



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL**

TAIZE BORGES DA COSTA

**REUSO DAS ÁGUAS DE ARES CONDICIONADOS PARA FINS NÃO POTÁVEIS,
BLOCO 14 DO IFTO – CAMPUS PALMAS.**

**PALMAS
2025**

TAIZE BORGES DA COSTA

**REUSO DAS ÁGUAS DE ARES CONDICIONADOS PARA FINS NÃO POTÁVEIS,
BLOCO 14 DO IFTO – CAMPUS PALMAS.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como
requisito parcial para obtenção do título de Bacharel
no Curso Superior de Engenheiro Civil do Instituto
Federal do Tocantins, Campus Palmas.

Orientador: Prof.^a Me. Adriana Soraya Alexandria
Monteiro

**PALMAS
2025**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

C838r Costa, Taize Borges da
REUSO DAS ÁGUAS DE ARES CONDICIONADOS PARA FINS
NÃO POTÁVEIS, BLOCO 14 DO IFTO – CAMPUS PALMAS. / Taize
Borges da Costa. – Palmas, TO, 2025.
39 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins, Campus Palmas, Palmas, TO, 2025.

Orientadora: Ma. Adriana Soraya Alexandria Monteiro

1. Ar Condicionado. 2. Dificuldades de implantação. 3.
Redimensionamento. I. Soraya Alexandria Monteiro, Adriana. II.
Título.

CDD 624

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins
de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a).**

TAIZE BORGES DA COSTA

**REUSO DAS ÁGUAS DE ARES CONDICIONADOS PARA FINS NÃO POTÁVEIS,
BLOCO 14 DO IFTO – CAMPUS PALMAS.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Coordenação do curso de Engenharia Civil Instituto
Federal do Tocantins - Campus Palmas, como
exigência à obtenção do grau em Engenheiro Civil.

Aprovado em: 11/02/2025

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **ADRIANA SORAYA ALEXANDRIA MONTEIRO**
Data: 24/02/2025 17:41:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Me. Adriana Soraya Alexandria Monteiro
Orientadora
IFTO – Campus Palmas

Documento assinado digitalmente
 **ALICE ROCHA DE SOUZA**
Data: 24/02/2025 19:03:19-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr. Alice Rocha de Souza
IFTO – Campus Palmas

Documento assinado digitalmente
 **MARCELO MENDES PEDROZA**
Data: 24/02/2025 18:03:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^o Dr. Marcelo Mendes Pedroza
IFTO – Campus Palmas

RESUMO

O objetivo deste foi reutilizar a água proveniente dos aparelhos de ar condicionado do bloco 14 do IFTO – Campus Palmas com o propósito de reduzir o consumo de água potável. Sendo a metodologia adotada uma revisão bibliográfica seguida da implantação do sistema proposto em trabalhos anteriores, para que os colaboradores do Campus Palmas pudessem utilizar esse recurso na irrigação de jardins e na limpeza externa do prédio. Assim, em novembro de 2024, foi iniciada a implantação do sistema de coleta de água proveniente dos aparelhos de ar condicionado no Bloco 14. No entanto, foi observado um aumento significativo no volume gerado, pois nesses últimos anos foram ampliados o número de cursos noturnos e o bloco 14, atualmente funciona em três turnos, e os ares condicionados são mais potentes; o que resultou na necessidade de redimensionamento do sistema, dificultando a implantação imediata devido a mudança de material, dessa maneira foi abordado aqui os problemas da implantação e o novo dimensionamento. Os dados do redimensionamento indicaram que a produção de água é alta, atingindo em torno de 1.544 litros por dia, com uma vazão média de 102,98 L/h, considerando um período de operação de 15 horas diárias, gerando a necessidade do aumento no diâmetro dos tubos para $D = 32$ mm, e da troca do reservatório original de 500 litros por um de 2.000 litros, de maneira a assegurando espaço suficiente para o armazenamento do volume gerado. A análise da qualidade da água gerada, que foi baseada em trabalhos outros, demonstrou que sua composição é adequada para usos não potáveis, como irrigação e limpeza de áreas externas. Além disso, a implementação desse sistema reforça práticas sustentáveis no campus, contribuindo para a redução do consumo de água potável e incentivando ações de conscientização ambiental.

Palavras-chave: Ar Condicionado. Reuso da Água. Dificuldades de implantação. Redimensionamento.

ABSTRACT

COSTA BORGES, Taize. **REUSO DAS ÁGUAS DE ARES CONDICIONADOS PARA FINS NÃO POTÁVEIS, BLOCO 14 DO IFTO – CAMPUS PALMAS**. 2025. 40 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado em Engenharia Civil – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins. Palmas, 2025.

The objective of this project was to reuse the water from the air conditioning units in Block 14 of IFTO – Campus Palmas to reduce potable water consumption. The methodology adopted consisted of a bibliographic review followed by the implementation of the system proposed in previous studies, allowing Campus Palmas staff to use this resource for garden irrigation and external building cleaning. Thus, in November 2024, the implementation of the water collection system from the air conditioning units in Block 14 began. However, a significant increase in the volume of water generated was observed due to the expansion of night courses and the fact that Block 14 now operates in three shifts, with more powerful air conditioning units. This resulted in the need to resize the system, making immediate implementation difficult due to the change in materials. This study addresses the implementation challenges and the new system sizing. The resizing data indicated that water production is high, reaching around 1,544 liters per day, with an average flow rate of 102.98 L/h, considering a daily operation period of 15 hours. This created the need to increase the pipe diameter to $D = 32$ mm and replace the original 500-liter reservoir with a 2,000-liter one, ensuring sufficient storage capacity for the generated volume. The analysis of the water quality, based on other studies, demonstrated that its composition is suitable for non-potable uses, such as irrigation and external area cleaning. Furthermore, the implementation of this system reinforces sustainable practices on campus, contributing to the reduction of potable water consumption and promoting environmental awareness initiatives

Keywords: Air Conditioning. Water Reuse. Implementation Challenges. Redimensioning.

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Distribuição de território, acesso à água e densidade populacional nas cinco regiões do Brasil.....	13
Tabela 02 – Umidade relativa do ar da EMA	28
Tabela 03 – Volumes de água gerados nos equipamentos monitorados no bloco 08, modelo split de 36.000 BTUs.....	29
Tabela 04 – Volumes de água gerados nos equipamentos monitorados no bloco 08, modelo split de 18.000 BTUs.....	30
Tabela 05 – Dimensionamento de Reservatório considerando uso 7:00 às 22:00 do Bloco 14.....	31
Tabela 06 – Características da água proveniente do aparelho de ar condicionado de 42.000 BTUs.....	32

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – A classificação dos tipos de reuso.....	14
Figura 02 – Diagrama de operação do ar condicionado.....	16
Figura 03 – Imagem aérea do Campus Palmas -TO.....	20
Figura 04 – Fachada lateral do bloco 14 do IFTO.....	21
Figura 05 – Instalação da tubulação no bloco 14.....	22
Figura 06 – Extravasamento da água do ar-condicionado.....	23
Figura 07 – Remoção da tubulação após o extravasamento.....	24
Figura 08 – Total de precipitação mensal em milímetros na estação meteorológica de Palmas.....	27
Figura 09 – Placa uso de água não potável.....	33

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas
BTU	British Thermal Unit
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
EMA	Estação Meteorológica Automática
IFTO	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
LABMET	Laboratório de Meteorologia e Climatologia
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
PURA	Programa de Uso Racional da Água
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
UFT	Universidade Federal do Tocantins
VMP	Valor Máximo Permitido

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. PROBLEMA DE PESQUISA	10
3. JUSTIFICATIVA	10
4. OBJETIVOS	10
4.1 Objetivo Geral	10
4.2 Objetivos Específicos	11
5. REVISÃO DE LITERATURA	11
5.1 Recursos Hídricos no Brasil	11
5.2 Classificação das Águas de Reuso	12
5.3 Processo de Condicionamento de Ar Condicionado Split	14
5.4 Processo de Condicionamento de Ar Condicionado Central	15
5.5 Reuso da Água de Aparelho de Ar Condicionado: Potencial e Viabilidade	16
5.6 Patologias Resultantes ao Descarte Inadequado da Água de Condensação	16
5.7 Aspectos Legais e Normativas	17
6. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	19
6.1 Descrição Climática da Região de Estudo	20
6.2 Levantamento de Dados	21
6.3 Dificuldades na implantação do sistema de coleta de água dos ares condicionados	21
6.4 Leitura diária do hidrômetro	23
6.5 Determinação do Volume de Água	23
6.6 Determinação da Vazão Total	24
6.7 Conversão para Vazão em m ³ /s	24
6.8 Determinação do Diâmetro da Tubulação e Reservatório	25
6.9 Análise da Água Proveniente dos Aparelhos de Ar-Condicionado	26
7. RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
7.1 Dados de precipitação e a umidade relativa do ar em Palmas em 2024	26
7.2 Dimensionamento	27
7.3 Reservatório	29
7.4 Análise da Água dos Aparelhos de Ar-Condicionado	30
7.6 Conscientização do reaproveitamento da água dos ares condicionados	32
8. CONCLUSÃO	34
9. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	35
10. REFERÊNCIAS	36
11. ANEXOS	39

1. INTRODUÇÃO

A falta de água em nível mundial é intensificada devido à desigualdade social, que se evidencia por meio das discrepâncias entre nações industrializadas e em desenvolvimento. Por conseguinte, surge a sugestão do crescimento sustentável, que consiste no progresso capaz de satisfazer as exigências da atualidade, mantendo a habilidade de suprir as demandas das futuras gerações (Fortes, Jardim e Fernandes, 2015).

