

XXIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

IMPACTO DO REGIME PLUVIOMÉTRICO NA EFICIÊNCIA E NA VIABILIDADE ECONÔMICA DE SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

Gabriela Cristina R. Pacheco¹; Conceição de Maria A. Alves²; George Sand Leão A. de França³

RESUMO

A economia proporcionada pelos Sistemas de Aproveitamento de Água Pluvial (SAAP) é variável para cada local e edificação pois depende de inúmeros fatores como do regime pluviométrico. Logo, é necessário avaliar o comportamento desse parâmetro em cada local e também sua variação ao longo dos anos a fim de dimensionar e prever a eficiência dos sistemas. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é verificar como o regime pluviométrico pode alterar o dimensionamento e a viabilidade econômica dos SAAP por meio da avaliação econômica de 1000 cenários de precipitação para diferentes demandas e áreas de cobertura. Verificou-se que os sistemas são mais sensíveis à variação do número de dias de estiagem que aos valores da precipitação média anual para os dados considerados. Ainda assim, o impacto do regime pluviométrico no desempenho dos SAAP não se mostrou expressivo como da área de cobertura e da demanda. De toda forma é necessário avaliar a precipitação com cautela para atingir a economia de água prevista em projeto.

Palavras-chave - água pluvial; precipitação; aproveitamento.

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional associado à crescente urbanização e à limitação da oferta de recursos hídricos torna essencial buscar a conservação da água. Dentre as diversas técnicas existentes para esse fim, o aproveitamento de água pluvial destaca-se por sua simplicidade e por colaborar na resposta às crises hídricas (Schuetze, 2013).

Há vários estudos que pesquisam a economia gerada pelos Sistemas de Aproveitamento de Água Pluvial (SAAP) e os valores encontrados variam de 14,7% (Ghisi e Ferreira, 2007) até 100 % (Lima *et al.*, 2011). A variação ocorre devido à dependência de inúmeros fatores locais como o regime pluviométrico e até características da edificação como área de cobertura e demanda por água não potável. De toda forma, os estudos concluem que o uso de SAAP em grande escala podem reduzir a demanda de água potável requerida dos sistemas públicos de abastecimento (Cáceres *et al.*, 2019; Ennenbach *et al.*, 2017).

Todavia, a implantação desses sistemas ainda é limitada por questões técnicas, econômicas e pelas incertezas existentes em relação à sua operação e viabilidade. Muitos parâmetros empregados tanto para efetuar o dimensionamento como para definir a viabilidade econômica dos SAAP não

1) Universidade de Brasília (UNB) e Instituto Federal de Goiás (IFG), gabrielacrpacheco@gmail.com

2) Universidade de Brasília (UNB), calves@unb.br

3) Universidade de Brasília (UNB), georgefranca@gmail.com

podem ser determinados com exatidão. O consumo, a tarifa de água, a taxa de desconto, a inflação e mesmo a precipitação não permanecerão constantes ao longo dos anos o que pode alterar a eficiência dos reservatórios de armazenamento implementados.

O regime pluviométrico é um parâmetro determinante para a viabilidade do aproveitamento de água pluvial, quanto maior a precipitação maior é a possibilidade de uso da água pluvial. Assim, as incertezas nessa variável podem afetar a economia proporcionada pelos sistemas existentes.

Por essa razão, há estudos que buscam prever tal influência. Campos e Pacheco (2016), a partir de uma comparação entre as cidades de Goiânia, Recife e Manaus concluíram que uma maior precipitação média leva a um maior volume ótimo de armazenamento. Porém os autores notaram que o período de estiagem pode ser mais decisivo para a viabilidade de um sistema do que a precipitação média.

Empregando equações de regressão para os Estados Unidos, Hanson e Vogel (2014) verificaram que a média e o desvio padrão do total de dias úmidos são os coeficientes com maior relação com a variação do volume dos reservatórios e com o potencial de aproveitamento.

Também há pesquisas que buscam identificar o impacto das mudanças climáticas nos SAAP. Youn *et al.* (2012) efetuaram uma avaliação probabilística da capacidade dos reservatórios em Seoul (Coreia do Sul) diante do modelo de previsão climática do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) e verificaram que o volume de armazenamento necessário poderia ser reduzido em razão do aumento gradual nas projeções pluviométricas locais.

Lash *et al.* (2014) avaliaram o efeito dos cenários futuros na performance dos sistemas no Reino Unido e concluíram que para que um reservatório atendesse a mesma demanda observada no ano da pesquisa em 2080 ele deveria ser 112% maior. Haque *et al.* (2016) verificaram que a alteração na precipitação faria que os tanques dos SAAP de Sydney não fossem capazes de atender à demanda prevista.

Assim, verifica-se que usar a série pluviométrica passada para efetuar tanto o dimensionamento como a análise da viabilidade econômica pode levar à construção de SAAP que não atenderão a demanda prevista, sendo necessário avaliar a influência da precipitação na eficiência dos sistemas. Portanto, este estudo busca estabelecer como a precipitação interfere na escolha do volume de armazenamento e nos indicadores econômicos e de economia de água de um SAAP.

