



SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA NO MUNICÍPIO DE IRATI (PR)

Rainwater catchment systems in the Municipality of Irati (PR)

Marcelo Minikowski^[a], Adelená Gonçalves Maia^[b]

^[a]Acadêmico do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Irati, PR - Brasil, e-mail: marceloamb@yahoo.com.br

^[b]Professora adjunta do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Irati, PR - Brasil, e-mail: adelena@irati.unicentro.br

Resumo

A crescente preocupação com o meio ambiente e o uso racional da água fez aumentar a implantação de sistemas de aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis. O presente trabalho tem como objetivo verificar a interferência da adoção de diferentes áreas de captação e tamanhos de reservatórios no atendimento das demandas para usos não potáveis da água na cidade de Irati, PR. O sistema em estudo utiliza telhados como superfícies de captação da água da chuva, a qual é conduzida por calhas até o seu posterior armazenamento em reservatórios. O dimensionamento dos reservatórios foi realizado pelo Método Prático Australiano, para uma confiabilidade de 90%. A demanda residencial considerada foi de 275 L.dia⁻¹ e os atendimentos variaram de 12,9 a 68,5%, considerando respectivamente as combinações de 50 m² de área de captação com 0,5 m³ de volume de reservatório e 200 m² de área e 3 m³ de reservatório. Este sistema de aproveitamento de água de chuva deve ser utilizado como alternativo e não substituto de um sistema convencional de abastecimento e ele tem grande relevância na gestão dos recursos hídricos municipais.

Palavras-chave: Precipitação. Telhado. Águas pluviais.

Abstract

The growing concern about the environment and the rational use of water has increased the deployment of rainwater catchment systems for non-drinking. This paper aims to check the interference of the adoption of different catchment areas and sizes of reservoirs in the care of the demands for non-potable water uses in the town of Irati, PR. The system under study uses rooftops as the catchment areas of rainwater, which is led until its subsequent storage in reservoirs. The size of the reservoirs was calculated by the Australian Practical Method for a reliability of 90%. The residential demand has been considered of 275 L.day⁻¹ and attendance ranged from 12.9 to 68.5%, respectively considering the combinations of

50 m² of the catchment area with reservoir volume of 0.5 m³ and 200 m² of area and 3 m³ reservoir. These rainwater catchment systems should be used as an alternative and not a substitute for a conventional system of water supply and that has great relevance in the management of municipal water resources.

Keywords: *Precipitation. Roof. Rainwater.*

INTRODUÇÃO

A coleta e o armazenamento de águas pluviais para uso doméstico, irrigação, criação de animais e outras finalidades é uma realidade antiga que tem tido uma crescente aplicação em várias localidades do mundo. O crescimento da população mundial aliado aos usos impróprios da água tem levado a cenários de degradação desse recurso e, de acordo com May (2004), a disseminação de informações referente ao risco de escassez de água tem aumentado a conscientização da população com relação à sua utilização. Sendo assim, sistemas que buscam o uso racional da água são cada vez mais aplicados, como é o caso dos sistemas de aproveitamento de água de chuva.

Seeger et al. (2007) salientam que, atualmente, pela crescente preocupação com o meio ambiente e o uso consciente da água, a utilização de água tratada para alguns fins menos nobres tornou-se inviável, o que tem impulsionado o aumento crescente de sistemas de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis.

De acordo com Campos et al. (2007), hoje em dia, além da escassez, a poluição dos recursos hídricos tem feito com que a sociedade perceba a necessidade de gerenciar melhor a utilização desse bem. Segundo Resende e Pizzo (2007), toda a economia gerada pela água aproveitada também recai em economia para águas de uso nobre, pois a partir do momento em que não se usa a água fornecida pela concessionária de abastecimento, para usos não nobres, esse recurso é preservado para o consumo direto humano.

Cohim et al. (2007) demonstram que a captação direta de águas pluviais nas edificações pode ser considerada ainda como uma fonte alternativa para a redução da demanda do sistema público. Dessa maneira, possibilitando o menor uso dos equipamentos do sistema de abastecimento da cidade, o aproveitamento de águas pluviais mostra-se eficaz, inclusive na economia de energia.

