

# PROTÓTIPO DE DISPOSITIVO IOT ACESSÍVEL A PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL PARA MEDIR TEMPERATURA E UMIDADE

Andressa Marcelly Silva Miranda<sup>1</sup>; Camilly Cristine Nunes da Silva<sup>2</sup>; Christiane Ferreira Lemos Lima<sup>3</sup>

## RESUMO

Neste trabalho, apresenta-se a continuidade do desenvolvimento do protótipo para medir temperatura e umidade audível, implementado no projeto aprovado no Edital PIBITI Superior 2022/2023. A nova versão aqui apresentada, utiliza técnicas de Internet das Coisas (IoT) e componentes de baixo custo, tais como dispositivo ESP32 e sensor DHT22, no desenvolvimento do medidor de temperatura e umidade. O protótipo permite que as informações medidas possam ser lidas ou ouvidas localmente e sejam recebidas via Internet por meio do protocolo de comunicação (MQTT) Message Queuing Telemetry Transport, um servidor Mosquitto Broker e o aplicativo IoT MQTT Panel instalado em um dispositivo móvel (smartphone ou tablet). Como resultado deste trabalho, busca-se contribuir com o desenvolvimento de medidores de temperatura e umidade acessíveis, uma Tecnologia Assistiva que pode ser utilizada por pessoas com ou sem deficiência visual que necessitem deste instrumento em suas vidas diárias e profissionais.

**Palavras chave:** Tecnologia Assistiva; Deficiência Visual; Internet das Coisas.

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de protótipos funcionais pode facilitar o monitoramento de ensaios laboratoriais, além de automatizar operações necessárias durante o estudo. Uma das maiores vantagens desse tipo de equipamento é a capacidade de adaptação de funções, tornando possível o monitoramento de diversos parâmetros simultaneamente. Santos (2021) afirma que o baixo custo de protótipos funcionais, quando comparado a equipamentos comerciais, proporciona maiores oportunidades em diversos tipos de projetos de engenharia.

Segundo KOGOS (2021), o controle de temperatura ajuda no monitoramento de equipamentos, apontando, por exemplo, defeitos quando as temperaturas são muito altas ou baixas demais, comum em indústrias alimentícias ou de produtos químicos. É também possível monitorar a temperatura e umidade em ambientes de ensino, que influencia na vida útil dos equipamentos e no conforto dos docentes, discentes e servidores.

---

1 Estudante do Curso de Licenciatura em Ciências Agrárias, IFMA, campus Maracanã; e-mail: andressa.miranda@acad.ifma.edu.br.

2 Estudante do Curso de Licenciatura em Ciências Agrárias, IFMA, campus Maracanã; e-mail: cristine.silva@gmail.com.

3 Professora Dra do Departamento de Ensino, IFMA, campus Maracanã; e-mail: cflima@ifma.edu.br.

Um exemplo da aplicação de sensores de temperatura e umidade é em aviários, sendo utilizados no controle térmico dos animais, com o intuito de aumentar a produtividade. Esse controle pode ser feito localmente ou em tempo real, usando conceitos de Internet das Coisas - IoT (do inglês *Internet of Things*).

Por meio de um servidor MQTT broker, os dados obtidos pelo sensor são enviados para um aplicativo instalado em um dispositivo móvel. Este dispositivo, configurado para ser acessível a pessoas com deficiência visual, possibilita que os dados recebidos sejam transformados em áudio, garantindo autonomia e monitoramento em tempo real.

## 2 METODOLOGIA

Tendo em vista que o objetivo principal deste trabalho é apresentar os resultados do aperfeiçoamento o protótipo de medidor de temperatura e umidade audível, com a implementação de técnicas aplicadas em dispositivos IoT, de baixo custo, usando plataforma de prototipagem com ESP32, sensor DHT22 e o aplicativo IoT MQTT Panel, a metodologia desta pesquisa foi dividida em duas etapas principais, as quais serão apresentadas a seguir.

