



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

HIAGO SANTOS SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO DE ACUMULAÇÃO
E REUSO DE ÁGUA PROVENIENTE DE ARES-CONDICIONADOS**

GURUPI

2021



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

HIAGO SANTOS SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO DE ACUMULAÇÃO
E REUSO DE ÁGUA PROVENIENTE DE ARES-CONDICIONADOS**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado a Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil da Unidade Gurupi, do Instituto Federal do Tocantins, como exigência a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador(a): Prof. Me. Clerson Dalvani Reis.

GURUPI

2021



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

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

- S586d Silva, Hiago Santos
Desenvolvimento de um dispositivo de acumulação e reúso de
água proveniente de ares-condicionados / Hiago Santos Silva. –
Gurupi, TO, 2021.
40 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins, Campus Gurupi, Gurupi, TO, 2021.
- Orientador: Me. Clerson Dalvani Reis
1. Aproveitamento da água gerada por aparelhos de ar-
condicionados. 2. Preservação e conscientização de uso dos
recursos hídricos. 3. Projeto e detalhamento de um dispositivo
sustentável e ecologicamente correto. I. Reis, Clerson Dalvani. 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).



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

HIAGO SANTOS SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO DE ACUMULAÇÃO
E REUSO DE ÁGUA PROVENIENTE DE ARES-CONDICIONADOS**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado a
Coordenação do Curso de Bacharelado em
Engenharia Civil da Unidade Gurupi, do Instituto
Federal do Tocantins, como exigência a
obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Civil.

Aprovado em: 06 / 12 / 2021

BANCA EXAMINADORA

Prof^o.Me. Clerson Dalvani Reis
IFTO – *Campus* Gurupi

Prof^a. Ma. Kárita C. S. K. Alves
IFTO – *Campus* Gurupi

Prof^a. Me. Adriana S. A. Monteiro
IFTO – *Campus* Palmas



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL



Documento assinado eletronicamente por **Clerson Dalvani Reis, Servidor**, em 09/12/2021, às 09:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Adriana Soraya Alexandria Monteiro, Servidora**, em 09/12/2021, às 16:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Karita Christina Soares Kanaïama Alves, Servidor**, em 09/12/2021, às 16:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ifto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1470057** e o código CRC **47ABDD2B**.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

À minha família: meus pais Pedro Barros Silva e Sirleide Almeida dos Santos, meus irmãos Hiara Maria Santos Silva e Higor Santos Silva.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof.^o Me. Clerson Dalvani Reis por me orientar com muito zelo durante todo o processo de aprendizado, não apenas neste trabalho, mas também em todo o curso.

Aos demais professores, a direção e a administração do Campus que tive o prazer de conhecer ao longo da graduação em Engenharia Civil.

A todos os meus amigos pelos momentos de convívio, apoio e incentivo. A todos que, de alguma forma, me ajudaram a vencer este desafio.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

RESUMO

A crescente demanda pelos recursos hídricos são indispensável para a manutenção da vida e vem se tornando cada vez mais escasso. Este bem é a matéria-prima na produção de diversos itens que proporcionam as condições mínimas de sobrevivência aos seres diariamente. Paralelo a necessidade de gerar condições adequadas aos seres e minimizar o volume de água consumido, deve-se criar equipamentos que associem as duas premissas, ambiente e conforto. Devido ao aumento de temperatura no decorrer do tempo, o uso de aparelhos de ar-condicionado se tornou cada vez mais presente nas edificações, sendo elas unifamiliares ou multifamiliares. Em seu funcionamento, o aparelho condensa o ar no ambiente interno e, por consequência deste processo, goteja água no ambiente externo. Este trabalho desenvolve, com base no estudo quantitativo por meio de coleta do volume de água produzido por aparelhos de 9.000 e 36.000 BTU's, um dispositivo capaz de captar e armazenar toda a água gerada e disponibiliza-la para uso descarga em bacias sanitárias. O volume médio coletado foi de 0,243 litros por hora, sendo canalizado até o dispositivo dimensionado com as medidas de 0,55 m de diâmetro por 0,40 m de altura, totalizando uma capacidade de armazenamento de 100 litros.

Palavras-chave: **Ar-Condicionado. Reaproveitamento de água. Dispositivo.**



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

ABSTRACT

The growing demand for water resources is essential for the maintenance of life and is becoming increasingly scarce. This good is the raw material in the production of several items that provide the minimum conditions for survival to beings on a daily basis. Parallel to the need to generate adequate conditions for beings and minimize the volume of water consumed, equipment must be created that combine the two premises, environment and comfort. Due to the increase in temperature over time, the use of air conditioning devices has become increasingly present in buildings, whether single-family or multi-family. In its functioning, the device condenses the air in the internal environment and, as a result of this process, water drips in the external environment. This work develops, based on a quantitative study through the collection of the volume of water produced by devices of 9,000 and 36,000 BTU's, a device capable of capturing and storing all the water generated and making it available for use in toilets. The average volume collected was 0.243 liters per hour, being channeled to the device dimensioned with measures of 0.55 m in diameter by 0.40 m in height, totaling a storage capacity of 100 liters.

Keywords: Air conditioning. Reuse of water. Device. Solutions.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Planta Baixa: Área de Estudo.....	22
Figura 2 – Vista Isométrica: Área de Estudo.....	22
Figura 3 – Boia Mecânica.....	23
Figura 4 – Conexão Tipo Flange.....	24
Figura 5 – Tubo PVC.....	24
Figura 6 – Disposição dos Componentes.....	25
Figura 7 – Recipiente de Coleta.....	26
Figura 8 – Reservatório.....	29
Figura 9 – Alimentação.....	30
Figura 10 – Níveis.....	31
Figura 11 – Dispositivo Final.....	31
Figura 12 – Expansão do Reservatório.....	32
Figura 13 – Vista Superior 3D.....	33
Figura 14 – Perspectiva Frontal 3D.....	33
Figura 15 – Perspectiva Lateral 3D.....	34
Figura 16 – Escolha do Corpo do Protótipo.....	34
Figura 17 – Instalação dos Componentes.....	35
Figura 18 – Distribuição dos Componentes.....	35



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Componentes	25
Tabela 2 – Coleta de Água Gerada: Ar-Condicionado de 9.000 BTU.....	27
Tabela 3 – Coleta de Água Gerada: Ar-Condicionado de 36.000 BTU.....	28