Viola et al. (2007) apresentam outros aspectos positivos do aproveitamento de água de chuva, como: aproveitamento de uma nova fonte de água, esta, livre de cobrança, com um consumo energético muito menor; aumento da segurança hídrica descentralizada e da autossuficiência local, encorajando, ao mesmo tempo, a operação e manutenção nas famílias e comunidade.

Vários trabalhos já desenvolvidos estimam a economia de água potável que um sistema de aproveitamento de água de chuva pode promover. Uma estima realizada por Ghisi (2006) tem como resultado uma economia de 48% a 100% da água potável, a depender da região geográfica brasileira analisada, para a região Sul do Brasil a economia foi de 82%. O autor ainda salienta que em regiões onde a economia de água é superior a 50%, é indicado o uso desta água também para fins potáveis, após o seu tratamento adequado.

Ghisi et al. (2006) também realizaram uma pesquisa da economia de água potável, em função do uso da água de chuva, através do levantamento dos dados de 62 cidades catarinenses, e obtiveram como resultado uma economia média de 69%. Marinovski e Ghisi (2008) realizaram um estudo da economia de água potável para o Centro de Tecnologia e Automação e Informática do SENAI de Santa Catarina e encontraram o resultado de 48%.

Um trabalho desenvolvido por Ghisi et al. (2007), além de analisar a economia da água potável da região Sudeste, também buscaram identificar o tamanho de reservatório mais indicado para a reserva da água de chuva. Neste trabalho, uma das conclusões foi que o tamanho do reservatório deve ser determinado para cada caso analisado, sendo muito variáveis os valores de tamanho de reservatório indicados para a cidade analisada.

O bom funcionamento de um sistema de aproveitamento de água de chuva depende da quantidade de água que pode ser captada e utilizada para o atendimento da demanda, sendo este atendimento função das características pluviométricas da região, da área impermeável de captação e do volume do reservatório de armazenamento. A demanda a ser atendida é crucial e deve ser mensurada de forma adequada para possibilitar menor gasto com a implantação do sistema e melhor aproveitamento da água captada e armazenada.

De acordo com a ABNT (2007), o uso da água captada deve ser feito somente para fins não potáveis e, de acordo com o tratamento, esses usos podem ser: descargas em bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos d'água e usos industriais.

Segundo os dados apresentados por Tomaz (2003), os usos não potáveis de água para rega de jardins, lavagem de carros e descargas em bacias sanitárias somam em torno de 50% da demanda total de água em uma residência, percentual representativo e que pode ser suprido por um sistema de aproveitamento de água pluvial.

O sistema em estudo utiliza telhados como superfícies responsáveis pela captação da água da chuva, a qual é conduzida através de calhas para o seu posterior armazenamento em reservatórios. Segundo Carvalho et al. (2007), um adequado dimensionamento do reservatório de armazenamento é de fundamental importância para a viabilidade técnico-econômica da implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva. Amorim e Pereira (2008) apresentam um estudo de caso do dimensionamento de reservatório para o aproveitamento de água de chuva do edifício "AT6" da Universidade Federal de São Carlos, com área de captação de 970 m², a partir de vários métodos indicados na ABNT (2007). Os valores de tamanho de reservatório encontrados variaram de 6,97 a 127,42 m³, a depender não só do método utilizado, mas também dos dados de entrada de precipitação e da confiabilidade do sistema.

Embora este trabalho não aborde o dimensionamento dos reservatórios considera-se de suma importância a escolha de um reservatório adequado ao volume captado e à demanda exigida. A área de estudo foi a cidade de Irati, localizada no Centro-Sul do Paraná, sendo identificada como a mais importante da região. O clima do município é classificado como do tipo "Cfb" (método de Köppen), Clima Subtropical Úmido Mesotérmico, não apresenta estação seca, ou seja, é úmido o ano todo com precipitação média, do mês mais seco, superior a 60 mm.

O presente trabalho tem como objetivo verificar a interferência da adoção de diferentes áreas de captação e tamanhos de reservatórios no atendimento das demandas para usos não potáveis de água na área urbana do município.

