

PROTÓTIPO DE DISPOSITIVO IOT ACESSÍVEL A PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL PARA MONITORAR OXIGÊNIO DISSOLVIDO NO CULTIVO DE PEIXES

Hevellyn Vitória Alves Pereira¹, Christiane Ferreira Lemos Lima²

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um protótipo de dispositivo baseado em Internet das Coisas (IoT) voltado para o monitoramento de oxigênio dissolvido na piscicultura, com foco na acessibilidade para pessoas com deficiência visual. O projeto visa promover a inclusão produtiva por meio de tecnologia assistiva, permitindo que usuários com deficiência visual acompanhem os níveis de oxigênio em viveiros de peixes. A metodologia envolveu a produção de arquivos de áudio utilizando conversores de texto em fala, organização em pastas específicas e armazenamento em cartão de memória para integração com o módulo DFPlayer Mini. O sistema eletrônico foi montado com microcontrolador ESP32, sensor de oxigênio dissolvido, display OLED e protoboard, priorizando acessibilidade, exatidão nas medições e usabilidade. Espera-se que o dispositivo contribua para maior independência e inclusão de pessoas com deficiência na aquicultura, além de fomentar o desenvolvimento de tecnologias acessíveis e de baixo custo.

Palavras-chave: acessibilidade¹; deficiência visual²; Internet das Coisas³; oxigênio dissolvido⁴; piscicultura⁵;

1. INTRODUÇÃO

Em séculos passados, indivíduos com deficiências eram frequentemente excluídos da sociedade. Entretanto, com o passar dos anos e o avanço da tecnologia, ocorreu uma mudança social significativa, permitindo que essas pessoas, antes marginalizadas, fossem gradativamente integradas ao convívio social (Aranha, 2001). Segundo Sasaki (2006), a inclusão social resulta em transformações estruturais que garantem acessibilidade e igualdade de oportunidades para todos.

No entanto, apesar das mudanças sociais ocorridas, pessoas com deficiência visual ainda enfrentam diversos desafios. Principalmente no acesso à informações digitais, como a falta de descrição textual em elementos gráficos, menus inacessíveis e incompatibilidade entre softwares, isso limita a autonomia e inclusão (Bezerra *et al.*, 2020). Em contrapartida a isso, a utilização da Internet das Coisas (IoT) pode ser uma ferramenta poderosa para promover a inclusão de pessoas com deficiência, em especial a

¹ Estudante do Curso de Agronomia, IFMA, campus Maracanã; e-mail: hevellynalves@acad.ifma.edu.br.

² Professora Dr^a do Departamento de Ensino, IFMA, campus Maracanã; e-mail: cfllima@ifma.edu.br

deficiência visual, oferecendo soluções inovadoras que ampliam sua autonomia e participação no ambiente de trabalho (Silva, 2024).

Os dispositivos IoT, como sensores inteligentes e assistentes virtuais, podem ser integrados a sistemas de leitura de tela ou ampliação de imagens, tornando o acesso à informação e a interação com equipamentos mais acessíveis (Campana, 2021). Tecnologias como etiquetas RFID e beacons permitem a transmissão de informações em tempo real sobre objetos e ambientes, enquanto aplicativos conectados à nuvem possibilitam o controle remoto de dispositivos por comandos de voz (Want, 2006).

Essas inovações, quando combinadas com recursos de acessibilidade já existentes, como leitores de tela e ampliadores, contribuem para a redução de barreiras e a criação de ambientes mais inclusivos. Conforme Lopes e Silva (2020), a IoT tem um papel fundamental na tecnologia assistiva, proporcionando maior independência e produtividade para pessoas com deficiência visual.

A integração da Internet das Coisas (IoT) em sensores representa um avanço significativo para a inclusão de pessoas com deficiência e analfabetismo na produção agrícola. Como exemplo a piscicultura, a participação de pessoas com deficiências (Ministério da Pesca, 2024) e de indivíduos analfabetos nessa atividade desempenha um papel significativo na movimentação da economia nacional (Ferraz, 2024).

