

XV SIMPÓSIO DE RECURSOS HDRÍCOS DO NORDESTE

SIMULAÇÃO DA CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL EM EDIFÍCIOS PÚBLICOS DE SÃO CRISTOVÃO/SE

Zacarias Caetano Vieira¹; Edílio José Soares Lima²; Carlos Gomes da Silva Júnior³; Rayana de Almeida Novais⁴; Paulo Cícero de Jesus Carvalho⁵

RESUMO – A utilização da água de chuva para atendimento de usos não potáveis em diferentes edificações apresenta-se com uma alternativa para reduzir o consumo de água do sistema público de abastecimento. Diante do exposto este artigo objetiva realizar a simulação da captação e aproveitamento de água pluvial em três edifícios públicos da cidade de São Cristóvão, no estado de Sergipe. Inicialmente, estimou-se a demanda não potável, em seguida calculou-se o volume de chuva captado pela cobertura, verificou-se o atendimento do uso não potável com essa água, e finalmente, estimou-se a economia gerada na conta de água. O consumo mensal não potável variou de 3,85 m³ até 80,85 m³, o volume mensal captado pela cobertura variou de 1,24 m³ até 227,15 m³. A economia total na conta de água no período simulado variou de R\$ 27,97 até R\$ 956,70. Conclui-se que a água pluvial é capaz de atender totalmente a demanda não potável estimada, um sistema de captação de água pluvial tem maior impacto financeiro em prédios com consumo altos, e mesmo em prédios de baixo consumo recomenda-se o uso de água pluvial, pois reduz o consumo de água potável e impacta positivamente na drenagem urbana quando usado em larga escala.

Palavras-Chave – uso não potável, redução do consumo, economia

ABSTRACT– The use of rainwater to meet non-potable uses in different buildings presents an alternative to reduce the water consumption of the public supply system. In view of the above, this article aims to simulate the capture and use of rainwater in three public buildings in the city of São Cristóvão, in the state of Sergipe. Initially, the non-drinking demand was estimated, then the volume of rain captured by the coverage was calculated, the non-drinking use with this water was verified, and finally, the savings generated in the water bill were estimated. The monthly non-drinking consumption ranged from 3.85 m³ to 80.85 m³, the monthly volume captured by the coverage ranged from 1.24 m³ to 227.15 m³. The total savings in the water bill in the simulated period ranged from R\$ 27.97 to R\$ 956.70. It is concluded that rainwater is able to fully meet the estimated non-potable demand, a rainwater harvesting system has greater financial impact in high consumption buildings, and even in low consumption buildings it is recommended to use rainwater, as it reduces drinking water consumption and positively impacts urban drainage when used on a large scale.

Keywords: non-drinking use, reduced consumption, economy

1) Professor, Curso de Edificações, Instituto Federal de Sergipe, Av. Eng. Gentil Tavares, 1166 - Getúlio Vargas, Aracaju - SE, 49055-260, Fone: (79)3711-3159, E-mail: zacariascaetano@gmail.com

2) Professor, Curso de Edificações, Instituto Federal de Sergipe, Av. Eng. Gentil Tavares, 1166 - Getúlio Vargas, Aracaju - SE, 49055-260, Fone: (79)3711-3159, E-mail: edilio.lima@ifs.edu.br

3) Aluno, Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental, Instituto Federal de Sergipe, Av. Eng. Gentil Tavares, 1166 - Getúlio Vargas, Aracaju - SE, 49055-260, Fone: (79)3711-3159, E-mail: cgomes.ju@hotmail.com

4) Aluna, Curso de Engenharia Civil, Instituto Federal de Sergipe, Av. Eng. Gentil Tavares, 1166 - Getúlio Vargas, Aracaju - SE, 49055-260, Fone: (79)3711-3159, E-mail: rayananovais@outlook.com

5) Aluno, Curso de Engenharia Civil, Instituto Federal de Sergipe, Av. Eng. Gentil Tavares, 1166 - Getúlio Vargas, Aracaju - SE, 49055-260, Fone: (79)3711-3159, E-mail: paulocarvalhocicero@gmail.com

1 - INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos são bens de relevante valor para a promoção do bem-estar de uma sociedade, sendo a água um bem de consumo final ou intermediário na quase totalidade dessas atividades humanas (TUCCI, 2009). Essa inegável importância desse recurso, somada a crescente demanda para os mais diversos usos (abastecimento, irrigação, geração de energia, etc.) tem gerado uma grande pressão sobre as fontes abastecedoras, o que tem levado cada vez a possibilidade de utilização de fontes alternativas, dentre as quais podemos destacar a utilização de água pluvial para atendimento de demandas não potáveis.

