VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA EM EDIFICAÇÕES PÚBLICAS: ESTUDO DE CASO NO SAAE DE BARRA MANSA – RJ

Economic Viability of Implementing Rainwater Harvesting Systems in Public Buildings: Case Study at SAAE in Barra Mansa - RJ.

Souza, Diego Sebastian Carvalho de [1]; Souza, Thiago Sebastian Carvalho de [2;] Costa, Ricardo Augusto Teixeira [3]; Pinto, Lucca Santoro [4]; Souza, Wendel Henrique Santos de [5]; Ohnuma Júnior; Alfredo Akira [6].

[1] Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, sebastian.diego@posgraduacao.uerj.br.

[2] Universidade Federal Fluminense, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Niterói-RJ, Brasil, tsebastian@id.uff.br.

[3] Faculdade de Minas, Coronel Fabriciano-MG, Brasil, ricardoatcosta@outlook.com.

[4] Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente Rio de Janeiro-RJ, Brasil, pinto.lucca@graduacao.uerj.br.

[5] Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, souza.wendel@posgraduacao.uerj.br.

[6] Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente Rio de Janeiro-RJ, Brasil, akira@eng.uerj.br.

RESUMO

Este trabalho analisa a viabilidade econômica de implantação de um sistema de aproveitamento de água da chuva em uma empresa pública, como centro operacional do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) em Barra Mansa, RJ, com base na Lei 14.026/2020 e NBR 15527 (ABNT, 2019). Para análise da precipitação foram utilizados dados históricos e *software* Hidro.14 da Agência Nacional de Água e Saneamento – ANA. O dimensionamento do reservatório foi realizado pelo método de simulação, e calculado os indicadores econômicos, como Valor Presente Líquido (VPL) de R$ 105.235,94 a uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de 10% e o *Payback* de 11 anos 8 meses e *Payback descontado 15 anos*. Os prédios analisados possuem uma área de captação de 1.663 m², com demandas relacionadas a banheiros, limpeza e irrigação. O orçamento estimado foi de R$ 178.500, com uma análise de viabilidade de 30 anos. Os resultados indicam que o sistema é viável, com economia no consumo de água potável, benefícios ambientais e sustentabilidade operacional. A análise reforça a importância de soluções técnicas e econômicas no uso racional da água em edifícios públicos.

Palavras-chave: Aproveitamento de água de chuva; Viabilidade econômica; Sustentabilidade hídrica.

ABSTRACT

This research presents an economic feasibility analysis of implementing a rainwater harvesting system in a public company, such as the operational center of the Autonomous Water and Sewage Service (SAAE) in Barra Mansa, RJ, based on Law 14.026/2020 and NBR 15527(ABNT, 2019). Historical data and Hidro.14 software from the National Water and Sanitation Agency - ANA were used to analyze precipitation. The reservoir was sizing using the simulation method, and economic indicators were calculated, such as a Net Present Value (NPV) of R$ 105,235.94 at an Internal Rate of Return (IRR) of 10% and a Payback of 11 years 8 months and a discounted Payback of 15 years. The buildings analyzed have a catchment area of 1,663 m², with demands related to bathrooms, cleaning, and irrigation. The estimated budget was R$178,500, with a 30-year feasibility analysis. The results indicate that the system is viable, with savings in drinking water consumption, environmental benefits and operational sustainability. The analysis reinforces the importance of technical and economic solutions in the rational use of water in public buildings.

Keywords: *Rainwater harvesting; Economic viability; Water sustainability.*

DOI: https://doi.org/10.46421/sispred.v4.8178

1 INTRODUÇÃO

Segundo Silva (2023), a variação do clima é fator que aumenta a importância dos estudos de sistemas de aproveitamento de água da chuva, como uma alternativa para compensar os efeitos dos eventos extremos de precipitação. Pela Lei 14026/2020 que exige a eficiência dos sistemas de saneamento, sobretudo na gestão da água potável, as empresas de saneamento devem atender 95% da população até 2033. Segundo Faé (2025) as esferas políticas devem realizar medidas de sustentabilidade, mas pelos acordos assinados pelo governo brasileiro, faz-se obrigatório alinhar as práticas com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável até 2030.

