

# CLIMATIZADOR EVAPORATIVO DE BAIXO CUSTO

---

## RESUMO

Este trabalho consiste na construção de um climatizador evaporativo para a utilização em sala de aula e faz parte do desenvolvimento da disciplina Projeto Integrador, pertencente ao curso técnico em Refrigeração e Climatização do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Norte - Campus Santa Cruz. O equipamento em construção utiliza um ventilador residencial/comercial que insufla ar sobre uma superfície umedecida com água, ocasionando a evaporação da água e causando a diminuição da temperatura do ambiente e melhorando as condições de conforto térmico. A redução da temperatura é conseguida com a entalpia constante e com o aumento da umidade específica do ar do ambiente. Para se conseguir a redução da temperatura, o ar quente cede calor à água, que ao evaporar produz o rebaixamento da temperatura. Esta queda da temperatura do ambiente melhora as condições de desempenho dos professores e alunos, além de afetar no comportamento dos alunos e contribuir para a aprendizagem dos mesmos. O trabalho está sendo desenvolvido utilizando uma metodologia exploratória, expositiva, experimental, bibliográfica. Os resultados obtidos não foram, ainda, os esperados, porque os dispositivos testados, não foram capazes de atomizar adequadamente a água juntamente com a corrente de ar e redundaram em gotejamento.

Palavras-chave: Conforto térmico, climatizador evaporativo, sala de aula, temperatura, umidade.

## ABSTRACT

This work consists on the construction of an evaporative air conditioner for use in the classroom and is part of the *Integration Project* discipline, which is part of the Refrigeration and Climatization technical course at the Refrigeração e Climatização do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Norte - Campus Santa Cruz. The equipment under construction utilizes a residential / commercial fan that blows a water-moistened surface which evaporates, decreasing ambient temperature and improving thermal comfort conditions. The temperature reduction is obtained with a constant enthalpy and the increase of the specific variation of the environment. To decrease the temperature, the heat yields heat to the water, which evaporates lowering the temperature. This temperature change inside the room, improves environmental conditions of teachers and students, as well as affecting student's behaviors and contributing to their learning. The work is being developed using an exploratory, expository, experimental, bibliographical methodology. The results obtained were not as expected, because the tested devices were not able to atomize using ordinary water with an air stream and redundant in context.

Keywords: Thermal comfort, evaporative air conditioner, classroom, temperature, humidity.

---

## 1. Introdução

O projeto em desenvolvimento é um climatizador evaporativo, que funciona através de uma troca térmica, que se dá quando é retirado o calor da água e cedido para o ambiente, ou seja, o ar seco entra em contato com a água fria, tornando o local fresco e confortável termicamente, isso acontece quando o ar quente cede calor sensível à água, que ao evaporar, produz o rebaixamento da temperatura. Esse tipo de equipamento funciona apenas em umidades relativas abaixo de 70%, pois acima disso o ar estará com grande quantidade de água, na forma de vapor, que dificulta a adição de mais água, pois o mesmo fica próximo da saturação.

O objetivo do trabalho é trazer conforto térmico para a sala de aula, tendo em vista que há um grande consumo de energia elétrica para condicionar ambientes escolares, por conseguinte há um gasto financeiro muito alto. Já que as instituições escolares da rede pública, na maior parte das vezes, não atendem as condições mínimas de conforto necessárias para o bem estar dos usuários, afetando o desempenho dos alunos e professores, colocando em risco a saúde física e psicológica.

É de suma importância levar em consideração que o aquecimento global vem se agravando a cada dia e, consequentemente há a intensificação do efeito estufa. Os gases que mais aumentam o efeito estufa são o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e o metano ( $\text{CH}_4$ ), contribuindo para a obstrução da dissipação do calor na superfície terrestre para o espaço. Por isso visa-se a construção de um equipamento para melhorar a qualidade térmica do ambiente, já que o mesmo se encontra bastante seco e quente, propiciando o desconforto e fazer com que o investimento quanto à aquisição seja menor que a de um ar condicionado.