A utilização de água de chuva para atender essas demandas não potáveis nas mais variadas tipologias de edificações, tem sido largamente pesquisada e apresenta-se como uma opção extremamente viável, e pode segundo Vasconcelos e Ferreira (2007) resultar na diminuição do uso de água fornecida pelas companhias de saneamento, ou seja, menor custo com o uso de água potável, além de ajudar ao sistema de drenagem urbana reduzindo os riscos de enchentes quando da ocorrência de chuvas intensas.

Os sistemas de captação e aproveitamento de águas pluviais são compostos basicamente por área de captação (telhados/coberturas), calhas, condutores horizontais e verticais (tubulação), reservatórios (cisterna) e a tubulação de distribuição que leva a água da cisterna para os pontos de consumo; sendo o tratamento a ser aplicado à água coletada especificado de acordo com a finalidade do uso (ZARDINI, 2014).

Diante do exposto este artigo tem como objetivos, realizar a simulação da captação e aproveitamento de água pluvial em edifícios públicos da cidade de São Cristóvão, no estado de Sergipe através da estimativa de uma demanda não potável, estimativa do volume captável, verificação do atendimento do uso não potável estimado e estimativa da economia gerada na conta de água da edificação.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 - Área de Estudo.

O município de São Cristóvão está localizado no setor leste do estado de Sergipe, limitando-se a norte com Nossa Senhora do Socorro, a sul e oeste com Itaporanga D'Ajuda e a leste com Aracaju; possui uma área de 432,4 km² além de apresentar uma temperatura média no ano de 25,2 °C, precipitação pluviométrica média anual de 1.331,4mm e período chuvoso de março a agosto (BOMFIM; COSTA; BENVENUTI, 2002).



Figura 1. Localização de São Cristóvão no estado de Sergipe

Fonte: BOMFIM; COSTA; BENVENUTI (2002).

2.2 - Edifícios públicos escolhidos

Este trabalho foi realizado nos seguintes prédios públicos do Município de São Crsitovão no estado de Sergipe: Secretaria Municipal da Fazenda, Controladoria Geral e Procuradoria Geral do Município. Os dados necessários para sua elaboração foram disponibilizados pela Prefeitura de São Cristovão e pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE).

A Secretaria Municipal de Fazenda – SEMFAZ tem por competência prestar apoio e assistência direta e imediata ao Chefe do Poder Executivo nas áreas de administração financeira e contábil do Município; exercer a administração tributária, e cuidar da política fiscal e extrafiscal; promover a arrecadação e fiscalização quanto aos tributos de competência municipal; entre outras funções (PMSC, 2020).

A Procuradoria Geral do Município – PGM tem por competência as atividades de consultoria e assessoramento jurídico da Administração Pública direta e indireta, bem como, privativamente, a representação judicial do Município, a inscrição e a cobrança judicial e extrajudicial da dívida ativa e o processamento de todos os feitos de interesse da administração municipal, entre outras funções (PMSC, 2020).

A Controladoria Geral do Município – CGM tem por competência desempenhar o controle interno da Administração Pública Municipal do Poder Executivo, exercendo a fiscalização contábil, financeira, orçamentária e patrimonial, quanto à legalidade, legitimidade, economicidade, aplicação de subvenções e renúncia de receitas, visando à salvaguarda dos bens; verificar a exatidão e regularidade das contas e a boa execução do orçamento; entre outras funções (PMSC, 2020).

2.3 - Estimativa de demanda de uso não potável

Para a estimativa da demanda de água não potável considerou-se a indicação de Kammers (2004) que realizou um estudo em 10 edifícios públicos de Florianópolis-SC, chegando à conclusão

de que em média 77% da água potável utilizada nesses edifícios poderiam ser substituídas por água pluvial ou de reuso.

