

# APROVEITAMENTO DE ÁGUA CONDENSADA POR APARELHOS DE AR-CONDICIONADO NO IFPE/CAMPUS BELO JARDIM

USO DE AGUA CONDENSADA POR EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO EN IFPE/CAMPUS BELO JARDIM

USE OF CONDENSED WATER BY AIRE EQUIPMENT CONDITIONED IN IFPE/CAMPUS BELO JARDIM

Jailson de Arruda Almeida<sup>1</sup>; Sandro Valença<sup>2</sup>; Italo Cavalcante da Silva<sup>3</sup>.

1. Mestre em Gestão do Desenvolvimento Local Sustentável pela Universidade de Pernambuco (UPE). Professor no Instituto Federal de Pernambuco (IFPE). E-mail: [jailsonaalmeida@hotmail.com](mailto:jailsonaalmeida@hotmail.com)
2. Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Professor no Centro Acadêmico do Agreste (UFPE). E-mail: [sandro\\_valenca@hotmail.com](mailto:sandro_valenca@hotmail.com)
3. Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Técnico-administrativo no Centro Acadêmico do Agreste (UFPE). E-mail: [italo\\_cs\\_1@hotmail.com](mailto:italo_cs_1@hotmail.com)

## PALAVRAS-CHAVE

Sustentabilidade; Economia; Recursos hídricos.

## PALABRAS CLAVE

*Sustentabilidad; Economía; Recursos hídricos.*

## KEY WORDS

*Sustainability; Economy; Water resources.*

## RESUMO

Este artigo apresenta os principais resultados alcançados pelo projeto de extensão intitulado “Aproveitamento de água condensada por aparelhos de ar-condicionado em edificações do IFPE/Campus Belo Jardim”. Os resultados estão dispostos em função de objetivos: (1) Implantar um sistema de aproveitamento de água condensada por aparelhos de ar-condicionado; (2) Identificar a percepção de sujeitos quanto à implantação do sistema; e (3) Divulgar os resultados da implantação do sistema. Para a realização do estudo — bastante exploratório e descritivo —, adotou-se um conjunto de etapas em consonância com os objetivos estabelecidos. Constatou-se, através da iniciativa desenvolvida, da percepção de técnicos administrativos da Instituição e dos resultados divulgados em escolas do município de Belo Jardim (PE) que a adoção de sistemas de aproveitamento da água condensada constitui uma alternativa viável e sustentável à eliminação do desperdício de água, proporcionando benefícios nos âmbitos econômico, social e ambiental. No IFPE/Campus Belo Jardim, em especial, observou-se uma economia significativa de água, a qual antes era desperdiçada.

## RESUMEN

*Este artículo presenta los principales resultados alcanzados por el proyecto de extensión titulado “Uso de agua condensada por acondicionadores de aire en edificios en IFPE/Campus Belo Jardim”. Los resultados se ordenan en términos de objetivos: (1) Implementar un sistema para el aprovechamiento de agua condensada por aparatos de aire acondicionado; (2) Identificar la percepción de los sujetos con respecto a la implementación del sistema; y (3) Difundir los resultados de la implementación del sistema. Para llevar a cabo el estudio, bastante exploratorio y descriptivo, se adoptaron una serie de pasos acordes con los objetivos establecidos. A través de la iniciativa desarrollada, se verificó la percepción de los técnicos administrativos de la Institución y los resultados publicados en escuelas de la ciudad de Belo Jardim (PE) que la adopción de sistemas para el uso de agua condensada constituye una alternativa viable y sostenible para la eliminación de desperdicio de agua, brindando beneficios en el ámbito económico, social y ambiental. En el IFPE/Campus Belo Jardim, en particular, hubo un ahorro significativo de agua, que antes se desperdiciaba.*

## **ABSTRACT**

*This article presents the main results achieved by the extension project entitled “Using condensed water by air-conditioners in buildings at IFPE/Campus Belo Jardim”. The results are arranged according to objectives: (1) Implement a system for the use of condensed water by air-conditioning devices; (2) Identify the perception of subjects regarding the implementation of the system; and (3) Disseminate the results of the implementation of the system. To carry out the study — quite exploratory and descriptive — a set of steps was adopted in line with the established objectives. It was found through the initiative developed, from the perception of administrative technicians of the Institution and from the results published in schools in the municipality of Belo Jardim (PE) that the adoption of systems for the use of condensed water constitutes a viable and sustainable alternative to the elimination of waste of water, providing benefits in the economic, social, and environmental spheres. In the IFPE/Campus Belo Jardim, in particular, there was a significant water saving, which was wasted before.*

## **1 INTRODUÇÃO**

Sabe-se que a água é um recurso natural finito e essencial para a manutenção das formas de vida existentes no planeta. Como se não bastasse isto para justificar sua importância, ela é fundamental à prática de inúmeras e diversas atividades humanas, ao mesmo tempo em que possui valor econômico inestimável. Várias são as previsões relacionadas à escassez de água, que pode ocorrer por conta de condições climáticas e/ou hidrogeológicas, demandas excessivas e degradação do ambiente natural das bacias hidrográficas (TORRES, 2012; TUCCI, 2014; GUNKEL, 2019).

Devido à ação antrópica, tem-se elevado os níveis de consumo e de poluição de modos desenfreados deste precioso bem. Cada vez mais a problemática da escassez dos recursos hídricos vem sendo discutida, na perspectiva de adoção de medidas sustentáveis. Logo, alternativas de racionalização e aproveitamento da água surgem e são aplicadas aos projetos das edificações, como o aproveitamento de água gerada pelo funcionamento de aparelhos condicionadores de ar (ALMEIDA, MOURA, VALENÇA et al., 2015; PIMENTA, 2016).

