidrográfica com o uso da água de chuva na bacia sanitária. O armazenamento de volumes expressivos de água pluvial pode vir a interferir no processo natural do ciclo hidrológico. Da mesma forma, o uso de água pluvial em bacias sanitárias e, o consequente encaminhamento ao sistema de esgotamento sanitário, pode constituir fator de interferência neste processo. Através das análises do cenário concebido para a discussão do tema, salienta-se a importância de uma interpretação holística dos diferentes aspectos que envolvem o aproveitamento da água de chuva em áreas urbanas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aproveitamento de água de chuva; Sustentabilidade Hídrica, Água pluvial

### **STUDY UTILIZATION OF RAIN WATER AND WATER SUSTAINABILITY**

**ABSTRACT:** The investigation of the interference the system of runoff water exploitation in their river basins is an important factor for analysis of the water cycle in urban areas. Thus, this paper aims to discuss the relation between the use of rainwater in buildings and the water basin sustainability. The study examined issues related to the volume of the reservoir and the use of rainwater in the river basin, by simulating a hypothetical situation established in the area under study. We developed a partial water balance corresponding to the variation of the volume of water in the basin with regard to the use of rainwater in buildings. It is known that the storage of large volumes of rainwater may interfere in the natural water cycle. Likewise, the use of rainwater in toilets and the subsequent transport our sewage may constitute a factor of interference in this process. The analysis of the scenario conceived for the discussion of the topic stresses the importance of a holistic interpretation of the various aspects involving the use of rainwater in urban areas.

**KEYWORDS:** Rainwater, Water Sustainability, Runoff.

### **INTRODUÇÃO**

A sustentabilidade hídrica de uma bacia hidrográfica envolve aspectos naturais e antrópicos. Os naturais são aqueles característicos de cada região e associados em especial a sazonalidade climática. Quanto aos fatores antrópicos destacam-se, sobretudo aqueles relacionados à urbanização, poluição ambiental e as técnicas de gerenciamento das águas pluviais urbanas.

Contextualizados no paradigma da conservação da água no meio urbano aparecem os sistemas públicos de abastecimento de água, de esgotamento sanitário, de drenagem urbana e ainda os sistemas

prediais das edificações. Neste último surgem as fontes alternativas de abastecimento de água, em especial a água de chuva.

As práticas de aproveitamento das águas pluviais nas edificações são milenares e largamente utilizadas em diversos países. No Brasil, tais práticas estão sendo difundidas nas áreas urbanas, em especial através de legislações que visam o uso racional da água e ainda como forma de amenizar e prevenir enchentes. Ressalta-se que a introdução da água pluvial como fonte alternativa de abastecimento envolve aspectos sanitários e ambientais, entre outros. Sobre tudo aqueles relacionados ao ciclo do uso da água na bacia hidrográfica.

Assim sendo, salientasse a importância do estudo do balanço hídrico de uma bacia hidrográfica, quando do uso da água de chuva nas edificações. Neste sentido, este trabalho tem por objetivo discutir a relação entre o aproveitamento da água de chuva nas edificações e a sustentabilidade hídrica da bacia hidrográfica.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Este estudo compreende a discussão sobre a sustentabilidade hídrica, onde foram analisados aspectos relativos ao volume do reservatório da água de chuva e ainda aqueles relacionados ao uso desta na bacia sanitária.

A área de estudo compreende o Bairro Jardim das Américas localizado no Município de Curitiba, na região Sul do Brasil. O Município de Curitiba, capital do Estado do Paraná, possui aproximadamente 1.800.000 habitantes segundo Ippuc (2009). Para o levantamento das estimativas de demanda foi adotado como referência uma residência unifamiliar com área de 100 m<sup>2</sup>, contendo três quartos, situada no bairro Jardim das Américas em Curitiba – PR, habitada por quatro pessoas. Neste estudo optou-se por considerar o aproveitamento da água de chuva apenas no abastecimento de uma bacia sanitária, não sendo avaliados outros usos possíveis para o sistema, na edificação. As características do aparelho sanitário correspondem ao conjunto bacia sanitária com caixa acoplada de 6 litros. Para a determinação da parametrização do consumo, adotaram-se os valores recomendados em Tomaz (2003) para bacia sanitária, ou seja, cinco acionamentos por habitante por dia.

Os dados hidrológicos da região foram obtidos junto ao Instituto Tecnológico SIMEPAR, relativos à Estação Meteorológica localizada no Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná. A série histórica estudada corresponde ao período compreendido entre o ano de 1998 ao ano 2008, referente ao período amostral de 11 anos. Os métodos de dimensionamento simulados foram os propostos por ABNT (2007), Fendrich (2002), Tomaz (2003) e Curitiba (2003).

As diretrizes adotadas nesta análise incluem a simulação de uma situação hipotética estabelecida a partir da relação entre os resultados obtidos no estudo sobre os métodos de dimensionamento de reservatório. Desenhou-se assim um cenário considerando a implantação do sistema de aproveitamento da água de chuva nas edificações da área estudada. Assumiu-se ainda que um percentual de 10% destas edificações contaria com tal sistema e enquadrar-se-ia nas condições da situação referencial estudada, ou seja, residência unifamiliar com área de 100 m<sup>2</sup>.

