



Simulação do uso de água pluvial em duas escolas da rede municipal de educação de Aracaju-SE

Simulation of the use of rainwater in two schools in the public municipal education network in Aracaju-SE

Leandro de Assis Ferreira¹, Zacarias Caetano Vieira², Ana Paula Cardoso Melo Barreto³, Maria Heloisa Santos de Souza⁴ & Sarah Rolemberg da Silva Ramos⁵

Resumo: Com uma frequência cada vez maior, são registrados períodos de intensa escassez hídrica em diversas partes do planeta. Uma medida que pode ser muito eficiente, é o aproveitamento de águas pluviais, preservando a água potável para utilização onde ela é realmente necessária e contribuindo no combate contra enchentes urbanas. Diante do exposto, este artigo tem como objetivo realizar a simulação da captação e aproveitamento de água pluvial em duas escolas da rede municipal de educação de Aracaju-SE, através da estimativa de uma demanda não potável, estimativa do volume captável, verificação do atendimento do uso não potável estimado e o impacto dessa ação na rede de drenagem urbana. Com base na área do telhado e nos dados médios de precipitação, calculou-se o volume de água captável pela cobertura, e por fim, estimou-se uma demanda de uso não potável, sendo verificado se essa demanda é atendida, além de analisar o impacto gerado na rede de drenagem urbana local. Os resultados mostram que: a) a Escola Oviedo Teixeira teve uma demanda média de 258 m³, um volume captável médio de 326 m³ e uma redução média do volume jogado na drenagem de 66%; b) a Escola Anísio Teixeira teve uma demanda média de 60 m³, um volume captável médio de 140 m³ e uma redução média do volume jogado na drenagem de 53%. Conclui-se que a água de chuva atende totalmente a demanda estimada e a captação de água pluvial pode impactar positivamente na rede de drenagem, se utilizada em larga escala.

Palavras-chave: *Usos não potáveis; Cisternas; Drenagem urbana.*

Abstract: With an increasing frequency periods of intense water scarcity are recorded in various parts of the planet. A measure that can be very efficient, is using rainwater, preserving potable water for use where it is needed, and contributing to the fight against urban floods. Considering the foregoing, this article aims to capture's simulation and use of rainwater in two schools of the public municipal education network of Aracaju-SE, through the estimation of non-potable demand, estimation of the catchable volume, verification of the attendance of the estimated non-potable use and the impact of this action on the urban drainage system. Based on the roof area and the average's data of precipitation, the volume of water captured by the roof was calculated, and finally, a demand for non-potable use was estimated, verifying if this demand is attended, in addition, the impact generated on the local urban drainage system was analyzed. The results indicate that: a) The Oviedo Teixeira School had an average demand of 258 m³, an average catchable volume of 326 m³ and an average reduction of 66% in the volume thrown into the drainage; b) The Anísio Teixeira School had an average demand of 60 m³, an average catchable volume of 140 m³, and an average reduction of 53% in the volume thrown into drainage. It is concluded that

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 04/04/2024; aprovado em 25/10/2023.

¹ Estudante, Instituto Federal de Sergipe, englafcivil@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1660-4656>;

² Professor ; Instituto Federal de Sergipe, zacariascaetani@yahoo.com.br; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5019-0971>;

³ Estudante, Instituto Federal de Sergipe, anap_melo95@hotmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-5684-1070>;

⁴ Estudante, Instituto Federal de Sergipe, heloisasantoseng@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3895-3244>;

⁵ Estudante, Instituto Federal de Sergipe, sarahrolembergsr@hotmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8104-650X>.

rainwater totally meets the estimated demand and rainwater harvesting positively impact on the drainage system, if used on a large scale.

Keywords Non-potable uses; Cistern; Urban drainage.

INTRODUÇÃO

O crescente desenvolvimento das sociedades e o respectivo aumento populacional têm levado a diversas situações, em várias partes do planeta, de escassez dos recursos hídricos em termos quantitativos e qualitativos (SILVA; LUCENA, 2015). Completando essa informação, Sharma e Vairavamorthy (2009) enfatizam que a limitação dos recursos hídricos disponíveis faz aumentar a competição entre os usos da água, além de reduzir o seu acesso de boa qualidade, tornando o abastecimento urbano um grande desafio para a gestão de recursos hídricos.

