

IV-006 - CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR PARA A CIDADE DE RIBEIRÃO PRETO-SP

Camila Savegnago⁽¹⁾

Engenheira Civil pelo Centro Universitário Uniseb

Giovanni Chaves Penner⁽²⁾

Engenheiro Sanitarista UFPA. Mestre e Doutor em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Consultora Ambiental Autônomo. Professor Doutor UNIFRAN.

Endereço⁽¹⁾: Avenida Leão Treze, 3900-Ribeirão Preto-SP-CEP: 14096-190 - Brasil - Tel: (19) 99163-2085 - e-mail: camila_savegnago@hotmail.com

Endereço⁽²⁾: Rua Isaias José Ferreira, 90, AP T7 – Jardim Anhanguera – Ribeirão Preto - SP - CEP: 14092-182 - Brasil - Tel: (16) 3237-5310 - e-mail: giovannipenner@yahoo.com.br

RESUMO

A água é indispensável para a saúde pública e para o desenvolvimento econômico. Por este motivo, ela passou a ser considerada como um recurso hídrico, o qual apresenta valor monetário. A fim de garantir o fornecimento das águas em quantidade e de qualidade suficiente para o abastecimento público e para as atividades industriais e comerciais, a busca por alternativas de controle e de aproveitamento da água cresce como interesse geral de gestores e consumidores.

Neste sentido o presente trabalho tem o intuito de propor o dimensionamento um sistema de custo reduzido e de fácil manutenção para residências unifamiliares, utilizando a superfície do telhado para captação das águas pluviais, de modo que os habitantes aproveitem a água coletada para realização de atividades usuais, como, lavagem de pisos, descarga de vasos sanitários e manutenção de jardins, visando à redução de consumo de água potável fornecida pelo abastecimento público do município de Ribeirão Preto, SP.

PALAVRAS-CHAVE: Chuva, precipitação, aproveitamento da água, sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

Atualmente a sustentabilidade é uma tendência mundial, a qual pode ser perfeitamente aplicada sobre a gestão dos recursos hídricos. Entretanto, em escalas regionais há uma necessidade de criar soluções de emergência. Por exemplo, no primeiro semestre de 2014, a região de Ribeirão Preto registrou a menor precipitação dos últimos 53 anos, rebaixando o nível do rio Pardo a mais de 50% da profundidade média histórica e prejudicando o funcionamento da hidrelétrica Itaipava, em Serrana (Jornal A Cidade, 2014). Outro exemplo atual é que parte dos moradores da capital São Paulo está enfrentando um racionamento de água, de 3 dias consecutivos sem água para 1,5 com água, devido à escassez de água no Sistema Cantareira (Folha de São Paulo, 2014). De acordo com a Sabesp, foi reduzida a vazão da cidade de São Paulo, pela exigência da Agência Nacional de Água (ANA) de diminuição da captação do sistema Cantareira. No mês de Outubro do ano de 2014, foi registrado o número de 2,8 milhões de pessoas de 25 municípios do estado de São Paulo que sofrem com o racionamento de água (Veja, 2014).

Portanto, alternativas de aproveitamento das águas pluviais em escala regional podem se tornar viáveis e fundamentais para enfrentar o momento de crise e para minimizar impactos negativos sobre a demanda e os usos múltiplos das águas. O uso da água da chuva para atividades que não necessitam do recurso em padrões de potabilidade da Portaria nº 2914 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011) acarreta diversos benefícios ao consumidor e à concessionária de água. Como exemplo, a economia no faturamento pago à concessionária pela água de abastecimento público, o menor consumo de energia elétrica nas etapas de adução e tratamento de água, entre outros. Segundo May (2004), a utilização de reservatórios que armazenam águas pluviais possibilita que os habitantes tenham reserva de água para os períodos de seca ou de possíveis problemas no abastecimento da rede pública.

