

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS: ESTUDO DE CASO NO PRÉDIO DA ESCOLA DE NUTRIÇÃO DO CAMPUS MORRO DO CRUZEIRO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO

Rebecca Galves Gutierrez Toledo¹; Diego Cenach Gomes Jales¹; Matheus Tomaz Faria¹; Ian Henrique Silva Paiva¹; Bianca Aline dos Santos Silva¹; Helena Sangy Moreira de Paiva¹; Isadora Caldeira Brant Sares¹; Jaine Nayara de Araújo de Oliveira¹; Jussara Almeida de Souza Novaes¹; Letícia Nascimento Lopes Silva¹; Mariany Beatriz Gonçalves dos Santos¹; Ricardo dos Santos Júnior¹; Yuri Geraldo Rodrigues Guimarães¹; Maria Luiza Teófilo Gandini² & Ana Letícia Pilz de Castro³

Abstract: This study examines the feasibility of capturing and utilizing rainwater for non-potable purposes at the School of Nutrition (ENUT) of the Federal University of Ouro Preto (UFOP), considering the growing water consumption and the need for sustainable solutions. The survey of the structural data for the building was conducted based on architectural and technical normative projects (NBR 10.844/1989 and NBR 15.527/2007), which enabled the calculation of the catchment area and the estimation of the demand for non-drinking water. The Rippl Method was used to design the reservoir, based on historical precipitation series (1984-2024) and an estimated consumption of 40 l per person per day, totaling approximately 795,600 l per month. Monthly demands of 253,562.4 liters were identified for sanitary discharges, yard washing, and garden irrigation, which represent about 32% of the total water consumption of the unit. The ideal volume of the reservoir was estimated at 2,122.6 m³, which is sufficient to meet this demand, especially in months with less rainfall. The results indicate that the adoption of this practice by the School of Nutrition, as well as by other buildings on this university campus, can generate significant environmental and educational impacts. It is concluded that the system is technically feasible, there is room for implementation, and it contributes to institutional sustainability, promoting the conservation of water resources and environmental awareness of the academic community.

Resumo: O presente estudo analisa a viabilidade da captação e uso de água pluvial para fins não potáveis na Escola de Nutrição (ENUT) da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), considerando o crescente consumo hídrico e a necessidade de soluções sustentáveis. O levantamento dos dados estruturais do prédio foi realizado com base em projetos arquitetônicos e normativas técnicas (NBR 10.844/1989 e NBR 15.527/2007), possibilitando o cálculo da área de captação e a

1) Discente, Grupo PET Engenharia Civil (PET Civil), Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP, Campus Morro do Cruzeiro, Email: pet.deciv@ufop.edu.br.

2) Docente, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Campus Morro do Cruzeiro, Ouro Preto-MG, maria.gandini@ufop.edu.br.

3) Docente, Departamento de Engenharia Civil, Tutora do Grupo PET Engenharia Civil (PET Civil), Universidade Federal de Ouro Preto, Campus Morro do Cruzeiro, Ouro Preto-MG, anacastro@ufop.edu.br.

estimativa da demanda de água não potável. Utilizou-se o Método de Rippl para o dimensionamento do reservatório, com base em séries históricas de precipitação (1984-2024) e no consumo estimado de 40 l/pessoa/dia, totalizando cerca de 795.600 l/mês. Foram identificadas demandas mensais de 253.562,4 l para descargas sanitárias, lavagem de pátios e irrigação de jardins, o que representa cerca de 32% do consumo total de água da unidade. O volume ideal do reservatório foi estimado em 2.122,6 m³, sendo suficiente para atender a essa demanda, especialmente nos meses de menor pluviosidade. Os resultados indicam que a adoção dessa prática pela Escola de Nutrição e também pelos demais edifícios desta universidade pode gerar impactos ambientais e educacionais significativos. Conclui-se que o sistema é tecnicamente viável, há espaço para implantação e contribui para a sustentabilidade institucional, promovendo a conservação dos recursos hídricos e a conscientização ambiental da comunidade acadêmica.

Palavras-Chave – Água de chuva. Conservação de água. Abastecimento de água não potável.

