

## SIMULAÇÃO DO USO DE ÁGUA PLUVIAL EM RESIDÊNCIAS POPULARES DO SEMIÁRIDO SERGIPANO

Zacarias Caetano Vieira<sup>1</sup>  
Carlos Gomes da Silva Júnior<sup>2</sup>  
Layse Souza Sampaio<sup>3</sup>  
Dayana Kelly Araujo Santos<sup>4</sup>  
Rayana Almeida de Novais<sup>5</sup>

### RESUMO

A redução da oferta de água superficial somada à contaminação das águas subterrâneas tem impulsionado a necessidade de implantação de programas de conservação de água, dentre os quais merece destaque o aproveitamento de água pluvial. A água potável é utilizada em praticamente todas as atividades de uma residência; sendo que uma parcela considerável está destinada a fins não potáveis, onde poderia perfeitamente ser utilizada água de chuva. Diante do exposto este artigo tem como objetivo realizar a simulação da captação e aproveitamento de água pluvial em residências populares no semiárido sergipano. Inicialmente escolheu-se as cidades, em seguida, adotou-se uma residência padrão popular, considerou-se uma ocupação média de 4 pessoas, estimou-se o consumo de água mensal na residência, e em seguida estimou-se um consumo não potável. Com a área do telhado e a pluviometria local, estimou-se o volume captado pela cobertura; e finalmente, analisou-se a possibilidade de atendimento da demanda não potável com esse volume. A demanda mensal de água para usos não potáveis variou de 5029,25 litros até 8958,43 litros resultando em uma média de 6313,32 litros. A média mensal de água captável pela cobertura variou de 1146 litros até 6189 litros, resultando em uma média de 3358 litros. O atendimento da demanda estimada variou de 12,98% até 97,24% resultando em uma média de 54,38%. Conclui-se que a simulação indicou uma viabilidade no aproveitamento de água de chuva na região, visto que em 58,6% das cidades consegue-se atender mais de 50% da demanda estimada.

**Palavras-chave:** Demanda potável, Telhado, Chuva.

### INTRODUÇÃO

A redução da oferta de recursos hídricos superficiais para uso humano, e a contaminação das águas subterrâneas provocadas por ações antrópicas, tem promovido significativamente pesquisas e estudos acerca de novas formas de aproveitamento da água pluvial (SANTOS et al., 2018). Um número cada vez mais crescente de cidades brasileiras tem se deparado com um quadro de escassez e degradação dos recursos hídricos, aumentando a necessidade de implantação de programas de conservação de água, onde práticas, técnicas e

<sup>1</sup>Professor Orientador, Mestre em Engenharia Civil e Ambiental, Instituto Federal de Sergipe - IFS, zacariascaetano@yahoo.com.br;

<sup>2</sup>Graduando do Curso de Saneamento Ambiental do Instituto Federal de Sergipe-IFS, cgomes.aju@hotmail.com;

<sup>3</sup>Aluna de Téc. em Segurança do Trabalho do Instituto Federal de Sergipe-IFS, laysesouzasampaio@gmail.com;

<sup>4</sup>Graduanda do Curso de San. Ambiental do Instituto Federal de Sergipe-IFS, dayanaaraujo-2018@hotmail.com;

<sup>5</sup>Graduanda do Curso de Eng. Civil do Instituto Federal de Sergipe-IFS, rayananovais@outlook.com;

tecnologias propiciem a melhoria da eficiência do seu uso (GONÇALVES; ALVES; ZANELLA, 2006). Dentro dessa perspectiva, destaca-se o aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis como forma de intervir para mitigar esses problemas.

Vieira e Júnior (2016) relatam que em uma residência a água potável é utilizada em praticamente todas as suas atividades; e dentre estes usos da água, uma parcela considerável está destinada a fins não potáveis, como por exemplo, descarga de bacias sanitárias, rega de jardins, lavagens de piso, entre outros, onde poderia perfeitamente ser utilizada água de chuva.

Diante do exposto este artigo tem como objetivos, realizar a simulação da captação e aproveitamento de água pluvial em residências populares em cidades localizadas no semiárido sergipano, através da estimativa de uma demanda não potável, estimativa do volume captável pela cobertura e verificação do atendimento parcial ou total do uso não potável estimado.

