



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE
CAMPUS DE NATAL
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

LUIZ LOURENÇO NETO

**REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA GERADA POR MEIO DE APARELHOS DE
AR-CONDICIONADO PARA FINS NÃO POTÁVEIS**

**NATAL/RN
2023**

LUIZ LOURENÇO NETO

**REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA GERADA POR MEIO DE APARELHOS DE
AR-CONDICIONADO PARA FINS NÃO POTÁVEIS**

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia como pré-requisito à conclusão da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso.

Orientadora: Prof. Maria Helena de Freitas

NATAL/RN

2023

© Todos os direitos estão reservados a Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do(a) autor(a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu(a) respectivo(a) autor(a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Catálogo da Publicação na Fonte.
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.

L892r Lourenço Neto, Luiz
REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA GERADA POR
MEIO DE APARELHOS DE AR-CONDICIONADO PARA
FINS NÃO POTÁVEIS. / Luiz Lourenço Neto. - UERN,
2023.
41p.

Orientador(a): Profa. M^a. Maria Helena de Freitas.
Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia).
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.

1. Ar condicionado. 2. Reaproveitamento de água. 3.
Sistema de captação de água. I. Freitas, Maria Helena de.
II. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. III.
Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pela Diretoria de Informatização (DINF), sob orientação dos bibliotecários do SIB-UERN, para ser adaptado às necessidades da comunidade acadêmica UERN.

LUIZ LOURENÇO NETO

**REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA GERADA POR MEIO DE APARELHOS DE
AR-CONDICIONADO PARA FINS NÃO POTÁVEIS**

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia como pré-requisito à conclusão da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Maria Helena de Freitas (Orientadora) Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN

Prof. Brismark Goes da Rocha - Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN

Prof. Jonatha Wallace da Silva Araújo Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus, por me permitir chegar até aqui com saúde para mim, minha família e meus amigos que me acompanharam durante essa jornada. Agradeço aos membros da direção da escola Maria do Carmo Gomes pela ajuda e todos os dados necessários fornecidos, bem como acesso ao local de estudo. Agradeço a minha família, onde seus auxílios me ajudaram diretamente em tudo que necessitei durante o período de formação.

Agradeço à minha orientadora, Prof. Maria Helena de Freitas, por todo auxílio, dedicação e por todo seu empenho durante as nossas reuniões e correções.

Agradeço a todo corpo docente da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, pela dedicação e qualidade de ensino, todos altamente capacitados e qualificados.

Agradeço a toda universidade pelo ótimo ambiente, apoio ao estudante e qualidade em sua estrutura.

RESUMO

A crescente demanda por água potável, a poluição, o uso não racional da água, juntamente com a distribuição desigual dos corpos hídricos, faz com que ocorra a escassez hídrica em vários países, principalmente naqueles que possuem regiões áridas e/ou de baixa precipitação como o nordeste do Brasil. A fim de reduzir o consumo de água potável para fins não potáveis, e amortizar a pressão sob as nossas fontes, surge o conceito de reuso de água, que rege pelos princípios da minimização, separação e reutilização. Os aparelhos de ar-condicionado do tipo split funcionam de forma que ocorre a condensação de água, sendo este efluente, em sua grande maioria, desprezado. O presente trabalho surgiu com o objetivo de analisar a viabilidade do uso da água condensada gerada pelos aparelhos de ar-condicionado na escola Maria do Carmo Gomes - Bento Fernandes/RN e, desta maneira, a possibilidade de se ter uma fonte alternativa de água para fins não potáveis.

Palavras-chave: Ar condicionado, Reaproveitamento de água, Sistema de captação de água.

ABSTRACT

The increasing demand for drinking water, pollution, irrational water use, along with the unequal distribution of water bodies, causes water scarcity in several countries, especially those with arid regions and/or low precipitation, such as the Northeast of Brazil. In order to reduce the consumption of drinking water for non-potable purposes and alleviate the pressure on our sources, the concept of water reuse emerges, guided by the principles of minimization, separation, and reuse. Split-type air conditioning units operate in such a way that water condenses, and this effluent is mostly disregarded. This study aims to analyze the feasibility of using the condensed water generated by air conditioning units at the Maria do Carmo Gomes School in Bento Fernandes/RN and, thus, the possibility of having an alternative source of non-potable water.

Keywords: Air conditioning, Water reuse, Water harvesting system.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Sistema de captação provisório	15
Figura 3 -Princípio de funcionamento de um aparelho de ar condicionado	22
Figura 4 - Diagrama coleta de água na serpentina	23
Figura 5 - Instalação do dreno de água em aparelhos de ar condicionado	24
Figura 6 - Interior do ar condicionado tipo janela	25
Figura 7 - Ar condicionado tipo janela	26
Figura 8 - Ar condicionado Hi-Wall	27
Figura 9 - Ar condicionado Split Cassete	28
Figura 10 - Ar condicionado Split Piso-Teto	28
Figura 11 - Ar condicionado Cassete	29
Figura 12 - Conexão dos canos de PVC ligando cada aparelho	35
Figura 13 - Conexão dos canos PVC aos drenos do aparelho	35
Figura 14 - Conexão da encanação ao e recipientes de armazenamento	36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 METODOLOGIA	12
2.1 LOCAL DE ESTUDO	13
2.2 SISTEMA PROVISÓRIO DE CAPTAÇÃO	14
2.3 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE AR CONDICIONADO	17
3 REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1 RECURSOS HÍDRICOS MUNDIAIS	18
3.2 LEGISLAÇÃO E NORMAS PARA O REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DE AR CONDICIONADO	19
3.3 HISTÓRIA DO CONDICIONADOR DE AR	20
3.4 SISTEMAS DE AR CONDICIONADO	21
3.5 TIPOS DE APARELHOS DE AR CONDICIONADO	24
3.6 CONDENSADOR	29
3.7 ÁGUA PROVENIENTE DOS APARELHOS DE AR CONDICIONADO	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1 ANÁLISE VOLUMÉTRICA DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO	31
4.2 DIMENSIONAMENTO E CUSTOS DO PROJETO DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA GERADA	32
4.2 PROPOSTA DE SISTEMA DE COLETA DEFINITIVO	34
4.3 TEMPO DE RETORNO	36
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS	38

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o relatório divulgado pela ONU em 2019 (*Perspectivas Mundiais de População 2019*), a população mundial deve aumentar em 2 bilhões nos próximos 30 anos, tendo em vista o grande crescimento populacional que vem sendo observado. Sendo assim, existe uma crescente demanda em relação a recursos naturais e serviços. Sabendo-se que a disponibilidade de recursos é limitada, torna-se eminente a necessidade de racionalizar sua utilização.

A escassez de água no planeta é um problema que afeta o mundo como um todo com problemas econômicos, de distribuição, ambientais e falta desse importante recurso. Segundo o relatório “Progress on drinking water[...]” publicado pela ONU (*Perspectivas Mundiais de População 2019*, ONU) em 2019, a falta de água já atinge 2.2 bilhões de pessoas no mundo todo. Diante disso, são necessárias ações que possibilitem o desenvolvimento de novas ideias que utilizem propostas sustentáveis e que sejam capazes de atender a população a curto e longo prazo, pois a água é um recurso indispensável para a manutenção da vida.

De acordo com o relatório da OMM (*Situação dos Serviços Climáticos 2021: Água*), até 2050 a crise hídrica irá afetar mais de 5 bilhões de pessoas, e que os desastres com enchentes aumentaram em 134% desde o ano 2000 e isso vem causando grande impacto na distribuição de água.