Foram utilizados os consumos mensais de água dos prédios da Secretaria da Fazenda, Controladoria e Procuradoria Geral do Município de São Cristóvão/SE dos meses de Janeiro a Dezembro do ano de 2019, registrados no SAAE, e adotados que os consumos não potáveis correspondem a 77% do consumo total registrado no aparelho medidor.

2.4 - Área de cobertura (área de captação da chuva)

As áreas de captação dos telhados foram disponibilizadas pela Prefeitura de São Cristóvão, as quais foram as seguintes: Secretaria da Fazenda (172,5 m²), Procuradoria (341,21m²) e Controladoria (280,00 m²).

2.5 - Dados pluviométricos

Nesta pesquisa foram utilizados os dados de precipitação no ano de 2019, dos meses de Janeiro a Dezembro. Na Figura 2, são apresentados, os dados pluviométricos de um posto pluviométrico localizado na cidade de Cristóvão/SE no período supracitado.

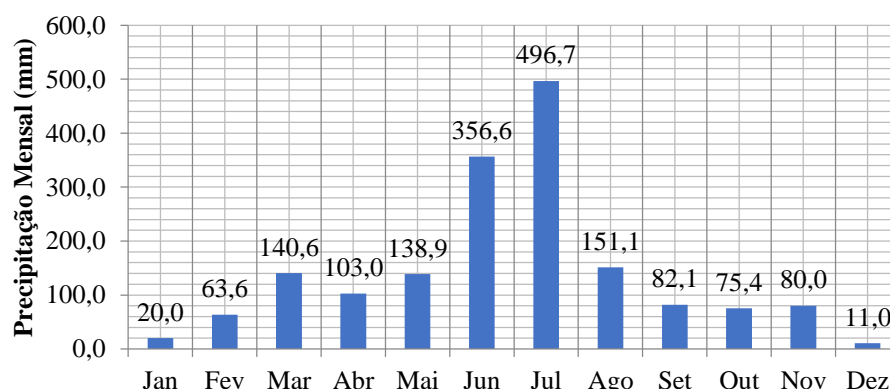


Figura 2. Precipitação mensal (mm) na cidade de São Cristóvão/SE no ano 2019.

Fonte: SEDURBS/SE (2020)

Para determinar o volume de chuva captado pela cobertura, utilizou-se a equação constante em Tomaz (2003):

$$Q = A \times C \times (P - I) \quad (1)$$

Em que C é o coeficiente de escoamento superficial, geralmente 0,80; P é a precipitação mensal, em milímetros do ano de 2019 (ver Figura 1); I é a interceptação da água que molha as superfícies e perdas por evaporação, geralmente 2 mm; A é a área de coleta, em metros quadrados; Q é o volume mensal produzindo pela chuva, em litros.

2.6 - Economia mensal gerada com uso de água pluvial

Para estimativa da economia mensal gerada será considerado o consumo total do mês registrado no hidrômetro dos edifícios, e com base na tarifa praticada pela SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto da cidade de São Cristóvão, será determina a conta de água, que chamaremos de Conta sem Reuso (C_{SR}). Em seguida, estima-se desse consumo qual o percentual não potável, calcula-se o volume de água captável pela cobertura, e subtraísse esse valor do consumo não potável. Teremos um consumo medido no hidrômetro menor, e com base no quadro tarifário da companhia um novo valor de conta, que será chamado de Conta com Reuso (C_{CR}). A Economia Gerada (E), em R\$, será dada pela equação abaixo:

$$E = C_{SR} - C_{CR} \quad (2)$$

3 - RESULTADOS

3.1 - Comparação entre consumo não potável e água pluvial captável pela cobertura

Comparando mês a mês, o volume captado pelo telhado e o consumo de água para usos não potáveis (adotou-se 77% do consumo indicado na conta de água do órgão) chegou-se aos resultados apresentados abaixo:

