

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

REUTILIZAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA LIMPEZA URBANA NA CIDADE DO RECIFE-PE

*Maria Eduarda de Arruda Dourado ¹; Gabriel Almeida Moraes ²; Gustavo Dias dos Santos ³;
Rosilene Rafaela Rangel Cavalcanti de Lemos ⁴; Micaella Raíssa Falcão de Moura ⁵; Anna Elis Paz
Soares ⁶ & Simone Rosa da Silva ⁷*

Abstract: This article analyzes the technical and economic feasibility of rainwater reuse for urban cleaning in the city of Recife, Pernambuco-Brazil. The proposal involves capturing rainwater, storing it in a reservoir, and later using it to reduce the consumption of potable water currently supplied to EMLURB's water trucks. Based on local rainfall indices and the estimated catchment area, a cylindrical reinforced concrete reservoir with a capacity of approximately 2,050,000 liters was designed. Implementing the system could generate an annual savings of R\$ 86.400,00, in addition to contributing to the preservation of water resources. Despite the current limitations for immediate implementation, the proposed solution shows promise for future sustainable initiatives in the municipality.

Resumo: Este artigo analisa a viabilidade técnica e econômica da reutilização de águas pluviais para a limpeza urbana na cidade do Recife, Pernambuco-Brasil. A proposta consiste na captação da água da chuva, seu armazenamento em reservatório próprio e posterior utilização para reduzir o consumo de água potável atualmente destinado aos caminhões-pipa da EMLURB. Com base nos índices pluviométricos locais e na área de captação estimada, foi projetado um reservatório cilíndrico de concreto armado com capacidade de aproximadamente 2.050.000 litros. A implementação do sistema poderá gerar uma economia anual de R\$ 86.400,00, além de contribuir para a preservação dos recursos hídricos. Apesar das limitações atuais para implementação imediata, a solução proposta mostra-se promissora para futuras iniciativas sustentáveis no município.

Palavras-Chave – Reutilização de águas pluviais; Limpeza urbana; Sustentabilidade hídrica

¹) Aluna do curso de graduação em Engenharia Civil. Escola Politécnica de Pernambuco-UPE, R. Benfica, 455, Madalena, CEP 50720-001, Recife-PE. E-mail: mead@poli.br

²) Aluno do curso de graduação em Engenharia Civil. Escola Politécnica de Pernambuco-UPE, R. Benfica, 455, Madalena, CEP 50720-001, Recife-PE. E-mail: gam3@poli.br

³) Aluno do curso de graduação em Engenharia Civil. Escola Politécnica de Pernambuco-UPE, R. Benfica, 455, Madalena, CEP 50720-001, Recife-PE. E-mail: gds@poli.br

⁴) Aluna do curso de graduação em Engenharia Civil. Escola Politécnica de Pernambuco-UPE, R. Benfica, 455, Madalena, CEP 50720-001, Recife-PE. E-mail: rrrcl@poli.br

⁵) Professora Doutora do curso de graduação em Engenharia Civil. Escola Politécnica de Pernambuco-UPE, R. Benfica, 455, Madalena, CEP 50720-001, Recife-PE. E-mail: micaella.raissa@upe.br

⁶) Professora Doutora do curso de graduação em Engenharia Civil. Escola Politécnica de Pernambuco-UPE, R. Benfica, 455, Madalena, CEP 50720-001, Recife-PE. E-mail: anna.soares@poli.br

⁷) Professora Doutora do curso de graduação em Engenharia Civil. Escola Politécnica de Pernambuco-UPE, R. Benfica, 455, Madalena, CEP 50720-001, Recife-PE. E-mail: simonerosa@poli.br

1. INTRODUÇÃO

A água é o bem mais importante para qualquer espécie de vida do planeta. Estima-se que cerca de 75% da superfície terrestre é composta por água, porém, aproximadamente 97,4% deste total é composto por água salgada, quase 2% é de gelo juntamente com a neve e 0,67% é composto do restante, como, por exemplo, lençóis freáticos e águas superficiais (Ward e Robinson, 1990). Sendo assim, compreende-se que a água está presente em todas as atividades humanas, tais como, higiene, limpeza, gastronomia, entre outras atividades essenciais para o ser humano.

