

## APLICAÇÃO DO MÉTODO DE SIMULAÇÃO PARA O DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIO DE ÁGUA PLUVIAL

CARLIANA ROUSE FAVRETTTO; RENATA ANDRADE DA SILVA CEZIMBRA<sup>2</sup>;  
 ANA LUIZA BERTANI DALL'AGNOL<sup>2</sup>; CAUANA SCHUMANN<sup>2</sup>; AMAURI  
 ANTUNES BARCELOS<sup>2</sup>; MAURIZIO SILVEIRA QUADRO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas – carlianafav@gmail.com*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Pelotas– renatacezimbra@hotmail.com*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Pelotas– analuizabada@gmail.com*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Pelotas– cauanaschumann@gmail.com*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Pelotas- aabarcelos@hotmail.com*

<sup>3</sup>*Universidade Federal de Pelotas– mausq@hotmail.com*

### 1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional, a deterioração dos recursos hídricos e o uso não racional têm levado o ser humano a procurar reduzir a demanda de água bem como a buscar novas fontes para o abastecimento.

Seeger et al. (2007) comentam que através da crescente preocupação com o meio ambiente e o uso consciente da água, através da utilização da mesma para motivos menos nobres, tornou-se inviável, o que tem impulsionado o aumento crescente de instalações de captação de águas pluviais.

Estudos realizados por Cohim et al. (2007) demonstram que a captação da água da chuva pode ser considerada como uma fonte alternativa sustentável para a redução da demanda do sistema público de abastecimento.

Para o dimensionamento do reservatório objetiva-se determinar a capacidade volumétrica que atenda a demanda solicitada com menos custo de construção.

O objetivo deste trabalho foi dimensionar um reservatório para armazenamento de água da chuva, através da aplicação do método de simulação, para residências de um condomínio no município de Pelotas (RS), através de diferentes demandas de água.

### 2. METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido para um condomínio localizado no município de Pelotas – RS. A água captada deve ser utilizada para a descarga dos banheiros das residências, e quando necessário, para jardins e lavagem de automóveis.

Os dados de precipitação mensal foram extraídos da Agência Nacional de Águas (ANA), código 03152016, latitude  $-31^{\circ}34'26''$  e longitude  $-52^{\circ}27'47''$ , no período de 1990 a 2014.

O condomínio conta com 514 residências. A área de captação da água da chuva será exclusivamente através dos telhados destas residências, sendo de 52  $m^2$  para cada residência.

A demanda de água necessária refere-se à quantidade de água consumida nos vasos sanitários para residências com 3, 4 ou 5 habitantes. Foram consideradas 5 descargas por habitante por dia e um volume de descarga de 6 litros, conforme proposto por Annecchini (2005). A tabela 1 apresenta as condições para a aplicação do método.

Tabela 1: Dados para aplicação do método de dimensionamento.

Área de captação	Nº de habitantes	Demandas diárias	Demandas mensais
$m^2$		$m^3$	$m^3$

52	3	0,9	2,7
	4	0,12	3,6
	5	0,15	4,5

O método da Simulação consiste na avaliação do balanço hídrico calculado através das equações 1 e 2, conforme NBR 15527:2007.

$$Q_{(t)} = P_{(t)} \times A \times C \quad (1)$$

Onde:  $Q_{(t)}$  = Volume de chuva captada no tempo t ( $m^3$ );  $P_{(t)}$  = Precipitação no tempo t (mm);  $A$  = Área de captação ( $m^2$ );  $C$  = Coeficiente de escoamento superficial (adimensional).

$$S_{(t)} = S_{(t-1)} + Q_{(t)} - D_{(t)} \quad (2)$$

Onde:  $S_{(t)}$  = Volume de água no reservatório no tempo t ( $m^3$ );  $S_{(t-1)}$  = Volume de água no reservatório no tempo t-1;  $Q_{(t)}$  = Volume captado no tempo t ( $m^3$ );  $D_{(t)}$  = Demanda ou consumo no tempo t ( $m^3$ ).

Tomaz (2005) propõe Coeficiente de escoamento superficial para telhas cerâmicas de 0,8 a 0,90. Para este trabalho foi adotado coeficiente igual a 0,90 sendo que a perda resultante é de 10% de toda a água precipitada.