Neste contexto, ações de reúso são cruciais, visto que permitem que um volume maior de água esteja disponível para outras finalidades, assegurando seu uso racional e reduzindo a demanda de água sobre os mananciais (HESPANHOL, 2008; RIBEIRO; RANGEL, 2012; AISSE; BASTOS, 2019).

O reaproveitamento ou o reúso é o processo pelo qual a água, tratada ou não, é reutilizada para isto ou para outro fim. Pode-se dizer que ele consiste na recuperação de efluentes de maneira que os próprios sejam destinados a aplicações menos exigentes (SOUZA Jr.; BELO; MONTEIRO et al., 2020).

O reúso de água, segundo Bernardi (2003) e Ribeiro (2008), propicia o uso sustentável dos recursos hídricos, minimiza a poluição nos mananciais, estimula o aproveitamento racional de águas de boa qualidade, diminui a tendência à erosão do solo, controla processos de desertificação, possibilita eficiência econômico-financeira, além de maximizar a infraestrutura de abastecimento de água e tratamento de esgotos.

Considerando que os aparelhos de ar-condicionado são utilizados em larga escala por órgãos públicos, e que promovem a geração de água, muitas vezes desperdiçada ao solo ou esgoto, o aproveitamento dela é uma alternativa viável e eficiente, capaz de corroborar o seu uso racional. Diversos estudos têm demonstrado isto, a exemplo daqueles desenvolvidos por Cavalcanti (2006), Cabral, Pinheiro, Ferreira et al. (2015), Fortes, Jardim e Fernandes (2015), Bastos e Calmon (2013), Barbosa e Coelho (2016), Carvalho, Sousa, Lima et al. (2016), Medina Filho, Oliveira, Souza et al. (2016) e Caldas e Camboim (2017).

Em relação à implantação de um sistema de tratamento e reaproveitamento de água, ressalta-se que um estudo é indispensável para que os investimentos sejam eficientemente aproveitados e o empreendimento tenha o retorno esperado. O estudo deve compreender alternativas de sistemas, com vista a determinar a quantidade de água gerada pelas fontes escolhidas, assim como a quantidade de água destinada às atividades fins (RIBEIRO; RANGEL, 2012).

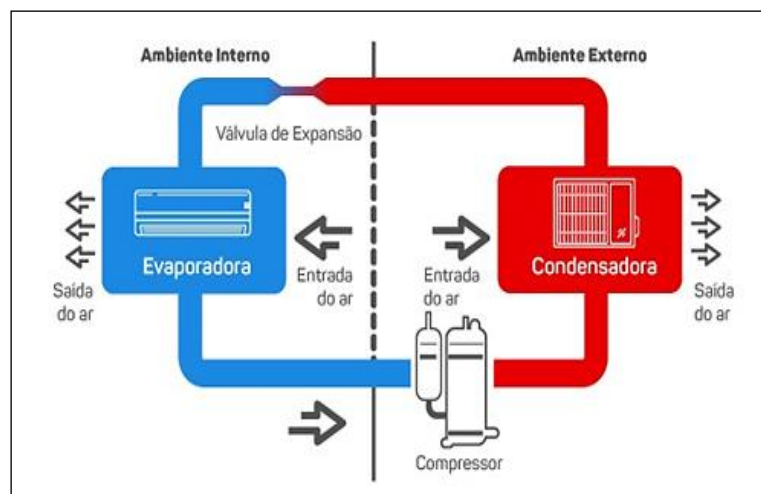
Como condição prévia à implantação de um sistema de aproveitamento de água condensada por aparelhos de ar-condicionado, é fundamental o entendimento acerca do funcionamento destes, bem como da geração de água, que muitas vezes é inutilizada.

Segundo Fortes et al. (2015), os sistemas de condicionamento abrangem tanto operações de refrigeração quanto de aquecimento de ar, com a finalidade de regular a temperatura dos ambientes. No caso da operação de refrigeração, primeiramente, o ar quente do ambiente interno é sugado por

um ventilador, atravessa o evaporador e passa pela serpentina, a qual contém gás refrigerante R-22, com uma temperatura de 7°C, em estado líquido. Logo, o ar é resfriado e devolvido ao ambiente interno.

Ao absorver o calor do ar, o gás muda de estado físico e se torna um gás, que passa por um compressor e, sob alta pressão, passa a ter uma temperatura de 52°C. Então, o gás quente passa pelo condensador do aparelho, onde ocorre a troca de temperatura com o ambiente externo, tornando-se líquido de novo — ver processo na Figura 1.

**Figura 1 – Sistema de funcionamento de aparelho de ar-condicionado.**



Fonte: Blog Dufrio Refrigeração (2018).

Em tal perspectiva, a adoção de sistemas de aproveitamento de águas provenientes dos aparelhos de ar-condicionado em órgãos públicos tem sua relevância ainda mais evidenciada quando se trata de instituições localizadas em regiões semiáridas, como é o caso do município de Belo Jardim (PE), onde o clima é marcado pela baixa umidade e pouco volume pluviométrico, o que impõe sofrimentos por conta de longos períodos de estiagem — em outras palavras, onde a escassez de água é a regra; a chuva, a exceção. Ademais, os órgãos públicos precisam ser exemplares e adotarem, por sua vez, medidas alinhadas à responsabilidade socioambiental e à sustentabilidade, sobretudo aqueles subordinados à “Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P)” (ALMEIDA; PEDROSA; VALENÇA, 2017; ALMEIDA; VALENÇA; SOARES, 2018; ALMEIDA; VALENÇA; PEDROSA, 2019).