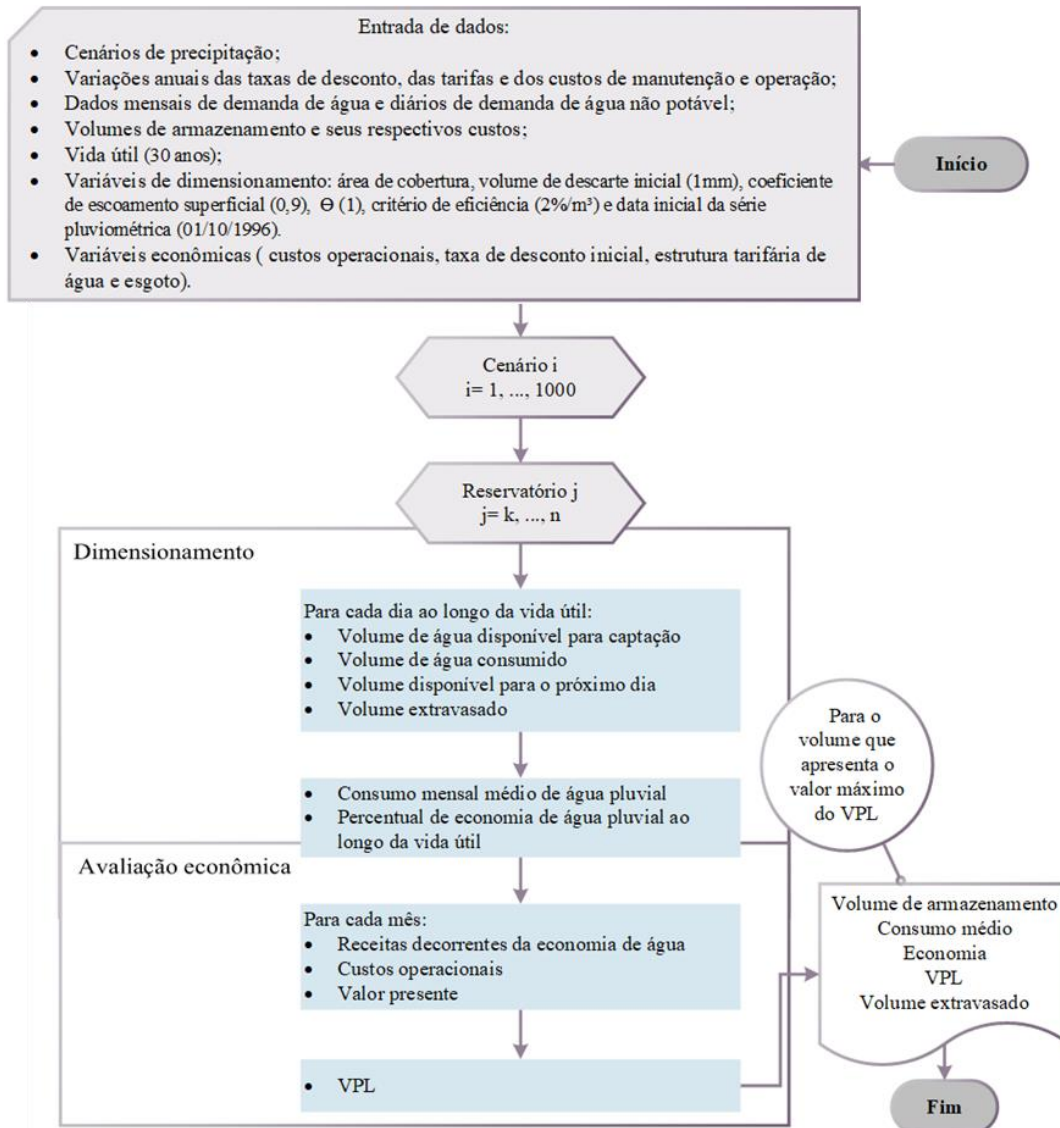
MÉTODO

Para avaliar a influência da precipitação nos SAAP foram geradas 1000 séries de precipitação diária de 30 anos e avaliou-se a influência dessa variabilidade na performance de SAAP para edificações tipo no município do Rio Verde-GO. As séries de precipitação foram geradas por meio de amostragem *bootstrapping*. A partir da série histórica de precipitação é escolhido um ano para representar o primeiro ano da nova série e assim sucessivamente até formar uma série de 30 anos, considerada a vida útil do sistema a ser avaliado.

