



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA**  
**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**  
**CAMPUS MONTEIRO**

**IGOR LIMA FERNANDES**

**ESTUDO DO APROVEITAMENTO DA ÁGUA PROVENIENTE DE**  
**EQUIPAMENTOS DE AR CONDICIONADO EM INSTITUIÇÃO PÚBLICA DE**  
**ENSINO NO IFSERTÃO PERNAMBUCANO**

**MONTEIRO- PB**

**2023**

**IGOR LIMA FERNANDES**

**ESTUDO DO APROVEITAMENTO DA ÁGUA PROVENIENTE DE  
EQUIPAMENTOS DE AR CONDICIONADO EM INSTITUIÇÃO PÚBLICA DE  
ENSINO DO IFSERTÃO PERNAMBUCANO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Monteiro, como requisito parcial para Conclusão do Curso de Especialização em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. DSc. Wamberto Raimundo da Silva Junior

**MONTEIRO- PB**

**2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP  
Bibliotecária responsável Porcina Formiga dos Santos Salgado. CRB15/204  
IFPB, *campus* Monteiro.

F363e Fernandes, Igor Lima.

Estudo do aproveitamento da água proveniente de equipamentos de ar condicionado em Instituição pública de ensino no IF Sertão Pernambucano / Igor Lima Fernandes – Monteiro-PB. 2023.

31 fls.: il.

TCC (Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB campus, Monteiro.

Orientador: Prof. Dsc. Wamberto Raimundo da Silva Junior.

1 Meio Ambiente - Inovação 2. Água - Produção - Desperdício  
3. Ar condicionado - Água aproveitamento 4. IF Sertão  
Pernambucano . I. Título.

CDU 502.1:628.17

**IGOR LIMA FERNANDES**

**ESTUDO DO APROVEITAMENTO DA ÁGUA PROVENIENTE DE  
EQUIPAMENTOS DE AR CONDICIONADOS EM INSTITUIÇÃO PÚBLICA DE  
ENSINO DO IFPERTÃO-PERNAMBUCANO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Monteiro, como requisito parcial para Conclusão do Curso de Especialização em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Aprovado em 31 de agosto de 2023.

**BANCA EXAMINADORA**



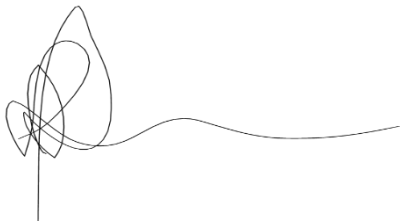
---

Prof. DSc. Wamberto Raimundo da Silva Júnior (Orientador - IFPB)



---

Prof. MSc. Whelson Oliveira de Brito (Examinador - IFPB)



---

Prof. Esp. Adri Duarte Lucena (Examinador - IFPB)

## RESUMO

Sabe-se que a água é um recurso natural importante para a existência da vida na Terra. Devido à alocação irregular de recursos hídricos e ao rápido aumento do consumo, a utilização de fontes alternativas de água para usos menos nobres em edificações torna-se uma importante prática na busca da sustentabilidade hídrica. Nesse contexto, o presente trabalho visa analisar o volume de água produzido por aparelhos de ar condicionado e destinar fins ao aproveitamento desta água. Para isso, foi realizado um estudo de caso no Instituto Federal do Sertão pernambucano, Campus Santa Maria da Boa Vista seguindo as seguintes etapas metodológicas: realizar inventário da quantidade aparelhos de ar condicionados; identificar a quantidade de água desperdiçada dos ar condicionados e propor o reaproveitamento de água do ar condicionado em práticas de conservação. As principais normas observadas para realização deste trabalho foram: a NBR 16783 (2019) – Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações e a NBR 16782 (2019) – Conservação de água em edificações – Requisitos, procedimentos e diretrizes. A partir dos resultados obtidos foi constatado a produção e desperdício da água produzida pelos aparelhos de ar condicionado, devido às disposições dos aparelhos de ar condicionado e que os mesmos teriam capacidade de captar 350, 4 L de água mensalmente. Portanto, evidencia-se que o aproveitamento da água de aparelhos de ar condicionado constitui-se uma alternativa viável e segura de aproveitamento para fins não potáveis, gerando benefícios não somente financeiros, mas, sobretudo, socioambientais.

**Palavras-chave:** Meio ambiente. Inovação. Produção de água.

## ABSTRACT

It is known that water is an important natural resource for the existence of life on Earth. Due to the irregular allocation of water resources and the rapid increase in consumption, the use of alternative water sources for less noble uses in buildings becomes an important practice in the pursuit of water sustainability. In this context, the present work aims to analyze the volume of water produced by air conditioners and to allocate this water for use. For this, a case study was carried out at the Instituto Federal do Sertão Pernambuco, Campus Santa Maria da Boa Vista, following the following methodological steps: carry out an inventory of the number of air conditioners; identify the amount of wasted water from air conditioners and propose the reuse of air conditioning water in conservation practices. The main standards observed for carrying out this work were: NBR 16783 (2019) - Use of alternative non-potable water sources in buildings and NBR 16782 (2019) - Water conservation in buildings - Requirements, procedures and guidelines. From the results obtained, it was verified the production and waste of water produced by the air conditioners, due to the provisions of the air conditioners and that they would have the capacity to capture 350.4 L of water monthly. Therefore, it is evident that the use of water from air conditioners is a viable and safe alternative for non-potable purposes, generating not only financial benefits, but, above all, socio-environmental ones.