Face ao exposto, o presente artigo apresenta os principais resultados alcançados pelo projeto de extensão intitulado “Aproveitamento de água condensada por aparelhos de ar-condicionado em edificações do IFPE/Campus Belo Jardim”, produzidos e expressos quando se buscou atingir os

seguintes objetivos: (1) Implantar um sistema de aproveitamento de água condensada por aparelhos de ar-condicionado; (2) Identificar a percepção de sujeitos quanto à implantação do sistema; e (3) Divulgar os resultados da implantação do sistema.

## 2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A organização que serviu de referência para a realização do estudo — que aconteceu entre os dias 24/04/2018 e 21/11/2018 — foi o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco/Campus Belo Jardim (IFPE/BJ), que se localiza no município de Belo Jardim (PE), na Mesorregião Agreste Pernambucano. Atualmente, o IFPE/BJ oferece ensino, pesquisa e extensão nas áreas de Agropecuária, Agroindústria, Enfermagem, Informática e Música.

Por se localizar numa região de hidrografia limitada, caracterizada por um clima que apresenta elevadas temperaturas e longos períodos de estiagem, a realização de projetos voltados à sustentabilidade, em especial hídrica, constituem relevante mecanismo ao favorecimento da convivência com o semiárido, na perspectiva da adoção de tecnologias, metodologias e técnicas simples, viáveis e eficazes que mitigam impactos negativos nos campos humano, social, econômico e ambiental.

Para a realização do estudo — bastante exploratório e descritivo —, adotou-se um conjunto de etapas em consonância com os objetivos estabelecidos. É importante ressaltar que cada etapa executada do projeto foi indispensável à eficácia e à obtenção dos resultados, após a implantação e o funcionamento do sistema de aproveitamento de água condensada.

Em síntese, o Quadro 1 expõe a sequência lógica das ações efetuadas e os respectivos procedimentos adotados para se alcançar o objetivo específico 1 — “Implantar um sistema de aproveitamento de água condensada por aparelhos de ar-condicionado”.

**Quadro 1 – Ações e procedimentos para a implantação de um sistema de aproveitamento de água condensada por aparelhos de ar-condicionado.**

Ação	Procedimento(s) adotado(s)
1. levantar o número de aparelhos de ar-condicionado e a capacidade térmica	Pesquisa documental no âmbito dos setores da organização
2. Medir a vazão de água gerada pelos equipamentos	Seleção, por amostragem, dos equipamentos; e Medição da quantidade de água gerada por cada tipo de aparelho

3. Dimensionar o sistema de coleta de água	Consolidação de dados obtidos nas etapas anteriores
4. Definir os equipamentos contemplados com o sistema	Escolha, por julgamento de conveniência, de equipamentos — prédios — para a implantação do sistema, conforme critérios de capacidade térmica, frequência de uso e capacidade de geração de água
5. Elaborar orçamento dos custos para adquirir materiais necessários à implantação do sistema	Elaboração de <i>check list</i> de materiais necessários à implantação de doze coletores de água; Realização de pesquisa de preços junto a quatro fornecedores locais — pesquisa de campo —, seguida de elaboração de mapa de preços; e Aquisição de materiais
6. Implantar o sistema	Confecção de doze coletores de água; Instalação dos coletores nos equipamentos — prédios — selecionados; e Monitoramento do sistema implantado

Para o levantamento do quantitativo de aparelhos de ar-condicionado e de suas capacidades térmicas, em BTU — “British Thermal Unit”, unidade de medida correspondente à energia necessária para elevar a temperatura de uma libra de água de um grau Fahrenheit —, foi realizada uma pesquisa documental, através de consulta a relatório emitido pelo Setor de Patrimônio do Campus, unidade responsável pelo controle patrimonial dos bens institucionais.

Obteve-se, assim, dados e informações valiosos, tais quais: registro dos aparelhos no Sistema Unificado de Administração Pública (SUAP); descrição dos equipamentos, localização e seus respectivos estados de conservação e valores patrimoniais. Isto permitiu a confecção de uma tabela síntese.

Para a realização das medições de vazão de água condensada pelos equipamentos, foram selecionados, inicialmente, 12 aparelhos de ar-condicionado, conforme suas capacidades, em BTU, de modo que fossem contemplados aparelhos distintos, a fim de subsidiar uma análise mais detalhada da quantidade de água gerada — 9.000 BTU (1); 12.000 BTU (1); 18.000 BTU (2); 24.000 BTU (2); 36.000 BTU (2); 48.000 BTU (2); e 60.000 BTU (2).

Após a seleção dos aparelhos, deu-se início à implantação provisória dos sistemas de coleta da água condensada. Nesta fase, utilizou-se, basicamente, os seguintes materiais: garrafões com capacidade aproximada de 20 litros, mangueira, abraçadeiras do tipo “enforca gato” e fita adesiva.

Os recipientes plásticos foram identificados e, depois da instalação dos sistemas, realizaram-se 5 medições de vazão de água para os equipamentos selecionados, cada uma no intervalo de uma hora. As medições tiveram início no dia 24/04/2018 e foram concluídas no dia 08/06/2018. Na ocasião, foram registrados, além do quantitativo de água gerada por cada um dos aparelhos, as condições de temperatura deles e do ambiente, pressão atmosférica e umidade do ar.