MATERIAIS E MÉTODOS

O cálculo das demandas residenciais a serem atendidas foi realizado por meio do Método Prático Australiano apresentado na ABNT (2007), o qual consiste na realização do balanço de massa do reservatório, de acordo com a equação 1 apresentada a seguir:

$$S(t+1) = S(t) + V_a(t) - D \quad (1)$$

Onde: "S (t+1)" é o volume armazenado no início do intervalo "t+1"; "S (t)" é o volume de armazenamento no início do intervalo "t"; "V_a (t)" é o volume d'água precipitado aproveitável, durante o intervalo de tempo "t", e "D" é o volume efluente para o atendimento da demanda.

O volume de água de chuva precipitado não é o mesmo volume que pode ser aproveitado, pois deve ser considerado um coeficiente de escoamento superficial conhecido como coeficiente de *runoff*, que é o quociente entre o volume de água que escoar superficialmente pelo total de água precipitado; no presente estudo adota-se o valor de 0,8 para este coeficiente.

Sendo o valor de V_a (t) calculado pela equação 2:

$$V_a = A.c.P \quad (2)$$

Onde: "V_a" representa o volume de água precipitada aproveitável; "c" é o coeficiente de escoamento superficial; "P" a precipitação ocorrida e "A" é a área de captação, projeção horizontal da área de telhado.

Para a limpeza inicial do telhado, também conhecida por *first-flush* foi considerado um descarte dos 2 mm iniciais da precipitação. Neste trabalho adotou-se ainda um valor de confiabilidade de 90%, com erros inferiores a 1%. As simulações foram realizadas em intervalos diários de tempo e o fluxograma representativo do programa desenvolvido no Visual Basic aplicado aos objetos do Excel® é apresentado na Figura 1.