**Keywords:** Environment. Innovation. Water production.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> -esquema de funcionamento do ar-condicionado .....	15
<b>Figura 2</b> - Campus Santa Maria da Boa Vista.....	19
<b>Figura 3</b> - Sistema de captação 1 .....	20
<b>Figura 4</b> - Sistema de captação 2 .....	21
<b>Figura 5</b> - Sistema de captação 3 .....	21

## LISTA DE TABELA

<b>Tabela 1</b> -Distribuição de recursos hídricos, superfície e população .....	13
<b>Tabela 2</b> -Potência e quantidade de ar-condicionado .....	22
<b>Tabela 3</b> -especificações dos aparelhos utilizados e seus setores .....	23
<b>Tabela 4</b> -Volume mínimo, médio e máximo de cada ponto de coleta .....	23
<b>Tabela 5</b> -Estimativa de produção mensal de água .....	27



## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> -Variação temporal da produção de água gerada pelos aparelhos de ar condicionado nos pontos de monitoramento.....	24
<b>Gráfico 2</b> -Variação temporal da umidade relativa da água nos pontos de monitoramento .....	25
<b>Gráfico 3</b> -Variação temporal da temperatura interna média nos pontos de monitoramento .....	25
<b>Gráfico 4</b> -Análise de regressão dos dados de produção de água observados .....	26

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>12</b>
2.1 Sustentabilidade .....	12
2.2 Recursos hídricos .....	13
2.3 Sistema de Condicionamento de ar.....	14
2.4 Água proveniente de aparelhos de ar condicionado.....	16
<b>3 OBJETIVOS.....</b>	<b>17</b>
3.1 Objetivo geral .....	17
3.2 Objetivos específicos.....	17
<b>4 METODOLOGIA .....</b>	<b>18</b>
4.1 Caracterização do Tipo de Pesquisa.....	18
4.2 Área do Estudo.....	18
4.3 Definição dos Pontos e Análise Quantitativa da Água Condensada .....	19
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>22</b>
5.1 Quantificação da água gerada pelos aparelhos de ar condicionado .....	22
5.2 Vazão da água condensada por aparelhos de ar-condicionado.....	23
5.3 Análise das Variáveis Ambientais.....	24
5.4 Estimativa da Produção de Água Mensal .....	26
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>28</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>29</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Devido aos crescentes investimentos na construção civil e ao surgimento da necessidade de aumentar a capacidade populacional das cidades, percebe-se que os recursos naturais necessários para esse crescimento estão sem controle, seja na redução das áreas de proteção ambiental, seja na no uso ilimitado desses recursos, muitas vezes sem um estudo que garantisse seu uso racional.

O homem para satisfazer suas necessidades e desenvolver suas atividades necessita fazer uso dos recursos naturais. Deles retira água, alimentos, gera energia, utiliza a matéria prima para construção de habitações e para produção de materiais de consumo. A água representa um recurso escasso essencial à vida, que vem se tornando cada vez mais reduzido em função, principalmente, do crescimento populacional acelerado, além disso, os recursos do ciclo encontram-se muito comprometidos em consequência da contaminação das águas, segundo, Martinez e Cólus, 2002.

Desenvolvimento sustentável é capaz de suprir as necessidades da geração atual, garantindo a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações. O uso racional da água pode ser definido como as práticas, técnicas e tecnologias que propiciam a melhoria da eficiência do seu uso, sendo que a procura por processos eficientes de reaproveitamento da água tem crescido nos últimos anos. Empresas e pessoas físicas estão cada vez mais preocupadas com questões ambientais, procuram formas de reciclar a água utilizada em seus prédios ou ainda de coletar água da chuva para aproveitamento em limpeza, jardinagem e esgoto. (Mota; de Oliveira; Inada,2015).

De acordo com Brega Filho & Mancuso (2003), o reuso de água é entendido como uma tecnologia desenvolvida em menor ou maior grau, dependendo dos fins ao qual se destina a água e de como ela tenha sido usada.

Em regiões semiáridas, o uso dos aparelhos de ar condicionado para conforto térmico promove a geração de água resultante da condensação, que na maioria das vezes é desperdiçada, muitas vezes no solo ou então drenada para galerias pluviais. Desta forma, o aproveitamento desta água depende da coleta eficiente de cada sistema de drenagem dos aparelhos que podem ser direcionados para um sistema de coleta e armazenamento.

Diante do cenário de desperdício, se percebe que a possibilidade de reutilização por meio de sistemas de aproveitamento de água torna-se uma opção cada vez mais viável, desde que sejam observadas as características físico-químicas e microbiológicas para utilização em fins não potáveis.

Portanto, o objetivo do trabalho é avaliar e quantificar o volume de água produzida por aparelhos de ar condicionado e destinar fins ao aproveitamento desta água no Instituto Federal do Sertão Pernambucano – Campus Santa Maria da Boa Vista.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Sustentabilidade

Conceito de sustentabilidade é um termo usado para definir ações e atividades humanas que visam suprir as necessidades atuais dos seres humanos, sem comprometer o futuro das próximas gerações. Ou seja, a sustentabilidade está diretamente relacionada ao desenvolvimento econômico e material sem agredir o meio ambiente, usando os recursos naturais de forma inteligente para que eles se mantenham no futuro. Seguindo estes parâmetros, a humanidade pode garantir o desenvolvimento sustentável (Corrêa,2009)

Ainda de acordo com autor deve-se realizar algumas ações que estão relacionada a sustentabilidade como:

- Preservação total de áreas verdes não destinadas a exploração econômica;
- Ações que visem o incentivo à produção e consumo de alimentos orgânicos, pois estes não agredem a natureza além de serem benéficos à saúde dos seres humanos;
- Exploração dos recursos minerais (petróleo, carvão, minérios) de forma controlada, racionalizada e com planejamento;
- Uso de fontes de energia limpas e renováveis (eólica, geotérmica e hidráulica) para diminuir o consumo de combustíveis fósseis. Esta ação, além de preservar as reservas de recursos minerais, visa diminuir a poluição do ar;
- Criação de atitudes pessoais e empresarias voltadas para a reciclagem de resíduos sólidos. Esta ação além de gerar renda e diminuir a quantidade de lixo no solo, possibilita a diminuição da retirada de recursos minerais do solo;
- Desenvolvimento da gestão sustentável nas empresas para diminuir o desperdício de matéria-prima e desenvolvimento de produtos com baixo consumo de energia;
- Atitudes voltadas para o consumo controlado de água, evitando ao máximo o desperdício. Adoção de medidas que visem a não poluição

dos recursos hídricos, assim como a despoluição daqueles que se encontram poluídos ou contaminados.

Com isso adoção de ações de sustentabilidade garantem a médio e longo prazo um planeta em boas condições para o desenvolvimento das diversas formas de vida, inclusive a humana. Garante os recursos naturais necessários para as próximas gerações, possibilitando a manutenção dos recursos naturais (florestas, matas, rios, lagos, oceanos) e garantindo uma boa qualidade de vida para as futuras gerações.