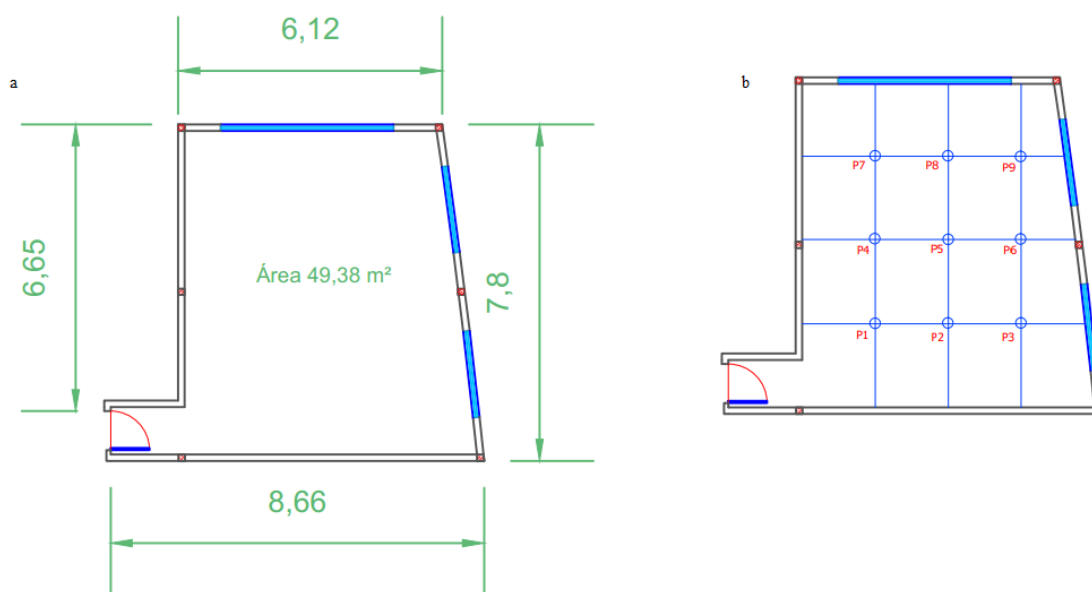
Inicialmente o projeto foi pensado para ser implantado no Centro Municipal de Ensino Infantil Geraldo Alves da Silva localizada no bairro Paraíso, Santa Cruz-RN. Mas devido à inviabilidade da estrutura, transporte e apoio, foi transferido para o Instituto Federal de Educação, Ciências e

Tecnologia do Rio Grande do Norte- campus Santa Cruz, afim de que trazer para o ambiente o conforto térmico adequado para o bem estar dos alunos e professores, através da construção do climatizador evaporativo e do levantamento da temperatura de bulbo seco e da umidade relativa na sala de aula.

## 2. Metodologia

O projeto terá como objetivo metodológico uma pesquisa exploratória. A pesquisa visa à construção de um climatizador evaporativo de baixo custo. A princípio, foi feito um procedimento de coleta de dados através de pesquisas bibliográficas em repositórios de trabalhos científicos nacionais e internacionais, bem como foram efetuadas medições da temperatura de bulbo seco, umidade relativa e a área da sala de aula. Que deu origem a um projeto a planta baixa da sala de aula 245 do IFRN- Campus Santa Cruz. A partir da planta baixa dividiu-se a sala em nove pontos (9) e mediu-se a umidade relativa e temperatura em cada um deles. Além da pesquisa bibliográfica, o projeto utiliza-se do método de pesquisas experimentais, buscando analisar ideias para a criação de um climatizador evaporativo.

Figura 1 - (a) planta baixa da sala 245; (b) pontos de medidas na sala 245.

