POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA CONDENSADA DE AR CONDICIONADO EM EDIFICAÇÕES DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Potential for the use of condensed water from air conditioning in buildings at the University of Brasília

Carvalho, Danilo Vieira de[1]; Sant'Ana, Daniel[2]

[1] Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Brasília-DF, Brasil, danilocarvalho@unb.br.
[2] Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Brasília-DF, Brasil, dsantana@unb.br.

RESUMO

Este estudo investiga o potencial de aproveitamento da água condensada produzida por sistemas de ar condicionado em edificações da Universidade de Brasília, frente à crescente demanda por soluções sustentáveis na gestão hídrica urbana. Com base em análise de campo e levantamento técnico dos campi Darcy Ribeiro e Planaltina da Universidade de Brasília, foram identificadas práticas correntes de descarte da água condensada e quantificados volumes gerados por equipamentos de ar condicionado em diferentes edifícios. O método considerou a relação entre capacidade de refrigeração e produção de condensado, revelando que, apesar da produção de volumes expressivos — entre 9,19 e 24,31 litros por hora — o destino predominante é o seu descarte em redes de água pluvial ou de esgoto, sem aproveitamento. Obstáculos como falta de infraestrutura, investimento inicial e ausência de integração entre projetos e políticas institucionais são apontados como limitadores. O estudo destaca alternativas de uso não potável, como irrigação paisagística e abastecimento de sanitários, e reforça o potencial de adoção dessas práticas. Conclui-se que a valorização desse recurso pode contribuir significativamente para a redução do consumo de água potável e para a resiliência hídrica urbana, recomendando-se a ampliação de iniciativas, projetos-piloto e integração entre setores públicos e privados para viabilização do aproveitamento da água condensada em ambientes urbanos.

Palavras-chave: Ar Condicionado, Água Condensada, Água de Condensação, Água Clara, Aproveitamento.

ABSTRACT

This study investigates the potential for utilizing condensate water produced by air conditioning systems in buildings at the University of Brasília, given the growing demand for sustainable solutions in urban water management. Based on field analysis and technical surveys conducted at the Darcy Ribeiro and Planaltina campuses of the University of Brasília, current practices regarding the disposal of condensate water were identified, and the volumes generated by air conditioning equipment in various buildings were quantified. The methodology considered the relationship between cooling capacity and condensate production, revealing that, despite the significant volumes produced—ranging from 9.19 to 24.31 liters per hour—the predominant destination is disposal into stormwater or sewage systems, with no reuse. Barriers such as lack of infrastructure, initial investment costs, and the absence of integration between projects and institutional policies were identified as limiting factors. The study highlights alternatives for non-potable uses, such as landscape irrigation and toilet flushing, and emphasizes the potential for adopting these practices. It concludes that valuing this resource could contribute significantly to reducing potable water consumption and enhancing urban water resilience, recommending the expansion of initiatives, pilot projects, and integration between public and private sectors to facilitate the reuse of condensate water in urban environments.

Keywords: *Air conditioning; condensate water; Condensation water; Clear Water; Water recovery.*

1 INTRODUÇÃO

A intensificação dos desafios relacionados à gestão dos recursos hídricos nas cidades têm impulsionado a busca por soluções inovadoras e sustentáveis para conservação de água. Com o avanço da urbanização, o aumento da demanda por água potável e a frequência crescente

DOI: https://doi.org/10.46421/sispred.v4.8153

de eventos climáticos extremos, torna-se urgente repensar o consumo, descarte, aproveitamento e reúso dos recursos hídricos em ambientes urbanos (Sant'ana e Lima, 2021). No Brasil, o consumo de água nas cidades já corresponde a aproximadamente 25% do uso nacional, o que eleva ainda mais a pressão sobre os sistemas de abastecimento e acarreta situações recorrentes de crise hídrica, como as que afetaram milhões de pessoas em episódios de seca (ANA, 2019; ANA, 2020). Esse cenário é ainda mais agravado em áreas de clima quente e seco, onde a disponibilidade hídrica tende a ser mais problemática (Congedo, Baglivo e Negro, 2021; Luqman e Al-Ansari, 2021).