Programa computacional

A avaliação de desempenho dos SAAP em Rio Verde foi realizada por meio de um sistema computacional em Python que além de gerar os cenários pluviométricos, calcula indicadores econômicos e de eficiência para os cenários criados e diferentes tipologias de edificações e consumo de água característicos da cidade, conforme as etapas apresentadas na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma do programa de dimensionamento e avaliação econômica



Na etapa inicial, é definida a capacidade do reservatório a partir de uma simulação contínua do balanço de massa, indicada nas Equações 1 e 2. Neste estudo o valor de Θ foi estipulado como 0 que corresponde ao consumo de água antes do enchimento (método YBS - *Yield Before Spillage*). O volume de água de chuva disponível para captação é função da área de cobertura e do descarte inicial de água pluvial. Após efetuar esse dimensionamento é calculada a eficiência do sistema (E), segundo a Equação 3, que corresponde ao percentual de economia de água. Por meio desses cálculos são definidos para cada cenário a eficiência, o consumo de água e o volume extravasado para os diferentes volumes de armazenamento.

$$Vc_{(t)} = \min \left\{ \begin{array}{l} D_{(t)} \\ \theta \cdot Vac_{(t)} + Var_{(t-1)} \end{array} \right. \quad (1)$$

$$Var_{(t)} = \min \left\{ \begin{array}{l} Vac_{(t)} + Var_{(t-1)} - Vc_{(t)} \\ Vrinf_{(t)} - (1 - \theta) \cdot Vc_{(t)} \end{array} \right. \quad (2)$$

$$Ep = \sum_{t=1}^T \frac{Vc_{(t)}}{D_{(t)}} \quad (3)$$

Vc: volume consumido (m^3)

Var: volume de água no reservatório (m^3)

Vac: volume disponível para captação (m^3)

D: demanda diária (m^3)

V_{rinf}: volume do reservatório inferior
 Θ: momento de uso da água (0 ≤ Θ ≤ 1)
 V_{CT}: volume total de água pluvial consumido (l)
 D_T: demanda total (l)

E: economia de água (%)
 t: dia
 T: vida útil (anos)

Com esses dados é efetuada a segunda etapa que consiste na avaliação econômica dos reservatórios considerados para cada um dos 1000 cenários, para realizar esta avaliação os valores diários são convertidos em mensais. Primeiramente são calculadas as receitas, devido às diferentes faixas de consumo é calculada a tarifa mensal a partir do consumo médio mensal (dado de entrada) e a tarifa supondo o mesmo consumo mensal menos o consumo médio mensal de água pluvial determinado na primeira etapa, segundo a Equação 4. Então, são avaliados os custos operacionais como na Equação 5.

$$R_{(m)} = \left(((cmf + V_m \cdot ta) - ((cmf + V_m - V_c) \cdot ta)) (1 + pe) \right) tva \quad (4)$$

$$Do_{(m)} = (Cmf + Cmv \cdot Cv + Ct + Cs + Caf + Cav \cdot Inv) tvc \quad (5)$$

m: mês
 R: receitas (R\$)
 V_c: consumo mensal de água pluvial (m³)
 V_m: consumo mensal médio de água (m³)
 ta: tarifa de água (R\$/m³)
 cmf: custo mínimo fixo (R\$)
 pe: percentual da tarifa de água que corresponde ao esgoto (%)
 tva: taxa de variação da tarifa de água (%)
 Dot: despesas operacionais (R\$)
 Cmf: custo mensal fixo (R\$)

Cmv: custo mensal variável (R\$/m³)
 Cv: consumo mensal (m³)
 Ct: custo trimestral fixo (R\$)
 Cs: custo semestral fixo (R\$)
 Caf: custo anual fixo (R\$)
 Cav: custo anual variável (R\$)
 Inv: investimento inicial (R\$)
 tvc: taxa de variação dos custos (%)

Após definir as despesas e receitas de um SAAP, é elaborado o fluxo de caixa como indicado na Equação 6 e então é estabelecido o Valor Presente Líquido (VPL) conforme a Equação 7.

$$Fc_{(m)} = R_{(m)} - Do_{(m)} \quad (6)$$

$$VPL = \sum_{m=1}^T \frac{Fc_{(m)}}{(1 + (i \cdot tvd))^t} - Inv \quad (7)$$

Fct: Fluxo de caixa (R\$)
 i: taxa de desconto (% am)
 tvd: taxa de variação da taxa de desconto (%)
 t: vida útil (anos)
 Inv: investimento inicial (R\$)

Descrição das tipologias e dados considerados para o município de Rio Verde

A análise foi efetuada para edificações tipo no município de Rio Verde por meio da definição de oito valores médios de demanda de água, definidos a partir do valor médio para cada uma das faixas de consumo da categoria residencial normal da Saneago. Como a companhia subdivide essa categoria em dois subtipos (com e sem fonte alternativa, sendo que o uso de água pluvial e de reuso não se enquadram nesse tipo de fonte para a concessionária) foi efetuada uma média e obtiveram-se os valores indicados na Tabela 1. Como os SAAP em avaliação atendem apenas ao consumo de água não potável de uma residência (descargas, jardinagem e lavagem de piso), adotou-se o percentual de 53% do consumo total, conforme estabelecido em Sant'Ana (2011) para o Distrito Federal. Também foram definidas áreas de cobertura típicas do município do Rio Verde

apresentadas também na Tabela 1, que são compatíveis com as edificações do município e com o consumo de água nas residências.