Segundo Roque e Pierri (2019) há muitas maneiras de prevenir este enorme caos “natural”, as construções sustentáveis são bons exemplos de como cooperar para prevenir este grande problema mundial. Existem atualmente inúmeras maneiras de construir sustentavelmente ou em se adequar a elas, por exemplo: Energia solar, reflorestamento, reutilização de resíduos sólidos, reutilização das águas das chuvas, reutilização da água do ar condicionado, etc.

## **2.2 Recursos hídricos**

É considerado parte da água doce, superficial ou subterrânea, acessível ao homem a um preço compatível com seus diversos usos, variando sua disponibilidade conforme o país e as regiões que abrange (Silva,2020).

Segundo Barros (2005), o planeta Terra tem um quarto de sua superfície coberta por água, sendo 97% de água salgada e apenas 3% de água doce. Devido à constante necessidade de os organismos vivos consumirem esse recurso, é necessário tomar medidas para conservá-lo.

É importante ressaltar que de acordo com a Agência Nacional de Águas (Ana, 2002), o Brasil possui aproximadamente 12% da água doce disponível no mundo. No planeta Terra, este recurso é distribuído de forma irregular por toda a terra como resultado de uma ampla gama de processos climatológicos que regulam a distribuição e disponibilidade de água.

No entanto, a distribuição dos recursos hídricos no Brasil não é proporcional à respectiva demanda populacional em cada região. (Tabela 1).

**Tabela 1**-Distribuição de recursos hídricos, superfície e população

Região	Recursos Hídricos (%)	Superfície (%)	População (%)
Norte	68,50	45,30	6,98
Centro-Oeste	15,70	18,80	6,41
Sul	6,50	6,80	15,05
Sudeste	6,00	10,80	42,65
Nordeste	3,30	18,30	28,91
Total	100,00	100,00	100,00

**Fonte:** Granja (2006)

Ao analisar a Tabela 1, é possível entender porque mesmo havendo tantos recursos hídricos disponíveis, a população de algumas regiões sofre com a escassez hídrica, pois foi observado que a distribuição de água no país é tão irregular quanto a população, e as regiões com maior densidade populacional possuem recursos hídricos muito abaixo do ideal.

De acordo com Silva (2020) devido a essa desigualdade e à necessidade de encontrar soluções que protejam esse importante recurso, foram criadas medidas que levam em consideração o conceito de melhoria do saneamento ambiental, incluindo fatores importantes como esgoto sanitário, controle de resíduos sólidos e o próprio abastecimento de água.

Nesse contexto com o intuito de obter o controle e a gestão das águas foi elaborado o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), estabelecido pela Lei nº 9.433/97, que tem como objetivo específico: “a melhoria das disponibilidades hídricas, superficiais e subterrâneas, em qualidade e quantidade; a redução dos conflitos reais e potenciais de uso da água; e, a percepção da conservação da água como valor socioambiental relevante”.

### **2.3 Sistema de Condicionamento de ar**

Para podermos analisar e colocar em prática as técnicas de aproveitamento da água proveniente dos aparelhos de ar condicionado, devemos primeiro entender como eles funcionam, entender as reações que permitem resfriar o ar e também como a água, como o desperdício é produzido.

Os sistemas de ar condicionado têm a função de regular a temperatura de determinado ambiente, seja aquecendo-o ou resfriando-o, o que leva a uma sensação de conforto térmico. O sistema troca calor do ambiente por meio da bobina, que ao

entrar em contato sofre uma diminuição ou aumento de temperatura, variando de acordo com o ciclo utilizado (Caldas; Camboim, 2017).

Segundo Fortes *et al.*, (2015), o mecanismo de resfriamento vem da troca de calor do ambiente, que ocorre pela passagem de ar pela serpentina do evaporador. Nestes trocadores existe um gás refrigerante que resfria ou aquece o ar de acordo com a temperatura exigida pelo usuário. O compressor é responsável pela circulação do gás dentro do aparelho.

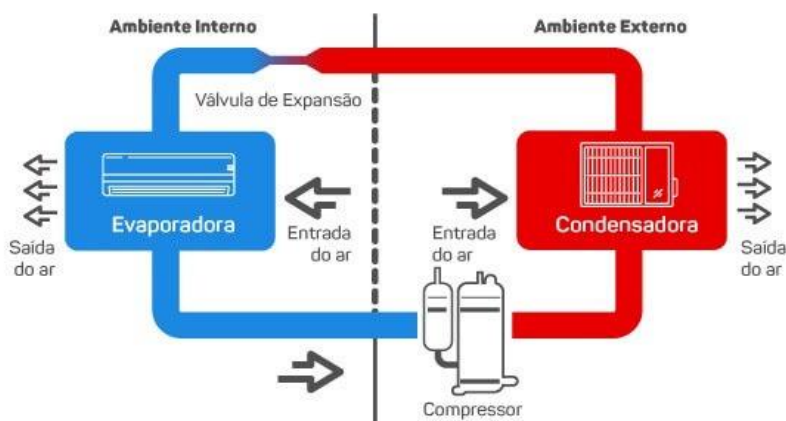
Conforme o ar entra pelo evaporador e passa pela serpentina, ele retorna ao ambiente. Repita o ciclo até atingir a temperatura desejada. O termostato é quem mede a temperatura do ar que retorna ao aparelho. Quando o termostato detecta que o ar ambiente está na temperatura desejada, ele desliga o compressor e mantém apenas a ventilação do ar condicionado.

Se houver mudança de temperatura, o compressor é reativado através do termostato e circula um líquido que resfria ou aquece o ar do ambiente, conforme a necessidade do consumidor.

No caso de operação de aquecimento, está disponível uma válvula anti-retorno, que altera o caminho do gás e o direciona primeiro para o evaporador. Portanto, é o evaporador que está quente e o condensador está frio.

O funcionamento do aparelho provoca uma redução da umidade ambiente presente no ar devido à condensação que ocorre em contato com a serpentina do evaporador, mantida a uma determinada temperatura abaixo do ponto de orvalho (Antonovicz e Weber, 2013). Na figura 1, é apresentado um modelo de funcionamento de ar condicionado.

**Figura 1**-esquema de funcionamento do ar-condicionado



**Fonte:** Antonovicz e Weber (2013)



Conforme mostrado na Figura 1, o compressor comprime o gás frio, transformando-o em um gás quente de alta pressão (em vermelho). Este gás quente passa por um trocador de calor para remover o calor e condensar em um estado líquido. O líquido flui através da válvula de expansão e no processo evapora para se tornar um gás frio de baixa pressão (azul). Este gás frio flui através de um trocador de calor que permite que o gás absorva o calor e esfrie o ar dentro da sala. Há uma pequena quantidade de óleo de baixa densidade misturado ao refrigerante que lubrifica o compressor junto com o processo (Antonovicz e Weber, 2013).