Complementando a discussão foi desenvolvido um balanço hídrico parcial através da relação entre a demanda mensal de água de chuva utilizada no abastecimento da bacia sanitária, por habitante, a precipitação pluviométrica mensal e a área do território em estudo. Assumiu-se, portanto duas situações, a primeira considerando o percentual de 10% da população da área sob estudo utilizando a água de chuva na bacia sanitária. A segunda situação refere-se a uma projeção futura, onde se considerou o aproveitamento da água de chuva nas edificações por 100% da população da área estudada.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Tomando – se por referência o cenário desenhado inicialmente, onde um percentual de 10% das edificações, da área sob estudo, contaria com o sistema de aproveitamento da água de chuva e, enquadrar-se-ia nas condições da situação referencial estudada. De posse dos dados relativos ao número de domicílios, obtido segundo IPPUC (2009) e, ao volume do reservatório, obtido conforme a aplicação dos métodos de dimensionamento identificou-se, assim, o volume total referente ao armazenamento da água de chuva no percentual de edificações da área em estudo. Os resultados são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1 – VOLUME DE ÁGUA DE CHUVA ARMAZENADO EM 10% DAS EDIFICAÇÕES**

<b>Método</b>	<b>Vol. (m³)</b>	<b>Nº de Dom.</b>	<b>10% Dom.</b>	<b>Volume Total (m³)</b>
Lei 10785/03 – Curitiba	0,50	3960	396	198
Dias Sem Chuva	1,54	3960	396	609,84
Fendrich	2,05	3960	396	811,80
Simulação	0,50	3960	396	198
Azevedo Neto	2,43	3960	396	962,28
Prático Australiano	0,50	3960	396	198
Prático Inglês	6,78	3960	396	2.684,88
Prático Alemão	2,59	3960	396	1.025,64

**FONTE: O AUTOR (2010)**

Neste caso, o volume total obtido refere-se à fração de água de chuva que seria armazenada nas edificações da área estudada, segundo a aplicação dos diferentes métodos de dimensionamento. Portanto, tal fração de água de chuva não seria conduzida diretamente para o sistema de drenagem urbana. Observa-se a expressiva variação entre o menor valor obtido referente ao volume total, 198 m³ e o maior valor 2.684,88 m³. Tal variação corresponde a um volume de 2.484,88 m³ de água de chuva que seria armazenada. Cumpre salientar a importância da identificação precisa do método de dimensionamento de reservatório, adequado para cada situação, a fim de que o armazenamento da água de chuva na edificação não venha a comprometer o ciclo do uso da água na bacia hidrográfica. Alerta-se ainda que, tal armazenamento quando prolongado, pode contribuir para o comprometimento da segurança sanitária dos usuários.

Nota-se também que, no contexto do cenário desenhado, a água de chuva abasteceria exclusivamente a bacia sanitária e, portanto, seria posteriormente conduzida ao sistema de esgotamento sanitário. Assim sendo, tal fração de água, retornaria à bacia hidrográfica através do sistema de coleta e tratamento das águas residuais. Sob a ótica do ciclo do uso da água na bacia hidrográfica, tal fato caracteriza-se como de real significância em função do tempo de deslocamento da água de chuva para a bacia hidrográfica. Observa-se ainda que, contrariamente ao esgoto sanitário pontualmente disposto na bacia hidrográfica, a água de chuva coletada pelo sistema de drenagem urbana é lançada em tal bacia hidrográfica de forma difusa.

Com o intuito de ampliar a discussão, em torno da sustentabilidade hídrica da bacia hidrográfica, desenvolveu-se o balanço hídrico parcial correspondente a variação de água na bacia hidrográfica com o uso da água de chuva nas edificações, do território em estudo. Neste estudo, não foram considerados os aspectos relativos à evaporação e infiltração da água de chuva por tratar-se de um balanço hídrico parcial. Os resultados são apresentados na Tabela 2.

Os valores apresentados indicam que o uso da água de chuva na bacia sanitária de 10 % das unidades residenciais na bacia hidrográfica, corresponde ao valor médio anual de 0,29 % do volume precipitado. Por sua vez, numa projeção futura, em que 100 % das unidades residenciais viessem a adotar um sistema de captação de água de chuva, nas condições previstas na unidade modelo, esse percentual médio poderá atingir 2,90 % do volume precipitado na bacia hidrográfica.

Neste caso, considerando um escoamento superficial correspondente a um coeficiente de Runoff ( $C=0,8$ ) para a área em estudo, o volume estimado de escoamento, tomando-se por base os dados referentes ao mês de janeiro, representaria 527.793,6 m³. Assim, deduzindo - se deste valor o volume referente ao uso da água de chuva na bacia sanitária para a projeção futura, igual a 12.569,4 m³, nota-se que o volume de água que efetivamente escoaria para o rio seria de 515.224,2 m³, aproximadamente 2,4 % menor que o volume original. Reitera-se, portanto, que o volume de água de chuva utilizada em uma bacia sanitária, seria desviado para a estação de tratamento de esgoto ou, para um ponto específico de disposição de efluente na bacia hidrográfica.

