

O MÉTODO DE RIPPL PARA DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS DE SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA

MARGOLAINE GIACCHINI¹

¹Msc. Professora Faculdades Ponta Grossa/FACPG, PONTA GROSSA -PR, margolaine@yahoo.com.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: A identificação do método de dimensionamento de reservatório a ser aplicado em sistemas de aproveitamento de água de chuva envolve diversos aspectos dentre os quais, destaca-se a concepção do método e, a adequação às características regionais e locais. O método de Rippl tem como princípio fundamental a equalização da vazão. Assim sendo, este trabalho tem como objetivo discutir a aplicação do método de Rippl para dimensionamento de reservatórios de sistemas de aproveitamento de água de chuva, através da simulação da aplicação de tal método. A escolha do método de dimensionamento adequado a cada situação é fundamental para o bom desempenho de um sistema de aproveitamento de água de chuva. Sobretudo, possibilita o dimensionamento do reservatório de forma satisfatória no que se refere ao atendimento ao consumo, a viabilidade econômica e a segurança sanitária e a sustentabilidade hídrica.

PALAVRAS-CHAVE: Água de chuva, reservatórios, método, Rippl.

METHOD FOR SCALING Rippl RAIN WATER RECOVERY SYSTEMS TANKS

ABSTRACT: The identification of the reservoir design method to be applied in rainwater utilization systems involves several aspects among which stands out the design of the method, and adaptation to regional and local characteristics. The Rippl method has as a fundamental principle to equalize the flow. Therefore, this paper aims to discuss the implementation of the Rippl method for sizing reservoirs of rainwater utilization systems, by simulating the application of this method. Choosing the right sizing method for each situation is critical to the performance of a rainwater utilization system. Above all, it allows the design of the reservoir satisfactorily in relation to meet consumption, economic viability and health security and water sustainability.

KEYWORDS: Rain water, reservoirs, Rippl, method.

INTRODUÇÃO

As diretrizes de projeto e dimensionamento de um sistema de aproveitamento da água de chuva estão prescritas na Norma Brasileira – NBR, número 15527 - Água da Chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, publicada em vinte e quatro de outubro de 2007 pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Tal norma apresenta, em caráter informativo, o ANEXO A - Métodos de cálculos para dimensionamento de reservatórios, entretanto fica a critério do projetista a opção pelo método a ser utilizado desde que devidamente justificado. Os métodos apresentados neste ANEXO A são o método de Rippl, método da Simulação, método de Azevedo Neto, método prático Alemão, método prático Inglês e o método prático Australiano. Ainda quanto ao dimensionamento do reservatório determina que o volume dos reservatórios seja fundamentado nas boas práticas da engenharia e baseado em critérios técnicos, econômicos e ambientais (ABNT, 2007).

Segundo Rippl (1883) o propósito de um reservatório de água é equalizar a flutuação entre o suprimento e a demanda ao longo do tempo. Por tratar-se de um método fundamentado no conceito do período crítico, tem sua aplicação mais adequada para a situação em que a demanda acumulada de água é aproximadamente igual ou ligeiramente inferior ao suprimento. Assim, esta se apresenta como

a situação que melhor se enquadra na formulação teórica do método, haja vista que o período crítico apresenta-se bem definido.

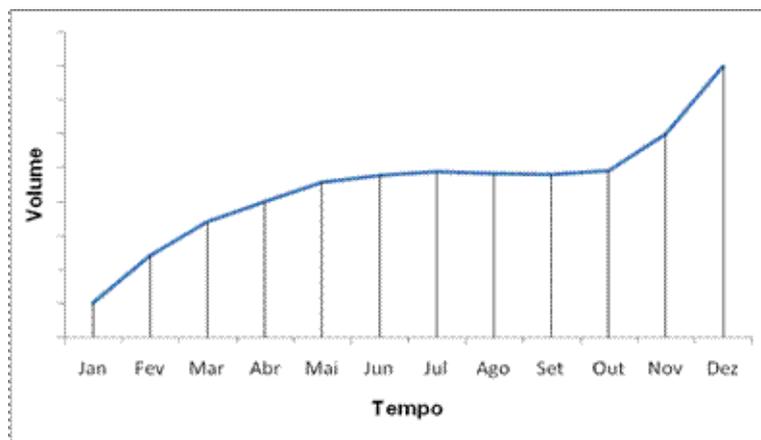
Segundo McMahan; Mein (1978) a técnica da curva de massa desenvolvida pelo engenheiro austríaco W. Rippl foi um dos primeiros métodos racionais utilizados na estimativa da capacidade de reservatórios.