Tabela 1 - Demanda e áreas de cobertura consideradas por faixa de consumo.

| Faixa de consumo | Consumo por economia | Consumo não potável - usos interno e externo | | Área de cobertura |
|------------------|-----------------------|--|----------|-------------------|
| | (m ³ /mês) | (m ³ /mês) | (l/dia) | (m ²) |
| 1 | 5,484 | 2,91 | 95,56 | 60, 100 |
| 2 | 12,949 | 6,86 | 225,62 | 60, 100 |
| 3 | 17,808 | 9,44 | 310,31 | 100, 200, 300 |
| 4 | 22,759 | 12,06 | 396,56 | 100, 200, 300 |
| 5 | 27,806 | 14,74 | 484,52 | 100, 200, 300 |
| 6 | 34,431 | 18,25 | 599,94 | 250, 300, 350 |
| 7 | 44,668 | 23,67 | 778,33 | 300, 350, 400 |
| 8 | 67,860 | 35,97 | 1.182,44 | 300,350,400 |

Foi adotada a estrutura tarifária da Saneago para uma edificação residencial normal em janeiro de 2021 (AGR, 2019). Além do custo por metro cúbico há um custo mínimo fixo de R\$ 13,45 e uma tarifa de esgoto que corresponde a 80% da tarifa de água. Foi considerado ainda um reajuste anual da tarifa de 1,12% a.a. ao longo dos 30 anos de simulação definido em função do histórico de reajustes da companhia (Saneago, 2021).

A taxa de desconto foi considerada como 3,5% a.a. (0,287% a.m.) que consiste na taxa Selic em maio de 2021 (BANCO CENTRAL, 2021). A partir de avaliações do histórico da taxa Selic e dos índices de inflação foi adotada uma taxa de aumento do custo operacional e da taxa de desconto de 1,1% a.a.

Para efetuar a avaliação econômica foram estabelecidos os custos operacionais e de construção. O investimento inicial foi determinado a partir do orçamento dos reservatórios de água pluvial disponíveis comercialmente e foram adicionados os custos da bomba, do reservatório superior, do filtro e dos acessórios do reservatório inferior. Não foram incluídos os custos do sistema de descarte, calhas e tubulações em função da grande variabilidade desses itens de acordo com características construtivas da residência. O orçamento, indicado na Tabela 2, foi baseado nos valores de dezembro de 2020 do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) e em cotações nas quais foi usado o custo médio dentre três valores.

Tabela 2 - Investimento inicial de acordo com volume de armazenamento.

| Volume (m ³) | Custo (R\$) | Volume (m ³) | Custo (R\$) | Volume (m ³) | Custo (R\$) |
|--------------------------|--------------|--------------------------|--------------|--------------------------|---------------|
| 0,31 | R\$ 2.342,88 | 2 | R\$ 3.903,55 | 15 | R\$ 11.314,80 |
| 0,5 | R\$ 2.481,36 | 2,5 | R\$ 4.110,97 | 20 | R\$ 14.995,78 |
| 0,6 | R\$ 2.770,20 | 3 | R\$ 5.053,01 | 25 | R\$ 17.416,97 |
| 1 | R\$ 2.860,90 | 5 | R\$ 5.074,01 | 30 | R\$ 21.097,95 |
| 1,5 | R\$ 3.177,07 | 6 | R\$ 5.616,96 | 35 | R\$ 24.474,14 |
| 1,75 | R\$ 3.324,07 | 10 | R\$ 7.938,60 | 40 | R\$ 28.155,12 |

Foram considerados os custos operacionais baseados na NBR 15527 (2019) indicados na Tabela 3.

Tabela 3 - Custos operacionais dos SAAP considerados.

| | | | |
|------------------|---|---|---------|
| Mensal | Energia | tarifa de energia R\$/kWh: | 0,62226 |
| | | Considerando a potência de 0,25 cv. Deve-se multiplicar 0,116 pelo consumo mensal de água pluvial (em m ³) | |
| Semestral | Ensaio E. coli, turbidez, pH e cloro | R\$ 80,00 | |
| Anual | Inspeção do reservatório | 1,5% do investimento inicial | |
| | Inspeção dos demais componentes | | |

