



# Sistema para aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis e sua viabilidade econômica em escola municipal no município de Lagarto/SE

System for use of rainwater for non-potable purposes and its economic viability in a municipal school in the municipality of Lagarto/SE

K. A. Trindade<sup>1\*</sup>; C. A. A. Alvarado<sup>2</sup>; N. R. F. Santana<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bacharel em Engenharia Civil, Faculdade Pio Décimo, 49095-000, Aracaju-Sergipe, Brasil

<sup>2</sup>Docente de Engenharia Civil, Faculdade Pio Décimo, 49095-000, Aracaju-Sergipe, Brasil

<sup>3</sup>Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente/PRODEMA-UFS, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-Sergipe, Brasil

\*kayc.trindade@hotmail.com

(Recebido em 30 de maio de 2017; aceito em 08 de outubro de 2017)

O aproveitamento de água da chuva é uma fonte alternativa de abastecimento que vem sendo utilizado para combater os períodos de estiagem e as altas tarifas atribuídas ao consumo de água. A disponibilidade hídrica da região nordeste é baixa, além disso, a região sofre com a seca devido ao seu clima semiárido e a contaminação dos principais mananciais, sendo cada vez mais necessário armazenar água para tais períodos. Essa pesquisa visou realizar um estudo para aproveitar água da chuva na Unidade Municipal de Ensino Infantil (U.M.E.I.) Raimundo José de Carvalho, captando as águas que caem sobre a cobertura e armazenando em um reservatório para abastecer as bacias sanitárias, máquina de lavar roupas e torneira de jardim. Junto com o consumo de água, as altas tarifas são fatores determinantes para a redução do consumo da creche que hoje tem custos de aproximadamente R\$2000,00 de consumo de água. Analisou-se as instalações presentes, sistema de micro drenagem, local para instalação de reservatórios e dimensionou-os pelo método de Rippl, método da simulação e método de Azevedo Neto. Os resultados obtidos, determinou-se que o reservatório terá capacidade de 40 mil litros divididos em dois de 20 mil litros e que haverá um conjunto moto bomba para conduzir a água para os reservatórios superiores. A implantação desse sistema pode contribuir com uma economia financeira na faixa de R\$ 900,00 mensais e um tempo de retorno de aproximadamente três anos e meio, evidenciando excelente relação custo x benefício.

Palavras-chave: Economia de água, Recursos hídricos, Águas pluviais.

The use of rainwater is an alternative source of supply that has been used to combat the drought periods and the high tariffs attributed to water consumption. The water availability of the northeastern region is low; in addition, the region suffers from drought due to its semi-arid climate and the contamination of the main water sources, and it is increasingly necessary to store water for such periods. This research aimed to carry out a study to take advantage of rainwater in the Municipal Infant Education Unit (UMEI) Raimundo José de Carvalho, capturing the waters that fall on the roof and storing in a reservoir to supply the sanitary basins, washing machine and faucet of garden. Along with water consumption, the high tariffs are determining factors for the reduction of the consumption of the nursery that today has costs of approximately R \$ 2000.00 of water consumption. The present facilities were analyzed, micro drainage system, place for the installation of reservoirs and dimensioned by the method of Rippl, method of simulation and method of Azevedo Neto. The results obtained, it was determined that the reservoir will have a capacity of 40 thousand liters divided into two of 20 thousand liters and that there will be a motorcycle pump set to drive the water to the upper reservoirs. The implementation of this system can contribute with a financial savings in the range of R \$ 900.00 monthly and a time of return of approximately three and a half years, showing excellent cost-benefit ratio.

Keywords: Water economy, Water resources, Rainwater.

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural imprescindível para a sobrevivência dos seres vivos, porém o crescimento populacional, a degradação dos recursos hídricos, as mudanças climáticas e a falta

de saneamento contribuem para a sua escassez, levando as autoridades públicas, pesquisadores e instituições de ensino estudarem alternativas para preservar e reaproveitá-la.

O grau de desenvolvimento e a elevação do padrão de vida da humanidade tornam o consumo de água em proporções insustentáveis, esgotando em uma velocidade alarmante os corpos hídricos. O Brasil, mesmo sendo um país abundante em água doce, caracterizado por grandes aquíferos e bacias hidrográficas, sofre com as mudanças climáticas e a falta de chuva que acarretam na redução dos níveis dos reservatórios.

A desqualificação da água no país pode ser explicada pelo déficit da oferta de saneamento básico, segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS -2014) [1], 77,01% do esgoto produzido em Sergipe são lançados nos corpos hídricos sem nenhum tratamento, tornando os mananciais com elevado nível de impurezas, lodos e composições presentes nos efluentes, o que exige um tratamento mais complexo para reestabelecer sua potabilidade e, conseqüentemente, com maior custo.