Adicionalmente, estas ações de aproveitamento da água da chuva minimizam os efeitos das enchentes – consequência das altas taxas de urbanização das bacias hidrográficas – que acarretam prejuízos incalculáveis tanto para o município como para a população.

MATERIAIS E MÉTODOS

MÉTODO INTERATIVO

Annechchini (2005) desenvolveu um estudo para comparar os métodos interativo, de Rippl e o comportamental. A autora concluiu que os volumes dos reservatórios encontrados pelo método de Rippl eram exagerados, enquanto que os métodos interativo e comportamental apresentaram volumes mais realistas para os reservatórios de água pluvial, sem perdas na eficiência ao atendimento à demanda.

O método interativo para dimensionamento do sistema de coleta de águas pluviais foi executado no software Excel, com os seguintes dados de entrada e saída (Tabela 1):

- Coluna 1 – período de tempo em meses (mm);
- Coluna 2 – chuva média mensal (mm);
- Coluna 3 – volume correspondente à demanda mensal constante de água de chuva (m³);
- Coluna 4 – área de captação de chuva do sistema (m²);
- Coluna 5 – volume captável de chuva mensal do sistema (m³). Este valor é obtido pela multiplicação dos valores da coluna 2, coluna 4 e coeficiente de escoamento superficial. O resultado da multiplicação é dividido por 1.000 para conversão dos resultados da produção de chuva de litros para metros cúbicos;
- Célula B – volume máximo do reservatório (m³). O valor desta célula corresponde ao valor máximo obtido na coluna 5. Este valor é colocado à disposição do programador para que o mesmo o tenha como um referencial e, ao mesmo tempo, como um limite para o dimensionamento;
- Célula A – volume de reserva proposto (m³). Esta célula é preenchida pelo programador, o qual adota um volume de reserva, que pode ser alterado de acordo com a necessidade do sistema e ao longo da simulação;
- Coluna 6 – volume captado de chuva mensal (m³). Este valor é determinado utilizando-se a função SE do software Excel. Pré-determinado o volume do reservatório (Cel A), a função irá verificar se o volume de chuva captável no mês pelo sistema (C 5) é maior ou menor que o volume de reserva proposto. Caso o volume captável (C 5) seja menor, este será o resultado na coluna 6, caso contrário, a função retorna como resultado o volume de reserva pré-determinado (Cel A);
- Coluna 7 – diferença entre os valores de produção de chuva e demanda, obtido pela subtração da coluna 6 pela coluna 3. Os resultados positivos desta subtração indicam que há excesso de chuva, e os resultados negativos indicam que há falta de chuva, ou seja, o volume demandado é superior ao volume de chuva produzido. Os dados dessa coluna também podem ser utilizados pelo programador para verificar a eficiência do sistema;
- Coluna 8 – percentual de demanda atendida com água de chuva (%). Corresponde à divisão da coluna 6 pela coluna 3, multiplicando-se o resultado por 100;
- Célula C – média de atendimento à demanda (%). Corresponde a média dos valores da coluna 8.

O volume do reservatório é obtido pela Célula A, pré-determinado pelo programador, que irá modificá-la, aumentando ou diminuindo o volume de reserva de acordo com o percentual de atendimento à demanda e limitando-se pelo valor da célula B.

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Meses	Chuva média (mm)	Demanda Constante (m³)	Área de captação (m²)	Volume captável (m³)	Volume captado (m³)	Vol. captado demanda (m³)	% de demanda atendida
Janeiro							
Fevereiro							
Março							
Abril							
Maio							
Junho							
Julho							
Agosto							
Setembro							
Outubro							
Novembro							
Dezembro							
Volume de reserva proposto (m³)			Volume máximo do reservatório (m³)		Média de atendimento à demanda		
		Cel A		Cel B			Cel C

Tabela 1 - Dimensionamento do método iterativo

RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR NA CIDADE DE RIBEIRÃO PRETO

Para dimensionamento do sistema de captação de água de chuva para aproveitamento em atividades usuais como lavagem de piso, rega de jardim, e descarga de vaso sanitário foi considerado uma residência unifamiliar de 60 m², com quatro moradores, cobertura em telhas cerâmicas e descarte de primeira água de chuva de 1 mm/m². Os valores usados estão apresentados nas Tabelas 2 e 3.