INTRODUÇÃO

Como citado por Cirilo (2015), nos últimos 100 anos a população mundial triplicou, e com isso o consumo de água aumentou seis vezes, sinalizando que a água pode se tornar motivo de confrontos futuros, ainda mais diante da ausência de políticas globais eficazes para garantir a integridade dos rios. O Brasil, apesar de ser um país privilegiado em relação às reservas de água doce, apresenta uma distribuição desigual entre disponibilidade hídrica e densidade populacional: enquanto a região Sudeste concentra cerca de 42,65% da população brasileira, conta com apenas 6% da disponibilidade hídrica do país (Trata Brasil, 2018). Segundo a ANA (2010), a região Sudeste apresenta densidade demográfica de 86,92 hab/km², isso evidencia a urgência na busca por alternativas sustentáveis para o uso da água. Uma dessas alternativas que vem ganhando atenção é a captação e o aproveitamento da água pluvial para fins não potáveis.

A viabilidade econômica da implantação desses sistemas está geralmente atrelada ao equilíbrio entre o custo de implementação e o potencial de economia proporcionado pela substituição do uso de água potável. Em edifícios públicos, como prédios administrativos e universitários, onde há uma demanda constante por água em atividades como limpeza, o uso da água da chuva pode representar não só uma significativa economia financeira, mas também um avanço em práticas sustentáveis e na conscientização da comunidade acadêmica quanto ao uso responsável dos recursos hídricos.

No caso da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), o aproveitamento da água pluvial representa uma alternativa eficiente para a redução do consumo de água potável em usos não potáveis, além de reforçar o compromisso da instituição com práticas sustentáveis e com a construção de uma universidade mais consciente ambientalmente. Sendo assim, é possível captar a água que incide sobre os telhados e direcioná-la para reservatórios próprios, evitando desperdícios e promovendo o seu uso. Este estudo propõe a análise da viabilidade de instalação de um sistema de captação e armazenamento de água pluvial no prédio da Escola de Nutrição (ENUT), no Campus Morro do Cruzeiro, em Ouro Preto.

A captação será feita por meio das calhas e tubulações existentes, devendo incluir peneiras com malhas entre 6 mm e 13 mm para retenção de detritos (Tomaz, 2009). O reservatório, por sua vez, poderá assumir diferentes configurações – enterrado, apoiado ou elevado – e ser construído com materiais como concreto armado ou plástico, a depender das condições do local (Tomaz, 2009).

Assim, o objetivo deste trabalho é dimensionar um possível reservatório de água pluvial para o prédio da ENUT, considerando aspectos técnicos, funcionais e de viabilidade de uso da água captada para fins não potáveis.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizada a caracterização dos seis blocos que compõem o prédio da Escola de Nutrição (ENUT), levando em consideração aspectos estruturais e as condições das coberturas. Com base nas informações levantadas, foi possível determinar a área do telhado disponível para captação da água pluvial. Esse cálculo foi feito de acordo com a norma NBR 10.844/1989, que estabelece: “A área de contribuição da cobertura será tomada em planta, correspondente à projeção horizontal da cobertura sobre um plano horizontal.” Como a inclinação dos telhados analisados é relativamente pequena (cerca de 0,5%), a utilização da área em planta é suficiente para representar com precisão a área de contribuição, conforme orienta a norma.

A Figura 1 ilustra os telhados da edificação, divididos por blocos, conforme a organização adotada neste estudo.

Figura 1 – Imagem de satélite da Escola de Nutrição dividido em blocos.



Embora a versão atual da NBR 15.527/2019 deixe a critério do projetista o método de dimensionamento, em sua versão anterior, NBR 15.527/2007, são sugeridos seis métodos, a saber: Método de Rippl, Método da Simulação, Método Azevedo Neto, Método prático alemão, Método prático inglês e Método prático australiano. O Método de Rippl faz uso do histórico de chuvas da região, ajudando a equilibrar a oferta e a demanda de água ao longo do tempo. De acordo com a NBR 15.527/2007, o volume necessário do reservatório, por esse método, é determinado considerando a diferença acumulada entre o consumo e a água captada. É possível calcular o volume do reservatório conforme as Equações 1 a 3:

$$S(t) = D(t) - Q(t) \quad (1)$$

em que, $S(t)$ = volume de água armazenada no reservatório no tempo t , $Q(t)$ = volume de chuva aproveitável no tempo t (Equação 2) e $D(t)$ = demanda ou consumo no tempo t .

$$Q(t) = C \times P(t) \times A \quad (2)$$

em que: C = coeficiente de escoamento superficial ou *runoff*, $P(t)$ = precipitação no tempo t e A = área de captação.

O volume do reservatório, V , é obtido pela Equação 3:

$$V = \sum S(t) \text{ somente para } S(t) > 0 \quad (3)$$

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a análise dos projetos arquitetônicos, foram determinadas as áreas de captação de cada bloco, conforme apresentado na Tabela 1. As medições foram realizadas a partir dos desenhos técnicos no *software* AutoCAD, disponibilizados pela Prefeitura do Campus.