A análise do balanço hídrico, no que se refere à projeção futura, sob a ótica da legislação referente ao aproveitamento da água de chuva no Município de Curitiba-PR, remete a reflexões sobre a necessidade de estudos mais aprofundados sobre a sustentabilidade hídrica da bacia hidrográfica. Cabe ressaltar que a abordagem desenvolvida neste estudo, através das análises do cenário concebido, indica a necessidade de uma interpretação holística dos diferentes aspectos que envolvem o

aproveitamento da água de chuva nas edificações, a drenagem urbana, os sistemas de esgotamento sanitário e a sustentabilidade hídrica da bacia hidrográfica

**Tabela 2 – VARIAÇÃO DO VOLUME DE ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA COM O APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA**

Mês	P (mm)	D <sub>m</sub> (m <sup>3</sup> )	D <sub>m1</sub> 10%Pop (m <sup>3</sup> )	D <sub>m2</sub> 100%Pop (m <sup>3</sup> )	A <sub>B</sub> (m <sup>2</sup> )	V <sub>T</sub> (2 x 6) (m <sup>3</sup> )	ΔV <sub>1</sub> 10%Pop. (7 – 4) (m <sup>3</sup> )	ΔV <sub>2</sub> 100%Pop. (7 – 5) (m <sup>3</sup> )
Jan	170,3	0,9	1.256,94	12.569,4	3.874.000	659.742,2	658.485,26	647.172,80
Fev	145,0	0,9	1.256,94	12.569,4	3.874.000	561.730,0	560.473,06	549.160,60
Mar	148,1	0,9	1.256,94	12.569,4	3.874.000	573.739,4	572.482,46	561.170,00
Abr	85,1	0,9	1.256,94	12.569,4	3.874.000	329.677,4	328.420,46	317.108,00
Mai	81,3	0,9	1.256,94	12.569,4	3.874.000	314.956,2	313.699,26	302.386,80
Jun	72,0	0,9	1.256,94	12.569,4	3.874.000	278.928,0	277.671,06	266.358,60
Jul	95,0	0,9	1.256,94	12.569,4	3.874.000	368.030,0	366.773,06	355.460,60
Ago	77,2	0,9	1.256,94	12.569,4	3.874.000	299.072,8	297.815,86	286.503,40
Set	142,1	0,9	1.256,94	12.569,4	3.874.000	550.495,4	549.238,46	537.926,00
Out	137,3	0,9	1.256,94	12.569,4	3.874.000	531.900,2	530.643,26	519.330,80
Nov	103,5	0,9	1.256,94	12.569,4	3.874.000	400.959,0	399.702,06	388.389,60
Dez	99,5	0,9	1.256,94	12.569,4	3.874.000	385.463,0	384.206,06	372.893,60
Total Anual	1356,5	10,8	15.083,28	150.832,80	3.874.000	5.253.144,00	5.238.060,72	5.102.311,20
Percentual de redução do volume original afluentes na bacia hidrográfica (%)							0,29	2,90

FONTE: O AUTOR (2010)

## CONCLUSÕES

Em face às diferentes naturezas de cada método de dimensionamento de reservatórios de água de chuva, sugere-se a análise da relação entre a concepção do método e a situação estudada. Este estudo alerta para o risco da água da chuva armazenada em reservatórios nas edificações e utilizada no abastecimento de bacia sanitária constituir fator de interferência no ciclo natural da água no ambiente urbano. Entretanto, é notório que o processo de urbanização da bacia hidrográfica gera o desequilíbrio da mesma com a maximização das vazões de enchentes. Por outro lado, o armazenamento da água de chuva traz como benefício direto uma interferência positiva neste cenário, como a atenuação dos picos de vazão de enchentes. Neste sentido, a retenção de grandes volumes de água pluvial, por períodos prolongados de tempo, pode interferir no processo de realimentação dos escoamentos nos períodos de estiagem. Assim sendo, seria importante que os reservatórios fossem dotados de dispositivos de infiltração de água no solo, conforme enfatizado por Fendrich (2009).

## REFERÊNCIAS

- ABNT. **Aproveitamento de coberturas em urbanas para fins não potáveis - Requisitos**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma 15527, Rio de Janeiro, Outubro de 2007.
- CURITIBA. **Lei nº. 10.785, de 18 de setembro de 2003**: Cria o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações. Curitiba, 2003, de 18 set. 2003.
- FENDRICH, R.. **Aplicabilidade do armazenamento, utilização e infiltração das águas pluviais na drenagem urbana**. Curitiba, 2002. 504f. Tese (Doutorado em Geologia Ambiental) – Setor Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.
- INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. Secretaria de Urbanismo do Município de Curitiba - Paraná. Disponível em:  
<<http://ippucweb.ippuc.org.br:8090/ippucweb/sasi/home/default.php>> Acesso em: 20 Nov. 2009.
- TOMAZ, P.. **Aproveitamento da Água de Chuva Para Áreas Urbanas e Fins Não Potáveis**. Guarulhos, 2003. Navegar Editora.180p