

COLÉGIO DOM HERMETO

CONDENSADOR ATMOSFÉRICO DE ÁGUA

Uma possível solução para a sustentabilidade hídrica

Três de Maio, RS

2025



Henrique Auler Ludwig

Cláudia Rigoli Schneider

Maiara Perinazzo Barasuol

CONDENSADOR ATMOSFÉRICO DE ÁGUA

Uma possível solução para a sustentabilidade hídrica

Relatório apresentado à 9ª FEMIC - Feira Mineira de Iniciação Científica.

Orientação do Prof. Cláudia Rigoli Schneider e
coorientação de Maiara Perinazzo Bara.

Três de Maio, RS

2025



RESUMO

Este trabalho tem como objetivo buscar uma possível solução para o problema da sustentabilidade hídrica. Para isso, foi desenvolvido um protótipo de condensador atmosférico, que, embora ainda apresente algumas imperfeições, demonstra resultados positivos. O projeto se baseia em princípios básicos da termodinâmica, o que o torna também um recurso pedagógico interessante para professores que desejam trabalhar esses conceitos de forma prática com seus alunos. O sistema do experimento utiliza pastilhas Peltier, que, ao serem alimentadas por corrente contínua, criam uma diferença de temperatura entre suas superfícies de cerâmica. Uma das faces esfria enquanto a outra aquece. Para um melhor funcionamento do sistema, foram utilizados também dissipadores de calor de alumínio, um cooler para auxiliar no resfriamento e uma fonte colmeia de 12V e 10A, responsável por alimentar o circuito de forma estável. A água é obtida a partir da umidade presente na atmosfera, utilizando o conceito de ponto de orvalho, que é a temperatura na qual o vapor da água se condensa. Testes foram realizados e melhorias no projeto foram feitas para que, dessa forma, não ocorressem erros no experimento. Foi possível perceber variações na produção de água conforme as adaptações realizadas, o que demonstra a importância da otimização de um experimento. Ao final do trabalho, o experimento se mostrou capaz de condensar a umidade atmosférica de forma simples e sustentável, Porém em pequena escala, não sendo suficiente para o consumo, entretanto ele continua contribuindo assim como uma possível solução ao problema da escassez hídrica. Os resultados apresentados mostram que há muito a ser explorado e entendido, abrindo caminho para que novas discussões e pesquisas possam ser realizadas, a fim de solucionar o problema da sustentabilidade hídrica.

Palavras-chave: Condensador atmosférico, Pastilha Peltier, Termodinâmica.



SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 JUSTIFICATIVA	6
3 OBJETIVO GERAL	7
4 METODOLOGIA	8
5 RESULTADOS OBTIDOS	10
6 CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS	12
REFERÊNCIAS	13



1 INTRODUÇÃO

O tema foi desenvolvido, com uma dúvida a ser respondida: “É possível “pegar” a água das nuvens com um só aparelho? E qual a utilidade?”, com essas dúvidas iniciou-se o processo de pesquisas, a primeiro buscou-se de que maneira poderia ser “capturada” a água das nuvens, com isso encontrou-se o módulo de Peltier, que segundo Moraes (2019), a placa termoelétrica cria uma diferença de temperaturas em seus lados, um deles tornando-se frio, e o outro quente. A qual em seu lado frio poderia ser condensada a água.

Com uma das perguntas respondidas, “Qual a utilidade?”, o protótipo poderia ter inúmeras funcionalidades, desde auxiliar professores a explicar os alguns conceitos físicos, até captar água potável, e com essas ideias em mente surgiram alguns problemas e hipóteses,”Como gerar água em ambientes onde não há uma grande concentração de umidade? Como tornar essa solução acessível? é realmente possível essa solução?”.

O trabalho a seguir apresenta tópicos os quais o protótipo explora, como alguns princípios da termodinâmica, calorimetria e circuitos elétricos. Todos voltados para suas aplicações no trabalho. Nos resultados obtidos, foi compreendido que, é possível a condensação da umidade do ar, com este protótipo, porém a produção de água é baixa, levando em consideração o consumo de água humano médio, tornando este projeto inviável. Apesar disso, o protótipo ainda está aberto a mudanças, e ele foi produzido em pequena escala, um protótipo com maior escala seria mais eficiente.

Contudo esse protótipo ainda pode ser usufruído como um material pedagógico, por conta de exemplificar diferentes princípios físicos, desde os mais básicos (troca de calor, diferenças térmicas, trabalho, materiais isolantes e

condutores...), até alguns mais avançados (Ponto de orvalho, sistemas elétricos, eficiência de uma máquina, conversões de energia, efeito peltier...). Sendo um material pedagógico interessante para professores usarem para demonstrar tais princípios aos seus alunos.