Observa-se também que edificações urbanas são amplamente equipadas com sistemas de ar-condicionado — tecnologias essenciais para o conforto térmico, mas frequentemente negligenciadas como potenciais fontes alternativas de água não potável. A água condensada produzida por equipamentos de ar-condicionado, normalmente encaminhada para redes pluviais ou esgoto, representa um recurso subutilizado que poderia contribuir significativamente para a redução do consumo de água potável e o aumento da resiliência hídrica nos centros urbanos.

A produção de água condensada ocorre naturalmente quando o ar, ao passar pelas serpentinas de resfriamento do equipamento, atinge temperaturas abaixo do ponto de orvalho (Stoecker e Jones, 1985; Creder, 2004). Assim, a água goteja em uma bandeja de drenagem, podendo ser descartada ou aproveitada como fonte alternativa de água não potável. Segundo a NBR 16783 (ABNT, 2019), essa água pode ser utilizada em sistemas prediais de água não potável, contribuindo para a redução do consumo de água potável em edificações.

Estudos prévios reforçam o potencial do aproveitamento da água condensada de ar-condicionado. Exemplo disso é o sistema instalado em um hotel no México, que produziu água condensada a partir da umidade presente no ar, atendendo usos potáveis e não potáveis do edifício (Cattani, Magrini e Cattani, 2018). Em Dubai, geradores atmosféricos de grande porte alcançaram produção superior a mil litros por dia, resultado expressivo para uma região de permanente preocupação com o abastecimento de água (Cattani, Cattani e Magrini, 2023).

Experiências em hotéis do Oriente Médio mostraram que a integração entre climatização e produção de água foi suficiente para atender uma parcela significativa da demanda dos edifícios (Magrini *et al.*, 2017), enquanto outros trabalhos destacam variações de produção entre 23 e 35 litros por hora para equipamentos de grande porte (Dhamodharan *et al.*, 2024a; Dhamodharan *et al.*, 2024b). Em ambientes industriais, abordagens como a implementação de sistemas de resfriamento de ar em usinas de energia também demonstraram eficácia, obtendo produção de acima de 770 litros por hora de água condensada (Chantasiriwan, 2024).

Diante desse contexto, torna-se fundamental investigar como essa fonte alternativa de água tem sido considerada no contexto brasileiro, especialmente em instituições de grande porte como a Universidade de Brasília. Levando em conta o potencial do aproveitamento da água condensada e os desafios associados à sua adoção, o presente estudo tem como objetivo identificar oportunidades de aproveitamento da água condensada de ar-condicionado em edificações da Universidade de Brasília, avaliando o volume disponível e os obstáculos para a adoção de usos alternativos desse recurso hídrico. Com isso, busca-se subsidiar estratégias que promovam uma gestão mais eficiente e sustentável dos recursos hídricos no ambiente urbano.

2 MÉTODO

Para a elaborar este estudo, foi realizada uma análise dos procedimentos de descarte da água condensada proveniente dos sistemas de ar-condicionado em diferentes edificações da Universidade de Brasília. Inicialmente, foram escolhidas edificações dos campi Darcy Ribeiro e Planaltina da Universidade de Brasília, incluindo auditórios, edificações administrativas e de ensino de modo a abranger diferentes padrões de uso e dimensionamento dos sistemas analisados.

Em um primeiro momento, foram levantadas informações de projeto referentes à capacidade de refrigeração — expressa em toneladas de refrigeração (TR) — assim como a estimativa da quantidade de água condensada gerada por hora de funcionamento dos sistemas de ar-condicionado presentes em cada edificação selecionada. Para estimar o volume de água condensada este estudo utilizou o método proposto por Guz (2005) que associa a produção de água condensada à capacidade dos equipamentos (Eq. 1), adaptando para obter resultados em litros por hora e considerando um fator de carga de 70%.

$$Q_{água} = P \cdot f \cdot 0{,}75 \qquad \text{(Eq. 1)}$$

Sendo:

$Q_{água}$, produção de água condensada (litros por hora);
P, capacidade do sistema de ar-condicionado (toneladas de refrigeração);
f, fator de carga, que indica a porcentagem do tempo em que o sistema está operando em sua capacidade máxima.

