


**IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE COLETA PARA REUTILIZAÇÃO DE
ÁGUA DE CONDICIONADORES DE AR NO INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ,
CAMPUS TERESINA ZONA SUL**

**IMPLEMENTATION OF A COLLECTION SYSTEM FOR THE REUSE OF AIR
CONDITIONER WATER AT THE FEDERAL INSTITUTE OF PIAUÍ, TERESINA
SOUTH ZONE CAMPUS**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN PARA LA
REUTILIZACIÓN DE AGUA DE ACONDICIONADORES DE AIRE EN EL
INSTITUTO FEDERAL DE PIAUÍ, CAMPUS TERESINA ZONA SUR**

 <https://doi.org/10.56238/arev7n10-029>

Data de submissão: 02/09/2025

Data de publicação: 02/10/2025

Cristiany Marinho Araújo

Doutora em Biotecnologia

Instituição: Universidade Federal do Piauí

Endereço: Piauí, Brasil

E-mail: crysmarinho@ifpi.edu.br

Antonio do Nascimento Cavalcante

Doutor em Química

Instituição: Universidade Federal do Piauí

E-mail: antonio.cavalcante@ifma.edu.br

Samuel Carvalho Resende

Mestre em Arquitetura e Urbanismo

Instituição: Universidade São Judas Tadeu

Endereço: Piauí, Brasil

E-mail: samuelresende@ifpi.edu.br

Aline Kely Vieira Chaves

Mestra em Artes, Patrimônio e Museologia

Instituição: Universidade Federal do Piauí

Endereço: Piauí, Brasil

E-mail: aline.chaves@ifpi.edu.br

Amanda Marques da Costa

Graduanda em Engenharia Civil

Instituição: Instituto Federal de Ciência e Educação do Piauí

Endereço: Piauí, Brasil

E-mail: amanda.marquessouza@outlook.com

Hildo Ferreira Marques Neto

Graduando em Engenharia Civil

Instituição: Instituto Federal de Ciência e Educação do Piauí

Endereço: Piauí, Brasil

E-mail: hildoneto10@hotmail.com

Liones Rodrigues da Fonseca Junior

Graduando em Engenharia Civil

Instituição: Instituto Federal de Ciência e Educação do Piauí

Endereço: Piauí, Brasil

E-mail: lionesjuniorfonseca77@gmail.com

Maria Gabriela Vale Santiago

Graduanda em Engenharia Civil

Instituição: Instituto Federal de Ciência e Educação do Piauí

Endereço: Piauí, Brasil

E-mail: mariagabrielavalesantiago@gmail.com

RESUMO

A escassez hídrica representa um dos maiores desafios ambientais da atualidade, impactando diretamente o abastecimento e a gestão dos recursos naturais. No Instituto Federal do Piauí (IFPI) – Campus Teresina Zona Sul, o consumo de água tem apresentado crescimento contínuo, acompanhado pelo aumento dos custos devido à implementação da tarifa de esgoto. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo desenvolver e implementar um protótipo para a captação e reutilização da água proveniente dos aparelhos de ar-condicionado, visando reduzir o consumo de água potável e promover a sustentabilidade no campus. A metodologia envolveu o levantamento de dados de consumo hídrico, a identificação e análise dos equipamentos de climatização instalados, o dimensionamento do sistema com base em normas técnicas e a construção do protótipo com tubulações direcionadas para um reservatório utilizado para atividades não potáveis. Após um mês de funcionamento, mesmo em período de baixa demanda decorrente das férias escolares, o sistema coletou cerca de 400 litros de água, evidenciando seu funcionamento eficiente e seu potencial de ampliação para outras áreas do campus. Além da redução do desperdício, observou-se a mitigação de danos estruturais nos locais onde a água antes era descartada, indicando benefícios ambientais e econômicos, bem como potencial educativo para sensibilizar a comunidade acadêmica sobre o uso racional da água.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Recursos Hídricos. Ar-Condicionado. Reaproveitamento. Economia.

ABSTRACT

Water scarcity represents one of the greatest environmental challenges today, directly impacting supply and the management of natural resources. At the Federal Institute of Piauí (IFPI) – Teresina South Zone Campus, water consumption has shown continuous growth, accompanied by rising costs due to the implementation of the sewage tariff. In this context, this study aimed to develop and implement a prototype for the collection and reuse of water from air conditioning units, with the purpose of reducing potable water consumption and promoting sustainability on campus. The methodology involved collecting water consumption data, identifying and analyzing the installed air conditioning equipment, sizing the system based on technical standards, and constructing the prototype with pipelines directed to a reservoir used for non-potable activities. After one month of

operation, even during a period of low demand due to school vacations, the system collected approximately 400 liters of water, demonstrating its efficient performance and potential for expansion to other areas of the campus. In addition to reducing waste, structural damage was mitigated in the locations where the water had previously been discarded, indicating environmental and economic benefits, as well as educational potential to raise awareness among the academic community about the rational use of water.

Keywords: Sustainability. Water Resources. Air Conditioning. Reuse. Savings.