Em função de verificar a viabilidade da implantação dos coletores na instituição pesquisada, procedeu-se com a realização do dimensionamento de todo o sistema. Para tanto, foram utilizados os dados e informações obtidos por meio das medições de vazão, associada à capacidade, em BTU, de cada um dos aparelhos de ar-condicionado existentes no Campus, assim como o tempo de funcionamento de cada um deles, que se fundamentou em pesquisa junto aos funcionários dos setores.

Na etapa subsequente, preparou-se uma lista dos materiais necessários à implantação dos coletores nos aparelhos selecionados e se orçou, junto a quatro fornecedores locais, o custo médio unitário para confecção de um coletor. Entre os materiais orçados, destacam-se: tampão, de 100 mm; cano, de 100 mm; abraçadeira para cano, de 100 mm; bucha e parafuso, de 10 mm; cola de cano — grande; torneira de jardim, de 1/2”, com borracha de vedação; e Starrett.

Após tomada de decisão, subsidiada pelo orçamento, os materiais foram adquiridos. Confeccionaram-se, por conseguinte, 12 coletores, os quais foram instalados em locais distintos do Campus, considerando-se a capacidade de geração de água dos aparelhos de ar-condicionado. Selecionou-se, então, os prédios que utilizam os equipamentos com maior frequência e por maior período de tempo — além de se levar em conta a capacidade, em BTU, de seus aparelhos.

Para se alcançar o objetivo específico 2 — “Identificar a percepção de sujeitos quanto à implantação do sistema” —, selecionou-se, por julgamento de conveniência, três servidores técnicos administrativos pertencentes ao quadro de pessoal do IFPE/BJ, cujos perfis podem ser visualizados no Quadro 2.

**Quadro 2 – Perfis dos sujeitos entrevistados.**

Sujeito	Perfil do entrevistado
A	Gênero masculino; técnico administrativo em educação; assistente em administração; dez anos e seis meses de tempo de serviço na Instituição; ensino superior em Agronomia; e, especialização em gestão pública.
B	Gênero masculino; técnico administrativo em educação; assistente em administração; onze anos e seis meses de tempo de serviço na Instituição; ensino superior em Administração; especialização em gestão pública; e, mestrado em Políticas Públicas.

C	Gênero masculino; técnico administrativo em educação; auxiliar em administração; oito anos e seis meses de tempo de serviço na Instituição; ensino superior em Matemática; e, especialização em gestão pública.
---	---

As entrevistas — semiestruturadas — foram realizadas atendendo aos fundamentos éticos em pesquisa e ocorreram no período de 25 de junho a 5 de julho de 2020 — cerca de dois anos após a finalização do projeto, com o intuito de compreender eventuais contribuições advindas de sua execução — e os sujeitos foram instados a responder às seguintes indagações: 1) “Como o sr. avalia a implantação do sistema de aproveitamento de água condensada por aparelhos de ar-condicionado em edificações do IFPE/BJ?”; e 2) “De que forma o projeto impactou a comunidade do IFPE/BJ?”.

A análise das entrevistas foi dividida em quatro etapas, a saber: (i) organização do material, (ii) exploração, (iii) tratamento dos dados e informações e (iv) interpretação. O agrupamento dos achados se deu em função de aspectos significativos ao tema, o que caracterizou a pesquisa, portanto, como qualitativa básica (MERRIAM; TISDELL, 2015).

Por fim, para se alcançar o objetivo 3 — “Divulgar os resultados da implantação do sistema” —, realizou-se duas visitas a escolas do município de Belo Jardim (PE): a primeira, na Escola do Campo João Bezerra Filho — municipal —, situada na Vila Taboquinha, s/n, Zona Rural; e a segunda, na Escola de Referência em Ensino Médio Bento Américo — estadual —, situada na rua Coronel Antônio Marinho, n. 163, bairro Airton Maciel.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Objetivo 1 – Implantar um sistema de aproveitamento de água condensada por aparelhos de ar-condicionado

Acerca deste objetivo, seguem: o levantamento do quantitativo de aparelhos de ar-condicionado alocados nas edificações do Campus e a capacidade térmica; a medição da vazão de água condensada; o dimensionamento do sistema; a elaboração do orçamento dos custos e a aquisição dos materiais necessários à implantação do sistema; e, enfim, a implantação do sistema.

A Tabela 1 apresenta o quantitativo de aparelhos de ar-condicionado, suas respectivas capacidades — em BTU — e os locais em que estão situados.



Tabela 1 – Quantitativo de aparelhos de ar-condicionado, capacidade em BTU e localização.