Ao serem incluídos em atividades aquícolas, esses trabalhadores contribuem para o aumento da produção e diversificação do setor, promovendo o desenvolvimento econômico e social das comunidades locais. Segundo Pedroza Filho e Barroso (2014), estratégias de inclusão produtiva são essenciais para o fortalecimento da piscicultura entre pequenos produtores.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um dispositivo IoT que realize medições de oxigênio dissolvido em viveiros e tanques de peixes, com o intuito de melhorar o processo de monitoramento da qualidade da água, oferecendo à aquicultura uma ferramenta de baixo custo e acessível a pessoas com deficiência visual.

2 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste trabalho consiste em várias etapas, que serão descritas a seguir.

2.1 Produção dos áudios

Para a criação dos áudios, foi utilizado o site chamado TTS Maker, uma ferramenta de conversão de texto em fala, que permite criar arquivos de áudio que são utilizados no protótipo. Os referidos áudios contêm valores de medições de oxigênio dissolvido expressos em miligramas por litro (mg/L).

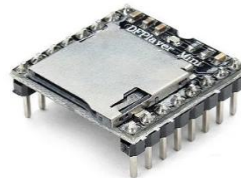
Além da produção e organização dos áudios, realizou-se o armazenamento dos arquivos sonoros. Todos os arquivos foram salvos em um cartão de memória SSD de 16GB (Figura 1), compatível com o módulo DFPlayer Mini (Figura 2), utilizado para reprodução dos áudios em experimentos futuros.

Figura 1- Cartão de Memória



Fonte: SanDisk (2025)

Figura 2 - DFPlayer Mini



Fonte: Eletrogate (2025)

A seleção do cartão de memória considerou sua capacidade de armazenamento e sua compatibilidade com o dispositivo. O DFPlayer Mini, um módulo frequentemente utilizado em projetos eletrônicos para reprodução de arquivos MP3, exigiu atenção à organização e à estrutura de pastas no cartão, garantindo o reconhecimento adequado dos arquivos durante a operação do sistema.

2.2 Montagem do Circuito Eletrônico do sensor

Para a montagem do circuito eletrônico utilizado no projeto, foram empregados os seguintes componentes: um módulo DFPlayer Mini (Eletrogate, 2025), um microcontrolador ESP32 (Vision, 2023) (Figura 3), um display OLED Mini (Electronic Components, 2025) (Figura 4), uma protoboard mini (RoboCore, 2025) (Figura 5) e cabos jumper do tipo macho e fêmea.

A integração desses elementos juntamente com o sensor de oxigênio dissolvido permitiu a construção de um sistema funcional capaz de executar comandos de leitura, processamento e reprodução de áudios relacionados às medições de oxigênio dissolvido.

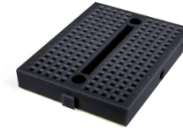
Figura 3 - ESP 32



Figura 4 - Display OLED



Figura 5 - Protoboard mini



Fonte: Victor Vision (2023)

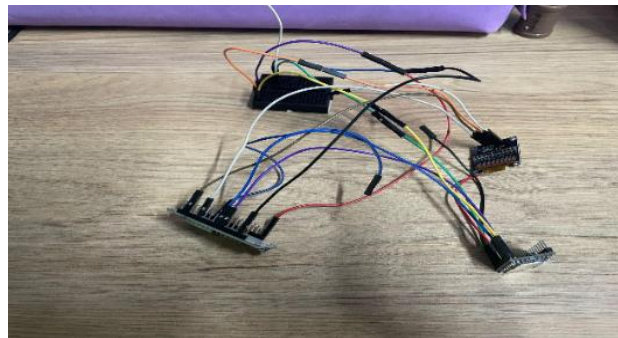
Fonte: Electronic Components (2025)

Fonte: RoboCore (2025)

O microcontrolador ESP32 foi escolhido por sua alta capacidade de processamento, conectividade via Wi-Fi e Bluetooth, além de sua compatibilidade com diversos sensores e módulos periféricos. O DFPlayer Mini foi utilizado como módulo responsável pela reprodução dos arquivos de áudio armazenados no cartão de memória, conforme descrito no tópico anterior. Já o display OLED Mini teve como função exibir informações de forma visual, como o valor do oxigênio dissolvido ou o status do sistema, sendo acessível a pessoas com ou sem deficiência visual.

A protoboard mini serviu como base para a montagem dos componentes de forma não permanente, facilitando ajustes e testes durante o desenvolvimento do circuito. Os cabos jumper macho e fêmea foram utilizados para realizar as conexões entre os diferentes módulos e o microcontrolador, como mostra a Figura 6.