O presente trabalho tem como objetivo elaborar um sistema de aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis na Unidade Municipal de Ensino Infantil Raimundo José de Carvalho, analisando sua pré-viabilidade técnica e econômica para a captação, condução, armazenamento e elevação da água captada aos reservatórios superiores, tendo como perspectiva a diminuição de custos e economia de água.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo foi uma escola do município de Lagarto, localizado na região Centro-Sul de Sergipe (Figura 1), com população estimada para 2016, segundo o IBGE [2], em 103.188 habitantes e índice pluviométrico médio anual de aproximadamente 89 mm, conforme dados da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH), de maio de 1920 até julho de 2010.



Figura 1: Localização da cidade de Lagarto/SE

Fonte: <http://sergipeemfotos.blogspot.com.br/2012/08/mapa-de-sergipe.html>

Avaliou-se a Unidade Municipal de Ensino Infantil Raimundo José de Carvalho, localizada no bairro Ademar de Carvalho do referido município, com capacidade para 224 alunos e um consumo

médio de água de 114,8 m<sup>3</sup>/mês. Desenvolveu-se um estudo de caso a partir da caracterização do objeto de estudo, obtenção de documentos (como o histórico das tarifas de água, projeto arquitetônico e projeto de drenagem de água pluvial) e dimensionamento dos elementos que constituem o sistema de aproveitamento de água.

Após análise do projeto de drenagem (águas pluviais) e de visita técnica “in loco” notou-se a necessidade de dimensionar calhas de áreas da cobertura para a captação de água até a rede de drenagem existente. Foram utilizadas as recomendações da NBR 10844/89 (Instalações prediais de águas pluviais), que traz o método racional para o cálculo da vazão de projeto e a equação de Manning para determinar as dimensões das calhas. Para o dimensionamento dos condutores verticais adotou-se o método prático de Botelho e Ribeiro (1998) [3], que define o diâmetro da tubulação de acordo com a área de contribuição da cobertura para intensidades pluviométricas de 150 mm/h e 120 mm/h. Já para os condutores horizontais aplicou-se a tabela de capacidade de condutores horizontais de seção circular da NBR 10844/89, que considera a altura de lâmina de água igual a 2/3 do diâmetro interno do condutor.

“A dimensão do reservatório é item fundamental para a sua viabilidade econômico-financeira” [4]. Por ser o elemento mais caro do sistema de aproveitamento de água da chuva, deve-se estudar o método considerando o custo-benefício. Os reservatórios foram calculados pelo método de Rippl (analítico e gráfico), método da simulação e o método de Azevedo Neto. Para definir qual volume adotar, levou em consideração o tipo de reservatório em termos de custos, recursos e método construtivo, sendo estes, para May (2004) [5], alguns dos principais fatores que influenciam no dimensionamento do reservatório.

O dimensionamento do sistema elevatório definiu os diâmetros da tubulação de recalque, tubulação de sucção e determinou um conjunto elevatório capaz de conduzir a água armazenada para os reservatórios superiores. Segundo Porto (2006) [6], um sistema de recalque ou elevatório é o conjunto de tubulações, acessórios, bombas e motores necessário para conduzir um líquido de um reservatório com nível inferior para outro em um nível superior.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Partindo do dimensionamento do sistema de drenagem para captar e conduzir as águas pluviais do local é necessário frisar alguns parâmetros adotados. Verificou-se para efeito de cálculo das calhas, intensidade pluviométrica referente a cidade de Aracaju/SE (122 mm/h) para um tempo de retorno de cinco anos recomendado pela NBR 10844/89, pois não há índices tabelados para a cidade de Lagarto/SE. Com a introdução dos novos elementos na drenagem local realizou-se uma verificação técnica dos condutores horizontais identificando os trechos incapazes de suportar o incremento de volume. Para tais trechos foi recomendado o remanejamento do percurso da água ou a instalação de rede paralela a existente, de acordo com as diretrizes da NBR 10844/89.

Para o dimensionamento do reservatório, vale ressaltar a necessidade dos dados de precipitação da cidade de Lagarto, estes disponibilizados pela SEMARH e também a demanda de água potável substituível por água de chuva (não potável).

Analisando o histórico do consumo da edificação do início de 2016 até a data da pesquisa, fornecido pela concessionária de abastecimento de água, verificou-se um volume médio mensal de 114,8 m<sup>3</sup>. Já a determinação do consumo em atividades não potáveis necessitou-se de uma estimativa, devido a inexistência de pesquisas brasileiras que definam o perfil de consumo das unidades educacionais. Após as considerações de pesquisas existentes na literatura específica, como o trabalho de Tomaz (2009) [7], Hafner (2007) [8] e Mieli (2001) [9], a observação no local do estudo através da leitura do hidrômetro e da quantidade de utilizações das descargas durante o período de 03 (três) dias e dados fornecidos pelo fabricante das válvulas de descargas (vazão), determinou-se como o volume de água consumido pelos vasos sanitários 25% do consumo total da edificação. Como o consumo da máquina de lavar roupas e das torneiras de jardim são inconstantes, adotou-se 15% para as duas finalidades, levando em conta a variabilidade e as pesquisas existentes. Então, a demanda mensal adotada foi de 40% do volume registrado nas contas de água de cada mês.

