



17 a 19 de outubro de 2024 • Bragança Paulista / SP



[feirabragantec.com.br](http://feirabragantec.com.br)

ETEC ROSA PERRONE SCAVONE  
ENSINO MÉDIO INTEGRADO AO TÉCNICO EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

PROFICIENT AIR  
CONTROLE E MONITORAMENTO DE UM DISPOSITIVO UMIDIFICADOR DE AR

ITATIBA. SP  
2024



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Sensor de Umidade e Temperatura DHT11

Figura 2 – Display LCD 16x2

Figura 3 – Módulo Relé 5V 10A 1 Canal

Figura 4 – Potenciômetro de 10k $\Omega$

Figura 5 – Arduino Uno R3 Atmega328

## SUMÁRIO

|  |            |
|--|------------|
| <b>RESUMO.....</b>                                   | <b>III</b> |
| <b>1. INTRODUÇÃO.....</b>                            | <b>4</b>   |
| 1.1. Objetivo.....                                   | 4          |
| 1.2. Metodologia.....                                | 5          |
| 1.3. Justificativa e importância do trabalho.....    | 5          |
| 1.4. Resultado esperado.....                         | 6          |
| <b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>                 | <b>9</b>   |
| 2.1. Atmosfera Terrestre.....                        | 9          |
| 2.2. Umidade relativa do ar.....                     | 10         |
| 2.3. Impacto da qualidade do ar na saúde humana..... | 10         |
| 2.4. Instrumentos de aferição de umidade.....        | 11         |
| <b>3. SISTEMA PROPOSTO.....</b>                      | <b>12</b>  |
| 3.1. Materiais utilizados.....                       | 12         |
| 3.2. Princípios de funcionamento.....                | 13         |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>               | <b>16</b>  |



FONTES DAS FIGURAS.....17

## RESUMO

Esta obra propõe um dispositivo para controle da umidade do ar através do monitoramento de grandezas físicas, a temperatura e a umidade, e com os dados coletados, moderar o acionamento do dispositivo umidificador de ar. Portanto, o protótipo mitigaria o gasto na energia elétrica e proporcionaria automaticidade e facilidade de uso para o usuário. Ademais, busca-se manter a umidade relativa do ar nos valores adequados sem a sua exacerbação ou exiguidade, proporcionando os benefícios na qualidade de vida, evitando danificação de itens e objetos, proliferação de fungos e entre outros. Esse dispositivo pode auxiliar pessoas que tem asma e outros problemas respiratórios, fazendo com que o ar fique mais puro, e também pode ajudar no conforto no momento em que for dormir.

**Palavras-chave:** Controle de umidade, Qualidade de vida, Dispositivo Umidificador.



## 1. INTRODUÇÃO

A umidade do ar é um elemento crucial que afeta não apenas a qualidade de vida das pessoas, mas também a preservação de objetos e ambientes. A quantidade de vapor d'água presente no ar pode ter um impacto significativo na saúde humana. Em níveis inadequados, a baixa umidade relativa pode resultar em problemas respiratórios e irritações nas mucosas, como olhos, nariz e boca. Por outro lado, a umidade excessiva pode levar a desconforto térmico e favorecer a proliferação de fungos e microorganismos, criando um ambiente propício ao surgimento de doenças alérgicas e respiratórias.

Diante desse panorama, o presente trabalho propõe o desenvolvimento de um dispositivo automatizado para o controle da umidade do ar. O sistema será capaz de monitorar duas grandezas físicas fundamentais: a temperatura e a umidade relativa. A partir da coleta de dados em tempo real, o dispositivo atuará na modulação do funcionamento de um umidificador de ar, assegurando níveis ideais de umidade no ambiente.

Com a implementação desse protótipo, espera-se não apenas a melhoria da qualidade do ar respirado, mas também a otimização do consumo de energia elétrica. O sistema proporcionará uma operação automatizada e de fácil manuseio, favorecendo a conveniência e a eficiência para os usuários. Assim, este projeto busca contribuir para um ambiente mais saudável e sustentável, alinhando tecnologia e bem-estar.