A utilização da água da chuva para fins não potáveis pode ser estratégia para a racionalização do uso dos recursos hídricos, como medida de redução e substituição de fontes convencionais de abastecimento de água nas cidades, desde que haja viabilidade em sua implantação.

Segundo Shiguang e YU (2021) para uma viabilidade econômica deve-se buscar o equilíbrio entre custos de investimento, manutenção e operação. Daí surge a necessidade de análises técnicas e econômicas para diminuir o impacto dos sistemas de abastecimento de água.

Este trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade econômica de implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva em edifícios públicos, na sede do Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE, no município de Barra Mansa-RJ.

2 METODOLOGIA

Neste trabalho, as médias de precipitação mensal foram obtidas por meio de série histórica entre 1967 e 2024 (ANA, 2025), da Estação Meteorológica de Glicério em Barra Mansa-RJ, obtida do software Hidro.14, da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2025).

Para o dimensionamento do reservatório foram utilizados os métodos de volume disponível, indicado na NBR 15527 (ABNT, 2019), e o método de simulação para reservatórios de aproveitamento de água de chuva (Silva, 2023), e demandas obtidas de Tomaz (2011).

O SAAE é uma autarquia da Prefeitura Municipal de Barra Mansa, situado no bairro de Saudade. O centro operacional é composto por edificações com áreas de telhados disponíveis, como: prédio 1 com 932 m² e prédio 4 com 701 m² (Figura 1).

Figura 1 – Centro Operacional do SAAE de Barra Mansa-RJ



Fonte: Adaptado pelos autores (2025)

Para análise da viabilidade e econômica, foi gerado orçamento, com dados da Empresa de Obras Públicas do Estado do Rio de Janeiro (EMOP, 2025) e indicadores econômicos como Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), *Payback* Simples e Descontado e análise de Custo-Benefício.

Para este trabalho foi considerado a área de captação da cobertura dos prédios 1 e 4, com uma área total de captação do telhado de 1633 m². A água da chuva deve ser destinada a um reservatório inferior enterrado com recalque para o reservatório superior e posterior distribuição aos pontos de consumo.

2.1 Análise da Chuva da Região

O gráfico apresentado pela Figura 2 mostra a média de chuvas mensais da série histórica entre 1967 e 2024 e o gráfico da Figura 3 apresenta o volume disponível de água da chuva (Equação 1) NBR 15527 (ABNT, 2019).

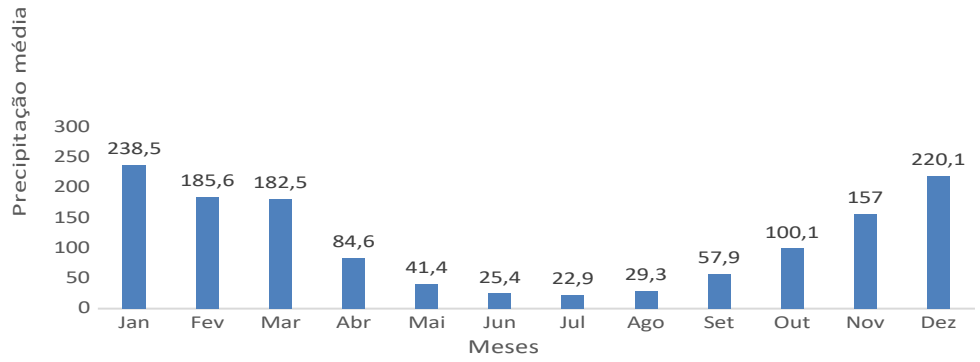
$$Vdisp = P * A * C * \eta$$

(Eq.1)

Onde:

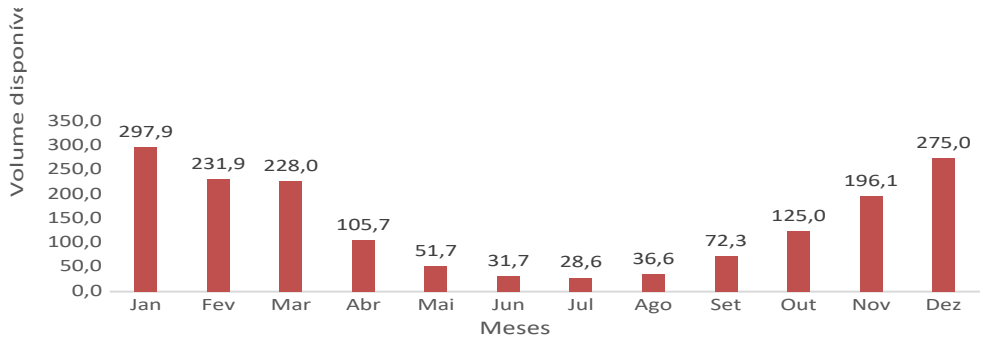
Vdisp.: volume disponível mensal de água de chuva, m³.
P: precipitação média mensal, mm.
A: área da superfície de coleta, m².
C: coeficiente de escoamento superficial *runoff* de 0,9.
η: eficiência do sistema de captação de 0,85.

Figura 2 – Precipitação média mensal



Fonte: ANA (2025)

Figura 3 – Volume mensal de água de chuva disponível



Fonte: Autores (2025)

2.2 Análise da demanda

A demanda de água não potável considerou o uso em: descargas de bacias sanitárias, rega de plantas e limpeza no pátio do centro de operações. A metodologia considerou para o cálculo do benefício, a demanda de água total mensal (Tomaz, 2011 e Ghisi, 2024) obtida de cerca de 71,6 m^3 (Tabelas 1 e 2).

A estimativa nominal do volume utilizado foi de 6,0 l por descarga. Por ser um órgão público com dificuldades de manutenção, foi associada a perdas no ramal um volume de 1,05m^3/mês.

Tabela1 – Demanda de água nos banheiros

Atividades	População	Dias do mês	Litros por aparelho	Vazamentos Unidade? m^3/mês?	Descargas por pessoa / dia	Demanda-m^3/mês
Administrativo	50	22	6	1,05	4	27,72
Operacional	120	22	6	1,05	2	33,26
					Total:	60,98

Fonte: Autores (2025)

Tabela 2 – Demanda de água para rega de jardins e limpeza do pátio

Atividades		Unidades	Demanda de água - litros	Dias - Mês	Demanda m^3/mês
Jardins	10	m^2	2	30	0,6
Limpeza no pátio	1	Caminhão /dia	5000	2	10,0
				Volume Total:	10,6

Fonte: Autores (2025)

2.3 Dimensionamento do reservatório

Foi considerado o método da simulação para o dimensionamento do reservatório (Silva, 2023), por realizar análise do excesso de água (*overflow*) ou sua falta. Esta avaliação permite considerar a eficiência e a confiabilidade do sistema (Equação 2).

$$S(t) = S(t-1) + I(t) - O(t) \quad \text{(Eq.2)}$$

Onde,

S(t): Volume armazenado no reservatório no tempo t.
S(t-1): Volume armazenado no reservatório no tempo anterior t-1.
I(t): Volume de entrada de água no tempo t.
O(t): Volume de saída de água no tempo t.

Como consequência da aplicação do método da simulação para o dimensionamento de reservatório de aproveitamento de água chuva (Quadro 1), o volume comercial calculado para esta análise foi de 150 m^3, com uma confiança de 100%. Segundo Himat (2023) o dimensionamento do reservatório é uma das fases mais importantes para o aproveitamento de água da chuva e sua viabilidade, pois estima-se que 50% do custo do sistema esteja no valor do reservatório e os outros 50% distribuídos nas demais partes constituintes do projeto.

Quadro 1 – Aplicação do método de simulação para determinação do volume do reservatório do sistema de aproveitamento de água de chuva.