RESULTADOS

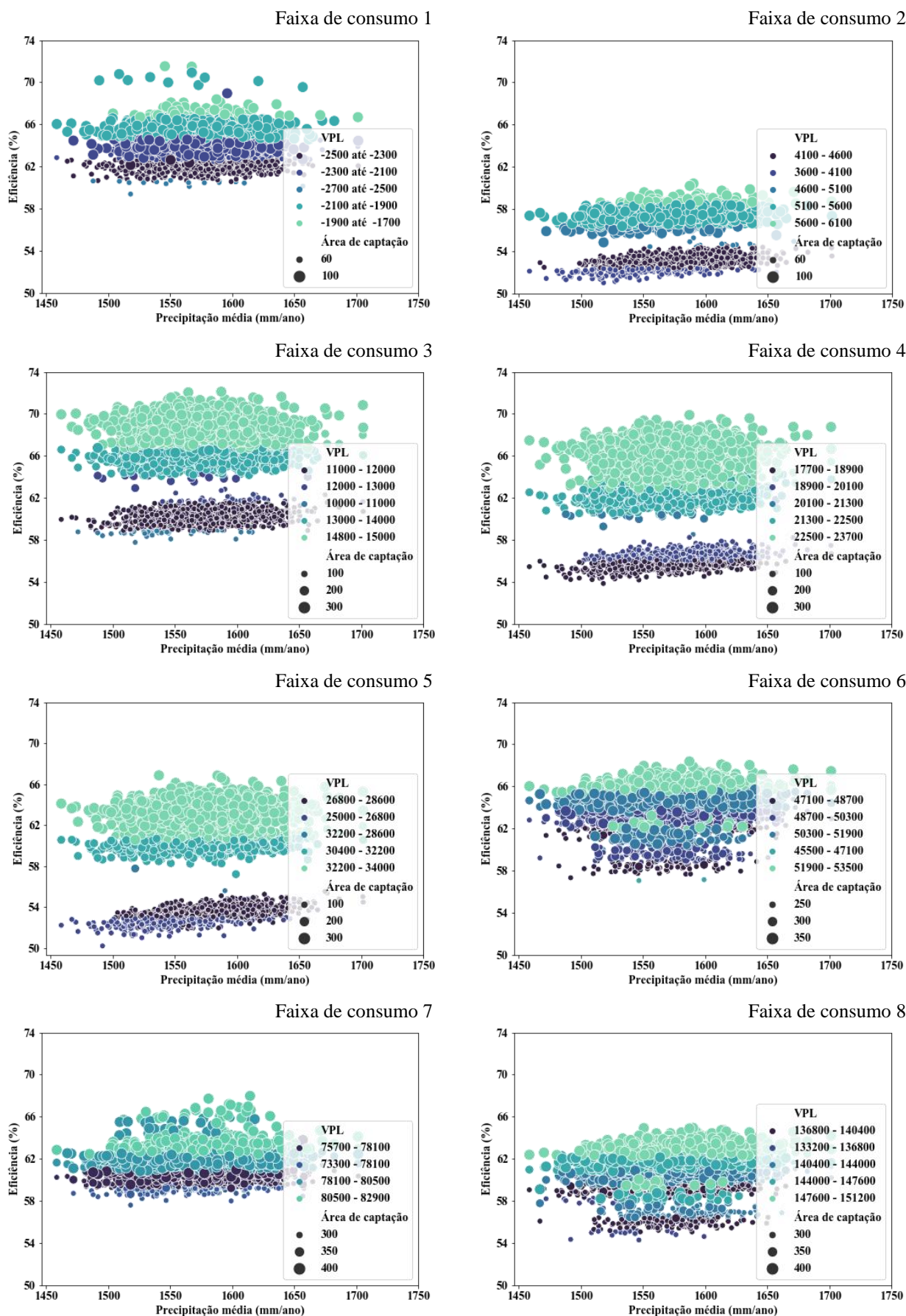
Após a avaliação de todos os cenários considerados foi possível avaliar como cada parâmetro influencia no dimensionamento e na viabilidade econômica dos sistemas como indicado na Figura 2. Destaca-se que todas as análises foram baseadas no volume de reservatório que apresentou o maior valor do VPL.

Verificou-se que os SAAP, como já esperado, não são viáveis para pequenas demandas. Todos os cenários avaliados para a faixa de consumo 1 (5,484 m³/mês) apresentaram VPL negativo e os valores desse indicador tornaram-se maiores com o aumento da demanda atingindo R\$ 154.755,23 para a faixa de consumo 8 (67,86 m³/mês), como ilustrado na Figura 2. Todavia, todos os cenários, até mesmo os que exibiram um VPL negativo, revelaram uma eficiência em relação ao volume economizado de no mínimo 50,236% alcançando valores de até 72,114%.

Há uma proporcionalidade entre o consumo de água e a eficiência, em termos de volume consumido. O volume consumido é ampliado com a demanda de água, mas a eficiência não segue sempre esse padrão. Como assinalado também na Figura 2, as faixas de consumo menores podem apresentar cenários com eficiência maiores que faixas de consumo com demandas superiores o que reforça a importância da utilização de indicadores econômicos para avaliação de viabilidade do sistema em diferentes níveis de demanda. A área de captação determina o volume de água da chuva que pode ser captado e mostrou-se um fator determinante para o volume de água pluvial consumido e conseqüentemente para a eficiência volumétrica do sistema e para o VPL máximo. Apenas para as faixas de consumo 6 e 8 foram observados cenários que possuem uma área de cobertura maior e mesmo assim obtiveram valores máximos de VPL menores que os cenários com áreas de captação inferiores. Para tais condições o VPL máximo se deu para um menor volume de armazenamento, o que resultou em um menor consumo de água pluvial e eficiência para altos valores de VPL.