O *first flush* é o volume de água que deve ser rejeitado devido aos poluentes presentes na atmosfera e também do material depositado na superfície do telhado que a água traz consigo nos primeiros momentos da chuva e que irão interferir na qualidade da água captada.

Segundo Tomaz (2005), o *first flush* varia de 0,90 a 0,50. Neste trabalho foi adotado o rendimento de 0,80. Este volume de água deve ser descartado.

Desta forma, a equação 1 será substituída pela equação 3 para calcular o volume de água captado pelo sistema.

$$V = P \times A \times C \times \eta_{\text{first flush}} \quad (3)$$

Onde:  $V$  = Volume da cisterna mensal ( $m^3$ );  $P$  = Precipitação mensal (mm);  $C$  = Coeficiente de Runoff do telhado (adimensional);  $\eta_{\text{first flush}}$  = Rendimento do dispositivo de carga de lavagem do sistema;  $A$  = Área do telhado em projeção ( $m^2$ ).

A eficiência do sistema foi calculada pelo número de meses em que o reservatório atendeu a demanda pelo nº total de meses analisados.

Foi considerado descarte de 2 mm da precipitação inicial, conforme recomendações da NBR 15527 (2007), desta forma a ocorrência de precipitação menor que 2 mm no município foi desconsiderada dos cálculos de volume de chuva. Para este estudo não foi realizado a verificação decorrente com os custos de implantação do sistema.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Tomaz (2005), o método da simulação é baseado por tentativas e erros, supondo volumes para o reservatório e verificando o comportamento de água no mesmo.

A aplicação do método iniciou-se adotando alguns possíveis volumes do reservatório para as diferentes demandas: 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11 e 12  $m^3$ . Quando o resultado do volume do reservatório resultar negativo, significa que o volume de água captada foi maior do que a demanda solicitada (ocorrência de overflow), da mesma forma existe a possibilidade de o sistema necessitar de suprimento externo. Os resultados podem ser observados conforme tabela 2.

Tabela 2: Resultado da aplicação do Método de Simulação.

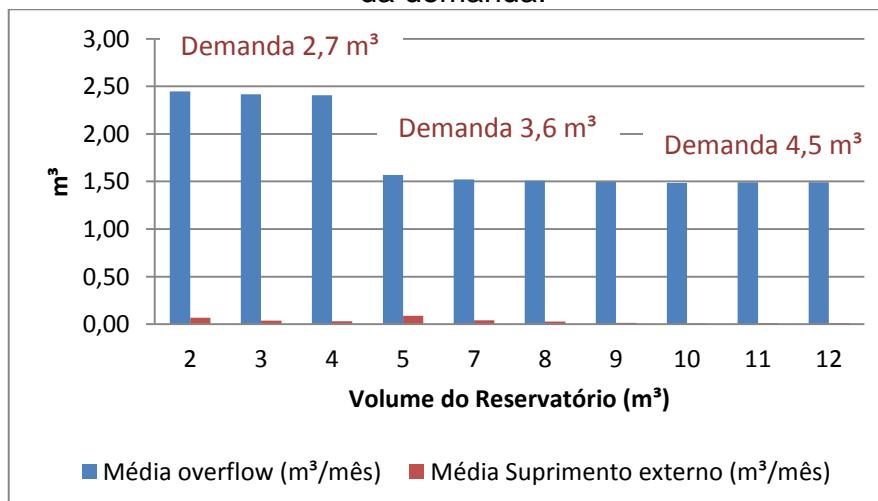
Demandas (m <sup>3</sup> /mês)	Habitantes	Volume do reservatório (m <sup>3</sup> )	Média Overflow (m <sup>3</sup> /mês)	Média Suprimento externo (m <sup>3</sup> /mês)	Eficiência (%)
2,7	3	2	2,45	0,07	93
		3	2,42	0,04	97
		4	2,41	0,03	98
3,6	4	5	1,57	0,09	93
		7	1,52	0,04	97
		8	1,51	0,03	98
4,5	5	9	1,49	0,01	98
		10	1,48	0,01	99
		11	1,49	0,01	99
		12	1,49	0,01	100

Baseado nos dados apresentados pode ser observado que a variação da eficiência é mínima comparada à quantidade de água extravasada do possível reservatório bem como o volume de água necessário para suprir a demanda solicitada. Também é possível verificar os fatores que podem contribuir com melhor aproveitamento da água, através da aplicação do método da simulação, são somente a capacidade do reservatório e o tamanho da área de captação.