2 JUSTIFICATIVA

A a problemática da sustentabilidade hídrica é intensificado pela poluição e pelas mudanças climáticas, que comprometem os recursos hídricos e afetam de forma mais severa comunidades remotas e vulneráveis. O Trabalho busca pesquisar e desenvolver a possibilidade de captar a umidade do ar e transformá-la em água por meio de um sistema simples, de baixo custo e fundamentado em conceitos físicos.

O desenvolvimento do condensador atmosférico de água fundamenta-se no uso da pastilha termoelétrica Peltier, dispositivo capaz de gerar um diferencial de temperatura entre suas faces quando alimentado por corrente contínua. Esse princípio possibilita o resfriamento de uma superfície até o ponto de orvalho, promovendo o processo de condensação da umidade presente no ar.

Além de sua relevância no campo ambiental, o projeto apresenta também uma relevância no meio educacional. O protótipo permite a observação direta de fenômenos que muitas vezes são baseados em teoria dentro de uma sala de aula, como ponto de orvalho, transferência de calor, efeito Peltier e a influência do isolamento térmico. Nesse sentido, o protótipo atua como um recurso pedagógico que pode enriquecer o ensino de ciências, favorecendo a aprendizagem.

Portanto, a justificativa é a busca por soluções que possam contribuir para o enfrentamento da crise hídrica global e o seu potencial como ferramenta de apoio ao ensino de física.



3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Buscar uma possível solução para a problemática do consumo excessivo de água, de modo que a qual não produza danos ao meio ambiente, utilizando alguns princípios das engenharias com ênfase aos princípios físicos.

3.2 Objetivos específicos

- Desenvolver um dispositivo capaz de condensar água da umidade atmosférica.
- Demonstrar que a água captada é doce e potável.
- Argumentar como esse projeto pode solucionar alguns problemas hídricos.
- Tornar o dispositivo produzido de baixo custo e acessível para locais remotos.
- Melhorar dispositivos já existentes para atender as demandas.
- Incentivar a pesquisa e o desenvolvimento de projetos com o mesmo objetivo.



4 METODOLOGIA

O método que foi utilizado para a realização desta pesquisa, teve como abordagem quantitativa, que de acordo com Fonseca 2002, essa abordagem era conhecida como centrada na objetividade. Influenciada pelo positivismo, considerava que a realidade só podia ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros. A pesquisa quantitativa recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc. A forma de abordagem do problema foi Hipotético-Dedutivo, conforme Vieira, 2017 que relacionava hipóteses (ou premissas), conclusões e teses. Com base no objetivo desta pesquisa, foi realizada uma pesquisa explicativa, que de acordo com Severino, 2007. A pesquisa explicativa era aquela que, além de registrar e analisar os fenômenos estudados, buscava identificar suas causas, seja através da aplicação do método experimental/matemático, seja através da interpretação possibilitada pelos métodos qualitativos. Com base nos procedimentos técnicos foi feita uma revisão bibliográfica, conforme Cavalcante, 2013. Os estudos de revisão bibliográfica caracterizavam-se pelo uso e análise de documentos de domínio científico, tais como livros, teses, dissertações e artigos científicos; sem recorrer diretamente aos fatos empíricos.

O protótipo o qual foi desenvolvido usufrui de: dois dissipadores de calor (um com 16 x 11 e 17 aletas com 3 cm cada, e o outro com 10 x 10 cm com 28 aletas de 2 cm cada), um cooler (12v), uma placa de peltier (12v), duas gramas de pasta térmica, quatro apoios de aço, uma fonte colmeia ou chaveada, um cabo de força bipolar, e uma fonte de energia 220v. A confecção do protótipo começou com a montagem dos dissipadores de calor com a placa peltier e o cooler.



Figura 1 - Montagem Inicial



Fonte: Autor, 2025.

Com a primeira montagem preparada foi necessário, um meio de estabilizá-la em um ângulo e retirá-la do contato com a superfície, com isso a confecção de apoios mostrou-se necessária, juntamente com este apoio foi confeccionado a parte elétrica, a qual requisitou uma fonte que reduzia a voltagem para 12v e 10A, para que não houvesse sobrecarga do sistema.

Figura 12: Protótipo Confeccionado



Fonte: Autor, 2025.

Outro benefício deste protótipo é a sua facilidade de demonstrar alguns princípios físicos, desde os mais básicos (troca de calor, diferenças térmicas, trabalho, materiais isolantes e condutores...), até alguns mais avançados (Ponto de orvalho, sistemas elétricos, eficiência de uma máquina, conversões de energia, efeito peltier...). Sendo um material pedagógico interessante para professores usarem para demonstrar tais princípios aos seus alunos.