Contudo, quando esse recurso não é utilizado de forma consciente, tende a se tornar cada vez mais escasso. No Brasil, há regiões que enfrentam longos períodos de seca e baixa umidade, o que impacta diretamente a qualidade de vida da população. Nessas situações de escassez, as pessoas passam a adotar uma postura mais consciente em relação ao uso da água, modificando seus hábitos cotidianos. Tais mudanças, muitas vezes impulsionadas por regras e restrições, podem gerar conflitos pessoais devido à necessidade de adaptação e ao impacto direto no dia a dia, conforme relatado por Hespanhol (2002).

Diante disso, reforça-se a importância da reutilização desse recurso tão precioso, que nem sempre está disponível de forma abundante. A reutilização da água, tanto para fins potáveis quanto não potáveis, é fundamental para garantir a sustentabilidade e a preservação dos recursos hídricos. Segundo a USEPA (2004), uma alternativa viável, considerando as problemáticas expostas, é a substituição da água proveniente de fontes tradicionais por águas resultantes de fenômenos naturais, como a água da chuva. Além disso, segundo Moura et al. (2020), o Brasil possui um grande potencial para se tornar referência no uso da água de reúso, especialmente em aplicações não potáveis. Nesse contexto, o fortalecimento do debate sobre a percepção pública e a necessidade de mudança de paradigmas torna-se essencial para consolidar essa prática como uma estratégia eficaz na gestão sustentável dos recursos hídricos.

Sendo assim, este artigo tem como objetivo, avaliar a viabilidade técnica e econômica da reutilização de águas pluviais para limpeza urbana na cidade do Recife-PE, considerando captação, armazenamento e uso, com o intuito de reduzir o desperdício de água potável.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Reutilização de água da chuva

A reutilização de águas pluviais consiste na captação, armazenamento e posterior uso da água da chuva para finalidades que não exijam potabilidade, como irrigação de jardins, lavagem de pisos e limpeza urbana. Conforme destaca Ghisi (2006), o aproveitamento de água da chuva é uma alternativa eficiente para a redução do consumo de água potável em áreas urbanas, possibilitando a diminuição da pressão sobre os sistemas públicos de abastecimento.

Segundo Hespanhol (2002), em contextos urbanos, a água da chuva pode ser utilizada de maneira segura em atividades que não requerem altos padrões de qualidade da água, desde que sejam observados critérios básicos de armazenamento e distribuição. A prática é altamente recomendada para países que enfrentam períodos sazonais de escassez hídrica ou elevada demanda por água potável.

Além disso, Dantas (2020) evidencia que o reúso da água da chuva para usos não nobres, como limpeza e irrigação, pode reduzir significativamente o consumo de água tratada, o que é essencial

principalmente em regiões que enfrentam escassez hídrica. Dado o elevado índice pluviométrico registrado na cidade do Recife-PE, a implementação de sistemas de captação e aproveitamento de águas pluviais se apresenta como uma estratégia promissora para a sustentabilidade urbana e para o uso eficiente dos recursos hídricos.

2.2. Potencial pluviométrico do Recife para captação de águas pluviais

Recife é caracterizada por um período chuvoso intenso, especialmente entre os meses de abril e julho. De acordo com a Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC, 2025), a média pluviométrica anual na cidade varia entre 1.800 mm e 2.200 mm, o que proporciona condições favoráveis para o aproveitamento de águas pluviais.

Pesquisas desenvolvidas pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), por meio do projeto PLUVI Ambiental, evidenciam o potencial de aproveitamento da água da chuva no contexto urbano. O projeto PluGow, implementado em parceria com a Prefeitura do Recife, consiste na instalação de reservatórios que armazenam águas pluviais para diferentes usos urbanos (PLUVI AMBIENTAL, 2025).

Além disso, estudos como o de Nascimento *et al.* (2016) demonstram que regiões com altos índices pluviométricos e ampla área de captação possuem um elevado potencial para a utilização da água da chuva como fonte alternativa de abastecimento. Na Universidade Federal do Pará, por exemplo, o aproveitamento da água pluvial mostrou-se eficaz para a economia de água potável, especialmente nos meses mais chuvosos.

