



# **SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

## **ESTUDO DAS METODOLOGIAS DE DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS DE ÁGUA DE CHUVA**

Josevania Rodrigues Jovelino<sup>1</sup>, Bruna da Silveira Guimarães<sup>1</sup>, Kamila Freitas Porto<sup>1</sup>, Julyanna Damasceno Pessoa<sup>1</sup>, Kepler Borges França<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Química, Laboratório de Referência em Dessalinização. Campina Grande, Paraíba. E-mail: vannya.rodrigues@hotmail.com.

### **RESUMO**

O aproveitamento da água de chuva é uma das alternativas para aumentar a oferta de água, reduzindo o consumo de água potável e atuando no combate as enchentes. Os sistemas de aproveitamento de água de chuva são constituídos fundamentalmente pela área de captação (geralmente coberturas), os componentes de transporte (calhas e condutores verticais) e o reservatório. O presente estudo tem por objetivo avaliar a influência da distribuição da precipitação no aproveitamento de água pluvial, visando encontrar o método mais eficaz e econômico para a captação de água de chuva no estado da Paraíba. Para a realização do estudo foi adotada uma residência fictícia que será utilizada para captação, onde residem seis moradores. Foram escolhidas de acordo com os seus respectivos índices pluviométricos, os municípios Aroeiras, Sapé, Santa Rita, Catolé do Rocha e Alagoa Nova localizados no estado da Paraíba. Foram aplicados os métodos do Rippl, Método Prático Brasileiro, Método Prático Inglês e o Método Prático Alemão para o dimensionamento do volume mais adequado destinado ao armazenamento de águas pluviais. O Método do Rippl e o Método Brasileiro determinaram valores de volumes mais elevados, sendo convenientes em regiões que apresentem com elevados índices pluviométricos, reduzindo os gastos com implantação do sistema. Os Métodos Alemão e Inglês encontraram volumes menores e bem próximos, sendo importantes em regiões com baixa pluviometria para que a água coletada nas temporadas de chuva possa suprir a demanda nos períodos secos, principalmente em regiões onde ocorre escassez de água em determinadas estações do ano, como por exemplo, na região Nordeste do Brasil. A captação e utilização de águas pluviais para fins não potáveis, com o dimensionamento de reservatórios adequado, apresenta-se como uma alternativa viável, reduzindo a pressão nos mananciais, permitindo o direcionamento destes recursos para atendimento à consumos mais nobres, para uma maior parcela da população.

**Palavras-chave:** Captação, pluviometria, economia, viabilidade.

### **1 INTRODUÇÃO**

O aumento da população, a degradação dos recursos hídricos e o uso não racional têm levado o ser humano a procurar reduzir a demanda de água e a ir à busca por novas fontes para o abastecimento. Uma das alternativas avaliadas para aumentar a oferta de água é o aproveitamento da água pluvial (FARAHBAKHS K, BEZERRA, 2009).

Os sistemas de aproveitamento de água pluvial são compostos fundamentalmente pela área





## **SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

de captação (geralmente coberturas), os componentes de transporte (calhas e condutores verticais) e o reservatório. O tratamento adequado dependerá da utilização final que se dará a essa água (BARCELLOS, FELIZATTO, 2005).

A eficiência e a confiabilidade dos sistemas de aproveitamento de água de chuva estão ligadas diretamente ao dimensionamento do reservatório de armazenamento (PROSAB, 2014).

Existem diversos métodos de dimensionamento de reservatório que resultam em distintos volumes. Na seleção do método mais apropriado de dimensionamento diversos fatores devem ser considerados incluindo a demanda a ser atendida, a área de captação, entre outros. Ademais, o tempo de amortização do investimento e a eficiência do sistema constituem variáveis fundamentais para a tomada de decisão quanto à viabilidade de implantação do sistema (MORUZZI, 2010).

O reservatório representa o item mais oneroso do sistema de captação e utilização de água pluvial devendo, portanto, ser dimensionado de forma bastante criteriosa. Seu custo pode representar entre 50% e 85% do valor total de um sistema de captação de água de chuva. Assim sua escolha influenciará diretamente na viabilidade financeira deste (THOMAS, 2001).

O objetivo do presente estudo consiste na avaliação da influência da distribuição da precipitação no aproveitamento de água pluvial, visando encontrar o método mais eficaz e econômico para a captação de água de chuva no estado da Paraíba.

### **2 METODOLOGIA**

Para a realização do estudo considerou-se uma residência fictícia com 110 m<sup>2</sup> de telhado que será utilizado para captação, onde residem seis moradores. Foram estudadas cinco cidades do estado da Paraíba, escolhidas de acordo com os seus respectivos índices pluviométricos, referentes ao ano de 2014 (AESA, 2014). São elas: Aroeiras, Sapé, Santa Rita, Catolé do Rocha e Alagoa Nova.

