



16, 17 e 18 de setembro de 2014
Hotel Maksoud Plaza
São Paulo – SP

Aproveitamento de água de chuva na Faculdade de Engenharia de Bauru

Rainwater harvesting in Bauru Engineering Faculty

**Camila Villanova Frasson¹, Marcelle Mendes Toutain², Gustavo Henrique Ribeiro da Silva³,
Ilza Machado Kaiser⁴.**

1,2,3,4 UNESP – Univ. Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Bauru, ilzakaiser@feb.unesp.br

Palavras-Chave: Aproveitamento de água de chuva, dimensionamento de reservatório.

Key Words: Rain water harvesting, reservoir sizing.

1. INTRODUÇÃO

O aproveitamento de água de chuva é um método não convencional de conservação de água cuja aplicação se dá prioritariamente para fins de rega de jardins, lavagem de pisos e descargas sanitárias. A comunidade acadêmica estuda formas de viabilizar o uso de água de chuva em diversos contextos com o objetivo de otimizar o uso de recursos hídricos.

O potencial de economia de água varia em função do tipo de uso, da disponibilidade hídrica da região, da área de captação e dos volumes de reserva. Estudos sobre economia de água foram realizados em diversas escalas. Ghisi (2006) avaliou que o aproveitamento de água de chuva supre totalmente a demanda na região norte do país decrescendo nas demais regiões, atingindo o menor valor na região sudeste, com um atendimento de 48% da demanda. Em estudo detalhado para 9 cidades do estado de São Paulo Ghisi *et al.* (2007) calcularam as dimensões de reservatórios residenciais usando metodologia própria. Elaboraram relações entre a capacidade do reservatório, a demanda por água potável e a área de telhado. Os volumes variaram de 2 até 20 m³ em função das diferenças nas distribuições pluviométricas no consumo de cada região. Os autores recomendam dimensionamentos específicos para cada situação de projeto. Com esta metodologia Maia *et al.* (2011) obtiveram uma economia de 44,92% de água potável no Município de Irati (PR).

Pesquisas sobre a viabilidade econômica de projetos de aproveitamento de água de chuva indicam que o item preponderante nesta análise é o custo do reservatório, que varia em função da sua dimensão. A NBR 15527(ABNT, 2007) apresenta 6 metodologias de cálculo do volume do reservatório que resultam em valores muito discrepantes, gerando a necessidade do usuário decidir em função das condições específicas do projeto qual metodologia seguir. A maioria das aplicações trabalha com uma demanda fixa, visando o consumo em vasos sanitários (MORUZZI e OLIVEIRA, 2010; DORNELLES *et al.*, 2010; COUTINHO *et al.*, 2011; GHISI e SCHONDERMARK, 2013).

O desafio na concepção destes sistemas está na definição do volume de reserva, na dependência de fontes de energia para o bombeamento, na disponibilidade de espaço para instalação dos reservatórios e demais equipamentos e na facilidade de manutenção. O sistema não deve



16, 17 e 18 de setembro de 2014
Hotel Maksoud Plaza
São Paulo – SP

introduzir empecilhos ao escoamento de grandes volumes de água, no caso de chuvas intensas, que provoquem falhas do sistema e gerem descrédito para este tipo de alternativa.

O objetivo deste trabalho é discutir as diferenças entre o volume de reserva implantado no sistema de aproveitamento de água de chuva da Faculdade de Engenharia de Bauru (FEB) e os calculados segundo os métodos indicados pela NBR 15527. Discute também as particularidades no emprego de água para irrigação de jardim, que não gera uma demanda fixa de consumo de água.

O sistema, implantado na FEB, coleta água da cobertura de um prédio (120 m²) pelo sistema de drenagem pluvial convencional e a direciona para um reservatório enterrado (5m³). Posteriormente, esta água é encaminhada a um reservatório elevado, através de bombeamento (alimentado por energia solar) abastecendo o Laboratório de Pesquisas de Energias Alternativas. O layout e as dimensões deste sistema foram definidos em função dos recursos financeiros e da disponibilidade de espaço.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O cálculo dos volumes de reserva foi feito de acordo com a NBR 15527. Os dados de chuva foram coletados no IPMet, distante 800 metros do local de estudo, consistidos e tratados para adequá-los ao uso dos métodos descritos na norma. Foram utilizados 12 anos de dados (2001-2012) com 1586 e 942 mm de total anual pluviométrico máximo e mínimo, respectivamente.