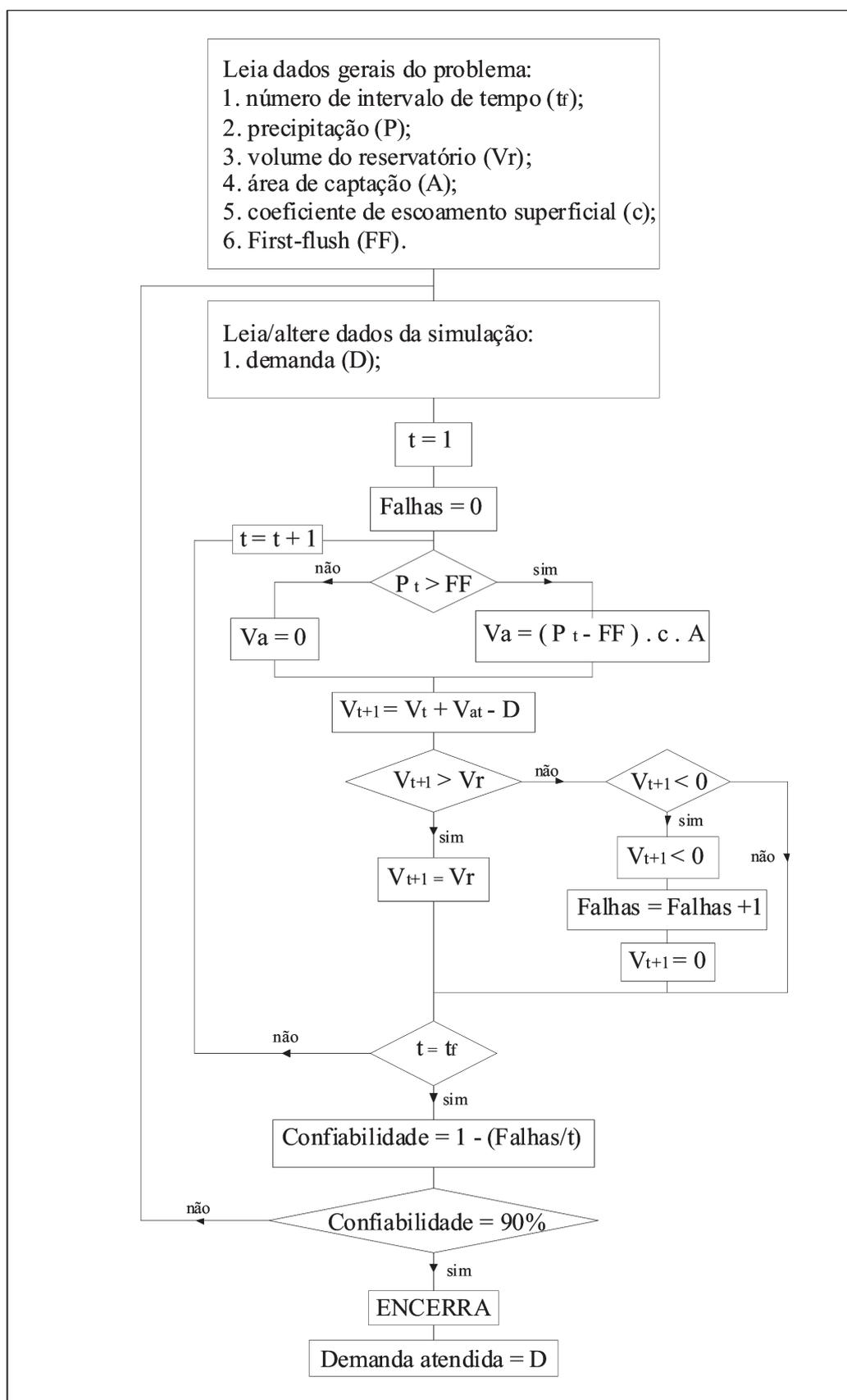


FIGURA 1 - Fluxograma da simulação do reservatório

Os dados de entrada referentes à precipitação diária foram obtidos por meio da ANA (2008) e foram provenientes da Estação Climatológica Principal do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada a uma latitude de 25°28'00" S e 50°38'00" W de longitude e uma altitude de 837 m, no município de Irati, PR. A série histórica utilizada foi do período de outubro de 1966 a fevereiro de 2004.

As simulações foram realizadas para as edificações que apresentaram áreas de telhado com superfícies de 50; 75; 100; 125; 150; 175 e 200 m² e dimensão de reservatórios de 0,5; 0,75; 1,00; 1,50; 2,00; 2,50 e 3,00 m³. O cálculo das demandas foi realizado tendo por base os seguintes fins não potáveis: lavagem de carros, rega de jardins e descargas em vasos sanitários. Para a determinação da demanda foi considerado o número de cinco habitantes por residência e o valor de 50 m² para área de jardim.

A demanda total calculada é apresentada na Tabela 1, obtida por meio dos dados de frequência e volume apresentados por Tomaz (2003), sendo que a frequência da lavagem de carros foi adequada às características do local de estudo.

TABELA 1 - Consumo médio de água em uma residência

USOS	FREQUÊNCIA	VOLUME	DEMANDA (l/dia)
Gramados ou jardins	12 mês	2 L.dia ⁻¹ .m ²	40
Lavagem de carros	2/mês	150 L.lavagem ⁻¹ .carro ⁻¹	10
Descargas de bacias	5/dia/pessoa	9 L.descarga ⁻¹	225
Total			275

Utilizando-se de cálculos baseados na Tabela 1, obteve-se o valor de 275 L.dia⁻¹ como sendo o consumo médio de água não potável de uma residência ocupada por cinco pessoas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 2 e 3 apresentam os resultados das simulações realizadas, os quais demonstraram que, como era esperado, o melhor atendimento ocorreu quando foram adotados os maiores reservatórios e as maiores áreas de captação.

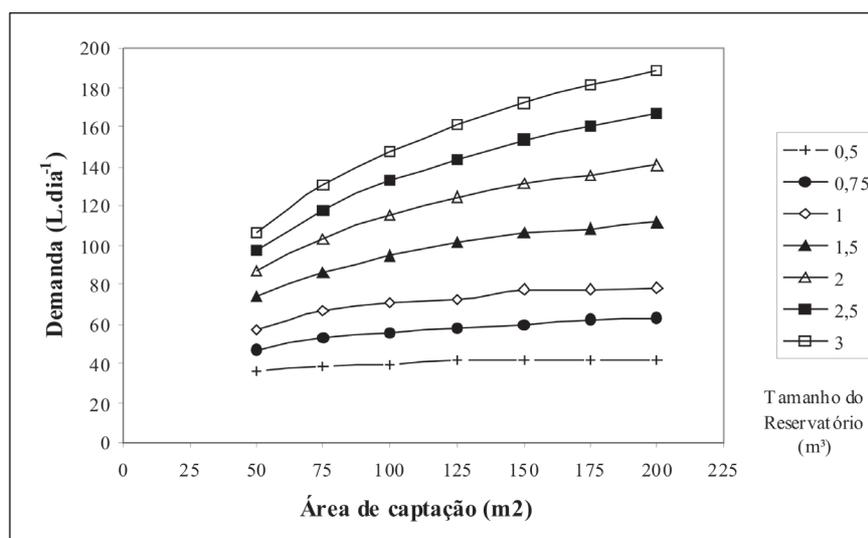


FIGURA 2 - Relação entre o atendimento da demanda, área de captação e tamanho do reservatório