RESUMEN

La escasez hídrica representa uno de los mayores desafíos ambientales de la actualidad, impactando directamente el abastecimiento y la gestión de los recursos naturales. En el Instituto Federal de Piauí (IFPI) – Campus Teresina Zona Sur, el consumo de agua ha mostrado un crecimiento continuo, acompañado por el aumento de los costos debido a la implementación de la tarifa de alcantarillado. En este contexto, este trabajo tuvo como objetivo desarrollar e implementar un prototipo para la captación y reutilización del agua proveniente de los aparatos de aire acondicionado, con el fin de reducir el consumo de agua potable y promover la sostenibilidad en el campus. La metodología incluyó el levantamiento de datos de consumo hídrico, la identificación y análisis de los equipos de climatización instalados, el dimensionamiento del sistema con base en normas técnicas y la construcción del prototipo con tuberías dirigidas a un reservorio utilizado para actividades no potables. Después de un mes de funcionamiento, incluso en un período de baja demanda debido a las vacaciones escolares, el sistema recolectó aproximadamente 400 litros de agua, evidenciando su funcionamiento eficiente y su potencial de ampliación a otras áreas del campus. Además de la reducción del desperdicio, se observó la mitigación de daños estructurales en los lugares donde antes se desechaba el agua, lo que indica beneficios ambientales y económicos, así como un potencial educativo para sensibilizar a la comunidad académica sobre el uso racional del agua.

Palabras clave: Sostenibilidad. Recursos Hídricos. Aire Acondicionado. Reaprovechamiento. Ahorro.

1 INTRODUÇÃO

A água é imprescindível para a vida, constituindo um recurso escasso e portador de valor econômico significativo. A sua limitação pode advir de fatores climáticos, hidrogeológicos, da demanda excessiva ou ainda da degradação ambiental das bacias hidrográficas. Estudos recentes apontam que o Brasil enfrenta desafios crescentes quanto à segurança hídrica sob os efeitos das mudanças climáticas e do uso humano intensivo dos recursos hídricos (Ballarin et al., 2023; Climate Change Impacts on Groundwater..., 2023; OECD, 2022). Reconhece-se que a água é vital para quase todas as atividades humanas — sejam elas urbanas, industriais ou agropecuárias. Diante da escassez global potencializada pelas alterações climáticas e pela elevação da demanda, cresce a preocupação com práticas voltadas para a conservação e o uso eficiente dos recursos hídricos (OECD, 2022; Meira Neto et al., 2024; UNESCO, 2021).

Em 2025, o estado do Piauí enfrenta uma das piores crises hídricas de sua história recente. De acordo com o Monitor de Secas, 100% do território piauiense encontra-se sob algum grau de seca, com 126 municípios em situação de emergência reconhecida oficialmente (SEMARH, 2025a). Além disso, aproximadamente 22,2% da área estadual voltou a registrar seca extrema (grau S3), condição que não era observada desde 2018 (SEMARH, 2025b). Outro dado preocupante é que cerca de 45% do território do Piauí foi classificado em seca grave (grau S2) entre abril e maio de 2025, configurando o pior cenário desde 2019 (ANA, 2025).

Os impactos dessa crise são múltiplos e abrangem setores essenciais da vida social e econômica. No meio urbano, o abastecimento de água potável tem sido severamente comprometido, com reservatórios e barragens em níveis críticos (PIAUÍ, 2025a). Já nas áreas rurais, os prejuízos recaem sobre a agricultura e a pecuária, afetando tanto a produção de alimentos quanto a manutenção dos rebanhos (CONECTA PIAUÍ, 2025). Esses efeitos refletem diretamente na qualidade de vida da população, aumentando os riscos de doenças relacionadas à escassez hídrica, agravados pelo calor excessivo e pela baixa umidade do ar (PIAUÍ, 2025b).

No Instituto Federal do Piauí (IFPI) – Campus Teresina Zona Sul, a problemática do consumo hídrico demanda atenção especial, considerando-se as dificuldades regionais quanto à disponibilidade de água e o uso intensivo em atividades cotidianas. Tendo em vista que a Política Nacional de Recursos Hídricos do Brasil, estabelecida pela Lei Federal nº 9.433/1997, enfatiza a importância da gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos, promovendo o uso eficiente e a conservação da água (BRASIL, 1997, art. 1º).

Dessa forma, torna-se essencial adotar técnicas estratégicas de reaproveitamento da água, associadas a mudanças de hábitos por parte da sociedade, de modo a garantir o uso sustentável desse

recurso e diminuir a pressão sobre os mananciais. Os aparelhos de ar-condicionado, durante seu funcionamento, geram água proveniente da condensação da umidade do ar, que se acumula e escorre pela tubulação de drenagem ao resfriar o ambiente interno (FORTES et al., 2015). Na maior parte das vezes, esse recurso hídrico não é aproveitado, e considerando a ampla utilização de sistemas de climatização em edifícios residenciais e comerciais, o volume descartado pode ser bastante expressivo.

Sob essa ótica, estudos realizados por diferentes autores, como Santos (2025), Mota et al. (2011) e Fortes et al. (2015), evidenciam que o reaproveitamento da água gerada pela condensação dos aparelhos de ar-condicionado configura-se como uma alternativa sustentável e de baixo custo, especialmente para atender a demandas de uso não potável, funcionando como fonte complementar de abastecimento.

Diante da atual necessidade de adotar práticas que promovam o uso racional dos recursos naturais, e considerando o número expressivo de aparelhos de ar-condicionado instalados no Instituto Federal do Piauí – campus Teresina Zona Sul, reconhece-se o potencial hídrico disponível para aproveitamento. Promovendo simultaneamente a conscientização da comunidade acadêmica sobre a importância da conservação dos recursos hídricos. Além dos benefícios ambientais diretos, como a redução do desperdício e a preservação dos recursos naturais locais, espera-se que a iniciativa funcione como um modelo replicável, tanto para outras áreas do campus quanto para instituições educacionais interessadas em adotar práticas sustentáveis de gestão hídrica.