Neste sentido, este estudo tem como objetivo discutir a aplicação do método de Rippl para dimensionamento de reservatórios de sistemas de aproveitamento de água de chuva, por meio da simulação da aplicação de tal método.

MATERIAIS E MÉTODOS

A base do método de Rippl é a construção do diagrama de massa através das séries históricas das chuvas e tal diagrama pode ser definido como a integral do hidrograma mensal, Figura 1.

Figura 1 – Integral do hidrograma mensal



Fonte: Adaptado de McMahan; Mein (1978)

Para a construção do diagrama de massas consideram-se duas hipóteses, a primeira considerando o reservatório cheio no tempo zero, o que caracteriza o início do período crítico e a segunda ao adotar uma série de dados históricos assume-se que estes dados não são alterados na sequência de tal série. O volume do reservatório é encontrado através da equação:

$$S(t) = D(t) - Q(t)$$

$$Q(t) = C \times P \times A$$

$$V = \sum S(t) \text{ somente para valores } S(t) > 0$$

$$\text{Sendo que: } \sum D(t) < \sum Q(t)$$

Onde:

$S(t)$ = volume de água no reservatório no tempo t ;

$D(t)$ = demanda ou consumo no tempo t ;

$Q(t)$ = volume de chuva aproveitável no tempo t ;

C = coeficiente de escoamento superficial;

P = Precipitação da chuva;

A = Área de captação

Segundo Australia (2004) se o volume máximo captável é inferior a demanda anual de água, então a área de captação deverá ser aumentada ou a demanda de água terá de ser reduzida. Esta situação pode ser observada em condomínios verticais onde a área de coleta de água da chuva pode ser insuficiente para o suprimento completo da demanda dos usos não potáveis de água. Ghisi (2006) relata que o dimensionamento de reservatórios de sistemas de aproveitamento da água de chuva pelo método de Rippl aparenta ser inadequado porque induz a resultados maiores que outros métodos, principalmente os estatísticos e da simulação. O Método de Rippl ou Método do Diagrama de Massas

fundamenta-se no conceito da regularização da vazão, ou seja, refere-se ao estudo hidrológico que permite armazenar o excesso de água no período chuvoso objetivando compensar as deficiências do período seco. Em geral utiliza-se uma série histórica de precipitações mensais o mais longa possível e obtém-se a média mensal da pluviosidade da região estudada (AMORIM; PEREIRA, 2008).

Por sua vez, Rocha (2009) recomenda que tal método só deve ser aplicado quando o volume captado de água de chuva é maior ou igual ao volume demandado em determinado período de tempo correspondente, obtendo-se assim o suprimento total da demanda no período seco.

Neste estudo, a simulação da aplicação do método de Rippl foi desenvolvida através da relação estabelecida entre os dados pluviométricos locais, a demanda de água não potável, a área de coleta e o coeficiente de escoamento superficial. Para o levantamento das estimativas de demanda foi adotado como referência uma residência unifamiliar com área de 100m², na região de Curitiba-Pr, considerou-se ainda, que a residência é habitada por uma população de quatro pessoas e 5 acionamentos diários de uma caixa de descarga de 6 litros.

