

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

A ECONOMIA DA CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA EM ÁREAS URBANAS: FUNDAMENTOS TÉCNICOS, VANTAGENS E DESAFIOS FRENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Francisca Maria Lopes do Nascimento¹; Francisco Emerson Ferreira de Macêdo²; Ana

Patrícia de Oliveira Lima³; Janaina Lopes Leitinho⁴; Luisa Gardenia Alves Tome Farias⁵.

Abstract: Rainwater harvesting and storage in urban areas has proven to be a viable and sustainable solution for addressing the water crisis, especially in scenarios of population growth and unplanned urbanization. This article discusses the importance of sustainable water resource management, highlighting rainwater harvesting as an effective strategy to balance water supply and demand. The legal and technical foundations that regulate this practice in Brazil are discussed, as well as national and international examples of successful implementation of harvesting systems. Additionally, the economic and environmental advantages of this practice are presented, such as reducing potable water consumption, preventing floods, and contributing to urban sustainability. Finally, the challenges and future perspectives for expanding these systems are addressed, considering climate change and the need to adapt to extreme events.

Resumo: A captação e armazenamento de água de chuva em áreas urbanas têm se mostrado uma solução viável e sustentável para o enfrentamento da crise hídrica, especialmente em cenários de crescimento populacional e urbanização desordenada. Este artigo aborda a importância da gestão sustentável dos recursos hídricos, destacando a captação de água pluvial como uma estratégia eficaz para equilibrar a oferta e a demanda de água. São discutidos os fundamentos legais e técnicos que regulamentam essa prática no Brasil, bem como exemplos nacionais e internacionais de sucesso na implementação de sistemas de captação. Além disso, são apresentadas as vantagens econômicas e ambientais dessa prática, como a redução do consumo de água potável, a prevenção de enchentes e a contribuição para a sustentabilidade urbana. Por fim, são abordados os desafios e as perspectivas futuras para a ampliação desses sistemas, considerando as mudanças climáticas e a necessidade de adaptação a eventos extremos.

Palavras-Chave – captação de águas pluviais; segurança hídrica; sustentabilidade climática.

1) Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus Crateús. Programa em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos do Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROFÁGUA), kikanascimento@alu.ufc.br

2) Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus Crateús. Programa em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos do Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROFÁGUA), eme.infoquim@alu.ufc.br

3) Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus Crateús. Programa em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos do Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROFÁGUA), ljimapatriciaana@gmail.com

4) Doutora em Engenharia Química, Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus Crateús. Programa em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos do Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROFÁGUA), janaina@crateus.ufc.br

5) Doutora em Química, Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus Crateús, Programa em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos do Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROFÁGUA), luisa@crateus.ufc.br

INTRODUÇÃO

A crescente escassez de recursos hídricos, aliada ao avanço desordenado da urbanização e ao aumento populacional, tem gerado impactos severos nas cidades ao redor do mundo — desde o comprometimento do abastecimento de água potável até o agravamento de eventos extremos, como enchentes. Em muitos países, a crise hídrica é reflexo da sobrecarga dos sistemas convencionais de abastecimento e da ausência de uma gestão integrada e sustentável das águas urbanas. Nesse contexto, a captação e armazenamento de água de chuva se destacam como alternativas eficientes para lidar com esses desafios, oferecendo soluções sustentáveis tanto para o abastecimento de água, quanto para a gestão de águas pluviais (GOMES & SILVA, 2023; JARDIM *et al.*, 2022).

Estudos internacionais, como o de Pizzol *et al.* (2019), demonstram que a utilização de sistemas de captação pode reduzir significativamente a dependência de fontes de água potável em áreas urbanas. No Brasil, a prática tem sido incentivada por políticas públicas, como a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997), e por normativas técnicas, como a ABNT NBR 15527/2019, que estabelece critérios para projetos de captação voltados a usos não potáveis, como irrigação, descarga sanitária e limpeza (ABNT, 2019).

A relevância desses sistemas se intensifica diante do agravamento das mudanças climáticas, que elevam a frequência e a intensidade de eventos extremos, como secas prolongadas e precipitações intensas (IPEA, 2022; TNC, 2021). A Figura 1 ilustra a severa estiagem que afetou os rios da Amazônia em 2024, impactando comunidades ribeirinhas e evidenciando a urgência de soluções resilientes.

Figura 1: Seca dos rios na Amazônia em 2024.



Fonte: RURALTECTV, 2024.