Sendo a falta de água um grande problema que vem ameaçando à sociedade futura, vem-se buscando formas de melhorar as tecnologias e técnicas que resultem em uma melhor utilização, economia e reaproveitamento de água. A falta de água também vem afetando o comportamento das pessoas a respeito do seu consumo, pois seu uso racional não apenas traz benefícios ao meio ambiente, mas também benefícios econômicos.

Um caminho possível para diminuir o desperdício de água é o reaproveitamento da água proveniente de sistemas presentes em casas e empresas como aparelhos de ar-condicionado que são utilizados em larga escala e se tornaram algo comum nos dias atuais.

Para Rigotti (2014, p. 9),

A consciência de que a água deve ser economizada por se tratar de um recurso finito e não tão abundante quanto pode parecer, é uma noção que só começou a ser difundida nos últimos anos, à medida que os racionamentos se tornaram urgentes e necessários. Porém, existem vários meios de diminuir o uso desenfreado da água, uns mais complexos, outros mais simples, como a do reuso da água condensada dos condicionadores de ar, gerando vários benefícios, entre eles o ambiental e o financeiro.

O modo de funcionamento desses aparelhos causa um grande gotejamento de água que geralmente é jogada e desperdiçada no ambiente externo sem nenhum tipo de utilização. Sendo assim, quando os aparelhos passam muitas horas em funcionamento, é visível que há um grande volume de água sendo desperdiçado todos os dias.

A captação da água de gotejamento é pouco utilizada, mesmo sabendo que esse gotejamento pode causar problemas a pedestres, gerar acúmulo de resíduos indesejados e danificar estruturas devido gotejamento constante. Sendo assim, decidimos realizar um estudo voltado para a reutilização de água de aparelhos de ar-condicionado na escola Estadual Maria do Carmo Gomes localizada em Bento Fernandes.

Com o aumento do uso de aparelhos de ar-condicionado em diversos locais, especialmente em instituições públicas e privadas, também vem a geração de uma grande quantidade de água condensada, muitas vezes descartada sem qualquer tipo de aproveitamento, resultando em desperdício de água e impacto ambiental e econômico significativos, principalmente em áreas com escassez de água. Portanto, uma solução viável e pouco explorada é o aproveitamento da água condensada desses aparelhos, conforme constatado por OLIVEIRA (2018) em “Avaliação da viabilidade de uso e aceitação social da água clara gerada por aparelhos de ar-condicionado” publicado e aprovado em 2020 dentre 38 aparelhos foi constatado que a água condensada desses aparelhos se apresentou em conformidade com a NBR 16.783/2019 que trata do uso de fontes alternativas de água não potável em

edificações. Com isso, a busca por novas fontes para reaproveitamento da água torna-se essencial para reduzir o desperdício e enfrentar a escassez de água.

Diante desse cenário, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a viabilidade de um sistema de captação e armazenamento da água gerada por aparelhos de ar-condicionado em uma escola pública de ensino básico na cidade de Bento Fernandes. Os parâmetros analisados para o estudo de viabilidade incluíram o cálculo do volume médio de produção de água condensada dos aparelhos de ar-condicionado, determinação dos gastos para a implementação de um sistema de captação, armazenamento de baixo custo e cálculo do tempo de retorno do investimento tomando como base o valor do m³ de água potável cobrado pela empresa de abastecimento de água local - CAERN.

2. METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido por meio da pesquisa experimental, pois, “pode ser definida como, firmar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que podem acarretar mudanças nesse objeto, definir como as variáveis influenciam, e quais seus efeitos no objeto de estudo”. (GIL, 2002, p.41).

Utilizar a pesquisa experimental neste trabalho é importante porque “o planejamento desse tipo de pesquisa [...] é bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado” (GIL, 2002, p.41) e que seu principal objetivo segundo Gil (2002, p.42) é “o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições”. Assim, será utilizado este tipo de pesquisa, pois o intuito do trabalho é avaliar o reaproveitamento de água condensada de aparelhos de ar-condicionado, por meio de obtenção da média de produção de água dos aparelhos e da análise da implementação de um sistema de captação provisório calculando o tempo de retorno do investimento.

2.1 LOCAL DE ESTUDO

A escolha a Escola Municipal Maria do Carmo Gomes localizada na cidade de Bento Fernandes foi escolhida como local para o desenvolvimento do presente levando em conta os seguintes critérios: potência dos aparelhos que chegam a 30.000 BTUs com infraestrutura favorável à captação de água gerada, condicionado, interesse da equipe gestora em participar do projeto e facilidade de acesso e comunicação com os gestores. A escola conta com 20 salas no total, entre elas 13 salas de aula e mais 7 que são usadas para administração, laboratórios de informática e biblioteca. Segundo o senso de matrículas de 2022, disponibilizado pelo gestor responsável, a escola atende a cerca de 870 alunos diariamente oferecendo ensino fundamental e aulas de ensino superior aos fins de semana.

Foram feitas duas visitas à Escola Municipal Maria do Carmo Gomes para realizar um levantamento preliminar para relacionar os tipos de equipamentos de ar condicionado instalados, indicando um quantitativo de 16 aparelhos de diversas potências marcas distintas: 4 aparelhos de 9.000(GREE) , 3 aparelhos 9500(KOMEKO) e 9 aparelhos de 30.000(ELGIN e Midea) todos medidos em BTUs (British Thermal Unit).

Três locais foram escolhidos para instalação de sistemas provisórios de coleta de água gerada para servir como piloto, sendo a sala da biblioteca para o aparelho de 9500 BTUs por facilidade da instalação, a sala da direção para o aparelho de 9.000 BTUs e a sala de aula para o de 30.000 BTUs por conta da proximidade dos aparelhos e pela facilidade na instalação do sistema provisório de captação.

Com objetivo de obter uma média nas coletas para o dimensionamento de um sistema de captação, a coleta da água ocorreu no período de 2 dias e três períodos sendo na manhã, tarde e noite, cada uma durante o período de 1 hora e o tempo de coleta foi cronometrado. Um fator que deve ser levado em conta é o número de vezes que as portas das salas de aula são abertas, isso ocorre com mais frequência nas salas de aula onde são utilizados os aparelhos de 30.000 BTUs, pois isso

dificulta o resfriamento do local fazendo o aparelho de ar-condicionado ficar operando constantemente e isso acaba ocasionando um maior gotejamento.

2.2 SISTEMA PROVISÓRIO DE CAPTAÇÃO

A fim de determinar a quantidade de água gerada por cada aparelho de ar-condicionado, foi montado um sistema de coleta provisório com propósito de obter a média de água gerada; assim visando obter os dados volumétricos, a captação foi feita para que se obtenha o mínimo de perdas possíveis durante a coleta sendo utilizado fita veda rosca e fita isolante para não haver qualquer tipo de vazamento. Os materiais utilizados foram 2 metros de mangueira flexível (R\$18,90), 2 metros de cano PVC 20mm (R\$ 7,28), Adaptador de cano PVC de 20mm p/ 30mm (R\$ 4,47), Fita veda rosca (R\$ 4,85), Jarra medidora de polipropileno 5L (R\$ 28,90), fita isolante (R\$ 7,50) e um Galão de 5L (R\$ 14,99)

O custo dos materiais utilizados na coleta foram no valor de R\$ 86,89 para cada sistema de coleta como foram 3 sistemas o custo total foi de R\$ 260,67, a jarra medidora de polipropileno de 5 Litros foi utilizada apenas para medição da quantidade de água gerada em cada aparelho ao final da coleta.