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 PROBLEMA DE PESQUISA	15
3 JUSTIFICATIVA.....	16
4 OBJETIVOS.....	16
4.1 Objetivo geral	16
4.2. Objetivos específicos.....	16
5 REVISÃO DE LITERATURA	17
5.1 Água no Globo.....	17
5.2 Ciclo Hidrológico.....	17
5.3 Escassez Hídrica	18
5.4 Reaproveitamento de Águas Residuais	19
5.5 Aparelho de Ar-Condicionado.....	20
5.6 Água Gerada pelo Processo de Condensação	21
6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	21
6.1 Revisão sistemática da literatura.....	21
6.2 Consulta ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial.....	22
6.3 Protótipo	22
6.4 Estudo, transporte e uso	22
6.5 Peças e componentes.....	23
6.6 Arranjo dos componentes	25
6.7 Coleta de dados.....	26
7 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	27
7.1 Análise dos dados coletados	27



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

7.2 Dimensionamento do dispositivo	29
7.3 Modelagem e instalação do protótipo	33
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
8.1 Sugestões para trabalhos futuros	37
REFERÊNCIAS.....	38



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios dos tempos a água é uma substância indispensável para todos os seres no planeta. Ela tem a responsabilidade de garantir a manutenção de toda a vida no globo, podendo ser classificada como a “peça” que mantém as engrenagens do ciclo da vida operando ininterruptamente.

Dentre os períodos da evolução do Homem, a sociedade passou por uma transição de comportamentos, impactando diretamente em seus hábitos e culturas. Inicialmente, os indivíduos tinham hábitos de sobrevivência classificados como nômades, isto devido à ausência de uma localização fixa para a comunidade, além de sobreviver apenas se alimentando com pequenas caças e coletas de frutos.

Em seguida, passou-se a adotar hábitos mais sedentários, obtendo localização fixa. Neste período denominado neolítico, os indivíduos observaram que os grãos dispersos no solo, na presença de condições ideais, geravam frutos e podiam aumentar a oferta de recursos disponíveis (MAZOYER e ROUDART, 1998). Desta forma, o ser humano iniciava e aprimorava gradativamente as técnicas de produção do próprio alimento, tendo como premissa a sua localização geográfica, sempre próximo aos grandes cursos d'água.

Os seres vivos estão evoluindo constantemente, se adaptando às condições e mudanças do planeta, porém, conservando algumas características e necessidades biológicas do passado, podendo ser observada a necessidade de consumir o bem comum essencial, a água.

Contudo, apenas 2,5% de todo o volume de água existente no planeta é potável, ou seja, adequada para o consumo. Somente 0,77% de todo o recurso está disponível para o uso, sendo encontrada na forma de rios, lagos, água subterrânea, incluindo ainda a água presente em forma de gelo nas calotas polares (GRASSI, 2001).



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

O crescente aumento populacional e avanço geográfico dos centros urbanos impactam o frágil ecossistema, fazendo com que o consumo humano demande mais água do que o procedimento de reposição consegue gerar (este é chamado de ciclo hidrológico). Desta forma, a disparidade entre oferta e demanda converge para uma escassez exponencial do recurso no globo.

O uso desordenado e inconsequente deste bem por parte da população causa uma séria crise hídrica em todo o mundo. “Até 2025, a água potável que hoje é desperdiçada pelas calçadas das grandes metrópoles fará falta para mais da metade da população do planeta” (MARTINS, 2003).

De forma macroscópica, vê-se o uso agressivo e irregular dos recursos hídricos em produções agrícolas, onde são desviados e/ou recanalizados os cursos dos rios e destes são retirados volumes demasiados, descumprindo todas as premissas impostas pelas normas de uso da água. Já microscopicamente, observa-se o uso imprudente em bacias sanitárias de água potáveis para atividades que não a demandam, como descargas e lavagem de superfícies.

Portanto, deve-se considerar o uso mais eficiente da água disponível, ou seja, a obtenção de mais benefícios com seu uso e menos desperdício, protegendo sua qualidade (REBOUÇAS, 2001).

1.1 Problema de pesquisa

É possível desenvolver um sistema que torne viável o reaproveitamento da água gerada pelos aparelhos de ar-condicionados, sendo este instalado junto ao sistema de abastecimento predial? Em caso de não uso dos aparelhos, é possível ter água disponível? Se a produção for maior que o consumo, como pode-se evitar a contaminação do sistema predial? É possível fazer com que o sistema opere sem o uso de eletricidade?



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

1.2 Justificativa

Este trabalho tem como premissa a criação de um dispositivo que faça com que a sociedade use os recursos hídricos de forma controlada e racional, minimizando o volume de água retirada dos mananciais.

Portanto, a demanda por conforto térmico nos ambientes de vivência e frente ao crescente consumo de água que se torna cada dia mais escasso, a população deve buscar alternativas que aliem usabilidade e consciência a fim de garantir condições dignas de sobrevivência as gerações futuras.

Então, com o desenvolvimento de um dispositivo capaz de coletar e dar uso a água que seria descartada, atendendo aos usuários de forma versátil e imperceptível se faz cada vez mais necessário para um futuro próximo.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho de conclusão de curso é desenvolver um dispositivo de captação de água oriundas dos ares-condicionados, tornando-a disponível para o uso em atividades que não exijam potabilidade. Este equipamento deve se adequar as edificações, sendo imperceptível aos usuários e a sua instalação deve ser integrada ao sistema predial de maneira totalmente automática.

1.3.2 Objetivos específicos

- Planejar e detalhar todos os componentes e peças utilizadas na composição do dispositivo;
- Tornar o equipamento eficiente e automático sem a necessidade de itens que consumam energia elétrica;
- Tornar o dispositivo versátil e aplicável a qualquer edificação.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Água no Globo

O planeta Terra possui sua hidrosfera composta por um volume expressivo de massa de água, porém, somente 2,6% é água doce. Deste montante potável, 76,4% estão armazenadas na forma sólida formando as calotas polares e 22,8% estão integrando os aquíferos, portanto, apenas uma pequena parcela de 0,3% dá água doce está disponível para o acesso dos seres por meio superficial em rios, represas e lagos (BICUDO, 2010).

Para Rebouças (2002), a vida no globo depende não somente de quantidade, mas também de qualidade da água doce disponível. Sua presença é responsável por manter o ciclo da vida, a biodiversidade dos organismos e a sobrevivência da espécie humana.

Este recurso fundamental a vida e ao bem-estar social possui vasta utilização nas mais diferentes áreas, estando presente em 75% de toda a matéria no planeta. Os seres humanos possuem 60% de seu peso composto por água, enquanto nas plantas e seres aquáticos pode atingir mais de 90% (BASSUI, 2021).