## **2.4 Água proveniente de aparelhos de ar condicionado**

Segundo Rigotti (2014), a água que sai do sistema de drenagem geralmente é lançada diretamente no meio externo, seja jardim, calçada ou até mesmo a própria rua. Porém, o que parece simples pode se tornar um grande problema, pois esse pingar água por muito tempo e sem a devida manutenção pode causar acúmulo em pequenas poças, criar criadouros de mosquitos e também criar lodo no local podendo causar acidentes com possíveis pedestres.

No que diz respeito as construções, há outro grande problema a referir, que é a degradação da estrutura do edifício, por exemplo para toldos, pelo contato constante com a água, mesmo que seja em pequenas quantidades diárias, pode causar problemas a longo prazo.

Verçoza (1991) afirma que a umidade nas edificações é um dos problemas mais difíceis de corrigir, não só é uma patologia, mas também media o surgimento de outras como mofo e bolor, que necessitam de umidade e calor para aparecer. Porém, ainda que esse pingar de água por algumas horas pareça um problema insolúvel, pode-se afirmar que ao final do dia de uso do ar-condicionado, essas gotas somam vários litros de água, o que lhes permite ser reutilizado para vários fins sustentáveis.

Carvalho (2012) afirma que a água condensada dentro do aparelho, ao contrário do que se acredita, não apresenta nenhum tipo de contaminação devido ao seu modo de funcionamento. Porém, não é potável porque o sistema condensa o ar ambiente, que pode conter impurezas e ao realizar análises concluiu que a água proveniente dos aparelhos atende aos requisitos mínimos da Portaria nº 2.914 de 12/12/2011.

O autor complementa que há um grande potencial no uso da água escoada dos aparelhos de ar condicionado, sendo essa uma alternativa viável de aproveitamento, contribuindo não só com a conservação desse recurso natural, como também economizando gastos com o mesmo.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

Analisar o volume de água produzido por aparelhos de ar condicionado e destinar fins ao aproveitamento desta água.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Realizar inventário da quantidade aparelhos de ar condicionados;
- Identificar a quantidade de água desperdiçada dos ar condicionados;
- Propor o reaproveitamento de água do ar condicionado em práticas de conservação.

## **4 METODOLOGIA**

Inicialmente, foi realizada uma coleta de dados e de literaturas por meio de pesquisas bibliográficas de teses, dissertações, livros e normativas brasileiras relacionadas ao tema do trabalho.

De acordo com Marconi e Lakatos (2003), as pesquisas bibliográficas são todas as bibliografias relacionadas ao tema de pesquisa publicadas na forma de livros, revistas, monografias, artigos, entre outros. Sua finalidade é dar ao pesquisador acesso direto a tudo sobre um determinado tema, ajudando-o a obter informações e analisar sua pesquisa.

### **4.1 Caracterização do Tipo de Pesquisa**

Esta pesquisa é um estudo de caso exploratório de natureza quantitativa, cujos métodos de coleta de dados foram medições de campo e estudos dos quantitativos.

Uma pesquisa exploratória segundo Gil, (2008, p. 44), “tem como finalidade principal desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, com vistas na formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. São pesquisas desenvolvidas com o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximado, acerca de determinado fato”.

Nesta seção é apresentado o método de pesquisa onde são descritos detalhadamente os procedimentos adotados para a condução do estudo. As principais normas seguidas na realização deste trabalho foram: NBR 16783 (2019) – Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações e NBR 16782 (2019) – Proteção da água em edificações – Requisitos, procedimentos e diretrizes. Esses padrões foram usados como base para verificação qualidade da água e desenho do projeto.

### **4.2 Área do Estudo**

O estudo foi realizado no Instituto Federal do Sertão Pernambucano-Campus Santa Maria da Boa Vista.

Santa Maria da Boa Vista é um município brasileiro do estado de Pernambuco. Localiza-se a 08°48'28" de latitude sul e 39°49'32" de longitude oeste, a uma altitude

de 361 metros. Distante 611 km da Capital Recife. Faz parte da Região Administrativa Integrada de Desenvolvimento do Polo Petrolina e Juazeiro e tem o nono maior PIB do Sertão de Pernambuco, atrás apenas de Ouricuri, Floresta, Serra Talhada, Araripina, Arcoverde, Salgueiro, Petrolândia e Petrolina. De acordo o IBGE (2021) o município tem Área Territorial 3.000,774 km<sup>2</sup> e População estimada 42.266 pessoas.

O município encontra-se na bacia do rio São Francisco, e do rio Pontal. Tem o clima semiárido, do tipo BSh. Os verões são quentes e úmidos, é neste período em que praticamente quase toda chuva do ano cai. Os invernos são mornos e secos, com a diminuição de chuvas; as mínimas dificilmente caem para menos de 15 °C. As primaveras são muito quentes e secas, com temperaturas muito altas, que em que algumas ocasiões podem chegar a mais de 40 °C. (Serviço geológico do brasil, 2023).

O Campus Santa Maria da Boa Vista é uma escola técnica em Santa Maria da Boa Vista/PE, no bairro Zona Rural que iniciou em 2009. Atendendo cerca de 500 alunos, 38 docentes e 36 Técnicos Administrativos em Educação – Taes. O campus oferece cursos técnicos em edificações e agropecuária, cursos subsequente em edificações e agropecuária, licenciatura em matemática e especialização em EAD em gestão escolar. Na Figura 2, apresenta o campus.

**Figura 2-** Campus Santa Maria da Boa Vista



**Fonte:** Google imagens (2023)

### **4.3 Definição dos Pontos e Análise Quantitativa da Água Condensada**

Foi elaborado um sistema provisório de captação da água e instalado nos aparelhos de ar condicionado adotados como foco no estudo inicial, visando a obtenção de dados volumétricos para posterior desenvolvimento do sistema de reaproveitamento. A coleta da água condensada em cada aparelho foi realizada de maneira que não ocorressem perdas durante as análises.