A Figura 1 mostra o sistema de captação provisório montado e operando da seguinte forma, o cano PVC junto com adaptador para 35mm foi conectado ao cano de dreno do aparelho de 9500 BTUs da marca KOMECO, sendo essa ligação feita com veda rosca a fim de evitar possíveis perdas. O cano PVC foi fixado com fita veda rosca e fita isolante, para que não fossem necessárias perfurações na estrutura, sendo mantida integridade do local, foi usado um galão de 5 litros para coleta da água condensada, os materiais serão semelhantes nos 3 sistemas de captação feitos.

Figura 1: Sistema de captação provisório



Fonte: Autor

Os agentes naturais como evaporação não foram considerados na coleta, tendo em vista que foi usado veda rosca e fita isolante durante a coleta para a fim de evitar possíveis vazões. Para medir a quantidade de água coletada ao final, foi utilizado uma jarra medidora de polipropileno com capacidade de até 5 litros.

O sistema de coleta provisório no aparelho de 9.000 BTU, onde foi utilizado um sistema semelhante porém utilizando a mangueira flexível por facilidade na instalação.

2.3 DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE AR CONDICIONADO

A determinação dos parâmetros é necessária para dimensionar e estimar os custos para o desenvolvimento de um sistema de coleta e armazenamento de água proveniente do sistema de refrigeração da escola. O projeto de coleta foi

dimensionado para captar água dos aparelhos de ar condicionado e armazená-la, e para isso é preciso levantar dados como o número de horas de funcionamento dos aparelhos, o custo do m³ de água potável fornecido pela empresa responsável (CAERN) e determinar a vazão de acordo com as horas de funcionamento da escola. Com esses dados, é possível utilizar a equação proposta por Naganga (2014) para calcular a vazão mensal de água e, a partir daí, dimensionar o sistema de coleta e armazenamento.

Para o cálculo da vazão mensal de água (Q_m) foi utilizada a Equação 01 proposta por Naganga (2014), utilizando os dados da média de vazão por hora (Q_h) em ml/h, tempo de funcionamento diário (T) em horas, quantidade 16 total de aparelhos na escola (na qual serão usados 14) (N) e a quantidade de dias de expediente (D_i), isso sendo considerado que a todas as salas com os aparelhos estavam sendo utilizadas normalmente.

$$\text{Equação 1: } Q_m = Q_h \times T \times D_i \times N$$

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 RECURSOS HÍDRICOS MUNDIAIS

Entre todos os recursos naturais necessários para o ser humano, a água é de extrema importância para manutenção da vida em nosso planeta e ela é imprescindível em praticamente todas as atividades humanas. Segundo Barros (2005, p. 16) a superfície da Terra é 71% coberta por água, onde no total dessa quantidade 97,3% é água salgada e 2,7% é água doce, e nestes 2,7% apenas 0,01% está nos rios de acordo com Barros (2005).

Contudo, o mundo sofre com uma má distribuição de água segundo a ONU (Organização das Nações Unidas, 2019), a falta de água já atinge 2.2 bilhões de pessoas em todo planeta (Organização das Nações Unidas).

O Brasil é um país considerado extremamente rico em recursos hídricos tendo uma das maiores reservas em todo o mundo, segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2012) em Conjuntura dos recursos hídricos do Brasil, o país concentra 12% na água doce disponível em todo o mundo, assim mesmo sendo um dos países com maiores reservas de água doce o Brasil conta com uma distribuição irregular de água contendo grande parte dos recursos hídricos mundiais. No entanto, o Brasil tem uma heterogênea distribuição de água entre os estados de acordo com Granja (2006) a região Norte e Centro-Oeste detém uma grande abundância de água, ao contrário da região Nordeste onde a falta de água é recorrente. Diversos fatores influenciam na distribuição de água no Brasil segundo Rebouças (1999) “a interação de fatores climatológicos e hidrológicos, altera as formas de recargas, abastecimento e circulação, influenciando a qualidade e quantidade da água” .

Tabela 1: Distribuição de recursos hídricos e populacionais no Brasil por região.

Região	Percentual da disponibilidade hídrica	Percentual da população
Norte	68,5%	6,8%
Nordeste	3,3%	28,9%
Sudeste	6,0%	42,7%
Sul	6,5%	15,1%
Centro-Oeste	15,7%	6,4%
Total	100,0%	100,0%

Fonte: Adaptado de Câmara, 2012

Conforme a tabela 1, a região Norte com pouco mais de 6% da população brasileira contém cerca de 68% da água doce disponível no país, enquanto o Nordeste que reúne 29% da população conta com apenas 3% da água doce.

A região mais afetada pela crise hídrica é o Nordeste, pois além da distribuição de água irregular conforme mostrado na tabela 1 apresenta baixos índices pluviométricos dificultando a manutenção dos reservatórios. Segundo dados

da Agência nacional de águas (ANA, 2017) dos 533 reservatórios de água, 144 estão secos ou com baixos índices.

3.2 LEGISLAÇÃO E NORMAS PARA O REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DE AR CONDICIONADO

A água é um recurso natural e no Brasil é de domínio público, é um importante recurso natural e de grande valor econômico e caso aconteça uma situação de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é voltado para o consumo humano e dessedentação dos animais (BRASIL. 1997).

Pela Lei nº 9.433 criada em 8 de janeiro de 1997 foi fundado o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos que através dos instrumentos de gestão, especificamente no artigo 5 inciso III menciona a outorga pelo direito de uso de recursos hídricos. O projeto de lei nº 4.060-B, de 2015, do Sr. Sarney Filho, tramitado na câmara dos deputados, dispõe sobre coleta, escoamento e aproveitamento da água proveniente do processo de condensação de aparelhos de ar condicionado, com a proposta de tornar obrigatória a coleta de água e reaproveitamento nos aparelhos de ar-condicionado, de acordo com o levantamento feito no projeto um aparelho produz em média entre 37 a 57 litros por dia e é completamente desperdiçada podendo gerar acúmulo e a proliferação do *Aedes aegypti*. No estado de Pernambuco foi aprovada a Lei nº 16.584/19 que estabelece normas para o uso racional e reaproveitamento das águas nas edificações do estado de Pernambuco e obriga os estabelecimentos a reaproveitarem água de ar condicionados, sujeito a multas caso a água seja jogada sem cuidados em ambientes públicos.

3.3 HISTÓRIA DO CONDICIONADOR DE AR

A primeira máquina refrigeradora e sua patente de acordo com Alberico (2003) foi inglesa datada em 1834 e seu princípio de funcionamento era semelhante aos aparelhos condicionadores atuais e é descrito como “um fluido volátil é usado com propósito de produzir congelamento ou resfriamento de fluidos e ao mesmo

tempo, condensar constantemente o fluido volátil repetindo a operação continuamente, sem perdas”

No final do século XIX, os equipamentos de refrigeração mecânica eram muito volumosos, dispendiosos e não muito eficientes e era necessário assistência técnica permanente de um engenheiro. Então aproximadamente em 1900 com eletricidade nas residências a refrigeração foi se tornando cada vez mais popular e surgiram novas soluções para controlar a temperatura (GONÇALVES, 2005).

