

POTENCIAL DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL EM ESCOLAS DO SEMIÁRIDO SERGIPANO

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

RESUMO

O crescimento populacional tem aumentado a demanda por água, levando a busca por fontes alternativas, tais como o aproveitamento de água pluvial. Essa busca torna-se inevitável em regiões semiáridas, pois estas apresentam uma distribuição irregular da pluviometria e alternância entre anos secos e chuvosos. Escolas caracterizam-se por um elevado consumo de água, justificando a possibilidade do uso de água de chuva. Diante do exposto este artigo tem como objetivo realizar a simulação da captação e aproveitamento de água pluvial em escolas localizadas no semiárido sergipano. Inicialmente escolheu-se 26 escolas de cidades localizadas na região semiárida. Em seguida calculou-se o consumo de água e estimou-se um consumo não potável. Depois, com a área do telhado e com a pluviometria média mensal, estimou-se o volume captado pela cobertura; e finalmente, analisou-se o atendimento da demanda não potável. Os resultados mostram que o consumo médio mensal não potável estimado variou de 3,43 m³ até 80,63 m³, e o volume mensal médio captável pela cobertura variou de 19,64 m³ até 145,89 m³. Das escolas analisadas 23 apresentou volume captável médio superior a demanda estimada, ou seja, 100% dos usos não potáveis podem atendidos com água de chuva; e as escolas restantes conseguem atender parcialmente esses usos. Conclui-se que a implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial em escolas, mesmo em regiões de baixo índice pluviométrico apresenta uma grande potencialidade de aproveitamento gerando ganhos financeiros (redução da conta de água) e ambientais (redução do consumo de água potável).

Palavras-chave: Consumo não potável, Instituições de ensino, Chuva.

INTRODUÇÃO

O semiárido caracteriza-se por apresentar uma distribuição irregular da pluviometria, tanto temporal quanto espacial e alternância entre anos secos e chuvosos, caracterizando-se por períodos de elevada escassez hídrica (SOUSA et al., 2017). Conforme esses mesmos autores, o baixo aproveitamento das águas da chuva contribui com esse cenário de insuficiência hídrica na região semiárida.

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

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

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

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

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

Vieira et al. (2016) relatam que os edifícios escolares apresentam características muito favoráveis a implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial, tais como grandes áreas de coberturas e alta demanda de água para usos não potáveis (lavagem de piso, rega de plantas, descarga de bacias sanitárias, etc).

Segundo Marinowski, (2007) escolas e universidades são exemplos de instituições que pertencem ao setor público, que se caracterizam por apresentarem altos consumos e desperdícios de água, justamente porque os usuários não são responsáveis pelo pagamento da conta de água. Fasola et al. (2011) relatam que estes jovens permanecem pelo menos um período do dia nas instituições de ensino, (matutino, vespertino ou noturno), o que enfatiza a necessidade de uma política de uso racional de água em escolas para o governo Federal, Estadual ou Municipal, o que contribuiria para construir cidadãos mais conscientes e comprometidos com a sustentabilidade.

O uso de grandes volumes de água potável para remover excretas humanas por grandes distâncias não é somente um uso pobre dos recursos hídricos, mas também é ineficiente, caro e que requer um gasto intensivo de energia (PEIXE, 2012). Deste modo Vieira et al. (2016) indicam que a implantação de sistemas de captação de água de chuva apresenta-se como uma medida mitigadora que reduz o consumo de água potável, destinando-a para usos mais nobres.

Diante do exposto este artigo tem como objetivos, realizar a simulação da captação e aproveitamento de água pluvial em escolas 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 em questão através de 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 de água nas escolas, área de cobertura, entre outros.

Inicialmente escolheu-se 26 escolas localizadas em cidades do semiárido sergipano. Em seguida, a partir das contas de água disponibilizadas pelo site da Secretaria de Educação do Estado de Sergipe, calculou-se o consumo de água e em seguida estimou-se um consumo

não potável a ser atendido com água de chuva. Calculou-se a área do telhado dessas instituições, e com base na pluviometria média mensal da microrregião, estimou-se o volume que seria captado 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 26 escolas (ver Tabela 1) inseridas no semiárido sergipano (Figura 1). Conforme relatam Santos e Sousa (2018) o semiárido nordestino possui em média cerca de 700 mm de chuva por ano, no entanto, essa média poderá variar significativamente dependendo das condições climáticas; caracterizando-se também por uma relativa baixa disponibilidade de chuvas, distribuição temporal e espacial irregular convertendo-se em um fator limitante ao desenvolvimento social e econômico da região.