Dentre os métodos propostos na norma somente o de Azevedo Neto e o Prático Inglês não dependem da demanda. Como neste caso a demanda é variável, em função do regime hidrológico, o procedimento adotado neste trabalho foi verificar qual a área que seria possível irrigar com o reservatório de 5m³ usando o método de Rippl, no ano mais seco e no ano mais chuvoso. A demanda foi determinada admitindo o uso da irrigação quando nos três dias anteriores a precipitação fosse menor que 0,5 mm.

Foram adotados os seguintes valores: coeficiente de escoamento superficial = 0,8; vazão de irrigação = 1,5 litros/m² (TOMAZ, 2011) e coeficiente de escoamento superficial = 0,8.

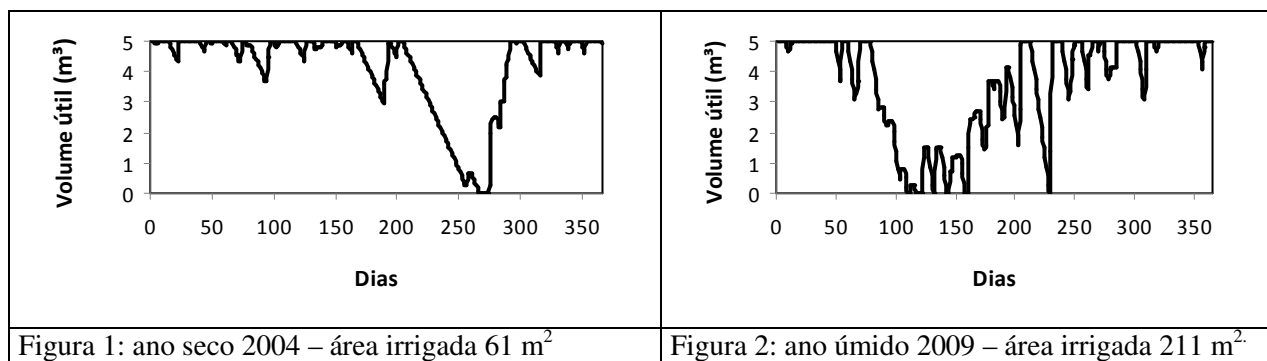
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Método de Rippl: foi feito o dimensionamento a partir dos totais mensais para os anos mais seco e mais úmido. A soma da demanda no período deve ser inferior ao volume total de chuva coletado. Foi determinada a área de jardim possível de ser irrigada utilizando o reservatório disponível. Os resultados estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1- Resultados Método de Rippl – para um reservatório de 5m³

Tipo de ano	Área irrigada (m ²)	Demanda diária (litros/dia)	Dias com irrigação
Ano Seco - 2004	61	91,5	177
Ano Úmido - 2009	211	316,5	115

Método da Simulação: com as demandas diárias obtidas no método de Rippl, foi realizada a simulação para os dois anos em estudo. Os resultados estão nas figuras 1 e 2.



Observa-se que no ano seco o reservatório permanece com mais da metade do volume cheio por mais da metade do ano, ficando vazio apenas no final do período da estiagem. No ano úmido, o período mais seco foi antecipado e o reservatório ficou vazio em dois períodos do ano. Observa-se que este reservatório não funciona para amortecimento de cheia, pois no período de chuvas intensas o reservatório está cheio e os volumes excedentes são descartados pelo sistema extravasor.

Método Azevedo Neto: o método demanda o número médio de meses de estiagem (T). Foram adotados os valores de 10, 20 e 50 mm de chuva mensal como os limiares que definem os meses secos, que resultaram em média 1,1; 2 e 4,1 meses secos no ano respectivamente. Trabalhou-se com a precipitação média anual do período. Os resultados estão na tabela 3.