De forma complementar, o reaproveitamento das águas pluviais não só contribui para a diminuição da pressão sobre os recursos hídricos tradicionais, mas também ajuda a mitigar os efeitos das enchentes nas áreas urbanas, reduzindo o risco de desastres relacionados ao acúmulo de águas pluviais (ALMEIDA *et al.*, 2018). A Figura 2 exemplifica esse fenômeno, retratando as cheias no estado do Rio Grande do Sul, causadas por chuvas intensas e deficiências na drenagem urbana.

Figura 2: Cheia dos rios no Rio Grande do Sul em 2024.



Fonte: CANÇÃO NOVA, 2024.

Diante desse cenário, este artigo visa aprofundar a análise sobre os aspectos econômicos, técnicos e legais da captação e armazenamento de água de chuva em ambientes urbanos, destacando seus benefícios, limitações e potencial de expansão no contexto das cidades sustentáveis. Ao longo do estudo, serão abordados os aspectos legais e técnicos envolvidos, exemplos de projetos bem-sucedidos no Brasil e no exterior, e as perspectivas futuras para a ampliação dessas iniciativas no contexto das cidades sustentáveis.

DESENVOLVIMENTO

1. Contexto da Crise Hídrica e a Necessidade de Soluções Sustentáveis

A crise hídrica global é um problema que não distingue países desenvolvidos de países em desenvolvimento. No Brasil, com um sistema hídrico em que as bacias hidrográficas estão localizadas em regiões de alta concentração populacional, a urbanização descontrolada agrava ainda mais a situação. Em grandes cidades como São Paulo e Rio de Janeiro, o uso crescente de água potável e a impermeabilização do solo, devido à expansão urbana, resultam em um aumento significativo da demanda por água e no risco de enchentes (MAPFRE, 2023; PEIXOTO & LIMA, 2020).

Nesse cenário, a captação de águas pluviais surge como uma resposta eficaz para equilibrar a oferta e a demanda de água nas áreas urbanas. A tecnologia de sistemas de captação não só é eficaz na utilização de uma fonte abundante e renovável, como também tem o potencial de reduzir os custos com o abastecimento público de água e minimizar os impactos ambientais das chuvas intensas. Segundo Nunes e Pereira (2022), sistemas de captação de água de chuva já demonstram resultados positivos em várias partes do Brasil, mostrando-se economicamente viáveis ao longo do tempo. Alguns desses exemplos estão nas figuras 3 e 4, que trazem a captação de água da chuva e armazenamento em caixas d'água de polietileno em grandes centros e no interior do Brasil, principalmente no Nordeste, o armazenamento de água em cisternas.

Figura 3: Sistema de captação e armazenamento em caixas d'água de polietileno.



Fonte: OMEGA, 2014.

Figura 4: Armazenamento de águas pluviais e de carro-pipa em cisternas.



Fonte: GOV.BR, 2023.

2. Fundamentos Legais e Técnicos

No Brasil, a regulamentação da captação de água de chuva está consolidada em diversas normativas. A Lei nº 9.433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, destaca a necessidade de integrar a gestão de águas pluviais e recursos hídricos, incentivando práticas como o aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis (BRASIL, 1997). Além disso, a NBR 15527/2019, da Associação Brasileira de Normas Técnicas, estabelece as diretrizes e requisitos técnicos para a implantação de sistemas de captação de água de chuva, garantindo a segurança e a eficácia dos projetos (ABNT, 2019).

Alguns estados brasileiros possuem suas legislações referentes à captação de água de chuva. O estado de São Paulo com a Lei Estadual nº 12.526/2007 que estabelece normas para a contenção de enchentes e captação de águas pluviais (SÃO PAULO, 2007); Rio de Janeiro com a Lei nº 4248/2003 que institui o Programa de Captação de Águas Pluviais no âmbito do estado do Rio de Janeiro (JUSBRASIL, 2003) e o estado do Paraná que estabelece normas de contenção de enchentes e captação de águas pluviais, através da Lei Estadual nº 22.146/2024 (ALEP, 2024). Além disso, a Lei nº 10.785 de 18 de setembro de 2003 que cria no Município de Curitiba o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações – PURAE, é outro exemplo de regulamentação do uso da água (PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA, 2003).