Quantidade	Capacidade	Localização
14	9.000	Setor de Orientação Educacional; Ouvidoria; Setor de Protocolo; Auditoria Interna; Alojamento de Enfermagem; Coordenação de Pesquisa; Academia; Setor de Artes com Ênfase em Música; Sala de Irrigação; Sala da Suinocultura; Sala da Avicultura; Sala de Mecanização Agrícola
12	12.000	Setor de Biblioteca; Sala A3; Coordenação de Gestão de Tecnologia de Informação; Departamento de Administração e Planejamento; Setor de Artes com Ênfase em Música; Setor de Patrimônio/ Sala de Irrigação; Academia; Sala de jogos; Sala de Olericultura; Sala de Mecanização Agrícola
29	18.000	Sala de Topografia; Coordenação de Enfermagem; Laboratório de Enfermagem; Salas de aula A1, C2, C3, C5, C6, E1 e E2; Setor de Biblioteca; Coordenação de Agroindústria; Sala de Avicultura; Sala das Coordenações de Curso; Grêmio estudantil; Setor de Serviço e Apoio; Chefia de Gabinete; Coordenação de Música; Setor de Contabilidade; Gabinete da Direção Geral; Coordenação de Extensão; Setor de Execução Orçamentária e Financeira/ Secretaria de Registros Escolares; Departamento de Administração e Planejamento; Coordenação Geral de Administração e Finanças
26	24.000	Coordenação do Curso de Informática; Laboratório de Informática 2; Coordenação Geral de Assistência ao Educando; Setor de Compras; Supervisão Pedagógica; Coordenação de Gestão de Tecnologia de Informação; Departamento de Desenvolvimento Educacional; Coordenação Geral de Produção; Sala de Jogos; Sala das Coordenações de Curso; Setor de Artes com Ênfase em Música; Unidade Educativa de Produtos Cárneos; Salas de aula A1, A2, A3, C2, C3, C6 e C7
14	36.000	Sala de Aula Informática 1; Sala de Aula Informática 2; Laboratório de Inclusão Digital; Laboratório de Informática 1; Laboratório de Informática 3; Salas de Aula C1, C4, C7, C8, C9 e C10; Sala dos Professores; Salas de Aula Agroindústria 1 e 2
17	48.000	Auditório; Setor de Biblioteca; Laboratório de física; Mini auditório; Gabinete dos Professores de Música; Salas de aula B1, B3, B4 e B2
8	60.000	Refeitório; Almojarifado; Setor de Esporte e Lazer
<b>Total</b>		<b>120 Aparelhos</b>

Constatou-se que o IFPE/BJ possui uma diversidade de aparelhos de ar-condicionado distribuídos por quase toda a sua área construída, envolvendo ambientes administrativos e acadêmicos, inclusive contemplando salas de aula, laboratórios e outros recintos.

Com base nos dados obtidos, o número de aparelhos no Campus é significativo, abrangendo classificações diversas quanto à potência de refrigeração, variando de 9.000 a 60.000 BTU. Ademais,

praticamente todos os setores da Instituição são contemplados com tais aparelhos, o que demonstra a viabilidade e a necessidade de adoção de medidas sustentáveis para aproveitamento da água por eles gerada, nos termos do que Pimenta (2016) preconiza.

Para quantificação da vazão média de água gerada pelos aparelhos de ar-condicionado, as cinco medições foram realizadas de acordo com o método direto. A partir delas, calculou-se a média aritmética para representar a vazão média do quantitativo de água gerada por cada um dos aparelhos — ver Tabela 2.

**Tabela 2 – Quantificação da vazão média de água gerada pelos aparelhos de ar-condicionado.**

Local de instalação do aparelho	Capacidade de refrigeração (em BTU)	Vazão média por aparelho (em ml)	Vazão média por BTU (em ml)
Setor de Orientação do Educando	9.000	17	17
Setor de Patrimônio	12.000	1.051	1.051
Sala Modular - A2	18.000	1.350	1.056
Coord. Geral de Adm. e Finanças	18.000	761	
Sala Modular - A4	24.000	1.340	1.201
Bloco A - Coordenação Pedagógica	24.000	1.062	
Bloco de Informática - Sala de aula	36.000	2.576	1.825
Sala Modular - B3	36.000	1.074	
Setor de Biblioteca	48.000	891	1.351
Bloco B - Sala dos Professores	48.000	1.810	
Setor de Almoxarifado	60.000	4.150	4.106
Refeitório	60.000	4.062	

Os resultados mostraram que os aparelhos que mais geraram água, no intervalo de 1 hora, foram aqueles que apresentam maior capacidade de refrigeração, ou seja, aqueles com maior BTU, a exemplo dos aparelhos situados no Setor de Almoxarifado e no Refeitório do Campus; ao passo que o aparelho com menor capacidade, como o localizado no Setor de Orientação ao Educando, gerou uma quantidade bastante inferior de água, no mesmo intervalo de tempo — apenas 17ml.

Após o cálculo da vazão média de água gerada por cada aparelho de ar-condicionado, de acordo com a sua capacidade — em BTU —, procedeu-se com o dimensionamento do sistema de coleta e armazenamento de água condensada pelos aparelhos, cujos resultados foram sintetizados e apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3 – Quantificação da vazão média de água gerada pelos aparelhos de ar-condicionado.**

Capacidade dos equipamentos (em BTU)	Quantidade de equipamentos	Média total de horas de uso dos aparelhos (horas/semana)	Vazão média de água por aparelho (em ml/hora)	Vazão total de água (em litros/mês)
9.000	14	310	17	21,1
12.000	12	330	1.051	1.387,3
18.000	29	485	1.056	2.048,6
24.000	26	850	1.201	4.083,4
36.000	14	560	1.825	4.088
48.000	17	338	1.351	1.826,6
60.000	8	90	4.106	1.478,2
<b>TOTAL</b>	<b>120</b>	<b>2.963</b>	<b>10.607</b>	<b>14.933,2</b>

Para fins de dimensionamento, considerou-se a quantidade de horas, em média, em que os setores funcionam — diária, semanal e mensalmente. A partir disto, chegou-se ao quantitativo de água que poderia ser gerada, caso todos os aparelhos da escola fossem contemplados com a implantação do sistema. Logo após, realizou-se o orçamento para implantação do sistema.

Para tanto, pesquisou-se preços em quatro estabelecimentos comerciais do município. Em seguida, elaborou-se o mapa de preços — ver Tabela 4 —, contendo os preços médios e o menor valor pesquisado no mercado. O total de custos para implantação dos 12 coletores foi de R\$ 348,42; assim, cada coletor custou, aproximadamente, R\$ 29,35.