Foi adotada a demanda de 155 litros/pessoa/dia, que segundo dados da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA, 2014), é o consumo médio per capita no estado da Paraíba. Considerou-se que um quarto da demanda diária, aproximadamente 39 litros/pessoa/dia, representa os consumos não potáveis a serem atendidos com água pluvial.

Foram identificados na literatura diversos modelos e métodos para o dimensionamento de reservatórios. Basicamente os modelos calculam o balanço entre a quantidade de chuva captada e a demanda para esta água, utilizando como parâmetros a precipitação local, a área de captação e consumo.

De acordo com a NBR 15527/2007 (ABNT, 2007), foram aplicados os métodos abaixo





## SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

para o dimensionamento do volume mais adequado destinado ao armazenamento de águas pluviais para utilização não potável nas residências simuladas por este estudo.

### Método de Rippl

Neste método, o volume de água que escoar pela superfície de captação é subtraído da demanda de água pluvial em um mesmo intervalo de tempo. A máxima diferença acumulada positiva é o volume do reservatório para 100% de confiança (SCHILLER; LATHAN, 1982).

O método de Rippl pode utilizar dados de precipitação mensal ou diário. A utilização de dados mensais implicará em reservatórios maiores. Assim, recomenda-se que, quando possível, sejam utilizados dados diários.

É um método de cálculo de volume de armazenamento necessário para garantir uma vazão regularizada constante durante o período crítico de estiagem observado. Para o método do Rippl são utilizadas as seguintes equações:

$$Q_{(t)} = P_{(t)} \times A \times C \quad (1)$$

$$S_{(t)} = D_{(t)} - Q_{(t)} \quad (2)$$

$$V = \sum S_{(t)}, \text{ somente para valores } S_{(t)} > 0 \quad (3)$$

Onde:  $S_{(t)}$  - volume de água no reservatório no tempo  $t$ ;  $Q_{(t)}$  - volume de chuva captada no tempo  $t$ ;  $D_{(t)}$  - demanda ou consumo no tempo  $t$ ;  $P_{(t)}$  - precipitação no tempo  $t$ ;  $C$  - coeficiente de escoamento superficial;  $A$  - área de captação, e  $V$  - volume do reservatório.

### Método Prático Brasileiro (Método Azevedo Neto)

O método Azevedo Neto utiliza uma série de precipitação de forma anual relacionando com a quantidade de meses com pouca chuva ou seca. Neste método empírico é desconsiderada a influência da demanda, considerando apenas o volume captado e o período de estiagem (mensal). Desta forma, o volume do reservatório é calculado através da Equação 4.

$$V = 0,042 \times P \times A \times T \quad (4)$$

Onde:  $V$  - volume do reservatório, em litros;  $P$  - precipitação média anual, em mm;  $A$  - área de captação, em  $m^2$ , e  $T$  - número de meses de pouca chuva ou seca.

### Método Prático Inglês





## SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

É um método empírico apresentado na NBR 15527 (ABNT, 2007). Neste método a demanda também não é considerada no cálculo, o volume do reservatório é calculado por meio da Equação 5.

$$V = 0,05 \times P \times A \quad (5)$$

Onde: P - precipitação média anual, em mm; A - área de captação, em m<sup>2</sup>, e V - volume do reservatório, em litros.

### Método prático alemão

Trata-se de um método empírico onde se toma o menor valor do volume do reservatório; 6% do volume anual de consumo ou 6% do volume anual de precipitação aproveitável.

$$V = \text{mín} (V_c; D) \times 0,06 \quad (6)$$

Onde: V<sub>c</sub> - volume anual de água de chuva captada, em litros; D - demanda anual da água não potável, em litros; V - volume do reservatório, em litros.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através do método do Rippl, para os municípios de Catolé do Rocha e Alagoa Nova, o volume do reservatório necessário seria de 14,1 e 6,9, respectivamente, embora estes municípios tenham a mesma precipitação média anual de 874 mm. A diferença se deve a maneira como estão distribuídas as precipitações no decorrer do ano.

Para os municípios Aroeira e Santa Rita o volume do reservatório necessário seria de 18,3m<sup>3</sup> e 0,5m<sup>3</sup>, respectivamente. Tal diferença deve-se tanto a quantidade de chuva, como a sua distribuição ao longo do ano. Para Sapé, não foi possível aplicar o método do Rippl, pois, este se baseia intimamente no balanço entre a disponibilidade e demanda, não havendo neste município nenhum mês onde o volume captado seja inferior à demanda considerada.