Segundo Tundisi (2003), o crescimento constante da população no planeta demanda maior consumo dos recursos hídricos, isto porque várias atividades demandam de água para que os seres tenham condições de sobreviver como, confecção de objetos, remédios, alimentos.

2.2 Ciclo Hidrológico

A água doce do planeta se movimenta de forma cíclica. Este é um processo conhecido como ciclo hidrológico que se constitui de uma série de processos na natureza pelos quais o fluído inicia seu caminho, indo do estágio inicial até retomar a posição primária. Segundo Lima (2000), este é um fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, sendo impulsionada pelo sol.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

Paralelo a Lima e de forma complementar, Paz (2006) descreve que o ciclo hidrológico é a passagem da água pelos seus diferentes estados físicos, que acontece na hidrosfera, entre os oceanos, calotas de gelo, águas superficiais, subterrâneas e a atmosfera. O agente responsável pelo movimento permanente é o raio solar que fornece a energia para a temperatura da água e assim removê-la da superfície por meio da mudança de estado (líquido para gasoso), conduzindo-a para atmosfera. A gravidade por sua vez, faz com que as gotículas condensadas caiam por meio da precipitação e após isto, seguem por meio da linha das águas que se reúnem em rios até atingir os oceanos ou se infiltrarem no solo, através dos poros e fissuras que a compõe.

2.3 Escassez Hídrica

As oscilações climáticas podem alterar os períodos de ocorrência das séries hidrológicas e a disponibilidade de uso da água visto que, a estrutura capaz de atender a população de determinada região é projetada através da observação das séries passadas. Estas séries não-estacionárias são causadas pelo desmatamento, práticas agrícolas, alterações nas bacias e também pela retirada de recursos hídricos para usos não consultivos (ANA, 2010).

As consequências das causas citadas acima é o aumento da ocorrência de eventos extremos (ANA, 2010). Giacomini e Ohnuma (2012) implementam o conceito de “pegada hídrica” como meio para conscientização global de consumo dos recursos hídricos, a fim de reduzir a demanda de água. Tal aperfeiçoamento das práticas na área agrícola pode ser capazes de reduzir consideravelmente o volume de água utilizada no processo de produção, tornando-a disponível para atender as necessidades humanas de todos.

A Comissão Especial de Colapso Hídrico (2015) acrescenta que a crise hídrica não é de caráter natural, mas sim de um conjunto de fatores que englobam o modelo atual de produção energética, exportação de produtos, uso do solo, degradação do meio ambiente, poluição, consumismo e falta de saneamento básico. Estes processos



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

comprometem a qualidade da água e além de levar a humanidade a uma calamidade hídrica.

Portanto, conclui-se que este fluído é classificado como patrimônio mundial, porém pouco a pouco vem se tornando um recurso escasso e por isso deve ser preservado (NETO, 2006).

2.4 Reaproveitamento de Águas Residuais

O ato de reutilizar águas residuais não é um conceito discutido apenas na atualidade, pois é praticado no mundo inteiro há anos. Há registros desta prática na Grécia Antiga, onde os resíduos sanitários eram utilizados na irrigação. No entanto, para Cunha (2011), a crescente demanda por água tem feito do reuso planejado um tema atual e de grande relevância.

Reaproveitar a água já utilizada, trata-se de instalar um pequeno reservatório e/ou estação de tratamento que colete esta água em uso nobre (banhos e pias) para reutilização em fins menos nobre (descargas, lavagens de piso, irrigações, entre outros) (CUNHA, 2011).

As melhorias consequentes das boas práticas de uso dos recursos hídricos, de acordo com Cunha (HESPANHOL, 1999), englobam a minimização de descarga de resíduos nos esgotos, e consequentemente, nos corpos hídricos; preservação dos recursos subterrâneos, aumento da resistência a erosão; aumento na produção de alimentos, entre outros.

O reuso de recursos hídricos pode ser interpretado como indireto e direto. Para Murozzi (2008), o uso indireto ocorre quando a água já usada é descarregada nos cursos d'água para ser utilizada novamente a jusante, de forma diluída. Trata-se do método mais difundido, onde a autodepuração é utilizada sem controle para degradar os poluentes descartados com o esgoto in natura. É classificado como direto, o uso planejado de esgotos tratados para diversas finalidades, indo desde irrigação até a recarga de aquíferos. Esta, por sua vez, necessita da implantação de tecnologias de



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

tratamento para a adequação da qualidade do efluente definida pelo uso requerido (MUROZZI, 2008).

2.5 Aparelho de Ar-Condicionado

Os ar-condicionado é um equipamento destinado ao uso em ambiente fechados, mantendo a temperatura e a umidade do ar controladas e proporcionando o ambiente térmico (aquecendo ou refrigerando). Este equipamento se torna indispensável para determinados ambientes, como: laboratórios, unidades de hospitais, radiologia e nobreak (ARAUJO, 2011).

A troca de temperatura feita pelo aparelho dá-se através da passagem do ar pela serpentina do evaporador que, por contato, sofre queda ou aumento de temperatura baixando a umidade relativa do ar. Quando atingir a temperatura desejada, o leitor localizado no evaporador desliga o compressor, mantendo a temperatura no ambiente interno até que haja necessidade de retomar o funcionamento do mesmo (FORTES, 2015).

Os aparelhos de ar-condicionado são compostos por 4 peças básicas, sendo: compressor, condensador, evaporador e motor ventilador. O compressor é o componente responsável pela circulação do gás refrigerante no sistema.

A refrigeração dos aparelhos é iniciada com a sucção do ar interno no ambiente pelo ventilador, atravessando o evaporador e em seguida a serpentina que contém a substância refrigerante, que se encontra a 7°C e em estado líquido. Por contato, o ar é esfriado e o motor ventilador direciona-o de volta ao ambiente interno (FORTES, 2015).

Após absorver o calor a substância se torna um gás e entra no compressor elétrico. Essa peça, que produz o ruído do aparelho, comprime o gás sob alta pressão, elevando sua temperatura até 52°C. Em seguida, o gás entra em outra serpentina na parte externa ao ambiente, expulsando o volume restante de ar quente enquanto o



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

líquido se dirige a válvula de expansão, onde perde pressão rapidamente retornando a temperatura de 7°C novamente (ARAUJO, 2011).