Nesse contexto, o presente estudo teve como finalidade a implementação de um protótipo destinado à reutilização da água condensada proveniente de condicionadores de ar para fins não potáveis, quantificando a água condensada produzida por estes equipamentos e analisando os possíveis benefícios ambientais e econômicos que seu aproveitamento poderia trazer à instituição.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ANÁLISE DAS FATURAS DE CONSUMO DE ÁGUA

Para o presente estudo, realizou-se uma pesquisa detalhada das faturas de consumo de água do Instituto Federal do Piauí (IFPI), campus Teresina Zona Sul, com o propósito de levantar dados e efetuar uma análise comparativa da evolução do consumo hídrico nos anos de 2023, 2024 e 2025. A investigação busca compreender a tendência de crescimento no volume consumido e os respectivos impactos financeiros refletidos nas tarifas cobradas pela concessionária.

Outro aspecto relevante a ser considerado é o impacto da taxa de esgoto no valor total das contas sendo realizada pela empresa Águas de Teresina, que passou a ocorrer a partir do ano de 2025.

Segundo a Lei nº 14.026/2020, quando houver rede pública de esgotamento sanitário disponível, o usuário estará sujeito ao pagamento da tarifa correspondente, sendo estabelecida uma cobrança mínima pelo serviço, mesmo que sua edificação não esteja conectada diretamente à rede (BRASIL, 2020). Dessa forma, a cobrança trouxe grande impacto junto a prestação do serviço de tratamento de esgoto que passou a ser obrigatória.

De acordo com a ABNT NBR 16401-3:2008, a drenagem da água proveniente dos aparelhos de ar-condicionado deve ser direcionada para a rede pluvial ou para um local adequado.

Conclui-se que a água proveniente do funcionamento dos aparelhos de ar-condicionado não está sendo coletada e direcionada de forma adequada, além de representar desperdício de um recurso que poderia ser reaproveitado. Nesse sentido, esta pesquisa propôs a captação e o aproveitamento dessa água, atribuindo-lhe uma finalidade útil e sustentável. Tal medida busca corrigir as falhas de execução da drenagem, reduzir o consumo de água potável e minimizar os custos relacionados à tarifa de esgoto, promovendo, assim, eficiência no uso dos recursos hídricos e benefícios ambientais para a instituição.

2.2 LEVANTAMENTO E CRIAÇÃO DO PROTÓTIPO DE REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA

Primeiramente, procedeu-se à definição do local destinado à instalação do protótipo de reutilização da água. Optou-se por um setor do campus acadêmico caracterizado pelo intenso funcionamento diário e pela continuidade das suas atividades ao longo de todo o ano, incluindo o período de férias letivas. A área selecionada, situada nas proximidades de um jardim, apresenta calçada de fácil acesso e permite a observação direta do sistema, o que favorece tanto a instalação do protótipo quanto a realização das análises da qualidade da água. Além disso, a localização assegura a preservação do equipamento contra possíveis interferências externas.

Após a escolha do local, procedeu-se à análise da quantidade, dos tipos e dos modelos dos aparelhos de ar-condicionado existentes no setor, bem como das respectivas potências, a fim de estimar a produção de água gerada por cada equipamento, com base nas informações técnicas disponibilizadas pelos fabricantes.

2.3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO TÉCNICO

O projeto foi desenvolvido com base nas normas técnicas ABNT NBR 15848:2010 e ABNT NBR 16401-3:2008, que estabelecem, respectivamente, diretrizes para drenagem adequada e requisitos de qualidade do ar interior em sistemas de climatização.

Com base nas informações fornecidas pelos fabricantes dos equipamentos, realizou-se o dimensionamento do sistema considerando a operação média das unidades de ar-condicionado em potência máxima, durante 10 horas diárias de funcionamento contínuo. A partir da produção média estimada, em litros por hora por unidade, foi possível calcular a geração potencial de água por dia.

O sistema de captação foi projetado utilizando tubulação de PVC instalada com a inclinação adequada, em conformidade com a NBR 16401-3:2008, conduzindo a água até um reservatório dotado de mecanismos de extravasamento e limpeza. A distribuição ocorre por gravidade, mediante tubulação equipada com registro de controle, alimentando fitas de gotejamento destinadas à irrigação do jardim. Adicionalmente, o sistema conta com um ponto de retirada, provido de torneira, para utilização da água em atividades não potáveis.

A fim de obter estimativas mais próximas da realidade, realizou-se um ensaio experimental utilizando uma unidade de ar-condicionado de menor potência, visando comparar a taxa de produção de água observada com a estimada pelo fabricante. Para o experimento, foram empregados um recipiente graduado e um cronômetro, conforme ilustrado na Figura 1. Essa metodologia permitiu determinar a taxa de geração de água por hora, fornecendo dados concretos sobre o potencial de reaproveitamento do recurso.

Figura 1. Materiais para ensaio.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Com a finalização do projeto técnico, procedeu-se ao levantamento detalhado dos materiais, insumos e equipamentos necessários para a implementação do protótipo.