Tabela 1 – Áreas dos blocos de telhado ENUT.

| Blocos | Bloco 1 | Bloco 2 | Bloco 3 | Bloco 4 | Bloco 5 | Bloco 6 |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Áreas (m ²) | 223,3 | 83,0 | 118,8 | 50,24 | 51,16 | 433,8 |

Em consulta à Diretoria da Escola de Nutrição, verificou-se que aproximadamente 663 pessoas frequentam regularmente os prédios da unidade, sendo esse total composto por 590 discentes, 31 professores efetivos, 8 professores substitutos, 25 técnicos administrativos e 9 funcionários terceirizados. Também foi informado que o horário de funcionamento do prédio é das 7h às 23h.

Para estimar o consumo diário de água, utilizou-se como referência o material de Carvalho Júnior (2020), que recomenda, na ausência de dados específicos, a adoção de valores médios baseados no tipo de edificação como abordado na Tabela 2. Considerando que a Escola de Nutrição se assemelha tanto a edifícios públicos quanto a instituições de ensino com funcionamento em período integral, adotou-se um valor intermediário de consumo per capita de 40 litros por dia.

Tabela 2 – Consumo predial diário (valores indicativos).

| Prédio | Consumo (ℓ/dia) |
|----------------------------------|---------------------|
| Edifícios públicos ou comerciais | 30 a 50 per capita |
| Escolas com período integral | 35 a 55 per capita |
| Escolas (internatos) | 70 a 120 per capita |
| Escolas por período | 17 a 27 per capita |

Considerando as informações anteriores, estima-se que o consumo diário total de água na ENUT é de 26.520 litros, o que corresponde a aproximadamente 795.600 litros por mês.

Para o cálculo da demanda de água não potável nos prédios, consideram-se três atividades: uso de sanitários, lavagem de pátio e rega de jardins. Adotou-se que a área dos pátios equivale à soma das áreas de cobertura (telhados), 960,3 m². No caso dos jardins, levando em conta que o campus possui extensas áreas paisagísticas, suas dimensões foram estimadas com base na análise das plantas baixas fornecidas, encontrando-se uma área de 900 m². Considerou-se 6 ℓ por descarga (modelo comum de vaso sanitário; modelos mais econômicos podem usar 3 a 6 litros) e que cada pessoa que frequenta o prédio utiliza os sanitários 2 vezes. Adotou-se a frequência de uma vez por semana tanto para a lavagem dos pátios quanto para a rega dos jardins, sendo utilizado o valor de 2 ℓ/m² para ambas as atividades, conforme recomendado por Tomaz (2009). Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Cálculo das demandas não potáveis.

| Atividade | Consumo | Frequência | Demanda (ℓ/mês) |
|------------------------|-----------------------|--------------------|------------------|
| Descarga em sanitários | 6 (ℓ/uso) | 2 (uso/pessoa)/dia | 238.680 |
| Lavagem de pátios | 2 (ℓ/m ²) | 1 (lavagem/semana) | 7.682,4 |
| Rega de jardins | 2 (ℓ/m ²) | 1 (regá/semana) | 7.200 |
| TOTAL | | | 253.562,4 |

Desta forma, a porcentagem de água pluvial que poderia ser usada em substituição ao uso de água potável é de aproximadamente 32%.

Os dados de precipitação média mensal utilizados neste estudo foram obtidos a partir da estação pluviométrica 2043056, conforme registros disponíveis na plataforma HidroWeb. A estação escolhida denomina-se Fazenda Água Limpa Jusante e localiza-se nas coordenadas: latitude: -20°18'11,16" e longitude: -43°36'56,88", no distrito de Glaura, município de Ouro Preto. Essa estação foi escolhida pois é uma estação próxima ao local de estudo, cerca de 15 km, (Figura 2) com uma série de dados extensa. As médias analisadas correspondem ao período de 1984 a 2024, sendo os valores apresentados na Tabela 4.

Figura 2 – Imagem de satélite mostrando a localização da estação e da Escola de Nutrição.

