APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM UMA MORADIA UNIVERSITÁRIA

USE OF RAINWATER FOR NON POTABLE PURPOSES IN AN UNIVERSITY HOUSING

Justino, Eliane Aparecida[1]; Silva, Daiane de Freitas[2]

[1] Universidade Federal de Catalão, Faculdade de Engenharia. Catalão-GO, Brasil, eliane_justino@ufcat.edu.br.
[2] Universidade Federal de Catalão, Faculdade de Engenharia. Catalão-GO, Brasil, daianedefreitassilva@gmail.com.

RESUMO

Este trabalho tem o objetivo de avaliar a viabilidade da implantação de um Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial (SAAP) para fins não potáveis em uma moradia universitária, bem como determinar os potenciais de economia de água e economia financeira gerados. A metodologia envolveu a caracterização pluviométrica da região, determinação da área de captação de águas pluviais, análise da qualidade da água, determinação do consumo hídrico da edificação, e por meio do software Netuno 4.0, o dimensionamento do reservatório inferior do SAAP e análise da economia hídrica e financeira promovidas. O índice pluviométrico médio anual é de 1355 mm/ano, sendo considerado razoável para garantir o funcionamento do SAAP, o Ph da água é superior a 5 NTU, havendo a necessidade de considerar um sistema adicional para adequação desse parâmetro. O sistema proposto demonstrou potencial de economia de somente 6,63% no consumo de água potável, devido a limitação da área de capitação e o índice pluviométrico não ser excelente. Para vida útil de 20 anos, a análise econômica apresentou um *Payback* de 36 meses, Valor Presente Líquido (VPL) de R$ 44.099,59 e Taxa Interna de Retorno (TIR) de 3,5% ao mês, comprovando que o investimento é economicamente viável.

Palavras-chave: Aproveitamento de águas pluviais; Construção sustentável; Gestão de recursos hídricos.

ABSTRACT

This study aims to evaluate the feasibility of implementing a Rainwater Harvesting System (RHS) for non-potable purposes in a university residence, as well as to determine the potential water and financial savings generated. The methodology involved the characterization of the region's rainfall, determination of the rainwater catchment area, analysis of water quality, assessment of the building's water consumption, and, through the use of Netuno 4.0 software, the sizing of the lower reservoir of the RHS and the analysis of the resulting water and financial savings. The average annual rainfall is 1355 mm/year, which is considered reasonable to ensure the system's operation. However, the water's turbidity above 5 NTU indicates the need for an additional system to correct this parameter. The proposed system demonstrated a water savings potential of only 6.63% in potable water consumption, due to the limited catchment area and the rainfall index not being optimal. For a 20-year service life, the economic analysis showed a Payback of 36 months, a Net Present Value (NPV) of R$ 44,099.59, and an Internal Rate of Return (IRR) of 3.5% per month, confirming that the investment is economically viable.

Keywords: *Rainwater Harvesting; Sustainable construction; Water resources management.*

1 INTRODUÇÃO

A água deve ser entendida como um recurso finito, não só do ponto de vista de quantidade, mas também do ponto de vista de qualidade, de valor econômico e fundamental para a preservação da saúde pública, devendo ser conservada em quantidade e qualidade para garantir os suprimentos existentes e contribuir com a sustentabilidade do meio ambiente (Oliveira et al., 2007).

DOI: https://doi.org/10.46421/sispred.v4.7990

No Brasil a demanda por uso de água é crescente, tanto que a partir dos anos 2000 houve um aumento de aproximadamente 80% no total de água retirada das bacias hidrográficas, e a previsão é de que, até 2030, a retirada aumente 23% (ANA, 2020; Salla et al., 2013). Neste cenário, as cidades se colocam como organismos vulneráveis ao risco da falta de abastecimento adequado, uma vez que, existe diferença de disponibilidade de recursos hídricos no território brasileiro, visto que enquanto nas regiões mais populosas, como o Sudeste, com 40% do total de brasileiros, dispõe de apenas 6% de toda a água disponível no Brasil, na região Norte com apenas 7% da população, há 69% dos recursos hídricos do Brasil (Dalpaz et al., 2019).

Assim, entender e tratar dessas vulnerabilidades urbanas emergentes e crescentes é uma possibilidade de promoção da sustentabilidade e resiliência nesses centros urbanos, tendo em vista, medidas que gerem melhor aproveitamento e gestão de recursos hídricos, como a água pluvial (Silva, Dantas e Rodrigues, 2020).