### 1.1. Objetivo

A gestão de dispositivos de humidificação, através de parâmetros pré-definidos, e o controle automático são a proposta central deste projeto. O objetivo proposto visa controlar a umidade relativa do ar num ambiente escolhido. Os objetivos específicos deste trabalho incluem demonstrar o funcionamento de sensores de umidade capacitivos e apresentar uma solução utilizando microcontroladores

Para fins particulares:

- Criar um ambiente de simulação que permita aumentar a umidade relativa quando estiver abaixo de um valor determinado pelo utilizador.
- Manter o conforto: Controlar a umidade para garantir níveis confortáveis, evitando ambientes muito secos ou úmidos, que podem causar desconforto respiratório e irritação na pele.



- Preservar a saúde: Regular a umidade para evitar o crescimento de mofo, bactérias e ácaros, que podem causar problemas de saúde, como alergias e doenças respiratórias.

Para outros fins:

- Proteger o patrimônio: Controlar a umidade para proteger objetos sensíveis à umidade, como documentos, obras de arte, instrumentos musicais e equipamentos eletrônicos, contra danos causados pela umidade excessiva ou insuficiente.
- Economizar energia: Manter a umidade dentro de níveis adequados pode ajudar a reduzir o consumo de energia, pois ambientes com umidade controlada podem exigir menos esforço do sistema de aquecimento ou resfriamento.
- Garantir a eficiência de processos industriais: Em ambientes industriais, controlar a umidade do ar é essencial para garantir a qualidade do produto, a eficiência dos processos de fabricação e a segurança dos trabalhadores.

## 1.2. Metodologia

A pesquisa para o desenvolvimento do projeto de controle e monitoramento de um dispositivo umidificador de ar é de natureza experimental, sendo escolhida por possibilitar a criação e validação de um protótipo funcional através de testes empíricos e observação prática dos resultados. Os principais dados levantados incluem a temperatura e umidade do ar, monitorados continuamente por sensores específicos; níveis de acionamento do umidificador, baseados nos dados de umidade; e consumo de energia, medido para avaliar a eficiência do sistema.

A coleta de dados foi realizada utilizando sensores DHT22, integrados ao microcontrolador Arduino Uno, permitindo a leitura contínua dos dados ambientais. As informações foram analisadas para verificar a eficiência do sistema de controle de umidade em manter os níveis dentro dos parâmetros predefinidos. A análise incluiu a precisão dos sensores, a eficácia do algoritmo de controle no acionamento do umidificador e a avaliação do consumo energético.

## 1.3. Justificativa e importância do trabalho

Este trabalho foi desenvolvido com o intuito de propor uma solução automatizada para controle e monitoramento de um umidificador de ar, com foco na otimização dos níveis de umidade em ambientes internos. O controle inadequado da umidade pode acarretar uma série de problemas, tanto



para o conforto térmico quanto para a saúde das pessoas, especialmente aquelas com condições respiratórias sensíveis, como asma, bronquite e rinite alérgica. Em ambientes com umidade muito baixa, o ar torna-se seco, prejudicando as vias respiratórias e agravando esses problemas. Por outro lado, em ambientes com umidade excessiva, o risco de proliferação de fungos e ácaros aumenta, também impactando negativamente a saúde respiratória.

A automação do controle de umidificadores oferece a possibilidade de manter a umidade relativa do ar dentro de parâmetros ideais, sem a necessidade de intervenção humana constante. Este projeto visa desenvolver um sistema que mede, em tempo real, as grandezas físicas envolvidas (como a umidade e a temperatura) e, com base nesses dados, aciona o umidificador de maneira proporcional às condições detectadas pelo sistema de sensores. A automatização deste processo garante que a umidade seja ajustada continuamente, sem sobrecarregar o sistema ou desperdiçar energia.

Além do benefício direto à saúde, a automação traz uma série de vantagens econômicas e operacionais. Um sistema automatizado de controle de umidificadores pode ser utilizado em residências, escritórios, hospitais, escolas e até mesmo em indústrias que necessitam de controle rigoroso do ambiente para garantir a qualidade dos produtos ou a segurança dos trabalhadores. A eficiência energética também é um ponto crucial, já que o sistema pode ser programado para operar somente quando necessário, evitando o uso excessivo de energia elétrica, o que contribui para a sustentabilidade ambiental e redução de custos operacionais.