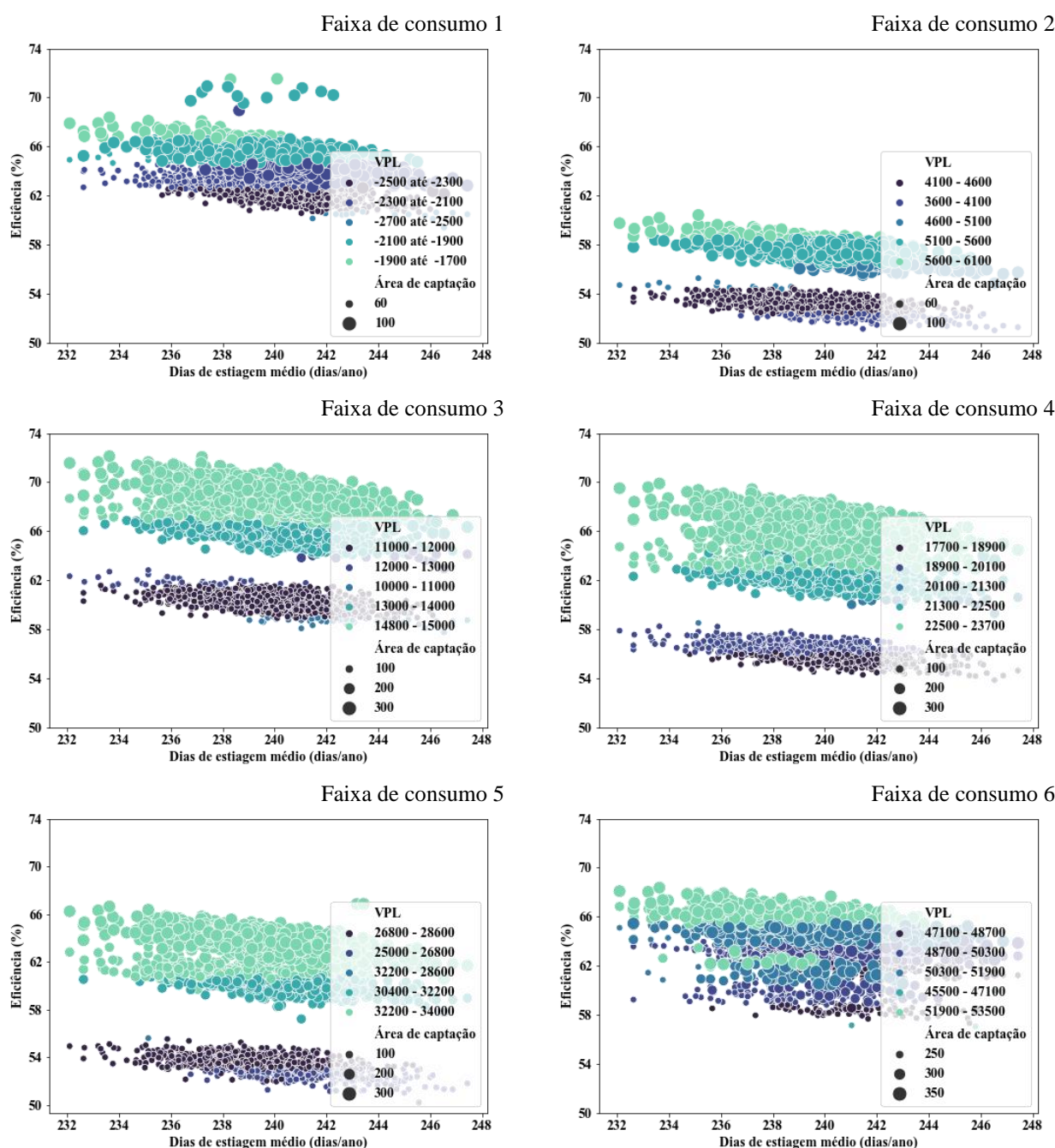
A partir das hipóteses de dimensionamento criadas não foi verificada a relação prevista entre a precipitação média e o consumo de água pluvial. Para todos os cenários não houve um acréscimo no consumo ou mesmo na eficiência com a alteração da precipitação média anual de 1459 até 1701 mm. Destaca-se que a precipitação média real para o município considerando a série histórica de 25 anos é de 1570,23 mm, assim o método empregado para gerar os cenários não resultou em uma grande variação desse parâmetro.

Figura 2 - Efeito da precipitação média na eficiência dos SAAP por faixa de consumo



Por outro lado, o uso da precipitação média pode mascarar o comportamento da precipitação ao longo da série e também as flutuações do balanço hídrico do sistema que é feito na escala diária. Por esse motivo foi verificada a relação entre o número médio de dias de estiagem por ano (valores de 232 a 247 dias) e o número máximo de dias seguidos de estiagem ao longo da vida útil (valores de 74 a 118 dias) com o VPL, consumo de água e eficiência dos sistemas. A variação da eficiência e do VPL, para as faixas de consumo de 1 a 6, nos cenários considerados está ilustrada na Figura 3. Nota-se uma inclinação das faixas de VPL em relação à Figura 2, sendo encontrados maiores valores de VPL e eficiência para a mesma área de cobertura quando o número médio de dias de estiagem é menor, o que confirma que a viabilidade dos SAAP apresenta maior sensibilidade a esse indicador climatológico. Esse comportamento demonstra ainda que o período de estiagem tem uma relação maior que a precipitação média com os indicadores empregados para avaliação dos SAAP.

