

# Automated Humidity Control System with Arduino for Indoor Environments

1<sup>st</sup> Filipe Ferreira Viana

*Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas*

*Universidade Federal de Viçosa*

Rio Paranaíba, Brasil

filipe.f.viana@ufv.br

2<sup>st</sup> Jéssica Nayara Fernandes Caldeira

*Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas*

*Universidade Federal de Viçosa*

Rio Paranaíba, Brasil

jessica.caldeira@ufv.br

**Abstract**—This study proposes the development of an automated humidity control system using Arduino, aimed at maintaining healthy humidity levels in indoor environments, especially during the winter. The circuit was designed and simulated using Fritzing software, integrating a humidity sensor, LCD display, and relay module. After the simulation, the system was assembled with low-cost components and tested to ensure the accuracy of the readings and the efficiency in controlling the humidifier. The results showed that the system is capable of monitoring and adjusting humidity in real-time, promoting energy savings and sustainable operation. The system was integrated into a custom case, ensuring protection of the components and ease of use.

**Index Terms**—Arduino, Humidity Control, Humidity Sensor, Real-time Monitoring.

## I. INTRODUÇÃO

Com a chegada do inverno, observa-se um aumento significativo na incidência de doenças respiratórias, especialmente devido à baixa umidade relativa do ar, uma característica marcante dessa estação. Esse fenômeno não é apenas um incômodo temporário; ele pode ter um impacto substancial na qualidade de vida, particularmente em regiões onde o clima é naturalmente seco e a umidade do ar atinge níveis críticos. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), a baixa umidade pode aumentar em até 30% a incidência de doenças respiratórias durante o inverno, destacando a gravidade desse problema.

Relatos recentes, como uma reportagem do G1, destacam que a baixa umidade do ar deixou quase metade do Brasil em estado de alerta, evidenciando os sérios riscos que essa condição representa para a saúde pública. A baixa umidade pode agravar problemas respiratórios e aumentar a suscetibilidade a infecções, uma vez que o ar seco enfraquece as defesas naturais das vias respiratórias e irrita as mucosas [1]. Nesse contexto, a utilização de um umidificador se apresenta como uma solução eficaz para mitigar os efeitos adversos da baixa umidade.

Diante dos desafios impostos pela baixa umidade durante o inverno, este estudo propõe o desenvolvimento de uma solução automatizada que mantém a umidade relativa do ar em níveis saudáveis de forma eficiente e sustentável. Utilizando um sensor de umidade conectado a um módulo relé controlado por um Arduino, o sistema regula automaticamente o funcionamento do umidificador, ativando-o apenas quando os níveis

de umidade caem abaixo de valores críticos para a saúde. Diferentemente de soluções comerciais que podem ser caras e pouco adaptáveis, este sistema oferece uma alternativa prática e econômica, prevenindo o desperdício de energia ao evitar o uso contínuo e desnecessário do aparelho. Além disso, mitiga os riscos associados à umidade excessiva, como a formação de mofo e outros problemas relacionados. Assim, este sistema proporciona uma solução prática e consciente para melhorar a qualidade do ar e, consequentemente, a qualidade de vida durante o inverno.

## II. TRABALHOS RELACIONADOS

Diversos estudos têm explorado o uso do Arduino como uma plataforma de hardware de baixo custo para o monitoramento de variáveis ambientais, especialmente em contextos onde o controle de umidade e temperatura é essencial. Estes trabalhos destacam a flexibilidade, acessibilidade e eficácia do Arduino em comparação com soluções comerciais mais caras e menos adaptáveis, oferecendo uma alternativa prática para aplicações em diferentes ambientes.

O estudo [2], descreve o desenvolvimento de um sistema que coleta dados de umidade e temperatura em tempo real, visando a preservação de documentos em ambientes controlados. A principal motivação do estudo foi a busca por alternativas acessíveis e flexíveis que pudessem ser integradas a sistemas existentes, superando as limitações de custo e compatibilidade frequentemente apresentadas por soluções comerciais. Os autores demonstram que o Arduino é uma solução de baixo custo e eficaz, oferecendo uma alternativa viável para o monitoramento ambiental em situações onde a implementação de dispositivos comerciais seria inviável ou onerosa.

Outro trabalho relevante trata-se do desenvolvimento de um sistema de monitoramento ambiental utilizando sensores de umidade e temperatura integrados ao Arduino [3], onde o foco do estudo foi fornecer uma solução eficiente e acessível para monitorar e controlar o clima em ambientes que exigem condições específicas, como salas de arquivos ou estufas. A proposta destaca a importância de sistemas integrados que possam ser facilmente implementados e adaptados conforme a necessidade do usuário, contribuindo significativamente para

a preservação de materiais sensíveis e a manutenção de condições ambientais ideais.