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

Tabela 1. Escolas estaduais escolhidas

Escola	Cidade	Escola	Cidade
Milton Azevedo	Aquidabã	Alcebíades Paes	Cumbe
Artur Fortes	Carira	Manuel Dantas	Cedro de São João
José de Carvalho Déda	Simão Dias	Gentil Tavares da Mota	Frei Paulo
Epifânio Dórea	Poço Verde	Marcolino Cruz Santos	Macambira
Presidente Castelo Branco	Tobias Barreto	Augusto Franco	Pedra Mole
General Calazans	Nossa Sra. Dores	Josué Passos	Ribeirópolis
Manoel A. do Nascimento	Graccho Cardoso	Delmiro de M. Britto	C. de São Francisco
Eronides de Carvalho	Canhoba	José A. de Rocha Lima	Gararu

Maria Montessori	Feira Nova	José Inácio de Farias	Monte Alegre
Maria G. Menezes Moura	Itabi	Cícero Bezerra	Nossa Sra. Da Glória
Joaquim de O. Campos	Amparo S. Francisco	Almirante Tamandaré	Nossa Sra. De Lourdes
José Guimarães Lima	Telha	Josefa Marques	Poço Redondo
Cel. João F. Brito	Própria	Pedro Alves de Souza	Porto da Folha

Consumo total de água nas escolas. Inicialmente foi pesquisada no site da Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe (SEED/SE) a conta de água, no ano de 2018, das escolas escolhidas. O consumo de água nesses estabelecimentos foi calculado, utilizando o valor pago em cada mês, bem como a tarifa praticada pela Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO) que foi de R\$ 23,97 por m³ no ano em tela.

Estimativa de consumo não potável. O consumo de água para usos não potáveis nas escolas, foi estimado com base na indicação de Fasola et al. (2011) os quais indicaram para escola da rede estadual, um percentual de 72% do consumo total como sendo para os chamados usos não potáveis.

Área de cobertura. Para uma estimativa das áreas de cobertura (Tabela 2) foi utilizada a ferramenta Google Maps. Vale salientar que os valores obtidos se referem à projeção horizontal da cobertura, resultando em valores aproximados. A Figura 2 abaixo apresenta um exemplo de imagem utilizada para cálculo da área de cobertura utilizando a ferramenta citada acima.



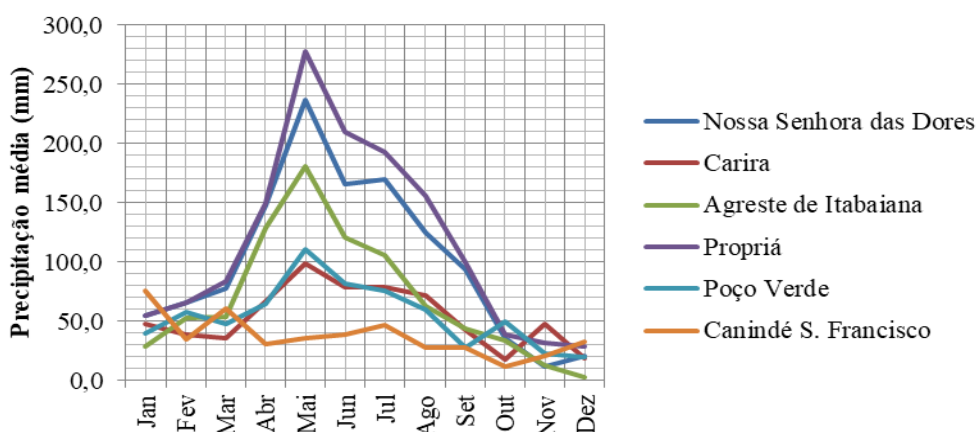
Figura 2. Área de Cobertura da Escola Estadual Almirante Tamandaré, cidade de Nossa Senhora de Lourdes/SE.