Em cada um dos 3 (três) pontos de coleta foi instalado um sistema provisório, sendo cada um composto pelos itens listados abaixo:

- 2,0 metros de mangueira flexível de PVC de  $\frac{1}{2}$ ;
- 1 de galão de 20 litros;
- Tubo PVC DE  $\frac{1}{2}$ .

Nas Figura 3,4 e 5 mostra o sistema de captação provisória, montado da seguinte maneira: a mangueira de PVC e tudo de PVC foram conectados ao dreno do aparelho, fazendo a ligação direta para o galão de água. No sistema de captação 1 é localizado no setor de informática, onde tem o funcionamento diário, o sistema de captação 2 fica localizado no setor de administração e o sistema captação 3 fica localizado na sala de coordenações.

**Figura 3-** Sistema de captação 1



**Fonte:** Autor (2023)

**Figura 4-** Sistema de captação 2



**Fonte:** autor (2023)

**Figura 5 -** Sistema de captação 3



**Fonte:** autor (2023)

O aparelho do Ponto 1, encontra-se no laboratório de informática, tendo sido escolhido por operar durante o período de 8 horas diariamente, o ar-condicionado do

setor é de 18000 BTUs, visto isso, o Ponto 2 foi selecionado por se tratar de um aparelho com tal potência, estando localizado no setor de administração, tem o funcionamento diário de 8 horas e tem uma potência de 24000 BTUs e por fim o Ponto 3 localizado no setor das coordenações com uma potência de 48000 BTUs e com o funcionamento de 8 horas diárias.

Para estimativa da produção de água foi considerada a dinâmica de funcionamento do Campus em 5 dias da semana, sendo 02 expedientes (manhã e tarde) com setores acadêmicos e administrativos e o período da noite apenas o setor acadêmico de aulas, totalizando 13 horas de funcionamento. Os equipamentos não monitorados presentes no campus foi utilizada a análise de linha de tendencia com definição da curva com maior aderência aos dados coletados através do valor do coeficiente de determinação.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Quantificação da água gerada pelos aparelhos de ar condicionado

O estudo foi realizado no Instituto Federal do Sertão Pernambucano-Campus Santa Maria da Boa Vista, para dar início a coleta de dados foi feito um levantamento de quantidade de aparelhos. Ao final do levantamento foram quantificados 67 aparelhos, nos setores de administração, salas de aulas e laboratórios, com diversas potencias, sendo essas: 7.000, 9.000, 12.000, 18.000, 24.000, 36.000 e 48.000, medidas em BTU (British Thermal Unit). Na Tabela 2, apresenta o quantitativo e as potencias dos ar-condicionado.

**Tabela 2-**Potência e quantidade de ar-condicionado

<b>BTU/h</b>	7000	9000	12000	18000	24000	36000	48000	Total
<b>Quantidade</b>	1	3	16	4	14	18	11	67

**Fonte:** Autor (2023)

O IFSertão - PE conta com prédio administrativo, laboratórios de pesquisa, salas de aula, laboratórios especiais e auditório. Os pontos para fazer a captação das águas foram no Laboratório de informática, no setor de administração e o setor de

coordenações. Na Tabela 3 a seguir, mostra as especificações dos aparelhos utilizados e seus setores.

**Tabela 3**-especificações dos aparelhos utilizados e seus setores

<b>Local do aparelho</b>	<b>Quantidades de Aparelhos</b>	<b>Potência (BTU's)</b>	<b>Tipo</b>	<b>Marca</b>
Laboratório de informática	1	18000	split piso teto	Electrolux.
Setor de administração	1	24000	split piso teto	Electrolux.
Setor de coordenações	1	48000	split piso teto	Carrier.

Fonte: Autor (2023)

## 5.2 Vazão da água condensada por aparelhos de ar-condicionado

Os volumes coletados das águas condensadas revelam que, a potência de cada aparelho influencia no valor da vazão por ele gerada, assim como a duração diária de funcionamento, como apresenta o Tabela 4.

**Tabela 4**-Volume mínimo, médio e máximo de cada ponto de coleta

Potência (BTU)	Pontos de coletados	Volume mínimo	Volume médio	Volume máximo
18000	1	0,23	0,44	1,51
24000	2	0,11	0,54	1,78
48000	3	0,29	1,21	2,11

Fonte: Autor (2023)

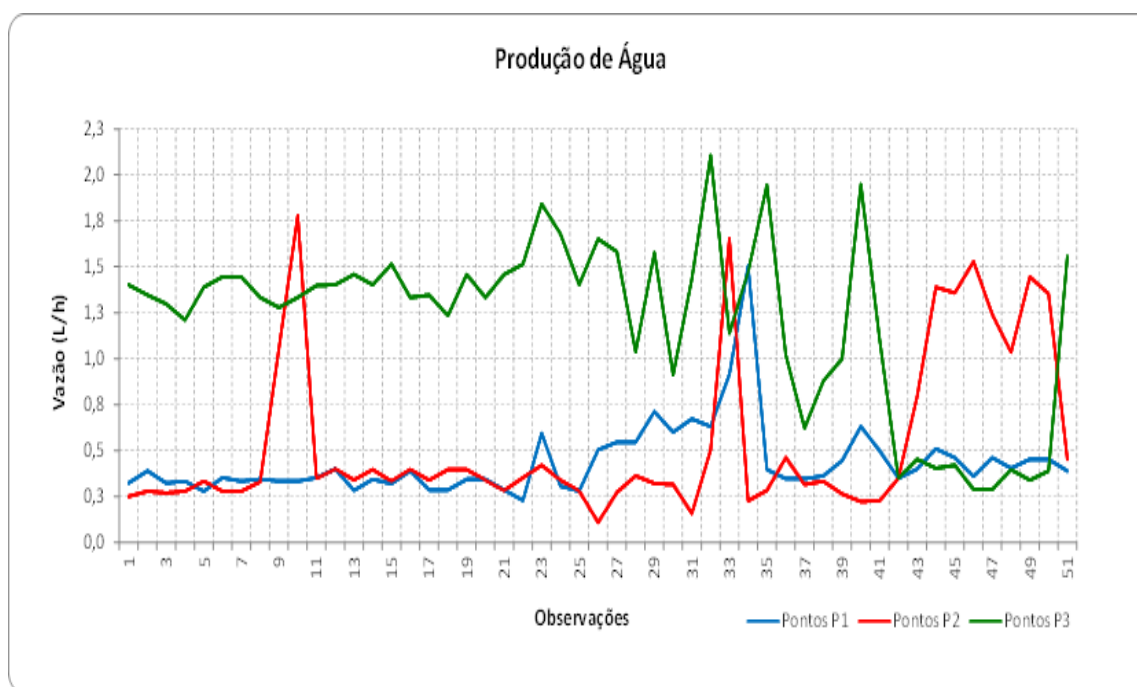
Os pontos de coleta dos aparelhos com potência de 18.000Btu, 24.000Btu e 48.000 BTU funcionam durante 8 horas diárias. Percebe-se que existe uma aproximação de geração de água no primeiro e no segundo, já o aparelho analisado de 48.000Btu mesmo com o tempo igual aos outros, produz uma maior quantidade, por razão de sua potência e conseqüentemente o valor da vazão mostrou-se superior. Para a construção do gráfico 1, foi considerado todos os dias de coleta de dados, contabilizando 51 dias.

