



VI-601- DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE MONITORAMENTO DE ÍNDICES AMBIENTAIS

Anna Patrícia de Lima⁽¹⁾

Graduanda em Tecnologia em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Limoeiro do Norte (IFCE).

Heraldo Antunes Silva Filho⁽²⁾

Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Limoeiro do Norte (IFCE).

Antônio Vinícius da Silva Sousa⁽³⁾

Graduando em Tecnologia em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Limoeiro do Norte (IFCE).

Jarbas Rodrigues Chaves⁽⁴⁾

Técnico de laboratório no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Limoeiro do Norte (IFCE).

Endereço⁽¹⁾: Rua José Brito Nogueira, 57 – José Simões – Limoeiro do Norte - CE - CEP: 62930-000 - Brasil - Tel: (88) 99937-6924 - e-mail: anna.patricia.lima06@aluno.ifce.edu.br

Endereço⁽²⁾: Rua Estevam Remigio, 1145 – Centro – Limoeiro do Norte - CE - CEP: 62930-000 - Brasil - Tel: (88) 99937-6924 - e-mail: heraldo@ifce.edu.br

Endereço⁽³⁾: Sítio Maracajá de Dentro, S/N – Zona Rural – Limoeiro do Norte - CE - CEP: 62930-000 - Brasil - Tel: (88) 99937-6924 - e-mail: antonio.vinicius.silva08@aluno.ifce.edu.br

Endereço⁽⁴⁾: Rua Estevam Remigio, 1145 – Centro – Limoeiro do Norte - CE - CEP: 62930-000 - Brasil - Tel: (88) 99937-6924 - e-mail: jarbasrodrigues@ifce.edu.br

RESUMO

Os índices ambientais são ferramentas que sintetizam, matematicamente, o resultado de diversos parâmetros avaliados em uma escala de fácil compreensão e divulgação. No âmbito meteorológico, a temperatura ambiente e a umidade relativa são parâmetros capazes de sustentar uma multiplicidade de índices ambientais relacionados ao conforto térmico. Determinar esses índices é importante e com isso, propõe-se o desenvolvimento e implantação de um equipamento portátil microcontrolado capaz de coletar dados ambientais de temperatura e umidade relativa do ar para o cálculo do Índice de Calor (IC), Índice de Desconforto Térmico (IDT) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU). Essa pesquisa tem como objetivo desenvolver um aparelho versátil e durável, capaz de monitorar e calcular esses parâmetros, visando expandir e facilitar sua aplicação, muitas vezes limitada pela baixa instrumentação disponível no mercado, no qual até existem aparelhos que realizam essas medições, entretanto os mesmos são de custo elevado e extremamente limitados, visto que normalmente, poucos deles são produzidos no Brasil. Além disso, são pouco flexíveis, uma vez estão ligados a softwares e códigos fechados. Dado o exposto, e devido ao baixo custo do software Arduino e da sua facilidade na utilização e programação, permitindo o funcionamento em módulos para adicionar novos recursos, desenvolveu-se um protótipo versátil e durável, capaz de monitorar e calcular os principais índices de conforto ambiental térmico visando expandir esses parâmetros e facilitar sua aplicação.

PALAVRAS-CHAVE: Arduíno, baixo custo, índices ambientais, *Software*.



INTRODUÇÃO

Os índices ambientais são mecanismos que abreviam de forma matemática os resultados de diversos parâmetros analisados em escala de simples compreensão e apresentação. Na área da meteorologia, a temperatura ambiente e a umidade relativa são indicadores capazes de sustentar uma variação de índices ambientais relacionados ao conforto térmico. Com base nessas suposições é fornecido o desenvolvimento e implementação de equipamentos portáteis. Os microcontroladores podem coletar dados ambientais sobre temperatura e umidade relativa para calcular o Índice de Calor (IC), Índice de Desconforto Térmico (IDT) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU). Os ambientes de testes são abertos (áreas de convivência de instituições de ensino), e fechados (salas de aula e laboratórios). Essa pesquisa tem como objetivo desenvolver um aparelho versátil e durável, capaz de monitorar e calcular os principais índices de conforto ambiental térmico visando expandir esses parâmetros e facilitar sua aplicação, muitas vezes limitada pela baixa instrumentação disponível no mercado.

O projeto foi desenvolvido em duas partes: a primeira delas foi a montagem dos componentes eletrônicos, e em seguida, a segunda parte que envolve o desenvolvimento e a aplicação do protótipo através das leituras e armazenagem dos dados. A premissa, o trabalho foram desenvolvidos com base na plataforma de prototipagem similar com a do *Arduino Nano* e um sensor de temperatura e umidade de modelo DHT22, no qual é ligada diretamente a placa e é programada a fazer as leituras e os cálculos dos índices ambientais. Fez-se vários testes em meios diferentes entre elas salas com e sem ar condicionado, meios fechados com presença de sílica em gel e fonte de calor para maior temperatura.

