

XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

ESTUDO DO MÉTODO DE AZEVEDO NETO PARA DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIO DE ÁGUA DE CHUVA

Margolaine Giacchini¹ Alceu Gomes de Andrade Filho²; Daniel Costa Dos Santos³

Resumo – O aproveitamento da água de chuva constitui uma prática milenar que atualmente vem sendo incorporada aos sistemas prediais urbanos, como uma fonte alternativa de abastecimento de água para fins não potáveis. O dimensionamento do reservatório apresenta-se como fator determinante para o sucesso da implantação e operação de tais sistemas. Neste sentido, este estudo objetiva analisar a aplicação do método de Azevedo Neto, recomendado pela NBR 15527/07, para o dimensionamento de reservatório em unidade residencial, unifamiliar, localizada no Município de Curitiba - PR, com área construída de 100m². O estudo investiga de forma particular a incógnita correspondente aos meses de pouca chuva ou seca, através do levantamento dos dias sem precipitação dentro de um período amostral de onze anos. Neste sentido, identificou-se inicialmente o máximo de dias sem precipitação para posterior simulação do método para a situação estudada. Desta forma, concluiu-se que a identificação precisa da incógnita referente aos meses de pouca chuva ou secos é fundamental para o dimensionamento do reservatório, em consonância com os princípios de atendimento ao consumo, da sustentabilidade ambiental e da segurança sanitária.

Abstract – The use of rainwater is an ancient practice that is currently being incorporated to buildings as an alternative source of water for non-potable uses. The sizing of the reservoir is presented as a determining factor for successful implementation and operation of such systems. Thus, this study is aimed to investigate the application of the Azevedo Neto's method, recommended by the NBR 15527/07. The research was carried on by simulating the application of this method to a residential one-family unit, located in Curitiba - PR, with 100m² of constructed area. The study consists, in particular, of the identification the unknown corresponding to the low rainfall or drought months, through the increase of days without precipitation within a sample period of eleven years by studying the series of maximum number of days without rain in the studied region. In this sense, it was initially identified as many days without precipitation for subsequent simulation method to study the situation. Thus, it was concluded that the identification of little rain days is characterized as an unknown to be identified and allows the sizing of reservoirs in accordance with the supplying, the health and the environmental sustainability principles and health security.

Palavras-Chave – Dimensionamento; reservatório; água de chuva

¹ Margolaine Giacchini: CESCAGE, Generoso Marques dos Santos, 196, centro, Ponta Grossa-Paraná, 42-32249170, Email:margolaine@yahoo.com.br;

² Alceu Gomes de Andrade Filho: UEPG; E-mail: agafilho@uepg.br;

³ Daniel Costa dos Santos; UFPR; Email: dcsantos.dhs@gmail.com.

INTRODUÇÃO

As referências históricas sobre o aproveitamento da água de chuva se reportam às civilizações Astecas, Maias, Incas, entre outras. Atualmente tal prática foi reincorporada aos sistemas de abastecimento de água das edificações urbanas, para o uso em atividades consideradas não nobres, como irrigação, limpeza de pisos, calçadas, carros, descargas sanitárias, entre outras que não necessitem de água potável.

Neste contexto, um aspecto fundamental diz respeito ao armazenamento das águas pluviais nas edificações em especial no que se refere ao dimensionamento dos reservatórios.

O armazenamento das águas pluviais nas edificações, em reservatórios dimensionados de forma a atender exclusivamente o consumo, pode interferir no processo natural do ciclo hidrológico. Faz-se necessário ainda avaliar a qualidade sanitária da água da chuva armazenada, pois, constitui um fator importante para segurança do usuário e para manutenção dos equipamentos que compõe o sistema de aproveitamento da água de chuva.

Isto posto, salienta-se a importância da análise criteriosa, por parte do projetista, do método de dimensionamento adotado. Assim sendo, este trabalho tem por objetivo analisar a aplicação do método de Azevedo Neto, proposto no Anexo A da NBR 15527, para dimensionamento de reservatório de água de chuva.

MATERIAIS E MÉTODOS

Segundo Azevedo Netto (1991) o aproveitamento da água de chuva para abastecimento aplica-se para sistemas individuais e coletivos. O dimensionamento dos sistemas de abastecimento de água de chuva envolve os seguintes dados: precipitação anual mínima, número máximo de dias sem chuvas significativas, consumo de água mensal. Conforme ABNT (2007), o volume do reservatório de água pluvial pelo método de Azevedo Neto é obtido por meio da equação 1:

$$V = 0,042 \times P \times A \times T \quad (1)$$

onde:

V = volume do reservatório (litros)

P = precipitação média anual (mm)

A = área de coleta em projeção (m²)

T = número de meses de pouca chuva ou seca

O Método de Azevedo Neto, também é chamado de Método prático Brasileiro e sugere o aproveitamento máximo de 50% da precipitação anual, em função do escoamento superficial assim como de perdas inerentes ao sistema.