Portanto, este trabalho justifica-se pela necessidade de desenvolver uma solução eficiente e acessível para controlar a umidade de forma automatizada, promovendo uma melhora significativa no conforto e na qualidade do ar respirado, além de colaborar com a saúde pública ao reduzir os riscos de problemas respiratórios agravados pela desregulação da umidade do ambiente. A automação deste processo também está alinhada com as demandas atuais por soluções inteligentes, que integram tecnologia e sustentabilidade, aspectos cada vez mais relevantes em contextos de automação residencial e industrial.

#### **1.4. Resultado esperado**

Os resultados esperados para o projeto de controle e monitoramento automatizado de um umidificador de ar incluem a criação de um sistema funcional e eficiente, capaz de regular os níveis de umidade em diferentes ambientes. O desenvolvimento do sistema envolveu a utilização de



componentes cuidadosamente selecionados, como o sensor de umidade e temperatura DHT22, um display LCD 16x2 para exibição de dados, um módulo de relé de 1 canal 5V 10A, um potenciômetro de 10k $\Omega$ , uma placa Arduino Uno e a integração com o dispositivo de assistência virtual Alexa. Esses componentes foram escolhidos para garantir a precisão no controle da umidade e proporcionar confiabilidade no funcionamento do sistema.

O sistema desenvolvido opera de forma automatizada, monitorando constantemente a umidade relativa do ar e acionando o umidificador sempre que os níveis de umidade caem abaixo de um valor pré-determinado, que neste caso foi definido como 20%. Se a umidade cair abaixo desse limite, o sistema desliga o umidificador e exibe uma mensagem de alerta no display LCD, informando sobre a baixa umidade. Além disso, o sistema pode ser integrado a uma solução de automação residencial, permitindo que o usuário controle e monitore os níveis de umidade por meio da Alexa, seja pelo aplicativo móvel ou pelo dispositivo físico, oferecendo mais praticidade e acessibilidade ao gerenciamento do sistema.

O produto final do projeto consiste em um sistema de controle de umidade do ar completamente funcional, que pode ser implementado em diversos tipos de ambientes, como residenciais, comerciais e industriais. Sua aplicação é relevante para manter níveis adequados de umidade, o que contribui diretamente para o conforto e a saúde dos ocupantes do ambiente, especialmente para aqueles que sofrem com problemas respiratórios.

A interface de usuário desenvolvida para o sistema utiliza o display LCD para exibir informações sobre a temperatura e a umidade em tempo real, além de alertar quando os níveis de umidade estão fora dos parâmetros definidos. Adicionalmente, a integração com a assistente virtual Alexa oferece uma alternativa moderna e conveniente para o uso do sistema, permitindo que o controle seja feito de maneira remota e intuitiva.

A eficiência energética é outro ponto importante do projeto, pois o sistema foi projetado para acionar o umidificador somente quando necessário, evitando o desperdício de energia. Isso não apenas reduz os custos operacionais, mas também contribui para um ambiente mais sustentável, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). No que diz respeito à saúde e ao bem-estar (ODS 3), o projeto auxilia na mitigação de sintomas respiratórios, adequando a umidade do ar aos níveis ideais e proporcionando mais conforto para os ocupantes, o que pode resultar em melhorias no sono e na qualidade de vida. Além disso, ao promover a eficiência energética, o sistema se alinha ao



ODS 12, que trata de consumo e produção responsáveis, garantindo que o umidificador funcione de forma otimizada e sustentável.

Em suma, o projeto apresenta um sistema de controle de umidade eficiente, automatizado e integrado a soluções de automação residencial, que promove não apenas o conforto e a saúde, mas também a sustentabilidade através do uso responsável de energia.



## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. Atmosfera Terrestre

Nota-se que os principais elementos que compõem a atmosfera terrestre estão listados na tabela abaixo:

| Componente                            | Concentração por volume (porcentagem) |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Nitrogênio (N <sub>2</sub> )          | 78,09                                 |
| Oxigênio (O <sub>2</sub> )            | 20,95                                 |
| Argônio (Ar)                          | 0,93                                  |
| Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) | 0,035                                 |
| Neônio (N)                            | $1,8 \times 10^{-3}$                  |
| Hélio (He)                            | $5,54 \times 10^{-4}$                 |
| Metano (CH <sub>4</sub> )             | $1,7 \times 10^{-4}$                  |
| Criptônio (Kr)                        | $1,0 \times 10^{-4}$                  |
| Hidrogênio (H <sub>2</sub> )          | $5,0 \times 10^{-5}$                  |
| Xenônio (Xe)                          | $8,0 \times 10^{-6}$                  |
| Ozônio (O <sub>3</sub> )              | $1,0 \times 10^{-6}$                  |

Tab. I: Composição do ar limpo e seco (Fonte: DIAS, 2007).

Apesar de sua participação porcentual ser pequena, diversos compostos da atmosfera terrestre são fundamentais para as condições meteorológicas favoráveis à vida na Terra, como por exemplo: absorção da radiação infravermelha, mantendo a temperatura média do planeta e evitando grandes amplitudes térmicas entre dia e noite, além de evitar que meteoritos cheguem até a superfície terrestre através de um processo de combustão.

Indubitavelmente, dentre as substâncias presentes na atmosfera, o vapor d'água possui grande variabilidade na sua quantidade conforme o ponto específico a ser analisado, visto que sua abundância está relacionada à presença de recursos hídricos na região. Além disso o vapor d'água:

“... desempenha um papel importante na preservação da vida no planeta, pois sem vapor d'água não há nuvens ou chuvas. Devido às diferenças de pressão e temperatura, o ar é forçado a subir. O vapor d'água nele presente se condensa ao encontrar temperaturas mais baixas, formando as nuvens e transferindo calor para a atmosfera superior. Dessa forma, ele alimenta as chuvas e tempestades, assim como outros fenômenos atmosféricos, como tufões e os furacões, cujas previsões são de extrema importância para a segurança do ser humano. Além disso, ele participa também do efeito estufa ao absorver o calor irradiado pela superfície terrestre, mantendo-a aquecida.” (DIAS, 2007, p. 25).



## 2.2. Umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar é determinada como a proporção, apresentada em porcentagem, entre a quantidade de vapor d'água existente no ar e aquela em condições de saturação (NAGHETTINI, 2012). A pressão de saturação do vapor de água está vinculada a temperatura e obedece aproximadamente a equação a seguir (COLLISCHONN, 2011):

$$P_s = 0,611 \cdot \exp\left(\frac{17,27 \cdot T}{237,3 + T}\right)$$

Na qual  $P_s$  é a concentração de saturação em Pascal e  $T$  a temperatura em graus Celsius.

## 2.3. Impacto da qualidade do ar na saúde humana

As variáveis climáticas desempenham um papel essencial na qualidade do ar, influenciando diretamente a poluição atmosférica e, conseqüentemente, a saúde humana. Entre essas variáveis, a temperatura, a umidade relativa e a pressão atmosférica são fatores críticos que afetam a dinâmica dos poluentes no ambiente. O aumento da temperatura, por exemplo, favorece reações químicas que resultam na formação de poluentes secundários, como o ozônio troposférico, que é particularmente prejudicial à saúde respiratória. Essa formação é intensificada em áreas urbanas, onde a presença de compostos orgânicos voláteis e óxidos de nitrogênio é elevada.

Além disso, a umidade relativa do ar exerce influência significativa sobre a dispersão e a concentração de poluentes. Quando a umidade é alta, pode ocorrer a formação de aerossóis, que são partículas suspensas que agravam problemas respiratórios e cardiovasculares. Por outro lado, níveis de umidade muito baixos podem provocar ressecamento das mucosas, aumentando a vulnerabilidade a infecções e irritações nas vias aéreas. Dessa forma, a manutenção de níveis adequados de umidade torna-se fundamental para a saúde, especialmente em ambientes internos.

Estudos apontam que a exposição a poluentes do ar, como partículas finas e dióxido de nitrogênio, está associada a uma série de problemas de saúde, incluindo doenças respiratórias, cardiovasculares e até mesmo aumento da mortalidade. As populações mais suscetíveis, como crianças, idosos e indivíduos com condições pré-existent, enfrentam riscos significativos diante da poluição atmosférica. Portanto, a relação entre a qualidade do ar e a saúde humana é inegável, reforçando a necessidade de estratégias eficazes para mitigação dos efeitos nocivos.