O aproveitamento de água pluvial apresenta-se como um alívio na demanda de água de abastecimento público. Existem dados que mostram que entre 30% a 40% do consumo de água em residências são destinados para fins não potáveis (Fernandes, 2018). Já nos estabelecimentos públicos, o consumo de água e o desperdício são bastante elevados, pois esses locais atendem uma grande quantidade de pessoas, sendo mais de 50% da água consumida são destinadas para fins menos nobres (Machado, 2019).

Neste contexto, fica evidente que se deve considerar o aproveitamento de águas pluviais no ambiente construído, quando se pretende torná-lo sustentável. Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a viabilidade da implantação de um SAAP para fins não potáveis em uma moradia universitária - MU, bem como determinar os potenciais de economia de água e economia financeira gerados.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para verificar a viabilidade e o potencial de economia de água e financeira, a partir da simulação do desempenho do SAAP em uma moradia universitária foram realizados os procedimentos a seguir.

2.1 Análise Pluviométrica

Os dados pluviométricos do município de Catalão-GO, onde está localizada a MU, foram obtidos do portal do INMET, considerando o período de 2008 a 2022 (INMET, 2023). Para verificar se o local tem condição favorável para garantir a eficiência do SAAP, considerou a classificação de Jaques (2005), Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação da condição pluviométrica

MÉDIA DE PRECIPITAÇÃO ANUAL (mm)	CONDIÇÃO FAVARÁVEL PARA IMPLANTAÇÃO DE SAAP
< 1000	Baixa
1000 < 1500	Razoável
> 2000	Excelente

Fonte: Jaques (2005)

2.2 Caracterização da Moradia Universitária e Consumo Hídrico

A MU é um edifício de concreto armado com capacidade de fornecer moradia para até 128 estudantes e vagas para 26 automóveis, pertencente a Universidade Federal de Catalão - UFCAT. O edifício possui 4 pavimentos, sendo o pavimento térreo e 3 pavimentos tipos, cada pavimento tem área total de 612,87m².

A área de cobertura da MU, que é também considerada a área de capitação de águas pluviais, é composta por 543,04 m^2 de telhas trapezoidais termo acústicas em chapas galvanizadas com inclinação de 10% e 119,22 m^2 de calhas em concreto regularizado. A área capitação de águas pluviais é de 662,26 m², e o coeficiente de escoamento superficial adotado foi de 0,90, conforme Fendrich (2002).

Para estimar o consumo de água, considerou os dados do SNIS (2020) do estado de Goiás, média por habitante de 135,1 litros/dia. A UM tem 128 moradores, portanto o consumo é 17.292,8 litros/dia. Neste trabalho considera-se os pontos de uso de água não potável 46 bacias sanitárias e 4 torneiras de jardins. Considerando Hafner (2007), sobre o consumo de água nas residências brasileiras, tem-se que bacia sanitária utiliza 22% e torneira de jardim 3% do consumo total de água, então pode-se substituir 25% de água potável por água pluvial, ou seja, 4.323,0 litros.

2.3 Análise da Qualidade da Água de Chuva Coletada

Para análise do Ph e Turbidez da água pluvial, foram realizadas coletas na cobertura da moradia universitária, no período de 20 a 26 de janeiro de 2023. Para análise do pH foi utilizado o pHmetro de bancada e para análise de turbidez foi utilizado o turbidímetro.

2.4 Dimensionamento do Reservatório de Água Pluvial e Análise de Economia de Água

Para o reservatório superior adotou-se um volume de 5.000 litros que é o volume que atende toda a demanda de água diária não potável da moradia universitária, a qual é de 4.323,2 litros. Para dimensionamento do reservatório inferior e determinação do potencial de aproveitamento de água pluviais, foi utilizado o software Netuno 4.0 (Ghisi e Cordova, 2014), que gera gráficos que possibilitam analisar comparativamente o potencial de economia de água potável para diferentes volumes de reservatórios.

Com os dados de entrada descritos no Quadro 1 foram feitas simulações para capacidades de 1.000 a 20.000 litros, sendo que de acordo com cada capacidade, o software calculasse um novo potencial de economia de água potável. Para escolher uma capacidade ótima para o reservatório, considerou o primeiro volume que atinge uma melhora de menos de 2% na economia de consumo da água pluvial.