Em um segundo momento, foram observadas práticas atuais de destinação final da água condensada em cada edificação. Essa etapa envolveu vistoria de campo e análise dos projetos de instalações prediais. Assim, foi possível identificar os diferentes modos de descarte adotados, como encaminhamento para drenagem pluvial, sumidouros de jardim ou ligação direta ao sistema de esgoto sanitário.

Por fim, todas as informações coletadas foram organizadas em uma planilha, relacionando, para cada edificação, a potência instalada, o volume estimado de água produzida, a prática de descarte adotada, a existência ou não de aproveitamento, além dos principais desafios ou obstáculos identificados para a implementação de alternativas de uso.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos procedimentos de descarte da água condensada de ar-condicionado de projetos da Universidade de Brasília revelou que a prática predominante ainda é o descarte diretamente nas redes de drenagem pluvial ou esgoto. Observou-se que nos edifícios selecionados ocorre o descarte da água condensada sem tratamento, sendo apenas encaminhada até pontos de drenagem. Segundo Creder (2004), esse padrão reflete práticas usualmente utilizadas em projetos de instalações de ar-condicionado.

A Tabela 1 apresenta um resumo das práticas de descarte e do potencial de aproveitamento da água condensada produzida pelos sistemas de ar-condicionado em diferentes edificações da Universidade de Brasília. Os dados incluem a capacidade de refrigeração instalada, a quantidade estimada de água condensada gerada por hora e a destinação desse recurso em cada caso.

Tabela 1 – Práticas de Descarte de Água Condensada de Ar Condicionado.

Edificação	Prática de Descarte	Aproveitamento	Capacidade de Refrigeração	Geração de Água Condensada
Auditório 1	Sumidouro de jardim	Aproveitado	40 TR	21,00 litros/hora
Auditório 2	Esgoto sanitário	Não aproveitado	17,5 TR	9,19 litros/hora
Edificação Administrativa e de Ensino 1	Drenagem pluvial	Não aproveitado	31,8 TR	16,70 litros/hora
Edificação Administrativa e de Ensino 2	Drenagem pluvial	Não aproveitado	41,5 TR	21,79 litros/hora
Edificação Administrativa e de Ensino 3	Drenagem pluvial	Não aproveitado	46,3 TR	24,31 litros/hora

Fonte: Autores (2025)

Nota-se que, mesmo com uma considerável produção de água condensada — entre 8,75 e 23,15 litros por hora, dependendo da potência do equipamento (de 17,5 a 46,3 toneladas de refrigeração) —, nenhuma das edificações analisadas faz uso do recurso. O descarte ocorre predominantemente por meio da drenagem pluvial, sumidouro de jardim (Figura 1) ou ligação ao sistema de esgoto sanitário.

Figura 2 – Sumidouro de jardim para infiltrar a água condensada no solo.



Fonte: Autores (2025)

No entanto, é possível identificar diferentes alternativas de aproveitamento da água condensada, embora sua implementação ainda seja pouco frequente no cenário nacional. Os principais usos alternativos encontrados envolvem a utilização desse recurso para irrigação paisagística, abastecimento de descargas sanitárias, limpeza de áreas comuns e sistemas de resfriamento secundário, como torres de refrigeração, conforme NBR 16783 (2019). Essas alternativas dependem de adaptação das instalações prediais e de processos de tratamento para garantir a qualidade da água para fins não potáveis.