Além disso, o artigo [4], analisa a eficiência do sensor DHT22 acoplado ao Arduino, comparando seus dados com os obtidos pelo sensor iLog Datalogger Intelligent em uma granja de suínos. O estudo revelou que, embora o DHT22 seja viável para medições de temperatura, ele apresentou limitações em termos de precisão para medições de umidade. Apesar dessas limitações, foi destacado o excelente custo-benefício do sensor DHT22, tornando-o uma opção atrativa para monitoramento ambiental de baixo custo em diversas aplicações.

Esses trabalhos sublinham a eficácia do Arduino como uma plataforma versátil e econômica para o desenvolvimento de sistemas de monitoramento ambiental, demonstrando que, com a escolha adequada de sensores e técnicas de implementação, é possível construir soluções robustas e adaptáveis a diferentes necessidades, desde a preservação de documentos até o controle de condições ambientais em ambientes sensíveis. A flexibilidade do Arduino permite a sua aplicação em uma ampla variedade de cenários, oferecendo soluções customizáveis que atendem às demandas específicas de cada contexto.

### III. METODOLOGIA

A metodologia deste estudo envolveu o design, simulação e implementação de um sistema de controle de umidade utilizando a plataforma Arduino. Inicialmente, o circuito foi projetado e simulado no software Fritzing para validar as conexões entre os componentes, incluindo o sensor de umidade, o display LCD e o módulo relé. A simulação permitiu identificar e corrigir possíveis problemas antes da montagem física, assegurando a integridade do sistema. Posteriormente, o sistema foi montado e testado, garantindo a precisão das leituras do sensor, a correta exibição no display e a ativação eficiente do relé para controlar o umidificador.

Após a validação e testes de cada componente, o sistema foi integrado em uma case personalizada para garantir proteção, organização e facilidade de uso. Essa abordagem metodológica focou na precisão, eficiência e usabilidade, garantindo que o sistema funcione de forma confiável em ambientes com baixa umidade relativa, promovendo uma operação sustentável e econômica.

#### A. Simulação no Ambiente Fritzing

O Fritzing é uma plataforma open-source amplamente utilizada para o design, prototipagem e documentação de circuitos eletrônicos. Esta ferramenta é popular entre educadores, engenheiros e entusiastas da eletrônica, pois permite a criação intuitiva de esquemas e layouts de placas de circuito impresso (PCB).

Neste estudo, o Fritzing foi utilizado na fase inicial para simular o circuito do sistema de controle de umidade. Essa simulação permitiu visualizar as conexões entre o Arduino, o sensor de umidade, o display LCD e o módulo relé, assegurando que todos os componentes estivessem corretamente integrados antes da montagem física. A plataforma não apenas ajudou a identificar e corrigir possíveis problemas de conexão,

mas também facilitou a documentação clara e detalhada do projeto, essencial para sua replicação e desenvolvimento futuro.

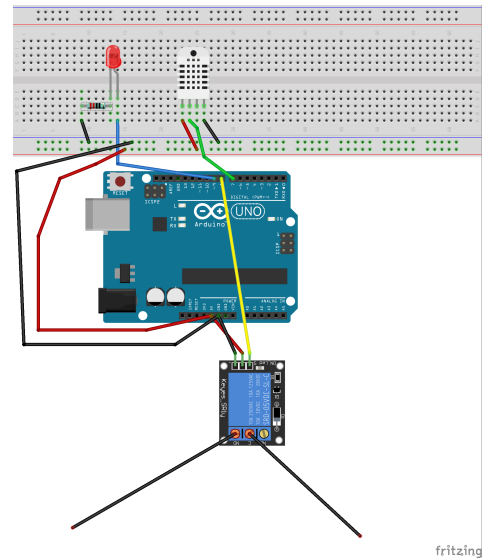


Fig. 1. Modelagem do circuito no Fritzing.

#### B. Teste de Funcionamento do Código no Arduino

O Arduino é uma plataforma open-source amplamente utilizada no desenvolvimento de projetos eletrônicos, oferecendo uma solução acessível e flexível para prototipagem e implementação de sistemas integrados. Com uma vasta comunidade de desenvolvedores, o Arduino facilita a programação e a integração de sensores e atuadores, permitindo o controle automatizado de dispositivos.

Neste estudo, o Arduino foi utilizado como o núcleo do sistema de controle de umidade, processando os dados fornecidos pelo sensor de umidade e acionando o módulo relé para operar o umidificador. Através do Arduino IDE, foi possível desenvolver, testar e ajustar o código de controle, garantindo que o sistema funcionasse conforme o esperado. O uso do Arduino foi essencial para a criação de um sistema eficiente e responsivo, que ajusta automaticamente a umidade do ambiente com base nas leituras fornecidas pelo sensor.