Quadro 1. Dados de entrada do dimensionamento do reservatório inferior

DADOS	VALOR	REFERÊNCIA
Área de captação	662,26 m^2	Item 2.2
Descarte escoamento inicial	1 mm	Menezes, 2016
Demanda total de água	135,1 litros *per capita*/dia	Item 2.2
Número de moradores	128	Item 2.2
Percentual da demanda total de água a ser substituída por água pluvial	25%	Item 2.2
Coeficiente de escoamento superficial	0,90	Item 2.2
Reservatório superior	5000 litros	Item 2.2
Capacidade máxima do reservatório inferior	20.000 litros	-
Intervalo entre as capacidades	1.000 litros	-
Diferença entre o potencial de economia de água potável para cada capacidade	2%/m^3	Ghisi e Schondermark (2013)

Fonte: Próprias Autoras (2025)

2.5 Análise de Econômica Financeira

Com os dados obtidos na análise de economia de água potável, item 2.4, determinou-se a estimativa de economia com gasto de pagamento de abastecimento de água do primeiro ano de funcionamento do SAAP. Para realizar a análise econômica financeira para a vida útil de 20 anos do SAAP, o Netuno 4.0 faz uma estimativa das economias de água, Valor Presente Líquido (VPL), o tempo de retorno do investimento (*Payback*) e a Taxa Interna de Retorno (TIR) que permitem avaliar se o investimento é viável ou não. Apresentam-se no Quadro 2 os parâmetros de entrada da simulação.

Quadro 2. Parâmetros para análise econômica financeira com a implantação do SAAP

PARÂMETROS	VALOR	REFERÊNCIA
Vida útil	20 anos	Assunção (2022)
Tarifa de água e esgoto	R$10,81/$m^3$	SAE
Tarifa de energia	R$0,93845/kWh	Equatorial
Taxa de Inflação	0,23%	Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC)
Mês escolhido para implantação do SAAP	Janeiro	-
Taxa mínima de atratividade	1%	Morais (2017), Marinoski e Ghisis (2008) e Assunção (2022
Custo com implantação do SAAP	R$16.892,94	SINAPI (2023) e levantamento de preços de materiais e mão de obra

Fonte: Próprias Autoras (2025)

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Análise de Viabilidade Técnica

O índice pluviométrico médio anual do município é de 1355 mm/ano, que o classifica como local com média razoável para garantir a eficiência do SAAP. Quanto a análise da qualidade da água de chuva, os valores de Ph variaram de 6 a 7,3, estando dentro dos limites estabelecidos na norma NBR 15527 (ABNT, 2019), entretanto a Turbidez das amostras coletadas nos dias 23/01/23 e 25/01/23 apresentaram valores 8,0 e 10,6 NTU, respectivamente, sendo superior ao limite estabelecido na norma (≤ 5 NTU), havendo a necessidade de considerar a adição de um sistema pré-tratamento para adequação desse parâmetro.

3.2 Dimensionamento do Reservatório de Água Pluvial e Análise de Economia de Água

Apresenta-se na Tabela 2 o resultado da simulação para capacidade de 1000 a 20.000 litros.

Tabela 2 – Determinação do volume ideal para o reservatório de água pluvial

Volume (litros)	Potencial de Economia de água potável (%)	Volume Consumido de água pluvial (litros/dia)	Demanda de Água Pluvial que é atendida completamente (%)	Demanda de Água Pluvial que é Atendida Parcialmente (%)	Demanda de Água Pluvial que não é Atendida (%)	Diferença entre potencial de atendimento pluvial (%/m³)
1000	5,97	258,08	0,00	26,52	73,48	5,97
2000	10,99	475,17	0,00	26,52	73,48	5,02
3000	15,25	659,33	0,00	26,52	73,48	4,26
4000	19,03	822,41	0,00	26,52	73,48	3,77
5000	22,27	962,56	15,69	16,24	68,07	3,24
6000	24,76	1070,38	17,47	15,46	67,08	2,49
7000	26,52	1146,50	19,18	14,68	66,14	1,76
10000	30,65	1323,97	24,82	12,45	62,72	1,10
15000	34,77	1502,86	29,92	10,32	59,76	0,68
20000	37,21	1608,32	32,81	9,31	57,88	0,42

Fonte: Próprias Autoras (2025)

A capacidade ideal indicada pelo programa foi de 7.000 litros, resultando em um potencial médio de economia de água potável equivalente a 26,52% do consumo médio de água pluvial, 1.146,50 litros/dia, ou seja de 6,63% do consumo total de água na edificação. Os resultados mostram que mesmo com um reservatório inferior de 20.000 litros não é possível atender a demanda de 100% de água pluvial que poderia ser utilizada para fins não potáveis. Isso se deve ao fato de que trata de uma construção multifamiliar, onde a área de contribuição para o SAAP é pequena comparada ao grande quantitativo de ponto de atendimento de água não potáveis (46 bacias sanitárias e 3 torneiras de jardins) e também pelo local apresentar média razoável de precipitação para garantir a eficiência do SAAP.