Nesse contexto, a automatização de dispositivos umidificadores de ar surge como uma solução promissora para promover um ambiente saudável e confortável. Através do monitoramento contínuo da umidade e da qualidade do ar, esses dispositivos podem ajustar automaticamente as condições internas, garantindo que a umidade seja mantida em níveis ideais. Esse controle não apenas melhora o conforto dos ocupantes, mas também atua na prevenção dos efeitos adversos da poluição atmosférica.

A integração de sistemas de monitoramento da qualidade do ar e umidificadores automatizados pode proporcionar um ambiente interno que responde proativamente às variações climáticas e às condições de saúde. Dessa forma, a automatização se torna uma ferramenta valiosa para o controle e monitoramento de um umidificador de ar, contribuindo para a mitigação dos impactos da poluição e promovendo a saúde e o bem-estar dos indivíduos.

#### **2.4. Instrumentos de aferição de umidade**

Dentre os instrumentos de aferimento da umidade, distinguem-se o higrômetro e o psicrômetro. O primeiro é um instrumento fundamentado em substâncias capazes de sorver a umidade do ar e o segundo no decaimento de temperatura por efeito da taxa de evaporação de água em um ambiente (OLIVEIRA, 2012).

Um psicrômetro é um dispositivo composto por dois termômetros idênticos expostos ao ambiente. Um dos termômetros, conhecido como bulbo seco, registra a temperatura ambiente normalmente. Enquanto isso, o outro termômetro, chamado de bulbo úmido, está envolvido por um tecido umedecido. Quando o ar passa pelo bulbo úmido, o vapor de água presente no tecido evapora, causando um resfriamento proporcional à umidade do ar. Quanto mais seco o ar, maior é o efeito de resfriamento. Ao comparar as leituras dos dois termômetros, é possível calcular a umidade relativa do ambiente (SILVA, 2006).

Os higrômetros de absorção são instrumentos semelhantes aos empregados por Saussure e de Luc para medir a umidade do ar, utilizando a capacidade de absorção de vapor de água por uma substância química higroscópica. Por outro lado, os higrômetros de condensação operam de forma bastante similar aos psicrômetros. Eles fazem passar vapor de água sobre uma superfície fria, onde ocorre a condensação. A diferença de temperatura entre o ponto de condensação e a temperatura ambiente é então utilizada para determinar a umidade atmosférica (RIBEIRO, 2014)



### 3. SISTEMA PROPOSTO

#### 3.1. Materiais utilizados

Os componentes utilizados no desenvolvimento deste projeto foram cuidadosamente selecionados pela sua compatibilidade e facilidade de integração com a placa Arduino Uno. Dentre esses materiais, destacam-se o Sensor de Umidade e Temperatura DHT11, o Display LCD 16x2, o Módulo Relé 5V 10A 1 Canal e um Potenciômetro de 10k $\Omega$ . Essa seleção foi feita com o objetivo de garantir uma implementação eficiente e confiável do sistema, considerando tanto a funcionalidade individual de cada componente quanto sua capacidade de interação harmoniosa dentro do contexto do projeto em questão.

**Figura 1** - Sensor de Umidade e Temperatura DHT11



Fonte 1

**Figura 2** - Display LCD 16x2



Fonte 2

**Figura 3** - Módulo Relé 5V 10A 1 Canal



Fonte 3

Figura 4 – Potenciometro de 10kΩ



Fonte 4

Figura 5 – Arduino Uno R3 Atmega328



Fonte 5

### 3.2. Princípios de funcionamento

O projeto em questão é composto por um dispositivo umidificador em conjunto com um sistema controlado pela placa Arduino. Este sistema incorpora um sensor de umidade que assegura a coleta de dados relevantes. O programa desenvolvido para este propósito analisará os valores capturados e executará ações correspondentes de acordo com o contexto em que se encontra.