A validação dos dados conduziu-se através de dois higrômetros e dois sensores portáteis de modelos TempU 03 e UNI-T UT330B, na qual produziu-se planilhas para visualizar os dados e gerar gráficos comparatórios. Para a discussão dos resultados têm-se a comparação de dados com os instrumentos citados, onde o protótipo mostrou-se bastante favorável aos equipamentos comerciais, obtendo assim um bom êxito na sua criação.

Além disso, foram implementados LEDs de diferentes cores que acendem de acordo com a condição do índice ambiental e um display LCD que mostra os valores e o estado de cada índice. O projeto revelou grande potencial, sendo prático e acessível para aqueles que são afetados por esses índices, oferecendo uma excelente relação custo-benefício. Permite a criação independente e a adição de novos sensores, uma funcionalidade ausente em equipamentos comerciais, permitindo ao usuário realizar adaptações manuais. O código foi desenvolvido no Arduino IDE e está disponível no *GitHub*, livre para edição por qualquer pessoa com conhecimentos básicos de eletrônica e programação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a composição do protótipo de índices ambientais, optou-se por utilizar tecnologias de software livre, selecionando-se uma plataforma similar ao Arduino Nano, devido à sua popularidade e custo acessível. O projeto foi dividido em duas etapas principais: inicialmente, a montagem dos componentes eletrônicos; em seguida, o desenvolvimento e aplicação do protótipo, que envolveu leituras e armazenamento de dados. A base para o desenvolvimento foi a plataforma de prototipagem similar ao Arduino Nano, acoplada a um sensor de temperatura e umidade modelo DHT22. Este sensor foi conectado diretamente à placa e programado para realizar leituras e cálculos dos índices ambientais. Este componente eletrônico assegura confiabilidade nas medições, oferecendo ajuste de tensão e operando com uma faixa de umidade relativa de 0 a 100% ($\pm 2\%$ RH) e uma faixa de temperatura de -40 a 80°C ($\pm 1\%$ $^{\circ}\text{C}$), com tempo de resposta inferior a 5 segundos, conforme especificações do fabricante. Para aprimorar a funcionalidade do protótipo, foram integrados um módulo RTC DS1302 e um módulo de Cartão SD, possibilitando o armazenamento de dados sincronizados com o tempo real. Além disso, um botão foi incorporado ao sistema para controlar funções de gravação de dados, complementado por um LED de sinalização que indica o status das operações. Essa configuração assegura que as medições de temperatura e umidade possam ser armazenadas de forma eficiente, com a data e hora exatas de cada leitura, facilitando análises futuras e comparações temporais precisas.

Diversos testes foram realizados em diferentes ambientes, incluindo salas com e sem ar condicionado, e espaços fechados com sílica em gel e uma fonte de calor para aumentar a temperatura. A validação dos dados foi realizada utilizando dois termo-higrômetros e dois sensores portáteis, modelos TempU 03 e UNI-T UT330B, com os quais foram criadas planilhas para a visualização dos dados e a geração de gráficos comparativos.

ETAPAS DO PROJETO

O protótipo contou com um desenvolvimento regido por seis fases: (1) estudo exploratório, (2) execução dos cálculos dos índices ambientais e implementação de um visor LCD para melhor visualização dos dados, (3) organização do visor LCD com implementação de botão para melhor manuseio e leds sinalizadores, (4) comparação e validação do sensor com equipamentos comerciais, (5) realização de teste com sílica em gel para visualizar a variação de valores, e (6) comparação do protótipo com um termo-higrômetro rastreável e com certificação ISO 9001. A Figura 1 ilustra a primeira ligação do sensor a placa similar a Arduino nano e o estágio final do protótipo e a Figura 2 irá retratar as fases do protótipo.

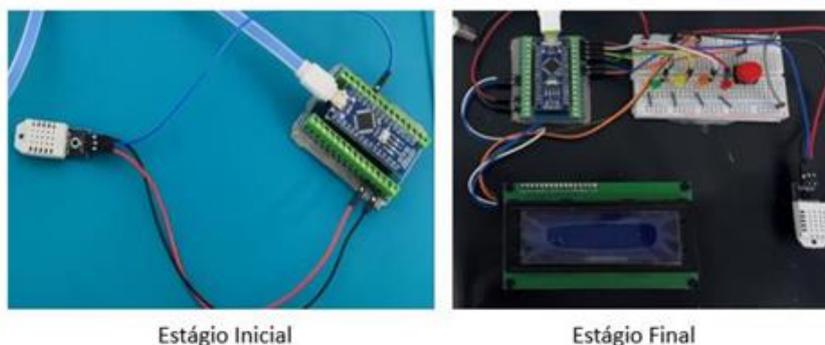


Figura 1: Esquema de ligações iniciais e finais dos componentes do DHT22 à placa Arduino nano.