Dentro desse contexto, a busca por alternativas de suprimento de água se torna crucial para minimizar os impactos das ações humanas nos recursos hídricos. Dessa forma, surge a possibilidade de reutilização da água como uma forma de reduzir o desperdício. Logo, a coleta de água proveniente da condensação do ar pelos aparelhos de ar condicionado é uma alternativa sustentável que incentiva o uso responsável da água, preservando os recursos hídricos para as futuras gerações (Rezende, 2016).

Além disso, o município de Palmas, localizado no estado do Tocantins, apresenta um clima tropical com período de seca no inverno e temperaturas elevadas ao longo de todo o ano, assim as temperaturas mais altas costumam ocorrer nos meses de agosto e setembro, chegando a valores médios próximos de 35°C. No entanto, o mês de julho é o mais frio, com uma média mínima de 20°C, resultando em uma temperatura anual média de 26°C (Sonda, 2020). Logo, é imprescindível o uso constante do ar condicionado ao longo de todas as estações do ano.

Nesse contexto, em Palmas, a coleta da água proveniente das condensadoras dos aparelhos de ar-condicionado surge como uma alternativa viável para conservação e redução do consumo de água potável em atividades não potáveis, como a irrigação de jardins, a limpeza de ambientes, a descarga em vaso sanitário, entre outras Felício (2019). Além disso, o gotejamento causado pela água do ar condicionado que não está sendo drenada corretamente pode acarretar em diversas patologias, prejudicando tanto a estrutura da edificação quanto a sua aparência visual.

Neste estudo, foi realizada uma análise da quantidade de água produzida pelas condensadoras dos aparelhos de ar condicionado do Bloco 14 do IFTO - Campus Palmas, armazenamento do volume produzido e disponibilizado para equipe de limpeza e irrigação de jardim. Assim, o propósito do projeto passou de quantificar o

ganho real da implantação de um sistema de drenagem, para redimensionar o sistema de coleta e acumulação da água gerada nos condicionadores de ar do bloco 14, para em seguida promover ações quanto a redução no consumo de água potável para atividades como irrigação e limpeza do entorno do referido bloco de sala de aula e setores administrativos do ensino médio integrado.

2. PROBLEMA DE PESQUISA

É, de fato, viável a utilização das águas geradas nos ares condicionados do bloco 14, para fins de limpeza e irrigação de jardins?

3. JUSTIFICATIVA

O presente estudo fundamenta-se na crescente preocupação com a escassez de água potável e na necessidade de adotar estratégias sustentáveis para a preservação dos recursos naturais. Dessa maneira, a pesquisa destaca a importância da reutilização da água condensada dos aparelhos de ar-condicionado, reduzindo a demanda por água potável e incentivando práticas sustentáveis no IFTO - Campus Palmas.

Este trabalho deu continuidade à proposta de Felício (2019) para a implantação de um sistema de reaproveitamento da água proveniente das condensadoras dos aparelhos de ar-condicionado no Campus Palmas. Dessa forma, a implantação inicial no Bloco 14 permitiu identificar falhas no sistema, tornando necessário o redimensionamento da proposta original. O sistema foi implantado no Bloco 14 devido à presença de salas de aula e administrativas, operando integralmente nos turnos matutino, vespertino e noturno.

A proposta inicial era avaliar o impacto na redução do consumo de água potável com a implantação do sistema de coleta e reuso da água dos aparelhos de ar-condicionado para fins não potáveis. No entanto, foram necessários ajustes para aprimorar a eficiência do sistema de drenagem instalados nos equipamentos do Bloco 14 do IFTO - Campus Palmas.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

Implantar e verificar a viabilidade do reuso das águas provenientes dos aparelhos de ar condicionados para fins não potáveis, visando à redução do consumo de água potável no Instituto Federal do Tocantins (IFTO) – Campus Palmas.

4.2 Objetivos Específicos

- Implantar o sistema de coleta de água dos ares condicionados;
- Verificar o funcionamento;
- Ajustar e redimensionar o sistema de geração de água do Bloco 14 do Campus Palmas, majoritariamente de aparelhos ar-condicionado de 36.000 BTUs, considerando as características operacionais dos equipamentos em 2024.

5. REVISÃO DE LITERATURA

5.1 Recursos Hídricos no Brasil

A água desempenha um papel fundamental na existência e no progresso da sociedade humana. Os diferentes tipos de recursos hídricos, como águas subterrâneas e superficiais, são vitais para garantir o seu fornecimento.

No Brasil, os usos múltiplos dos recursos hídricos são variados e a sua intensidade está diretamente ligada ao desenvolvimento social, agrícola e industrial das 12 regiões hidrográficas do país. Esses usos também estão relacionados à densidade populacional e ao nível de urbanização. Assim, os recursos hídricos, tanto superficiais quanto subterrâneos, são essenciais para atender às diversas demandas (Tundisi, 2014).

Além disso, o Brasil conta com uma ampla e valiosa diversidade de ecossistemas aquáticos continentais, formados por rios, lagos, reservatórios artificiais e áreas alagadas. Desse modo, tais ecossistemas exibem uma grande variedade de formatos e características físicas, e abrigam uma rica biodiversidade importante para o meio ambiente, a economia e a sociedade. As duas principais bacias hidrográficas do país são a Bacia Amazônica e a Bacia do Prata (Tundisi, 2014).

O Brasil é reconhecido por sua grande quantidade de água. Os habitantes do país desfrutam de um enorme potencial hídrico em comparação com outras nações. Cerca de 12% da água doce do planeta está disponível no Brasil, o que o coloca em

posição de destaque em relação aos países vizinhos das Américas. Com uma média de 177.900 metros cúbicos por segundo, o Brasil representa 53% da vazão total da América do Sul (Tomaz, 2001 apud Felício, 2019).

No Brasil é perceptível que as áreas com maior concentração de pessoas são justamente aquelas com menor quantidade de água disponível, entretanto, as regiões menos povoadas possuem maiores volumes de água, com algumas exceções. Um exemplo disso é a região sudeste do Brasil, que tem apenas 6% da água disponível no país, mas abriga 43% da população, enquanto a região norte do Brasil tem 69% da água disponível, porém apenas 8% da população do país (Felício, 2019 apud GHISI, 2006), conforme é ilustrado na Tabela 01.