Objetivando simular a aplicação do método de Rippl para o dimensionamento de reservatórios de acumulação da água de chuva, foram aplicados na planilha os seguintes dados:

- a) Valores da demanda mensal- estimativa de 3,6m³/mês.
- b) Dados Hidrológicos referentes a precipitação (P) média mensal de Curitiba-Pr;
- c) Área de Captação - Ac = 100m²;
- d) Coeficiente de escoamento superficial, C = 0,8 para coberturas de cimento amianto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo optou-se por considerar que o aproveitamento da água de chuva tem como objetivo o abastecimento de uma bacia sanitária com caixa acoplada de 6 litros, não sendo avaliados outros usos possíveis para o sistema na edificação.

Para a determinação da parametrização do consumo, adotaram-se os valores recomendados em TOMAZ (2003) para bacia sanitária, ou seja, cinco acionamentos por habitante por dia. Portanto, considerando que cada habitante efetue cinco acionamentos da caixa acoplada, por dia, o que caracteriza uma demanda diária de 120 litros de água e totaliza uma demanda mensal de 3,6 m³ de água. Sendo assim, os resultados da simulação da aplicação do método de Rippl são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados da aplicação do método de Rippl

1	2	3	4	5	6	7
Mês	P (mm)	D _m (m ³)	A _c (m ²)	V _{chuva} (m ³)	D _m - V _{chuva} (m ³)	Dif. Acum. Valores + (m ³)
Jan	170,3	3,6	100,0	13,62	-10,02	-
Fev	145,0	3,6	100,0	11,60	-8,00	-
Mar	148,1	3,6	100,0	11,85	-8,25	-
Abr	85,1	3,6	100,0	6,81	-3,21	-
Mai	81,3	3,6	100,0	6,50	-2,50	-
Jun	72,0	3,6	100,0	5,76	-2,16	-
Jul	95,0	3,6	100,0	7,60	-4,00	-
Ago	77,2	3,6	100,0	6,18	-2,58	-
Set	142,1	3,6	100,0	11,37	-7,77	-
Out	137,3	3,6	100,0	10,98	-7,38	-
Nov	103,5	3,6	100,0	8,28	-4,68	-
Dez	99,5	3,6	100,0	7,96	-4,36	-
Total	1356,50	43,2	-	108,51	-	-

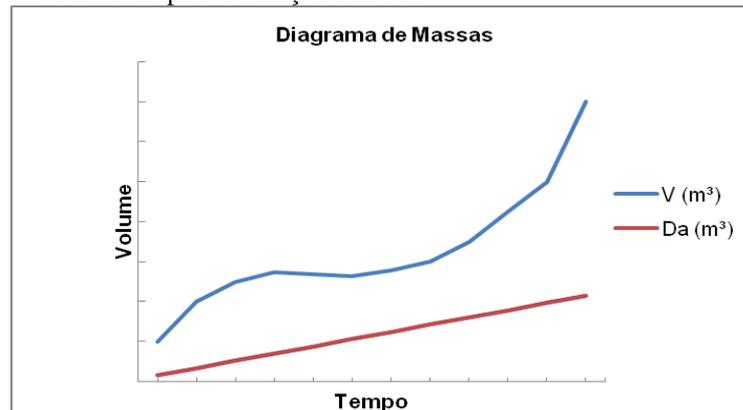
Fonte: Autor (2016)

O volume aproveitável de chuva, coluna 5, foi obtido através da relação entre a precipitação pluviométrica, a área de coleta e o coeficiente de escoamento superficial, adotado C = 0,8. Neste método, o volume do reservatório é obtido em função da diferença acumulada dos valores positivos da Coluna 6. Entretanto, observa-se que na situação estudada os valores apresentados na referida coluna

são todos negativos, devido ao fato que em todos os meses do ano, a demanda de água é muitas vezes inferior ao volume de chuva captável na respectiva área de coleta. Assim sendo, caracteriza-se a ocorrência de over flow, ou seja, sobra de água em todos os meses do ano, conseqüentemente os valores positivos representariam a falta de água no reservatório e, caracterizariam a existência de out flow.