Figura 3 - Efeito do número de dias de estiagem médio na eficiência dos SAAP por faixa de consumo

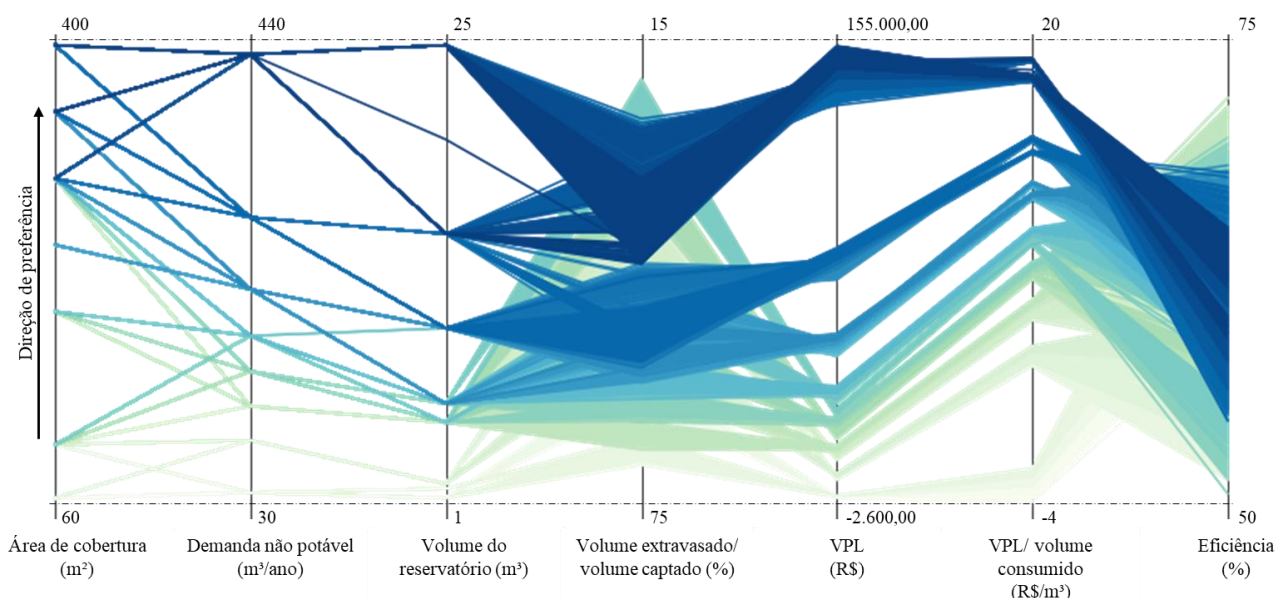


De toda forma, o impacto do regime pluviométrico no desempenho dos SAAP não se mostrou expressivo como a área de cobertura e a demanda. Sabe-se, no entanto, que o impacto do regime pluviométrico se destaca quando há de fato variação de regime de uma localidade para outra, ou seja, que todo o padrão da chuva seja alterado refletindo-se nos indicadores de número de dias de chuvas, número de dias seguidos de chuva, número de dias seguidos de estiagem, intensidade da chuva média diária, etc. Contudo, o procedimento estatístico empregado não acarretou em uma variação significativa dos indicadores do regime pluviométrico (precipitação média, número de dias de estiagem médio e número máximo de dias seguidos de estiagem) pois apesar das diferenças todos os cenários consideram o regime pluviométrico do mesmo local. Provavelmente haveria maior variabilidade se fossem analisados padrões de precipitação distintos como por exemplo, a comparação do regime pluviométrico de Rio Verde, que apresenta um longo período de estiagem, com um local com chuva distribuída ao longo do ano.

Para entender como os demais parâmetros de dimensionamento se relacionam foi elaborado o gráfico ilustrado na Figura 4, que possui a direção de preferência apontada e as linhas mais escuras indicam maiores valores de VPL.

Notou-se que os parâmetros mais influentes para o VPL são a área de cobertura e a demanda por água pluvial, logo os sistemas são mais viáveis para edificações maiores com elevados consumos de água. Os volumes dos reservatórios que apresentam o valor máximo de VPL têm uma relação direta com esses dois parâmetros, e quanto maiores os volumes, maiores os consumos de água pluvial e do VPL. O volume extravasado assim como o percentual do volume captado extravasado, que se espera ser o menor possível, não apresenta uma relação nítida com os demais parâmetros, sendo que alguns sistemas com reservatórios e demandas reduzidas possuem um volume extravasado mínimo.

Figura 4 - Relação entre os parâmetros de dimensionamento e indicadores dos SAAP



Outro ponto a ser destacado é que os SAAP que apresentaram os maiores valores de VPL são os que alcançam a maior economia de água, mas não são os que apresentam maior relação entre o consumo e a demanda de água pluvial, considerada a eficiência dos sistemas. Na Figura 4 percebe-se que os SAAP considerados mais eficientes possuem um valor de VPL baixo. Tal fato ressalta que os indicadores econômicos não devem ser o principal elemento para determinar a implantação do aproveitamento de água pluvial, ainda mais que seu principal objetivo é a conservação de água e não o ganho econômico.