Tabela 01 – Distribuição de território, acesso à água e densidade populacional nas cinco regiões do Brasil

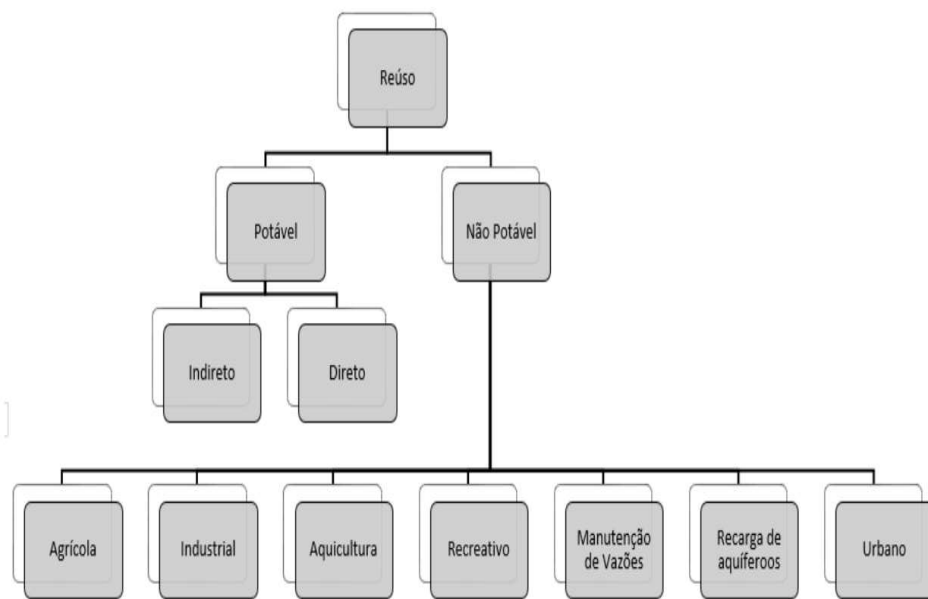
Região do Brasil	Área territorial (%)	Disponibilidade de água (%)	População (%)
Norte	45	69	8
Nordeste	18	3	28
Sudeste	11	6	43
Sul	7	6	15
Centro-Oeste	19	15	7

Fonte: (GHISI, 2006).

5.2 Classificação das Águas de Reuso

Segundo (Rezende, 2016) é fundamental analisar as diferentes categorias de reutilização da água, levando em conta a sua origem, qualidade e finalidade. Dessa forma, apresentam-se as diversas classificações para a reutilização de águas, conforme demonstrado na Figura 01.

Figura 01 – A classificação dos tipos de reuso



Fonte: (Rezende, 2016).

Reutilização de água potável:

- Direto: Quando as águas residuais tratadas com métodos avançados são reutilizadas imediatamente no sistema de fornecimento de água potável;
- Indireto: as águas residuais, uma vez tratadas, são direcionadas para corpos d'água superficiais ou subterrâneos para diluição, purificação natural e posteriormente são captadas, tratadas e, por fim, utilizadas como água potável.

Reutilização de água não potável:

- Com o intuito para fins agrícolas: serve para fertirrigação em culturas como frutíferas, cereais, entre outras plantas alimentares, assim como em pastagens, forrageiras e na hidratação de animais;
- No contexto industrial: inclui-se a utilização de sistemas de refrigeração, água para processos industriais, para alimentação de caldeiras, entre outros fins;
- Para fins urbanas: exemplos de reutilização da água para irrigação de jardins e plantas, manutenção de campos esportivos e parques, descarga de vasos sanitários, limpeza de pisos e veículos, além do abastecimento de lagoas ornamentais;
- Para fins de manutenção de vazões: usos de efluentes tratados para garantir a diluição apropriada de possíveis substâncias poluentes nas águas, abrangendo as fontes dispersas, e também para garantir um fluxo mínimo durante a estação seca;

- Aquicultura: para prática de criação de peixes e plantas aquáticas com o objetivo de obter alimentos e/ou energia, aproveitando os nutrientes contidos nos efluentes que foram tratados;
- Recarga de aquíferos subterrâneos: pode ser feito de maneira direta, através da introdução de efluentes tratados sob pressão, ou de maneira indireta, utilizando águas de superfície que foram contaminadas por efluentes tratados anteriormente.

5.3 Processo de Condicionamento de Ar Condicionado Split

Os sistemas de climatização, que envolvem tanto processos de resfriamento quanto de aquecimento do ar, controlam a temperatura de espaços internos proporcionando uma sensação de conforto térmico. Dessa forma, esses equipamentos promovem a troca de calor no ambiente, por meio da circulação do ar através da bobina do evaporador que, por contato, tem uma queda ou aumento de temperatura, conforme o ciclo utilizado, reduzindo a umidade relativa do ar no local (Costa, 2017).

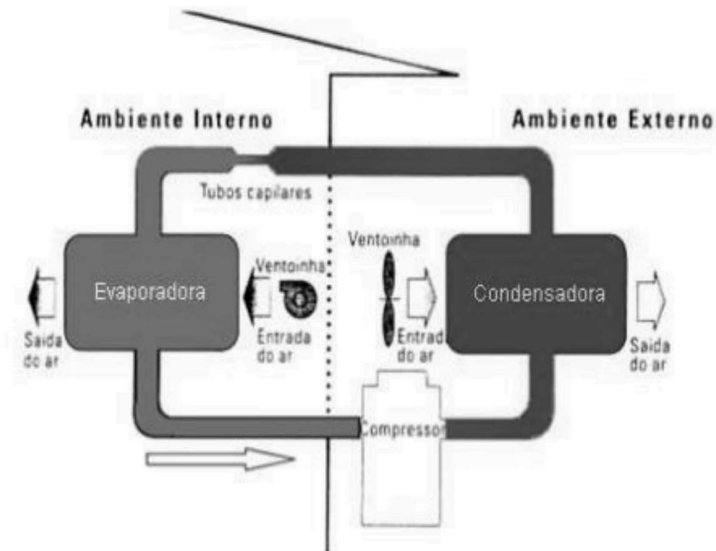
Inicialmente, é evidente discutir o sistema de refrigeração que é composto por dois tipos: o sistema de ar condicionado Split e o sistema Central. No campus Palmas, foi observado que apenas os aparelhos do tipo Split estão instalados na edificação onde será realizado a implantação do reuso de água.

O sistema de Split do ar condicionado consiste em dois componentes principais: o evaporador que fica dentro do ambiente e a condensadora que fica do lado de fora, desse modo o evaporador é responsável pela purificação do ar e seu resfriamento ao passar pela serpentina gelada, que mantém a temperatura entre 0°C e 5°C. Assim, o calor retirado é transferido para a condensadora, onde o gás é esfriado novamente e devolvido ao evaporador. Então, o calor é dissipado para fora por meio de um ventilador (Felício, 2019).

A regulação da temperatura no local acontece através de um sensor instalado no evaporador, o qual aciona o compressor sempre que necessário para controlar a temperatura interna. assim, o sistema de refrigeração é formado pelo compressor, condensador, evaporador e ventilador do motor, tendo o fluido responsável por absorver o calor do ar e passar do estado líquido para o gasoso graças ao compressor,

alcançando altas pressões e temperaturas. Assim, o gás segue para o condensador, onde perde calor e retorna ao estado líquido. Por fim, o líquido passa por uma válvula de expansão, levando a uma redução rápida de pressão, o que provoca um resfriamento do fluido até alcançar os 7°C necessários para que ele permaneça na forma líquida (Felício, 2019), como demonstrado na Figura 02.

Figura 02 – Diagrama de operação do aparelho de ar condicionado modelo split



Fonte: (Antonovicz e Weber, 2013).

Portanto, durante o processo em que o ar passa pela serpentina do evaporador e sofre variação de temperatura por contato, ocorre a sua condensação, resultando em água que é encaminhada por tubulação para ser direcionada ao ambiente externo (Felício, 2019).

5.4 Processo de Condicionamento de Ar Condicionado Central

De acordo com (Nóbrega, 2023), o ar-condicionado central é constituído pela unidade condensadora, unidade evaporadora, sistema de dutos e termostatos, onde cada um desses elementos é fundamental para o desempenho eficaz do aparelho. O ciclo de refrigeração se inicia na unidade condensadora, que extrai o calor do ambiente interno e o libera para o exterior usando o refrigerante, já o termostato, por sua vez, controla a temperatura do sistema, ligando ou desligando o compressor conforme a necessidade.

Os sistemas contam com filtros de ar que removem particulados, assegurando um ambiente saudável que contribui para o desempenho e a longevidade do equipamento. Desse modo, a manutenção periódica é essencial, englobando a limpeza dos filtros, a inspeção das unidades e a supervisão do nível do refrigerante, conforme mencionado por (Nóbrega, 2023).

5.5 Reuso da Água de Aparelho de Ar Condicionado: Potencial e Viabilidade

A água produzida pelos aparelhos de ar condicionado é de alta qualidade, pois possui baixos níveis de minerais e substâncias químicas. Por isso, pode ser aproveitada para diversas finalidades, exceto para o consumo humano, devido ao risco de proliferação de bactérias devido à baixa presença de minerais. Por isso, é importante ter cautela ao considerar o uso dessa água (Boulware, 2013 apud Costa, 2017), incluindo algumas aplicações rotineiras:

- Irrigação de áreas verdes;
- Piscina;
- Água doméstica;
- Torres de resfriamento;
- Processos industriais.