2.6 Água Gerada pelo Processo de Condensação

Toda a água gerada no processo de condensação do ar descrita acima é direcionada para o ambiente externo. Com isto, alguns problemas podem surgir aos pedestres devido ao gotejamento deixando a superfície escorregadia e gerando acúmulo de resíduos causando a degradação da edificação (calçadas e fachadas) (FORTES, 2015).

Para Fortes (2015), estas gotas residuais que aparentam ser um incômodo aos olhos podem se tornar vários litros ao final de um dia, permitindo ser reutilizada em práticas sustentáveis. É válido afirmar que essa atitude sustentável se torna diretamente proporcional a proporção edificação, visto que uma residência unifamiliar abriga poucos aparelhos de ar-condicionado, enquanto edifícios multifamiliares abrigam centenas deles gerando mais água e sendo capaz de ser mais sustentável nas atividades comuns.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Revisão sistemática da literatura

Identificar e filtrar publicações relevantes têm sido uma tarefa desafiadora, devido a um volume excessivo de trabalhos que são lançados constantemente (ALBRECHT, GURZKI & WOISETSCHÄGER, 2017).

Baseado nesses princípios, utilizou-se a web a fim de obter informações que serão de grande importância para a continuidade do trabalho. Dando continuidade a procura, buscou-se atender as exigências de reconhecimento e seleção de publicações que agregarão o trabalho.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

3.2 Consulta ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial

A criação de novos mecanismos para aliar tecnologia e conservação dos recursos é algo constante atualmente. Visando isto, buscou-se fazer uma análise sistemática de projetos similares ao proposto nesta dissertação disponíveis no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) buscando uma métrica construtiva, bem como acertos e falhas. Avaliou-se nestas buscas parâmetros como geometria do reservatório, componentes internos e alocação predial.

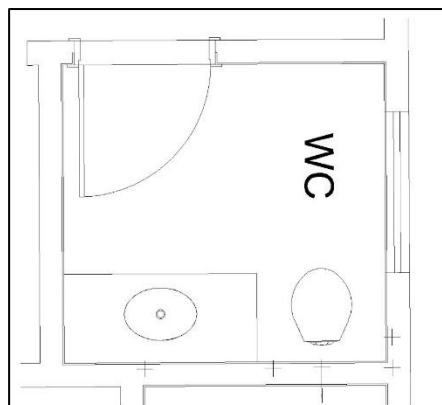
3.3 Protótipo

Iniciou-se o desenvolvimento por um esboço básico usando a ferramenta de visualização 2D AutoCAD, definindo a forma geométrica que possibilitou a implantação do equipamento em qualquer que seja a edificação. Após avaliar várias formas geométricas, decidiu-se optar pelo formato retangular devido a praticidade e adequação ao local de instalação.

3.4 Estudo, transporte e uso

A fim de entender o funcionamento e garantir que a água proveniente do reaproveitamento não será utilizada em finalidades nobres, fez-se necessário a adequação do sistema para que a água será utilizada apenas em bacias e mictórios e garantir a sanidade dos usuários, como mostram as figuras 1 e figura 2 a seguir.

Figura 1 – Planta Baixa: Área de Estudo.

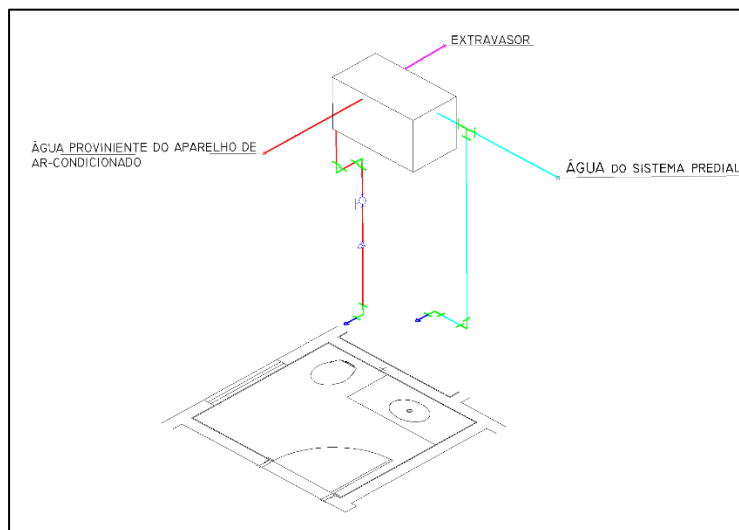


Fonte: Próprio autor.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

Figura 2 – Vista Isométrica: Área de Estudo.



Fonte: Próprio autor.

Durante o processo de visualização inicial do projeto percebeu-se a necessidade de que o lavatório fosse alimentado pela água potável advinda da rede predial, a fim de garantir a sanidade e inibir qualquer tipo de contaminação dos usuários. Portanto, decidiu-se implementar um componente a tubulação que pudesse alimentar a torneira antes mesmo de se conectar ao dispositivo (figura 3).

Para a alimentação do reservatório, optou-se por implantar um sistema misto, ou seja, este é abastecido tanto pela rede predial quanto pelo sistema de coleta da água gerada pelo(s) aparelho(s) de ar-condicionado (figura 3). Esta medida visa garantir que mesmo não havendo a ativação do aparelho de ar-condicionado, o reservatório tenha uma quantidade mínima de água para garantir a manutenção e a usabilidade da peça ao qual foi acoplado

3.5 Peças e componentes

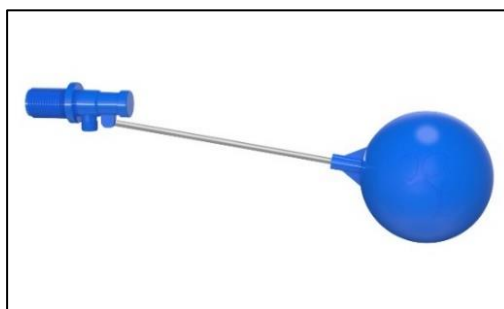
Para o sistema de reserva e distribuição da água coletada utilizou-se o mecanismo de boias mecânicas para fazer o controle dos níveis da água vinda do sistema de distribuição predial e da água dos ares-condicionados. Esta peça também é responsável por garantir a segurança de todo o sistema, impedindo que a água de reaproveitamento venha a contaminar a rede de abastecimento predial devido a ação



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

de retrossifonagem. A solução encontrada é pautada no interrompimento completo da abertura da boia, regulada durante a instalação e acionada sempre que a água do sistema de alimentação comum chega a um nível determinado.

Figura 3 – Boia Mecânica.