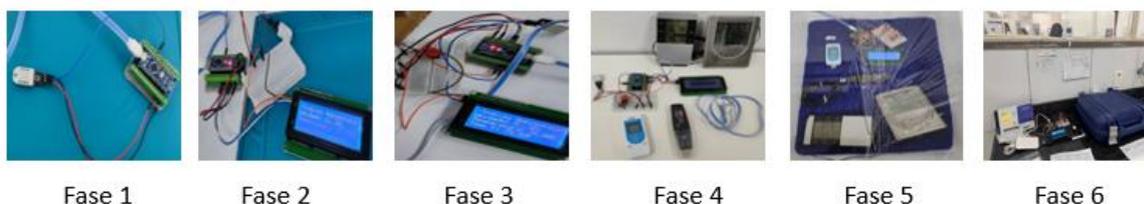


Figura 2: Fases do Protótipo.

RESULTADOS DAS ETAPAS

Estudou-se sobre o sensor e mediante a isto, ligou-se ele diretamente a placa similar à do Arduino nano e inclui-se as bibliotecas **Wire.h** e **dht.h**, nas quais ao serem aplicadas ao código já mostra os valores reais de temperatura e umidade, onde visualizou-se que ambos estão bem relacionados. Existe uma correlação entre temperatura e umidade, e com isso visualizou-se que os dados obtidos pela leitura bruta do sensor mostraram uma boa resposta de ambas, como mostra a Figura 3.

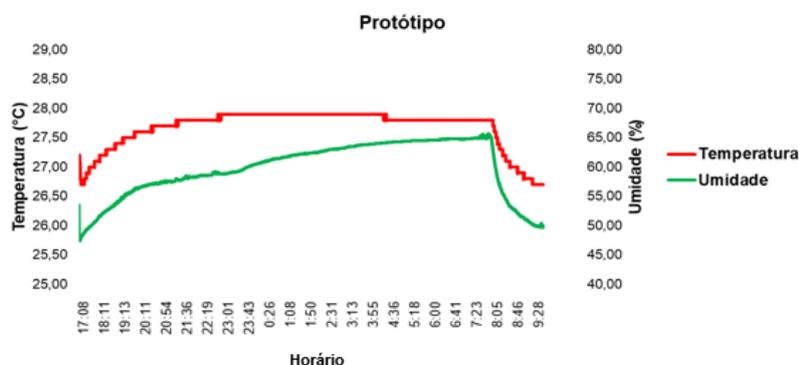


Figura 3: Relação Temperatura x Umidade.

Em virtude do que foi mencionado, comparou-se os resultados obtidos pelo sensor com dois termo-higrômetros para verificar sua precisão. Mediante precisão, adicionou-se um visor LCD para mostrar as leituras juntamente com a implementação dos cálculos dos índices ambientais.

Com o código pronto, implementou-se um botão para melhor visualização dos dados no visor e leds para sinalização visual do conforto térmico de cada índice calculado. Comparou-se seus resultados com os dois termo-higrômetros e dois equipamentos comerciais, onde todos mostraram eficiência em seus resultados.

O ápice dos resultados foi visualizado no teste com a sílica em gel, no qual submeteu-se todos os equipamentos em um recipiente submerso na sílica, e em seguida usou-se uma fonte de calor para visualizar como cada equipamento iria se comportar. Na Figura 4 é possível observar nos gráficos que o protótipo foi o primeiro a detectar o pico de elevação da temperatura e queda da umidade, mostrando sua eficiência para mudanças drásticas, já os demais equipamentos levaram um tempo maior a decair para o resultado real diante a situação submetida.

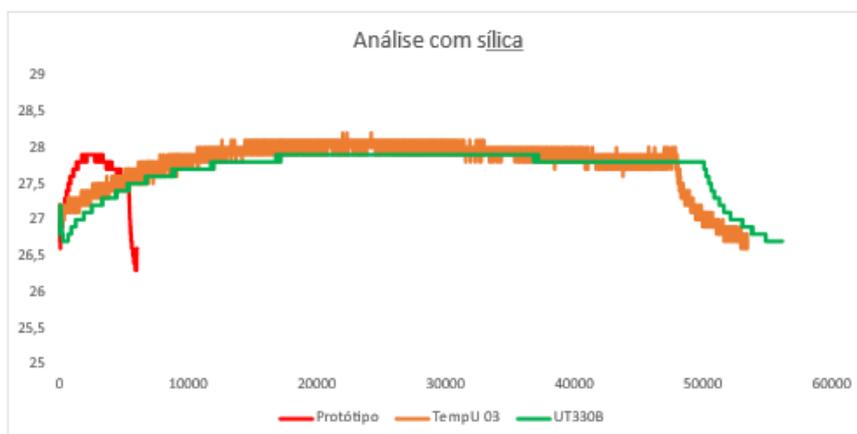


Figura 4: Validações do Protótipo.