No gráfico 1 é apresentado o resultado da produção volumétrica em termos vazão de água condensada por ponto analisado. Para o equipamento de 18.000 BTU (ponto P1, cor azul) a vazão média encontrada foi 0,44 L/h respectivamente com valor máximo de 1,51 L/h e mínimo 0,23 L/h. Já para o equipamento de 24.000 BTU (ponto



P2, cor vermelho) a vazão média foi 0,54 L/h, um valor máximo de 1,78 L/h e mínimo de 0,11 L/h. E por fim no equipamento de 48.000 BTU (ponto P3, cor verde) a vazão média foi de 1,21 L/h, máximo de 2,11 L/h e mínimo de 0,29 L/h.

**Gráfico 1**-Variação temporal da produção de água gerada pelos aparelhos de ar condicionado nos pontos de monitoramento.



Fonte: Autor (2023)

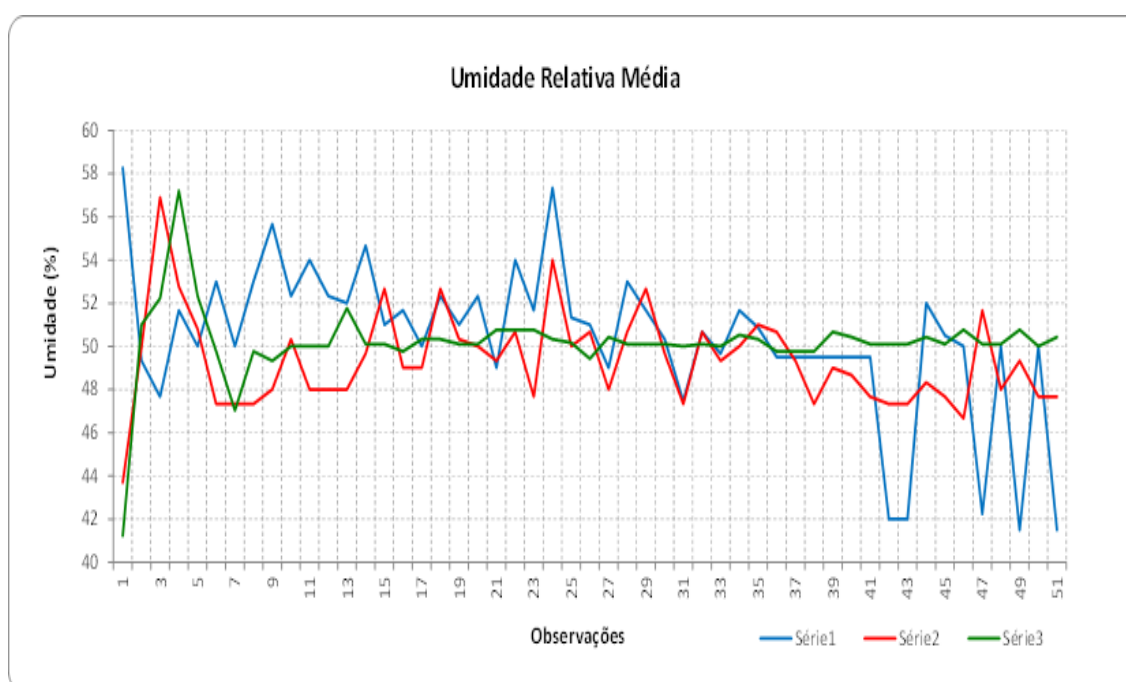
Através da análise dos dados, pode-se observar uma tendência de maior produção de água condensada para o equipamento de potência superior, no caso 48000 BTU. Alguns autores tem se empenhado na busca de determinar as relações entre potência e volume de água produzido. Cosmo (2021), realizou um estudo que obteve uma média de produção de 1,58 L/h, com temperatura interna de 16 ° C e umidade relativa de 34,33%.

### 5.3 Análise das Variáveis Ambientais

Nos gráficos 2 e 3, são apresentados as variáveis ambientais monitoradas no estudo. A série 1 na cor azul, representa o ponto P1, que teve uma média de 50,39% da umidade relativa, valor máximo de 58,27 % e mínimo de 41,50%. Já na série 2 na cor vermelha, que representa o ponto P2, obteve uma média de 49,37% da umidade