Esses dados indicam que a cidade possui não apenas o volume necessário, mas também experiências práticas que comprovam a viabilidade técnica e ambiental da implantação de sistemas de captação de água da chuva. A ampliação desses sistemas para finalidades como a limpeza urbana permitiria uma importante economia de água potável e de recursos financeiros públicos.

2.3. Reutilização de águas pluviais em sistemas de limpeza urbana

O uso da água pluvial para a limpeza urbana já é uma realidade em diversos municípios brasileiros. Como exemplo, destaca-se a cidade de Jundiaí (SP), onde a água de reúso é utilizada para a limpeza de contêineres de lixo, resultando na economia de aproximadamente 22 mil metros cúbicos de água potável por mês (Tribuna de Jundiaí, 2023).

Segundo Oneda e Ghisi (2024), o uso de água da chuva para fins não potáveis, como descarga de sanitários e irrigação, demonstra grande viabilidade e pode suprir mais de 90% da demanda hídrica destinada a essas finalidades, tornando-se uma alternativa extremamente eficaz para reduzir a dependência de água potável em contextos urbanos.

Assim, observa-se que a aplicação de sistemas de captação de água da chuva para a limpeza urbana em Recife seria uma iniciativa de grande impacto positivo, tanto para a preservação dos recursos naturais quanto para a otimização dos gastos públicos com abastecimento de água.

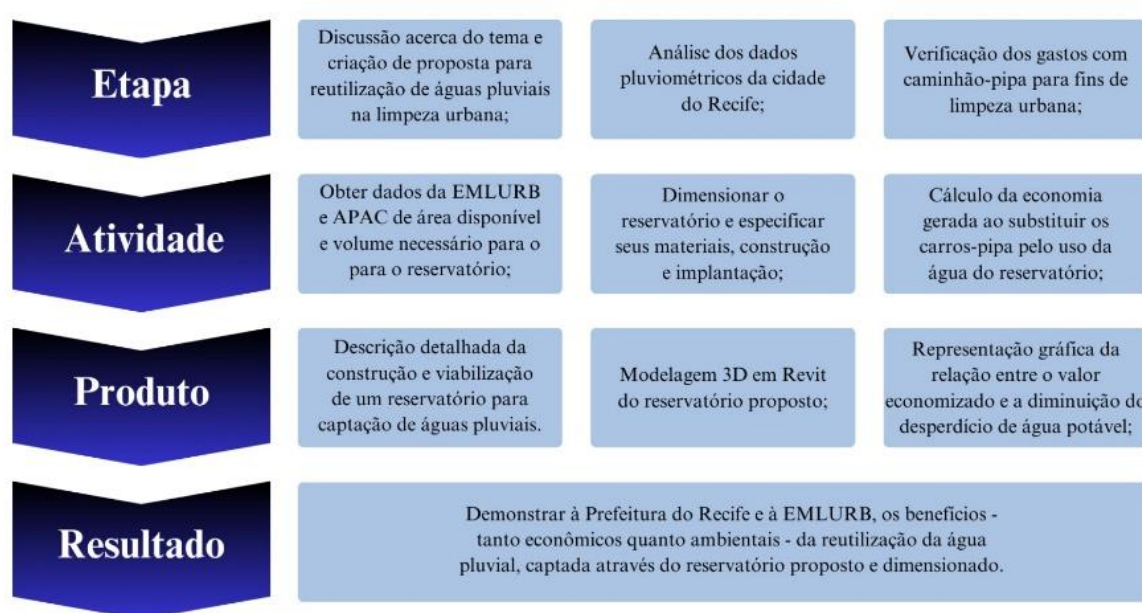
3. METODOLOGIA

Para a obtenção dos resultados deste artigo, foram definidas as seguintes etapas:

- I. Discussão acerca do tema e criação de proposta para reutilização de águas pluviais na limpeza urbana;
- II. Análise dos dados pluviométricos da cidade do Recife;
- III. Verificação dos gastos com caminhão pipa para fins de limpeza urbana.

Todas as etapas, atividades, produtos e resultados foram representados visualmente no fluxograma a seguir (Figura 1).