### 2.1 Estudo e Escolha dos materiais (hardware e software) ESP32

O microcontrolador ESP32, ilustrado na Figura 1, foi escolhido por ter conectividade Wi-Fi e Bluetooth, é compatível com IDE Arduino e linguagens C/C++ e consiste em uma plataforma de prototipagem de hardware e software, desenvolvida pela Espressif Systems, cujo lançamento ocorreu em 2016 (ESPRESSIF, 2024). Ademais, essa tecnologia se destaca por ser de baixo custo.

Figura 1 - Fotografia do ESP32.

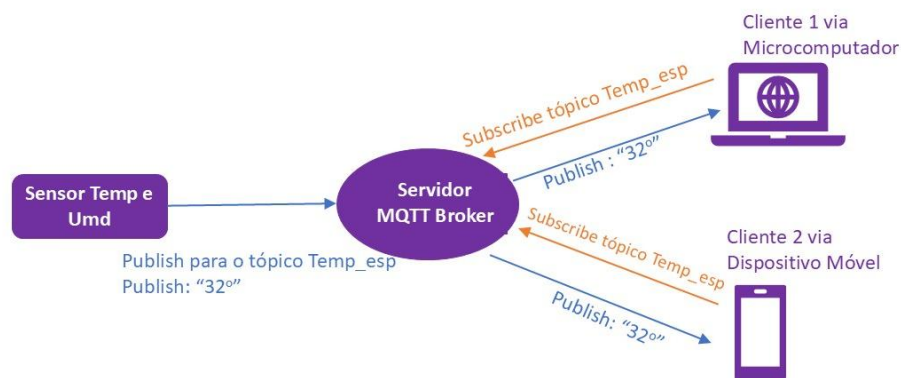


Fonte: USINAINFO (2024).

## Protocolo MQTT

O protocolo Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) é considerado leve e eficiente, baseado no modelo *publish/subscribe*, envio e recebimento de dados por mensagem associada a um “tópico”. Nesta pesquisa, utilizou-se um servidor Mosquitto Broker gratuito, que quando solicitado, o servidor broker envia os dados para os clientes que estão conectados a ele por meio de um microcomputador ou por um dispositivo móvel (OLIVEIRA, 2021). Uma mensagem pode ser um dado coletado do por um sensor de Temperatura e Umidade, que faz um publish do valor coletado (por exemplo, 32°) para o Servidor MQTT usando o tópico “Temp\_esp” e os clientes (que podem usar um navegador Web ou um aplicativo IoT MQTT para dispositivo móvel) fazem o subscribe dessa informação, usando o mesmo tópico “Temp\_esp”, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Protocolo MQTT

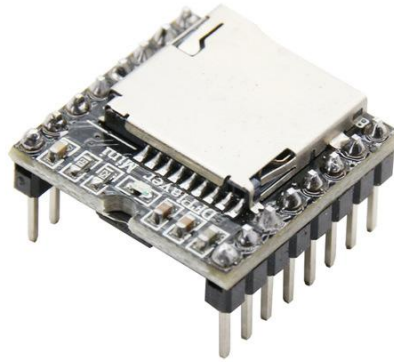


Fonte: adaptado de Tomov (2025).

### Módulo de áudio MP3 DFPlayer

O módulo de áudio MP3 DFPlayer é compacto, de fácil utilização e integração com placas e microcontroladores, podendo ser controlado via interface serial ou por meio de botões diretamente conectados ao módulo (Eletrogate, 2025). Esse componente realiza a conversão dos dados digitais em sinais analógicos (áudios), que são posteriormente amplificados e reproduzidos por meio de um alto-falante, permitindo melhor compreensão da mensagem sonora.

Figura 3 – Módulo de Áudio MP3 DFPlayer



Fonte: AutoCore (2025).

### IoT MQTT Panel

O aplicativo gratuito IoT MQTT Panel, com versões para Android e iOS, é usado para monitorar e controlar dispositivos IoT, via protocolo MQTT. Ele permite criar painéis personalizados com diversos tipos de *widgets* para visualização de dados em tempo real ou envio de comandos para tópicos MQTT.