Neste estudo, propõe-se a implantação do reuso de água, visando contribuir para uma gestão mais sustentável na instituição de ensino. Dessa forma, o reaproveitamento da água condensada pelos aparelhos de ar condicionado surge como uma medida ecologicamente adequada para atender às necessidades de uso não potável do campus.

5.6 Patologias Resultantes ao Descarte Inadequado da Água de Condensação

O acúmulo de umidade nos aparelhos de ar condicionado resulta em gotejamento, levando a uma grande quantidade de água que, frequentemente, é descartada de maneira incorreta, aumentando o risco de acidentes e se tornando um criadouro para mosquitos. Dessa forma, essa atitude inadequada pode ocasionar danos como vazamentos e umidade dentro das construções (Ermes, Maciel, Sahdo, 2020).

Na área da construção, os problemas mais frequentes surgem devido à infiltração de água ou ao surgimento de manchas de umidade. Essas questões resultam em complicações sérias e de resolução complexa, como:

- Danos de ordem funcional na construção;
- Desconforto entre os utilizadores e, em situações extremas, pode prejudicar a saúde dos residentes;
- Prejuízos em máquinas e objetos localizados dentro das construções;
- E diferentes danos econômicos.

As questões de umidade podem surgir em diferentes partes das construções - paredes, pisos, fachadas, estruturas de concreto armado, entre outros, assim, geralmente esses problemas não têm origem em uma única razão específica (Souza, 2008).

As falhas nas impermeabilizações podem apresentar diversos problemas, como corrosão do aço, degradação do concreto, desgaste de forros e gesso, além de danos em argamassas e blocos cerâmicos. Outros problemas incluem eflorescências, crescimento de vegetação e formação de vesículas (Do Carmo, 2003 apud Felício, 2019).

Logo, o gotejamento dessa água proveniente do Ar Condicionado, se não for tratado adequadamente, pode levar à deterioração do revestimento, danos à pintura, desgaste das peças estruturais, exposição do aço da estrutura, causando corrosão e enfraquecendo a resistência da mesma (Felício, 2019).

5.7 Aspectos Legais e Normativas

A lei que regulamenta os recursos hídricos, conhecida como Lei nº 9.433/97, entrou em vigor no ano de 1997 e definiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, juntamente com o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. De acordo com o que está estabelecido na legislação, a água é reconhecida como um recurso natural limitado e de valor econômico, sendo considerada um bem para uso de todos (Brasil, 1997).

A Lei nº 9.433/97 anterior, também aborda os Planos de Gestão dos Recursos Hídricos, com o objetivo de estabelecer metas para aprimorar a utilização, aumentar a disponibilidade e melhorar a qualidade da água disponível. Além disso, o sistema de concessão de direitos de uso da água tem como objetivo assegurar o controle

efetivo, tanto em termos de quantidade quanto de qualidade, das atividades que envolvem a utilização da água e a efetiva aplicação dos direitos de acesso à água (Brasil, 1997).

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH, 2005), por meio da resolução de 54/2005, estimula a prática de reutilização da água como forma de diminuir a poluição, preservar os recursos hídricos e defender o meio ambiente e a saúde da população. Portanto, é necessário promover programas de educação e conscientização sobre a importância e viabilidade do reuso, sempre respeitando as leis ambientais em vigor.

Nesta Resolução, são utilizadas as seguintes descrições:

- Água residual: esgoto, água utilizada, resíduos líquidos de construções e atividades agrícolas, com ou sem tratamento;
- Reutilização de água: utilização de água proveniente de domicílios;
- Água reciclada: água residual, em conformidade com os requisitos necessários para ser utilizada nas finalidades desejadas;
- Reutilização direta de água: aplicação programado de água reutilizada, levada ao destino de uso sem ser despejada ou diluída previamente em rios ou lençóis freáticos;
- Fabricante de água reciclada: indivíduo ou empresa, seja de natureza pública ou privada, que gera água reciclada;
- Fornecedor de água reutilizada: pessoa física ou jurídica, independentemente se é de natureza pública ou privada, que disponibiliza água proveniente do reaproveitamento;
- Utilizador de água reutilizada: indivíduo ou empresa, de natureza pública ou privada, que faz uso de água reutilizada.

A norma NBR 16783/2019 aborda a utilização de fontes alternativas de água não potável em edificações, como por exemplo, para irrigação em jardins, campos esportivos ou áreas verdes, excluindo a irrigação em atividades agrícolas ou florestais.

Deste modo, os usos não potáveis em construções, que estão contemplados por essa regulamentação, são categorizados:

- Esvaziamento de vasos sanitários e mictórios, não importando o tipo de mecanismo de descarga;
- Limpeza de espaços públicos, estacionamentos, pátios e áreas ao ar livre;

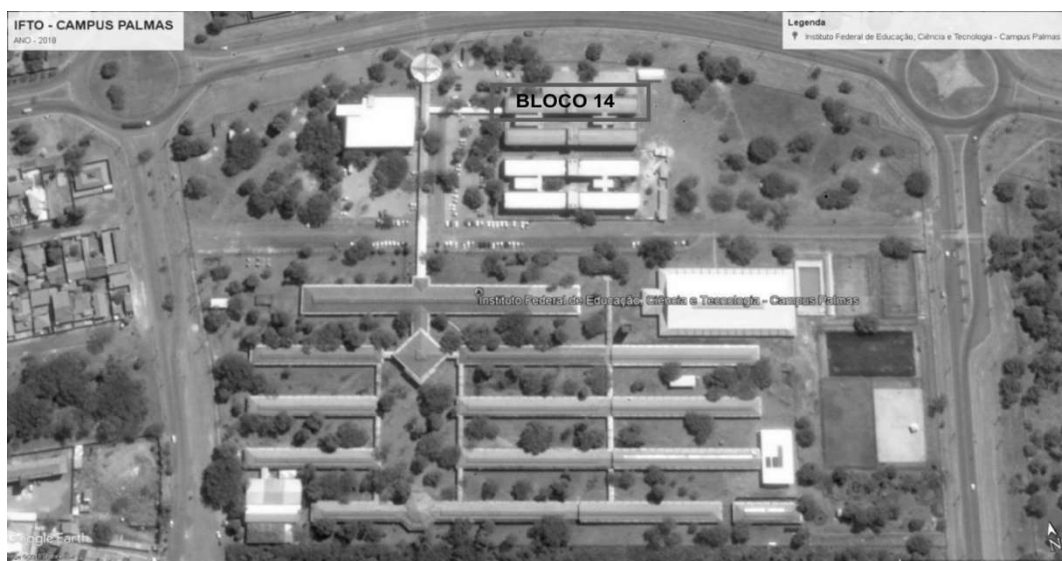
- Lavagem de veículos;
- Irrigação para fins paisagísticos;
- Uso ornamental (fontes, chafarizes e lagos);
- Sistemas de resfriamento de água;
- Arrefecimento de coberturas.

6. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia deste trabalho baseou-se na implementação de um projeto piloto, conforme a proposta de (Felicio, 2019), para um sistema de captação de água proveniente dos aparelhos de ar-condicionado no bloco 14. Esse sistema teve como objetivo o reaproveitamento da água condensada, visando quantificar seu volume, avaliar sua qualidade e verificar a redução do consumo de água potável.

O local para a reutilização da água proveniente dos equipamentos de ar-condicionado foi no prédio situado no bloco 14 do IFTO - Campus Palmas, devido ao seu funcionamento constante durante os períodos da manhã, tarde e noite. Sendo assim, com a presença de salas de aula e salas administrativas, o prédio é frequentemente utilizado, resultando em uma grande quantidade de água condensada produzida pelos sistemas de ar-condicionado. Portanto, o prédio tornou-se um local adequado para avaliar a viabilidade, e a eficácia do sistema de reutilização sustentável de água. A Figura 03 ilustrou e localizou a área de estudo.

Figura 03 – Imagem aérea do Campus Palmas -TO



Fonte: IFTO - Relatório de gestão (2010/2018).

Na Figura 04, mostrou-se a posição da fachada lateral do bloco 14, onde foi instalado o sistema de reutilização de água dos aparelhos de ar-condicionado

Figura 04 – Fachada lateral do bloco 14 do IFTO.



Fonte: Autor (2024).

6.1 Descrição Climática da Região de Estudo

De acordo com Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2024), em Palmas (TO), a temperatura média durante o verão atingiu os 27,3°C, registrando um aumento de 1,1°C em relação à média climatológica de 26,2°C. A média da temperatura mínima foi de 23,5°C, com um acréscimo de 1,1°C em comparação à média climatológica de 22,4°C. Por sua vez, a média da temperatura máxima alcançou os 33,1°C, apresentando um acréscimo de 1,3°C em relação à média normal de 31,8°C no ano de 2024.