De acordo com o manual de Conservação e Reuso da Água em Edificações (ANA/FIESP/Sinduscon/SP, 2005 *apud* PETERS, 2006), consideram-se fontes alternativas de água todas aquelas que não estão sob concessão dos órgãos públicos, ou que não sofrem cobrança pelo seu uso. De acordo com Peters (2006), no Brasil, estas fontes são aquelas não inseridas no sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos, tais como: água do solo, água subterrânea, água de chuva e reuso de efluentes tratados.

Uma medida que pode ser muito eficiente é o aproveitamento das águas pluviais que, além de possibilitar a substituição de fontes, preserva a água potável para utilização onde ela é realmente necessária, como também contribui no combate contra enchentes urbanas (NOVAKOSKI; MARQUES; CONTERATO, 2013). O aproveitamento da água da chuva gera a economia de água potável para usos menos nobres, como a lavagem de veículos, reserva de água para combate a incêndios, lavagem de roupas e recarga de bacias sanitárias (MAY, 2004).

Diante do exposto, este artigo tem como objetivo principal realizar uma simulação da captação e aproveitamento de água pluvial em duas escolas da rede municipal de educação da cidade de Aracaju/SE, capital do estado de Sergipe. Para tal finalidade, foram realizadas: a estimativa de uma demanda não potável, estimativa do volume captável, verificação do atendimento do uso não potável estimado e o impacto dessa ação na rede de drenagem urbana.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Conforme relatam Vieira e Fernandes (2015), os sistemas de captação e aproveitamento de água da chuva são constituídos basicamente pelas seguintes partes:

“Área de captação (geralmente a cobertura das edificações) que podem ser de telha cerâmica, telha metálica, etc; calhas e condutores; grades e filtros, sistema de descarte ou autolimpeza. Da área de

captação as águas são encaminhadas até as calhas e condutores verticais que são responsáveis por levar a água até o dispositivo de descarte da primeira chuva, quando este existir, ou direto ao reservatório de armazenamento, sendo os materiais mais utilizados, policloreto de vinila (PVC), plástico. As grades e os filtros têm como função evitar que materiais grosseiros, tais como folhas, galhos e pequenos animais que ficam nos telhados cheguem ao sistema de captação; o dispositivo de descarte tem por função reter temporariamente e depois descartar os primeiros milímetros de chuva por tem qualidade inferior; e finalmente as cisternas ou reservatórios de acumulação que guardam a água que será utilizada na edificação, podendo esta ser de vários materiais (concreto, alvenaria, PVC, fibra de vidro, etc), instaladas de várias formas (enterrados, semienterrados, apoiados sobre o solo ou elevados), construídas (reservatórios moldados *in loco*) ou compradas prontas (reservatórios industrializados)”

Dentre as vantagens da captação e aproveitamento da água pluvial podemos citar: a diminuição na demanda de água fornecida pelas companhias de saneamento, tendo como consequências a diminuição dos custos com água potável e a redução do risco de enchentes em casos de chuvas fortes; os investimentos são mínimos para adotar a captação de água pluvial na grande maioria dos telhados; e o sistema pode ser instalado em qualquer ambiente, seja rural ou urbano, casa ou apartamento (MAY, 2004; MALTA, 2013; ECYCLE, 2013 *apud* LIMA, 2015).

METODOLOGIA

Área de Estudo

Para realização deste trabalho foram consideradas como objetos de estudo a Escola Municipal de Ensino Fundamental Oviedo Teixeira e a Escola Municipal de Ensino Fundamental Anísio Teixeira, ambas da rede municipal de educação da cidade de Aracaju-SE.

Estimativa de uso não potável

O consumo de água para usos não potáveis nas escolas estudadas, será estimado com base na indicação de Fasola *et al.* (2011), os quais indicaram um percentual de 72% do consumo total como sendo para os chamados usos não potáveis.