Figura 6 – Circuito Eletrônico



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

O sensor de oxigênio dissolvido da marca DFRobot (Figura 7) é o componente responsável pela coleta dos dados ambientais. Trata-se de um sensor de alta precisão, amplamente utilizado em projetos de monitoramento da qualidade da água, que fornece medições em miligramas por litro (mg/L), compatíveis com a escala utilizada na piscicultura.

Figura 7 – Sensor de Oxigênio Dissolvido



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

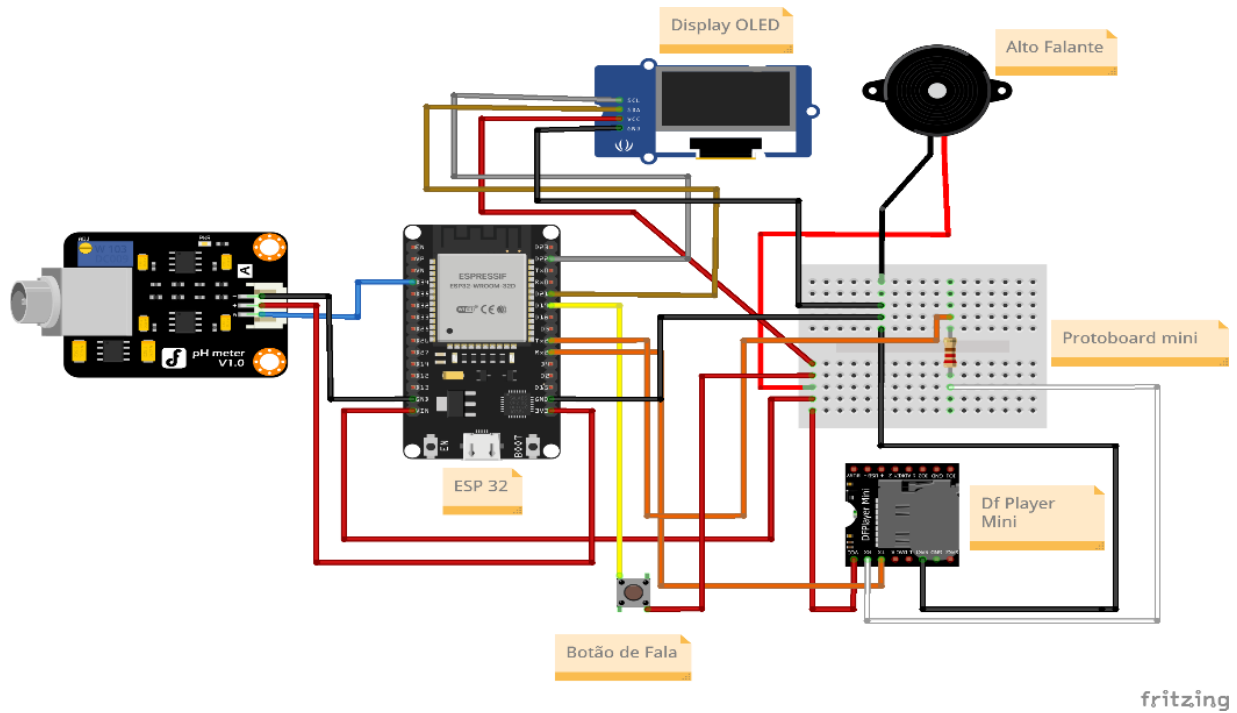
3.1 Organização do protótipo e Testes

Primeiramente, iniciou-se a ordenação pelos áudios. Ao todo, foram criadas 14 pastas para organização dos dados. Dentre essas, 12 pastas continham 99 áudios cada, totalizando 1.188 arquivos de áudio com diferentes valores de oxigênio dissolvido. Nas outras duas pastas ficam os áudios que informam a situação do sensor, por exemplo, se ele está ligado ou não.

A organização em pastas visou facilitar o gerenciamento e o acesso aos arquivos durante as etapas de análise e processamento. Cada áudio foi nomeado de forma a representar o valor correspondente da medida de oxigênio dissolvido, permitindo a rápida identificação e uso posterior nas etapas do trabalho.