#### C. Montagem do Primeiro Protótipo do Circuito

A montagem do circuito foi uma etapa crucial para a implementação do sistema de controle de umidade. Utilizando uma protoboard, os componentes principais, como o Arduino, o sensor de umidade, o display LCD e o módulo relé, foram conectados de maneira ordenada para garantir o funcionamento adequado do sistema. Durante essa fase, cada conexão foi cuidadosamente realizada e verificada, assegurando que os sinais elétricos fossem transmitidos corretamente entre os componentes.

A disposição dos componentes na protoboard facilitou o teste e a depuração do circuito antes de sua integração final. Essa abordagem modular permitiu ajustes rápidos e a

identificação de possíveis problemas de conexão, resultando em um circuito robusto e funcional, capaz de suportar os requisitos do projeto com eficiência. A montagem física do circuito foi, portanto, essencial para transformar a simulação em um sistema operacional que controla automaticamente o umidificador com base nos dados de umidade capturados.

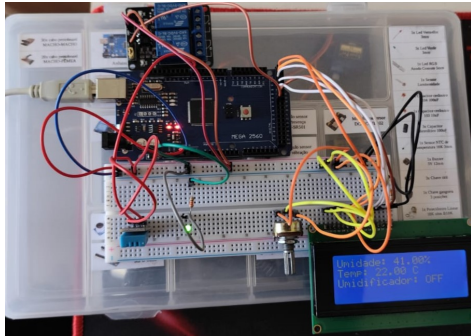


Fig. 2. Montagem do circuito.

#### D. Protótipo de Case para Suportar Todos os Componentes

Para acomodar todos os componentes do projeto e garantir um design funcional e esteticamente agradável, foi criada uma case utilizando uma caixa de sapatos como base. A escolha desse material se deu pela sua disponibilidade, facilidade de manipulação e adequação às dimensões necessárias para o projeto.

O processo de construção da case envolveu medições precisas de cada componente, como o Arduino, o sensor de umidade, o display LCD e o módulo relé. Com base nessas medidas, foram realizados cortes estratégicos na caixa para permitir que os componentes se encaixassem perfeitamente, mantendo-os fixos e organizados. A case foi projetada para ocultar todos os fios internamente, proporcionando uma aparência limpa e profissional ao dispositivo.

Além de suportar os componentes, a case foi planejada para exibir apenas as informações essenciais, como os dados de umidade e temperatura do ambiente, garantindo uma interface simples e direta para o usuário. Esse design não só protege os componentes eletrônicos, mas também melhora a usabilidade do sistema, tornando-o mais acessível e seguro para uso diário.

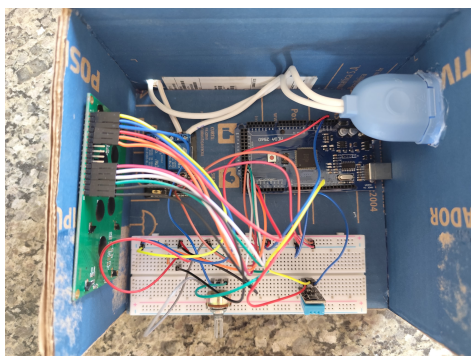


Fig. 3. Montagem do circuito na case.



Fig. 4. Case pela visão do display.

#### IV. DISCUSSÃO E RESULTADOS

Para avaliar o impacto energético do sistema proposto, foi realizado um comparativo entre os modos de operação contínuo e com controle do projeto. O cálculo foi realizado considerando um período diário de 8 horas (noite de sono), uma simulação de 1 mês (30 dias) e um período típico de inverno (90 dias). Os resultados estão apresentados na Tabela I.

TABLE I  
COMPARAÇÃO DE CONSUMO E CUSTO ENERGÉTICO

Descrição	Ligado Continuamente	Com Controle do Projeto
Consumo Diário (Wh)	240	160
Custo Diário (R\$)	0,18	0,12
Consumo Mensal (Wh)	7200	4800
Custo Mensal (R\$)	5,40	3,60
Consumo Inverno (Wh)	21600	14400
Custo Inverno (R\$)	16,20	10,80

Os dados apresentados demonstram que o controle proposto resulta em uma economia energética, especialmente em períodos como o inverno. Considerando o custo mensal, o sistema controlado pode economizar cerca de 33% em relação ao uso contínuo, o que corresponde a uma diferença de aproximadamente R\$1,80 por mês de operação. Quando aplicado ao período típico de inverno de 90 dias, o custo de operação contínua atinge cerca de R\$16,20, enquanto o sistema controlado custa em média R\$10,80, resultando em uma economia acumulada de R\$5,40 durante toda a estação. Esses valores representam uma média, com base em simulações realizadas para avaliar o impacto do controle intermitente.