PARAMETROS		VALORES UTILIZADOS
Número de usuários		4 habitantes
	Demanda Interna	
Vaso sanitário	Volume de descarga	6L/descarga
	Frequência de uso	4 Descarga/hab/dia
	Demanda externa	
Área impermeável	Área	20 m ²
	Volume	2 L/dia/m ²
	Frequência de rega	8 Regas/mês
Área permeável	Área	120 m ²
	Volume	3 L/dia/m ²
	Frequência de lavagem	8 Lavagens/mês

Tabela 2 - Parâmetros para demanda interna e externa para a residência em estudo.

DEMANDA	1 MÊS (L)
Interna	2880
Externa	3200
Total	6080

Tabela 3 - Demanda para a residência de estudo

Considerando séries históricas de precipitações diárias, fornecidas pelo CIIAGRO - Centro Integrado de Informações Agro meteorológicas, e mensais, fornecidas pelo CAPTAC - Centro Avançado de Cana Tecnológico de Ribeirão Preto – SP foi possível encontrar as precipitações médias mensais do período de 1937 a 2014 conforme o gráfico a seguir e serão utilizados para verificação das dimensões dos condutores e reservatórios.

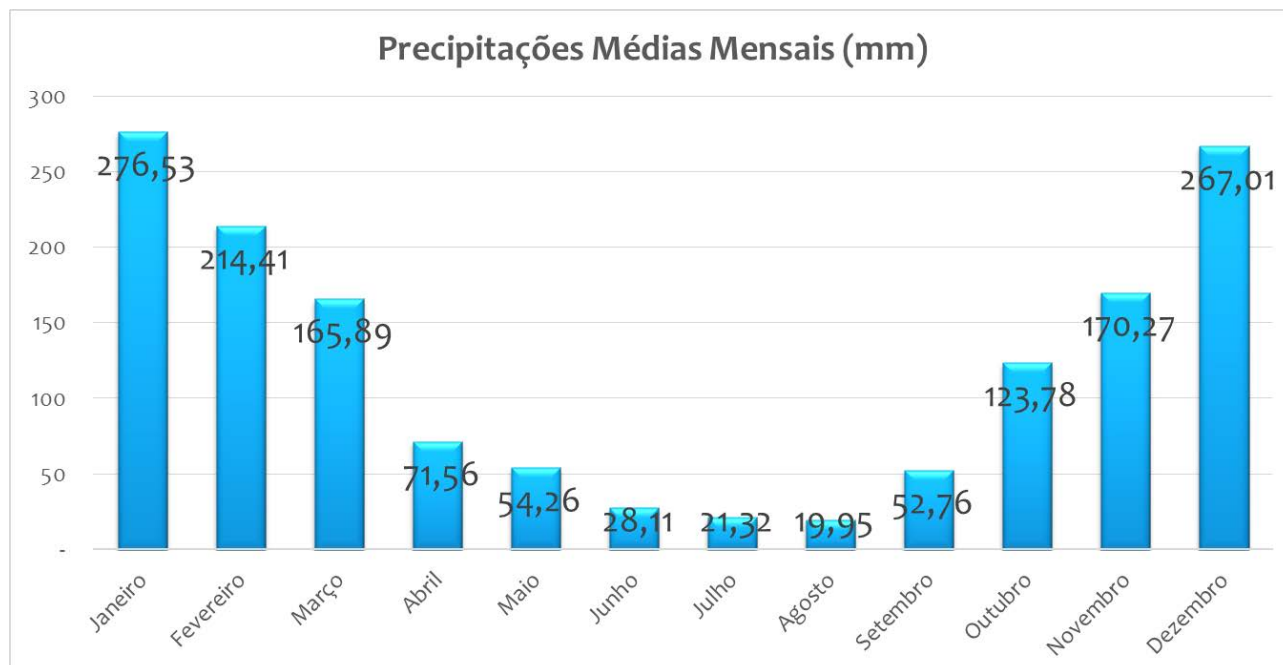
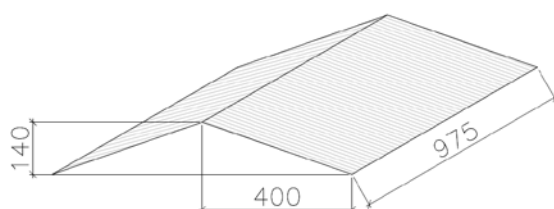