Com isto, se deu início a criação do ar-condicionado de acordo com segundo Antonovicz e Weber (2013) os aparelhos têm como função controlar a temperatura em ambientes fechados o qual provém de um processo mecânico para condensar o ar. Essa tecnologia teve de fato seu desenvolvimento aproximadamente em 1902 a partir de um problema de uma empresa localizada em Nova York, a empresa realizava impressões e com o clima muito quente e a alta umidade do ar fazem com que o papel absorva a umidade, dessa forma as impressões ficavam fora de foco e/ou borradas. Com isso, foi desenvolvido um equipamento para resfriar o ar da fábrica que operava através da sua circulação por dutos resfriados de forma artificial, assim este foi o primeiro sistema de refrigeração mecânico.

Com essa experiência muitas indústrias americanas dos mais diversos segmentos aderiram o uso dos sistemas de refrigeração utilizando dutos resfriados artificialmente, desta forma em 1914 Carrier desenvolveu um dos primeiro aparelhos para ser utilizado em residências, o aparelho era grande e muito mais simplificado que os aparelhos utilizados hoje em dia e também foi desenvolvido um modelo para utilização em hospitais com objetivo de melhorar a circulação e umidade neste ambiente. Foi na década de 1920 que houve um grande crescimento do uso dos aparelhos de ar condicionado nos mais variados tipos de indústrias, principalmente na cinematográfica e em prédios e arranha céus, e em 1950 os modelos de ar condicionado residencial começaram oficialmente a ser produzidos, e a sua demanda foi muito grande e acabou com todo estoque em apenas duas semanas. Assim na década de 60 o uso desse produto já não era uma novidade tendo em vista que o mercado tomou uma amplitude mundial em constante expansão (ANTONOVICZ e WEBER, 2013).

A utilização de aparelhos de ar condicionado cresceu muito nas últimas décadas e estão sendo muito utilizadas nas mais diversas áreas como uso doméstico, industrial, transporte e comercial.

3.4 SISTEMAS DE AR CONDICIONADO

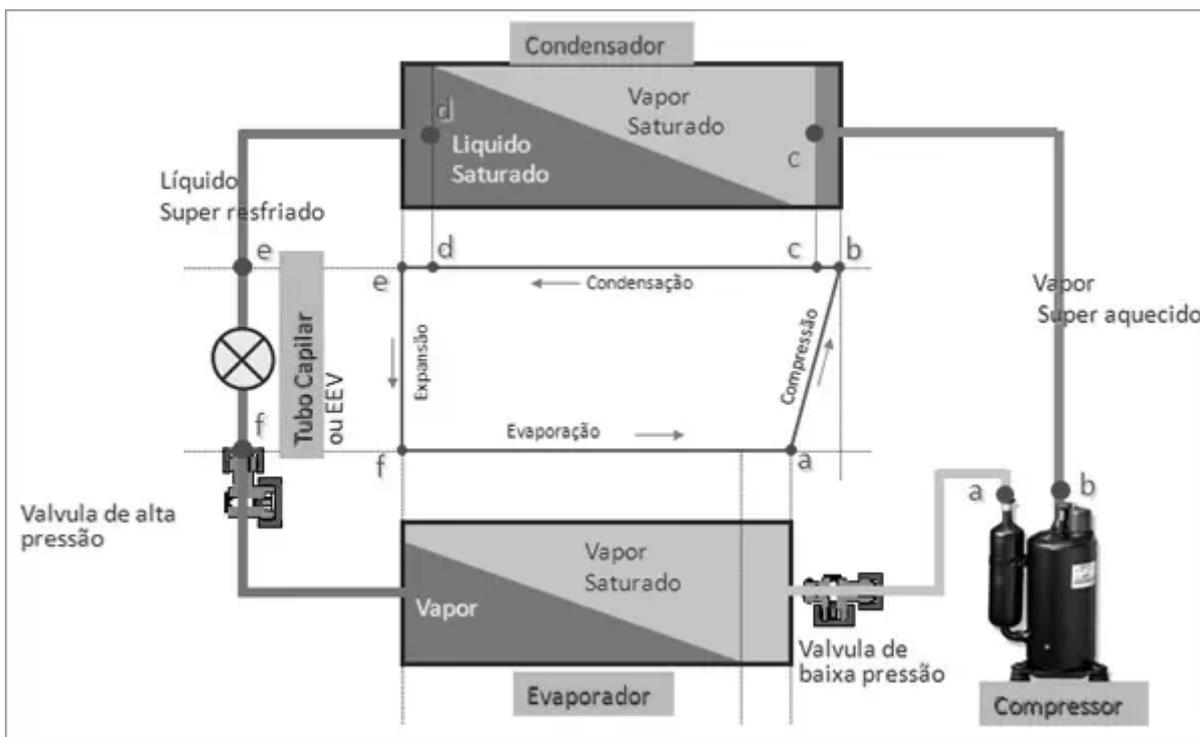
Para que seja possível colocar em prática técnicas de reaproveitamento de água de sistemas refrigeradores, deve-se entender como esses aparelhos operam, compreendendo as reações e como a água é gerada e descartada dos mesmos.

Os sistemas de ar condicionado tem como principal função o resfriamento de um ambiente fechado, controlando sua temperatura nos quesitos de: temperatura, umidade, pureza e distribuição visando propiciar conforto aos usuários (STOECKER e JONES, 1985). O sistema realiza troca de calor com o ambiente utilizando uma serpentina que sofre de uma variação de temperatura variando de acordo com o ciclo utilizado (CALDAS; CAMBOIM, 2017).

De acordo com Miller (2014) a refrigeração consiste em um processo de eliminação no excesso de calor em um local desejado, o calor excedente é encaminhado para um ambiente externo para que não afete nada próximo. Um exemplo popular muito utilizado são os aparelhos de ar condicionado de janela que resfriam um ambiente e liberam o ar quente para o ambiente externo.

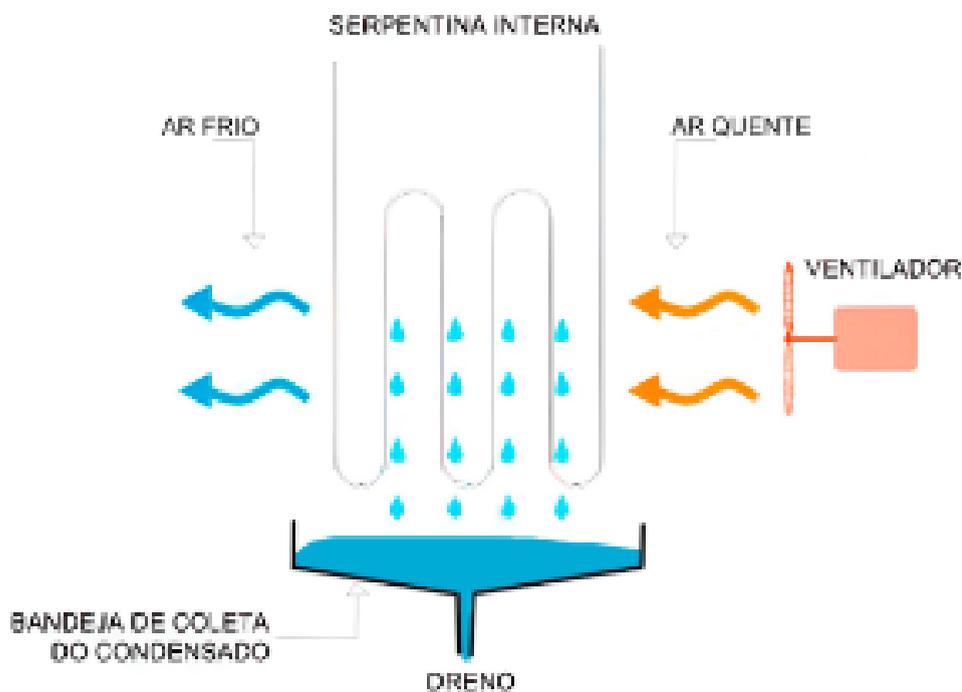
O funcionamento de um aparelho de ar condicionado é semelhante ao processo de refrigeração de uma geladeira com componentes semelhantes. O aparelho usa a evaporação de um fluido para fornecer a refrigeração.