Todavia, a identificação do período crítico se daria através do traçado de uma tangente, paralela a reta característica da demanda acumulada, à curva correspondente ao volume captável acumulado. Observa-se na Figura 2 que, o traçado da tangente à curva, para a determinação do período crítico, pode induzir a resultados duvidosos em função do distanciamento entre a curva do volume captável e a reta da demanda.

Figura 2 – Diagrama de massas para a situação estudada



fonte: Autor (2016)

A passagem do estado cheio, do reservatório, para o estado vazio, compreendido entre os meses de janeiro a dezembro, não caracteriza a ocorrência de período crítico. Tal fato evidencia-se ao ser traçado o Diagrama de Massas correspondente à situação estudada, conforme Figura 2, onde se verifica a relação entre a evolução do volume captável (V) e a demanda acumulada (Da) no período de tempo correspondente.

Cumprе salientar ainda, que o Método de Rippl, fundamenta-se no princípio da regularização da vazão entre o período seco e o chuvoso. Sendo assim, a sua aplicação induz a resultados mais precisos para a situação em que a demanda é ligeiramente inferior ao volume captável. Observa-se ainda que, para a situação contrária a estudada, ou seja, quando a demanda é muitas vezes superior ao volume aproveitável, também ocorre dificuldade na identificação dos resultados.

Todavia, uma possibilidade para o dimensionamento do reservatório pelo Método de Rippl, para a situação estudada, seria a correção da área de coleta em função da demanda necessária. Não utilizar a área total da cobertura da edificação para o cálculo do volume aproveitável, apenas uma parcela desta. Neste caso a fração de área a ser utilizada no cálculo do volume aproveitável é obtida através da relação entre a demanda total de água e a área total de captação.

CONCLUSÃO

Uma das características principais do método refere-se à determinação da capacidade do reservatório através da identificação do período crítico, possibilitando a previsão de atendimento ao consumo tanto no período chuvoso quanto no período seco. Entretanto, destaca-se também a dificuldade de identificação da capacidade do reservatório para as situações supracitadas. Ressalta-se ainda que a maior duração dos registros pluviométricos possa induzir a maiores volumes do reservatório.

Isto posto, outra característica importante diz respeito a não observância de aspectos relativos às possíveis interferências no ciclo da água na bacia hidrográfica, uma vez que o método baseia-se no atendimento da demanda no período crítico.

Sugere-se ao projetista na escolha do método de dimensionamento fazer a simulação dos diferentes métodos, a análise da relação entre a concepção do método e a situação estudada e a observância aos aspectos relativos à sustentabilidade da bacia hidrográfica.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação brasileira de normas técnicas. NBR 15527: Água da Chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.
- Amorim, S. V.; Pereira, D. J. A. Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial Revista da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Porto Alegre: Antac, v. 8, n.4, abr./jun. 2008.
- AUSTRALIA. Guidance on use of Rainwater tanks. Australian Government Department of Health and Ageing. Canberra. Australia. 2004
- Ghisi, E. Influência da precipitação pluviométrica, área de captação, número de moradores e demandas de água potável e pluvial no dimensionamento de reservatórios para fins de aproveitamento de água pluvial em residências unifamiliares. 63p. Monografia apresentada para concurso público da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
- McMhahon. T. A & Mein. R.G. Reservoir Capacity And Yield. Department of Civil Engineering, Monash University, Clayton, Vic., Australia. Elsevier Scientific Publishing Company. 1978.
- Paula, H. M.; Paula, E.C.M; Pereira, S.E. Dimensionamento de reservatório para o aproveitamento de água de chuva. Simpósio Brasileiro de Recursos hídricos, 2009, Campo Grande - MS. Anais... Campo Grande – MS, 2009.
- Rocha, V. L. Validação do algoritmo do programa netuno para avaliação do potencial de economia de água potável e dimensionamento de reservatórios de sistemas de aproveitamento de água pluvial em edificações. 166p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2009.
- Tomaz, P. Aproveitamento de água de chuva. São Paulo: Navegar Editora, 2003.