**Tabela 4 – Orçamento dos custos e aquisição dos materiais necessários à implantação do sistema.**

Item	Quant.	Preço 1 (em R\$)	Preço 2 (em R\$)	Preço 3 (em R\$)	Preço 4 (em R\$)	Preço Médio (em R\$)	Preço Total (em R\$)
Tampão 100mm	24	3,85	3,70	4,00	3,86	3,85	88,80
Cano 100mm	3	56,00	47,70	48,89	43,14	48,93	129,42
Abraçadeira 100mm	36	2,65	2,10	-	-	2,38	75,60
Bucha e parafuso 10mm	72	0,28	0,33	0,49	0,53	0,41	20,16
Cola de cano	2	2,88	3,40	3,34	2,83	3,11	5,66
Torneira de 1/2"	12	2,20	2,75	2,78	2,12	2,46	25,44
<i>Starrett</i>	2	5,55	5,35	1,67	6,10	4,67	3,34
<b>TOTAL (para confecção de 12 coletores de água condensadas)</b>					<b>348,42</b>		

Elaborado o orçamento, selecionou-se os prédios contemplados com a implantação dos coletores, a saber: Coordenação Geral de Administração e Finanças; Setor de Biblioteca; Laboratório de

Informática; Sala de Aula de Enfermagem; Setor de Almojarifado; Setor de Serviço e Apoio; Sala de Aula de Agroindústria; Coordenação de Música; Sala dos Professores de Música; Setor de Turnos; Setor de Execução Orçamentária e Financeira; e Setor de Compras.

A Figura 2 retrata o sistema de coleta e armazenamento de água implantado na Biblioteca do IFPE/BJ.

**Figura 2 – Sistema implantado no Setor de Biblioteca.**



O sistema se encontra em funcionamento no Campus. A princípio, a água gerada pelos 12 aparelhos contemplados com a instalação do sistema está sendo utilizada para atividades de limpeza e jardinagem.

### **3.2 Objetivo específico 2 – Identificar a percepção de sujeitos quanto à implantação do sistema**

Dos resultados das entrevistas — semiestruturadas —, em formato de feedbacks acerca do processo de implantação do sistema de coleta de água condensada e seus impactos para a comunidade acadêmica do IFPE/BJ, extraíram-se recortes de discursos de sujeitos, os quais contêm subsídios que corroboraram a relevância da iniciativa para a comunidade acadêmica e para a promoção da sustentabilidade relacionada aos recursos hídricos, conforme destacam Ribeiro e Rangel (2012).

O sujeito A, por exemplo, afirmou que o projeto impactou positivamente o Campus, uma vez que até o presente momento a água vem sendo aproveitada nas suas dependências para limpeza. Ademais, segundo ele:

A região [Mesorregião Agreste Pernambucano] também está sendo beneficiada, indiretamente, já que em boa parte do tempo ela enfrenta períodos de estiagem e o aproveitamento desta água acaba sendo uma alternativa importante — Sujeito A, entrevistado em 25/06/2020.

O sujeito B, por sua vez, destacou que os resultados do projeto foram extremamente positivos, sobretudo para alunos e servidores, pois se tornaram visíveis, na prática. Nas palavras dele:

O impacto foi bem positivo, em especial aos alunos e servidores, pelo fato de observarem que resultados positivos em prol do meio ambiente e da sustentabilidade podem ser obtidos a partir de iniciativas simples. [...] Usando a criatividade e despertando o engajamento da comunidade é possível, sim, com pequenas ações, obtermos grandes resultados! Então, o impacto foi muito benéfico e a iniciativa foi muito bem aceita por toda a comunidade acadêmica — Sujeito B, entrevistado em 29/06/2020.

Já o sujeito C destacou que a iniciativa foi pioneira na Instituição, cujos resultados são percebidos por meio do uso da água para atividades diversas:

Eu avalio o sistema implantado de forma positiva, pois, até o momento, não havia nenhuma ação que agregasse algo à questão ambiental, no que se refere ao reaproveitamento das águas. A iniciativa serviu para mostrar que o reaproveitamento de água a partir dos aparelhos de ar-condicionado contribui em inúmeras áreas, como a jardinagem e até mesmo para o Setor de agroindústria, que passou a utilizar o recurso para realização de análises laboratoriais — Sujeito C, entrevistado em 05/07/2020.

Os sujeitos A e B, associaram as visitas às escolas, em particular, a um importante meio de divulgação e estímulo à disseminação de práticas de aproveitamento de água:

Foram realizadas também visitas a algumas escolas com o intuito de divulgar o projeto. [...] Essa ação foi muito importante, uma vez que levou conhecimento a outras instituições e pesquisadores, para que possam desenvolver iniciativa semelhante e acabar impactando mais pessoas! — Sujeito A, entrevistado em 25/06/2020.

Em relação às visitas às outras escolas, considero ainda mais positivo! Acredito que tenha despertado o interesse e a curiosidade da comunidade escolar que as recebeu. Logo, o projeto conseguiu despertar questões ambientais e de sustentabilidade tanto na comunidade interna do

IFPE/BJ quanto na comunidade externa, cumprindo o seu objetivo enquanto projeto de extensão — Sujeito B, entrevistado em 29/06/2020.

Sobre os efeitos verificados após a conclusão do projeto, o sujeito C enfatizou que:

[...] a comunidade acadêmica passou a ver que a quantidade de água gerada por um aparelho de ar-condicionado é considerável. Inclusive, o fato despertou o interesse de instalar coletores também em suas próprias casas. No geral, o projeto mostrou à comunidade uma nova maneira de aproveitamento de água, não só dos aparelhos de ar-condicionado. E estimulou também uma discussão maior: o reaproveitamento de águas pluviais no Campus — Sujeito C, entrevista em 05/07/2020.