Em sumo, ocorreu a implementação das modificações no código-fonte, uma vez que este trabalho é uma continuidade de um trabalho anterior (Lima *et al.*, 2024), com a finalidade de garantir sua adequação e compatibilidade com os novos componentes inseridos ao sistema. Essas alterações foram necessárias para ajustar as funcionalidades existentes, assegurando que haja uma comunicação correta entre hardware e software, bem como a estabilidade e o desempenho do conjunto eletrônico desenvolvido como mostra a figura 8.

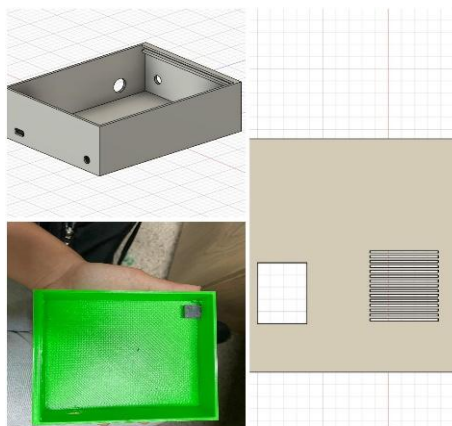
Figura 8 – Circuito Eletrônico



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025)

Posteriormente, foi concluída a confecção da estrutura física de proteção (case) destinada ao circuito eletrônico. O desenvolvimento dessa estrutura foi realizado por meio de impressão 3D, utilizando material termoplástico de alta resistência, tipo PLA, o que assegura durabilidade e proteção mecânica ao protótipo. Durante o processo de modelagem, a estrutura foi projetada de forma a acomodar todos os componentes eletrônicos de maneira segura e organizada, contemplando aberturas específicas para a entrada de fones de ouvido, botão de controle de volume e conexões adicionais, conforme a Figura 9.

Figura 9 – Case em 3D



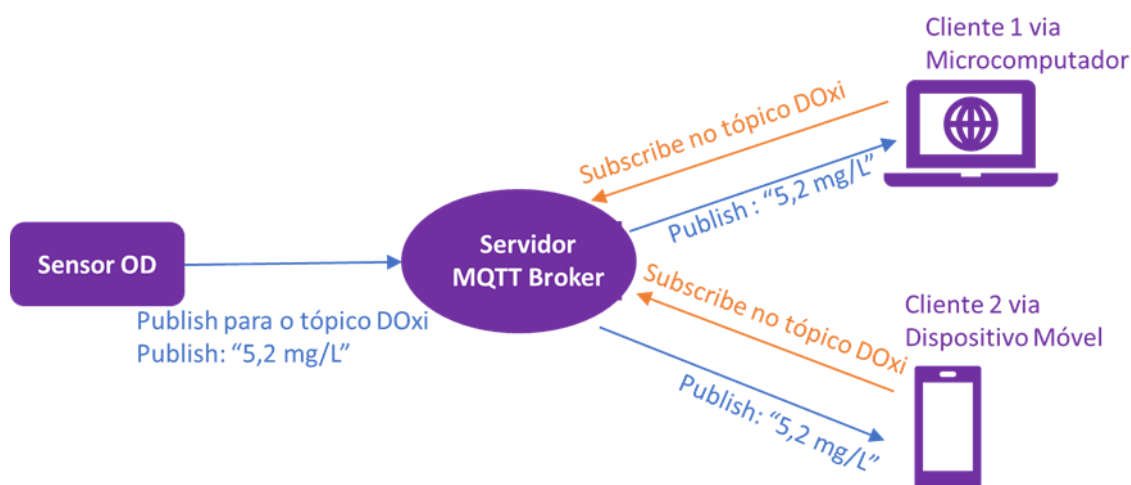
Fonte: Elaborado pelas autoras (2025)

Após isso, foram conduzidos testes em campo com a finalidade de verificar a confiabilidade e a precisão das medições realizadas pelo sensor de oxigênio dissolvido. Para tal, os testes foram executados em tanques de piscicultura situados nas dependências do Instituto Federal do Maranhão (IFMA), campus Maracaná.

Os testes realizados evidenciaram a eficiência do sensor e a precisão de suas medições. Posteriormente, avaliou-se a funcionalidade do sistema sonoro, responsável por reproduzir os áudios com os valores obtidos de oxigênio dissolvido. Os resultados demonstraram que o recurso auditivo apresentou desempenho satisfatório, mostrando ser adequado para o uso pleno por pessoas com deficiência visual.