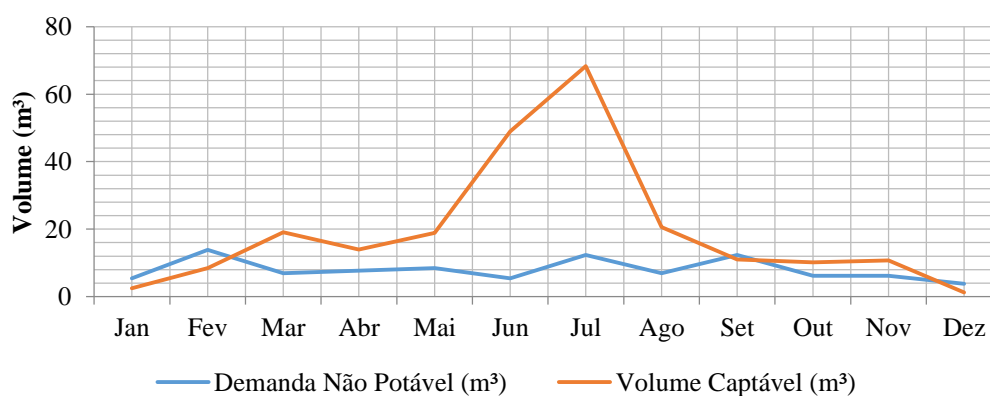


Figura 3 – Comparação mensal entre volume captável pelo telhado e consumo não potável no período de janeiro de 2019 a dezembro de 2019 no prédio da Secretária da Fazenda do Município de São Cristóvão/SE

Fonte: Os autores(2020)

O consumo mensal não potável variou de 3,85 m³ (dezembro) até 13,86 m³ (fevereiro) tendo apresentado um valor médio mensal de 7,96 m³. No tocante ao volume de água coletado pelo telhado este valor variou de 1,24 m³ (dezembro) até 68,27 m³ (julho) resultando em uma média

mensal de 19,49 m³. Dos 12 meses simulados, em 4 deles a demanda não potável foi maior do que o volume captado pela cobertura, nos outros 8 meses o volume captável foi maior. Analisando em escala anual, tivemos 95,48 m³ de demanda não potável e 233,91 m³ de volume de água captável pela cobertura, ou seja, utilizando um reservatório para acumular o excesso de água dos meses mais chuvosos, conseguiria-se atender toda a demanda não potável.

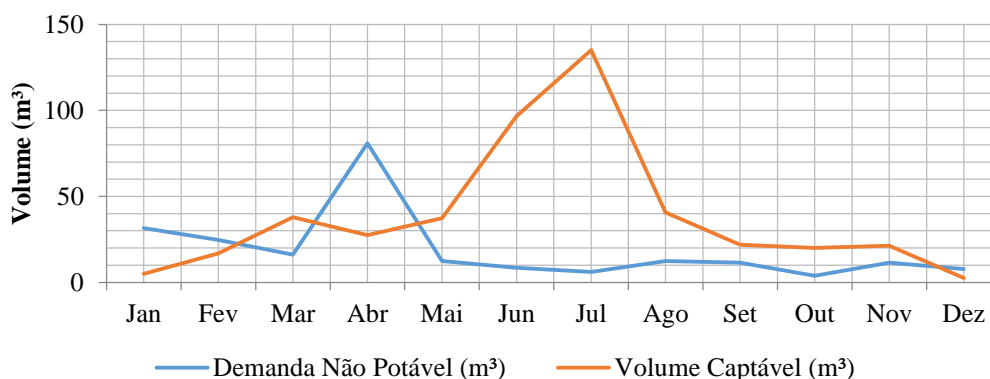


Figura 4 – Comparação mensal entre volume captável pelo telhado e consumo não potável no período de janeiro a dezembro de 2019 no prédio da Procuradoria Geral do Município de São Cristóvão/SE
Fonte: Os autores(2020)

O consumo mensal não potável variou de 3,85 m³ (outubro) até 80,85 m³ (abril) tendo apresentado um valor médio mensal de 18,93 m³. No tocante ao volume de água coletado pelo telhado este valor variou de 2,46 m³ (dezembro) até 135,04 m³ (julho) resultando em uma média mensal de 38,56 m³. Dos 12 meses simulados, em 4 deles a demanda não potável foi maior do que o volume captado pela cobertura, nos outros 8 meses o volume captável foi maior. Analisando em escala anual, tivemos 227,15 m³ de demanda não potável e 462,68 m³ de volume de água captável pela cobertura, ou seja, utilizando um reservatório para acumular o excesso de água dos meses mais chuvosos, conseguiria-se atender toda a demanda não potável.