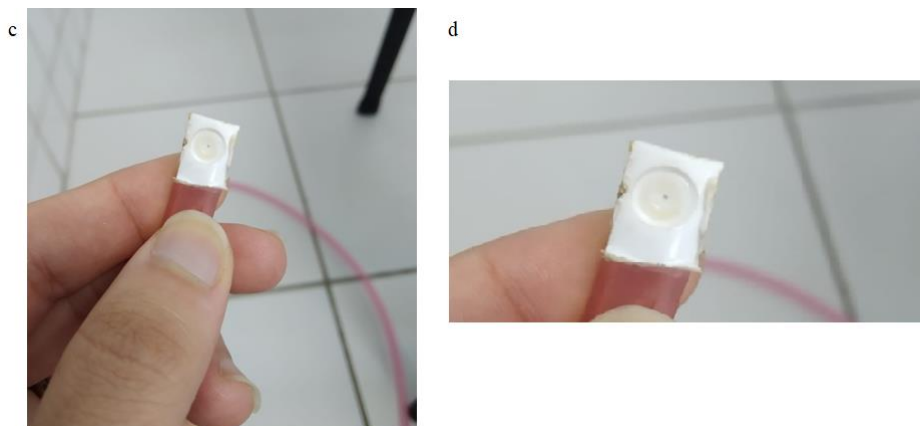


Fonte: Própria

## 3. Resultados e Discussões

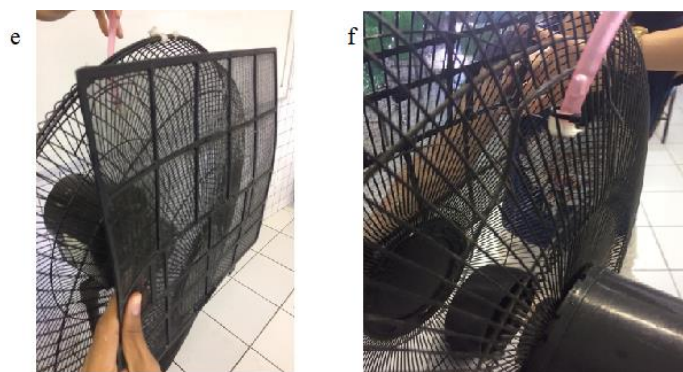
Para o primeiro teste utilizou-se um ventilador de coluna, marca Ventisol com rotor de 512 mm, uma mangueira de 8 mm de diâmetro, um bico aspersor de desodorante e um reservatório. Conectou-se o bico aspersor em uma das extremidades da mangueira, e a outra ao reservatório. Elevou-se o reservatório a 63 cm do centro geométrico do ventilador. O resultado alcançado foi de um jato forte devido a grande vazão do bico. Sendo assim, foi adicionado um filtro de ar condicionado com a intenção da água passar pelos micros furos e assim dissipa-la pelo ambiente de modo que não molhasse tudo e todos. Porém, não deu certo, pois a água não era atomizada, apenas batia no filtro e formava gotas, molhando toda a superfície na o qual o ventilador se encontrava.

Figura 2 - (c) Primeiro teste; (d) bico aspersor de desodorante.



Fonte: Própria

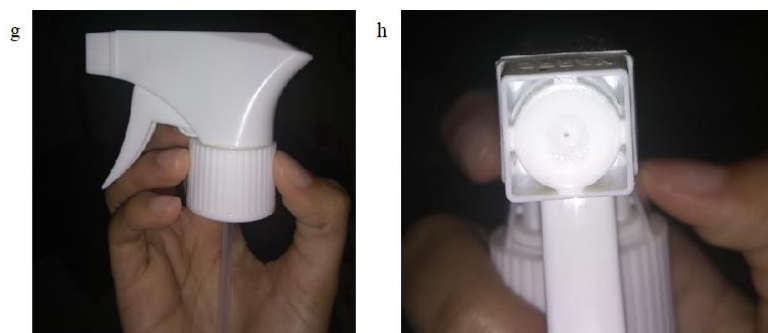
**Figura 3 - (e) filtro para ar condicionado; (f) segundo teste.**



Fonte: Própria

Então trocou-se o bico aspersor por um borrifador de spray. O resultado que encontramos foi satisfatório, porém o ventilador teria que está posicionado a uma distancia maior entre ele e os alunos, pois em uma distância pequena poderia molhar os alunos.

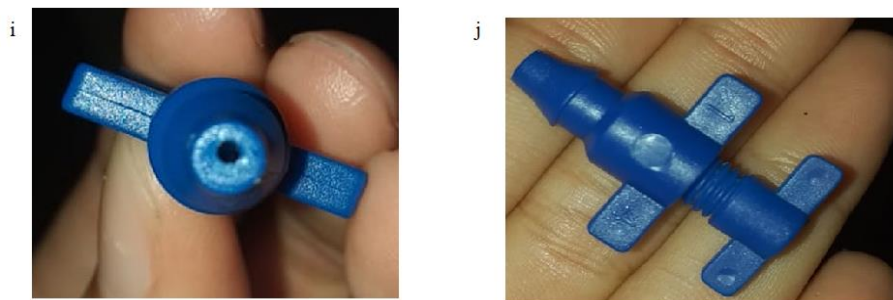
**Figura 4 - (g) terceiro teste; (h) borrifador de spray.**



Fonte: Própria

No quarto teste foi utilizado um gotejador para irrigação, pelo fato de ter um controle da vazão de água que sairia, porém não houve nenhum resultado esperado, o jato que saia era muito forte e o ventilador não conseguia dispersar toda a água.

**Figura 5 - (i) bico aspersor para irrigação; (j) quarto teste.**



Fonte: Própria

O último teste foi utilizando uma mangueira de soro, colocada por trás da hélice do ventilador, onde também se conseguia fazer a regulação da passagem de água. O teste foi feito desde a máxima e a mínima passagem de água, onde o melhor efeito conseguido foi na metade da abertura do regulador, que saíam poucas gotas de água por minuto e todas conseguiam ser dispersadas, porém, o impasse foi o fato de poder entrar água no motor, já que não havia vedação alguma e poderia acabar queimando.