Fonte: Tigre.

Todos os elementos são conectados aos tubos PVC de alimentação e distribuição (Figura 6) por meio de flanges (Figura 5), sendo estas peças responsáveis pela comunicação externa/interna do corpo do reservatório. Esta peça ligante possui corpo roscável com um anel de borracha para garantir a estanqueidade.

Figura 4 – Conexão Tipo Flange.



Fonte: Tigre.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

Figura 5 – Tubo PVC.

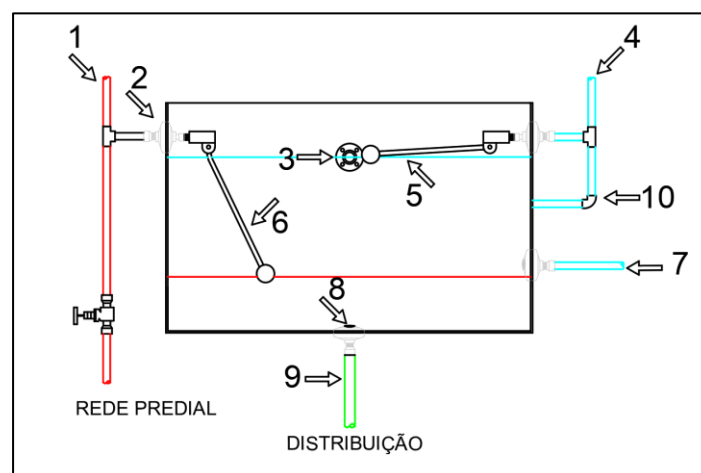


Fonte: Tigre.

3.6 Arranjo dos componentes

A partir da escolha dos materiais que fez parte de todo o corpo do dispositivo, a disposição e comunicação entre este é indispensável. A figura 7 apresenta como foram organizadas todas as peças acopladas ao reservatório, estando enumeradas e identificadas na tabela 1.

Figura 6 – Disposição do Componentes.



Fonte: Próprio autor.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

Tabela1 – Componentes.

Nº	DESCRIÇÃO
1	Rede do Sistema de Reaproveitamento de água dos Ares-Condicionados
2	Conexão Tipo Flange
3	Conexão do Tipo Flange + Extravasor
4	Rede do Sistema Predial
5	Boia Mecânica Controladora de Nível para Rede Predial
6	Boia Mecânica Controladora de Nível para Rede de Reaproveitamento
7	Saída Opcional para Expansão de Reservatório
8	Conexão Tipo Flange
9	Saída de Distribuição
10	Tampa do Reservatório

Fonte: Próprio autor.

3.7 Coleta de dados

Os equipamentos avaliados no estudo serão dois aparelhos de ares-condicionados nos modelos Split e das marcas PHILIPS e ELGIN, com potência de 9.000 e 36.000 BTUs (British thermal unit - Unidade Térmica Britânica) respectivamente.

A água gerada pelos aparelhos ser coletadas por um recipiente de polipropileno transparente graduado em mililitros e com volume total de 2,5 litros. O reservatório de coleta deve ser posicionado em uma superfície plana ao chão, estando identificado e protegido para que não haja interferências externas ao período de coleta.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

Figura 7 – Recipiente de coleta.



Fonte: Fornecedor.

As medições serão feitas em diferentes períodos do dia, sendo quantificadas por 1 hora, onde a oscilação de umidade no ar fará com que o volume de líquido produzido varie. Este processo de amostragem é conhecido como de coleta aleatória simples que para Fonseca Martins (1996) é um método comumente utilizado. Nesse processo de coleta de amostra é assegurado que todos os elementos do espaço amostral tenham a mesma probabilidade de serem considerados.

Para este projeto, foram feitas medições durante um período de 7 dias a fim de quantificar todo o volume de água gerada pelos aparelhos de 9.000 e 36.000 BTUs que funcionavam entre as temperaturas de 22°C

Após a coleta, os dados serão compactados em um gráfico estatístico de controle que é uma ferramenta essencial para a visualização e conclusão das variações obtidas (Aguar, 2002). A ferramenta utilizada para gerar o gráfico de controle a partir dos dados coletados será o Software Excel, desenvolvido pela empresa Microsoft.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise dos dados coletados

A partir da água gerada pelos aparelhos de ar-condicionado durante o processo de condensação, obteve-se os seguintes volumes (tabela 2 e tabela 3):



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

Tabela 2 – Coleta de Água Gerada: Ar de 9.000 BTU.

COLETA DE ÁGUA GERADA: AR DE 9.000 BTU				
Nº Coleta	Data	Temperatura (Cº)	Volume (mm)	Volume Médio Coletado (mm)
1	28/set	32	430	470
		23	510	
2	29/set	33	410	442,5
		26	475	
3	30/set	30	485	502,5
		23	520	
4	01/out	32	470	502,5
		24	535	
5	04/out	30	-	510
		24	510	
6	05/out	31	450	477,5
		22	505	
7	06/out	30	445	502,5
		25	560	

Fonte: Próprio autor.

Tabela 3 – Coleta de Água Gerada: Ar de 36.000 BTU.

COLETA DE ÁGUA GERADA: AR DE 36.000 BTU				
Nº Coleta	Data	Temperatura (Cº)	Volume (mm)	Volume médio Coletado (mm)
1	28/set	30	1100	1075
		32	1050	
2	29/set	33	1380	1305
		30	1230	
3	30/set	27	1450	1355
		30	1260	
4	01/out	32	1120	1195
		31	1270	
5	04/out	30	1380	1345
		33	1310	
6	05/out	31	1050	1140
		29	1230	
7	06/out	33	1340	1372,5
		29	1405	