Portanto, a essência da proposta consiste em estabelecer um conjunto de condições para o funcionamento do dispositivo. Por exemplo, caso a umidade relativa do ar exceda o limiar de 20%, o umidificador será automaticamente desativado. Em contrapartida, se a umidade estiver abaixo desse limite, o dispositivo será acionado e permanecerá em funcionamento até que a condição de umidade adequada seja alcançada.



### Código-fonte utilizado no projeto:

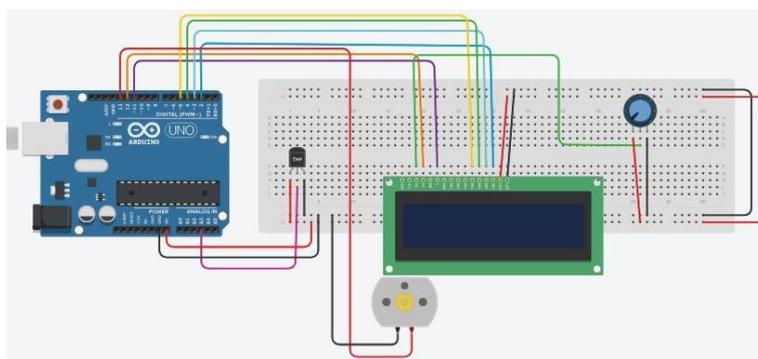
```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <DHT.h>
#define I2C_ADDR 0x3F
#define LCD_COLUMNS 16
#define LCD_LINES 2
#define DHTPIN A3
#define DHTTYPE DHT11
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
LiquidCrystal_I2C lcd(I2C_ADDR, LCD_COLUMNS, LCD_LINES);
int bot = 8;
bool botao = false;
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(bot, INPUT_PULLUP);
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  dht.begin();
}
void loop()
{
  float h = dht.readHumidity();
  float t = dht.readTemperature();
  botao = digitalRead(bot);
  if(botao == false){
    delay(200);
    float h = dht.readHumidity();
    float t = dht.readTemperature();
    Serial.print("Umidade: ");
    Serial.print(h);
    Serial.print("Temperatura: ");
    Serial.println(t);
    botao = digitalRead(bot);
    //SE A UMIDADE FOR MENOR QUE 50%, LIGA O RELE E MOSTRA A MENSAGEM
    if(h < 50.0){
      digitalWrite(13, LOW);
      lcd.setCursor(0,0);
      lcd.print(" CUIDADO ");
      lcd.setCursor(0,1);
      lcd.print("UMIDADE BAIXA");
      Serial.print("Umidade: ");
      Serial.print(h);
      Serial.print("Temperatura: ");
      Serial.println(t);
      delay(200);
    }
    //SENÃO O RELE PERMANECE DESLIGADO
    if(h > 50.0){
      lcd.clear();
      lcd.setCursor(0,0);
      lcd.print("Temp : ");
      lcd.print(" ");
      lcd.setCursor(7,0);
      lcd.print(t,1);
      lcd.setCursor(11,0);
      lcd.setCursor(0,1);
    }
  }
}
```

```

lcd.print("Umid : ");
lcd.print(" ");
lcd.setCursor(7,1);
lcd.print(h,1);
lcd.setCursor(11,1);
lcd.print("%");
    digitalWrite(13, HIGH);
    delay(200);
}
}
while(botao == true){
botao = digitalRead(bot);
lcd.clear();
digitalWrite(13,HIGH);
delay(200);
}
}

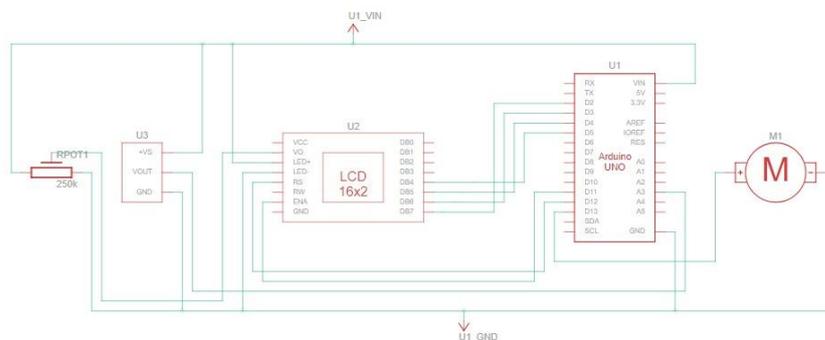
```

**Figura 4 – Circuito do projeto**



Fonte: Autor

**Figura 4 – Vista esquemática do projeto**



Fonte: Autor



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALLAI, Paulo Vinicius Gabriel. Automação de um umidificador de ar ultrassônico. Orientador: Jumar Luís Russi. 2019. 47 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Pampa, Curso de Engenharia Elétrica, Alegrete, 2019.