5 RESULTADOS OBTIDOS

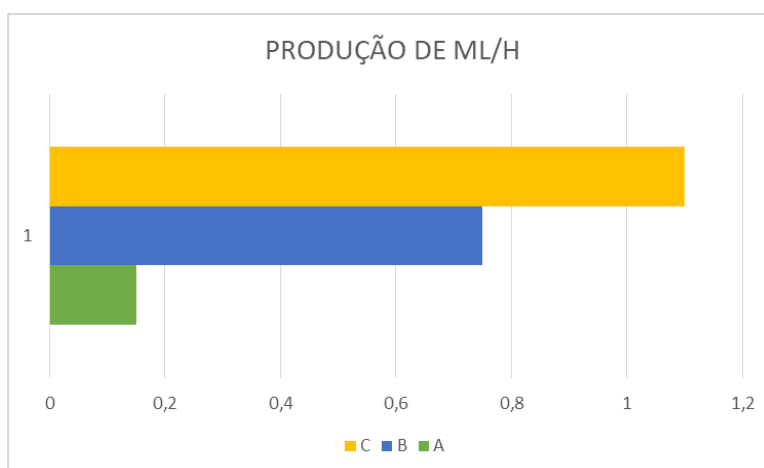
A produção obtida foi de $\approx 0,15$ ml/h, menos do que o previsto

Contudo foi percebida um resfriamento nos apoios do protótipo, portanto necessitou de alterações, como isolações dos componentes metálicos para concentrar a perda de calor, com isso foi realizado um segundo teste, com duas borrachas de um milímetros adicionadas aos apoios isolando-os. A produção obtida foi de $\approx 0,75$ ml/h.

Como o aumento foi razoável em relação ao teste original foi aumentada a grossura da borracha de um milímetro, para três milímetros, com isso o resultado foi de $\approx 1,1$ ml/h

Todos os testes foram realizados com um ambiente em $\approx 11^{\circ}\text{C}$, com uma umidade variando entre 88% e 93%.

Figura 13: Gráfico De Produção



Fonte: Autor, 2025.

No gráfico da figura 13, temos a comparação entre os 3 protótipos, o primeiro protótipo representado pela letra “A”, na cor verde. O segundo representado pela letra “B”, na cor azul. E por fim o terceiro experimento representado na letra “C”, na cor amarela.

O gráfico nos possibilita perceber de maneira mais ilustrativa, como a condutividade térmica pode influenciar em um experimento, caso for comparado o experimento “A” com o “C” é possível perceber um aumento de 733% sobre a produção de ml/h, ou uma produção sete vezes maior.



Nos resultados obtidos, foi compreendido que, é possível a condensação da umidade do ar, com este protótipo, porém a produção de água é baixa, levando em consideração o consumo de água humano médio, tornando este projeto inviável. Apesar disso, o protótipo ainda está aberto a mudanças



6 CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como o trabalho deixou evidenciado, é possível a condensação da umidade do ar, com este protótipo, porém como foi produzido em pequena escala os resultados obtidos foram baixos, eles seriam diferentes caso o protótipo fosse confeccionado em outras dimensões.

O protótipo não atingiu as expectativas desejadas até o momento, porém como já foi mencionado, ele ainda está aberto a alterações e pesquisas mais elaboradas, desta forma, futuras pesquisas com diferentes materiais, diferentes adaptações, este protótipo pode acabar por se tornar uma possível solução para a sustentabilidade hídrica.

Contudo, até o presente momento, a melhor funcionalidade do experimento é em uma sala de aula, por conta de exemplificar diferentes princípios físicos, desde os mais básicos, até alguns mais avançados. Sendo um material pedagógico interessante para professores usarem para demonstrar tais princípios aos seus alunos.

Os resultados apresentados mostram que há muito a ser explorado e entendido, abrindo caminho para que novas discussões e pesquisas possam ser realizadas, a fim de solucionar o problema da sustentabilidade hídrica.