**Figura 6- quinto teste.**



Fonte: Própria

A partir da planta baixa da sala de aula, fizemos medições da temperatura de bulbo seco e umidade relativa ao longo da sala de aula.

**Tabela1- tabela de umidade relativa da sala 245**

Ponto	Temperatura	Umidade relativa (%)
P1	29,9°C	53
P2	29,9°C	52
P3	29,8°C	52
P4	29,9°C	53
P5	29,9°C	52
P6	30 °C	52
P7	30,3°C	54
P8	30,6°C	54
P9	30,5°C	53

Foi feito também uma tabela de umidade relativa mensal de 2018 e 2019 com base nas umidades diárias fornecidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), para mostrar em quais meses será viável a utilização do projeto, já que climatizadores evaporativos só funcionam com a umidade relativa abaixo de 70%, caso contrário o ar fica saturado de água.

**Tabela 2 – Umidade relativa mensal de 2019**

Meses	Umidade Relativa (%)
Janeiro	57
Fevereiro	70
Março	71
Abril	70
Maio	66
Junho	66
Julho	70
Agosto	73,54
Setembro	62
Outubro	60
Novembro	60
Dezembro	70

#### 4. Considerações Finais

O processo de análise de temperatura e umidade relativa do ambiente trouxe conhecimentos nos quais nunca se pensaria em ter obtido, e graças a estudos bibliográficos e disciplinas técnicas da ementa escolar do curso técnico em Refrigeração e Climatização, houve avanços na pesquisa para o desenvolvimento do climatizador. Ocorreram muitas dificuldades durante alguns processos, que se tornaram motivação para insistir no projeto.

Com os testes compreendeu-se que várias variáveis influenciavam no para o resultado que a gente esperava. Entender que a vazão, pressão, velocidade do ar e altura do reservatório influenciava foi de suma importância para o estudo do projeto. A principal dificuldade encontrada foi a de encontrar um instrumento capaz de atender os requisitos para o funcionamento do climatizador, no qual tivesse um custo baixo e de fácil locomoção. Na maior parte dos dias de teste a umidade relativa do ambiente estava acima do recomendado para a utilização dos equipamentos, dificultando a realização dos testes.

#### Agradecimentos

Agradecemos aos nossos orientadores pela total disponibilidade e apoio de nos ajudar nessa jornada que nos trouxe conhecimentos e aprendizagens que com certeza levaremos pelas nossas vidas, aos servidores do IFRN campus Santa cruz pelo total apoio e paciência que tiveram com o grupo, e aos diversos professores da área técnica que contribuíram com conhecimentos técnicos para o enriquecimento de nosso projeto.

#### Referências

- ALLOCA, C., CHEN, Q., GLICKSMAN, L. R. Design analysis of single-sided natural ventilation. *Energy and Buildings*, London, v. 35, p. 785-795, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Desempenho térmico de edificações: NBR 15220*. Rio de Janeiro, 2005. 92 p.
- SOUZA, H.A.; RODRIGUES, L.S. Ventilação natural como estratégia para o conforto térmico em edificações. 2012. Pós graduação (Pós-Graduação em Engenharia Civil Construção Metálica) - Escola de Minas, UFOP, [S. l.], 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-44672012000200007&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-44672012000200007&lang=pt)>. Acesso em: 6 jun. 2019
- PAGNOSSIN, E.M. et al. Influência dos elementos meteorológicos no conforto térmico humano: bases biofísicas. *Disciplinarum Scientia. Série: Ciências Biológicas e da Saúde*, v.2, n.1, p.149- 161, 2001. Disponível em: . Acesso em: 15 ago. 2014.
- ARAUJO, Virginia Maria Dantas de; FROTA, Anésia Barros. Parâmetros de conforto térmico para usuários de edificações escolares no litoral nordestino brasileiro. 1996. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996. DALVITE, Bárbara; OLIVEIRA, Dienifer; NUNES, Giovana; PERIUS, Mariane; SCHERER, Minéia Johann. Análise do conforto acústico, térmico e lumínico em escolas da rede pública de Santa Maria, RS. 2007. Dissertação (Curso de Arquitetura e Urbanismo)- UNIFRA, [S. l.], 2007. Disponível em: <<https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumAhttps://periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumALC/article/view/712/660LC/article/view/712/660>>. Acesso em: 22 jun. 2019