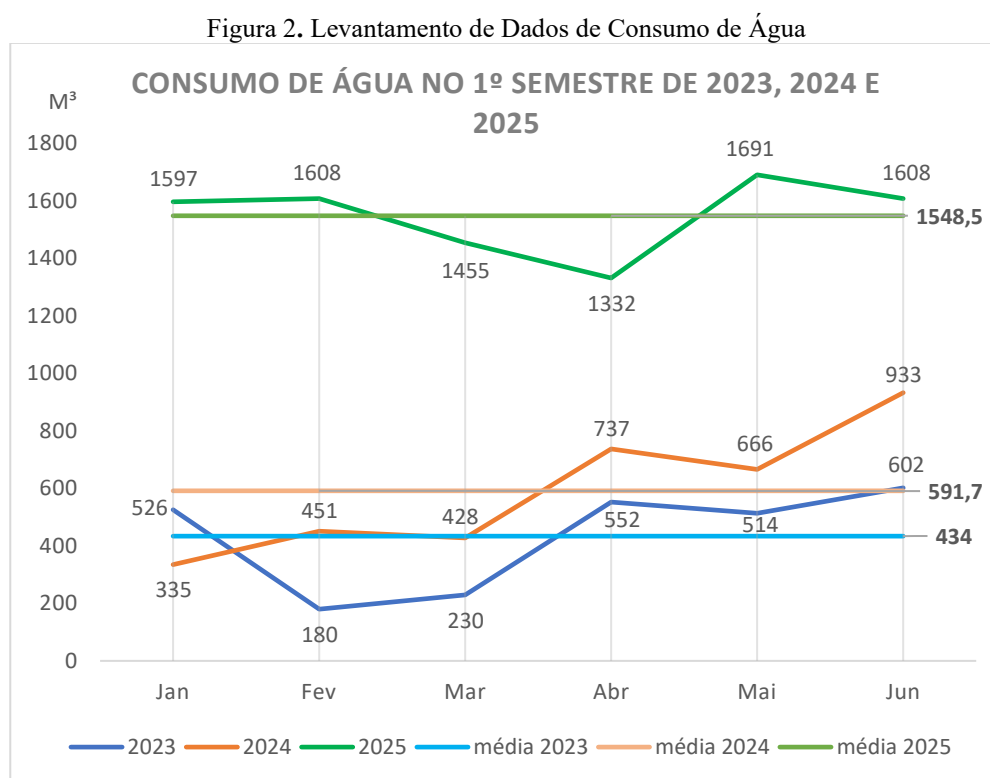
2.4 INSTALAÇÃO DO SISTEMA

A implementação do sistema não se limitou à instalação do protótipo, configurando também uma oportunidade de aprendizagem prática com elevado valor acadêmico e profissional. Todo o processo foi conduzido em estrita conformidade com as normas técnicas ABNT NBR 15848:2010 e ABNT NBR 16401-3:2008, assegurando que cada etapa — desde a fixação das tubulações até a integração final dos componentes — fosse executada de acordo com os critérios de desempenho, segurança e qualidade definidos nos referidos padrões.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CONSUMO HÍDRICO

A análise dos dados relativos ao consumo hídrico evidenciou uma tendência crescente consistente ao longo do período investigado. Conforme ilustrado na Figura 2, o comparativo referente ao primeiro semestre dos anos de 2023, 2024 e 2025 demonstra um aumento progressivo nos volumes de água consumidos, indicando um padrão de demanda ascendente que pode refletir alterações nos hábitos de utilização e nas condições operacionais das instalações.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Em 2023, observaram-se variações expressivas, com o menor registro em fevereiro (180 m^3) e o maior em janeiro (526 m^3), resultando numa média de 434 m^3 . No ano de 2024, verificou-se um

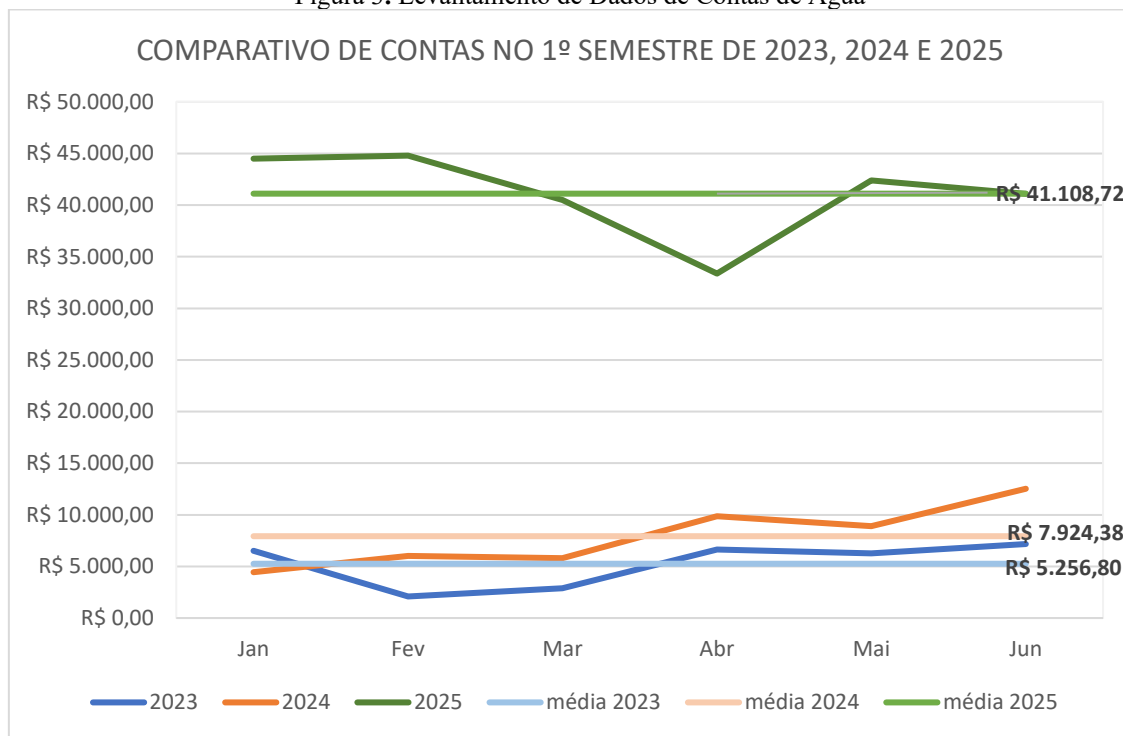
comportamento de crescimento contínuo, partindo de 335 m³ em janeiro e atingindo 933 m³ em junho, com média de 591,7 m³. Já em 2025, constatou-se um salto significativo no consumo, com valores entre 1.597 m³ (janeiro) e 1.691 m³ (maio), resultando numa média de 1.548,5 m³, aproximadamente três vezes superior à de 2023.