Para melhor precisão da leitura de dados, submeteu-se o protótipo a uma sala com rastreabilidade creditada pela ISO 9001, onde tem sua temperatura e umidade monitorada por um termo-higrômetro certificado. Com base na Figura 5 têm-se que o protótipo respondeu muito bem ao ficar nesse ambiente e teve seus resultados bastante próximo com o esperado, confirmando sua eficiência.

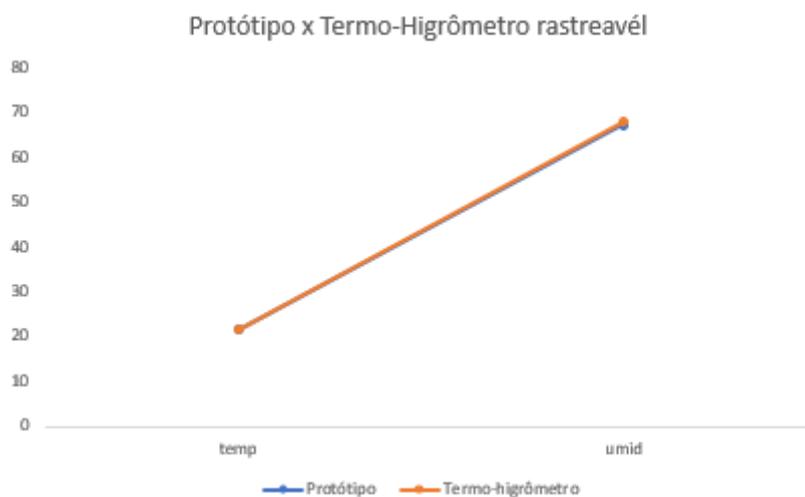


Figura 5: Teste com equipamento certificado.

Posto isso, o projeto apresenta um grande potencial sendo atrativo e inclusivo no dia a dia de quem sofre com exposição a esses índices, apresentando custo benefício e podendo ser criado de forma independente, além de fornecer cálculos dos índices ambientais, e implementação de novos sensores, do qual nenhum equipamento do mercado trás, cabendo ao usuário ajustá-lo manualmente.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

Este projeto estabelece uma base sólida para futuras pesquisas, uma vez que nos permite implementar o sensor em diversas localidades e adaptá-lo a diferentes cenários, ao mesmo tempo em que automatiza o processo de sua aplicação;

A pesquisa se mostra relevante, especialmente para laboratórios que enfrentam limitações financeiras na aquisição de equipamentos comerciais. Por meio deste projeto, torna-se acessível um dispositivo econômico, prático e de uso amplo;

Isso acarreta benefícios significativos, possibilitando que essa tecnologia seja aprimorada e expandida de acordo com requisitos específicos, proporcionando autonomia ao público em geral;

Essa abordagem abre portas para o potencial aprimoramento e expansão contínua dessa tecnologia, adaptando-se às necessidades individuais e garantindo acessibilidade generalizada.

O propósito desse projeto é disponibilizar e compartilhar essa tecnologia ao público em geral. Em função disso, todos os materiais elaborados no decorrer da pesquisa estão disponíveis no link a seguir: <https://github.com/annapatticia06/Projeto-IndicesAmbientais.git>. Acessando esse endereço eletrônico é possível efetuar o download do código, bem como executar alterações na sua estrutura, conforme as necessidades de sua aplicação.



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO
DE ENGENHARIA SANITÁRIA
E AMBIENTAL



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Dilly, Rosiene Oliveira; MENDES, Luiz Felipe Carvalho. Aplicação em tempo real de monitoramento de umidade e temperatura utilizando Arduino. *Caderno de Estudos em Sistemas de Informação*, v. 2, n. 1, 2015.
2. Murta, José Gustavo Abreu. Sensores DHT11 e DHT22: Guia Básico dos Sensores de Umidade e Temperatura. 2019. Eletrogate 5 de janeiro de 2019. Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/sensores-dht11-dht22/>. Acesso em: 30 ago. 2023.
3. TODA MATÉRIA. **Umidade do ar**. *Toda Matéria*, [2023]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/umidade-do-ar/#:~:text=Em%20rela%C3%A7%C3%A3o%20ao%20clima%20do,menor%20ser%C3%A1%20a%20amplitude%20t%C3%A9rmica>. Acesso em: 30 ago. 2023.
4. ELETROGATE. **Índices ambientais com Arduino Nano**. *Blog Eletrogate*, [2023]. Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/indices-ambientais-com-arduino-nano/>. Acesso em: 14 abr. 2023.