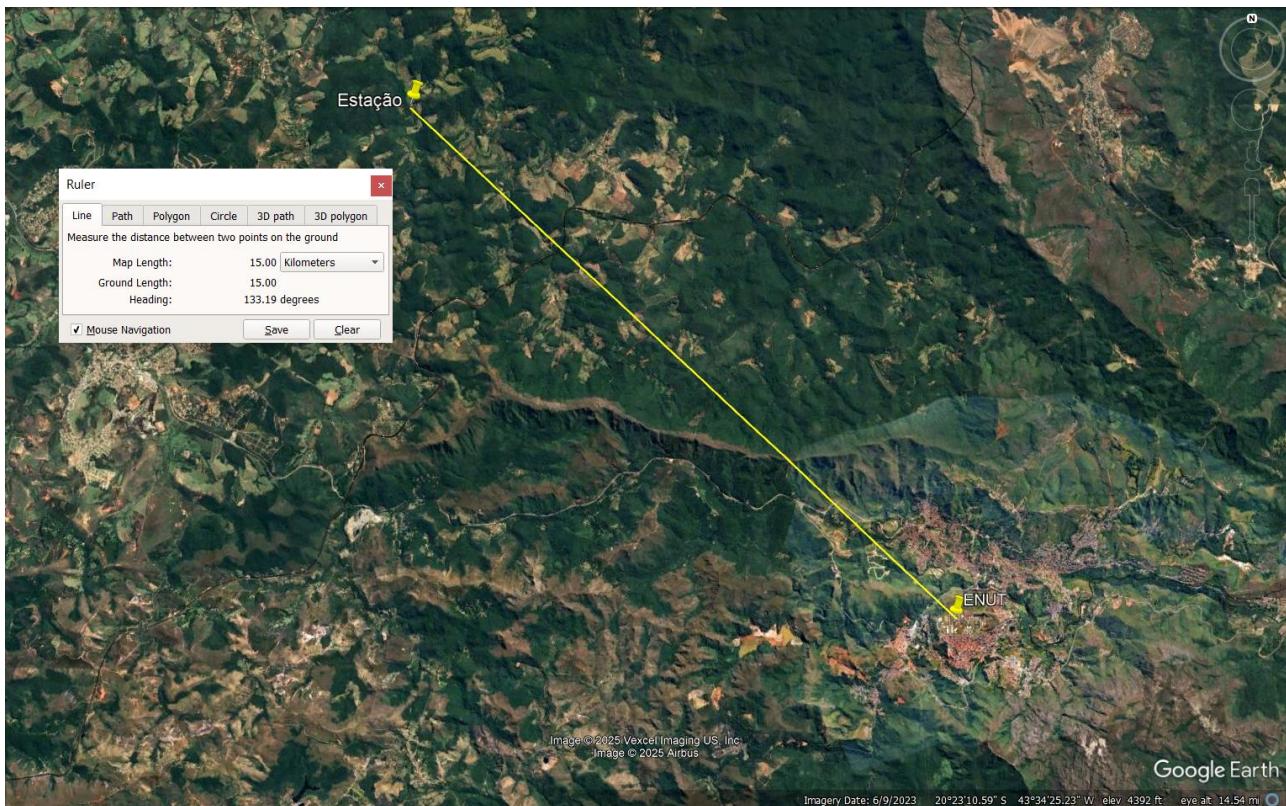


Tabela 4 – Índices pluviométricos médios do município de Ouro Preto.

| Mês | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez | Total |
|--------|-------|-------|-------|------|------|------|-----|------|------|-----|-------|-----|--------|
| P (mm) | 256,5 | 140,1 | 141,2 | 62,1 | 32,5 | 13,5 | 8,6 | 18,3 | 51,4 | 105 | 102,6 | 266 | 1197,8 |

Com o levantamento de todos os dados necessários, procedeu-se ao dimensionamento do reservatório utilizando o Método de Rippl. Os resultados obtidos por meio desse método estão apresentados na Tabela 5. O volume de chuva mensal foi calculado considerando um coeficiente de escoamento superficial de 0,8 multiplicado pela área de captação e pela chuva média mensal. A última coluna traz a situação do reservatório que podem ser três: E = extravasando, D = nível descendo e S = nível subindo.

Dessa forma, foi possível determinar que o volume necessário para atender à demanda de água não potável da ENUT é de 2.122,6 m³. Quando comparado ao estudo de Silva (2022), observa-se que o Método de Rippl tende a superestimar o volume em relação ao consumo real. No entanto, essa característica pode ser vantajosa, pois permite estabelecer um limite superior seguro para o dimensionamento de reservatórios, contribuindo para a garantia de abastecimento mesmo em períodos de menor precipitação.