## **METODOLOGIA**

Para concretização desse trabalho realizou-se, num primeiro momento, uma pesquisa bibliográfica, buscando explicar e discutir a temática da utilização de água pluvial para uso em residências, referências teóricas publicadas em livros, periódicos, dissertações de mestrado, etc. Num segundo momento, foram coletadas informações necessárias para realização da simulação, tais como precipitação média local, consumo per capita das cidades do semiárido sergipano de acordo com SNIS (2017), estimativa de consumo médio mensal para usos não potáveis, área de cobertura, entre outros.

Inicialmente escolheu-se 29 cidades do semiárido sergipano. Em seguida, adotou-se uma residência popular executada em programas sociais do governo, considerou-se uma ocupação média de 4 pessoas, calculou-se o consumo de água mensal na residência, e estimou-se um consumo não potável a ser atendido com água de chuva. Calculou-se a área do telhado, e com base na pluviometria média mensal da microrregião onde cada cidade está inserida, estimou-se o volume que seria captado mensalmente pela cobertura se houvesse um sistema de captação; e finalmente, analisou-se a possibilidade de atendimento parcial ou total da demanda não potável com a água captada na cobertura.

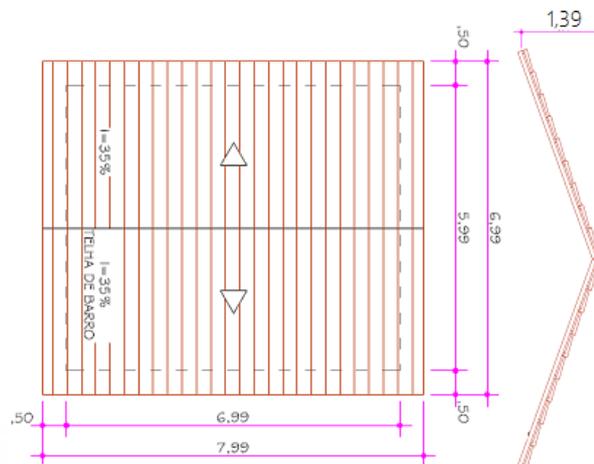
## DESENVOLVIMENTO

**Área de Estudo.** Para realização desse trabalho foram escolhidas 29 cidades inseridas no semiárido sergipano (Figura 1). São elas: Aquidabã, Cumbe, Ribeirópolis, Frei Paulo, Pinhão, Macambira, Pedra Mole, Cedro de São João, Canindé de São Francisco, Poço Redondo, Porto da Folha, Monte Alegre. Nossa Senhora da Glória, Nossa Senhora de Lourdes, Gararu, Graccho Cardoso, Canhoba, Feira Nova, Itabi, Amparo de São Francisco, Telha, Propriá, Simão Dias, Poço Verde, Carira, Tobias Barreto, Nossa Senhora das Dores, Nossa Senhora Aparecida e São Miguel do Aleixo.



**Figura 1.** Localização do semiárido sergipano  
**Fonte:** Observatório do Semiárido Nordeste

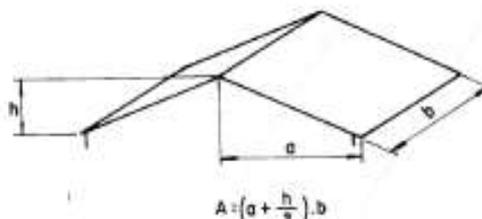
**Padrão de residência adotada.** Para realização desse trabalho adotou-se uma residência unifamiliar executada em programas sociais, construção térrea, com: sala, dois quartos, banheiro, cozinha, com área total de 41,87m<sup>2</sup> cuja planta de cobertura é apresentada na Figura 1 abaixo.



**Figura 1:** Cobertura de casa padrão popular

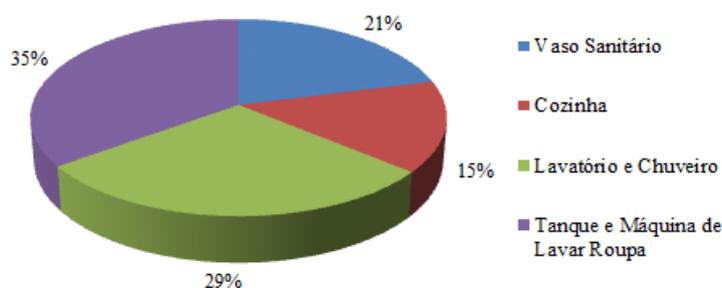
**Fonte:** (GERÊNCIA DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO URBANO, 2007).