Por este motivo foi calculado o VPL por volume economizado que é um indicador econômico relativo já que incorpora os ganhos ambientais. Contudo, pelos valores apresentados na Figura 4, nota-se que esse indicador segue o mesmo padrão do VPL logo não pode ser empregado como único indicador para definir a implementação de SAAP.

CONCLUSÕES

Os diversos cenários analisados permitiram estabelecer algumas relações entre os parâmetros de dimensionamento e os indicadores dos SAAP. Destaca-se que estes indicadores devem ser empregados em conjunto para definir a implantação de um SAAP visto que alguns sistemas podem ter alta eficiência em relação ao volume economizado e valores de VPL reduzidos.

Verificou-se que o número de dias de estiagem para um mesmo valor de demanda resulta em maiores valores de VPL e de eficiência, enquanto para a precipitação média não foi observada essa correspondência. De toda forma, para diferentes cenários de demanda não foi constatada relação mesmo para o período de estiagem. Com isso, pode-se concluir que para variações pequenas do regime pluviométrico, a área de captação e a demanda de água são fatores mais decisivos.

Ainda assim, é essencial considerar o regime pluviométrico apropriado de cada local para o dimensionamento dos sistemas. Uma análise inadequada pode influenciar na eficiência e na viabilidade dos SAAP após sua construção. Portanto é necessário realizar estudos de como as alterações climáticas podem influenciar nos sistemas que admitem a precipitação passada para determinar o volume de armazenamento dos reservatórios de água da chuva.

REFERÊNCIAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2019). *NBR 15527: Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis - Requisitos*, segunda ed. Rio de Janeiro.
- AGR (Agência Goiana de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos). “*Resolução Normativa nº0152/2019 - CR anexo único*”. Goiânia.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL (2021). “*Taxas de juros básicas - Histórico*”.
- CÁCERES, P. S., RAMOS, S. R., SANT’ANA, D. R., (2019). “*Potencial de redução da exploração dos recursos hídricos pelo aproveitamento de água pluvial em edificações residenciais no Distrito Federal*”. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo - Paranoá 23, pp. 11-19. Doi: 10.18830/issn.1679-0944.n23.2019.02
- CAMPOS, M. A. S., PACHECO, G. C. R. (2016). “*Economical criteria to size rainwater harvesting tanks: how the rainfall data can interfere?*” In: 41st IAHS World Congress, 2016, Algarve, Portugal. Anais... Portugal.
- ENNENBACH, M. W., LARRAURI, P. C., LALL, U. (2017). “*County-scale rainwater harvesting feasibility in the united states: climate, collection area, density, and reuse considerations*”. Journal of the American Water Resources Association (JAWRA), pp. 1-20. Doi: <https://doi.org/10.1111/1752-1688.12607>
- GHISI, E.; FERREIRA, D. F. (2007). “*Potential for potable water savings by using rainwater and greywater in a multi-storey residential building in southern Brazil*”. Building and Environment, v. 42, pp. 2512-2522. Doi: 10.1016/j.buildenv.2006.07.019

- HANSON, L. S., VOGEL, R. M. (2014). “*Generalized storage-reliability-yield relationships for rainwater harvesting systems.*” Environmental Research Letters, 9, pp. 1-10. DOI: 10.1088/1748-9326/9/7/075007
- HAQUE, M. M.; RAHMAN, A.; SAMALI, B. (2016). “*Evaluation of climate change impacts on rainwater harvesting.*” Journal of Cleaner Production, v. 137, pp. 60-69. Doi: 10.1016/j.jclepro.2016.07.038
- LASH, D.; WARD, S.; KERSHAW, T.; BUTLER, D.; EAMES, M. (2014). “*Robust rainwater harvesting: probabilistic tank sizing for climate change adaptation.*” Journal of Water and Climate Change, pp. 526-539 Doi: 10.2166/wcc.2014.080
- LIMA, J. A., DAMBROS, M. V. R., ANTONIO, M. A P. M, JANZEN, J. G., MARCHETTO, M. (2011). “*Potencial da economia de água potável pelo uso de água pluvial: análise de 40 cidades da Amazônia.*” Eng. Sanit. Ambient., v. 16, n. 3. Doi: 10.1590/S1413-41522011000300012
- SANEAGO (Saneamento de Goiás s.a.) (2021). “*Histórico dos reajustes concedidos – Água e CMF.*” Goiânia.
- SANT’ANA, D. R. (2011). “*A socio-technical study of water consumption and water conservation in Brazilian dwellings.*” Tese, Oxford Brookes University.
- SCHUETZE, T. (2013). “*Rainwater harvesting and management – policy and regulations in Germany.*” Water Science & Technology: Water Supply, v. 13:2, pp. 376-385. Doi: 10.2166/ws.2013.035
- YOUN, S.; CHUNG, E.; KANG, W. G.; SUNG, J. H. (2012). “*Probabilistic estimation of the storage capacity of a rainwater harvesting system considering climate change.*” Resources, Conservation and Recycling, v. 65, pp. 136-144. Doi: 10.1016/j.resconrec.2012.05.005