Em torno da Escola de Nutrição existe bastante espaço para implantação do sistema, aproximadamente 1.400 m² (Figura 3). Sendo que várias configurações podem ser adotadas, reservatórios subterrâneos ou sob a superfície, um conjunto de reservatórios comprados prontos de polietileno ou a construção em concreto armado *in loco*.

Tabela 5 – Dimensionamento do reservatório.

| Meses | Chuva média mensal (mm) | Demandas mensais (m ³) | Área de captação (m ²) | Volume de chuva mensal (m ³) | Volume no reservatório (m ³) | Diferença acumulada (m ³) | Situação do reservatório |
|-----------|-------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|--|---------------------------------------|--------------------------|
| Janeiro | 256,5 | 253,6 | 960,3 | 197,1 | 56,5 | 56,5 | D |
| Fevereiro | 140,1 | 253,6 | 960,3 | 107,6 | 145,9 | 202,4 | D |
| Março | 141,2 | 253,6 | 960,3 | 108,5 | 145,1 | 347,5 | D |
| Abril | 62,1 | 253,6 | 960,3 | 47,7 | 205,9 | 553,4 | D |
| Maio | 32,5 | 253,6 | 960,3 | 25,0 | 228,6 | 782,0 | D |
| Junho | 13,5 | 253,6 | 960,3 | 10,4 | 243,2 | 1.025,2 | D |
| Julho | 8,6 | 253,6 | 960,3 | 6,6 | 247,0 | 1.272,1 | D |
| Agosto | 18,3 | 253,6 | 960,3 | 14,1 | 239,5 | 1.511,6 | D |
| Setembro | 51,4 | 253,6 | 960,3 | 39,5 | 214,1 | 1.725,7 | D |
| Outubro | 105,0 | 253,6 | 960,3 | 80,7 | 172,9 | 1.898,6 | D |
| Novembro | 102,6 | 253,6 | 960,3 | 78,8 | 174,7 | 2.073,3 | D |
| Dezembro | 266,0 | 253,6 | 960,3 | 204,4 | 49,2 | 2.122,6 | D |
| Total | 1197,8 | 3.042,75 | | 920,2 | | 2.122,6 | |

Figura 3 – Imagem de satélite da Escola de Nutrição e possível local de implantação do reservatório.



CONCLUSÕES

A alternativa de substituir quase 32% da água potável por água pluvial em atividades que permitam o uso de água de qualidade evidencia o potencial da implementação de práticas ambientalmente sustentáveis, que caso seja implementada em outros prédios, causará grande impacto ambiental. Como o Campus Morro do Cruzeiro da UFOP é abastecido por um poço da própria instituição, a economia financeira seria vista na economia de energia ao bombear uma quantidade menor de água potável, e ainda sim seria uma contribuição para a preservação dos recursos hídricos, que ajudaria na conscientização social sobre o assunto.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) pelo apoio institucional à realização deste trabalho, bem como ao FNDE, à CAPES e ao CNPq pelo fomento à pesquisa e incentivo à formação acadêmica por meio de programas de financiamento e bolsas de estudo.

REFERÊNCIAS

- ANA (2010). *Dados de densidade demográfica e recursos hídricos por região*. Brasília: ANA. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/>. Acesso em: maio de 2025.
- ABNT (1989). *NBR 10.844: Instalações prediais de água pluvial – Requisitos*. Rio de Janeiro, 13p.
- ABNT (2007). *NBR 15.527: Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos*. Rio de Janeiro, 8p.
- ABNT (2019). *NBR 15.527: Água de chuva: aproveitamento de cobertura em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos*. Rio de Janeiro, 14p.
- CARVALHO JÚNIOR, R. (2020). *Instalações Prediais Hidráulico-Sanitárias*. 4. ed. São Paulo: Editora Blucher, 50p.
- CIRILO, J. A. (2015). *Crise hídrica: desafios e superação*. Revista USP, São Paulo, n. 106, p. 45-58. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i106p45-58>.
- SILVA, K. M. M. (2022). *Estudo da viabilidade técnica e econômica para captação de água pluvial para fins não potáveis: estudo de caso no restaurante universitário da Universidade Federal de Ouro Preto*. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto-MG, 61p.
- TOMAZ, P. (2009). *Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis*. São Paulo: Oficina de Textos, 190p.
- TRATA BRASIL (2018). *Acesso à água nas regiões Norte e Nordeste do Brasil: desafios e perspectivas*. São Paulo: Instituto Trata Brasil. Disponível em: <https://www.tratabrasil.org.br>. Acesso em: maio de 2025.