O aumento observado no consumo hídrico pode ser atribuído a múltiplos determinantes, incluindo a expansão do contingente de usuários e a maior taxa de ocupação do campus, a ampliação da infraestrutura construída, e a intensificação da demanda por irrigação em decorrência de variações climáticas. Adicionalmente, a ausência de políticas ou sistemas eficientes de reúso e aproveitamento de água contribui significativamente para a elevação da demanda, evidenciando lacunas na gestão sustentável dos recursos hídricos e ressaltando a necessidade de estratégias integradas de conservação e otimização do consumo.

3.2 CUSTOS E TARIFAS

O aumento no consumo repercutiu diretamente nos custos de abastecimento, que acompanharam a mesma tendência de elevação. Conforme ilustrado na Figura 3, as médias das faturas de água em 2023 e 2024 permaneceram relativamente próximas. Entretanto, em 2025 observou-se um acréscimo expressivo, explicado por dois fatores principais: (i) o crescimento acentuado no consumo; e (ii) a obrigatoriedade da cobrança da tarifa de tratamento de esgoto, implementada pela concessionária Águas de Teresina em conformidade com a Lei nº 14.026/2020.

Figura 3. Levantamento de Dados de Contas de Água



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Entre janeiro e março de 2025, a cobrança foi aplicada na proporção de 1:1, ou seja, para cada metro cúbico de água consumido, tarifou-se o mesmo volume de esgoto, o que duplicou o valor das faturas. A partir de abril, a taxa foi ajustada para 80% do volume de água registrado, reduzindo parcialmente o impacto financeiro, mas ainda mantendo os custos em patamares muito superiores aos dos anos anteriores.

3.3 IMPLICAÇÕES PARA A GESTÃO SUSTENTÁVEL DA ÁGUA

Os resultados obtidos confirmam não apenas a tendência de aumento contínuo no consumo hídrico, mas também o impacto financeiro significativo decorrente da nova política tarifária. Esse cenário reforça a necessidade urgente da adoção de medidas de gestão sustentável no campus, incluindo:

- Políticas de uso racional da água;
- Monitoramento contínuo do consumo;
- Investimento em tecnologias de reaproveitamento hídrico, como o protótipo de reutilização da água proveniente dos aparelhos de ar-condicionado.

A implementação de tais estratégias representa uma alternativa eficaz para mitigar os custos financeiros, ao mesmo tempo em que contribui para a preservação dos recursos hídricos e para a sustentabilidade institucional.

3.4 PONTOS DE DESCARTE DA ÁGUA PROVENIENTE DOS AR-CONDICIONADOS

A inspeção realizada no campus evidenciou que o sistema de drenagem dos equipamentos foi executado de maneira deficiente, apresentando escoamento direto sobre as superfícies pavimentadas. Essa inadequação tem provocado o desenvolvimento de patologias construtivas, como infiltrações e deterioração localizada das estruturas de piso e alvenaria adjacente, além de contribuir para a degradação estética do ambiente, configurando poluição visual e potencial comprometimento da funcionalidade urbana.

A Figura 4 apresenta, de forma detalhada, o ponto de descarte inadequado da água de condensação oriunda de aparelhos de ar-condicionado sobre a superfície da calçada. Tal condição resulta na formação de manchas superficiais, infiltrações localizadas e degradação do revestimento, caracterizando patologias associadas à ação contínua da umidade. Esses fenômenos confirmam o impacto estético e funcional previamente descrito, evidenciando a necessidade de intervenções corretivas e manutenção preventiva para preservação da integridade estrutural e do acabamento das superfícies afetadas.

Figura 4. Água descartada incorretamente gera lodo e patologias.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

3.5 LOCAL SELECIONADO PARA INSTALAÇÃO DO PROTÓTIPO

A Figura 5 apresenta o ambiente de instalação do protótipo, destacando fatores determinantes para sua operação eficiente, incluindo acessibilidade adequada para manutenção, integração funcional com a área verde adjacente e posicionamento estratégico que favorece o monitoramento técnico

contínuo. A configuração do local permitiu a otimização dos processos de captação e armazenamento da água, bem como a implementação de protocolos de medição e análise com elevada confiabilidade metrológica. Esses aspectos contribuíram para a obtenção de dados quantitativos consistentes sobre o desempenho hidráulico e hidrológico do sistema, fornecendo subsídios para avaliação do rendimento do protótipo, detecção de perdas, e formulação de estratégias de gestão hídrica baseadas em evidências, alinhadas a princípios de sustentabilidade e eficiência energética em sistemas de aproveitamento de água.

Figura 5. Vista do jardim juntamente com os condicionadores de ar na área externa do bloco administrativo.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Realizou-se a identificação sistemática dos aparelhos de ar-condicionado instalados no Bloco Administrativo do campus, registrando-se para cada unidade o ambiente de instalação e a potência nominal em BTUs. Esta categorização, apresentada no Quadro 1, permitiu análises detalhadas de desempenho energético e contribui para o planejamento de manutenção e otimização do consumo de energia.