Figura 4 - Fotografia do App IoT MQTT Panel

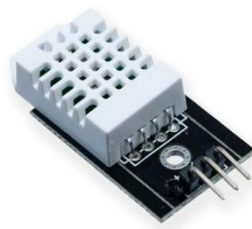


Fonte: Próprio Autor (2025).

## **Sensor DHT22**

Os sensores de temperatura e umidade DHT22 são dispositivos de medição que identificam a temperatura e a umidade, simultaneamente (MATA, 2023). No protótipo utilizou-se o sensor DHT22 em substituição ao sensor DHT11, usado na primeira versão do protótipo, por ser mais preciso e ter uma faixa de leitura de valores maior.

Figura 5 – Sensor DHT22



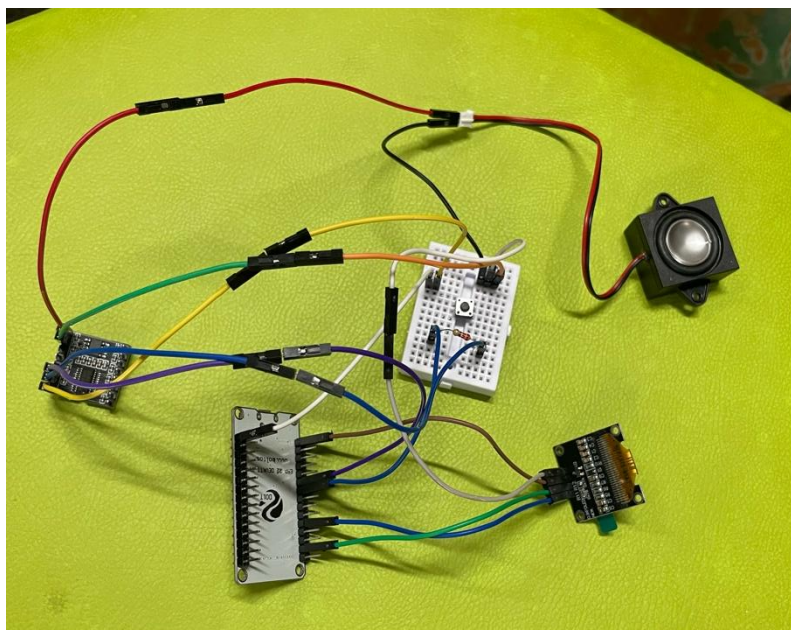
Fonte: Core Eletronics (2025).

## **2.2 Desenvolvimento do protótipo**

Nesta etapa, foi feita a implementação, testes e validação do protótipo, usando os dispositivos, protocolo, bem como as técnicas estudadas e escolhidas para o seu desenvolvimento.

A implementação envolveu a montagem do circuito eletrônico apresentado na Figura 6. Em seguida, foram feitos testes, comparando com o medidor de temperatura e umidade já desenvolvido.

Figura 6 - Circuito eletrônico do protótipo montado.



Fonte: Próprio Autor (2025).