Figura 1- Etapas da metodologia adotada



Fonte: Elaborado pelos Autores (2025)

3.1 Viabilização de um reservatório para captação de águas pluviais na Emlurb

Para tornar viável a construção de um reservatório de captação de águas pluviais que tivesse um volume significativo para diminuir o gasto da Prefeitura do Recife com caminhões-pipa, além de reduzir o consumo e desperdício de água potável, foram coletados dados do volume médio mensal de água advinda de caminhões-pipa pela Autarquia de Manutenção e Limpeza Urbana- EMLURB. Ademais, foram obtidos, através da APAC, os dados de índices pluviométricos médios mensais (históricos) da capital pernambucana. Desse modo, foi possível definir um volume médio de água pluvial a ser captada nos meses da quadra chuvosa (abril, maio, junho e julho) que pudesse ser armazenado para diminuir em pelo menos 40% o consumo de água de caminhões-pipa para a limpeza urbana nos meses mais secos.

3.1.1 Resumo dos dados fornecidos

a) Consumo de água atual estimado para limpeza urbana (Emlurb):

A partir de consulta a representantes da Emlurb, foi possível chegar a uma demanda de água estimada de 40 mil L/dia, de segunda a sexta, e 20 mil L/dia aos sábados e domingos. Totalizando aproximadamente 900.000 litros/mês (ou 900 m³/mês).

b) Índices pluviométricos médios históricos em Recife (APAC):

Com base em dados disponíveis no site da APAC, foram obtidos os seguintes índices de precipitação média, apresentados na Tabela 1.

Quadro 01 - Precipitação média histórica na cidade do Recife_PE

Meses	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Precipitação Média (mm)	55	70	140	230	320	350	320	250	120	50	30	40

Fonte: APAC (2025)

c) Área estimada para construção do reservatório

A estimativa de uma área de captação de 1.800 m² (ver Figura 2) foi adotada com base no objetivo de substituir aproximadamente 40% do consumo mensal de água potável utilizado pelos caminhões-pipa da Emlurb para limpeza urbana. Considerando a precipitação média da quadra chuvosa de Recife (abril a julho) e aplicando um coeficiente de aproveitamento de 0,85, verificou-se que uma área desta dimensão seria capaz de captar volumes suficientes para atender a uma parcela significativa da demanda, especialmente nos meses de maior disponibilidade hídrica.

Figura 2- Área da Diretoria de Limpeza Urbana (DLU) sugerida para a construção do reservatório: (a) vista frontal do terreno; (b) vista lateral com acesso pavimentado.



Fonte: Autores (2025)

3.2 Dimensionamento do reservatório

O volume de água da chuva captada (V, em litros) é dado pela Equação 1:

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

Onde: P é precipitação mensal média (mm); A é a Área de captação (m²); C é o coeficiente de runoff ou aproveitamento (adotado como 0,85 para telhados convencionais).

A opção por considerar apenas os meses da quadra chuvosa (abril a julho) para o dimensionamento do reservatório deve-se à elevada concentração pluviométrica nesse período, que representa a maior disponibilidade de água no ano na cidade do Recife. Além disso, a limitação física da área de captação estimada (1.800 m²) impossibilita a construção de um reservatório com capacidade suficiente para atender integralmente à demanda dos caminhões-pipa durante todos os meses do ano. Para suprir o consumo anual, seria necessário um reservatório de grandes proporções, inviável tanto em termos construtivos quanto econômicos para o espaço disponível no prédio da Emlurb. Dessa forma, priorizou-se a captação e o armazenamento da água excedente na quadra chuvosa para reduzir significativamente o uso de água potável no período seco, possibilitando uma economia de aproximadamente 40% a 43% do volume total consumido.

3.2.1 Cálculo do volume captado em cada mês da quadra chuvosa

Com base na precipitação média dos meses da quadra chuvosa de Recife (abril a julho) e considerando uma área de captação de 1.800 m², temos:

- **Abril:** $V = 230 \times 1.800 \times 0,85 = 351.900 \text{ litros}$
- **Maior:** $V = 320 \times 1.800 \times 0,85 = 489.600 \text{ litros}$
- **Junho:** $V = 350 \times 1.800 \times 0,85 = 535.500 \text{ litros}$
- **Julho:** $V = 320 \times 1.800 \times 0,85 = 489.600 \text{ litros}$

3.2.2 Volume total captado em cada mês na quadra chuvosa (abril a julho)

Somando os volumes captados em cada mês:

$$V = 351.900 + 489.600 + 535.500 + 489.600 = 1.866.600 \text{ litros}$$

Assim, o volume total de água disponível a partir da captação na quadra chuvosa é de aproximadamente 1.866.600 litros.