Figura 1 - Precipitações Médias Mensais para a cidade de Ribeirão Preto (1937-2014).

Fonte: CAPTAC - Centro Avançado de Cana Tecnológico de Ribeirão Preto – SP

RESULTADOS

Considerando telhado inclinado com duas águas, beiral de 60 cm, telhas cerâmicas como material da cobertura e inclinação 35°, pudemos calcular a área de contribuição de água através da fórmula retirada da NBR 10844/1989.



COBERTURA INCLINADA DE RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR DE 60m²

Figura 2 - Superfície inclinada de residência unifamiliar, cotas em centímetros.

$$A = (a + h/2) * b$$

$$A = (4 + 1,4/2) * 9,75$$

$$A = 45,83 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{total}} = 2 * 45,83 = 91,65 \text{ m}^2$$

Adotando a fórmula proposta por Carvalho (2007) para cálculo da vazão de descarte de 1 mm da primeira água de chuva teremos:

$$V_{\text{desc.}} = (P_{\text{desc.}} * A) / 1000$$

$$V_{\text{desc.}} = (1 \text{ mm} * 91,65 \text{ m}^2) / 1000$$

$$V_{\text{desc.}} = 0,09 \text{ m}^3$$

Valor adotado como o volume do reservatório de descarte de 0,1 m³ ou 100 litros.

Nas tabelas 4, 5 e 6 estão representados três situações para o dimensionamento do reservatório de águas pluviais utilizando o método iterativo. As três situações consideram a área total do telhado para captação, sendo que, a diferença entre as tabelas está na demanda que foi considerada para cálculo. Na primeira tabela foi considerada a demanda interna de 2,88m³, representada pelo uso do vaso sanitário. A segunda situação representada pela demanda externa de 3,20m³, representada pela lavagem de pisos e regas das áreas permeáveis. E a terceira situação foi utilizada a demanda total da residência.

Demanda Interna							
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Meses	Chuva média (mm)	Demanda Constante (m³)	Área de captação (m²)	Volume captável (m³)	Volume captado (m³)	Vol. Captado-demanda (m³)	% de demanda atendida
Janeiro	276,53	2,88	91,65	20,28	3,00	0,12	104
Fevereiro	214,41	2,88	91,65	15,72	3,00	0,12	104
Março	165,89	2,88	91,65	12,16	3,00	0,12	104
Abril	71,56	2,88	91,65	5,25	3,00	0,12	104
Mai	54,26	2,88	91,65	3,98	3,00	0,12	104
Junho	28,11	2,88	91,65	2,06	2,06	-0,82	72
Julho	21,32	2,88	91,65	1,56	1,56	-1,32	54
Agosto	19,95	2,88	91,65	1,46	1,46	-1,42	51
Setembro	52,76	2,88	91,65	3,87	3,00	0,12	104
Outubro	123,78	2,88	91,65	9,08	3,00	0,12	104
Novembro	170,27	2,88	91,65	12,48	3,00	0,12	104
Dezembro	267,01	2,88	91,65	19,58	3,00	0,12	104
Volume de reserva proposto (m³)		3	Volume máximo do reservatório (m³)	20,28	Média de atendimento à demanda		93
		Cel A		Cel B			Cel C

Tabela 4 - Dimensionamento do reservatório de armazenamento de águas pluviais pelo método iterativo, considerando a demanda interna.