A área de captação mostrou-se inversamente proporcional ao tamanho do dimensionamento do reservatório, ou seja, quanto maior a área, menor será o volume do reservatório, pois o volume de água captado é maior.

A figura 1 apresenta a média de volume de água que seria extravasado mensalmente, bem como necessário para o atendimento da demanda para cada volume de reservatório adotado. É possível notar que para o atendimento da demanda de 2,7 m<sup>3</sup>, a variação do volume do reservatório de 2 para 4m<sup>3</sup> ocasionará uma diferença de aproximadamente 40 litros de água extravasadas e economizadas no sistema público. Para o atendimento de 3,6m<sup>3</sup> de demanda, com variação do reservatório de 5 para 9m<sup>3</sup> ocorrerá uma diferença de cerca de 80 litros de água extravasadas e economizadas e, por fim, para o atendimento da demanda de 4,5 m<sup>3</sup>, variando o volume do reservatório de 10 para 12m<sup>3</sup> resultará em uma diferença de 10 litros de água extravasadas e economizadas no sistema público de abastecimento de água do município.

Figura 1: Média do volume de água extravasada e necessária para o atendimento da demanda.



Através da simulação do método, foi possível observar que para uma residência com 3 habitantes o reservatório mais adequado seria o de 4m<sup>3</sup>, para 4 habitantes um reservatório de 9m<sup>3</sup> e por fim, para 5 habitantes, um reservatório de 11 m<sup>3</sup>. Contudo a escolha do volume do reservatório irá variar de acordo com a finalidade de uso da água da chuva para cada residência, gerando benefícios ambientais através da preservação e conservação da água para usos mais nobres e economia referente aos custos de abastecimento de água. Uma alternativa a ser proposta seria a instalação de um reservatório para cada duas casas, a fim de diminuir possíveis custos com a instalação do sistema e otimização do espaço.

A escolha do volume para o reservatório de água pluvial mais adequado para ser instalado para cada residência deve ser analisado conforme as necessidades para cada uma como, por exemplo, número de habitantes, espaço para a instalação do reservatório, finalidades para de utilização da água da chuva, entre outros.

É importante salientar que o aproveitamento da água de chuva deve ser utilizado como uma alternativa para o atendimento da demanda de água da residência, não devendo ser substituído o sistema de abastecimento público para estas finalidades, uma vez que em ocorrência de falta de chuvas, pode-se fazer uso, normalmente, do sistema convencional de abastecimento.

#### **4. CONCLUSÕES**

O município de Pelotas apresenta condições de precipitação favoráveis à instalação de um sistema de aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis.

Através da simulação do método, foi possível observar que para uma residência com 3 habitantes o reservatório mais adequado seria o de 4m<sup>3</sup>, para 4 habitantes um reservatório de 9m<sup>3</sup> e por fim, para 5 habitantes, um reservatório de 11 m<sup>3</sup>.

Uma alternativa a ser proposta seria a instalação de um reservatório para cada duas casas, a fim de diminuir possíveis custos com a instalação do sistema e otimização do espaço.

#### **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Agência Nacional de Águas (ANA). Acessado em 03 jul. 2015. Online. Disponível em: (<<http://hidroweb.ana.gov.br/>>)
- ANNECCHINI, K. P. V. (2005). Aproveitamento de água de Chuva Para Consumo Não Potável na Região Metropolitana de Vitória (ES). 124f.
- COHIM, E. et al Captação direta de água de chuva no meio urbano para usos não potáveis. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24., 2007, Belo Horizonte. Anais ... Belo Horizonte: ABES, 2007. P. 13.Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Espírito Santo, Vitória, 2005.
- NBR 15527: Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. ABNT, 2007.
- SEEGER, L. M. K.; SARI, V.; PAIVA, E. M. C. D. Análise comparativa do aproveitamento da água da chuva na lavagem de veículos em duas cidades da Região Sul e Centro Oeste. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17., 2007, São Paulo. Anais... São Paulo: [s.n.], 2007. 1 – 13.
- TOMAZ, P. Aproveitamento de Água de Chuva: Para áreas urbanas e fins não potáveis. São Paulo: Navegar Editora, 2005. 180p.