**Área de cobertura.** Considerando a indicação abaixo (Figura 2) da NBR 10844 para cálculo das áreas de contribuição de superfícies inclinadas, no caso, as duas águas do telhado, obtemos uma área de captação total de 66,96 m<sup>2</sup>.



**Figura 2** Cálculo de área de contribuição para superfície inclinada  
**Fonte:** NBR 10844

**Estimativa de demanda de água para uso não potável.** Neste trabalho, adotou-se como usos não potáveis a ser atendido com água pluvial, o volume estimado para realizar descargas de bacias sanitárias e lavagem de roupas (tanques e máquina de lavar roupa). Em estudos realizados pela UFSC publicado pelo PROSAB (2009) apud Barros et al. (2015) realizados em uma residência para testes de um sistema de reuso, foi identificado o perfil de consumo demonstrado na figura abaixo em percentual o consumo por peça hidros sanitária na residência estudada.



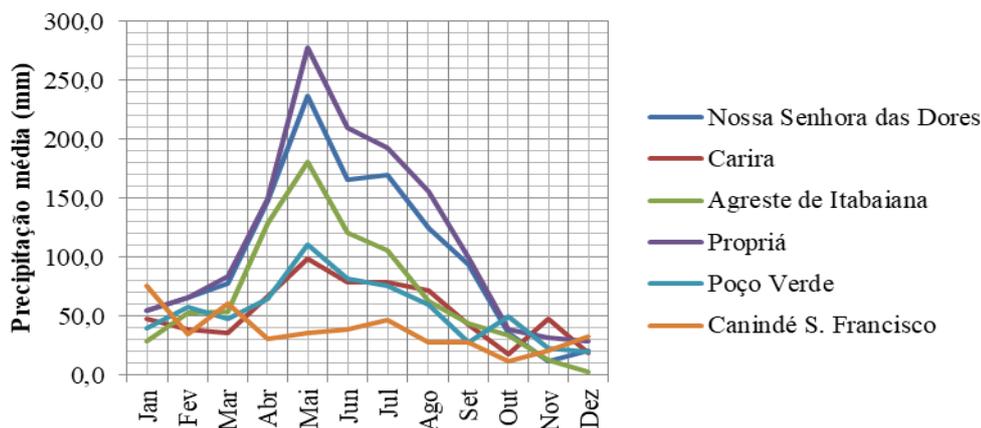
**Figura 3.** Perfil de consumo.  
**Fonte:** PROSAB (2009) apud Barros et al. (2015)

Considerou-se a taxa de ocupação de 2 pessoas por quarto (CARVALHO JUNIOR, 2012), assim, temos uma população de 4 pessoas. Multiplicou-se o consumo per capita de cada cidade de acordo com o SNIS (2017), por quatro pessoas, considerando o total de dias do mês, e finalmente, adotou-se como consumo médio mensal não potável 56% do consumo total estimado.

**Dados pluviométricos** Foram utilizados os dados de chuvas mensais do período de 2003 a 2013 disponíveis no site da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos

do Estado de Sergipe - SEMARH-SE. Como não havia disponíveis os dados pluviométricos de todas as cidades escolhidas, optou-se por utilizar os dados de uma determinada cidade, e adotar essa mesma precipitação para todas as cidades inseridas na mesma microrregião. Adotou-se na simulação, a média de cada mês no período (Gráfico 1).

**Gráfico 1.** Precipitação média mensal no período de 2003-2013, nas microrregiões onde estão inseridas as cidades escolhidas.



Fonte: Adaptado de SEMARH (2019).

**Volume de água de chuva captável.** Para determinar o volume de chuva captável pela cobertura, utilizou-se a Equação 1, constante em Tomaz (2003):