O uso de sumidouros de jardim, prática identificada em uma das edificações analisadas, merece atenção especial como um exemplo de solução simplificada e de baixo custo. Diferentemente de alternativas que demandam tratamento específico da água de condensação, o sumidouro consiste em encaminhar esse subproduto diretamente para infiltração no solo, sem qualquer processo adicional. Essa estratégia minimiza o impacto sobre as redes pluviais e pode contribuir, ainda que modestamente, para a recarga local do lençol freático, configurando-se como uso ambientalmente mais consciente quando comparado ao descarte em esgoto ou drenagem convencional.

Os achados deste estudo evidenciam, conforme observado por Creder (2004) e outros autores, que o descarte de água condensada de ar-condicionado em redes pluviais, sumidouros de jardim ou esgoto sanitário predomina no contexto nacional, representando uma oportunidade desperdiçada do ponto de vista da gestão sustentável da água. Observou-se nas edificações estudadas que, mesmo diante da produção de volumes consideráveis de água — variando entre 9,19 e 24,31 litros por hora —, não foram implementadas estratégias de aproveitamento mais estruturadas desse recurso.

Observa-se também que a integração tecnológica entre equipamentos de ar-condicionado e soluções de aproveitamento da água condensada pode trazer ganhos significativos para o consumo de água não potável em edifícios. Casos relatados por Cattani e Magrini (2018) em outros contextos demonstram volumes expressivos de água condensada sendo aproveitados em diferentes finalidades.

Portanto, os dados obtidos na Universidade de Brasília ilustram tanto os desafios quanto o potencial de transformação dos sistemas de climatização predial para gestão hídrica eficiente. Ainda que soluções simples como os sumidouros representem um avanço em relação ao descarte convencional, o aproveitamento pleno da água condensada — aliado a estratégias de integração de projetos e incentivo institucional — pode, de fato, posicionar esse recurso como uma alternativa relevante na agenda de enfrentamento da crise hídrica urbana.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo tem como objetivo identificar oportunidades de aproveitamento da água condensada de ar-condicionado em edificações da Universidade de Brasília, avaliando o volume disponível e os obstáculos para a adoção de usos alternativos desse recurso hídrico. Com isso, busca-se subsidiar estratégias que promovam uma gestão mais eficiente e sustentável dos recursos hídricos no ambiente urbano. Para tanto, realizou-se um levantamento de documentos projetuais e visitas em campo, em diferentes edificações da Universidade de Brasília. Inicialmente, foram escolhidas edificações dos campi Darcy Ribeiro e Planaltina da Universidade de Brasília, incluindo auditórios, edificações administrativas e de ensino de modo a abranger diferentes padrões de uso e dimensionamento dos sistemas analisados.

No cenário brasileiro analisado neste estudo, observa-se que práticas de aproveitamento dessa água ainda são pouco comuns, apesar de existir potencial de viabilidade para a adoção de soluções semelhantes. Isso evidencia uma lacuna entre a capacidade técnica e as iniciativas efetivamente implementadas, reforçando a necessidade de ampliar o debate e a experiência prática nesse campo.

Além disso, obstáculos como falta de infraestrutura adequada e necessidade de investimento inicial, apontados tanto por entidades técnicas quanto por órgãos reguladores, persistem como principais desafios, especialmente em edifícios existentes. Alterações recentes na legislação já buscam criar condições para superar parte dessas barreiras, mas a efetivação dessas mudanças depende de esforços adicionais em planejamento, capacitação e gestão.

Diante desse cenário, é fundamental aprofundar pesquisas sobre produção, descarte e potencial de aproveitamento da água condensada em diferentes contextos de uso, de modo a fundamentar soluções adaptadas às realidades locais. O diálogo entre engenharia, gestão pública e marcos legais amplia o alcance das alternativas e sustenta um caminho para maior sustentabilidade nos ambientes urbanos.

Considera-se, assim, que valorizar e operacionalizar o uso da água condensada em edificações urbanas pode contribuir decisivamente para a redução da demanda por água potável e para o aumento da resiliência hídrica nos centros urbanos, consolidando-se como uma alternativa estratégica diante da crise hídrica que afeta as cidades brasileiras.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 16783:** uso de fontes alternativas de água não potável em edificações, Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2019.