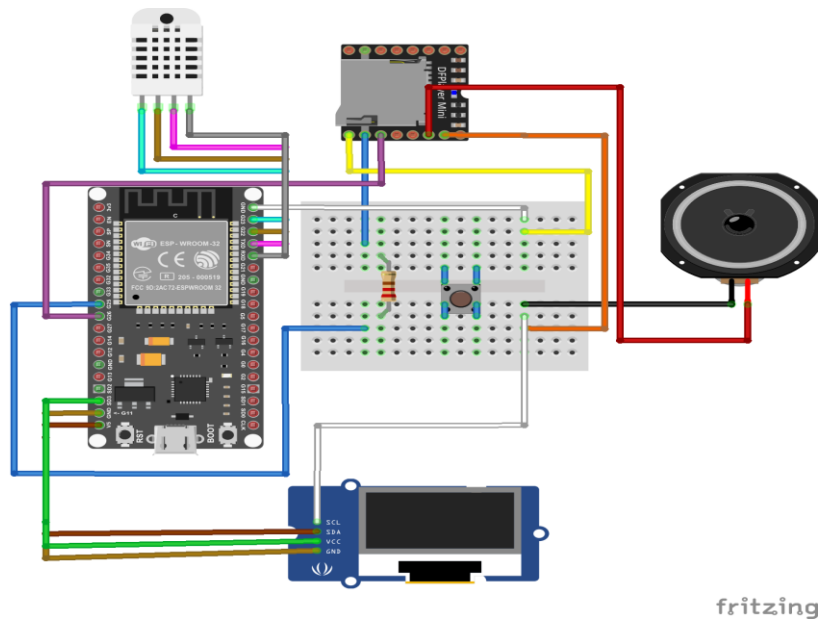
### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados encontrados no desenvolvimento e testes do protótipo foram subdivididos em três etapas distintas: montagem do protótipo; testes e validação.

#### **3.1 Montagem do protótipo**

A montagem do protótipo iniciou-se pela integração do microcontrolador ESP32 ao sensor de temperatura e umidade DHT22, conforme Figura 5. Em seguida, foi feita a adaptação do módulo DFPlayer Mini para a reprodução de mensagens sonoras, permitindo que as leituras fossem transmitidas de forma audível. Foram reutilizados os áudios gravados na versão anterior do protótipo.

Figura 7 – esquema eletrônico do protótipo



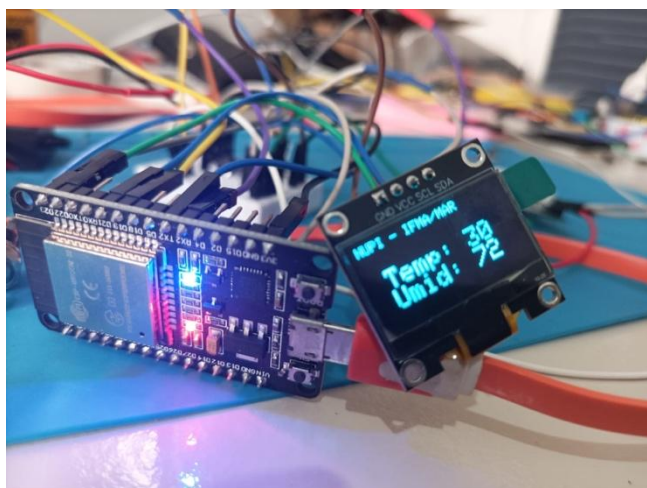
Fonte: Próprio Autor (2025).

A integração com o protocolo MQTT foi realizada por meio da configuração do ESP32, que publicou os dados no broker Mosquitto. Por fim, o aplicativo IoT MQTT Panel foi utilizado para a construção de um painel de monitoramento remoto, possibilitando acesso simultâneo via áudio e interface digital.

### 3.2 Testes e validação do protótipo

Nessa etapa de testes, o protótipo foi submetido a diferentes condições ambientais, simulando variações de temperatura e umidade, o sensor DHT22 apresentou leituras consistentes, com variação máxima de  $\pm 0,5$  °C em relação a um termômetro digital de referência, e  $\pm 2\%$  de umidade em relação a um higrômetro padrão, confirmando a precisão esperada do componente e na figura 7, podemos observar a previsão desses resultados.

Figura 8 - Teste do protótipo.



Fonte: Próprio Autor (2025)

A transmissão dos dados via MQTT foi bem-sucedida, permitindo o recebimento em tempo real no aplicativo IoT MQTT Panel. Isso possibilitou que os valores pudessem ser acompanhados tanto de forma visual, por meio de widgets configurados no painel, quanto audível, pelo próprio dispositivo.

Figura 9 - Interface do Protótipo.