Área de Cobertura

As áreas de cobertura foram fornecidas pela Secretaria Municipal da Educação (SEMED) de Aracaju. A Escola Oviêdo Teixeira possui uma área de cobertura total de 3.062,43 m² (Figura 01), enquanto a Escola Anísio Teixeira apresenta uma área de cobertura de 1.314,19 m² (Figura 01).

FIGURA 01: Cobertura das escolas Oviêdo Teixeira (esquerda) e Anísio Teixeira (direita)

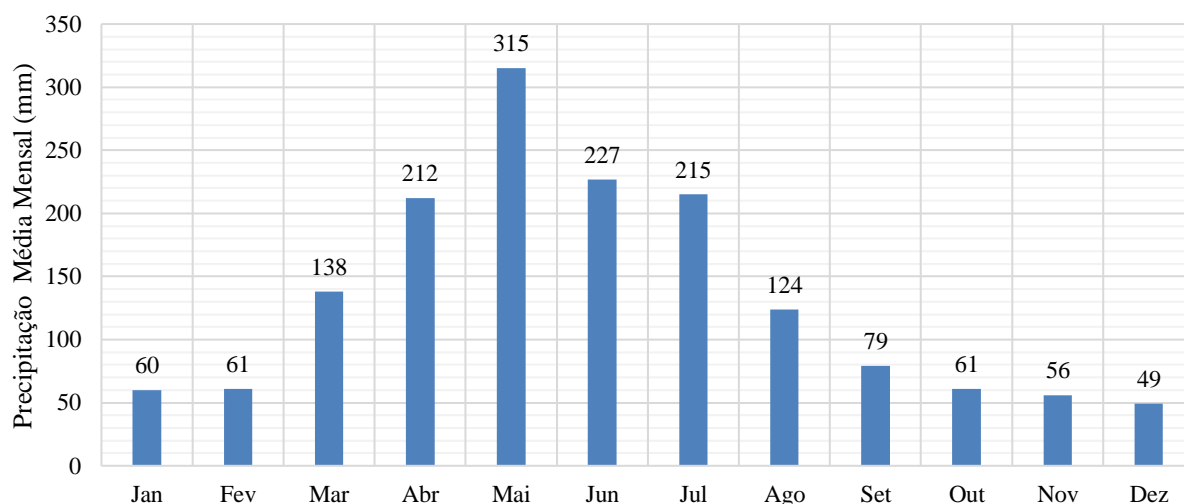


FONTE: google.com/googleearth

Dados Pluviométricos

Para realização da simulação serão adotadas as precipitações médias mensais da cidade de Aracaju-SE, conforme, apresentadas abaixo, no Gráfico 01:

GRÁFICO 01: Precipitação média mensal (mm) em Aracaju-SE



FONTE: https://sedurbi.se.gov.br/portalsrecursos_hidricos

Volume de chuva captável mensalmente

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

$$Q = A \times C \times P \quad [1]$$

Onde: Em que A é a área de coleta, em metros quadrados (áreas da Figura 1); C é o coeficiente de escoamento superficial, adotado 0,80 (telhas cerâmicas); P é a precipitação média mensal, em milímetros, apresentada no Gráfico 1; Q é o volume mensal produzindo pela chuva (volume captável), em litros.

Análise do impacto do uso de reservatório de água pluvial na rede de drenagem

Quanto aos reservatórios de aproveitamento de água da chuva, Teston (2015) relata que o seu uso para fins não potáveis em edificações pode contribuir para a redução de enchentes. Para simular o impacto do uso de água pluvial, será calculado para cada mês o percentual de redução do volume de água jogado na rede de drenagem, de acordo com a Equação 2, abaixo:

$$\text{Redução (\%)} = (V_{SC} - V_{CC}) / V_{CC} \quad [2]$$

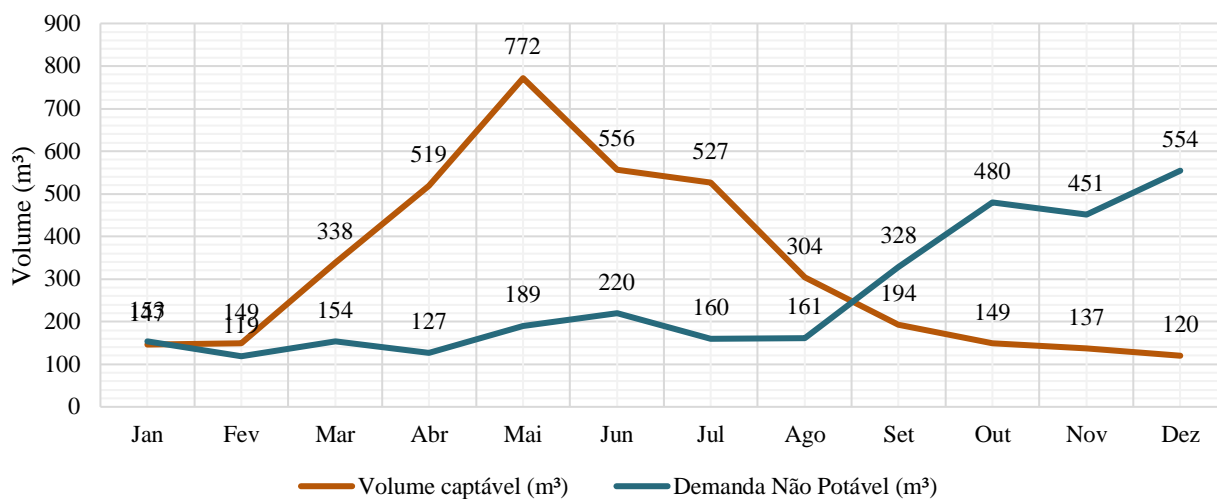
Onde: V_{CC} = é o volume jogado na rede de drenagem com captação e uso de água pluvial (m^3);
 V_{SC} = é o volume jogado na rede de drenagem sem captação e uso de água pluvial (m^3).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Demanda média mensal de uso não potável versus volume captável

A demanda média de uso não potável, ou seja, aquela demanda que pode ser atendida com uso de água pluvial, foi estimada com base nos consumos mensais de água das escolas no ano de 2022, fornecidos pela Secretaria Municipal da Educação (SEMED), e considerando 72% desse valor, conforme indicação de Fasola *et al.* (2011). Esses valores serão comparados com o volume médio mensal captável pela cobertura, considerando o uso da Equação 1, além das áreas de cobertura e a precipitação média mensal (Gráfico 1). Os resultados obtidos são apresentados nos Gráficos 2 e 3 a seguir.

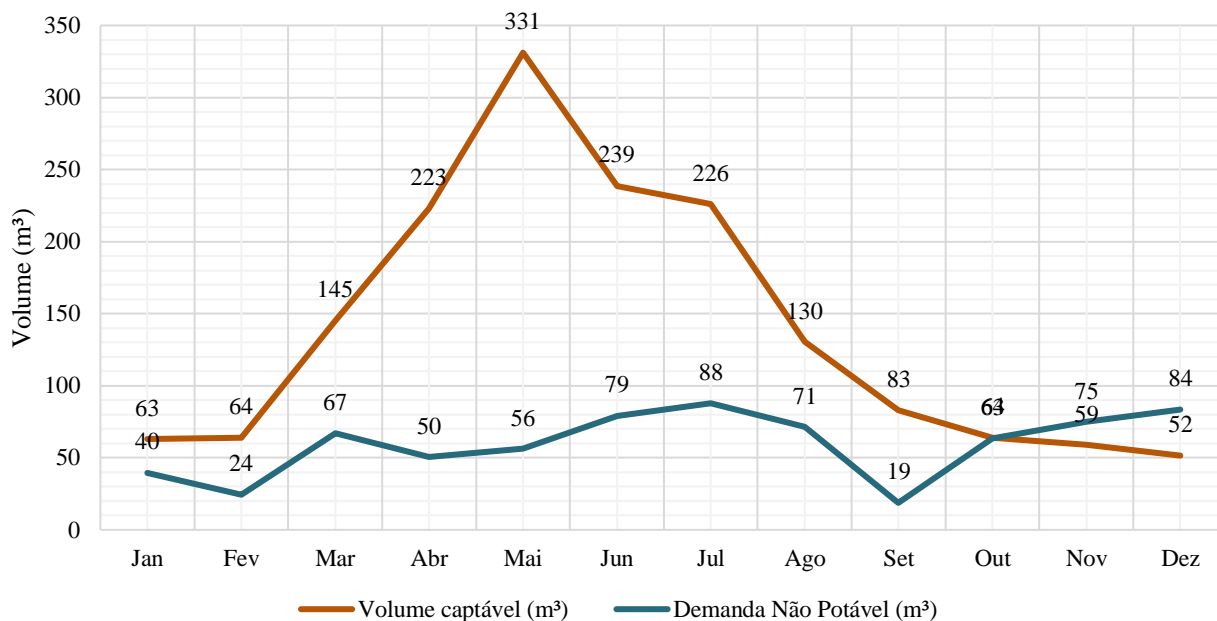
GRÁFICO 02: Demanda de uso não potável versus volume captável na Escola Oviedo Teixeira