Fazendo uma análise comparativa entre os resultados encontrados, para o método prático inglês e francês, verifica-se que volumes maiores foram encontrados para os municípios com maior precipitação anual. Isto se deve ao fato destes métodos estarem diretamente relacionados à precipitação.

A partir do método Brasileiro, para os municípios de mesma precipitação média anual, os valores encontrados para o volume total do reservatório foram diferentes, isto se deve ao fato





## SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

dos dois municípios apresentarem a quantidade de meses de período de estiagem distintos.

O Método do Rippl e o Método Brasileiro determinam valores maiores, enquanto os Métodos Alemão e Inglês encontraram volumes menores e bem próximos.

**Tabela 1:** Resumo dos volumes de reservatório encontrados para os diferentes métodos.

Municípios	Aroeiras	Catolé do Rocha	Alagoa Nova	Sapé	Santa Rita
Precipitação anual (mm)	449	874	874	1242	1556
Método de Cálculo	Volume do reservatório por método de cálculo utilizado (m <sup>3</sup> )				
Rppl	18,3	14,1	6,9	-	0,5
Prático brasileiro	8,3	12,1	4,0	5,7	14,4
Prático Inglês	2,5	4,8	4,8	6,8	8,5
Prático Alemão	2,4	3,4	3,4	4,8	5,6

### 4 CONCLUSÕES

No presente artigo foram avaliadas quatro metodologias de dimensionamento de reservatório de armazenamento da água de chuva. Foram utilizados dados pluviométricos de cinco municípios localizados no estado da Paraíba. Também se levou em consideração a demanda e a área utilizada para captação.

Os diversos métodos de dimensionamento apresentaram grande dispersão entre os resultados, sendo o método de dimensionamento brasileiro o que apresentou maior média dos volumes e o método prático alemão o que apresentou a menor média.

Em regiões com elevados índices pluviométricos, deve-se escolher métodos mais conservadores, que levam a volumes inferiores para o reservatório, diminuindo assim os gastos com a implantação do sistema.

Por conseguinte, em regiões com baixa pluviometria seria mais conveniente utilizar métodos que superdimensionem o reservatório, para que a água coletada nas temporadas de chuva possa suprir a demanda nos períodos secos, principalmente em regiões onde ocorre escassez de água em determinadas estações do ano, como por exemplo, na região Nordeste do Brasil.

Nesse caso, devem existir outras alternativas de abastecimento de água para os períodos em que o reservatório não atenda à demanda.

A partir das simulações realizadas e da revisão bibliográfica, pode-se concluir que a captação e utilização de águas pluviais para fins não potáveis, com o dimensionamento de reservatórios adequado, apresenta-se como uma alternativa viável, diminuindo a pressão nos





## SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

mananciais, permitindo o direcionamento destes recursos para atendimento à consumos mais nobres, para uma parcela maior da população.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15527: Água de chuva. - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: Requisitos. Rio de Janeiro, 2007. 11p.

AESA. Agência Executiva de Gestão de Águas da Paraíba. Índices Pluviométricos. 2014.

BARCELLOS, B. R.; FELIZZATO, M. R. (2005). "Aproveitamento das águas atmosféricas". In Anais do 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Campo Grande, 2005, CD-ROM.

CAGEPA. Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba. 2014.

FARAHBAKSH K, BEZERRA, S. Curso "Sustainable water management" (Gerenciamento sustentável da água). Curitiba, UTFPR, 25 a 27 de maio de 2009.

MORUZZI, R.B.; OLIVEIRA, S.C.; GARCIA, M.L. **An integrated analysis for reservoir volume calculation in rainwater harvesting system.** Proceedings of the Sustainable Building 2010 Brazil Conference, 2010, São Paulo. p. 116-123.

PROSAB. Programa de Pesquisas em Saneamento Básico. Rede cooperativa de pesquisas. Tecnologias de segregação e Tratamento de esgotos domésticos na origem, visando a redução do consumo de água e da infra-estrutura de coleta, especialmente nas periferias urbanas. UFES, UFSC, UNICAMP, IPT, 2014.

SCHILLER E.; LATHAM, B. **Computerized methods in optimizing rainwater catchment systems.** In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON RAINWATER CISTERN SYSTEMS, 1st, 1982, Honolulu, United States. . Proceedings... Honolulu: IRCSA, 1982.

THOMAS, T. (2001). **Escolha de cisternas para captação de água de chuva no sertão.** In: Anais do 3º Simpósio Brasileiro de Captação de água de Chuva no Semi-árido. Campina Grande. Petrolina: ABCMAC. CD-ROM.