Internacionalmente, muitos países têm adotado políticas semelhantes. Em países como a Austrália e os Estados Unidos, o uso de sistemas de captação de águas pluviais já é uma prática consolidada, com incentivos fiscais e regulamentações específicas para o uso de águas pluviais em diversas aplicações (FRIEDRICH *et al.*, 2021; O'ROURKE, 2020). O caso de Cingapura, onde a gestão integrada das águas pluviais e a criação de infraestrutura verde têm sido fundamentais para garantir o abastecimento e prevenir enchentes, é frequentemente citado como um modelo de sucesso internacional (GOH & LEE, 2022).

3. Aplicações Práticas e Vantagens

A captação de águas pluviais pode ser utilizada para diversas finalidades, como irrigação (Figura 5), lavagem de áreas externas, sistemas de refrigeração, descargas sanitárias e até para o abastecimento de água potável, quando devidamente tratada. Além disso, traz benefícios significativos para a economia doméstica e pública, como a redução no consumo de água potável, especialmente em regiões com escassez hídrica (SILVEIRA & NOGUEIRA, 2018).

Figura 5: Utilização de água para irrigação de grandes plantações.



Fonte: ÁGUA CONSULTORIA AMBIENTAL, 2023.

A implementação de sistemas de captação de águas pluviais também contribui para a mitigação de enchentes nas áreas urbanas. Em São Paulo (Figura 6), a Lei Estadual nº 12.526/2007 estabelece a obrigatoriedade da instalação de sistemas de captação de águas pluviais em novos empreendimentos, evidenciando os benefícios dessa prática para o controle das águas e a prevenção de desastres urbanos (SÃO PAULO, 2007).

Figura 6: Rio Pinheiros em São Paulo que faz parte do plano de controle de águas da cidade.



Fonte: FOLHA DE SÃO PAULO, 2022.

4. Obras e Metodologias de Captação de Água Pluvial

Para o aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis, a ABNT NBR 15527/2019 estabelece requisitos, com critérios importantes, dentre os principais estão: a origem da água, que deve ser coletada somente do telhado, evitando poluentes do solo; os usos da água, que devem ser exclusivamente para fins não potáveis; o volume do(s) reservatório(s), que deve ser dimensionado levando em consideração a área de captação, o regime pluviométrico da região e a demanda não potável a ser retirada; o reservatório deve ser seguro, possuir extravasor, dispositivo de esgotamento, inspeção e ventilação; o sistema de distribuição de água de chuva deve ser independente, separado do sistema de água potável, não permitindo a conexão cruzada; os parâmetros de qualidade da água para fins não potáveis devem ser monitorados periodicamente com frequência mínima semestral e devem ser realizadas inspeção e manutenção periódica em todos os componentes do sistema (ABNT, 2019).

5. Desafios e Perspectivas Futuras

Apesar dos avanços na implementação de sistemas de captação de águas pluviais, existem desafios que dificultam a ampliação dessa prática. A principal barreira está no custo inicial de instalação, que pode ser elevado para muitas famílias e empresas, especialmente em áreas mais carentes (CARVALHO & LIMA, 2021). No entanto, como apresentado no Quadro 1 abaixo, alguns estudos indicam que, a médio e longo prazo, a economia gerada pela redução no consumo de água potável e pelos benefícios ambientais compensa o investimento inicial (ALMEIDA & OLIVEIRA, 2020).

Quadro 1 - Economia gerada pela redução no consumo de água potável.

Estudo/Projeto	Local	Redução no Consumo de Água	Economia Financeira
PURA CEAGESP	São Paulo, SP	32%	R\$ 238.000,00 mensais; investimento de R\$ 212.000,00 com payback de 26 dias
Estudo de Viabilidade Econômica de Sistemas de Conservação de Água	Goiânia, GO	Dados específicos não fornecidos	Resultados indicam viabilidade econômica
Avaliação do Potencial de Redução do Consumo de Água Potável	Belo Horizonte, MG	Varia conforme o projeto-padrão	Potencial significativo de economia de água potável
Gerenciamento Sustentável de Água Potável e de Efluentes na EACF	Vitória, ES	Até 53%	Redução de consumo per capita de 216 para 101 litros/habitante.dia

Fonte: SILVA *et al.*, 2018; SILVA & SILVA, 2017; OLIVEIRA, 2016; SÃO PAULO, 2005.