FONTE: Os autores (2023)

Na Escola Oviedo Teixeira a demanda de uso não potável variou de 118,8 m³ (fevereiro) até 554,4 m³ (dezembro) resultando em uma média mensal de 258 m³. Com relação ao volume de chuva captável pela cobertura, esse variou de 120 m³ (dezembro) até 772 m³ (maio) resultando em uma média de 326 m³, isto é, aproximadamente 26% superior à demanda de uso não potável.

GRÁFICO 03: Demanda de uso não potável versus volume captável na Escola Anísio Teixeira



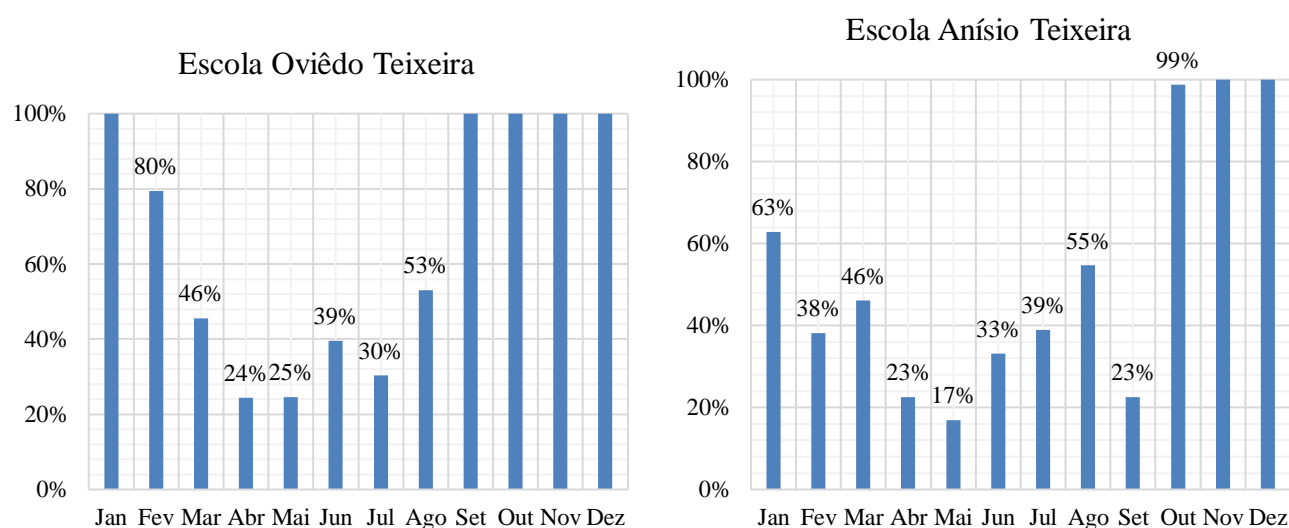
FONTE: Os autores (2023)

Na Escola Anísio Teixeira a demanda de uso não potável variou de 19 m³ (setembro) até 88 m³ (julho) resultando em uma média mensal de 60 m³. Com relação ao volume de chuva captável pela cobertura, esse variou de 52 m³ (dezembro) até 331 m³ (maio) resultando em uma média de 140 m³, ou seja, aproximadamente 169% superior à demanda de uso não potável.