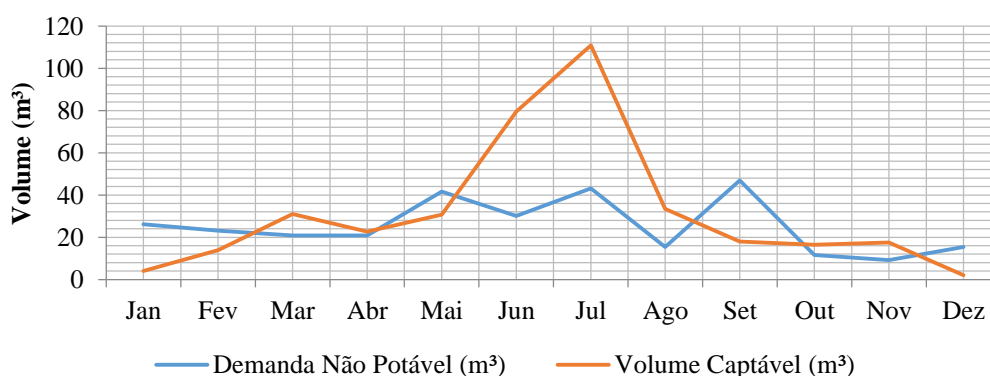


Figura 5 – Comparação mensal entre volume captável pelo telhado e consumo não potável no período de janeiro de 2019 a dezembro de 2019 no prédio da Controladoria Geral do Município de São Cristóvão/SE
Fonte: Os autores (2020)

O consumo mensal não potável variou de 9,24 m³ (novembro) até 43,12 m³ (julho) tendo apresentado um valor médio mensal de 25,35 m³. No tocante ao volume de água coletado pelo telhado este valor variou de 2,02 m³ (dezembro) até 110,81 m³ (julho) resultando em uma média mensal de 31,64 m³. Dos 12 meses simulados, em 5 deles a demanda não potável foi maior do que o volume captado pela cobertura, nos outros 7 meses o volume captável foi maior. Analisando em escala anual, tivemos 304,15 m³ de demanda não potável e 379,68 m³ de volume de água captável pela cobertura, ou seja, utilizando um reservatório para acumular o excesso de água dos meses mais chuvosos, conseguiria-se atender toda a demanda não potável.

3.2 - Economia na conta de água

Utilizando o quadro tarifário praticado pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto da cidade São Cristóvão (SAAE/SC) no ano de 2019, para edificações públicas, e o volume de chuva no ano de 2019 que poderia ser utilizado para atender a demanda não potável, obteve-se os resultados apresentados nas Figuras 6, 7 e 8.

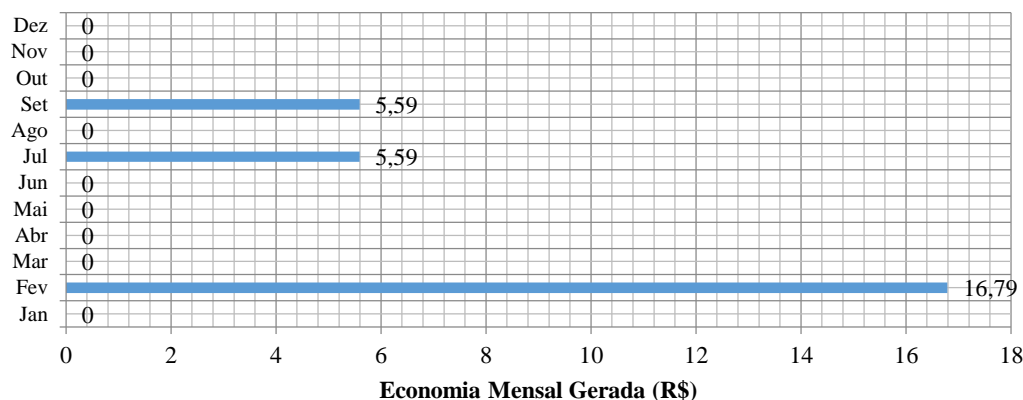


Figura 6 – Simulação da economia gerada pelo uso de água pluvial no ano de 2019 no prédio da Secretaria da Fazenda do Município de São Cristóvão/SE.