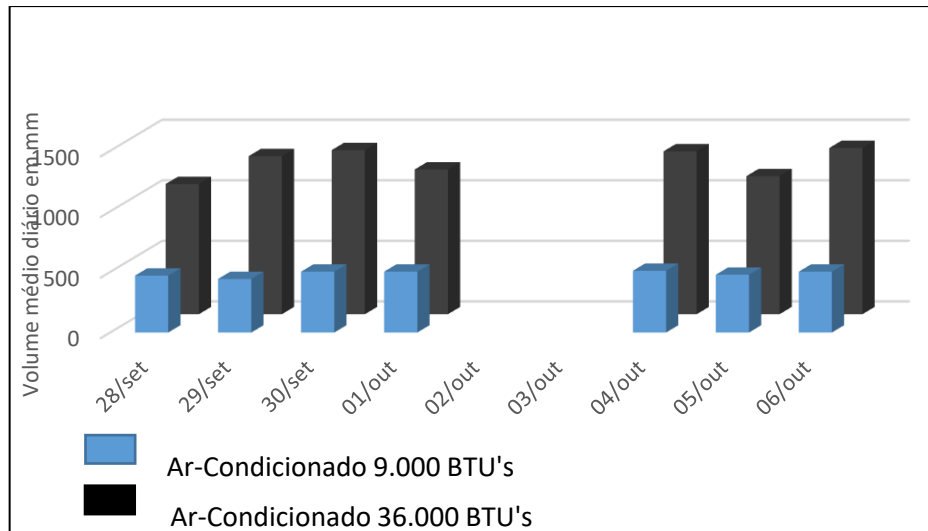
Fonte: Próprio autor



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

Para quantificação da vazão média de água gerada por cada um dos aparelhos diariamente foi feita por meio de média aritmética, conforme o gráfico 1:

Gráfico 1 – Produção Gerada Pelos Aparelhos de Ar-Condicionado.



Fonte: Próprio autor.

Com isto, pode-se encontrar uma média de produção da ordem de 1,25 litros por dia, para aparelhos com 36.000 BTUs de potência, e de 0,486 litros por dia para aparelhos com potência de 9.000 BTUs.

Para efeitos de cálculo, considerou-se que determinada edificação possui 3 aparelhos de 36.000 BTUs e 1 aparelho de 9.000 BTUs funcionando por 12 horas. Estes gerariam cerca de 50 litros de água consequente do processo de condensação.

4.2 Dimensionamento do dispositivo

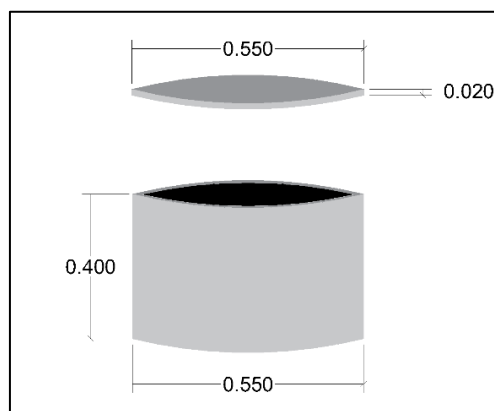
Toda a água proveniente dos aparelhos de ar-condicionado deve ser captada e direcionada ao dispositivo de armazenamento por meio de um sistema de tubos PVC. Para isto, é necessário que os drenos responsáveis por direcionar esta água estejam posicionados a uma cota superior à do dispositivo, possibilitando o transporte deste fluido pela ação da gravidade.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

O dispositivo responsável pela acumulação de todo este fluido tem formato cilíndrico, com altura de 40 cm, e diâmetro 55 cm totalizando cerca de 100 litros de capacidade total de reservação (figura 8). O material escolhido para compor o corpo do dispositivo é o polietileno, pois permite a adaptação e versatilidade na implantação em edificações.

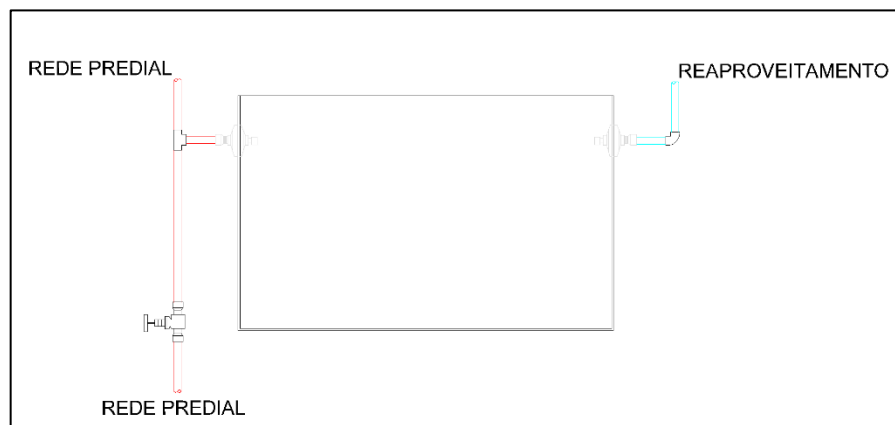
Figura 8 – Reservatório.



Fonte: Próprio autor.

O sistema é alimentado por duas redes, sendo uma do sistema predial comum e outro advinda dos drenos dos aparelhos de ar-condicionado. Esta dupla alimentação proporciona o pleno funcionamento das atividades que demandam da água do dispositivo, pois sempre terá um volume de segurança proveniente do sistema comum (figura 9).

Figura 9 – Alimentação.



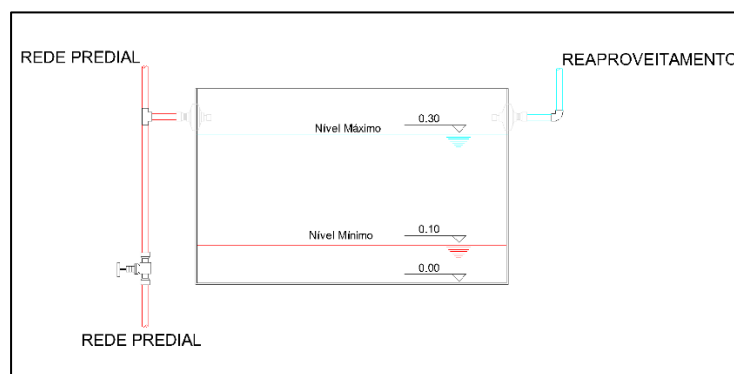
Fonte: Próprio autor.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

A água que abastece o volume reserva do dispositivo, por ser potável, deve estar presente em menor quantidade, representando 25% (25 litros) do volume total, enquanto 50% (50 litros) da capacidade total é destinada a água proveniente dos aparelhos. Portanto, a instalação do componente que controla a entrada de água (boias mecânicas) deve ser precisamente regulada para que cumpram os requisitos de projeto e fechem quando as respectivas redes atinjam alturas de lâmina prevista, sendo de 10 cm para a rede predial e 30 cm para o sistema de reaproveitamento (figura 10).

Figura 10 – Níveis



Fonte: Próprio autor.