OLIVEIRA, Thiago Silvino Rocha. Sistema de monitoramento e controle de acionamento de dispositivo umidificador. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) – Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2012. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/handle/123456789/3176>.

NEDEL, Anderson Spohr. Condições meteorológicas favoráveis à ocorrência de doenças respiratórias em crianças da cidade de São Paulo /. 2008. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. . Acesso em: 05 abr. 2024.

[Re. Nº9 ANVISA, 2003] Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária Resolução nº 9, de 16 de janeiro de 2003. Determina a publicação de Orientação Técnica elaborada por Grupo Técnico Assessor, sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior, em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo. Publicação: D.O.U. – Diário Oficial da União –; Poder Executivo, de 20 de janeiro de 2003

DIAS, Anderson Alberto C.; ANDRADE-NETO, A. V.; MILTÃO, M. S. R. A atmosfera terrestre: composição e estrutura. Caderno de Física da UEFS, v. 5, n. 1-2, p. 21-40, 2007. NAGHETTINI, Mauro. Introdução à hidrologia aplicada. Belo Horizonte, Departamento de engenharia hidráulica e recursos hídricos, 2012.

VAREJÃO-SILVA, Mário Adelmo. Meteorologia e Climatologia. Versão Digital 2. Recife: Casa das Ciências, 2006. Disponível em: [https://icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/METEOROLOGIA\\_E\\_CLIMATOLOGIA\\_VD2\\_Mar\\_2006.pdf](https://icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/METEOROLOGIA_E_CLIMATOLOGIA_VD2_Mar_2006.pdf).

RIBEIRO, D. Higrómetro. Revista Ciência Elementar, v. 2, n. 3, p. 227, 2014. DOI: <https://doi.org/10.24927/rce2014.227>. Disponível em: <https://doi.org/10.24927/rce2014.227>.

MENDES, Janaína Pereira. Otimização de elementos sensores capacitivos de compósitos de cerâmicas porosas de zircônia-titânia para aplicação no monitoramento da umidade relativa do ar. 2019.



Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Materiais e Sensores) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2019. Disponível em: <http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m21c/2019/05.22.02.54>.

CAMILLO, Cíntia Moralles; SOUZA, Adriano Mendonça; DE SOUZA RAMSER, Cláudia Aline. Variáveis climáticas relacionadas à poluição do ar e os efeitos causados à saúde humana. Ciências e Natureza, Santa Maria, v. 42, p. e07, 2020. DOI: 10.5902/2179460X39722. ISSN 2179-460X. Disponível em: <https://scholar.archive.org/work/7nffuxi43zaqzl4356n6s5slea/access/wayback/https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/download/39722/pdf>.

### FONTES DAS FIGURAS

<sup>1</sup> Maker Hero. Disponível em: <https://www.makehero.com/produto/sensor-de-umidade-e-temperatura-dht11/> Acesso em 08 de abril de 2024.

<sup>2</sup> Maker Hero. Disponível em: < <https://www.makehero.com/blog/como-utilizar-o-display-lcd-16x2/> > Acesso em 08 de abril de 2024.

<sup>3</sup> Eletro Parts. Disponível em <https://www.eletpartscomponentes.com.br/produto/modulo-rele-5v-10a-1-canal/?v=04492b9b01cf> Acesso em 08 de abril de 2024.

<sup>4</sup> Eletro Peças. Disponível em < <https://www.eletpecas.com/potenciometro-multivolta-3590-10k/p> > Acesso em 08 de abril de 2024.

<sup>5</sup> Curse Agora. Disponível em < <https://www.curseagora.com.br/produtos/arduino-uno-r3-atmega328/> > Acesso em 08 de abril de 2024.