Considerando métodos distintos de dimensionamento para o reservatório de águas pluviais é possível observar que há uma proximidade de resultado em alguns deles, conforme a Tabela 1.

*Tabela 1. Comparativo do volume do reservatório pelos métodos aplicados*

<b>Método</b>	<b>Rippl (Gráfico)</b>	<b>Rippl (Analítico)</b>	<b>Simulação</b>	<b>Azevedo Neto</b>
Volume do reservatório (m <sup>3</sup> )	591,79	43,33	43,33	40,56

Pela exequibilidade no âmbito financeiro e pelo espaço disponível optou-se pelo volume de 40 mil litros para o armazenamento da água de chuva, sendo distribuídos em dois reservatórios de fibra de vidro, com 20 mil litros cada.

A quantidade de dias que o reservatório de 40 m<sup>3</sup> pode abastecer a edificação em caso de estiagem, considerando o mês de maior consumo (187 m<sup>3</sup>) e que 40% são de uso em atividades para fins não potáveis, é de 16 dias ininterruptos. Já no mês de menor consumo (68 m<sup>3</sup>) o abastecimento pode durar por 44 dias para os 40 m<sup>3</sup>.

O sistema elevatório, responsável por conduzir a água de chuva dos reservatórios inferiores até os dois reservatórios superiores com dois mil litros cada, teve tubulação de sucção determinada em 40 mm de diâmetro, 32 mm de recalque e um conjunto elevatório com potência de 1,126 cv. Para o seu funcionamento, recomendou-se um sistema automático através de eletro boias para controlar os níveis dos reservatórios, não permitindo a entrada de ar no conjunto motor-bomba, que será do tipo afogado.

O local reservado para o armazenamento de água apresentou necessidade de uma estrutura composta por lastro de brita e concreto na base, alvenaria nas laterais e laje na parte superior como forma de proteção as caixas d'água de fibra de vidro.

Elaborou-se uma planilha orçamentária pela ferramenta ORSE (Orçamento de Obras de Sergipe) desconsiderando os Benefícios e Despesas Indiretas, pois não é objetivo desse trabalho obter preços de venda. O valor do orçamento foi de R\$ 39.074,52, divididos em serviços preliminares (escavação), rede de águas pluviais (tubos, conexões, calhas de aço), reservatório (caixas d'água, tubulação de descarte das primeiras águas, estrutura para instalação das caixas), sistema elevatório (tubos e conexões de sucção e recalque, conjunto motor-bomba) e diversos (escada de acesso a casa de bombas).

#### 4. CONCLUSÃO

O presente trabalho tem relevante contribuição para a preservação dos recursos hídricos e o combate a falta de água em períodos de estiagem, como ocorre sistematicamente no verão nordestino. A implantação desse sistema implicará na redução das tarifas, que podem ser na ordem de R\$ 900,00 por mês, e a sua viabilidade técnica e econômica é confirmada pelo excelente tempo de retorno, estimado em 44 meses.

Para alcançar um maior impacto na sociedade, a utilização de fontes alternativas de abastecimento de água necessita do incentivo do poder público através da criação de programas de conservação de água que estimule e popularize o uso dessas técnicas.

#### 5. AGRADECIMENTOS

A equipe diretiva da Unidade Municipal de Ensino Infantil Raimundo José de Carvalho, aos servidores da Prefeitura Municipal de Lagarto e a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Sergipe pela disponibilização de dados que viabilizaram o trabalho. Aos pesquisadores envolvidos nesta pesquisa, pelo conhecimento compartilhado.

#### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2014>>. Acesso em: 27 ago. 2016.

2. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>>. Acessado em: 18 nov. 2016.
3. Botelho MHC, Ribeiro JR GA. Instalações Hidráulicas prediais feitas para durar usando tubos de PVC. São Paulo: Pro; 1998. 230 p.
4. Amorim SV, Pereira DJA. Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial. *Rev Amb Const.* 2008;8:53-66.
5. May S. Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo; 2004, 159 p.
6. Porto RM. Hidráulica Básica. 4 ed. São Carlos – SP, EESC – USP, Projeto REENGE; 2006. 540 p.
7. Tomaz P. Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis, Disponível em: <[http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/Livro\\_aprov.\\_aguadechuva/Capitulo03.pdf](http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/Livro_aprov._aguadechuva/Capitulo03.pdf)>. Acesso em 30/09/2016.
8. Hafner AV. Conservação e reúso de água em edificações – Experiências nacionais e internacionais. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro; 2007. 161 p.
9. Mieli JCA. Reuso de água domiciliar. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil. Universidade Federal Fluminense, Niterói; 2001. 126 p.