Na percepção dos sujeitos, portanto, evidenciaram-se o caráter inovador da iniciativa no âmbito das instituições de ensino e o estímulo à adoção de critérios de sustentabilidade e de disseminação de práticas que favorecem ganhos socioambientais, além ganhos em termos de educação ambiental. Ademais, ressaltou-se o uso da água gerada pelos aparelhos de ar-condicionado para diversas aplicações, conforme preconizam Bastos e Calmon (2013).

Em síntese, os resultados do objetivo específico 2 mostraram que o projeto foi bem-sucedido.

### **3.3 Objetivo específico 3 - Divulgar os resultados da implantação do sistema**

Após a implantação do sistema e a aferição dos resultados obtidos, realizaram-se as duas visitas às escolas situadas no município de Belo Jardim (PE). A primeira visita ocorreu no dia 18 de outubro de 2018, na Escola do Campo João Bezerra Filho, situada na Vila Taboquinha, s/n, Zona Rural, Belo Jardim (PE). Na ocasião, a equipe do projeto foi recebida pela gestora da escola, professores e alunos. A segunda visita, por sua vez, ocorreu no dia 21 de novembro de 2018, na Escola de Referência em Ensino Médio Bento Américo, situada na rua Coronel Antônio Marinho, n. 163, bairro Airton Maciel, Belo Jardim (PE). A divulgação foi feita para representantes da gestão escolar, assim como alunos e professores presentes.

A Figura 3, por exemplo, retrará a visita que foi realizada à Escola de Referência em Ensino Médio Bento Américo.

**Figura 3 – Visita à Escola de Referência em Ensino Médio Bento Américo.**



A realização das visitas às escolas para divulgação das ações realizadas pelo projeto foi de fundamental importância para a disseminação de práticas que favorecem a sustentabilidade e o aproveitamento dos recursos hídricos. A iniciativa, por conseguinte, constituiu-se como a principal atividade plena de caráter extensionista do projeto executado no IFPE/BJ, em parceria com instituições de ensino locais.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Implantado o projeto de extensão intitulado “Aproveitamento de água condensada por aparelhos de ar-condicionado em edificações do IFPE/Campus Belo Jardim”, constatou-se importantes resultados, do ponto de vista da sustentabilidade, a partir do equilíbrio harmônico das dimensões econômica, social e ambiental.

A adoção de sistemas de aproveitamento da água condensada constitui uma alternativa viável e sustentável para a eliminação do desperdício deste recurso gerado por aparelhos de ar-condicionado. Ademais, o sistema constitui uma solução de baixa complexidade e custo reduzido, face aos benefícios econômicos e ambientais proporcionados. E, no caso de localidades que sofrem com a escassez hídrica, a iniciativa se mostra ainda mais relevante e necessária.

Com a implantação do sistema nas edificações do IFPE/BJ, obteve-se uma economia significativa de água, a qual antes era desperdiçada. Passou-se, então, a utilizá-la para atividades de jardinagem e de limpeza de banheiros, por exemplo. De imediato, tais experiências precisam ser disseminadas em contextos escolares, empresariais, residenciais, comerciais, entre outros.

Em pleno funcionamento há cerca de dois anos, iniciativas como esta têm se mostrado bastante promissoras e capazes de proporcionar profundos impactos positivos às partes envolvidas. Em se tratando do IFPE/BJ, especialmente, o projeto trouxe inúmeros benefícios: aos estudantes, a elevação do moral, assim como despertar do interesse deles às questões socioambientais e ao senso de engajamento e pertencimento; aos servidores e funcionários terceirizados, a adesão significativa à nova metodologia, confirmada por meio da utilização que eles hoje fazem da água captada para jardinagem e atividades de limpeza, além da assumpção da manutenção do sistema; aos gestores, o desejo e o estímulo à ampliação do sistema; e às escolas parceiras, a divulgação da experiência exitosa, que lhes serviu como possibilidade de aderência aos critérios de sustentabilidade ambiental e de disseminação de informações correlatas — algo diretamente relacionado à educação ambiental e à gestão sustentável.

Tendo em vista a realização de estudos e projetos semelhantes futuros, recomenda-se que sejam ampliadas as iniciativas de divulgação de práticas de uso de água proveniente de aparelhos de ar-condicionado, de modo a abranger um número maior de escolas, associando isto à prestação de apoio e acompanhamento por parte da equipe executora do projeto, de modo a estimular o reúso de água no âmbito organizacional e, por decorrência, a contribuir ao alcance de um desenvolvimento economicamente viável, socialmente justo e ambientalmente equilibrado.

## REFERÊNCIAS

AISSE, M. M.; BASTOS, R. K. X. Reúso de água, produtividade agrícola e sustentabilidade em bacias hidrográficas. *In*: PHILIPPI Jr., A.; SOBRAL, M. do C. (Editores). **Gestão de bacias hidrográficas e sustentabilidade**. Barueri: Manole, 2019. p. 624-659.

ALMEIDA, J. de A.; MOURA, G., J. B. de; VALENÇA, S.; ALMEIDA, D. C. de.; CAVALCANTI, F. A. A. Gestão de resíduos sólidos no Centro Acadêmico de Vitória (CAV/UFPE), nordeste do Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 6, n. 2, p. 206-226, 2015.