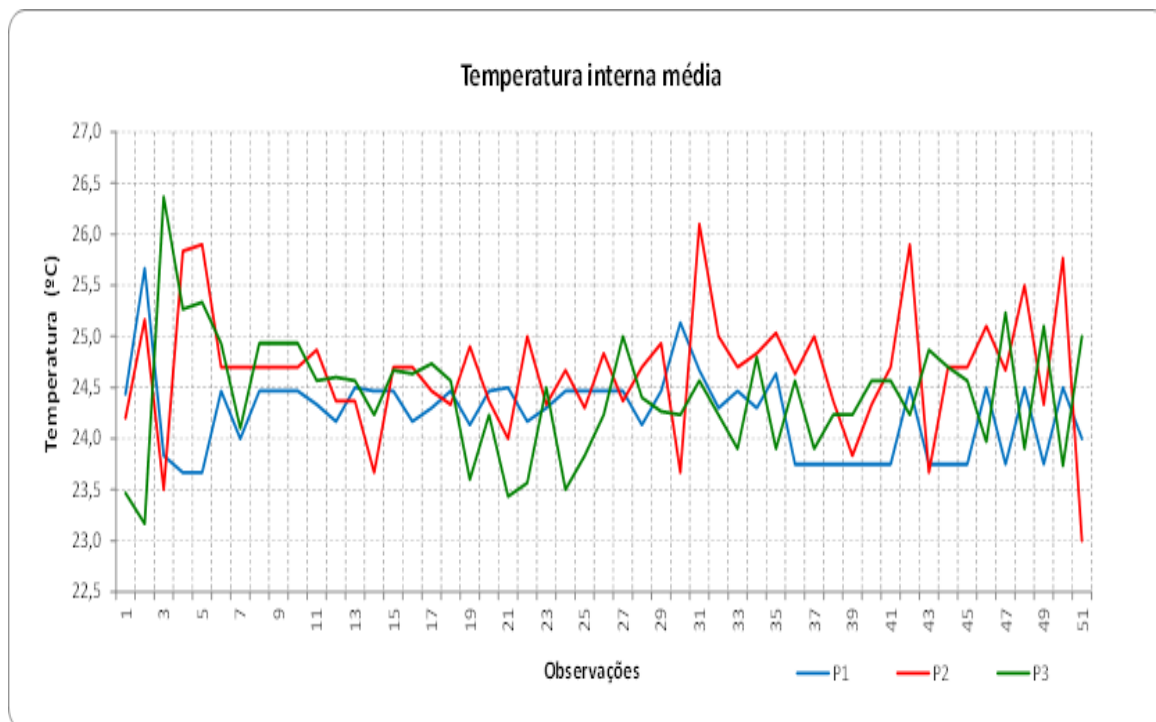
relativa, valor máximo de 56,90% e o valor mínimo de 43,70%. Por fim, na série 3 na cor verde, que representa o ponto P3, percebeu-se uma média de 50,19%, valor máximo de 57,20% e valor mínimo de 41,23%. O maior valor de umidade relativa interna do ar foi encontrada no ponto P1 (UR = 58,27%). Já o menor valor pode ser observado no ponto P3. Os pontos P2 e P3 são pontos do bloco administrativo e do setor de coordenação que se caracteriza por uma baixa taxa de ocupação humana. Em contraposição, o Pontos P1 é utilizado por estudantes por ser um laboratório de informática, apresentando elevado índice de ocupação. Durante o período de monitoramento a temperatura ambiental interna (TAI) teve uma média 24,65° C, valor máximo de 25,67 °C e o valor mínimo de 23,67 ° C. Já no ponto P2 e P3 tiveram média de 24,66° C e 24,62, valor máximo de 26,10°C e 26,37°C e valor mínimo de 23,00° C e 23,17° C, respectivamente.

**Gráfico 2-**Variação temporal da umidade relativa da água nos pontos de monitoramento



**Fonte:** Autor (2023)

**Gráfico 3-**Variação temporal da temperatura interna média nos pontos de monitoramento



Fonte: Autor (2023)

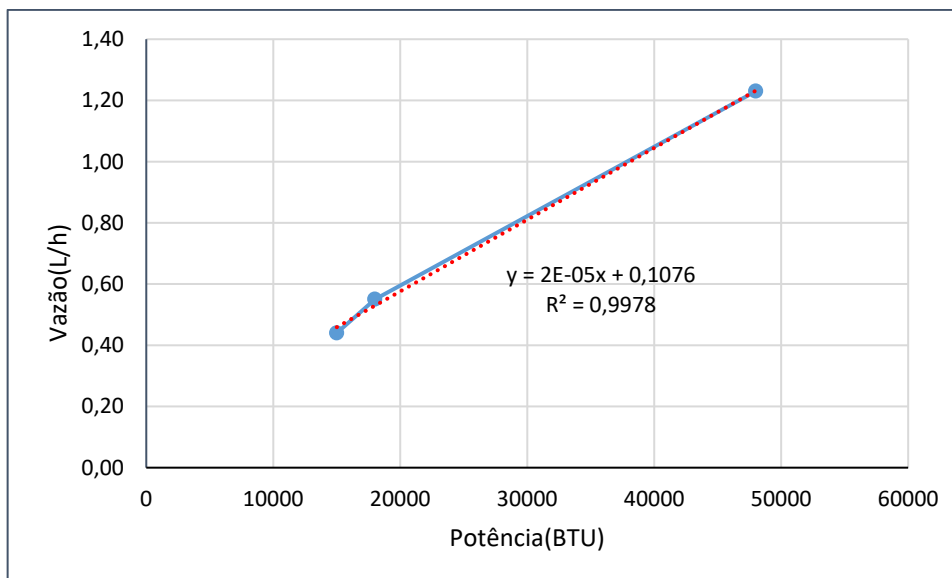
Em relação à umidade relativa do ar é possível notar que na pesquisa realizada por Cosmo (2021), a vazão de água condensada variou em função da umidade relativa do ar, tendo como resultado a vazão de 1,29 a 1,95 L/h para U.R (Umidade Relativa) de 24 a 46 %. No entanto, como mencionado, a compressibilidade não depende dessa variável. A diferença entre as temperaturas interna e externa e o tipo de clima desejado, seja de resfriamento ou aquecimento, interferem no volume de condensação (Cunha, filho & Schroder, 2015).

De acordo com Arend, Krebs & Amaral (2014) e Barbosa & Coelho (2016) é importante destacar que a vazão pode variar dependendo da temperatura do dia de coleta, em dias com temperatura mais alta (quente), é possível ter uma quantidade maior de água, em temperaturas mais baixas (frio), se coleta menos água.

#### 5.4 Estimativa da Produção de Água Mensal

O modelo estatístico linear foi o melhor que se ajustou aos valores observados de produção de água pelos equipamentos de ar-condicionado (Gráfico 4).

**Gráfico 4**-Análise de regressão dos dados de produção de água observados



**Fonte:** Autor (2023)

Com a equação gerada pela análise de regressão foi possível estimar a produção de água mensal dos equipamentos não monitorados (Tabela 5). Para efeito de aproveitamento da água para fins não potáveis, observa-se uma disponibilidade total de 13.878,8 litros. Considerando o consumo médio de água no campus é de 64m<sup>3</sup>, o aproveitamento geraria uma redução de consumo em torno de 21,5%.