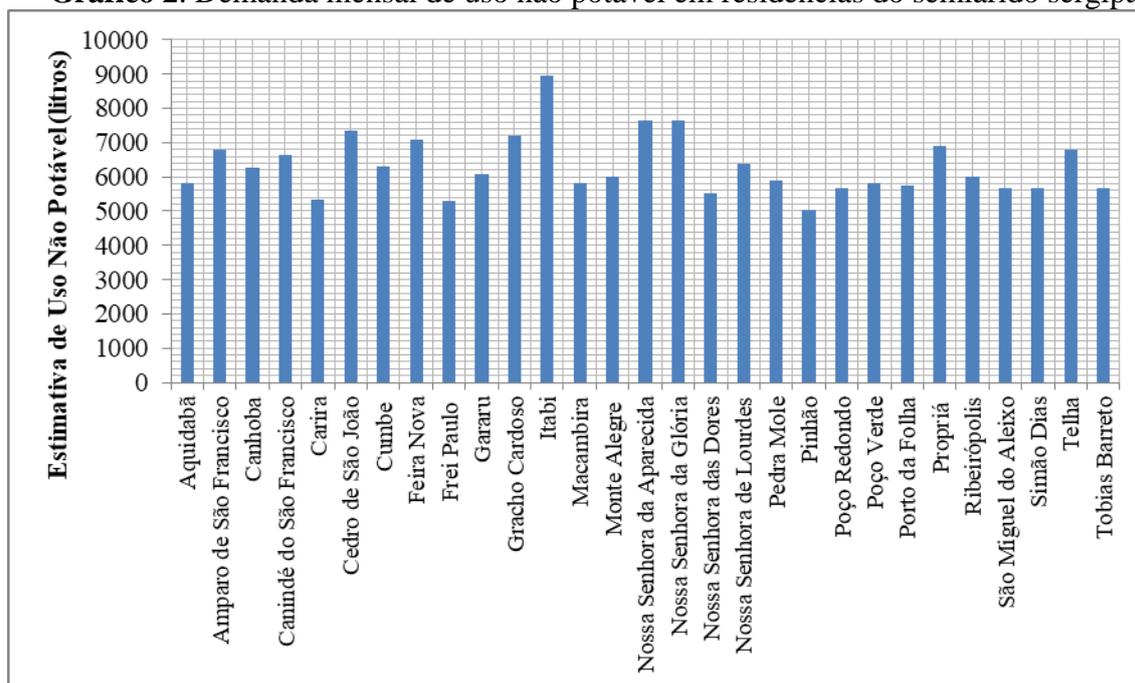
$$Q = A \times C \times P \quad (1)$$

Onde: C é o coeficiente de escoamento superficial, adotado como 0,80 (telhas cerâmicas); P é a precipitação média mensal, em cada cidade conforme o Gráfico 1; A é a área de coleta em metros quadrados (66,96 m<sup>2</sup>); Q é o volume mensal produzindo pela chuva, em litros.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Demanda de água para uso não potável nas residências.** Considerando o consumo per capita indicado pelo SNIS (2017) e adotando 4 pessoas por residência chegou-se ao consumo médio mensal. Em seguida, adotou-se 56% desse consumo como sendo de uso não potável. Os resultados são apresentados no Gráfico 2, abaixo.

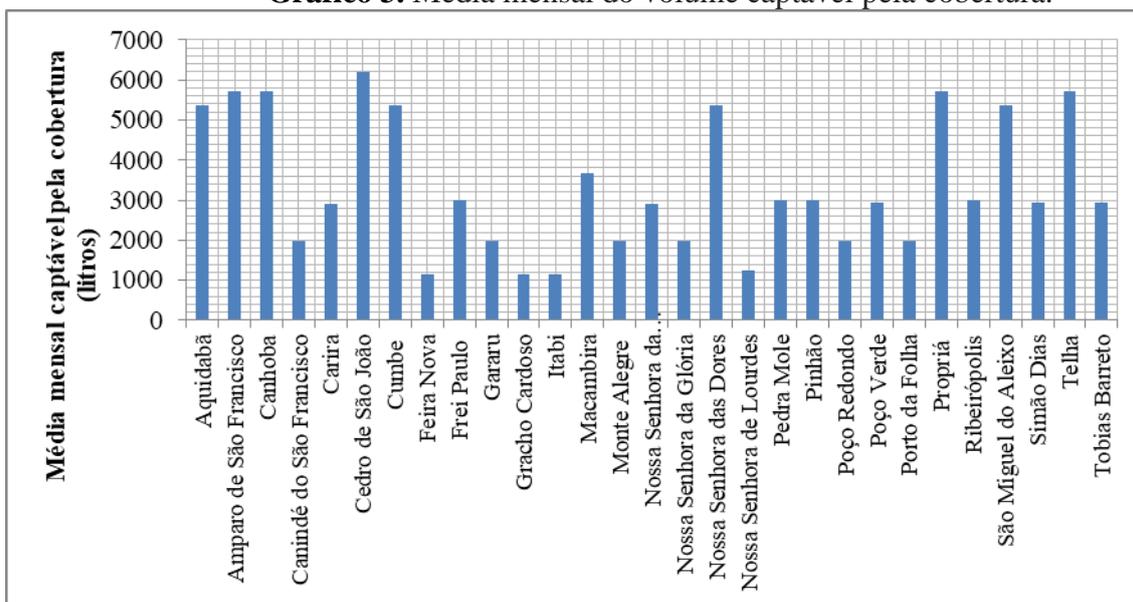
**Gráfico 2.** Demanda mensal de uso não potável em residências do semiárido sergipano.