Demanda Externa							
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Meses	Chuva média (mm)	Demanda Constante (m³)	Área de captação (m²)	Volume captável (m³)	Volume captado (m³)	Vol. Captado-demanda (m³)	% de demanda atendida
Janeiro	276,53	3,2	91,65	20,28	3,00	-0,2	94
Fevereiro	214,41	3,2	91,65	15,72	3,00	-0,2	94
Março	165,89	3,2	91,65	12,16	3,00	-0,2	94
Abril	71,56	3,2	91,65	5,25	3,00	-0,2	94
Mai	54,26	3,2	91,65	3,98	3,00	-0,2	94
Junho	28,11	3,2	91,65	2,06	2,06	-1,14	64
Julho	21,32	3,2	91,65	1,56	1,56	-1,64	49
Agosto	19,95	3,2	91,65	1,46	1,46	-1,74	46
Setembro	52,76	3,2	91,65	3,87	3,00	-0,2	94
Outubro	123,78	3,2	91,65	9,08	3,00	-0,2	94
Novembro	170,27	3,2	91,65	12,48	3,00	-0,2	94
Dezembro	267,01	3,2	91,65	19,58	3,00	-0,2	94
Volume de reserva proposto (m³)		3	Volume máximo do reservatório (m³)	20,28	Média de atendimento à demanda		84
		Cel A		Cel B			Cel C

Tabela 5- Dimensionamento do reservatório de armazenamento de águas pluviais pelo método iterativo, considerando a demanda externa.

Demanda Total							
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Meses	Chuva média (mm)	Demanda Constante (m³)	Área de captação (m²)	Volume captável (m³)	Volume captado (m³)	Vol. Captado-demanda (m³)	% de demanda atendida
Janeiro	276,53	6,08	91,65	20,28	3,00	-3,08	49
Fevereiro	214,41	6,08	91,65	15,72	3,00	-3,08	49
Março	165,89	6,08	91,65	12,16	3,00	-3,08	49
Abril	71,56	6,08	91,65	5,25	3,00	-3,08	49
Maió	54,26	6,08	91,65	3,98	3,00	-3,08	49
Junho	28,11	6,08	91,65	2,06	2,06	-4,02	34
Julho	21,32	6,08	91,65	1,56	1,56	-4,52	26
Agosto	19,95	6,08	91,65	1,46	1,46	-4,62	24
Setembro	52,76	6,08	91,65	3,87	3,00	-3,08	49
Outubro	123,78	6,08	91,65	9,08	3,00	-3,08	49
Novembro	170,27	6,08	91,65	12,48	3,00	-3,08	49
Dezembro	267,01	6,08	91,65	19,58	3,00	-3,08	49
Volume de reserva proposto (m³)		3	Volume máximo do reservatório (m³)	20,28	Média de atendimento à demanda		44
		Cel A		Cel B			Cel C

Tabela 6 - Dimensionamento do reservatório de armazenamento de águas pluviais pelo método iterativo, considerando a demanda total.