Além da economia financeira, o controle do projeto oferece benefícios adicionais em termos de sustentabilidade e durabilidade dos componentes. Ao evitar o funcionamento contínuo do umidificador, o sistema contribui para prolongar

a vida útil do dispositivo, reduzindo o desgaste associado ao uso ininterrupto. Esse benefício é particularmente relevante durante o inverno, quando a umidade relativa do ar tende a permanecer em níveis baixos por períodos prolongados, exigindo um controle mais eficiente e econômico.

Durante os testes, foram identificadas limitações no uso do sensor DHT11, principalmente relacionadas à variação de umidade. Esse sensor apresentou restrições quanto ao tempo de resposta e à taxa de variação da umidade captada, o que influenciou diretamente a capacidade de adaptação rápida do sistema às mudanças de umidade no ambiente. Além disso, a limitação espacial do sensor obrigou-nos a delimitar uma área específica de teste para obter resultados em tempo real, reduzindo a abrangência dos dados coletados.

Também foi necessário operar com valores abaixo dos recomendados, pois o sensor não conseguia atingir as faixas de umidade ideais para um controle eficaz. Essas adaptações foram essenciais para viabilizar o funcionamento em um ambiente de teste, mas impuseram restrições que poderiam ser otimizadas em versões futuras do projeto com sensores mais precisos.

A economia de R\$5,40 ao longo do inverno representa uma redução significativa de custos, especialmente em contextos de longo prazo ou quando o sistema é aplicado em ambientes com grande fluxo de pessoas ou em locais de uso intensivo, como hospitais e escolas. Essa abordagem de controle intermitente permite que o sistema monitore constantemente a umidade e mantenha os níveis saudáveis sem desperdiçar energia. Além disso, a operação controlada promove um ambiente mais confortável e seguro, minimizando os riscos de umidade excessiva, que pode causar a formação de mofo e outros problemas ambientais.

## V. CONCLUSÃO

Este estudo apresentou uma análise de um sistema automatizado de controle de umidade baseado em Arduino e componentes de baixo custo, projetado para manter níveis saudáveis de umidade em ambientes internos de forma eficiente e sustentável. Os resultados indicam que o sistema proposto oferece uma alternativa prática e econômica para o controle de umidade, evitando o uso contínuo desnecessário do umidificador e proporcionando uma economia simbólica de energia, especialmente em períodos prolongados como o inverno.

Ao operar de forma controlada, o sistema reduz o consumo energético em até 33% em comparação ao funcionamento contínuo, gerando uma economia acumulada de aproximadamente 7200 Wh ao longo de um período típico de inverno de 90 dias. Esse controle automatizado não apenas reduz o consumo de energia, mas também contribui para a sustentabilidade e prolonga a vida útil do umidificador, ao minimizar o desgaste associado ao uso ininterrupto. Esse benefício é particularmente relevante em locais de uso intensivo, como escolas, hospitais e ambientes com alta circulação de pessoas.

Futuras melhorias podem incluir a implementação de algoritmos mais avançados para otimizar o controle de umidade

e o uso de sensores com maior precisão, proporcionando um sistema ainda mais eficiente e adaptável a diferentes condições ambientais. Em suma, o sistema controlado oferece uma solução viável, econômica e sustentável para a manutenção da umidade em espaços fechados, reduzindo o impacto ambiental e os custos energéticos ao longo do tempo.

## REFERENCES

- [1] G1. (2024, 07) Baixa umidade do ar deixa quase metade do Brasil em estado de alerta; veja os efeitos para a saúde. [Online]. Available: <https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2024/07/04/baixa-umidade-do-ar-deixa-quase-metade-do-brasil-em-estado-de-alerta-veja-os-efeitos-para-a-saude.ghtml>
- [2] R. O. Dilly and L. F. C. Mendes, "Aplicação em tempo real de monitoramento de umidade e temperatura utilizando arduino," *Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora*, 2018, sistemas de Informação - Juiz de Fora, MG, Brasil.
- [3] P. E. P. Sandoval, "Monitoramento remoto aplicado ao controle da umidade ambiental," *Centro Universitário de Brasília (UniCEUB)*, 2014, trabalho de Conclusão de Curso - Engenharia de Computação, Brasília, DF, Brasil.
- [4] A. P. Ribeiro, B. N. Rezende, I. Menegali, and S. Pereira, "Avaliação de temperatura e umidade utilizando o sensor dht22 controlado por arduino," in *Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia (CONTECC)*, Foz do Iguaçu, Brasil, 2016.