Além disso, o estado do Tocantins apresentou dois tipos de climas de acordo com a classificação de Köppen - que considera a interação entre o clima e a vegetação. Sendo assim, o clima de savana (Aw), que abrangeu a cidade de Palmas e predominou em praticamente todo o estado, e o clima tropical de monção (Am), foi encontrado em uma parte reduzida no norte do estado (Embrapa, s.d).

6.2 Levantamento de Dados

No Anexo A, foi apresentado a relação dos aparelhos de ar-condicionado instalados no Bloco 14 do IFTO do Campus Palmas em 2024, totalizando 16 unidades de 36.000 BTUs e 1 unidade de 12.000 BTUs. Um dos primeiros problemas observados foi a discrepância entre a quantidade real de aparelhos de 36.000 BTUs e a estimativa inicial feita na época, que considerava apenas 3 aparelhos de 36.000 BTUs e 10 aparelhos de 18.000 BTUs.

6.3 Dificuldades na implantação do sistema de coleta de água dos ares condicionados

No mês de novembro, foi iniciada a implantação do sistema de reaproveitamento da água proveniente dos aparelhos de ar-condicionado no Bloco 14 do Campus Palmas, conforme ilustrado na Figura 06. A instalação seguiu as diretrizes do projeto piloto desenvolvido por (Felício, 2019). Dessa maneira, para a captação da água, os drenos de todos os aparelhos de ar-condicionado foram interligados a uma tubulação de DN 20 mm, que conduz o volume coletado até um reservatório de 500 litros, estrategicamente posicionado no centro do bloco, conforme ilustrado na Figura 05.

Figura 05 – Instalação da tubulação no bloco 14



Fonte: Autor (2024).

No primeiro dia de operação, ocorreu o extravasamento da água, conforme ilustrado na Figura 06. resultando em retorno para os aparelhos de ar-condicionado. Apesar do vazamento e do funcionamento por apenas 5 horas, devido a um concurso público realizado no final de semana, o reservatório de 500 litros instalado provisoriamente atingiu cerca de 80 % de sua capacidade, mesmo com os vazamentos observados.

Figura 06 – Extravasamento da água do ar-condicionado



Fonte: Autor (2024)

Dessa forma, a equipe responsável pela manutenção predial no Campus Palmas, desinstalou a tubulação para interromper o retorno da água pressurizada, como mostrado na Figura 07.

Figura 07 – Remoção da tubulação após o extravasamento



Fonte: Autor (2024).

Diante dessa situação, foi necessário ajustar o redimensionamento do sistema, visando adequar a capacidade de armazenamento, o diâmetro das tubulações e a quantidade de água produzida, a fim de assegurar o funcionamento adequado da captação e do escoamento da água.

6.4 Leitura diária do hidrômetro

A leitura diária do hidrômetro foi feita para comparar o período do anterior e o posterior da implantação, no entanto, como a implantação não foi finalizada, os dados foram desconsiderados neste trabalho.

6.5 Determinação do Volume de Água

A determinação do volume gerado de água condensada pelos aparelhos de ar-condicionado foi calculada conforme a Equação 1.

(Equação 1)

$$V_{total} = (V_{36.000} \times N_{36.000}) + (V_{12.000} \times N_{12.000})$$

V_{total} = Volume total de água condensada (L/h)

$V_{36.000} = 6,14$ L/H (volume médio de água gerada por um aparelho de 36.000)

$N_{36.000} = 16$ (quantidade de aparelhos de 36.000 Btus)

$V_{18.000} = 4,74$ Volume médio de água gerada por um aparelho de 18.000 Btus)

$N_{18.000} = 1$ (quantidade de aparelhos de 18.000 Btus)

$H = 15$ H (carga horária diária de operação h)

Produção Diária (L) = **1544,00 L/D** (quantidade total de água coletada por dia).

6.6 Determinação da Vazão Total

A vazão total foi determinada pela soma das vazões individuais dos aparelhos de ar-condicionado instalados no ambiente. Para isso, considerou-se a maior vazão de condensação dos aparelhos de 36.000 BTUs e 12.000 BTUs, multiplicando-se pelo respectivo número de equipamentos. A equação utilizada para esse cálculo está representada na Equação 2.

(Equação 2)

$$Q_{total} = (V_{36.000} \times N_{36.000}) + (V_{12.000} \times N_{12.000})$$

$V_{36.000} = 6,14$ L/h (volume médio por aparelho de 36.000 BTUs)

$N_{36.000} = 16$ (quantidade de aparelhos de 36.000 BTUs)

$V_{12.000} = 4,74$ L/h (volume médio por aparelho de 12.000 BTUs)

$N_{12.000} = 1$ (quantidade de aparelhos de 12.000 BTUs)

$Q_{total} = 102,98$ L/h

6.7 Conversão para Vazão em m³/s

Para dimensionamento da tubulação de coleta de água e alimentação do reservatório, foi expressada a vazão total em metros cúbicos por segundo (m³/s). Dessa forma, a vazão inicial dos aparelhos de ar-condicionado foi

fornecida em litros por hora (L/h), sendo necessário convertê-la para m³/s utilizando a seguinte Equação 3.

(Equação 3)

$$Q_{total} = \frac{Q_{total} \times Carga \text{ Horária}}{1000 \times 36000}$$

Carga horária diária: 15 horas

Fator de conversão de litros para m³: ÷ 1000

Conversão de horas para segundos: ÷ 3600

$$Q_{total} = 0,0004 \text{ m}^3/\text{s}$$

6.8 Determinação do Diâmetro da Tubulação e Reservatório

Para fins de cálculo, adotou-se uma velocidade do fluido de 0,6 m/s, e a seção transversal necessária para a tubulação foi determinada utilizando a equação da continuidade, conforme a Equação 4.

(Equação 4)

$$Q = V \times A$$

Q = vazão total (m³/s)

V = velocidade mínima do fluido (0,6 m/s)

A = área da seção transversal do tubo

$$A = (\pi \cdot D^2) / 4$$

D = Diâmetro

Por meio desse método, foi determinado um diâmetro mínimo de 29,13 mm. No entanto, para garantir um fluxo adequado e evitar possíveis extravasamentos, foi adotado um **DN de 32 mm**.

6.9 Análise da Água Proveniente dos Aparelhos de Ar-Condicionado

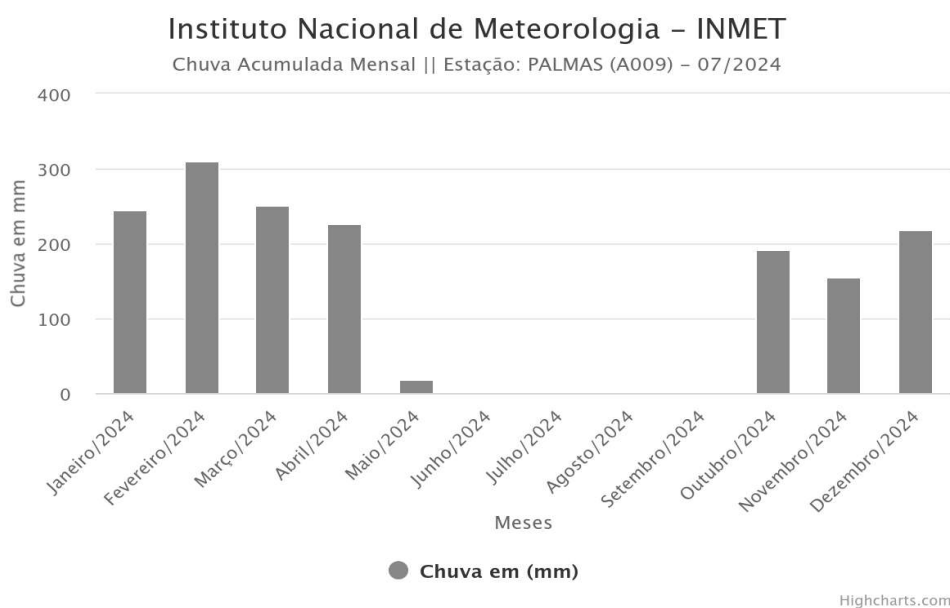
A análise da água proveniente dos aparelhos de ar-condicionado foi realizada com base no estudo de (Viana et al.,2023), presente em sua tese de doutorado, a fim de demonstrar que essa água é considerada não potável.