Observou-se também que quanto menor o tamanho do reservatório menos relevante se tornará o aumento da área de captação. Esta área é uma variável já definida pelo usuário, em função da área de telhado da residência, sendo a escolha do tamanho do reservatório realizada em função da demanda desejada e do custo da implantação do reservatório. O atendimento da demanda pode aumentar de 3 a 4,5 vezes, para as respectivas áreas de 50 e 200 m², considerando as variações de tamanho de reservatório de 0,5 a 3 m³.

Na Figura 3 estão apresentados os resultados das simulações a partir do percentual de atendimento da demanda de 275 L.dia⁻¹, para as diferentes áreas de captação e tamanho de reservatório.

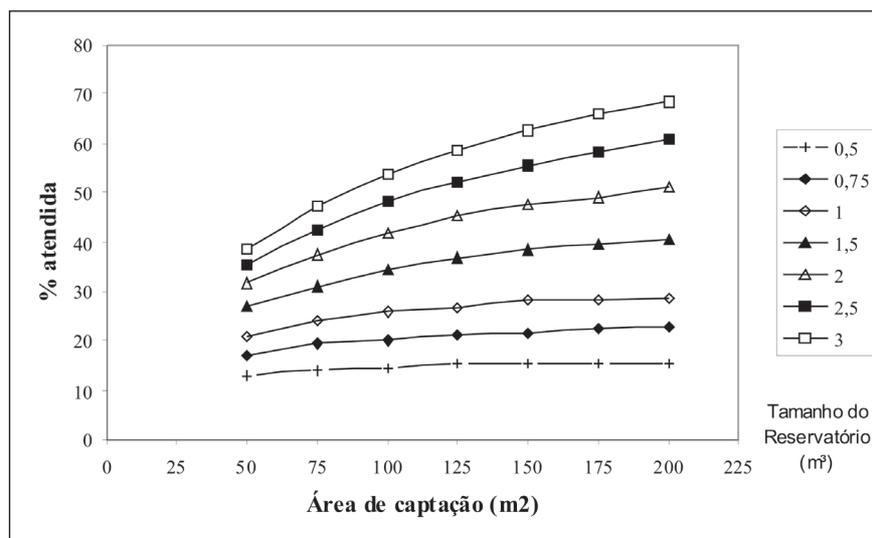


FIGURA 3 - Porcentagem da demanda atendida para diferentes áreas de captação e tamanhos de reservatórios

Observando-se a figura 3, percebe-se que em todos os casos a demanda diária não foi completamente suprida pela água de chuva armazenada. Estes resultados não são suficientes para considerar o sistema inadequado para o atendimento da demanda por água não potável, uma vez que o abastecimento de água de chuva deve ser visto como um sistema complementar ao abastecimento público convencional.

Apesar dos maiores reservatórios apresentarem um melhor atendimento, o menor reservatório considerado, de 0,5 m³, pode atender de 12,9% a 38,6% da demanda, respectivamente, para as áreas de captação de 50 e 200 m². Considerando que os usos não potáveis em uma residência representam 50% da demanda total, este atendimento vai variar de 6,5% a 19,3%. Sendo assim, sistemas que adotem o menor reservatório para pequenas áreas de captação não terão grande eficiência, mas a combinação de um pequeno reservatório com grande área de captação pode viabilizar a implantação do sistema.

Ghisi et al. (2007) apresentaram resultado da eficiência de atendimento da demanda, com a variação do tamanho do reservatório, para 10 cidades da região Sudeste. De acordo com os resultados para as cidades paulistas de Santos, Itaquaquecetuba e Jales, houve uma variação de atendimento de aproximadamente 28, 38, 28% da demanda não potável de água (50% da demanda total), para as áreas de captação de 38, 82, 84 m², respectivamente, considerando um reservatório de 3 m³. Vale salientar que as maiores precipitações são encontradas para a cidade de Santos, seguida de Itaquaquecetuba e Jales.