Além disso, as mudanças climáticas representam um desafio adicional, uma vez que a variabilidade na intensidade e frequência das chuvas pode afetar a capacidade de abastecimento por meio da água de chuva. No entanto, a ampliação de políticas públicas e a integração da captação de águas pluviais em novos projetos urbanos e rurais podem ajudar a garantir a resiliência das cidades frente aos eventos climáticos extremos (IPEA, 2022).

CONCLUSÃO

A captação e armazenamento de água de chuva representam uma solução inovadora, econômica e ambientalmente sustentável para enfrentar a crise hídrica nas áreas urbanas. A legislação brasileira, assim como as boas práticas internacionais, aponta a relevância dessa prática para a segurança hídrica e a resiliência das cidades frente às mudanças climáticas. Os benefícios econômicos, como a redução do consumo de água potável e a prevenção de enchentes, tornam a captação de águas pluviais uma estratégia atraente e viável, principalmente se considerarmos o contexto de urbanização crescente e escassez de recursos.

Dessa forma, torna-se urgente o fortalecimento das políticas públicas voltadas à gestão sustentável da água, com ênfase na educação ambiental, incentivos fiscais, capacitação técnica e integração entre planejamento urbano e gestão hídrica. A articulação entre diferentes setores — saneamento, habitação, meio ambiente e recursos hídricos — será determinante para consolidar soluções baseadas na natureza e transformar as cidades em territórios mais resilientes, inclusivos e sustentáveis.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), através do Convênio CAPES/UNESP Nº. 951420/2023. Agradeço ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

REFERÊNCIAS

ÁGUA CONSULTORIA AMBIENTAL. *Quem faz implantação de Sistemas de Irrigação*. 2023. Disponível em: <https://aguaconsultoria.com.br/quem-faz-implantacao-de-sistemas-de-irrigacao/>. Acesso em: 5 fev. 2025.

Assembleia Legislativa do Paraná (ALEP). *Legislações Estaduais*. Lei 22.146/2024. Disponível em: <https://www.assembleia.pr.leg.br/legislacao>. Acesso em: 4 ago. 2025.

ALMEIDA, L. A.; PEREIRA, T. S.; SANTOS, L. M. *Gestão sustentável de águas pluviais: Desafios e soluções para as cidades brasileiras*. Revista Brasileira de Engenharia e Tecnologia, v. 15, n. 4, p. 347-358, 2018.

ALMEIDA, R. S.; OLIVEIRA, D. S. *Captação de águas pluviais: Benefícios econômicos e ambientais em áreas urbanas*. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 23, n. 3, p. 343-350, 2020.

ANDRADE, M. P.; SILVA, R. S. *Legislação sobre águas pluviais no Brasil: Avanços e desafios*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 26, n. 2, p. 45-56, 2021.

ABNT. NBR 15527:2019: *Aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos*. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. *Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos*. Diário Oficial da União, Brasília, 1997.

CANÇÃO NOVA. *Escassez de água na Amazônia afeta mais de 420 mil crianças, diz Unicef*. 2024. Disponível em: <https://noticias.cancaonova.com/brasil/escassez-de-agua-na-amazonia-afeta-mais-de-420-mil-criancas-diz-unicef/>. Acesso em: 5 fev. 2025.

CARVALHO, M. S.; LIMA, D. F. *Economia e eficiência no uso de águas pluviais: Desafios para implementação de sistemas em áreas urbanas*. Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental, v. 28, p. 72-85, 2021.

FOLHA DE SÃO PAULO. *Cepacs: Leilão arrecadou R\$ 512 milhões, diz prefeitura* - 26/07/2022 - Cotidiano - Folha. 2022. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2022/07/leilao-de-cepacs-arrecada-r-512-mi-segundo-prefeitura-de-sao-paulo.shtml>. Acesso em: 5 fev. 2025.

FRIEDRICH, K.; SCHNEIDER, G.; O'ROURKE, T. *Water harvesting in urban areas: Policy and practices from Australia*. Environmental Science & Technology, v. 54, n. 12, p. 780-790, 2021.

GOH, S. H.; LEE, C. Y. *Sustainable urban water management: The role of rainwater harvesting in Cingapura*. Journal of Urban Water Management, v. 18, n. 2, p. 151-163, 2022.

GOMES, P. A.; SILVA, T. F. *Sistemas de captação de água de chuva: Modelos de implementação em áreas urbanas*. Revista Brasileira de Engenharia Ambiental, v. 27, n. 2, p. 234-245, 2023.