Análise do impacto do uso do reservatório de água pluvial na drenagem urbana

Para analisar o impacto da captação e o uso de água pluvial, será calculado para cada mês, a redução no volume de água jogada na rede de drenagem urbana, utilizando a Equação 2. Os resultados são apresentados no Gráfico 4, como destacado abaixo:

GRÁFICO 04: Redução no volume jogado na rede de drenagem urbana com captação e uso de água pluvial



FONTE: Os autores (2023)

Na Escola Oviedo Teixeira a redução do volume jogado na rede de drenagem variou de 24% até 100% resultado em uma média de 66%, já na Escola Anísio Teixeira essa redução variou de 17% até 100% resultando em uma média de 53%. Percebe-se que nos meses com maior índice pluviométrico, o volume de água captável pela cobertura é muito maior do que a demanda estimada, enchendo mais rapidamente o reservatório, e, conseqüentemente, o volume extravasado para drenagem é muito maior, implicando em reduções percentuais menores. Nos períodos com baixos índices pluviométricos, ocorre o inverso, ou seja, os reservatórios enchem mais lentamente, o volume extravasado é menor - em alguns meses foi zero – e conseqüentemente, a redução percentual é alta.

CONCLUSÕES

- a) A água pluvial captada pela cobertura atende totalmente a demanda estimada para usos não potáveis nas duas escolas, sendo tal fato justificado pelo alto índice pluviométrico da cidade de Aracaju-SE e da grande área de captação dessas unidades de ensino;
- b) A utilização de reservatórios de água pluviais em edificações pode contribuir significativamente com a redução do volume de água jogado na rede de drenagem;
- c) Mesmo nos meses de altos índices pluviométricos, consegue-se um efeito positivo no uso de reservatórios de água pluvial, pois retarda o momento em que esse volume de água seja jogado na rede de drenagem, reduzindo a vazão de pico e aumentando o tempo de ocorrência dessa vazão;
- d) Para que o uso de reservatório de água pluvial tenha um impacto significativo na rede de drenagem urbana, é necessário que ele seja utilizado em larga escala.

REFERÊNCIAS

- [1] FASOLA, G. B.; GHISI, E.; MARINOSKI, A. K.; BORINELLI, J. B.; Potencial de economia de água em duas escolas em Florianópolis, SC. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p.65-78, out./dez. 2011.
- [2] LIMA, A. de.; Captação da água da chuva para consumo doméstico. 2015. 28 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes, 2015.
- [3] MAY, S.; Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004.
- [4] NOVAKOSKI, C. K.; MARQUES, M. G.; CONTERATO, E.; Análise do método da simulação para dimensionamento de reservatórios de águas pluviais em residências unifamiliares. In: XX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 20, 2013, Bento Gonçalves. *Anais do XX SBRH*. Porto Alegre: ABRH, 2013.
- [5] PETERS, M. R.; Potencialidades de uso de fontes alternativas de água para fins não potáveis em uma unidade residencial. Florianópolis. 2006. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
- [6] SHARMA, S. K.; VAIRAVAMOORTHY, K. Urban water demand management: prospects and challenges for the developing countries. *Water and Environmental Journal*, n. 23. p. 210 – 218, 2009.
- [7] SILVA, P. M. da; LUCENA, K. F. M. de. Avaliação do consumo de água em um Campus do IFPB e apresentação de propostas para redução da demanda do sistema de reprodução. In: X CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 2015.
- [8] TESTON, A.; Impacto do aproveitamento de água da chuva na drenagem: estudo de caso de um condomínio horizontal em Curitiba/PR. 2015. 141 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2015.

[9] THOMAZ, P.; Aproveitamento de Água Pluvial. São Paulo: Navegar, 2003.

[10] VIEIRA, Z. C.; FERNANDES, R.; de A. Aproveitamento de água pluvial em postos e lavagem de carros em Pombal – PB. In: II ENCONTRO INTERDISCIPLINAR DA PARAÍBA: CONEXÃO DAS CIÊNCIAS E SUSTENTABILIDADE, 2015, Sousa. Anais do II EIPB. Sousa, 2015, p. 144 - 149.