Fonte: Os autores(2020)

Os resultados mostram que o uso de água pluvial no prédio da Secretaria da Fazenda do município de São Cristóvão, gerou economia financeira em apenas três dos doze meses simulados. Tal fato justifica-se por que na maioria dos meses o consumo ficou abaixo do valor de 15 m³ onde é cobrando a taxa de R\$ 93,44. A economia mensal variou de R\$ 5,59 (julho e setembro) até R\$ 16,79 (fevereiro) totalizando no ano R\$ 27,97.

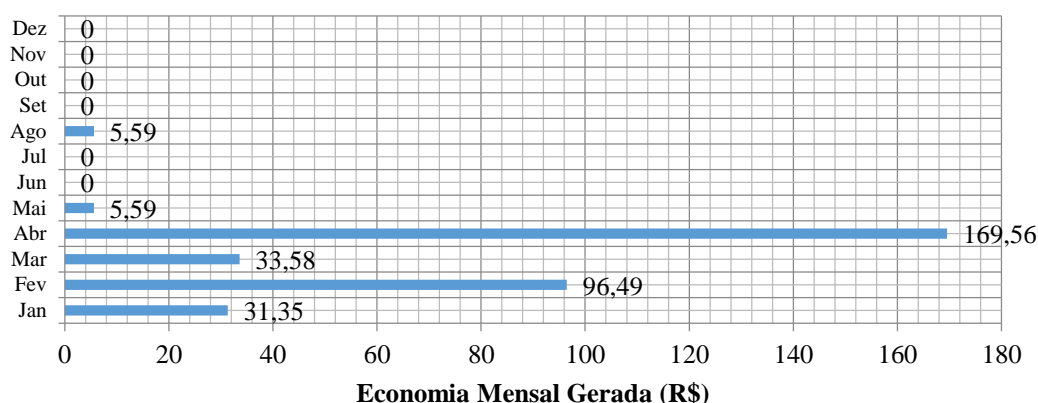


Figura 7 – Simulação da economia gerada pelo uso de água pluvial no ano de 2019 no prédio da Procuradoria Geral do Município de São Cristóvão/SE.

Fonte: Os autores (2020)

Os resultados mostram que o uso de água pluvial no prédio da Procuradoria Geral do município de São Cristóvão, gerou economia financeira em seis dos doze meses simulados. Os seis meses que não geraram economia deveu-se ao fato do consumo ficar abaixo do valor de 15 m³ onde é cobrando a taxa de R\$ 93,44. A economia mensal variou de R\$ 5,59 (maio e agosto) até R\$ 169,56 (abril) totalizando no ano R\$ 342,16.

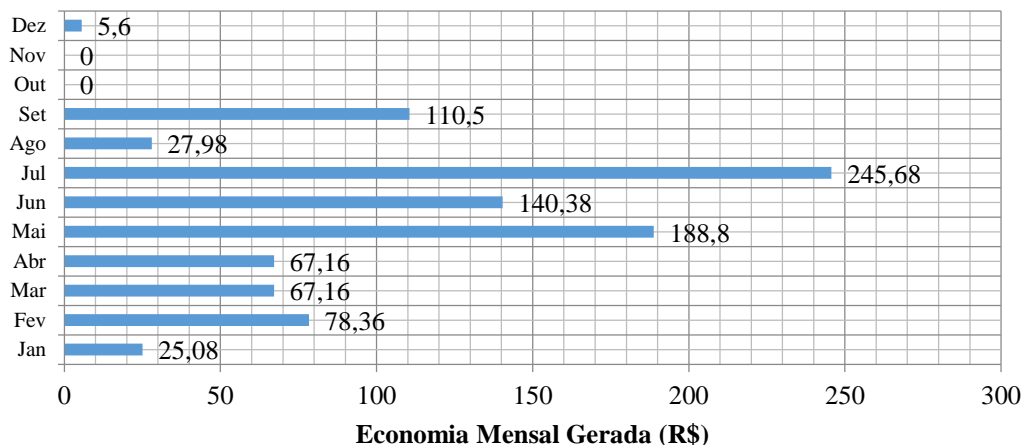


Figura 8 – Simulação da economia gerada pelo uso de água pluvial no ano de 2019 no prédio da Controladoria Geral do Município de São Cristóvão/SE.