O Bloco Administrativo dispõe de seis condensadores de ar-condicionado, cuja potência combinada totaliza 96.000 BTUs. Este parâmetro foi utilizado como referência para o dimensionamento e desenvolvimento do projeto técnico, subsidiando a definição de estratégias de operação, manutenção e otimização do desempenho energético do sistema.

Quadro 1. Dados e identificação dos ar-condicionados

Ar-condicionado	Potencia (BTUs)	Ambiente
AC 01	12.000	Coord. e gestão de pessoas.
AC 02	18.000	Coord. de orçamento, contabilidade e finança.
AC 03	24.000	Coord. de extensão.
AC 04	12.000	Consutorio de enfermagem.
AC 05	12.000	Consutorio médico.
AC 06	18.000	Consutorio odontológico.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

3.6 ENSAIO PILOTO - COLETA DE ÁGUA

Conforme apresentado na Figura 6, o ensaio experimental realizado com o aparelho de ar-condicionado AC 04 possibilitou a mensuração do volume de água condensada gerado em condições reais de operação. Para consolidar os resultados, elaborou-se o Quadro 2, no qual são sistematizadas informações referentes ao tempo de coleta, às conversões utilizadas e à taxa média de produção de água condensada.

Com base nesses dados, considerando-se a quantidade de aparelhos de ar-condicionado, seu posicionamento em termos de altura e comprimento, e atendendo às normas técnicas aplicáveis, foi desenvolvido o projeto para a implantação do protótipo de captação, conforme demonstrado a seguir.

Figura 6. Ensaio experimental para determinação da taxa de produção de água condensada do aparelho de ar-condicionado AC 04.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Para consolidar os resultados obtidos no ensaio experimental com o aparelho de ar-condicionado AC 04, elaborou-se o Quadro 2, no qual estão sistematizadas as informações referentes ao tempo de coleta, conversões utilizadas e a taxa média de produção de água condensada.

Quadro 2. Dados e identificação dos ar-condicionados

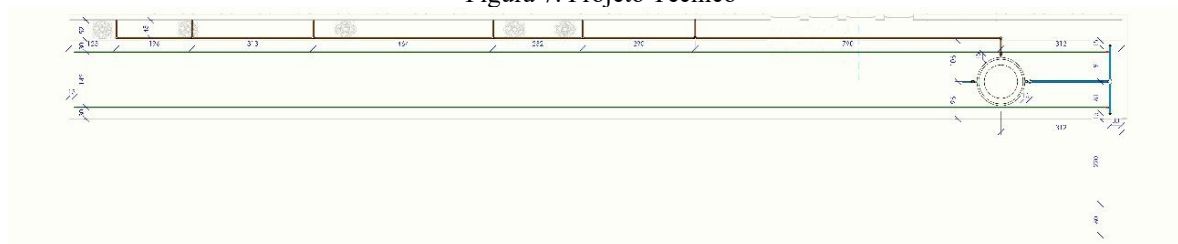
Descrição	Valor	Observação
Volume coletado	5 litros	Capacidade total do recipiente graduado utilizado no ensaio.
Tempo total de enchimento	4h 30min 23s	Período necessário para atingir o volume de 5 litros.

Tempo convertido em horas decimais	4,5064 horas	Conversão realizada para padronização dos cálculos.
Produção média de água condensada	1,11 L/h	Estimativa calculada pela razão entre volume coletado e tempo decorrido.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

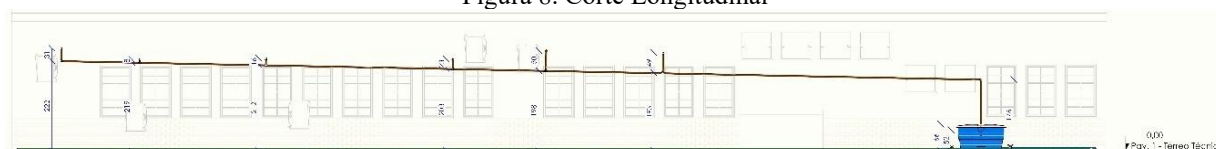
Com base nos resultados obtidos durante o experimento, e considerando a quantidade de aparelhos de ar-condicionado, seu posicionamento em termos de altura e extensão, bem como a conformidade com as normas técnicas aplicáveis, foi desenvolvido o projeto para a implantação do protótipo de captação de água condensada, conforme ilustrado na Figura 7. O projeto contemplou critérios de eficiência operacional, facilidade de manutenção e integração com a infraestrutura existente, garantindo a coleta otimizada do recurso hídrico e a confiabilidade dos dados gerados para posterior análise de desempenho do sistema.