Chuva média mensal (P)	Demanda mensal (Dt)	Área de captação (A)	Volume de chuva mensal (Qt)	Volume do reservatório	Volume do reservatório no tempo (t-1)	Volume do reservatório no tempo (t)	*Overflow*	Suprimento de água externo
(mm)	(m³)	(m²)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)
238,5	71,6	1633	331,0	150	0,0	150,0	109,4	0
185,6	71,6	1633	257,6	150	150,0	150,0	186,0	0
182,5	71,6	1633	253,3	150	150,0	150,0	181,7	0
84,6	71,6	1633	117,4	150	150,0	150,0	45,8	0
41,4	71,6	1633	57,4	150	150,0	135,8	0,0	0
25,4	71,6	1633	35,2	150	135,8	99,5	0,0	0
22,9	71,6	1633	31,7	150	99,5	59,7	0,0	0
29,3	71,6	1633	40,6	150	59,7	28,7	0,0	0
57,9	71,6	1633	80,3	150	28,7	37,5	0,0	0
100,1	71,6	1633	138,9	150	37,5	104,8	0,0	0
157	71,6	1633	217,9	150	104,8	150,0	101,2	0
220,1	71,6	1633	305,5	150	150,0	150,0	233,9	0

Fonte: Autores (2025)

3 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

O valor orçado para implantação do sistema de aproveitamento de água foi de R$ 178.500, com o tempo de implantação estimado de 6 meses e um prazo de 30 anos como referência para o cálculo do fluxo de caixa. O custo do reservatório e sua implantação representou 58,64% do custo total da do orçamento.

O valor deste orçamento contempla todo material e mão de obra para implantar o sistema de aproveitamento de água, exceto a sua manutenção, pois trata-se de uma empresa, cuja a finalidade é sistema de abastecimento, esgoto e drenagem. Sendo assim, estes custos não foram considerados.

Para estimar o impacto da redução do consumo e a viabilidade econômica foram utilizados os indicadores: VPL, TIR, Payback Simples e Descontado.

Segundo Puccini (2021) o VPL é calculado pela Equação 3.

$$VPL = FC1(1+i)^{1} + FC2(1+i)^{2} + FC3(1+i)^{3} - FC0 \quad \text{(Eq.3)}$$

Onde:

VPL = Valor Presente Líquido, em Reais;

FC0 = fluxo de caixa no momento zero, em anos;

FCj = fluxo de caixa previsto para o projeto em cada intervalo de tempo, em anos;

i = taxa de desconto; e t = período (1, 2 ,3...), em percentual.

A TIR é a taxa de atualização do projeto que dá o VPL nulidade (Equação 4) (Puccini, 2021).

$$VPL = 0 = INVESTIMENTO\ INICAIL + \sum_{t=1}^{n} \square \frac{Ft}{(1+TIR)^t}$$

(Eq.4)

Onde,

VPL = Valor presente líquido, em Reais;
F = fluxo de caixa de cada período em anos;
t = período em questão em anos;
n = quantidade de períodos, em anos;
TIR = Taxa Interna de Retorno, em percentual.

O *Payback* simples ou tempo de retorno é calculado como o número de meses ou anos necessários para se recuperar o investimento (Equação 5) (Puccini, 2021).

$$Payback\ simples = \frac{Disp\hat{e}ndido\ inicial}{Caixa\ Livre}$$

(Eq.5)

O *Payback* descontado tem como objetivo calcular o tempo de retorno do investimento, por meio de aplicação de uma inflação como uma depreciação do valor monetário, ao longo dos anos, de acordo com Puccini (2021) e Equação 6.

$$Payback\ descontado = \frac{FC}{(1+TMA)^t} \quad \text{(Eq.6)}$$

Onde:

FC = Fluxo do caixa no tempo t, em Reais;
TMA= Taxa de atratividade, foi usada a inflação acumulada de 2025, em percentual;
t = tempo em anos.

Para SINDUSCON (2005), analisar o custo e consumo de água é calcular o Fluxo de Benefício (B), ou seja, o valor mensal economizado de água com base nas tarifas do prestador de serviços de água local (Equação 6).