REFERÊNCIAS

- ARAÚJO DE MELO, Bruno. Sistema de condensação para captação de água atmosférica utilizando efeito Peltier. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/42996/3/TCC%20final.pdf>> Acesso em: 25 mar. 2025.
- ASTH. RAFAEL C. Efeito Joule: o que é, exemplo e exercícios. Toda Matéria. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/efeito-joule/>>. Acesso em: 9 abr. 2025.
- BRITO, C. M. et al. A pesquisa em educação: natureza, abordagem e tipos. Educação & Realidade, Porto Alegre, v. 40, n. 1, p. 153-176, jan./mar. 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/edreal/a/fY9tm7Nfby8z5GrTqMBdMCg/?format=pdf>> Acesso em: 10 mar. 2025.
- CAMPOS, Antonio Luiz P. S.; FARIAS, Aécio Vinícius Amorim; FERNANDES, Jainne Daniele F. S.; BRAZ, Alailson de Freitas; MACHADO, Ludmila Sayonara S. X.; PIMENTEL, Edfranklin de Souza. REFRIGERAÇÃO UTILIZANDO PASTILHAS DE EFEITO PELTIER. Holos, [S.L.], v. 2, p. 25-31, 13 jun. 2010. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/383/321>>. Acesso em: 05 nov. 2020. <http://dx.doi.org/10.15628/holos.2010.383>.
- ECORFAN. Sistema de refrigeração com Peltier para ambientes de baixo custo. Revista de Ingeniería Innovativa, v. 3, n. 11, p. 18-23, 2019. Disponível em: <https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Innovativa/vol3num11/Revista_de_Ingenieria_Innovativa_V3_N11_3.pdf> Acesso em: 11 mar. 2025.
- ESCOLA, Brasil. "Vaporização e condensação"; Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/vaporizacao-condensacao.htm>> Acesso em 09 de abril de 2025.
- FERRARO, NICOLAU; TORRES, CARLOS; PENTEADO, PAULO. Vereda Digital Física, Volume Único, segunda edição, São Paulo, editora Moderna, 2021



FERNÁNDEZ, Franco. Ponto de orvalho: o que é e como calcular. BoosterAgro, 2022. Disponível em: <<https://boosteragro.com/blog-po/ponto-de-orvalho>> Acesso em: 10 abr. 2025.

FONSECA, José Joaquim Soares. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=oB5x2SChpSEC>> Acesso em: 26 mar. 2025.

HELERBROCK, Rafael. "O que é entropia?"; Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-entropia.htm>> Acesso em 10 de abril de 2025.

LOPES, André Luiz Pereira. Mecanismo de transferência de calor: um estudo acerca da condução térmica. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2021. Disponível em: <<https://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/29339/4/TCC%20-%20Andr%C3%A9%20Luiz%20Pereira%20Lopes>> Acesso em: 9 abr. 2025.

MEDEIROS, Mariana et al. A construção do objeto de pesquisa em Ciências Humanas. Educação e Sociedade em Debate, v. 2, n. 1, 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/esa/a/94HDyqWtdPLqthJq4TrwsVG/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em: 13 mar. 2025.

MORAES, Rafael da Silva. Aprendizagem de conceitos físicos a partir da construção de uma mini geladeira de pastilha Peltier. 2019. 43 f. Trabalho de conclusão de curso de graduação (Licenciatura em Ciências: Matemática e Física) - Universidade Federal do Amazonas, Coari-AM, 2019. Disponível em <<http://riu.ufam.edu.br/handle/prefix/5659>>. Acesso em 06 de jun. 2025

NOGUEIRA, A. M. S. et al. Revisão bibliográfica como método de pesquisa científica: fundamentos e aplicação. Psicologia: Teoria e Prática, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 1-18, 2020. Disponível em: <https://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-11682020000100006> Acesso em: 17 mar. 2025.

PACHECO, Tarcísio; PEREIRA, Mônica. Celdas Peltier: Uma alternativa para sistemas de refrigeração domésticos. Disponível em: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53429800/PLACA_PELTIER-libre.pdf> Acesso em: 20 mar. 2025.



PROBST, Éliton. DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM SENSOR DE PONTO DE ORVALHO, COM PASTILHAS PELTIER, PARA MEDIÇÃO DE UMIDADE RELATIVA DO AR. Disponível em:

<<https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/333/ELITON%20PROBST.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 10 de abr. de 2025

HELERBROCK, Rafael, EQUILÍBRIO TÉRMICO. Disponível em:

<<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/equilibrio-termico.htm>>. Acesso em 20 de maio de 2025

SANTOS, Ana Cristina dos. Tipos de pesquisa. Porto Alegre: UFRGS, 2020.

Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/213838/000728731.pdf>> Acesso em: 12 mar. 2025.

SEVERINO, Antônio Joaquim. Metodologia do trabalho científico. 23. ed. rev. e atual. São Paulo: Cortez, 2007. Acesso em: 27 mar. 2025.

SILVA, Alexandro D. da. Estudo de sistema simplificado de refrigeração usando célula Peltier. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2021. Disponível em:

<https://ri.ufrb.edu.br/bitstream/123456789/2763/1/Construcao_Camara_Simplificada_TCC_2021.pdf> Acesso em: 27 mar. 2025.

SIQUEIRA, Ezequiel Costa. Relação docentes, notas da aula - prova. FEIS (Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira) da UNESP (Universidade Estadual Paulista). Disponível em:

<https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/fisicaequimica/relacaodocentes973/ezequielcostasiqueira/notas_aula_prova3.pdf>. Acesso em 03 de jun. de 2025.

WELL, Mean. Fonte colmeia. 2025. Disponível em:

<<https://www.meanwellbrasil.com.br/fontes-acdc/caixa-colmeia>>. Acesso em: 12 de jun. de 2025.