Figura 7. Projeto Técnico



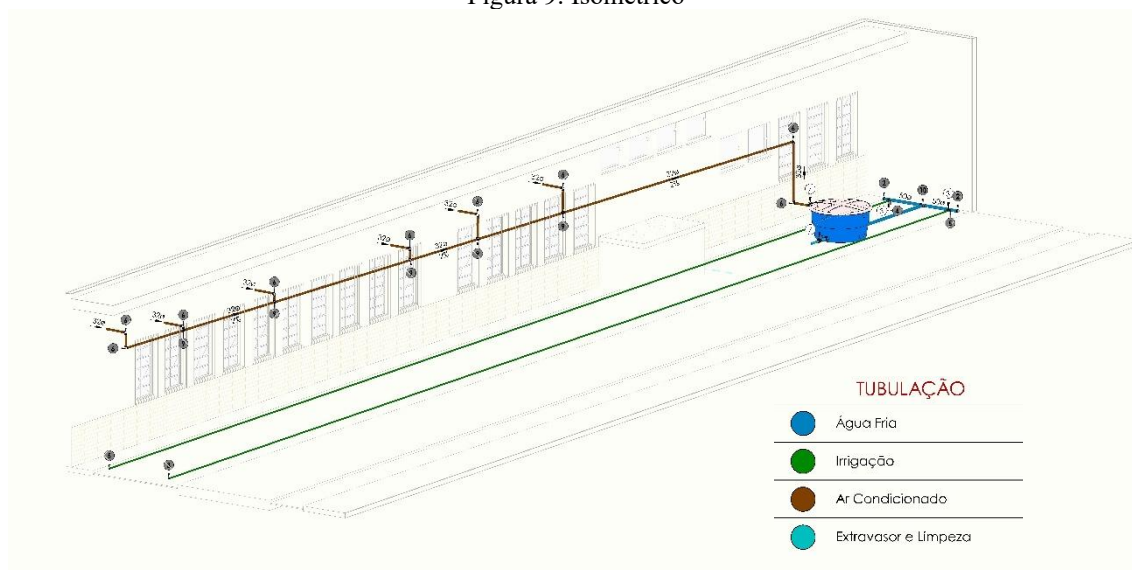
Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Figura 8. Corte Longitudinal



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Figura 9. Isométrico



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

A partir do desenvolvimento do projeto técnico, foi possível elaborar um inventário detalhado dos materiais necessários para a implementação do protótipo, assegurando maior segurança, transparência e viabilidade técnica do processo. Essa abordagem também otimizou o planejamento logístico e a aquisição dos insumos, garantindo a conformidade com os critérios de qualidade e desempenho estipulados para o sistema. Os Quadros 3 e 4 a seguir apresentam a relação completa e detalhada dos materiais utilizados.

Quadro 3. Relação de Conexões

Conexões	
Descrição do Material	Quantidade (peças)
Caixa d'água de fibra de vidro, 500L - FortLev	1
Cap, DN50mm, PVC Marrom Soldável, conforme NBR 5648	2
Chulas	2
Conectores Iniciais Com Registro 13.8mm x 16mm	2
FINAL DE LINHA C/ ROSCA PARA MANGUEIRA GOTEJADORA	2
Joelho 90°, DN32mm, PVC Marrom Soldável, conforme NBR 5648	9
Registro Esfera VS Soldável DN32mm	2
Registro Esfera VS Soldável DN50mm	1
Tê, DN32mm, PVC Marrom Soldável, conforme NBR 5648	5
Tê, DN50mm, PVC Marrom Soldável, conforme NBR 5648	1

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Quadro 4. Relação de Tubulações

Tubulações		
Descrição	Diâmetro (mm)	Comprimento (m)
Dreno Ar Condicionado - Tubo de PVC Rígido Soldável Marrom, conforme NBR 5648	32	28,49
Extravasador e Limpeza - Tubo de PVC Rígido Soldável Marrom, conforme NBR 5648	32	0,43
Irrigação - Mangueira De Irrigação Fita De Gotejamento	20	53,45
Água Fria Potável - Tubo de PVC Rígido Soldável Marrom, conforme NBR 5648	50	3,91

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

3.7 INSTALAÇÃO DO SISTEMA

A Figura 10, apresentada na sequência de imagens, ilustra etapas fundamentais da implantação do sistema, incluindo o preparo do solo, o nivelamento e a compactação da calçada para acomodação do reservatório, bem como a instalação e fixação das tubulações com inclinação projetada para garantir escoamento por gravidade otimizado. A execução foi realizada observando critérios de engenharia civil e hidráulica, incluindo controle de densidade do solo, tolerâncias de nivelamento e alinhamento das tubulações, assegurando a estabilidade estrutural e minimizando riscos de deformações ou vazamentos. Todas as etapas foram conduzidas em estrita conformidade com as normas técnicas aplicáveis, garantindo não apenas a funcionalidade e a eficiência operacional do sistema, mas também sua durabilidade, segurança e capacidade de manutenção padronizada ao longo do tempo. Este rigor metodológico permite a coleta de dados confiáveis para avaliação do desempenho hidráulico e a análise do potencial de aproveitamento hídrico do protótipo em diferentes condições operacionais.

Figura 10 – Etapas da Instalação do Protótipo.

Figura 10 (A). Preparação da base para receber o reservatório



Figura 10 (B). Instalação da tubulação de coleta



Figura 10 (C). Marcação das estradas e saídas do reservatório



Figura 10 (D). Sistema instalado e em funcionamento



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

4 CONCLUSÃO

A implementação do protótipo de captação e reutilização da água proveniente dos aparelhos de ar-condicionado no IFPI – Campus Teresina Zona Sul apresentou resultados positivos e promissores. Após um mês de operação, mesmo durante o período de baixa demanda caracterizado pelas férias escolares, foram coletados aproximadamente 400 litros de água, evidenciando o potencial relevante de um recurso que anteriormente era descartado.

Além da redução do desperdício hídrico, observaram-se melhorias nas áreas previamente afetadas pelo descarte inadequado, incluindo a diminuição de manchas, infiltrações e acúmulo de lodo, contribuindo para a preservação da integridade do pavimento e para a valorização estética do

ambiente. Esses resultados demonstram a viabilidade técnica do sistema e reforçam sua importância para a gestão sustentável dos recursos hídricos no campus.