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

7.1 Dados de precipitação e a umidade relativa do ar em Palmas em 2024

Os dados de precipitação durante a fase de implementação do sistema em 2024 estão representados na Figura 08, ilustrando os índices de acúmulo mensal de chuva.

Figura 08 – Total de precipitação mensal em milímetros na estação meteorológica de Palmas



Autor: INMET (2025).

O aumento do acúmulo de água proveniente dos aparelhos de ar-condicionado esteve diretamente relacionado ao aumento da umidade relativa do ar durante o período de implantação do sistema, resultando em um significativo acúmulo de água no reservatório de armazenamento. Os registros de umidade do ar do INMET não foram utilizados, em conformidade com a proposta inicial do trabalho de (Felício, 2019), uma vez que o site disponibilizava informações apenas até o mês de abril de 2024. Portanto, foi necessário buscar outras fontes, destacando-se o Laboratório de Meteorologia e Climatologia (LABMET) da Universidade Federal do Tocantins (UFT).

O Laboratório disponibilizava serviço para atender demandas de dados e informações meteorológicas tanto para a comunidade interna quanto para a externa. Além disso, realiza outras atividades, como a gestão da Estação Meteorológica Automática (EMA), que envolvia o acompanhamento das condições climáticas em Palmas, bem como a produção de boletins de monitoramento do LABMET, com frequência diária, mensal e anual (LABMET, 2024).

Desse modo, o LABMET está situado em uma área de Palmas - TO, em uma proximidade considerável com o IFTO, o que facilita a obtenção de informações para o projeto. As coordenadas geográficas do laboratório são -10.177167, -48.361639 °W. Dados da umidade relativa do ar ilustrado na Tabela 02.

Tabela 02 – Umidade relativa do ar da EMA

ANO	MÊS	UR AR MÉDIA (%)
2024	Janeiro	79,5
2024	Fevereiro	77,0
2024	Março	76,0
2024	Abril	76,4
2024	Maio	57,8
2024	Junho	51,5
2024	Julho	46,5
2024	Agosto	40,8
2024	Setembro	37,3
2024	Outubro	64,6
2024	Novembro	71,8
2024	Dezembro	73,2

Fonte: Laboratório de Meteorologia e Climatologia – UFT (2024).

7.2 Dimensionamento

Com base no dimensionamento de Felício (2019), foram identificadas as vazões (L/h) para cada potência de refrigeração (BTU) dos aparelhos de ar-condicionado do Bloco 08 do Campus Palmas, possibilitando a obtenção do valor correspondente à pior situação de vazão gerada.

No bloco 14, havia 16 aparelhos de 36.000 BTUs e 1 aparelho de 12.000 BTUs. De acordo com Felício (2019), o dimensionamento do sistema para o bloco 08 considerou 3 aparelhos de 36.000 BTUs e 10 aparelhos de 18.000 BTUs, o que resultou em uma produção média de água gerada menor no Bloco 08.

Assim, o cálculo para o redimensionamento do Bloco 14 foi efetuado com base nos dados da pesquisa de Felício (2019), considerando unicamente a vazão máxima do equipamento de 36.000 BTUs ao longo de um intervalo de quatro horas durante a captação de água no Bloco 08. Também foi importante destacar que a quantidade de água capturada do sistema de climatização está sujeita a várias influências, incluindo a capacidade do dispositivo, a temperatura externa, a umidade relativa, a duração de uso e a quantidade de unidades em operação durante a medição, conforme apresentado na Tabela 03.

Tabela 03 – Volumes de água gerados nos equipamentos monitorados no bloco 08, modelo split de 36.000 BTUs.

Dia da Medição	Volume (L)	Período de medição	Umidade do ar	Temp. Ambiente	Temp. Aparelho	Ar condicionado
6/8/18	10,85	14:00-18:00	29%	33°	16	Coordenação
6/8/18	0,88	–	29%	33°	16	Materiais
7/8/18	4,71	10:00-12:00	27%	36°	16	Coordenação
7/8/18	2,53	–	27%	36°	16	Materiais
7/8/18	15,12	14:00-18:00 18:00-20:00	45%	28°	26	Coordenação
7/8/18	0,5	–	45%	29°	20	Materiais
8/8/18	10,12	08:00-12:00	29%	34°	20	Coordenação
8/8/18	0,85	09:00-12:00	29%	34°	20	Materiais
8/8/18	12,88	14:00-18:00 19:00-20:00	43%	29°	20	Coordenação
8/8/18	2	–	43%	29°	20	Materiais
9/8/18	13	08:00-12:00	23%	37°	20	Coordenação
9/8/18	1,4	–	23%	37°	–	Materiais
14/8/18	21,35	08:00-12:00	59%	34°	24	Coordenação
14/8/18	10,35	08:00-12:00	59%	34°	20	Materiais
14/8/18	13	14:00-18:00	55%	32°	24	Coordenação
14/8/18	0	–	–	–	–	Materiais
15/8/18	22,55	08:00-12:00 14:00-18:30	59%	35°	24	Coordenação
15/8/18	10,45	08:00-12:00	59%	35°	20	Materiais
16/8/18	0	–	34%	34°	–	Coordenação
16/8/18	10,36	08:00-12:00	34%	34°	20	Materiais
21/8/18	13,2	09:00-12:00	35%	35°	22	Coordenação
21/8/18	0	–	–	–	–	Materiais
22/8/18	24,59	08:00-12:00	35%	36°	20	Coordenação
22/8/18	6,7	08:00-11:00	35%	36°	20	Materiais
29/8/18	22,85	08:00-12:00	33%	33°	20	Coordenação
29/8/18	7,35	09:00-12:00	32%	33°	20	Materiais
30/8/18	13,2	14:00-18:00	29%	29°	20	Coordenação
30/8/18	0	–	29%	29°	20	Materiais

Fonte: (Felício, 2019).

No cálculo necessário para o redimensionamento do ar condicionado de 12.000 BTUs do Bloco 14, foi utilizado o trabalho de (Felício, 2019), que realizou o dimensionamento para o Bloco 08 com um aparelho de 18.000 BTUs, o qual foi considerado o mais próximo ao do bloco 14. Como no bloco 14 havia apenas um aparelho com capacidade de 12.000 BTUs, isso não impactou no resultado apresentado na Tabela 04.

Tabela 04 – Volumes de água gerados nos equipamentos monitorados no bloco 08, modelo split de 18.000 BTUs

Dia da Medição	Volume (L)	Período de medição	Umidade do ar	Temp. Ambiente	Temp. Aparelho
15/3/19	3,27	16:24 - 17:24	88%	33°	17°
18/3/19	2,64	14:45 - 15:45	67%	34°	18°
18/3/19	2,35	15:50 - 16:50	67%	34°	18°
20/3/19	2,4	15:53 - 16:53	85%	28°	17°
20/3/19	2,62	16:57 - 17:57	85%	28°	17°
20/3/19	4	18:04 - 19:43	85%	28°	17°
21/3/19	4,74	13:43 - 14:43	85%	30°	17°
21/3/19	2,82	14:52 - 15:52	85%	30°	17°
21/3/19	3	15:56 - 16:56	92%	27°	17°
25/3/19	6,15	14:18 - 16:18	92%	26°	19°
25/3/19	4,5	16:20 - 18:20	92%	26°	24°
27/3/19	8,6	14:55 - 15:55	92%	27°	17°
28/3/19	8,55	14:12 - 17:12	85%	32°	17°
29/3/19	9,8	14:10 - 18:10	78%	30°	17°
3/4/19	11	14:00 - 18:00	85%	30°	17°
4/4/19	10,3	14:12 - 18:12	92%	27°	17°
9/4/19	8,5	14:22 - 17:22	92%	27°	17°

Fonte: (Felício, 2019).

7.3 Reservatório

O reservatório do Bloco 14 foi redimensionado considerando o maior volume de água gerada da medição do trabalho do (Felício, 2019), sendo 24,59 litros em 4 horas de uso, com uma umidade relativa do ar 35% e temperatura do aparelho 20 graus. Sendo assim, foi pego o volume gerado por 4 horas e dividido por 4, para obter o volume da maior vazão em uma hora. Outrossim, foi considerado que os aparelhos de ar-condicionado operavam por 15 horas diárias, sendo que o Bloco 14 possuem

16 unidades de 36.000 BTUs e uma unidade de 12.000 BTUs. A Tabela 03 apresentou o detalhamento desse dimensionamento.