B = C1 - C2 (Eq.7)

Onde:

C1= valor médio da conta de água antes da intervenção em Reais;
C2= valor esperado da conta de água após a intervenção, em Reais;
B = Benefício financeiro em Reais.

Conforme Lani *et al*. (2019), realizar análises de custo-benefício de sistemas precoces é crucial, especialmente em prédios comerciais. A Resolução 01 de 2025 do SAAE de Barra Mansa (SAAE, 2025) determina que o metro cúbico de água tratada para espaços públicos acima de 12 m² custa R$ 17,70, com a fatura mensal em torno de R$ 3.894,00 para um consumo de aproximadamente 220 m³.

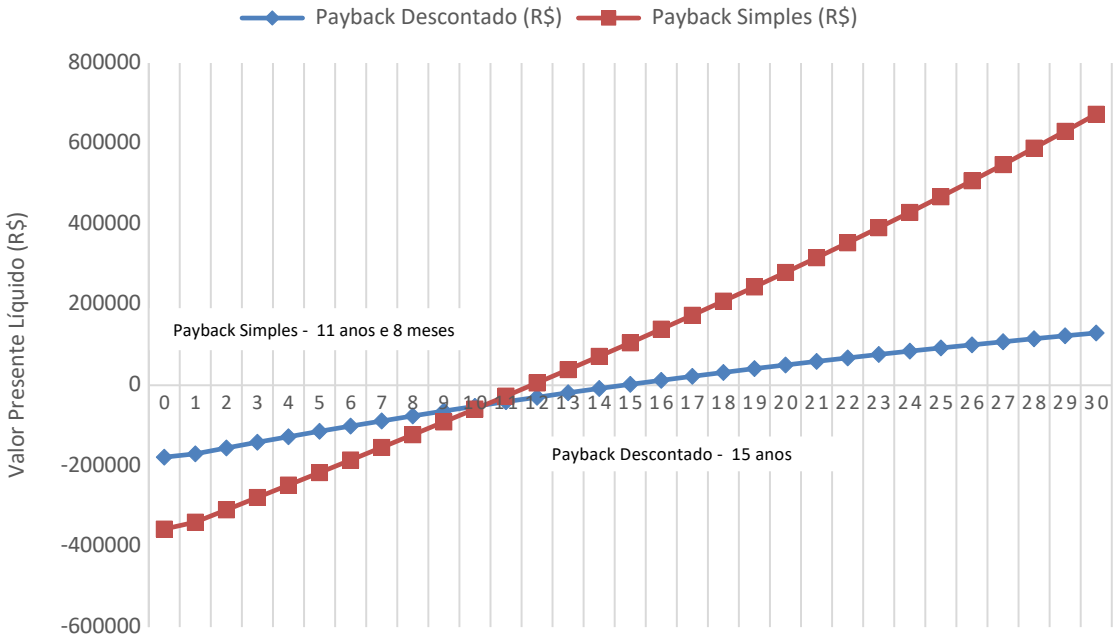
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Autores como Silva (2023), Faé (2025) e Shiguang e Yu (2021) destacam a relevância da implementação de sistemas de aproveitamento de água em órgãos públicos, devido a sua obrigatoriedade legal, alinhamento aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e contribuição para a mitigação de eventos extremos, além dos benefícios econômicos e ambientais.

A análise econômica considerou os índices pluviométricos da região com a implantação de um reservatório com capacidade de 150 m³. O Payback simples foi de 11 anos e 8 meses, e o descontado obteve-se 15 anos, com uma inflação de 5,53% (IBGE, 2025) (Figura 4).

Para o cálculo do Valor Presente Líquido (VPL), utilizou-se um aumento anual de 6,34% nos 30 anos do projeto (SAAE, 2025). No primeiro ano, devido à operação parcial de 7 meses, a arrecadação foi inferior aos períodos subsequentes. O VPL resultou em R$ 105.235,94, enquanto a TIR foi de 10% (Tabela 3). Além disso, verificou-se uma economia de 32,5% na fatura de água mensal.