3.2.3 Dimensionamento final do reservatório e especificação do material

Com base no volume total captado na quadra chuvosa e considerando uma margem de segurança de 10% para perdas (evaporação, vazamentos e manutenções), o volume final de armazenamento foi calculado:

$$V_{\text{reservatório}} = 1.866.600 \times 1,10 = 2.053.260 \text{ litros}$$

Arredondando para um valor prático:

$$V_{\text{reservatório}} = 2.050.000 \text{ litros} = 2.050 \text{ m}^3$$

Para a implantação do sistema, será adotado um reservatório de formato cilíndrico horizontal, devido à sua melhor eficiência estrutural para volumes elevados e otimização de área ocupada. O volume de um cilindro é calculado pela Equação 2:

$$V = \pi \times r^2 \times h \quad (2)$$

Onde: r é o raio interno (m); h é a altura (comprimento do cilindro, m).

Adotando uma altura (h) de 5 metros:

$$r = \sqrt{\frac{V}{\pi \times h}} = \sqrt{\frac{2.050}{\pi \times 5}} \approx 11,42m$$

Portanto:

Diâmetro do reservatório $\approx 22,84$ metros e Altura = 5 metros.

O material selecionado para a construção será o concreto armado, devido à sua alta resistência estrutural, durabilidade frente às intempéries e facilidade de execução em projetos de grande porte. Além disso, o concreto armado possibilita a impermeabilização adequada e atende às normas técnicas vigentes para reservatórios de água não potável.

Por fim, foi realizada a modelagem tridimensional do reservatório utilizando o software TQS permitindo a visualização detalhada da estrutura e a sua integração ao projeto arquitetônico do prédio da Emlurb.

3.3 Economia e diminuição do desperdício de água potável

Atualmente, a Emlurb gasta aproximadamente R\$ 27.000,00 por mês para o abastecimento de caminhões-pipa utilizados na limpeza urbana, consumindo cerca de 900.000 litros de água potável mensalmente. Com a implantação do sistema de captação e armazenamento de águas pluviais proposto neste projeto, estima-se a substituição de aproximadamente 40% do consumo de água, especificamente durante os meses fora da quadra chuvosa, compreendidos entre agosto e março.

Pretende-se com este estudo, reduzir os custos operacionais da Emlurb. Pois, a utilização da água da chuva contribui para a preservação dos recursos hídricos ao evitar o uso de água potável em atividades que não requerem qualidade de água tratada. A implementação deste sistema promove a gestão ambiental responsável e o uso racional da água, alinhando-se aos princípios de sustentabilidade urbana e de preservação dos mananciais da Região Metropolitana do Recife.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise dos resultados obtidos confirma a viabilidade técnica e ambiental do sistema de captação e armazenamento de águas pluviais proposto para o prédio da Emlurb. A partir da avaliação da área disponível, da precipitação média da quadra chuvosa e da demanda dos caminhões-pipa, foi possível dimensionar um reservatório adequado e estimar os ganhos econômicos e ambientais proporcionados pela implementação deste projeto.