Para o consumo de água, foi considerado um uso semanal, uma vez que a higienização do ambiente ocorria apenas uma vez por semana. Esse procedimento era realizado às quarta-feira à tarde, período em que não havia aulas, diferentemente dos demais dias da semana, quando as atividades ocorriam regularmente, os dados estão ilustrados na Tabela 05.

Tabela 05 – Dimensionamento de Reservatório considerando uso 7:00 às 22:00 do Bloco 14.

Volume Médio em 1 (L/H) de Aparelhos de 36.000 BTUs	Volume Médio em 1 (L/H) de Aparelhos de 18.000 BTUs	Quantidade de Aparelhos de 36.000 BTUs	Quantidade de Aparelhos de 12.000 BTUs	Carga Horária Diária (H)	Produção Diária (L/D)
6,14	4,74	17	1	15	1544

Fonte: (Autor, 2025).

Portanto, foi adotado inicialmente um reservatório de 2.000 litros, devido ao fato de que o Campus do IFTO de Palmas já possuía esse equipamento disponível. No entanto, considerando que a limpeza da parte externa inferior do Bloco 14 ocorria apenas uma vez por semana, torna-se necessária a instalação de um reservatório subterrâneo, conforme mencionado nas recomendações para trabalhos futuros.

Para garantir um armazenamento adequado, o ideal era que o reservatório tivesse capacidade para armazenar três vezes o volume de água necessário para essa atividade. Dessa forma, será necessário um reservatório de concreto subterrâneo para o armazenamento adequado.

O reservatório de 2.000 litros será instalado sobre um suporte de madeira, posicionado no chão, no centro do Bloco 14. Ele receberá água de ambos os lados e contará com uma torneira acoplada, permitindo que os colaboradores conectem uma mangueira para realizar a limpeza da área externa do bloco de forma prática e eficiente.

7.4 Análise da Água dos Aparelhos de Ar-Condicionado

De acordo com (Viana et al.,2023), os dados apresentados na Tabela 06 indicam que a água foi apropriada para diversas aplicações, como jardinagem, paisagismo e a limpeza de pisos. Ademais, a água coletada de sistemas de climatização pode ser misturada com água da chuva ou com águas cinzas que foram tratadas, o que possibilita sua utilização nas descargas de sanitários.

Tabela 06 – Características da água proveniente do aparelho de ar condicionado de 42.000 BTUs.

Parâmetro	Valor determinado	Unidade VMP
Turbidez	0,62	UT
Cor	2,5	UH
Odor	3	Intensidade
pH	7,03	–
Alcalinidade - hidróxidos	Ausência	mg CaCO ₃ /L
Alcalinidade - carbonatos	Ausência	mg CaCO ₃ /L
Alcalinidade - bicarbonatos	17,6	mg CaCO ₃ /L
Dureza total	1	mg CaCO ₃ /L
Cálcio	< 0,01	mg Ca/L
Magnésio	0,24	mg Mg/L
Condutividade	121,7	µS/cm
Cloretos	Ausência	mg Cl ⁻ /L
Ferro	< 0,01	mg Fe/L
Sódio	0,9	mg Na/L
Potássio	0,1	mg K/L
Nitritos	0,7	mg N – NO ₂ ⁻ /L
Nitratos	1,17	mg N – NO ₃ ⁻ /L
Amônia	3,58	mg N – NH ₃ /L
Sólidos dissolvidos totais	66,9	mg/L
DQO	0,01	mg/L
Coliformes Totais	Ausência	NMP/100mL
Coliformes Termotolerantes (<i>Escherichia coli</i>)	Ausência	NMP/100mL

Fonte: (Adaptado de Viana et al., 2023).

VMP – Limite máximo aceitável;

NE – Não especificado pela normativa nº 2914/2011 do Ministério da Saúde.

A água gerada pelos aparelhos de ar-condicionado não é adequada para consumo, uma vez que é resultado da condensação da umidade presente no ar, e pode incluir contaminantes, microrganismos e sujeira. Ao contrário da água tratada destinada ao consumo humano, esse líquido não passa por processos de filtragem eficientes, o que pode representar perigos para a saúde. Contudo, essa água pode ser reutilizada para uso não potável (Viana et al.,2023).

7.5 Distribuição de água para reuso não potável

A água que sai dos aparelhos de ar será guardada num reservatório com 2000 litros e direcionada para finalidades de uso não potável, como limpeza de áreas externas e a irrigação de jardins. Para ter certeza do uso adequado dessa água, serão adotadas ações de identificação e sinalização na torneira designada para esse reuso.

A sinalização escolhida será feita de acrílico, PVC ou adesivo vinílico, materiais apropriados para áreas expostas a condições climáticas adversas. Dessa forma, a placa incluirá a frase "Água Reutilizada – Não Potável", junto a um desenho de aviso sobre a não potabilidade, como mostrado na Figura 09.

Figura 09 – Placa uso de água não potável



Fonte: (Perfil, 2024)

7.6 Conscientização do reaproveitamento da água dos ares condicionados

A reutilização da água condensada nos sistemas de ar-condicionado é uma prática sustentável que reduz o desperdício e melhora a gestão dos recursos hídricos. Para que essa iniciativa seja eficaz no Campus IFTO Palmas, onde há uma quantidade significativa desses equipamentos, é essencial conscientizar os profissionais de manutenção e limpeza sobre a importância e as boas práticas para o reaproveitamento da água. Esta campanha tem como objetivo educar e mobilizar os prestadores de serviço do Campus IFTO Palmas sobre a reutilização da água proveniente dos aparelhos de ar-condicionado, incentivando ações sustentáveis para minimizar o desperdício hídrico.

Com o intuito de fortalecer essa iniciativa, é necessário a realização de capacitações e oficinas práticas direcionadas aos profissionais encarregados da limpeza do campus. Com essas ações visam conscientizar os colaboradores sobre a utilização da água proveniente dos aparelhos de ar-condicionado em tarefas como a limpeza de pisos e áreas verdes.

Na oficina, serão discutidos tópicos como as vantagens ambientais e financeiras do reuso da água, as metodologias apropriadas para sua captação e utilização, e a necessidade de promover a conscientização nas atividades diárias.

8. CONCLUSÃO

A reutilização da água coletada dos sistemas de ar-condicionado no IFTO – Campus Palmas é uma alternativa para diminuir a utilização de água potável em tarefas que não necessitam de água potável, como a limpeza de áreas externas e irrigação de jardins, por exemplo. Desse modo, o estudo realizado constatou que a quantidade de água produzida pelo sistema de climatização é considerável e pode ser reutilizada de forma sustentável, ajudando a minimizar o desperdício dos recursos hídricos e diminuir o consumo de água potável.

A implementação do sistema apresentou desafios que demandaram um redimensionamento do projeto. Dessa maneira, durante a implantação foi identificado um extravasamento na tubulação, resultando na alteração do seu diâmetro para um DN de 32 mm. Além disso, o reservatório de 500 litros mostrou-se insuficiente, atingindo 80% de sua capacidade em apenas 5:00 horas de funcionamento, o que evidenciou a necessidade de um armazenamento maior de 2000 L para atender à demanda acumulada ao longo do dia.

A análise dos resultados demonstrou que a água condensada dos aparelhos de ar-condicionado no IFTO – Campus Palmas representou uma fonte significativa de recurso hídrico reutilizável. O redimensionamento foi necessário devido ao excesso de água produzido, estimado em 1.544 litros por dia, devido a umidade do período de instalação e da configuração dos ares condicionados atualmente, com uma vazão média de 102,98 L/h, considerando um tempo de operação de 15 horas diárias de funcionamento. Esse resultado confirmou que o reaproveitamento desse recurso pode atender a demandas operacionais como limpeza de áreas externas e irrigação de jardins.

Aumentar a percepção dos usuários sobre a relevância da reutilização da água revelou-se crucial para alcançar os objetivos da iniciativa. A ideia de sinalizar as torneiras específicas para reuso e promover capacitações para os colaboradores encarregados da limpeza e conservação são ações essenciais para garantir o correto aproveitamento da água captada.

Em conclusão, mesmo com o adiamento da implementação do sistema em razão dos obstáculos encontrados, os dados iniciais sugerem que a utilização dessa solução pode proporcionar vantagens tanto ambientais quanto financeiras para a

organização. Sugere-se que investigações futuras aprofundem a avaliação dos efeitos do sistema na diminuição do uso de água potável e considerem a viabilidade de aplicar esse modelo em outras áreas do campus.

9. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Aprimorar a capacidade do sistema de armazenamento na caixa d'água, recomenda-se um reservatório subterrâneo de concreto ou em alvenaria mista, para coleta e armazenamento de água proveniente de aparelhos de ar condicionado.
- Avaliar a possibilidade de economia obtida com o uso da água proveniente dos aparelhos de ar condicionado para aplicações não potáveis, como a limpeza de áreas externas, com o objetivo de diminuir a quantidade de água utilizada diariamente. Esse processo envolve o acompanhamento mensal dos dados coletados no local após a instalação, a fim de examinar a eficiência do sistema para o qual foi projetado.
- Sempre que for implantar os sistemas de coleta de água dos ares condicionados se faz necessário conferir as instalações, verificando período de funcionamento por dia e a capacidade dos ares condicionados instalados.

10. REFERÊNCIAS

ÁGUAPURA – Programa de Uso Racional da Água da UFBA. Disponível em: < <http://teclim.ufba.br/aguapura2/index.php> > Acesso em 06 de outubro de 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16783: Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações**. Rio de Janeiro: ABNT 2019. 19 p. Disponível em: <https://enperspectiva.uy/wp-content/uploads/2023/02/NBR16783-Arquivo-para-impressAo.pdf>. Acesso em: 26 de maio de 2024.

BRASIL. Resolução CNRH n. 54, de 28 de novembro de 2005. **Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água, e dá outras providências**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 9 mar. 2006. Disponível em: <https://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%2054.pdf>. Acesso em: 25 de maio de 2024.

COSTA, Rodrigo Pedroso. **Estudo do Reaproveitamento da Água Proveniente dos Condicionadores de Ar na UTI do Hospital Osvaldo Cruz em Palmas-TO, um Estudo de Caso**. 2017. 32 f. TCC (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas, 2017. Disponível em: <file:///Users/admin/Downloads/document5d726f3968773.pdf>. Acesso em: 20 de maio de 2024.

DIRETOR, Revisão do Plano. **LEITURA TÉCNICA CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO ASPECTOS GEOGRÁFICOS E CLIMA**. Palmas-To: Eixo- Meio Ambiente e Mudanças Climáticas, 2014. 1 v. Disponível em: <http://planodiretor.palmas.to.gov.br/media/arquivos/4cc0ac48d20e4605af290afa8188361d.pdf>. Acesso em 12 de maio de 2024.

EMBRAPA. **Climas**. S.d. Disponível em: <http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm>. Acesso em 6 de junho de 2024.

EREMD, Átila Sielskis Vieira; MACIEL, Jussara Socorro Cury; SAHDO, Kirssia Matos Isaac. Proposta de Implantação de Sistema de Reuso de Água Proveniente de Condicionadores de Ar em Uma Instituição de Ensino do Amazonas. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Amazonas, v. 9, n. 0, p. 204-222, mar. 2020. Disponível em: <file:///C:/Users/denis/Downloads/admin,+11.+PROPOSTA+DE+IMPLANTA%C3%87%C3%83O+DE+SISTEMA+DE+REUSO+DE+%C3%81GUA+PROVENIENTE+DE+CONDICIONADORES+DE+AR+EM+UMA+INSTITUI%C3%87%C3%83O+DE+ENSINO+D.pdf>. Acesso em: 10 de junho de 2024.

FELÍCIO, Rubens de Oliveira. **Produção de água gerada nos ares condicionados dos Blocos 8 e 16 do IFTO Campus Palmas e pré-dimensionamento de sistema de reuso para fins não potáveis**. 2019. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Federal do Tocantins-Campus Palmas, Palmas, 2019. Disponível em:

file:///Users/admin/Downloads/TCC%20II%20%20RUBENS%20DE%20OLIVEIRA%20FELI%CC%81CIO%2029-04-19.pdf. Acesso em: 5 de maio de 2024.

FORTES, Pedro Dattrino; JARDIM, Patrick W. Cotrim F. P. M. G.; FERNANDES, Juliana Gonçalves. **Aproveitamento de água proveniente de aparelhos de ar condicionado. XII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**, p. 1-16, 02 maio 2015. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos15/37822430.pdf>. Acesso em: 20 de maio de 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL – INMET: **Balanço Palmas (TO) teve chuva e temperaturas acima da média no verão 2023/2024**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/balan%C3%A7o-palmas-to-teve-chuva-e-temperaturas-acima-da-m%C3%A9dia-no-ver%C3%A3o-2023-2024>. Acesso em: 29 de maio de 2024.

Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm Acesso em 30 de maio de 2024.

NÓBREGA, Ana. Sistema de Ar Condicionado Central Residencial. **Universo Ar Condicionados**, 2025. Disponível em: <https://www.universoarcondicionados.com.br/blog/categorias/artigos/sistema-de-ar-condicionado-central-residencial>. Acesso em: 06 de fevereiro de 2025.

Perfil, Mundo. Placa de Aviso de Água não potável. Disponível em: <https://www.mundoperfil.com.br/placa-de-aviso-pvc-2mm-pa-01> Acesso em 24 de janeiro de 2025.

PURA – **Programa de Uso Racional da Água do IFTO.** Disponível em: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScen-ERm_WwuM4G_CEKuVu4-jrEyQYAz1cGuGHgqiSxpy9nwQ/viewform Acessado em 17 de maio de 2024.

Relatório de Gestão Resumido – 2010/2018. Palmas: Direção Geral, 2018. Disponível em: <https://portal.ifto.edu.br/palmas/centrais-de-conteudos/documentos/relatorios-de-gestao-do-campus-palmas/relatorio-de-gestao-resumido-2010-2018.pdf>. Acesso em: 30 de maio de 2024.

REZENDE, Amanda Teixeira de. **REÚSO URBANO DE ÁGUA PARA FINS NÃO POTÁVEIS NO BRASIL.** 2016. 106 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Faculdade de Engenharia da UFJF, Juiz de Fora, 2016. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2014/02/TFC-AMANDA-REZENDE-FINAL.pdf>. Acesso em: 14 de maio de 2024.

SODA (Sistema de Organização Nacional de Dados Ambientais - Climatologia Local). Disponível em: https://sonda.ccst.inpe.br/estacoes/palmas_clima.html, acessado em 10 de junho de 2024.

SOUZA, Marcos Ferreira de. **PATOLOGIAS OCASIONADAS PELA UMIDADE NAS EDIFICAÇÕES**. 2008. 54 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: https://minascongressos.com.br/sys/anexo_material/63.pdf. Acesso em: 05 junho de 2024.

TUNDISI, José Galizia. **RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL: problemas, desafios e estratégias para o futuro**. **Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 0, n. 0, p. 5-75, 30 maio 2014. Disponível em: <https://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-5923.pdf>. Acesso em: 19 de maio de 2024.

VIANA, Dainara Farias; ALVES, Ismael Carlos Braga; MARQUES, Paulo Roberto Brasil de Oliveira. AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DE CONDENSAÇÃO PARA FINS DE REAPROVEITAMENTO: UM ESTUDO DE CASO NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, Itapetininga, v. 10, n. 01, p. 1-20, abr. 2023. Disponível em: <https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/rbic/article/view/840/503>. Acesso em: 03 fev. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS. **Boletim Meteorológico Mensal: novembro/2024**. Palmas: UFT, 2024. Disponível em: <https://www.uft.edu.br/campus/palmas/laboratorios/laboratorio-de-meteorologia-e-climatologia/boletins-meteorologicos/boletim-meteorologico-mensal-novembro-de-2024>. Acesso em: 10 de janeiro de 2025.

11. ANEXOS

ANEXO A – RELAÇÃO DOS ARES CONDICIONADOS DO BLOCO 14 DO CAMPUS IFTO - PALMAS

APARELHOS DOS ARES CONDICIONADOS			
Bloco 14	Salas	Marcas	Btus
Bloco 14	Sala dos Professores	LG	36000
Bloco 14	Sala 03	ELGIN	36000
Bloco 14	Sala 05	LG	36000
Bloco 14	Sala 06	LG	36000
Bloco 14	Sala 07	LG	36000
Bloco 14	Sala 08	LG	36000
Bloco 14	Sala 09	LG	36000
Bloco 14	Sala 10	LG	36000
Bloco 14	Sala 11	LG	36000
Bloco 14	Sala 12	LG	36000
Bloco 14	Sala 13	LG	36000
Bloco 14	Sala 14	LG	36000
Bloco 14	Sala 15	LG	36000
Bloco 14	Sala 16	LG	36000
Bloco 14	Sala 09	LG	36000
Bloco 14	Sala CPD	GREE	12000
Bloco 14	Sala COTEPE	LG	36000

Fonte: Gerencia de Manutenção do Campus (out./2024)