GOV.BR. *Com investimento de R\$ 562 milhões, Governo Federal retoma Programa Cisternas*. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/assistencia-social/2023/07/com-investimento-de-r-562-milhoes-governo-federal-retoma-programa-cisternas>. Acesso em: 5 fev. 2025.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). *Drenagem e manejo sustentável de águas pluviais em áreas urbanas*. Texto para Discussão nº 2791, 2022. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11420/1/TD_2791.pdf. Acesso em: 5 fev. 2025.

JARDIM, S. C.; SILVEIRA, J. B.; MARTINS, P. *Captação de água de chuva em ambientes urbanos*. Revista de Recursos Hídricos, v. 35, n. 6, p. 120-134, 2022.

JUSBRASIL. *Lei nº 4248 de 16 de Dezembro de 2003, Rio de Janeiro*. Institui o Programa de Captação de Águas Pluviais no âmbito do estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/legislacao/90894/lei-4248-03>. Acesso em: 4 ago. 2025

MAPFRE. *O desafio atual da gestão hídrica nas grandes cidades*. 2023. Disponível em: <https://www.mapfreglobalrisks.com/pt-br/gerencia-riscos-seguros/estudos/o-desafio-atual-da-gestao-hidrica-nas-grandes-cidades/>. Acesso em: 5 fev. 2025.

NUNES, A. C.; PEREIRA, R. F. *Economia da captação de águas pluviais em áreas urbanas*. Revista de Economia e Meio Ambiente, v. 20, n. 4, p. 99-112, 2022.

OLIVEIRA, G. S. *Viabilidade Técnica e Econômica de Reservatórios e Sistemas de Tratamento de Água Pluvial para um Edifício Residencial*. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

OMEGA. *Casal de Osasco constrói sistema de captação de água da chuva*. 2014. Disponível em: <https://www.masterambiental.com.br/noticias/crise-hidrica/casal-de-osasco-constroi-sistema-de-captacao-de-agua-da-chuva/>. Acesso em: 5 fev. 2025.

O'ROURKE, J. *Adaptação urbana ao clima: Soluções de captação de águas pluviais nos EUA*. Urban Studies Journal, v. 57, n. 9, p. 1829-1838, 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA. *Lei nº 10785*. Disponível em: <https://legisladoexterno.curitiba.pr.gov.br/VisualizarHTML.aspx?id=28383>. Acesso em: 04 ago. 2025.

PEIXOTO, F. D.; LIMA, V. M. *Desafios na gestão hídrica nas grandes cidades brasileiras*. Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 22, n. 1, p. 78-89, 2020.

PIZZOL, M.; SCHNEIDER, G.; ZAHN, C. *Water harvesting in urban settings: A global perspective*. Environmental Engineering Journal, v. 29, p. 420-431, 2019.

RURALTECTV. *Chuvas e enchentes RS 2024*. 2024. Disponível em: <https://www.ruraltectv.com.br/nao-foi-por-falta-de-aviso/>. Acesso em: 5 fev. 2025.

SÃO PAULO (Estado). *Manual de Conservação e Reúso de Água em Edificações*. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2005. Disponível em: <https://smastr16.blob.core.windows.net/municipioverdeazul/2011/11/ManualConservacaoReusoAguaEdificacoes.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2025.

SÃO PAULO (SP). *Lei nº 12.526, de 2 de janeiro de 2007*. Estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, 3 jan. 2007. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2007/lei-12526-02.01.2007.html>. Acesso em: 5 fev. 2025.

SILVA, J. A. da; PEREIRA, M. C. S.; SANTOS, L. M. dos. *Gerenciamento Sustentável de Água Potável e de Efluentes na EACF*. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.

SILVA, M. T. S. C.; SILVA, M. C. da. *Estudo Comparativo de Viabilidade Econômica entre Sistemas de Conservação e Uso Racional de Água*. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

SILVEIRA, L. M.; NOGUEIRA, P. T. *Modelos de captação de água pluvial: Comparação entre os sistemas em São Paulo e Rio de Janeiro*. Revista Brasileira de Hidrologia, v. 38, n. 2, p. 149-160, 2018.

THE NATURE CONSERVANCY (TNC). *O que a crise hídrica pode nos ensinar sobre a gestão dos nossos recursos?* 2021. Disponível em: <https://www.tnc.org.br/conecte-se/comunicacao/artigos-e-estudos/crise-hidrica-e-a-gestao-dos-nossos-recursos/>. Acesso em: 5 fev. 2025.