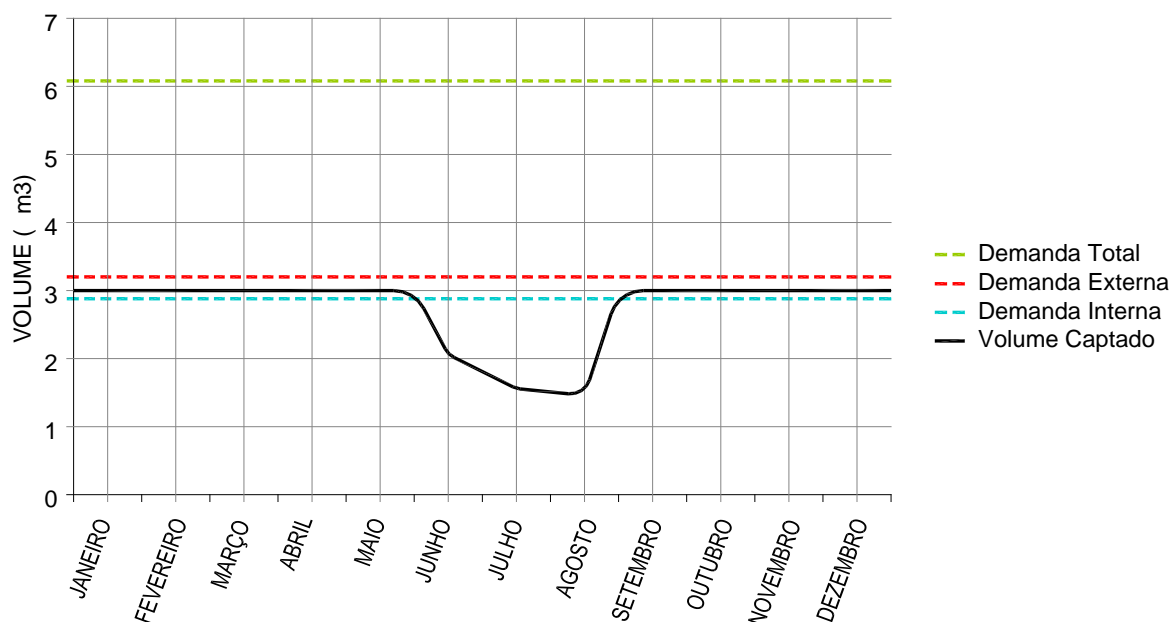


Figura 3 – Balanço hídrico do sistema dimensionado pelo método Iterativo

CONCLUSÕES

Através do presente estudo foi possível analisar a eficácia da utilização do recurso natural e identificar as limitações da coleta do insumo devido às dimensões da superfície de captação e do reservatório.

Com a **reserva de 3 m³** o sistema consegue **suprir 44% da demanda total** da residência. Como indicação, a água pluvial captada pode ser usada apenas na descarga de vaso sanitário (atendendo 93% da demanda) e para as atividades de limpeza de piso, por exemplo, recomenda-se reutilizar a água da lavagem de roupas.

Assim, a construção do sistema em escala de lote é uma alternativa para redução da demanda de água potável e para auxiliar na demanda da água em períodos de estiagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANNECCHINI, K. P.V. **Aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis na região metropolitana de Vitória (ES)**. 2005.124f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.
2. CARVALHO, G. S. **Análise de uma proposta de um sistema de captação e aproveitamento de água de chuva para uso em bacias sanitárias com caixa acoplada em residências unifamiliares**. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.
3. CREDER, H. **Instalações Hidráulicas e Sanitárias**. Rio de Janeiro-RJ, 2.ª Edição-Livros técnicos e científicos editora S.A, 1979.
4. MAY, S.. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Escola Politécnica USP, São Paulo, 2004.
5. MEDEIROS FILHO, C.F. **Abastecimento de Água**. Universidade Federal de Campina Grande UFCG, Campina Grande, Paraíba, 2009.
6. Tomaz, P. **Conservação de Água**, Navegar, 1998.
7. MACINTYRE, A. J. **Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais**. Rio de Janeiro, RJ, 3ª Edição – Editora LTC Livros Técnicos e Científicos S.A, 1996.
8. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais**. Rio de Janeiro, Dez 1989. 13p.
9. **BRASIL. Lei Nº 9.433, De 8 de Janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Legislação do Planalto da Presidência da República**, Brasília, DF, 8 de janeiro de 1997. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm >. Acesso em 04 Out. 2014.