**Tabela 5-**Estimativa de produção mensal de água

Potência do ar-condicionado (BTU)	Vazão Média (L/h)	Quantidade	Volume Mensal (L)
7000	0,24	1	62,4
9000	0,28	3	218,4
12000	0,34	16	1414,4
18000,00	0,44	4	457,6
24000,00	0,58	14	2111,2
48000,00	1,06	14	3858,4
48000,00	1,23	18	5756,4
<b>VOLUME TOTAL MENSAL</b>			<b>13878,8</b>

**Fonte:** Autor (2023)

## 6 CONCLUSÃO

Em decorrência da distribuição irregular dos recursos hídricos, assim como do acelerado crescimento do consumo, o estudo de caso propõe uma alternativa inteligente nos campos ambientais, construtivos e econômicos.

Foi realizado um levantamento da quantidade aparelhos e pode-se constatar que existem 67 aparelhos, nos setores de administração, salas de aulas e laboratórios, com diversas potencias, sendo essas: 7.000, 9.000, 12.000, 18.000, 24.000, 36.000 e 48.000, medidas em BTU.

A maior média de água produzida foi do aparelho de 48.000 BTUs, com 1,21 L/h, o que acarreta em um volume por dia de 9,68 L e 193,6 L no mês, considerando um funcionamento de 8h/d e 20 dias de usando o aparelho. Em seguida vem o aparelho de 24000 btu, com produção média de 0,54 L/h, que por dia produz 4,32 L e por mês produz 86,4 L e por último o aparelho de 18000 btu, com média de 0,44, com produção diária de 3,52 L e por mês 70,4, com esses valores a produção de água total dos três aparelhos por mês é de 350,4 L.

Pôde-se constatar, ainda, que aparelhos de maiores potências geram maiores vazões e que em umidades relativamente maiores, a vazão de água produzida também é maior. Além da potência dos equipamentos de ar condicionado, outras variáveis, como a umidade relativa do ar e a temperatura ambiental e o tipo de ocupação do espaço físico pode ter influenciado na produção de água condensada.

Como proposição para manejo e racionalização, recomenda-se utilizar caixa d'água de 2 mil litros para o armazenado da água produzida, uma vez que o campus Santa Maria da Boa Vista tem o curso de agropecuária e essa água pode ser utilizada para regar hortais e plantios. Outra proposta, seria utilizar essa água para o uso de limpeza das salas, laboratórios e refeitório, assim economizando o uso da concessionaria a compesa.

A partir das informações apresentadas, espera-se que este estudo contribua para a geração de dados que ajudem a planejar e implementar futuros projetos relacionados à sustentabilidade no campus Santa Maria da Boa Vista.

Algumas pesquisas podem ser desenvolvidas considerando o uso de outras fontes outras fontes de água não potável, como a água da pluvial, para enfrentar o problema do uso excessivo de água potável para usos que não requerem altas taxas de transporte, como irrigação e limpeza.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS; FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO; SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **conservação e reúso da água em edificações**. São Paulo, 2005.

AREND, C. M; KREBS, J; AMARAL, S.R. **Coleta e reúso de água do dreno do aparelho de ar condicionado para um sistema automatizado de irrigação**. Campus Camboriú, 2014.

ANTONOVICZ, Diego; WEBER, Rhuann Georgio Bueno. **PMOC – Plano de Manutenção Operação e Controle – nos condicionadores de ar do Campus Medianeira da Universidade Tecnológica do Paraná**. TCC – Curso de graduação de Tecnologia em Manutenção Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2013. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1380/1/MD\\_COMIN\\_2012\\_2\\_10.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1380/1/MD_COMIN_2012_2_10.pdf)> Acesso em: 25 de fev.de 2023.

BARBOSA, T; COELHO, L. **Sustentabilidade por meio do reúso da água dos aparelhos de ar** – condicionado da Faculdade de Tecnologia Deputado Waldyr Alceu Trigo – FATEC SERTÃOZINHO. São Paulo, 2016.

BREGA FILHO, D. MANCUSO, P. **Conceito de reúso de água**. In: Mancuso, P., santos, H. dos (org). **Reúso de água.: manole (USP)**. Barueri, SP, 2003.

CALDAS, J.; CAMBOIM, W. L. L. Aproveitamento da água dos aparelhos condicionadores de ar para fins não potáveis: avaliação da viabilidade de implantação em um bloco do Unipê. **Revista InterScientia**, João Pessoa, v. 5, n. 1, p. 166-188, 2017. Semestral. Disponível em: <<https://periodicos.unipe.br/index.php/interscientia/article/view/464>> Acesso em: 16 de fev. de 2023.

CARVALHO. **Caracterização quali-quantitativa da água da condensadora de aparelhos de ar condicionado**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso. Cuiabá, MT, 2012.

COSMO, Maria Nargila Sales. **Aproveitamento da água de sistemas de ar condicionado: estudo de caso em uma universidade do semiárido cearense.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará.

CORRÊA, Lásaro Roberto. **Sustentabilidade na construção civil.** Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) -Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

CUNHA, K. T; FILHO, L. C. K; SCHRODER, N. T. **Reaproveitamento de água de condensação de equipamentos de ar condicionado.** Canoas, 2015.

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

RIGOTTI, P. A. C. **Projeto de aproveitamento de água condensada de sistema de condicionadores de ar.** 2014. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Panambi, 2014.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisas social.** 6ª ed. São Paulo: Atlas,2008.

ROQUE, Rodrigo Alexander Lombardi; PIERRI, Alexandre Coan. Uso inteligente de recursos naturais e sustentabilidade na construção civil. **Research, society and development**, v. 8, n. 2, p. e3482703-e3482703, 2019.

Santa Maria da Boa Vista (PE) | Cidades e Estados | **IBGE**,2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/santa-maria-da-boa-vista.html>>. Acesso em: 27 maio. 2023.

**Serviço Geológico do Brasil.** Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/?tpl=home>>. Acesso em 27 de maio de 2023.

SILVA, Jorge Ricardo Rodrigues. **Viabilidade da coleta de água proveniente de sistemas de refrigeração.** 2020. 30p Monografia (Curso de Bacharelado de Engenharia Civil). Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2020.

SOARES, Sérgio. **Treinamento Linha Residencial: Pós Vendas**. Apostila de Programa de Capacitação Profissional Midea Carrier, 2014.

STOECKER, Wilbert.; JONES, Jerold W. **Refrigeração e Ar Condicionado**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1985.

VERÇOZA, E.J. **Patologia das edificações**. Porto Alegre, SAGRA, 1991.