Neste estudo, adotou-se como referência uma residência unifamiliar com área (A) de 100 m², contendo três quartos, situada no bairro Jardim das Américas em Curitiba – PR, habitada por quatro pessoas. Considerou-se o aproveitamento da água de chuva apenas no abastecimento de uma bacia sanitária, não sendo avaliados outros usos possíveis para o sistema na edificação. O aparelho sanitário corresponde ao conjunto bacia sanitária com caixa acoplada de 6 litros. A parametrização do consumo foi estabelecida por meio dos valores recomendados em Tomaz (2003) para bacia sanitária, de cinco acionamentos por habitante por dia, caracterizando assim, uma demanda diária de 120 litros de água e, uma demanda mensal de 3,6 m³ de água.

A precipitação média anual (P) foi obtida através de dados hidrológicos da Estação Pluviométrica do Instituto Tecnológico do SIMEPAR, localizada no Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná - UFPR. A Tabela 1 apresenta a precipitação média mensal e anual da região sob estudo.

Tabela 1 – Dados Hidrológicos

| Mês | Precipitação Média (mm) |
|-------------|--------------------------------|
| Janeiro | 170,3 |
| Fevereiro | 145,0 |
| Março | 148,1 |
| Abril | 85,1 |
| Mai | 81,3 |
| Junho | 72,0 |
| Julho | 95,0 |
| Agosto | 77,2 |
| Setembro | 142,1 |
| Outubro | 137,3 |
| Novembro | 103,5 |
| Dezembro | 99,5 |
| Total Anual | 1365,0 |

FONTE: Adaptado de SIMEPAR

O número de meses de pouca chuva foi identificado a partir da análise de estudo desenvolvido sobre a seqüência de dias sem chuva na região em estudo. Inicialmente foram levantados os dados correspondentes aos dias sem registro de precipitação pluviométrica, de cada mês de cada ano do período amostral compreendido entre 1998 a 2008. Em seguida foi identificado o maior número de dias sem precipitação de cada mês, de cada ano do referido período amostral. De posse destas informações, obteve-se a média dos máximos dias sem chuva para cada mês. Através das médias

mensais obteve-se a média anual dos Máximos Dias Sem Chuva sendo que, o maior valor encontrado corresponde ao MDS da região sob estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para aplicação do Método Azevedo Neto a identificação dos dias secos constitui a principal incógnita a ser identificada. Segundo Azevedo Netto (1991) o período crítico em geral é superior a trinta dias podendo ultrapassar os sessenta dias em regiões de baixa e irregular precipitação.

Destaca-se que a região em estudo não se caracteriza como tal, mas ao contrário apresenta precipitação média e regular. Portanto, neste estudo identificou-se inicialmente o número de dias sem precipitação de cada mês e de cada ano, da série amostral e, assim foi calculada a média mensal, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2 - Número de máximos dias sem chuva no período amostral de 1998 à 2008

| Mês | NÚMERO MÁXIMO DE DIAS SEM CHUVA | | | | | | | | | | | Média |
|-------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------|
| | ANO | | | | | | | | | | | |
| | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | |
| Jan. | 6 | 2 | 5 | 5 | 4 | 5 | 3 | 3 | 6 | 3 | 3 | 4,09 |
| Fev. | 15 | 2 | 4 | 3 | 6 | 4 | 5 | 7 | 6 | 6 | 5 | 5,72 |
| Mar. | 2 | 4 | 4 | 3 | 7 | 9 | 7 | 12 | 4 | 13 | 8 | 6,63 |
| Abr. | 7 | 9 | 12 | 8 | 9 | 9 | 3 | 10 | 10 | 11 | 8 | 8,72 |
| Mai. | 9 | 9 | 5 | 4 | 8 | 10 | 5 | 6 | 13 | 4 | 15 | 8,00 |
| Jun. | 7 | 4 | 16 | 6 | 9 | 9 | 14 | 14 | 9 | 28 | 6 | 11,09 |
| Jul. | 8 | 12 | 7 | 10 | 6 | 14 | 8 | 7 | 17 | 13 | 21 | 11,18 |
| Ago. | 7 | 8 | 8 | 10 | 7 | 8 | 25 | 12 | 13 | 27 | 16 | 12,81 |
| Set. | 4 | 7 | 6 | 5 | 8 | 8 | 8 | 5 | 12 | 16 | 5 | 7,63 |
| Out. | 4 | 6 | 6 | 7 | 6 | 8 | 9 | 4 | 6 | 11 | 3 | 6,36 |
| Nov. | 6 | 5 | 6 | 10 | 3 | 6 | 9 | 5 | 4 | 5 | 3 | 5,63 |
| Dez. | 4 | 3 | 8 | 4 | 5 | 4 | 6 | 5 | 6 | 3 | 13 | 5,54 |

Observa-se que para o período amostral estudado, no mês de janeiro obteve-se a menor média de dias sem chuva, 4,09 dias. Por sua vez, o mês de agosto apresentou a maior média de dias sem chuva, sendo assim, a série de Máximos Dias Sem Chuva corresponde a MDS = 12,81 dias. Destaca-se ainda, que neste estudo foram considerados apenas os dias que apresentaram precipitação igual a zero milímetro.