Considerando o desempenho satisfatório e os benefícios ambientais observados, o projeto apresenta elevado potencial de escalabilidade para outros setores da instituição, possibilitando maior redução do consumo de água potável e otimização dos custos operacionais associados. Ademais, os dados obtidos a partir do monitoramento da quantidade de água coletada podem servir como instrumento pedagógico e de sensibilização ambiental junto à comunidade acadêmica, promovendo a cultura do uso racional e sustentável da água.

Portanto, conclui-se que o protótipo atende plenamente aos objetivos propostos, representando um avanço significativo na adoção de práticas sustentáveis no âmbito institucional. Além disso, o projeto pode servir como referência para outras unidades do IFPI e para instituições de ensino que enfrentam desafios similares, consolidando um modelo replicável de gestão hídrica eficiente e responsável.

REFERÊNCIAS

- ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Seca grave avança e já atinge 45% do Piauí: pior cenário desde 2019. 2025. Disponível em: <https://appm.org.br/noticia/seca-grave-avanca-e-ja-atinge-45-do-piaui-pior-cenario-desde-2019-aponta-ana>. Acesso em: 18 set. 2025.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15848: reservatórios de polietileno reforçado com fibra de vidro (PRFV) para armazenamento de água – requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16401-3: instalações de ar-condicionado – sistemas centrais e unitários – Parte 3: qualidade do ar interior. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.
- BALLARIN, A. S. et al. Brazilian Water Security Threatened by Climate Change and Human Behavior. *Water Resources Research*, v. 59, n. 7, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1029/2023WR034914>.
- BEEKMAN, Gertjan B. et al. Gerenciamento integrado dos recursos hídricos. [S.l.]: [s.n.], 2020.
- BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 16 jul. 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm. Acesso em: 26 ago. 2025.
- CLIMATE change impacts on groundwater: a growing challenge for water resources sustainability in Brazil. *Science of the Total Environment*, v. 922, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165918>.
- CONECTA PIAUÍ. Piauí é o estado mais afetado pela seca 2025, com quase 130 cidades. 2025. Disponível em: <https://conectapiaui.com.br/blog/em-pauta/piaui-e-o-estado-mais-afetado-pela-seca-2025-com-quase-130-cidades-19695.html>. Acesso em: 18 set. 2025.
- DE PAULA SLOMPO, Dieli et al. Revisão sistemática sobre a Educação Ambiental e crise hídrica no contexto da educação básica. *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, v. 18, n. 6, p. 484-501, 2023.
- FORTES, P. D.; JARDIM, P. W.; FERNANDES, J. G. Aproveitamento de água proveniente de aparelhos de ar-condicionado. *XII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia*, v. 12, n. 6, 2015. Disponível em: *Revista FT*. Acesso em: 18 set. 2025.
- FRANÇA, Geovana Ezequieli de; SILVA, Helena de Fátima Nunes; MENDONÇA, Andrea Torres Barros Batinga. A sustentabilidade na era da informação e do conhecimento: uma revisão sistemática da literatura. *Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, v. 22, p. e024005, 2024.
- MEIRA NETO, A. A. et al. Evolution of Drought Mitigation and Water Security Through 100 Years of Reservoir Expansion in Semi-Arid Brazil. *Water Resources Research*, v. 60, n. 6, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1029/2023WR036411>.

MOTA, T. R.; OLIVEIRA, D. M.; INADA, P. Reutilização da água dos aparelhos de ar-condicionado em uma escola de ensino médio no município de Umuarama-PR. Encontro Internacional de Produção Científica, v. 6, n. 4, 2011. Disponível em: Re-vista FT. Acesso em: 18 set. 2025.

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development. Fostering water resilience in Brazil: turning strategy into action. Paris: OECD Publishing, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1787/b447c2aa-en>.

PIAUÍ. Governo do Estado. Governo decreta situação de emergência em 129 municípios e adota medidas para minimizar efeitos da falta de chuvas. 2025b. Disponível em: <https://www.pi.gov.br/governo-decreta-situacao-de-emergencia-em-129-municipios-e-adota-medidas-para-minimizar-efeitos-da-falta-de-chuvas/>. Acesso em: 18 set. 2025.

PIAUÍ. Governo do Estado. Mais de R\$ 500 milhões contra a seca: confira passo a passo das ações no Piauí. 2025a. Disponível em: <https://www.pi.gov.br/mais-de-r-500-milhoes-contr-a-seca-confira-passo-a-passo-das-acoes-no-piaui/>. Acesso em: 18 set. 2025.

SANTOS, V. M. B. Avaliação do potencial de reutilização da água condensada do ar-condicionado do Fórum Rodolfo Aureliano. Revista Observatório de la Economía Latinoamericana, Curitiba, v. 23, n. 2, p. 1-20, 2025. Disponível em: Dialnet. Acesso em: 18 set. 2025.

SEMARH – Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Piauí enfrenta seca em todo o território: 126 cidades têm situação de emergência reconhecida. 2025a. Disponível em: <https://www.semar.pi.gov.br/noticias/piaui-enfrenta-seca-em-todo-o-territorio-126-cidades-tem-situacao-de-emergencia-reconhecida>. Acesso em: 18 set. 2025.

SEMARH – Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Piauí volta a registrar seca extrema após sete anos: 22,2% do território está sob impacto severo. 2025b. Disponível em: <https://www.semar.pi.gov.br/noticias/piaui-volta-a-registrar-seca-extrema-apos-sete-anos-222-do-territorio-esta-sob-impacto-severo>. Acesso em: 18 set. 2025.

UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. The United Nations World Water Development Report 2021: Valuing Water. Paris: UNESCO, 2021. Disponível em: <https://www.unesco.org/reports/wwdr/2021/ar>. Acesso em: 18 set. 2025.