Os resultados encontrados neste trabalho do atendimento das demandas de Irati para um reservatório de 3 m³ e áreas de captação de 38, 82 e 84 m² foram 32, 49 e 50%, respectivamente. Ou seja, todos os valores são superiores aos encontrados por Ghisi et al. (2007), para as três cidades citadas.

Na realidade, os resultados de atendimento da demanda não são comparáveis para localidades diferentes em função da variabilidade e do total de precipitação anual característicos de cada região estudada. O trabalho de Ghisi et al. (2007) também apresentou uma diferença substancial nas simulações realizadas, uma vez que foram utilizados dados de precipitações mensais e neste trabalho as precipitações consideradas foram diárias.

Deve-se ainda considerar que a análise das taxas de atendimento de demanda não é conclusiva para a análise da viabilidade do sistema, visto que, apesar deste atendimento ter relação direta com a viabilidade econômica do projeto, a questão financeira não é o único atrativo deste sistema, pois a impressão de autonomia no abastecimento de água da sua residência e o sentimento de estar contribuindo com a economia de água tratada e na conservação dos recursos hídricos faz com que este tipo de empreendimento tenha uma aplicação crescente em áreas urbanas.

CONCLUSÕES

Apesar do uso de reservatórios de maior porte proporcionar um maior atendimento da demanda, o uso deles deve ser limitado, pois pode onerar o sistema, ou mesmo inviabilizar a sua implantação.

O sistema de aproveitamento de água pluvial deve ser utilizado na área urbana de Irati como uma fonte alternativa de água, não devendo substituir o sistema público de abastecimento. Sendo assim, o não atendimento total das demandas não potáveis de água pode ser suprido pelo sistema convencional de abastecimento, sem acarretar falta de água para as residências.

O estudo realizado para o município de Irati pode ainda ter a função de embasar o dimensionamento de reservatórios de aproveitamento de água pluvial, uma vez que, a partir dos dados de área de telhado construída, tem-se a possibilidade de escolher o tamanho do reservatório em função da demanda a ser atendida por ele.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR: 15527**: água de chuva: aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: requisitos. São Paulo: [s. n.], 2007.

AMORIM, S. V.; PEREIRA, D. J. A. Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 53-66, 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Hidroweb**: sistemas de informações hidrológicas. 2008. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 07 jun. 2008.

CAMPOS, A. L. et al. Estudo para o aproveitamento de água da chuva em uma montadora de veículos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABES, 2007. p. 1-8.

CARVALHO, G. S. et al. Cálculo do volume do reservatório de sistemas de aproveitamento de água de chuva: comparação entre métodos para aplicação em residência unifamiliar. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS, 10., 2007, São Carlos. **Anais...** São Carlos: SISPREL, 2007. p. 1-10.

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.

GHISI, E. Potential for potable water saving by using rainwater in the residential sector of Brazil. **Building and Environment**, West Lafayette, v. 41, n. 11, p. 1544-1550, 2006.

GHISI, E. et al. Potential for potable water savings by using rainwater: an analysis over 62 cities in southern Brazil. **Building and Environment**, West Lafayette, v. 41, n. 2, p. 204-210, 2006.

_____. Rainwater tank capacity and potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of southeastern Brazil. **Building and Environment**, West Lafayette, v. 42, n. 4, p. 1654-1666, 2007.

MARINOSKI, A. K., GHISI, E. Aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis-SC. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 67-84, 2008.

MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004. 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

RESENDE, R.; PIZZO, H. S. Estimativa de suficiência de água de chuva para fins não nobres em residência unifamiliar na cidade de Juiz de Fora – MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABES, 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, 2003.

VIOLA, H.; NUNES, R. T. S.; FREITAS, M. A. V. Aproveitamento de águas pluviais como potencial ação mitigadora dos efeitos das mudanças climáticas: o caso da Cidade do Samba no Município do Rio de Janeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s.n.], 2007.

Recebido: 03/02/2009

Received: 02/03/2009

Aprovado: 12/03/2009

Approved: 03/12/2009

Revisado: 11/11/2009

Reviewed: 11/11/2009