Figura 3: Princípio de funcionamento de um aparelho de ar condicionado



Fonte: ADias, 2011.

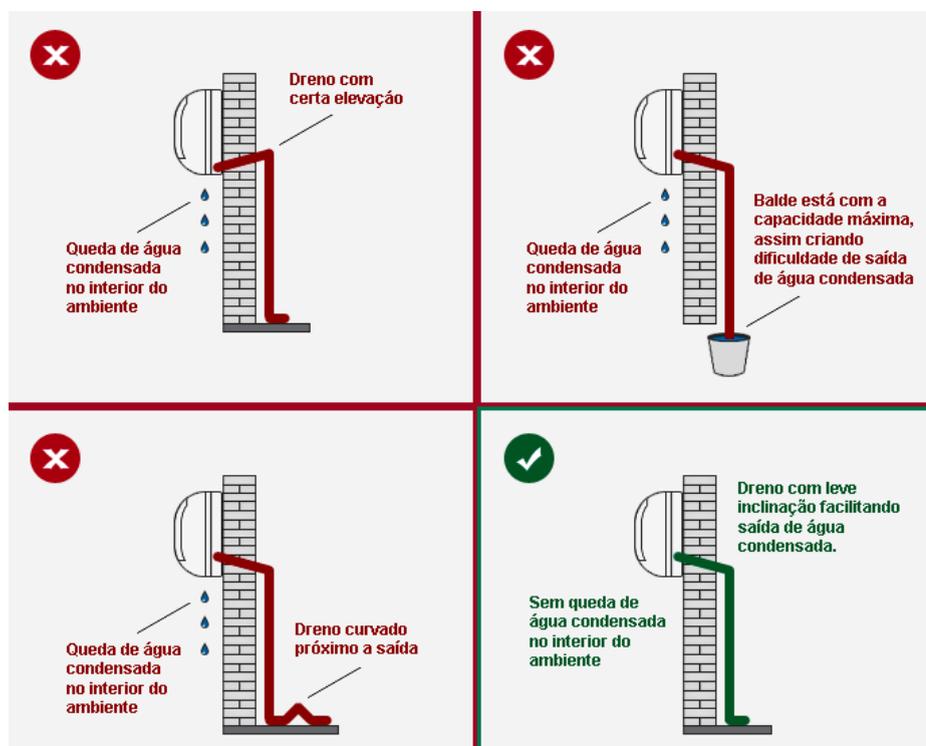
Conforme demonstrado na figura 4 o compressor comprime o gás frio e o torna gás de alta pressão, o gás percorre através de um trocador calor para dissipar o calor e se condensar para o estado líquido, esse líquido escoar através de uma válvula de alta pressão para se tornar gás frio de baixa pressão o gás frio percorre através de trocador de calor que permite que o gás absorva calor e esfrie o ar de determinado ambiente (ANTONOVICZ e WEBER, 2013).

Figura 4: Diagrama coleta de água na serpentina

Fonte: Adaptado de Acervo da NB Projetos Ltda., 2011.

O sistema de drenagem é feito no dreno do aparelho com dutos ou canos que devem ser instalados para que não haja vazamentos, caso haja vazamentos a água pode ser expelida no ambiente interno ao invés de ir para a parte externa, dessa forma os dutos devem ser instalados com uma pequena inclinação como descrito na figura 5, e a instalação desse tipo de sistema de dreno deve ser feita por um profissional da área.

Figura 5: Instalação do dreno de água em aparelhos de ar condicionado



Fonte: Web Ar-condicionado, 2014

3.5 TIPOS DE APARELHOS DE AR CONDICIONADO

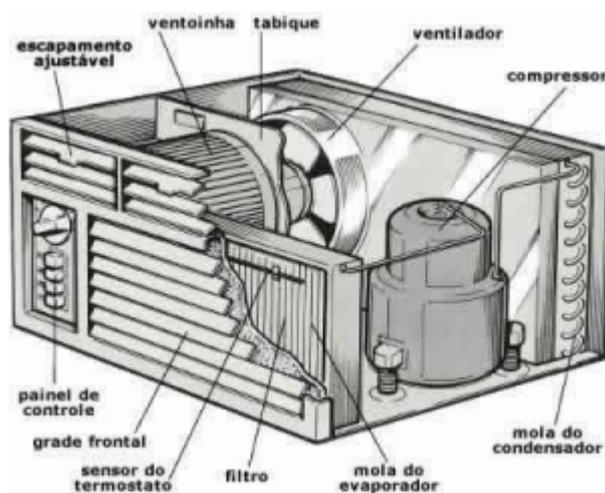
Existem diversos tipos de aparelhos de ar condicionado no mercado, é possível classificá-los quanto ao seu tamanho, sendo de pequeno, médio ou grande porte e quanto a sua utilização, sendo comercial, hospitalar, residencial, industrial e automotivo os quais serão descritos neste estudo.

3.5.1 Ar condicionado de Janela

Os aparelhos de ar condicionado do tipo janela são conhecidos por serem utilizados em paredes e janelas, esses modelos trabalham com baixas capacidades sendo modelos compactos e com potências que variam de 7.000BTU/h até no máximo de 30.000BTU/h (ANTONOWICZ e WEBER, 2013).

Nos aparelhos do tipo janela todos os componentes fazem parte de apenas um equipamento, ou seja a unidade condensadora e evaporadora trabalham em um único equipamento (STOECKER e JONES,1985).

Figura 6: Interior do ar condicionado tipo janela



Fonte: Soares (2014)

Essa linha de aparelhos é chamada de WRAC (Window Room Air Conditioner) e é projetada para uso residencial e conta com funcionamento somente frio e/ou frio/quente (SOARES, 2014).

O ar condicionado do tipo janela tem algumas vantagens sendo mais barato se comparado com outros aparelhos como o Split, pois são mais compactos e sua instalação é mais simples, porém eles apresentam um maior ruído, então é ideal para locais em que o nível de ruído não causará problemas.

Figura 7: Ar condicionado tipo janela



Fonte: Dufrio Refrigeração (2017)

3.5.2 Split Hi-Wall

O ar condicionado Split Hi-Wall é conhecido como ar condicionado de parede, é o tipo mais comum nas residências e estabelecimentos comerciais, os modelos Split Hi-Wall estão cada vez mais modernos, com melhor estética e design, painéis espelhados e cada vez mais compactos, e isso faz com que sua instalação seja cada vez mais de baixo custo (ANTONOVICZ e WEBER, 2013)

Os Split Hi-Wall são instalados próximos ao teto, a uma distância de de 15 a 30 cm, a distância das tubulações utilizadas dependem de cada marca e fabricante, esses modelos tem o custo de instalação mais elevado se comparado com os modelos de janela, pois ele opera com duas unidades, uma externa e outra interna sendo necessário instalação através da parede para tubulação e para fixação.

Figura 8: Ar condicionado Hi-Wall



Fonte: Dufrio Refrigeração (2017)

Esse tipo de aparelho tem como principal característica a utilização do condensador na parte externa do ambiente, isso torna o aparelho menos ruidoso com apenas o evaporador no ambiente interno, ambos os componentes são ligados através de um tubo de cobre.