ANA (BRASIL). **Conjuntura dos Recursos hídricos no Brasil 2020:** informe anual. Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2020.

_____. **Conjuntura dos Recursos hídricos no Brasil 2019:** informe anual. Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2019.

BRASIL. Projeto de Lei nº 4.060-B de 2015. Dispõe sobre coleta, escoamento e aproveitamento da água proveniente do processo de condensação de aparelhos de ar condicionado. Brasília: Câmara dos Deputados, 2015.

CATTANI, L.; CATTANI, P.; MAGRINI, A. Air to Water Generator Integrated System Real Application: A Study Case in a Worker Village in United Arab Emirates. **Applied Sciences (Switzerland)**, v. 13, n. 5, 1 mar. 2023.

CATTANI, L.; MAGRINI, A.; CATTANI, P. Water extraction from air by refrigeration- experimental results from an integrated system application. **Applied Sciences (Switzerland)**, v. 8, n. 11, 16 nov. 2018.

CEARÁ. **Lei nº 16.603, de 09 de julho de 2018**. Dispõe sobre o reúso da água proveniente de aparelhos de ar condicionado no Estado do Ceará. Ceará: Assembleia Legislativa, 2018.

CHANTASIRIWAN, S. The Use of Air Cooling System in Combined Cycle Power Plant as Atmospheric Water Generator. **Eng**, v. 5, n. 3, p. 1850–1862, 14 ago. 2024.

CONGEDO, P. M.; BAGLIVO, C.; NEGRO, G. A new device hypothesis for water extraction from air and basic air condition system in developing countries. **Energies**, v. 14, n. 15, 1 ago. 2021.

CREDER, H. **Instalações de Ar Condicionado**. Rio de Janeiro: LTC, 2014. ed. 6 p. 43-44. ISBN 978-85-216-1346-6.

DHAMODHARAN, P.; AYALUR B.; JUDEFELIX J.; PRABAKARAN R.; KIM S. Energy saving potential in radiant cooling system by utilizing air-conditioning condensate: A strategy for green building rating. **Applied Thermal Engineering**, v. 236, 5 jan. 2024a.

DHAMODHARAN, P.; AYALUR B.; ANNAMALAI S.; PRABAKARAN R.; KIM S. Development and analysis of air-conditioning condensate assisted compact cooler unit: a novel approach in condensate recovery. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 149, n. 8, p. 3303–3316, 1 abr. 2024b.

GLAWE, D., WOOTEN, M. LYE, D. Quality of condensate from air-handling. **ASHRAE Journal**, 12 ed., v. 58, p. 14-23, 2016.

GUZ, K. Condensate water recovery. **ASHRAE Journal**, 6 ed, v. 47, p. 54–56, 2005.

LUQMAN, M.; AL-ANSARI, T. A novel integrated wastewater recovery, clean water production and air-conditioning system. **Energy Conversion and Management**, v. 244, 15 set. 2021.

MAGRINI, A.; CATANI L.; CARTESEGNA M.; MAGNANI L. Water production from air conditioning systems: Some evaluations about a sustainable use of resources. **Sustainability (Switzerland)**, v. 9, n. 8, 27 jul. 2017.

MATO GROSSO. **Lei nº 10.446, de 03 de outubro de 2016**. Dispõe sobre a obrigatoriedade de instalação de mecanismos de captação, armazenamento e conservação para reuso de água proveniente de aparelhos de ar-condicionado e dá outras providências. Assembleia Legislativa do Estado de Mato Grosso, 2016.

SANT'ANA, D; LIMA, T. Mudanças climáticas, mercantilização das águas e sistemas de água não potável. *In:* MORAES, G. G. B.; MONTEZUMA, T. F. P. F.; FERRAÇO, A. A. G. (Org.). **Estudos de direito das águas:** desafios jurídicos, sociais e agravantes climáticas. 1ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, v.1, p. 229-255, 2021.

STOECKER, W.; JONES J. **Refrigeração e ar condicionado**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1985. p.163.