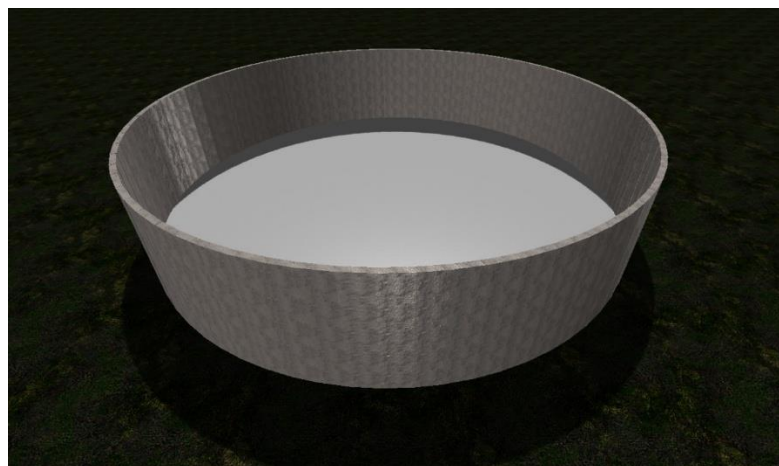
4.1 Reservatório

O reservatório dimensionado possui capacidade aproximada de 2.050.000 litros (2.050 m³), valor calculado a partir do volume de água da chuva disponível durante a quadra chuvosa (abril a julho) e acrescido de uma margem de segurança de 10% para perdas operacionais. Para atender às

exigências estruturais e garantir a durabilidade do sistema, optou-se pela construção de um reservatório de formato cilíndrico horizontal, utilizando concreto armado como material estrutural.

A modelagem tridimensional do reservatório foi realizada no software TQS permitindo a visualização detalhada da estrutura. A utilização do TQS proporcionou maior precisão na definição das dimensões. Essa modelagem 3D também facilitou a representação visual do projeto para fins de planejamento, execução e futuras manutenções. A Figura 3 a seguir mostra o modelo 3D do reservatório proposto.

Figura 3- Modelo tridimensional do reservatório proposto



Fonte: Autores (2025)

4.2 Economia

A análise econômica revelou que o sistema permitirá uma substituição aproximada de 40% do consumo de água potável utilizado pelos caminhões-pipa, gerando uma economia financeira significativa para a gestão pública.

Essa economia será possível graças ao armazenamento da água captada durante a quadra chuvosa (abril a julho), cuja reserva estimada é de aproximadamente 1.866.600 litros. Considerando uma redução de 40% no consumo de água potável, a economia mensal durante o período seco seria de:

$$27.000 \times 0,40 = 10.800 \text{ reais/mês}$$

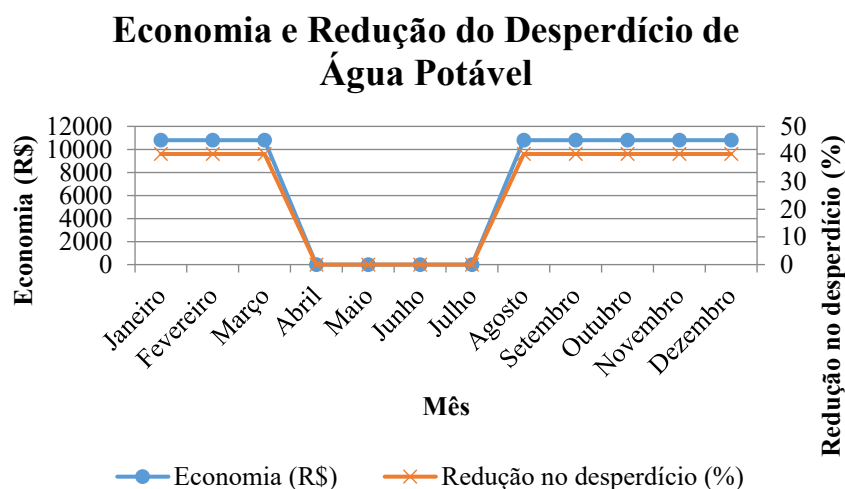
Considerando que atualmente são gastos aproximadamente R\$ 27.000,00 por mês com o fornecimento de 900.000 litros de água, a implementação do sistema poderá gerar uma economia mensal de R\$ 10.800,00 durante os 8 meses que sucedem a quadra. A economia anual estimada será de:

$$10.800 \times 8 = 86.400 \text{ reais/ano}$$

Entretanto, essa economia será feita apenas no período de agosto a março, uma vez que a captação é feita na quadra chuvosa (abril a julho) para utilização posterior. Assim, a economia anual prevista é de R\$ 86.400,00, considerando os oito meses de operação.