3.5.3 Ar condicionado Split Cassete

Esses aparelhos são instalados no forro ou teto, esses aparelhos são geralmente utilizados em residências e ambientes comerciais de médio porte, esses aparelhos têm alta capacidade de podendo ser 18.000BTU/h até 60.000 BTU/h, a instalação da unidade evaporadora é embutida no teto e geralmente eles contém até 4 vias para saída de ar, sendo possível dependendo do fabricante controlar o fluxo de ar em cada uma das vias

Figura 9: Ar condicionado Split Cassete



Fonte: Dufrio Refrigeração (2017)

3.4.5 Ar condicionado Split Piso-Teto

O aparelho de ar condicionado modelo piso teto pode ser instalado no piso ou no teto e é um dos modelos com maior desempenho para refrigeração como na figura 9. Esse tipo de equipamento é voltado para atender a grandes ambientes residenciais, industriais ou comerciais e conta com capacidades de 18.000 a 80.000 BTU/h.

Figura 10: Ar condicionado Split Piso-Teto



Fonte: Soares (2014)

3.5.6 Ar condicionado Split Built in

Os aparelhos built in ou de dutos na figura 10 são usados em ambientes que necessitam de uma alta carga térmica ou climatizar diferentes ambientes simultaneamente como salas comerciais, escritórios e consultórios. (ANTONOVICZ e WEBER, 2013)

Figura 11: Ar condicionado Cassete



Fonte: Soares (2014)

A potência desses aparelhos varia de 18.000 a 60.000 BTU/h são considerados potentes pois é necessário manter vários ambientes climatizados de forma semelhante (SOARES, 2014).

3.6 CONDENSADOR

O condensador é um equipamento que faz a retirada do calor do fluido refrigerante até ele se condensar, para isto acontecer é necessário que haja outro fluido que faça a transferência do calor para o ambiente, com essa característica os condensadores são classificados em: resfriados a ar, evaporativos e resfriados a água.

Essa parte do aparelho tem como finalidade esfriar e condensar o vapor superaquecido durante o processo de compressão, essa operação é feita transferindo o calor do fluido aquecido para o meio utilizando água ou ar (COSTA, 1982).

3.7 ÁGUA PROVENIENTE DOS APARELHOS DE AR CONDICIONADO

A água expelida pelos aparelhos de ar condicionado é geralmente jogada na parte externa de determinado ambiente, podendo ser até mesmo diretamente na rua, o constante gotejamento pode gerar acúmulos de água, lodo, proliferar mosquitos com o acúmulo e até mesmo danificar estruturas de edifícios a longo prazo.

Mesmo sendo um problema aparentemente sem solução, deve-se levar em conta de que acordo com os dados coletados anteriormente um simples aparelho pode gerar vários litros de água por dia, de acordo com Carvalho (2012) a água proveniente desses aparelhos não possui nenhum tipo de contaminante, porém isso não a torna potável pois o sistema condensa a água do ambiente através do ar e podem conter impurezas e a deixa com uma concentração extremamente baixa de sais minerais.

Segundo OLIVEIRA (2020) em “Avaliação da viabilidade de uso e aceitação social da água clara gerada por aparelhos de ar-condicionado” foi feita análise da água gerada de 6 aparelhos pela Superintendência e Administração do Meio Ambiente (Sudema) e a água analisada está em conformidade com a NBR 16.783/2019 a norma pertinente às fontes alternativas de água, e com os padrões estabelecidos na legislação referente à potabilidade da água.

Carvalho (2012) também afirma que a água dos aparelhos de ar condicionado tem grande potencial para reutilização, sendo uma alternativa bastante viável que contribui não só para conservação deste importantíssimo recurso natural, como também economicamente com os gastos na conta de água.

A água proveniente dos aparelhos pode ser utilizada sem nenhum tratamento para usos não potáveis como lavagem de pisos, bacias sanitárias e regagem de áreas verdes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE VOLUMÉTRICA DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO

Após a coleta foi determinado o volume de água condensada proveniente dos aparelhos. Assim, foram obtidos 18 valores sendo 6 para cada aparelho, como mostrado nas Quadro 2,3 e 4.

A captação ocorreu durante 2 dias e 3 turnos diferentes sendo manhã, tarde e noite com uma repetição, assim foi feita a média dos valores obtidos de cada aparelho, levando em conta o clima quente da região

Quadro 2: Volume médio coletado em 1 hora a 19°

Aparelho 1 - 9000 BTUs - GREE		
Período	Quantidade(mL)	Média Total(mL)
Manhã	762	738,1
Tarde	735	
Noite	771	
Manhã	703	
Tarde	723	
Noite	735	

Quadro 3: Volume médio coletado em 1 hora a 19°

Aparelho 1 - 9500 BTUs - KOMEKO		
Período	Quantidade(mL)	Média Total(mL)
Manhã	771	760,3
Tarde	715	
Noite	769	
Manhã	795	
Tarde	725	
Noite	787	

Quadro 4: Volume médio coletado em 1 hora a 19°

Aparelho 1 - 30.000BTUs - ELGIN		
Período	Quantidade(mL)	Média Total(mL)
Manhã	2004	2156.3
Tarde	2315	
Noite	2110	
Manhã	2102	
Tarde	2204	
Noite	2203	

Com base nos valores apresentados temos uma média de 738,1(mL), 760,3 (mL) e 2156.3 (mL) e uma média geral de 1218,2 ml para cada coleta. Os valores serão utilizados para determinar a vazão mensal de cada aparelho.

Com base nos dados apresentados podemos inferir que Rodrigues (2020) realizou três períodos de coleta em aparelhos de 9000 BTU, e obteve uma média de 890,3 mL de água por hora, a partir desses dados se comparando com os dados obtidos da coleta do aparelho de 9000 BTU que gerou uma média de 738,1 mL que são valores muito próximos.

Os resultados divergiram do estudo de Fortes, Jardim & Fernandes (2015) feito na cidade de Resende/RJ, em que após cinco medições em um condicionador de ar de 12.000 BTU obteve uma vazão média de 0,309 L/h, essa diferença pode ser causada pela temperatura a qual o aparelho estava funcionando ou a umidade relativa do ar. Para os aparelhos de 30.000 BTU's se comparado com os valores analisados por OLIVEIRA (2018) foi visto que o aparelho gerou cerca de 1779 m/L, uma média muito próxima.

Com o valor da média de condensada foi possível calcular o volume mensal potencialmente produzido pelos 14 aparelhos, para isso considerou-se os três turnos de operação e eles operam uma média de 12 horas por dia, e com o calendário disponibilizado pela escola com horários de aula de segunda a sexta e algumas aulas de ensino superior aos finais de semana, considerando o mês com 30 dias temos o total de 24 dias de funcionamento dos aparelhos e será considerado 14 ar condicionados que estão localizados na externa da escola.

$$\text{Equação 1: } Q_m = Q_h \times T \times D_i \times N$$

$$\text{Equação 1: } Q_m = 1218,2 \text{ mL} \times 12 \times 24 \times 14$$

$$Q_m = 4911,7 \text{ L/mês}$$

É importante ter em mente que vários fatores podem alterar a quantidade de água condensada por cada aparelho, como por exemplo o tamanho da área de determinado ambiente, umidade relativa do ar e fluxo de pessoas. Dessa forma, fica evidente que os valores acima observados não são absolutos, mas a nível de cálculo e dimensionamento buscou-se os pontos possíveis para que o sistema de captação e também o reservatório tenha capacidades suficientes para suportar todo volume de água.