Tabela 2. Área da Cobertura das Escolas

Escola	Área de Telhado (m ²)	Escola	Área de Telhado (m ²)
Milton Azevedo	995,5	Alcebíades Paes	1.106,5
Artur Fortes	1.441,1	Manuel Dantas	1.578,3
José de Carvalho Déda	1.182,7	Gentil Tavares da Mota	1.178,3
Epifânio Dórea	1.851,3	Marcolino Cruz Santos	1.077,8
Presidente Castelo Branco	592,6	Augusto Franco	891,4
General Calazans	1.674,9	Josué Passos	599,9
Manoel A. do Nascimento	1.164,8	Delmiro de M. Britto	1.655,7
Eronides de Carvalho	373,9	José A. de Rocha Lima	1.231,9
Maria Montessori	1.764,0	José Inácio de Farias	873,2
Maria G. Menezes Moura	1.455,4	Cícero Bezerra	1.423,5
Joaquim de O. Campos	466,3	Almirante Tamandaré	1.875,4
José Guimarães Lima	587,8	Josefa Marques	875,5
Cel. João F. Brito	1616,4	Pedro Alves de Souza	665,8

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. 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):

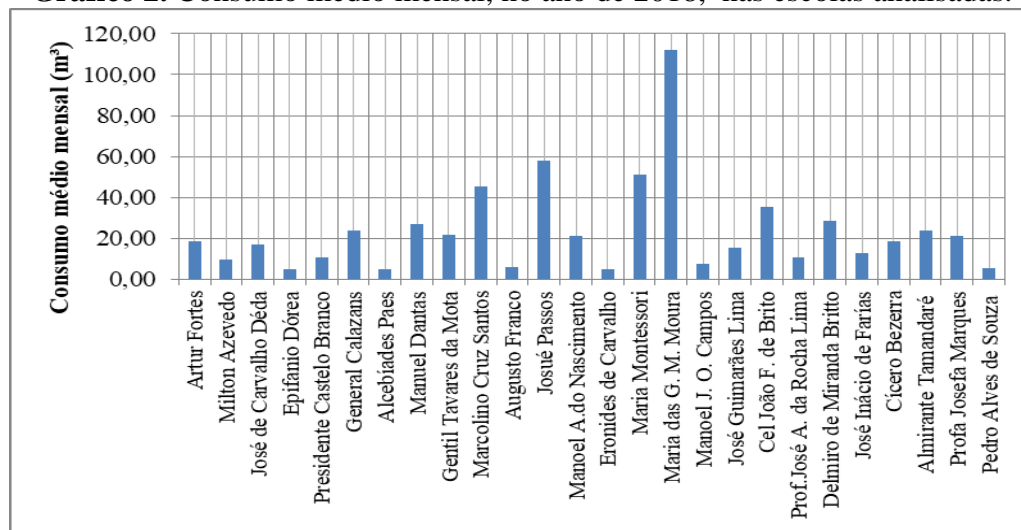
$$Q = A \times C \times P \quad (1)$$

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 (calculado anteriormente, Tabela 2); Q é o volume mensal produzindo pela chuva, em litros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Consumo de água nas escolas. Considerando a conta de água do estabelecimento e a tarifa cobrada pela concessionária local, foi calculado o consumo mensal de água. A média mensal obtida em cada escola é apresentada no Gráfico 2 abaixo.

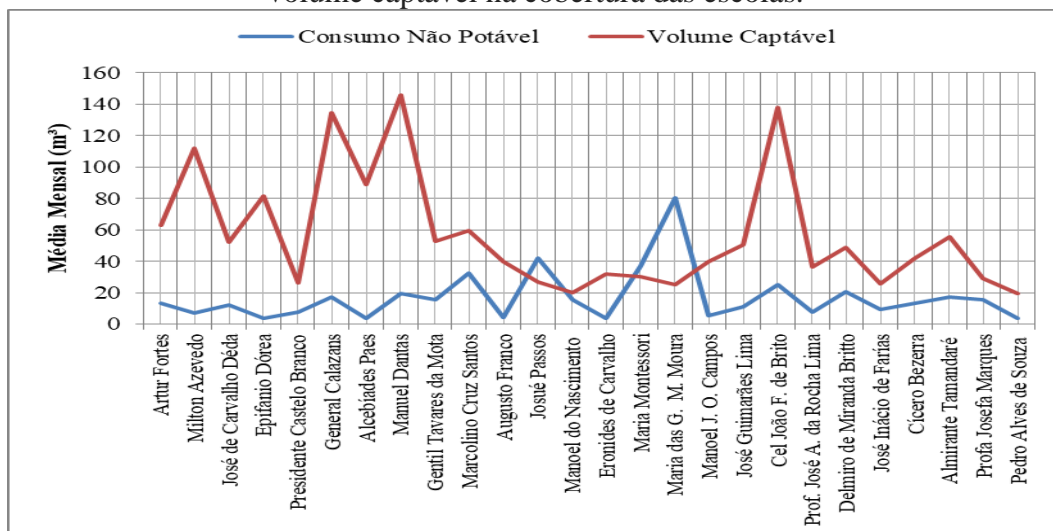
Gráfico 2. Consumo médio mensal, no ano de 2018, nas escolas analisadas.