Fonte: IoT MQTT Panel (2025)

Com isso, a validação consistiu na comparação entre os diferentes meios de acesso aos dados: saída sonora e acesso remoto via IoT. Verificou-se que ambos os métodos se complementam e oferecem acessibilidade a usuários com deficiência visual e, ao mesmo tempo, praticidade para monitoramento em diversos dispositivos.

Esse resultado confirma a importância da integração da Internet das Coisas com recursos de acessibilidade digital, ressaltado por Pego (2020), ao indicar que a IoT pode ampliar significativamente a interação em diferentes contextos, como saúde, educação e sistemas assistivos.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O protótipo de medidor de temperatura e umidade acessível representa um avanço significativo na convergência entre tecnologia assistiva e Internet das Coisas (IoT). Com isso, o projeto atingiu seu objetivo principal de criar um dispositivo de baixo custo, portátil e acessível para pessoas com deficiência visual, utilizando tecnologias abertas e componentes amplamente disponíveis.

A vocalização dos dados ambientais, aliada à transmissão via MQTT e interface web compatível com leitores de tela, mostra que a acessibilidade digital e sensorial é incorporada desde as fases iniciais do desenvolvimento tecnológico, sem custos elevados.

Portanto, além de seu uso pessoal, o protótipo pode ser aplicado em contextos educacionais, laboratoriais e até mesmo em pequenas propriedades agrícolas, onde o monitoramento de variáveis ambientais impacta diretamente o desempenho de cultivos ou o bem-estar em ambientes fechados.

#### **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à minha orientadora, Professora Christiane Ferreira Lemos Lima, pela oportunidade, paciência e apoio durante todas as etapas deste trabalho; a minha voluntária e amiga Camilly Cristine Nunes da Silva, pela parceria de sempre e ao Instituto Federal do Maranhão (IFMA) pelo financiamento por meio do programa PIBITI, o qual possibilitou a execução desta pesquisa.

#### **REFERÊNCIAS**

ESPRESSIF. **ESP32-DevKitC**.2024. Disponível em: <https://www.espressif.com/en/products/devkits/esp32-devkitc>. Acesso em 15 set. 2025.

**Eletrogate Componentes Eletrônicos** ;Belo Horizonte;2025.

[https://www.eletrogate.com/modulo-mp3-dfplayer-mini?srsId=AfmBOoqatb\\_l8ZfXEwLnSG\\_vh1NcEj6wvVQ10kN5Xb8p97g9iGYjBYNW](https://www.eletrogate.com/modulo-mp3-dfplayer-mini?srsId=AfmBOoqatb_l8ZfXEwLnSG_vh1NcEj6wvVQ10kN5Xb8p97g9iGYjBYNW)

KOGOS, Thaisa. **Protótipo para Monitorar e Analisar Temperatura e Umidade** . 2021. 88 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2021.

MATA, Jailson Ramos da. **Monitoramento urbano com sensores de baixo custo**. 2023. 31 f. Monografia (Curso de Eletrônica Industrial) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus Distrito Industrial, Manaus, 2022 Disponível em: <http://repositorio.ifam.edu.br>. Acesso em: 25 set. 2025.

OLIVEIRA, S. d. **Internet das Coisas com ESP8266, Arduino e Raspberry Pi**. 2.ed., Novatec Editora, 2021.

SANTOS, Wallef Ferreira. **Equipamento de baixo custo para monitorar temperatura e umidade de forma contínua e remota: aplicação na compostagem**. 2023. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2021.

TOMOV, Konstantin. 2021. **Learn How to Use The MQTT Protocol in Delphi With This Library**. Disponível em: <https://blogs.embarcadero.com/learn-how-to-use-the-mqtt-protocol-in-delphi-with-this-library/>. Acesso em: 15 ago. 2025.

USINAINFO. **ESP32 NodeMCU Iot com WiFi e Bluetooth - 30 Pinos**. 2024. Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/nodemcu/esp32-nodemcu-iot-com-wifi-e-bluetooth-30-pinos-5147.html>. Acesso em 5 Set. 2025.