ALMEIDA, J. de A.; PEDROSA, F. J. de A.; VALENÇA, S. Responsabilidade socioambiental em instituição de educação superior sob a perspectiva da Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P). *In*: SEABRA, G. (Org.). **Educação ambiental: natureza, biodiversidade e sociedade**. Ituiutaba (MG): Barlavento, 2017, v. 1, p. 1261-1272.



ALMEIDA, J. de A.; VALENÇA, S.; PEDROSA, F. J. de A. Gestão de resíduos sólidos em instituições de ensino público federal: uma abordagem à luz da Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P). *In*: SEABRA, G. (Organizador). **Terra: habitats urbanos e rurais**. Ituiutaba (MG): Barlavento, 2019, v. 1, p. 2389-2400.

ALMEIDA, J. de A.; VALENÇA, S.; SOARES, I. C. da S. A adoção do A3P por instituições de ensino público federal: abordagem introdutória. *In*: Cabral, B. R.; Silva, C. C. da; Paula, I. A. A. de; Assis, W. da S. (Organizador). **Gestão pública: a visão dos técnicos administrativos em educação das universidades públicas e institutos federais**. São Carlos (SP): Pedro & João Editores, 2018, v. 5, p. 360-377.

BARBOSA, T.; COELHO, L. Sustentabilidade por meio do reúso da água dos aparelhos de ar-condicionado da Faculdade de Tecnologia Deputado Waldyr Alceu Trigo – FATEC Sertãozinho. **Revista Academus**, São Paulo, v. 4, n. 1. 2016.

BASTOS, C. S.; CALMON, J. L. Uso de água residual do ar-condicionado e de água pluvial como gestão da oferta em uma edificação comercial: estudo de caso. **Revista Hábitat Sustentable**, São Paulo, v. 26, n. 74, p. 66-74. 2013.

BERNARDI, C. C. **Reuso de água para irrigação**. Brasília (DF). 2003. 63f. Monografia (Especialização em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada). Fundação Getúlio Vargas, Distrito Federal, 2003.

CABRAL, F. S.; PINHEIRO, R. F.; FERREIRA, F. R. M. FEITOSA, V. A.; TEIXEIRA, T. L. M. Sustentabilidade aplicada a partir do reaproveitamento de água de condicionadores de ar. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35, 2015, Ceara. **Anais...** Ceará: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2015.

CALDAS, J.; CAMBOIM, W. L. L. Aproveitamento da água dos aparelhos condicionadores de ar para fins não potáveis: avaliação da viabilidade de implantação em um bloco do UNIPÊ. **Revista InterScientia**, Paraíba, v. 5, n. 1, p. 166-188. 2017.

CARVALHO, I. M.; SOUSA, I. M. T.; LIMA, E. L. A.; BAYDUM, V. P. A.; SANTIAGO, A. L. S. Análise quantitativa e qualitativa de água proveniente de aparelho de ar-condicionado visando o seu reaproveitamento. *In*: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 13, 2016, Sergipe. **Anais...** Sergipe: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2016.

CAVALCANTI, C. L. B. **Contribuição ao turismo sustentável em Porto de Galinhas Ipojuca (PE) através da prática de Produção Mais Limpa em meios de hospedagem**. 2006. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

BLOG DUFRIO REFRIGERAÇÃO. **Como os condicionadores de ar criam um ambiente climatizado**. [2018]. Disponível em: <https://www.dufrio.com.br/blog/ar-condicionado/comercial/beneficios-de-ter-um-ambiente-climatizado>. Acesso em: 31 dez. 2018.

FORTES, P. D.; JARDIM, P. W. C. F. P. M. G.; FERNANDES, J. G. Aproveitamento de água proveniente de aparelhos de ar-condicionado. *In*: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 12., 2015, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Associação Educacional Dom Bosco, 2015.

GUNKEL, G. Manejo das bacias hidrográficas: serviços de ecossistemas e tecnologias. *In*: PHILIPPI Jr., A.; SOBRAL, M. do C. **Gestão de bacias hidrográficas e sustentabilidade**. Barueri (SP): Manole, 2019. p. 88-118.

HESPANHOL, I. Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 131-158, 2008.

MEDINA FILHO, M. L. P.; OLIVEIRA, L. A. N.; SOUZA, M. R.; CASTRO, R. S.; NAZARETH, T. B. Estudo da captação de água de aparelhos condicionadores de ar: uma proposta de reutilização em bacias sanitárias. *In*: ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL, 10, 2016, Paraná. **Anais...** Paraná: UNESPAR, 2016.

MERRIAM, S.; TISDELL, E. **Qualitative research: a guide to design and implementation**. [Sine loco]: John Wiley & Sons, 2015.

PIMENTA, P. L. **Análise quantitativa do aproveitamento da água dos aparelhos de ar-condicionado do Centro de Tecnologia da UFRN**. Natal (RN). 2016. 16f. Artigo científico (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

RIBEIRO, G. S. R. B.; RANGEL, M. B. A. **Reuso de água: em garagem de ônibus**. Rio de Janeiro: Fetranspor, 2012.

RIBEIRO, W. C. **Geografia política da água**. São Paulo: Annablume, 2008.

SOUZA Jr., E. G. de; BELO, G. da S.; MONTEIRO, M. J. de O.; VALENÇA, S. Gestão de recursos hídricos em região semiárida de Pernambuco, Brasil. *In*: **Educação ambiental: cenários atuais da saúde ambiental e humana** / Giovanni Seabra (Org.). Ituiutaba: Barlavento, 2020. p. 288-301.

TORRE, F. T. P. **Introdução à hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2014.