A demanda mensal de água para usos não potáveis variou de 5029,25 litros (Pinhão) até 8958,43 litros (Itabi) resultando em uma média geral de 6313,32 litros. Conforme relata Santos (2019) o consumo per capita médio de água do Brasil é de 154,1 l/hab.dia e a Organização Mundial da Saúde indica que uma pessoa necessita de uma quantidade mínima de 110 litros de água por dia para consumo individual, sendo esse valor suficiente para um indivíduo saciar a sede, cuidar apropriadamente da higiene e preparar os alimentos. Todas as cidades analisadas apresentaram um consumo per capita inferior à média do Brasil, e apenas três cidades (Itabi, Nossa Senhora de Aparecida e Nossa Senhora da Glória) apresentaram um consumo um pouco maior do que o recomendado pela ONU. No geral as cidades do semiárido sergipano apresentaram um consumo per capita variando de 74,84 l/hab.dia até 133,31 l/hab.dia, resultando em uma média de 93,94 l/hab.dia segundo o SNIS (2017).

**Volume de água de chuva captável pela cobertura.** O volume de água captável pela cobertura da residência foi determinado com base na área do telhado, nos dados pluviométricos da microrregião onde está inserida a cidade (conforme Gráfico 1) e considerando um coeficiente de escoamento superficial de 0,80 pois habitações usam telhadas cerâmicas. A média mensal do volume captável pela cobertura, é apresentada no Gráfico 3, abaixo.

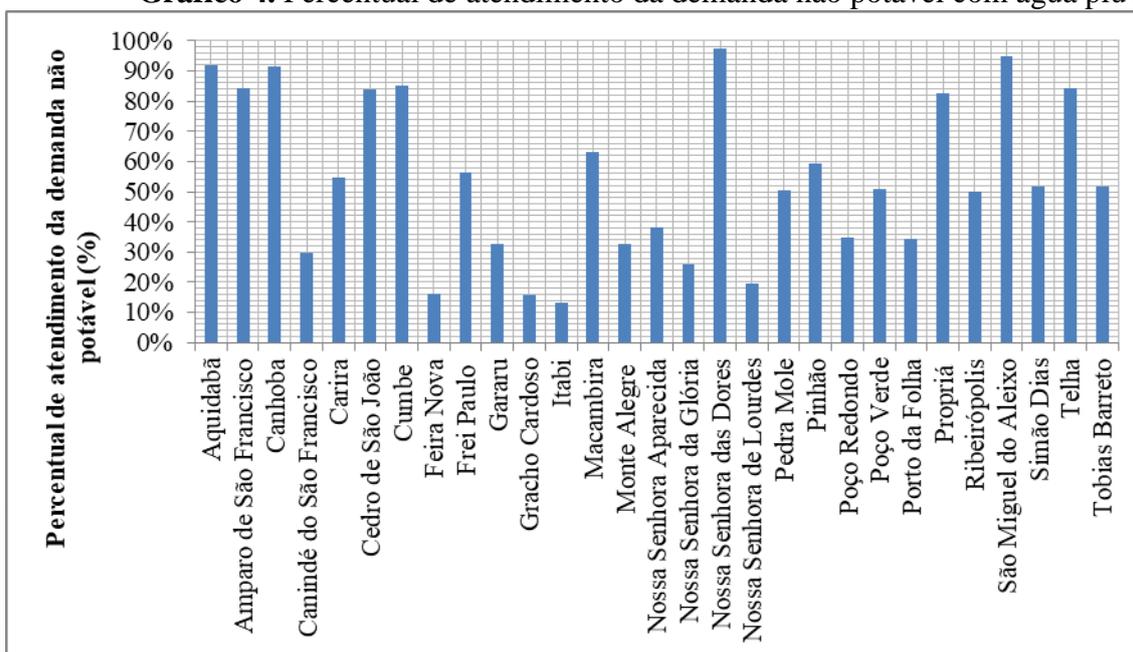
**Gráfico 3.** Média mensal do volume captável pela cobertura.