Assim sendo, através da análise da série histórica estudada observou-se que, dentro do período amostral de onze anos, não foi registrada nenhuma ocorrência de 30 dias sem chuva. Destaca-se ainda o registro de uma ocorrência da sequência de 28 dias sem chuva e uma ocorrência de 27 dias.

Desta forma, concluiu-se que para a situação estudada o período de seca ou pouca chuva não representa um mês completo e, sim uma fração do mês. Assim sendo, a identificação de tal fração, foi obtida a partir dos Máximos Dias Sem Chuva - MDS, correspondente a máxima média 12,81 dias secos, conforme Figura 1.

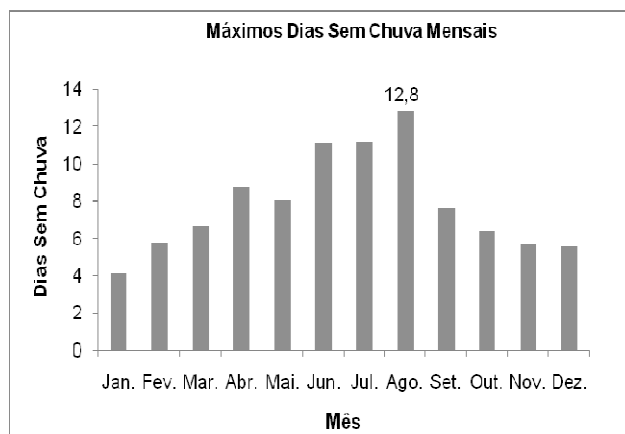


Figura 1 – Média de Máximos Dias Sem Chuva no Período Amostral de 1998 à 2008.

Portanto, o período seco, representa 42,7% de um mês, conseqüentemente $T = 0,427$. A simulação da aplicação do método Azevedo Neto apresentou os resultados da Tabela 2.

Tabela 3 – Resultado do Método Azevedo Neto

| P_{anual} (mm) | A_c (m ³) | T (mês) | $V = 0,042.P.A.T$ (m ³) |
|----------------------------|----------------------------|------------|--|
| 1356,50 | 100,0 | 0,427 | 2,43 |

Observa-se que para a situação estudada o valor obtido para o volume do reservatório não se apresentou excessivamente elevado.

Entretanto, se para esta mesma situação utilizarem-se dados referentes a um e dois meses de pouca chuva, conforme recomendado por diferentes bibliografias, o valor obtido para o volume do reservatório seria expressivamente mais elevado, como pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 4 – Resultados da aplicação do método de Azevedo Neto para $t=1$, $t=2$

| P_{anual} (mm) | A_c (m ³) | T (mês) | $V = 0,042.P.A.T$ (m ³) |
|----------------------------|----------------------------|------------|--|
| 1356,50 | 100,0 | 1 | 5,69 |
| 1356,50 | 100,0 | 2 | 11,39 |

Portanto, destaca-se na aplicação deste método a interferência significativa da correta interpretação dos dados locais, referentes aos meses de pouca chuva. Uma vez que a interpretação generalizada de tais dados pode induzir a resultados não precisos e, sobretudo ao super-

dimensionamento do reservatório, possibilitando o armazenamento de um volume excessivo de água de chuva, comprometendo a qualidade sanitária da mesma e ainda o ciclo do uso da água na bacia hidrográfica.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O método Azevedo Neto apresenta como características principais a facilidade de sua aplicação, destaca-se o valor reduzido do volume obtido para a situação estudada, a observância a fatores relativos à precipitação pluviométrica e ao período seco.

Entretanto, alerta-se para a importância da análise de dados hidrológicos locais, na identificação dos meses secos ou de pouca chuva. Ainda para o risco da identificação subjetiva de tal incógnita, quando da não observância estatística do histórico de meses sem chuva na área sob estudo.

Cumprido ressaltar, que o armazenamento da água de chuva por período prolongado de tempo pode comprometer a qualidade sanitária, caso não sejam observadas as normas de armazenamento e tratamento da água e monitoramento dos sistemas prediais de aproveitamento da água de chuva.

Da mesma forma, a retenção da água de chuva em reservatórios prediais implica no retardamento do pico de vazão de chuva na bacia hidrográfica, contribuindo de forma positiva no controle das enchentes. Entretanto, no período de estiagem tal retardamento pode contribuir para a redução da vazão afluente na bacia hidrográfica, justificando assim a importância do dimensionamento preciso do reservatório de forma a atender satisfatoriamente o consumo sem comprometer a sustentabilidade hídrica da bacia hidrográfica.

BIBLIOGRAFIA

ABNT. *Aproveitamento de coberturas em urbanas para fins não potáveis - Requisitos.* Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma 15527, Rio de Janeiro, Outubro de 2007.

AZEVEDO NETTO, J. M. *Aproveitamento de águas de chuvas para abastecimento.* Rio de Janeiro: 1991. **Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente – Revista Bio.** Rio de Janeiro, ano III, número 2, abr/jun.

TOMAZ, P. *Aproveitamento da Água de Chuva Para Áreas Urbanas e Fins Não Potáveis.* Guarulhos, 2003. **Navegar Editora.** 180p.