Método Prático Alemão: os dados necessários são a precipitação anual e a demanda, calculada anteriormente pelo Método de Rippl. Foram consideradas três situações: ano seco, ano úmido e ano médio. No cálculo da demanda foram desconsiderados apenas os dias com chuva; se fosse usado o mesmo critério definido para o método de Rippl os volumes seriam ainda menores. Observa-se na tabela 2 que os volumes determinados a partir das demandas são sempre inferiores aos volumes determinados pela precipitação. Por este método o reservatório teria um volume inferior ao implantado.

Tabela 2- Resultados Método Prático Alemão

Ano	6% Volume Precipitável (m ³)	Área de irrigação 61 m ²	Área de Irrigação 211 m ²
		6% da Demanda (m ³)	6% da Demanda (m ³)
2004 - ano seco	5,5	1,4	4,8
2009 - ano úmido	9,2	1,2	4,2
Ano médio	7,3	1,3	4,6

Método Prático Inglês: depende unicamente da precipitação média anual e da área de captação; nesse caso o volume resultante é 7,7 m³, indicado na tabela 3.

Método Prático Australiano: este método exige que o reservatório garanta o atendimento em 90% do tempo. O reservatório de 5 m³ atende as exigências no ano úmido para as duas áreas de

irrigação. Para o ano seco o reservatório atende uma área de irrigação de até 90 m², e para atender a área de 211 m² o volume deveria ser 18,2 m³. Adotou-se uma interceptação de 2 mm.

Tabela 3- Volumes (m³) dos reservatórios calculados pelos métodos da norma.

Método:	Rippl	Simulação	Azevedo Neto	Prático Alemão	Prático Inglês	Prático Australiano
Área de irrigação 61 m ² Ano Seco 2004	5	5	7,1 12,9	1,4	7,7	5
Área de irrigação 211 m ² Ano úmido – 2009	5	5	26,4	4,2		5

4. CONCLUSÃO

O resultado confirma a tendência, constatada na bibliografia, do método Azevedo Neto resultar nos maiores volumes e do método Prático Alemão os menores. A diferença na resolução temporal dos dados de entrada e na quantidade de trabalho envolvida em cada método é grande. Observa-se, nesse caso, que o objetivo de armazenar água para uso na estiagem não é compatível com o uso deste sistema para amortecimento de cheias. O sistema implantado, com reservatório de 5 m³ e área de captação de telhado de 120 m², é capaz de irrigar uma área de jardim de 61 m² em um ano seco e uma área de até 211 m² em um ano chuvoso.

REFERÊNCIAS

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007. NBR15527 – Aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Rio de Janeiro
- COUTINHO, A. P., GUSMÃO, P. T. R., MONTENEGRO, S. M. G. L., ANTONINO, A. C. D., CABRAL, J. J. S. P., SILVA, F. B., SILVA, R. O. B. Comparação de diferentes metodologias para dimensionamento de sistemas de captação de água de chuva em meso-regiões do Estado de Pernambuco. XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 2011.
- DORNELLES, F.; TASSI, R.; GOLDENFUM, J. A. Avaliação das Técnicas de Dimensionamento de Reservatórios para Aproveitamento de Água de Chuva. RBRH, v. 15, n. 2, p. 59-68, 2010.
- GHISI, E. Potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of Brazil. Building and Environmet V. 41, 1544–1550, 2006
- GHISI, E.; BRESSAN, L.D.; MARTINI, M. Rainwater tank capacity and potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of southeastern Brazil. Building and Environmet V. 42, 1654–1666, 2007.
- GHISI, E.; SCHONDERMARK, P. N. Investment feasibility analysis of rainwater use in residences. Water Resources. Management.V.27, p. 2555-2576, 2013
- MAIA, A. G; SANTOS, A. L; OLIVEIRA FILHO, P. C. Avaliação da economia de água potável com a implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva: estudo de caso no município de Irati, Paraná. Ambiente Guarapuava V. 7, n. 1, p. 51-43. 2011.
- MORUZZI, R. B.; OLIVEIRA, S. C. Aplicação de programa computacional no dimensionamento de volume de reservatório para sistema de aproveitamento de água pluvial da cidade de Ponta Grossa, PR. Revista de Engenharia e Tecnologia.. V. 2, No. 1, 2010.
- TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis. Navegar editora, 208 p. 2011.