4.2 DIMENSIONAMENTO E CUSTOS DO PROJETO DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA GERADA

Com os valores obtidos nas coletas e a média mensal obtida a partir da equação, vemos que a quantidade de água gerada é considerável e viável para armazenamento.

A escola tem 14 aparelhos na parte externa e um espaçamento de aproximadamente 8.20 metros entre cada sala, no lado direito da escola os aparelhos estão instalados a aproximadamente 2.5 metros de altura e no lado esquerdo aproximadamente 1.20 metros do chão, os 2 aparelhos restantes que estão localizados na parte interior onde não é possível adaptar uma tubulação será utilizado 2 (dois) reservatórios de água portáteis.

É importante ressaltar que o lugar onde a água será armazenada não precisa ter a capacidade de armazenar todo volume gerado em um mês, tendo em vista que ele deve ser utilizado regularmente para limpeza do prédio e das salas de aula e para regar plantas portanto o reservatório será dimensionado para armazenar 3 dias de coleta de água.

O material utilizado para coletar a água dos aparelhos será o cano PVC com diâmetro de 20mm pela sua resistência, baixo custo e tem o diâmetro para o encaixe do dreno dos aparelhos, para todos os 16 aparelhos da escola serão necessários aproximadamente 150 metros de cano, no orçamento será incluído 10 metros a mais para possíveis perdas ou falta de material.

Para o orçamento também serão necessárias 3 curvas (Joelho) de 90° de PVC, 14 Tee de 20mm para os encaixes dos drenos nos aparelhos, todas as conexões entre os canos devem ser feitas utilizando cola para PVC.

Em um dia de funcionamento os 16 aparelhos produzem cerca de 220 litros e 1100 nos 5 dias úteis da semana, porém para o cálculo foi utilizado 14 aparelhos que onde é possível a instalação do projeto na escola já que dois deles estão na parte interior e de difícil acesso, como o sistema será dimensionado para uso a cada 3

dias e 14 aparelhos serão utilizados no mesmo local para armazenamento em um dia os 14 aparelhos produzem 193,2 litros para isso será necessário uma caixa d'água de 1000L de capacidade sendo ideal para o armazenamento, os demais aparelhos onde não há acesso serão instalados dois reservatórios portáteis. Se compararmos com Gomes et al (2018) que utilizou aparelhos entre 22.000 e 48.000 BTU's em três diferentes períodos, sendo 4 aparelhos de 48.000 e dois de 22.000 BTU's obteve-se uma média semanalmente semelhante de 1276.3L.

Tabela 2: Orçamento dos materiais necessários para o projeto

Material	Marca	Quantidade	Valor unitário(R\$)	Valor Total (R\$)
Caixa d'água 1000L	Fortlev	1	399,99	399,99
Curva 90° PVC	Tigre	3	3,29	9,87
Tee PVC (conexão)	Tigre	14	1	14,00
Cola para cano PVC	Tigre	8	18,89	151,12
Cano PVC 20mm	Tigre	160	3,1	496,00
Reservatório Portátil 25L	TDRSoluções	2	170,00	340

O valor total dos materiais necessários para montagem do sistema de captação e armazenamento é 1410,98 R\$, sendo necessário que a instalação de um sistema como esse seja feita por um profissional qualificado. Logo foi feita uma consulta com 3 profissionais da região e os valores foram calculados através de uma média simples da mão de obra para a implantação do sistema estão na tabela a seguir.

Tabela 3: Valor da mão de obra

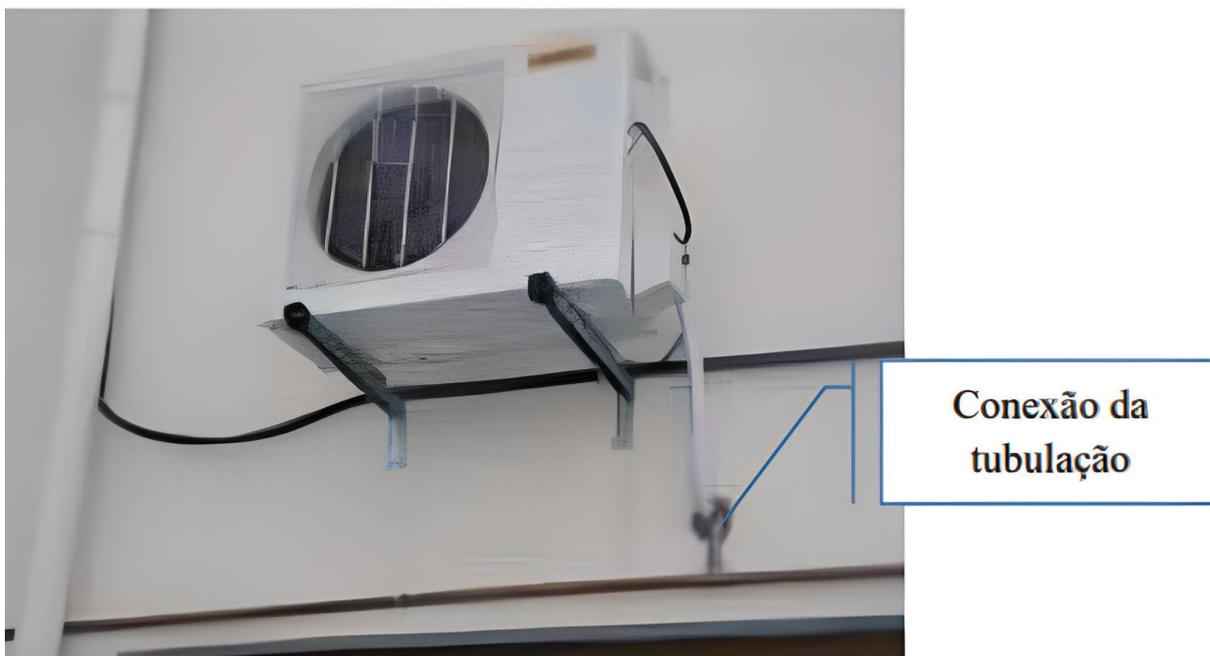
Material	Quantidade	Valor da diária(R\$)	Valor Total (R\$)
Pedreiro	1	150.00	150.00
Ajudante	1	70.00	70.00

O custo total da mão de obra é de R\$ 220,00 e com base no valor da mão de obra e preço total dos materiais o custo total para implantação do sistema de coleta de água condensada na escola Maria do Carmo Gomes seria de R\$ 1630,98.

4.3 PROPOSTA DE SISTEMA DE COLETA DEFINITIVO

Como mostrado na figura 11 a seguir o sistema de captação feito por Mota, Oliveira e Inada (2011) seria o modelo utilizado na Escola Maria do Carmo feito com instalação de canos PVC por todo espaço da escola, os canos PVC serão conectados nas saídas de água de cada aparelho, 14 dos 16 aparelhos da escola estão localizados na parte lateral exterior da escola.

Figura 12: Conexão dos canos de PVC ligando cada aparelho



Fonte: Mota, Oliveira e Inada (2011)

As tubulações de PVC serão conectadas na saída de cada mangueira de dreno, para garantir o fluxo de água condensada, para o exterior, conforme a figura 12 a seguir:

Figura 13 - Conexão dos canos PVC aos drenos do aparelho



Fonte: Mota, Oliveira e Inada (2011)

Após a conexão com todas as mangueiras de dreno dos aparelhos pelos canos de PVC, a drenagem da água pode ser direcionada em um único sentido, visando Conexão da tubulação armazenar toda a água condensada em um único local como uma caixa d'água, como na figura 13 a seguir:

Figura 14 - Conexão da encanação ao e recipientes de armazenamento



Fonte: Mota, Oliveira e Inada (2011)

4.4 TEMPO DE RETORNO

A escola Maria do Carmo Gomes tem abastecimento por meio da CAERN, a partir disso será utilizado o preço atual do m³ de água que é de R\$ 9,43 a cada 10m³.