A seguir, apresenta-se o gráfico (Figura 4) que demonstra a distribuição mensal da economia prevista e a redução proporcional do desperdício de água potável ao longo do ano:

Figura 4- Gráfico da Relação entre a economia e a redução do desperdício



Fonte: Autores (2025)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou o dimensionamento de um sistema de captação e armazenamento de águas pluviais para o prédio da Emlurb, demonstrando sua viabilidade como alternativa sustentável para a redução do consumo de água potável na limpeza urbana do Recife. A partir da análise da precipitação da quadra chuvosa e da área de captação disponível, foi projetado um reservatório cilíndrico de concreto armado com capacidade aproximada de 2.050.000 litros, suficiente para gerar uma economia potencial de 40% nos meses de estiagem, contribuindo para potenciais reduções de custos operacionais da Emlurb.

Apesar das restrições atuais impostas pelos contratos de licitação com as empresas de caminhões-pipa, o estudo evidencia que a adoção dessa solução no futuro pode representar um importante avanço na gestão dos recursos hídricos urbanos. A implementação de sistemas de captação de águas pluviais contribui não apenas para a economia de recursos financeiros públicos, mas também para a preservação ambiental, ao diminuir a utilização de água potável em atividades que não exigem tratamento.

Recomenda-se que, em médio e longo prazo, a Prefeitura do Recife considere a ampliação deste tipo de iniciativa, tanto com a instalação de novos reservatórios em outros prédios públicos quanto com a incorporação de práticas sustentáveis nos processos de contratação e gestão de serviços urbanos. A replicação e o crescimento de sistemas como o aqui proposto têm o potencial de gerar impactos positivos crescentes para a cidade, fortalecendo políticas públicas de sustentabilidade e uso racional da água.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, pela força, sabedoria e perseverança concedidas ao longo da realização deste trabalho. Aos nossos pais, pelo amor, apoio incondicional e incentivo contínuo em nossa formação pessoal e acadêmica. À Universidade de Pernambuco, pela oportunidade de aprendizado e pelo ambiente de desenvolvimento científico e profissional proporcionado e à

Professora Dra. Micaella Raíssa Falcão de Moura, pela orientação, pelas valiosas contribuições e pela constante motivação ao longo da elaboração deste artigo.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA (APAC). *Portal da APAC*. Disponível em: <https://www.apac.pe.gov.br>. (Acesso em: 13 maio 2025).
- DANTAS, Ariadne Lene Araújo. (2020). *Sistema de reúso de águas pluviais para usos não nobres na cidade de Caicó-RN*. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Angicos.
- GHISI, Enedir. (2006) Potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of Brazil. *Building and Environment*, Oxford, v. 41, n. 12, p. 1544–1550.
- HESPANHOL, I. (2002). Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 7, n. 4, p. 75-95. <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v7n4.p75-95>
- MOURA, Priscila Gonçalves *et al.* (2020) Água de reúso: uma alternativa sustentável para o Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 25, n. 6, p. 791–8080.
- NASCIMENTO, Thays Valente do; FERNANDES, Lindemberg Lima; YOSHINO, Gabriel Hiromite. (2016). Potencial de aproveitamento de água de chuva na Universidade Federal do Pará – Belém/PA. *Revista Monografias Ambientais – REMOA*, v. 15, n. 1, p. 105-116.
- ONEDA, Tânia Mara Sebben; GHISI, Enedir. (2024) *Análise do sistema de aproveitamento de água pluvial a partir da medição dos usos finais de água*. Paranoá, Brasília, v. 17, e53378.
- PLUVI AMBIENTAL (2025). Disponível em: <https://pluviambiental.com.br>. (Acesso em: 13 maio 2025).
- TRIBUNA DE JUNDIAÍ. (2025). *Jundiaí usa água de reúso para limpar contêineres de lixo e economiza 22 mil m³ por mês*. Disponível em: <https://tribunadejundiai.com.br/cidades/jundiai/jundiai-usa-agua-de-reuso-para-limpar-containers-de-lixo-e-economiza-22-mil-m%C2%B3-por-mes/>. (Acesso em: 13 maio 2025).
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). (2004). *mGuidelines for water reuse*. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency.
- WARD, R. C.; ROBINSON, M. (1990) *Principles of hydrology*. 3. ed. London: McGraw-Hill Book Company. 365 p.