A média mensal de água captável pela cobertura das residências variou de 1146 litros até 6189 litros, resultando em uma média de 3358 litros, em toda a região.

**Percentual da demanda atendida por água pluvial.** Nesta etapa do trabalho, foi comparada a demanda média mensal não potável com o volume médio mensal captado pela cobertura, e verificado o atendimento parcial ou total da demanda. Os resultados são apresentados no Gráfico 4, abaixo.

**Gráfico 4.** Percentual de atendimento da demanda não potável com água pluvial.



Das 29 cidades analisadas, 4 tiveram o atendimento da demanda com água de chuva inferior a 25%, 8 variaram de 25% a 50%, 8 variaram de 50% a 75% e 9 variaram de 75% a 100%. No geral, o atendimento variou de 12,98% até 97,24% resultando em uma média geral de 54,38%.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esse estudo foi possível constatar que a utilização de água da chuva é uma alternativa de suprimento possível de ser utilizada em residências para atender demandas não potáveis, visto que a simulação indicou a possibilidade de captação de um volume que pode atender uma parte considerável do consumo residencial.

A simulação realizada com uma residência popular, considerando as variações de precipitação e consumo per capita nas cidades do semiárido sergipano indicou uma viabilidade no aproveitamento de água de chuva, visto que em 58,6% das cidades consegue-se atender mais de 50% da demanda estimada.

A chuva coletada pela cobertura e utilizada nas residências auxilia as companhias de abastecimento de água, pois reduz a demanda, diminuindo a quantidade de água tratada utilizada para rega de jardim, lavagem de calçadas, carros entre outros.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais: procedimentos**. Rio de Janeiro, 1989. 13 p.

BARROS, J. S. et al. Reuso de água em residências: Uma solução para o uso não potável e seus riscos. In: VI CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2015, Porto Alegre. **Anais do VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. Porto Alegre: IBEAS, 2015.

GERÊNCIA DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO URBANO. **Cadernos CAIXA: Projeto padrão – casas populares 42m<sup>2</sup>**. Vitória - ES, 2007. 42p.

GONÇALVES, R. F.; ALVES, W. C.; ZANELLA, L. Conservação de Água no Meio Urbano. In: GONÇALVES, Ricardo Franci (Org.). **Uso Racional da Água em Edificações**. Vitória: ABES, 2006. Cap. 2. p. 29-73.

OBSERVATÓRIO **UniFG do Semiárido Nordestino**. 2019. Disponível em: <<http://observatorio.faculdadeguanambi.edu.br>>. Acesso em: 26 ago. 2019.

SANTOS, A. V. **Análise do consumo per capita de água tratada para uso doméstico na cidade de Aracaju/SE.** 2019. 21 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnólogo em Saneamento Ambiental, Coordenadoria de Saneamento Ambiental, Instituto Federal de Sergipe, Aracaju, 2019.

SANTOS, D. L. et al. **Aproveitamento de água pluvial em casas populares em diferentes regiões do estado de Sergipe.** In: XII CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 2018, Recife. Anais do XII CONNEPI 2018. Recife: IFPE, 2018. Disponível em: <<http://connepi2018.ifpe.edu.br/>>. Acesso em: 02 out. 2019.

SERGIPE. SEMARH - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Sergipe. **Dados** diários de precipitação. Disponível em: <<http://www.semarh.se.gov.br/meteorologia>>. Acesso em: 06 jul. 2019.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: **Base de Dados SNIS Séries Histórica 2017.** Disponível em: <[www.snis.gov.br](http://www.snis.gov.br)>. Acesso em: 15 jul. 2019.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva.** São Paulo: Navegar, 2003. 500 P.

VIEIRA, Z. C.; SILVA JÚNIOR, C. G. **Simulação do uso de reservatório de água pluvial para usos não potáveis em casas populares de Aracaju - SE.** In: XI CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 2016, Maceió. Anais do XI CONNEPI 2016. Maceió: IFAL, 2016. p. 6059 - 6068.