Figura 4 – *Playback* Simples e Descontado



Fonte: Autores (2025)

Tabela 3 – Síntese dos principais indicadores econômicos

Indicador	Valor
Volume do reservatório	150 m³
Custo total estimado	R$ 178.500
Payback Simples	11 anos e 8 meses
Payback descontado	15 anos
VPL (30 anos)	R$ 105.235,94
TIR	10%
Economia mensal estimada	R$ 3.894,00 (32,5%)

Fonte: Autores (2025)

5 CONCLUSÕES

Conclui-se que a implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva no centro operacional do SAAE de Barra Mansa é economicamente viável, com resultados robustos ao longo de um horizonte de 30 anos. O sistema projetado permite uma economia expressiva na conta de água, com retorno do investimento estimado em menos de 12 anos e contribuições relevantes para a sustentabilidade hídrica institucional. A proposta se mostra replicável em outras edificações públicas, de acordo com as diretrizes da Lei nº 14.026/2020 e aos princípios da gestão eficiente dos recursos hídricos urbanos. Recomenda-se, para estudos futuros, a análise de outros cenários de precipitação e ampliação do sistema para usos complementares, como lavagem de veículos e combate a incêndio. A disseminação de experiências bem-sucedidas como esta pode impulsionar políticas públicas voltadas à conservação da água e à resiliência climática das cidades.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Hidro.14: software para análise de precipitação e gestão de recursos hídricos**. Brasília, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/ana. Acesso em: 18 maio 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527: Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. **Dispõe sobre a atualização do marco legal do saneamento básico.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 jul. 2020.

EMPRESA DE OBRAS PÚBLICAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (EMOP). **Tabela de Custo.** Rio de Janeiro: EMOP. Acesso, 2025

FAÉ, F.G. M.; DOETZER, G.D. **Importância da institucionalização da sustentabilidade como política de Estado.** Revista ENINFRA | Brasília – DF | v. 1.2022.

GHISI, Enedir; FREITAS, Douglas Ancelmo. **Economic Feasibility of Rainwater Harvesting and Greywater**. 2024.

HIDROWEB: **Sistemas de informações hidrológicas.** Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/>. Acesso 2025

HIMAT, Abobakar; DOGAN, Selim. **The impact of the regularization on the economic analysis of rooftop Rainwater harvesting system**. Water Supply, v. 23, n. 3, p. 1041, 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). ttps://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9256-indice-nacional-de-precos-ao-consumidor-amplo.html.Acesso 21/05/2025.

LANI, Nor Hafizi Md; SYAFIUDDIN, Achmad; YUSOP, Zulkifli. **Comparison of Cost Benefits of New Installation and Retrofitted Rainwater Harvesting Systems for Commercial Buildings**. Springer Nature Switzerland, 2019.

PUCCINI. Ernesto Coutinho. **Matemática Financeira e Análise de Investimentos**.2021.

SAAE. **Resolução 01: Autoriza o aumento tarifário**. Barra Mansa, 2025.

SHIGUANG, Chen; YU, Zhang. **Economic Feasibility Analysis of Rainwater Harvests**. 2021.

SIDUSCON. **Conservação e reuso de água em edificações**. 2005.

SILVA, L. H. **Análise da viabilidade para o aproveitamento da água da chuva na Escola Municipal Cordeiro Filho, Lagoa dos Gatos**. Revista Brasileira de Tecnologias Sociais, 2023.

SILVA, Maycon Breno Macena da. GALVÃO, Carlos de Oliveira. RIBEIRO, Márcia Maria Rios. **Impacto da variabilidade climática intra e interanual no aproveitamento de água de chuva: um estudo de caso.** Cadernos de Arquitetura e Urbanismo.Paranoá.UNB.2023.

TOMAZ. P. **Água de chuva: aproveitamento de água da chuva para áreas urbanas e fins não potáveis.** Livros digitais. 2011.