O consumo médio mensal das escolas variou de 4,75 m³ na Escola Alcebiades Paes na cidade de Cumbe, até 111,99 m³ no Centro de Excelência Maria das Graças Menezes Moura na cidade de Itabi.

Consumo não potável e volume captável pela cobertura. Neste trabalho adotou-se como consumo não potável, ou seja, aquele que pode ser atendido com uso de água de chuva, o percentual de 72% do consumo total conforme indicação de Fasola et al. (2011). O volume de água captável pela cobertura das instituições de ensino foi determinado com base na área do telhado calculado, nos dados pluviométricos da microrregião onde está inserida a escola (conforme Gráfico 1) e considerando um coeficiente de escoamento superficial de 0,80 pois as escolas usam telhadas cerâmicas. A média mensal da demanda e do volume captável pela cobertura, são apresentados no Gráfico 3, abaixo.

Gráfico 3. Média mensal do consumo não potável estimado versus média mensal do volume captável na cobertura das escolas.



O consumo médio mensal não potável estimado variou de 3,43 m³ (Escola Alcebiades Paes) até 80,63 m³ (Centro de Excelência Maria das Graças Menezes Moura). No tocante ao volume mensal médio captável pela cobertura, este variou de 19,64 m³ (Escola Pedro Alves de Souza) até 145,89 m³ (Escola Manuel Dantas). Das 26 escolas onde foram realizadas as simulações, 23 apresentou um volume captável pela cobertura superior a demanda estimada, ou seja, 100% dos usos não potáveis conseguem ser atendidos utilizando água de chuva. As 3 escolas restantes conseguem atender parcialmente aos usos não potáveis com água pluvial, sendo o atendimento de 30,88% (Centro de Excelência Maria das Graças Menezes Moura); 63,93% (Escola Josué Passos) e 82,06% (Escola Maria Montessori) do consumo estimado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esse estudo foi possível constatar que a utilização de água da chuva é uma alternativa de suprimento altamente viável, para uso nas instituições de ensino avaliadas, visto que proporcionou a possibilidade de captação de um volume que pode atender 100% da demanda estimada em 88,5% das escolas.

A simulação realizada em escolas do semiárido sergipano indicou uma grande potencialidade no aproveitamento de água de chuva para usos não potáveis, visto que essas edificações apresentam grandes áreas de telhado, necessitando que outros aspectos sejam considerados, tais como o volume e localização do reservatório, traçado das tubulações, adequação dos ambientes a essa nova instalação, etc.

Finalmente, conclui-se que a implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial em escolas, mesmo em regiões de baixo índice pluviométrico gera ganhos financeiros (redução da conta de água) e ambientais (redução do consumo de água potável).

REFERÊNCIAS

DESO – Companhia de Saneamento de Sergipe. **Quadro Tarifário 2018**. Disponível em: < <https://www.deso-se.com.br/v2/index.php/clientes/quadro-tarifario> > Acesso em: 20 jul. 2019.

FASOLA, G. B. et al. **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.

MARINOSKI, A. K. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituições de ensino: Estudo de caso em Florianópolis - SC**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007. 109p.

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

PEIXE, C. R. da S. **Águas pluviais para usos não potáveis em escolas municipais: estudo de caso na região da baixada de Jacarepaguá, RJ**. 2012. 174 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Centro de Tecnologia e Ciências, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

SANTOS, E. F. N.; SOUSA, I. F. **Análise multivariada da precipitação no estado de Sergipe através de fatores e agrupamentos**. Revista Brasileira de Climatologia, Curitiba, v. 23, n. 14, p.205-222, 2018.

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.

SOUSA, A. B. de et al. **A experiência das tecnologias sociais hídrica como instrumento para gerenciamento dos recursos hídricos no semiárido**. In: XXII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2017, Florianópolis. Anais do XXII SBRH. ABRH, 2017. Disponível em: <<http://anais.abrh.org.br/works/2414>>. Acesso em: 18 ago. 2019.

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

VIEIRA, Z. C. et al. **Simulação do uso de reservatório de água pluvial para uso não potável em escolas de Aracaju - SE**. In: XIII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 2016, Aracaju. Anais do XIII SRHN. ABRH, 2016. Disponível em: <<http://www.evolvedoc.com.br/srhne>>. Acesso em: 18 ago. 2019.