3.3 Análise de Econômica Financeira

Em 2008, considerado o primeiro ano de funcionamento do SAAP, as despesas com água potável foram de R$ 103.869,70, porém com a implantação do sistema o valor da fatura reduziria para R$ 96.969,39, ou seja, resultando na economia anual de R$ 6.899,77.

Para vida útil de 20 anos, os resultados disponibilizados pelo programa Netuno 4.0 foram: um *Payback* de 36 meses; um VPL de R$ 44.099,59; e uma TRI de 3,5% ao mês. Com esses resultados pode-se afirmar que o investimento é economicamente viável, pois obteve-se um VPL positivo e uma TIR maior que a taxa mínima de atratividade.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa proposta tem grande importância ambiental, visto que contribui para a conservação dos recursos hídricos, a sustentabilidade no ambiente construído e aumento da conscientização da importância da economia de água. O fato do SAAP não conseguir atender 100% da demanda de água pluvial para a MU mostra a necessidade de considerar outras edificações da instituição para avaliar locais mais propícios a otimizar o aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Sistema de Informações Hidrológicas. Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos 2020**. Disponível em <https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos > Acessado em set. de 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527:2019** - Aproveitamento de água de chuva de coberturas para finas não potáveis: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ASSUNÇÃO, E. E. **Análise da viabilidade econômica do uso de tecnologias de aproveitamento de água pluvial com o uso do Software Netuno**. Estudo de caso: residência unifamiliar no município de Santo Amaro da Imperatriz – SC. Universidade Federal de Santa Catarina, SC, 2022.

DALPAZ, L.; BORGERT, A.; VENDRAMI, J.; GHISI, E. **Tipos e eficiência de unidades de tratamento para água pluvial: revisão de literatura**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v.19, n. 3, p. 207-2031, 2019.

FERNANDES, J. G. **Águas pluviais: potáveis e não potáveis na construção**. Dissertação (graduação), Centro Universitário do Norte – UNINORTE, 2018.

FENDRICH, R. **Coleta, armazenamento, utilização e infiltração das águas pluviais na drenagem urbana,** 547 f. Tese (Doutorado em Geologia Ambiental) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

GHISI, E.; CORDOVA, M. M**. Netuno 4. Programa computacional**. Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil, 2014. Disponível em: http:// www.labeee.ufsc.br/

HAFNER, A. V. **Conservação e reuso de água em edificações – experiências nacionais e internacionais.** Rio de Janeiro, 2007. Dissertação (Mestrado) – COPPE – UFRJ. 161p.

JAQUES, R. C. **Qualidade da água de chuva no município de Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações** (Dissertação de Mestrado). Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Brasil, 2005.

MACHADO, A. C. **Captação de água de chuva para fins não potáveis na Escola Técnica Estadual Dr. Rubens da Rosa Guedes, Caçapava do Sul – RS** (Trabalho de conclusão de curso). Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal do Pampa. Caçapava do Sul, Brasil, 2019.

MARINOSKI, A.K.; GHISI, E. **Viabilidade técnica de implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em universidades**. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 67- 84, 2008.

MORAIS, J. W. A. **Viabilidade técnica/econômica no aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis em uma instituição de ensino do Amazonas**. 2017. 124 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia de Produção, Centro Tecnológico, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.

OLIVEIRA, L. H. et al. **Tecnologias para construção habitacional mais sustentável**. São Paulo: Projeto Finep 2386/04, 2007.

SALLA, M. R.; LOPES, G. B.; PEREIRA, C. E.; NETO, J. C. M.; PINHEIRO, A. M. **Viabilidade técnica de implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em universidade**. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 167-181, 2013.

SILVA, M. B. M.; DANTAS, A. K. E. A.; RODRIGUES, A. C. L. **Captação de águas pluviais para o aumento da resiliência e desenvolvimento de um desenho urbano sensível à água**. Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, v. 8, n. 59, 2020.

Sistema Nacional de Pesquisa de Custo e Índices da Construção Civil – **SINAPI**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_662. Acesso em: 12 jul. 2023.