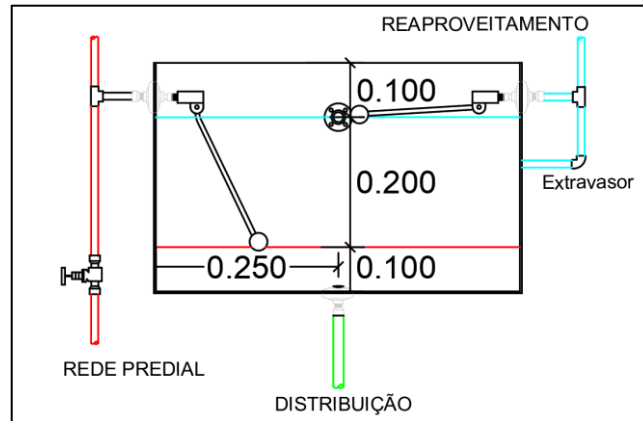
Como dispositivo de segurança para eventualidades, a presença de um extravasor se faz indispensável para o controle volumétrico. Em caso de falha de algum dos dispositivos que alimentem o reservatório, este componente faz o controle do excesso expulsando o excedente. Sua instalação deve ser posicionada no nível máximo do reservatório, garantindo eixo dos componentes de alimentação. Além disto, em caso de não uso da água proveniente dos ares-condicionados, é necessário que se comunique a alimentação de reaproveitamento com o tubo extravasor, assim é possível evitar que toda a tubulação se encha (figura 11).

A distribuição é posicionada na face inferior do reservatório e é responsável por alimentar todos os pontos de uso de água não potáveis (figura 11).



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

Figura 11 – Dispositivo final.

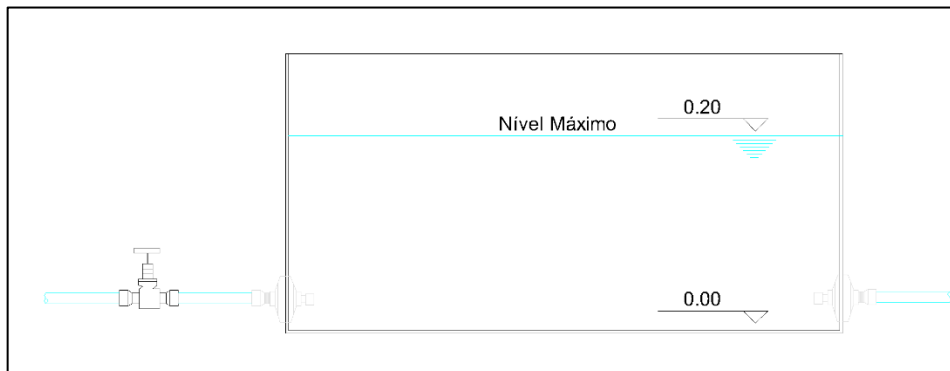


Fonte: Próprio autor.

Para edificações que possuem mais equipamentos de ar-condicionado, e por consequência geram mais água, é possível aumentar a capacidade de reservação do dispositivo, isto devido ao uso do polietileno no corpo do reservatório e a flexibilidade de distribuição dos componentes que o compõe. A adição de um ou mais tanques a célula primária é feita por tubos.

Os tanques responsáveis pela expansão do armazenamento têm capacidade de 50 litros e devem ter sua base alinhada com o nível de emergência na célula primária, para que sejam abastecidos apenas com a água proveniente dos aparelhos de ar-condicionado, a fim de minimizar o uso de água da rede predial (figura 12).

Figura 12 – Expansão do Reservatório



Fonte: Próprio autor

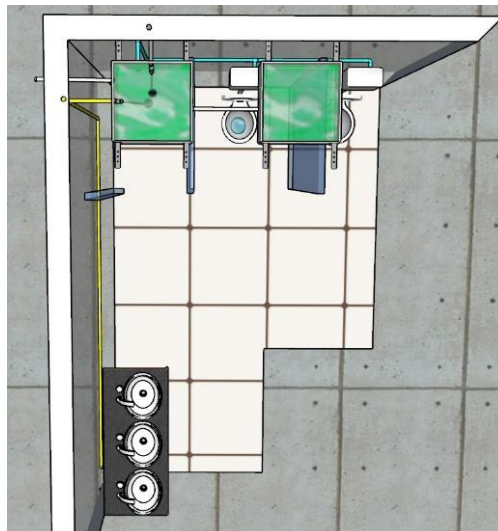


INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

4.3 Modelagem e instalação do protótipo

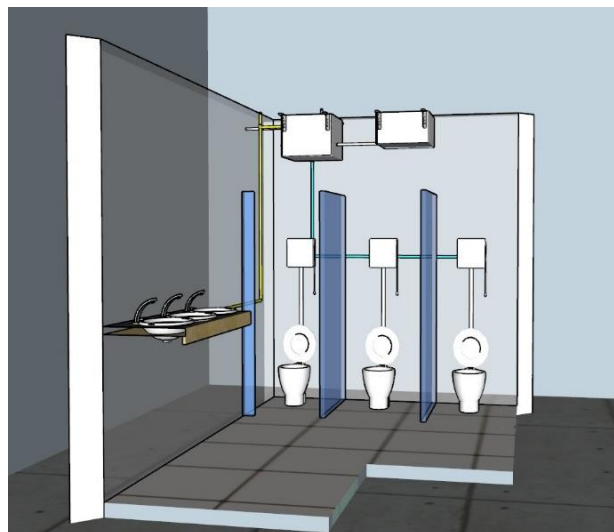
O produto final deve se encontrar em um nível acima da cota de forro no local de instalação, característica esta que o torna imperceptível ao usuário. Portanto, para que todo o sistema seja compreendido de forma tátil, foi feita uma representação complementar que demonstre genericamente o dispositivo em um ambiente de teste (figura 13,14 e 15).

Figura 13 – Vista Superior 3D.



Fonte: Próprio autor.

Figura 14 – Perspectiva Frontal 3D.

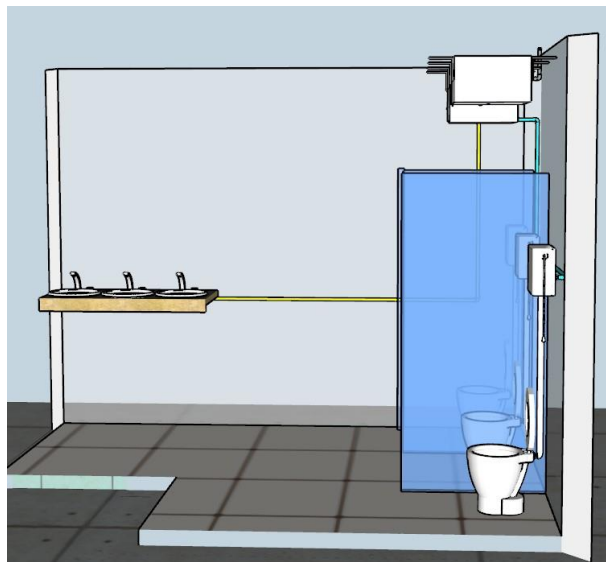


Fonte: Próprio autor.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

Figura 15 – Perspectiva Lateral 3D.