Fonte: Os autores (2020)

Os resultados mostram que o uso de água pluvial no prédio da Controladoria Geral do município de São Cristóvão, gerou economia financeira em dez dos doze meses simulados. Os dois meses que não geraram economia deveu-se ao fato do consumo ficar abaixo do valor de 15 m³ onde é cobrando a taxa de R\$ 93,44. A economia mensal variou de R\$ 5,59 (dezembro) até R\$ 245,68 (julho) totalizando no ano R\$ 956,70.

4 – CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos conclui-se que:

- a) A simulação para o ano escolhido mostrou que a utilização de água pluvial é capaz de atender totalmente a demanda não potável estimada, devido ao alto índice pluviométrico de São Cristóvão – SE e as áreas de cobertura dos edifícios públicos utilizados neste trabalho;
- b) Em alguns poucos meses, o volume captável foi inferior à demanda não potável estimada, mas uma análise em escala anual mostrou que em todos os prédios utilizados o volume captável foi superior a demanda, o que torna necessário o uso de reservatório corretamente dimensionado para guardar o excesso de água dos períodos chuvosos para utilização nos períodos de menores índices pluviométricos;
- c) Em edifícios de baixo consumo de água, a implantação de sistemas de captação de água pluvial pode não apresentar um impacto financeiro significativo, pois abaixo de um determinado volume é cobrado uma tarifa mínima, o que implica em não redução da conta.
- d) Mesmo em edificações que não tenham considerável impacto financeiro na conta de água, recomenda-se o uso de sistemas de captação e aproveitamento de água de chuva, pois este apresenta vantagem ambiental de reduzir o consumo de água potável, e sendo utilizado em larga escala, tem impacto positivo no sistema de drenagem urbana.

AGRADECIMENTOS

À Prefeitura Municipal de São Cristóvão (PMSC) e ao Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) por disponibilizar os dados necessários para a construção deste artigo.

REFERÊNCIAS

BOMFIM, L. F. C.; COSTA, I. V. G. da; BENVENUTI, S. M. P. **Projeto Cadastro da Infraestrutura Hídrica do Nordeste - Estado de Sergipe - Diagnóstico do Município de São Cristóvão**. Aracaju: CPRM, 2002. 27 p. Disponível em: www.cprm.gov.br. Acesso em: 30 jun. 2020.

KAMMERS, P. C. **Usos finais de água em edifícios públicos: Estudo de caso em Florianópolis-SC**. Florianópolis: UFSC, 2004. 95 p.

PMSC - PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO CRISTÓVÃO. **Órgãos e Secretarias**. Disponível em: < <https://www.saocristovao.se.gov.br/> > Acesso em: 30 jun. 2020.

SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto. **Companhia de Saneamento em São Cristóvão**. Disponível em: < <https://servico-autonomo-de-agua-e-esgoto.negocio.site>> Acesso em: 30 jun. 2020.

SERGIPE. SEDURBS - Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Sustentabilidade. **Boletins Pluviométricos**. 2020. Disponível em: <https://sedurbs.se.gov.br/>. Acesso em: 24 maio 2020.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água Pluvial**. São Paulo: Navegar, 2003.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2009. 943p.

VASCONCELOS, L. F. de; FERREIRA, O. M. **Captação de Água de Chuva Para Uso Domiciliar: Estudo de Caso**. 2007. Disponível em <<http://www.pucgoias.edu.br>>. Acesso em: 13 set. 2019.

ZARDINI, C. de S. **Aproveitamento de Água de Chuva: Estudo da Viabilidade em Diferentes Capitais Brasileiras**. Orientador: Karla Alcione da Silva Cruvinel. 2014. 63p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.