O sistema de captação coleta mensalmente 4.911,3L por mês e é estimado aproximadamente 59m³ por ano (58.935,6L)

A partir do valor cobrado por m³ pela CAERN e pela quantidade de água que é reutilizada no sistema de captação podemos obter o valor anual de água economizada, para isso utilizaremos a equação 2 a seguir:

Equação 2: Economia de água = Volume de água reutilizada x Tarifa mensal

$$\text{Economia de água} = 59 \times 9,43 = \text{R\$ } 556,3$$

Com isto podemos obter o tempo de retorno do investimento, que é de aproximadamente 2.9 anos apenas com o valor de água economizado mensalmente/anualmente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A média de água gerada que foi de 1218,2m/L por hora o que gera um volume mensal de 4.911,3L, com essa análise da água gerada dos aparelhos de ar condicionado é notório que é uma grande quantidade de água que é desperdiçada e pode ser reaproveitada tornando viável um sistema de captação, outro fator que vale a pena ressaltar é que a potência dos aparelhos influencia diretamente na quantidade de água gerada assim como na temperatura a qual o aparelho está operando.

Como foi demonstrado que reutilizar a água dos sistemas de ar condicionado é possível utilizando um sistema simples e eficiente gerando um grande volume de água diariamente equivalente a 193.2 litros em um dia de operação e mensalmente de 4.911,3L por mês água essa que seria totalmente desperdiçada, e com reaproveitamento pode ser totalmente reutilizada para fins não potáveis, o sistema economiza R\$ 556,3 por ano que é um valor relativamente alto. Com o tempo aproximado de 2,9 anos e com custo total de R\$ 1630,98 é considerado um tempo de retorno relativamente baixo se levarmos em conta o volume de água produzido.

Ao analisar a viabilidade deste projeto não podemos levar em consideração somente o fator econômico mas associá-lo ao benefício ambiental a utilização de técnicas de sustentabilidade também trazem uma melhoria para a imagem da instituição e incentiva o uso racional dos recursos hídricos .

Assim, diante dos parâmetros analisados, constata-se que é viável a implementação de um sistema de aproveitamento de água para fins não potáveis na escola Maria do Carmo Gomes localizada em Bento Fernandes.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA. Açude do semiárido. 2017. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/saladesituacao/v2/acudesdosemiarido/chechar.aspx>> . Acesso em: 01 setembro de 2022.

Agência Nacional de Águas (ANA). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2012. Disponível em: <http://bibliotecadigital.economia.gov.br/handle/123456789/429> Acesso em: 04 dez. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, A Evolução da Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil. Brasília: ANA, 2002.

BARROS, Wellington Pacheco. A água na visão do direito. Porto Alegre: Tribunal de justiça do Rio grande do Sul- Departamento de Artes Gráficas, 2005.

BRASIL. Lei Federal n.º 9433 de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, DF, 08 de janeiro de 1997

BRASIL. Lei nº 175, de 1 de janeiro de 1936. Regula o disposto no Art. 177 da Constituição Federal de 1934 (efeitos das secas). Rio de Janeiro, RJ. Portal da Legislação. Disponível em: <<https://legislacao.planalto.gov.br/legisla/legislacao.nsf/fraWeb?OpenFrameSet&Frame=frmWeb2&Src=/legisla/legislacao.nsf%2FFrmConsultaWeb1%3FOpenForm%26AutoFramed>> . Acesso em: 10 set. 2022.

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 InterScience, 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: 28 agosto. 2022.

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.

CASTRO, J. Geografia da fome: o dilema brasileiro, pão ou aço. Rio de Janeiro: Antares, 1984.

COSTA, Ênio Cruz da. Refrigeração. 3 ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1982.

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 TECNOLÓGICA, 12., Resende, 2015. Anais... Resende, 2015.

GIL, A. C. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

GOMES et al, APROVEITAMENTO DA ÁGUA CONDENSADA DOS APARELHOS DE AR CONDICIONADOS DO LABORATÓRIO DE MATERIAIS DA UNIVERSIDADE CEUMA SÃO LUÍS-MA - 2018. Disponível em: <https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_268_532_35210.pdf> Acesso em: 08 Mar. 2023.

GRANJA. A hidropolítica e o federalismo: possibilidades de construção da subsidiariedade na gestão das águas no Brasil. Revista de Administração Pública, vol. 40, número 6, Rio de Janeiro, 2006

INMET. Comparativo de chuvas em novembro 2020 e 2021 no Brasil. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/noticias/comparativo-de-chuvas-em-novembro-2020-e-2021-no-brasil>>. Acesso em: 10 set. 2022.

MAY, S. Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004.

MILLER, Rex. Ar -condicionado e Refrigeração - 2ª Ed. São Paulo: Ed. LTC, 2014.

ONU, Organização das Nações unidas. ONU e a água. Acesso em: 30 agosto 2022

Ministério da Integração Nacional. Nova delimitação do Semi-árido brasileiro. Brasília: MIN, 2005

MOTA, Thatiane Rodrigues.; OLIVEIRA, Dyonis Matias de.; INADA, Paulo. Reutilização da água dos aparelhos de ar condicionado em uma escola de ensino médio no município de Umuarama-PR. Anais Eletrônico VIII EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar. CESUMAR – Centro Universitário de Maringá Editora CESUMAR. Maringá – Paraná, 2011. Disponível em: http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2011/anais/thatiane_rodrigues_mota_2.pdf. Acesso em Fev. 2023

NENGANGA, I. P. Reaproveitamento da água de condensação proveniente dos aparelhos de ar condicionado. Estudo de caso: Edifício da UniPiaget Angola. Monografia. (Graduação em Engenharia Eletromecânica). Universidade Jean Piaget de Angola. Viana, 2014.

O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/csc/2012.v17n6/1511-1522/#ModalArticles> Acesso em: 10 dez. 2022.

OMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva. São Paulo: Navegar Editora, 2003.

OMM - Crise global de água é iminente. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/150314- crise-global-de-agua-e-iminente-alerta-organizacao-meteorologica-mundial>>. Acesso em: 4 de jul. 2022.

ONU - Crise global de água é iminente. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/83427-populacao-mundial-deve-chegar-97-bilhoes-de-pessoas-em-2050-diz-relatorio-da-onu>>. Acesso em: 6 de jul. 2022.

REBOUÇAS, A. Águas Subterrâneas. In: Rebouças A., Braga B., Tundisi J. (eds.) Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. São Paulo, Escrituras Editora. p. 117-150. 1999

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.

RODRIGUES, J. O. N.; CABRAL DA SILVA, T.; ATHAYDE JÚNIOR, G. B. ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA DA ÁGUA CONDENSADA GERADA POR APARELHOS DE AR-CONDICIONADO. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais, Disponível em:<<https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/30779>>. Acesso em: 09 jul. 2022.

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

WEB AR CONDICIONADO. Dreno do ar condicionado. Disponível em: <<http://www.webarcondicionado.com.br/dreno-ar-condicionado>> Acesso em: 1 de Jan. 2023.