Fonte: Próprio autor.

A fim de avaliar a funcionalidade, um protótipo do dispositivo foi desenvolvido e instalado em um banheiro composto por 3 vasos sanitários e 1 lavatório comum. Esta ação buscou testar as funcionalidades do dispositivo como: captação da rede comum, captação do sistema de ar-condicionado, saídas de distribuição, sistema de extravasão e sistema de expansão de armazenamento.

Figura 16 – Escolha do Corpo do Protótipo.



Fonte: Próprio autor.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

Figura 17 – Instalação do Componentes.



Fonte: Próprio autor.

Figura 18 – Distribuição dos Componentes.



Fonte: Próprio autor.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Políticas que incentivem o uso de equipamentos ecologicamente corretos devem se tornar cada vez mais presentes cotidianamente, visto que a exploração dos mananciais aumenta de maneira inversamente proporcional a capacidade de renovação e ofertas naturais.

As iniciativas de reaproveitamento de águas residuais devem ser consideradas como uma solução para frear a eminente crise hídrica. Um dispositivo como o apresentado que, além de poder ser utilizado em qualquer tipo de edificação, não dispõe de qualquer tipo de aparato tecnológico que possa minimizar o seu potencial ecológico.

Aliado à sua simplicidade e baixo custo, este projeto não oferece qualquer tipo de incômodo ou risco a saúde do usuário, desde que a solução seja utilizada apenas para fins não potáveis.

O volume de armazenamento calculado é de 50 litros de água gerada pelos aparelhos de ar-condicionado sendo consumidos continuamente. Portanto, para um dispositivo que atenda a diferentes demandas e oscilações de produção de água é necessário um reservatório de 100 litros, destinando 25% deste volume total para uma reservação de emergência proveniente da rede predial. Para caso de produção ainda maior, o aparelho ainda conta com a possibilidade de expansão da capacidade de armazenamento.

Ao analisar a viabilidade deste projeto, levou-se em consideração não somente fatores de usabilidade, mas também associá-los aos benefícios ambientais que é a premissa do dispositivo.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Considerando a temática principal abordada neste trabalho como o dimensionamento do dispositivo, sugere-se os seguintes temas para estudos similares a fim de agregar os conhecimentos:

- Estudo da qualidade das águas proveniente dos aparelhos de ar-condicionado;
- Levantamento quantitativos de aparelhos de ar-condicionado com todas as potências disponíveis no mercado.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Silvio. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. Belo Horizonte MG, 2002.

Albrecht, C. M., Backhaus, C., Gurzki, H., & Woisetschläger, D. M. **Value Creation for Luxury Brands through Brand Extensions**. In Luxusmarkenmanagement Springer Fachmedien Wiesbaden 2017.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de Água**. Brasília - DF, 2010.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil – Encarte Especial sobre a Crise Hídrica**. ANA, 2014.

ARAUJO, Eliete de Pinho. **Apostila de ar-condicionado e exaustão**. 72 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas. Brasília - DF, 2011. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/7455/1/Apostila%20ar%20condicionado%202010.2011.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2021.

BICUDO, C. E. de M. et al. **Águas do Brasil: análises estratégicas**. Instituto de Botânica. São Paulo – SP, 2010.

CÂMARA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO. **Crise hídrica em debate – Reflexões a partir do seminário internacional**. Rio de Janeiro - RJ.

CUNHA, Ananda Helena Nunes. **O reúso de água no brasil: a importância da reutilização de água no país**. Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer.vol.7. Goiânia - GO, 2011.

FONSECA, J. S.; Martins, G. A. **Interações entre pares: contributos para a promoção do desenvolvimento**. Curso de estatística. 6ª Edição. São Paulo - SP, 2009.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

FORTES, P. D., JARDIM, P., & FERNANDES, J. G. **Aproveitamento de água proveniente de aparelhos de ar-condicionado**. XII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. XII SEGeT. Porto Alegre – RS, 2015.

GIACOMINI, George Scarpato; OHNUMA, Alfredo Akira. **A pegada hídrica como instrumento de conscientização ambiental**. Monografias Ambientais Remoa – MS, 2012.

GRASSI, Marco Tadeu. **As águas do planeta terra**. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola. Edição especial, 2001.

HESPANHOL, I. **Água e saneamento básico—uma visão realista**. Rebouças, A C.; Braga, B.; Tundisi, JG Águas Doces no Brasil, 1999.

Lima, P.R. A.; Leopoldo, P.L. **Quantificação de componentes hidrológica de uma mata ciliar, através do modelo de balanço de massas**. Viçosa - MG, 2000.

MARTINS, Alex. **O planeta está sedento**. Folha Universal, São Paulo, p. 2A, 16, 2003.

MAZOYER, Marcel; ROUDART, Laurence. **História das agriculturas do mundo: do neolítico à crise contemporânea**. Lisboa, 1998.

MORUZZI, Rodrigo Braga. **Reúso de Água no Contexto da Gestão de Recursos Hídricos: Impacto, Tecnologias e Desafios**. Rio Claro - SP, 2008.

NETO, V. P. **Avaliação da qualidade da água de represas destinadas ao abastecimento do rebanho na Embrapa pecuária sudeste**. São Carlos - SP, 2006.

PAZ, Adriano Rolim da. **CICLO HIDROLÓGICO: o ciclo da água**. Caxias do Sul – RS, 2006.

REBOUÇAS, A.C. **Água e desenvolvimento rural**. São Paulo – SP, 2001.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA CIVIL

REBOUÇAS, A.C. **Água doce no Mundo e no Brasil**. In: *Águas doces no Brasil*. 2. ed. São Paulo - SP, 2002.

REIS, Rodrigo Alves dos *et al.* **Água, fonte da vida**. 2 f. Tese (Doutorado) Uberlândia - Mg, 2021. Disponível: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/26673/21130>. Acesso em: 03 set. 2021.

TUNDISI, J. G. **Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos**. São Paulo, 2003.