Outro teste realizado utilizou o protocolo MQTT, que funciona com base no modelo de envio e recebimento de dados por meio de mensagens associadas a um “tópico” (Publish/Subscribe). Nesse processo, o servidor MQTT broker é o responsável por gerenciar as mensagens publicadas e distribuí-las aos clientes conectados. Quando solicitado, o broker encaminha os dados para os dispositivos, que podem ser um microcomputador ou um aparelho móvel (Lima *et al.*, 2024).

Figura 10 - Protocolo MQTT



Fonte: adaptado de Tomov (2021).

Um exemplo prático é a coleta de dados por um sensor de oxigênio dissolvido (OD), que publica o valor medido (por exemplo, 5,2 mg/L) no servidor MQTT utilizando o tópico “DOxi”. Os clientes, por sua vez, podem acessar essas informações assinando o mesmo tópico “DOxi”, seja por meio de um navegador web ou de um aplicativo IoT MQTT em dispositivo móvel como mostra a figura 11 (Lima *et al.*, 2024).

Figura 11 – MQTT App



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025)

O sistema proposto busca promover maior acessibilidade para pessoas com deficiência, viabilizando a obtenção dos valores de oxigênio dissolvido não apenas por meio do recurso de áudio integrado ao protótipo, mas também pelo acesso via dispositivo móvel.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O protótipo que monitora o oxigênio na água em tempo real atendeu as características almejadas. Ele foi criado para ser uma tecnologia acessível para pessoas com deficiência visual que trabalham com criação de peixes. Os testes confirmaram que o sensor é preciso e o sistema de aviso sonoro é eficaz, mostrando que a solução é prática para acompanhar a qualidade da água.

O projeto também mostra como a Internet das Coisas (IoT) pode ser usada para inovar e incluir pessoas. Ele prova que é possível criar recursos de baixo custo que dão mais independência a grupos que muitas vezes são deixados de lado. Assim, a iniciativa não só ajuda na aquicultura, mas também promove acessibilidade e a igualdade de oportunidades.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Fapema por sua contribuição financeira e o incentivo a inovação tecnológica, ao IFMA campus Maracanã pelo espaço cedido para o desenvolvimento deste projeto e a minha orientadora que me guiou neste processo e disponibilizou todos os recursos que estavam ao seu alcance. Agradeço também aos integrantes do NUPI (Núcleo de Pesquisa em Informática e Robótica Aplicada).

REFERÊNCIAS

[MINI]. 0.96 inc **Mini I2C IIC OLED Display Module** – Electronic Components. [S.l.], 2022. Disponível em: <https://images.app.goo.gl/jwnhsds14QCsFy979>. Acesso em: 25 abr. 2025.

[MINI]. **Mini Protoboard 170 Pontos – Preta** – Protoboards RoboCore. [S.l.]:, 2023. Disponível em: <https://images.app.goo.gl/hUQ83AwaaKuxmvTG8>. Acesso em: 25 abr. 2025.

AN INTRODUCTION to RFID technology. *Proceedings of the IEEE*, [S.l.], v. 94, n. 9, p. 1648–1655, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1109/JPROC.2006.879641>.

ARANHA, Maria Salete Fábio. **Paradigmas na relação sociedade-pessoa com deficiência**. *Revista da Faculdade de Educação*, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 10–24, 2001.

BEZERRA, Lara; VILHENA, Bianca Jardim; FREITAS, Raquel Nascimento de; SANTOS, [Nome completo]; OLIVEIRA, [Nome completo]. **Aplicativos móveis no cuidado em saúde: uma revisão integrativa**. *Revista Enfermagem Atual In Derme*, [S.l.], v. 93, n. 31, p. 1–9, 2020.

BRASIL. **Ministério da Pesca e Aquicultura. Ministro André de Paula participa do lançamento de Projeto de Aquaponia Inclusiva em Pernambuco**. Brasília, DF: MPA, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mpa/pt-br/assuntos/noticias/ministro-andre-de-paula-participa-do-lancamento-de-projeto-de-aquaponia-inclusiva-em-pernambuco>. Acesso em: 25 abr. 2025.

CAMPANA, Anderson Rogério. **Tecnologia assistiva-digital para inclusão de pessoas com deficiência visual: prova de conceito de uma bengala eletrônica para ambientes indoor**. 2021. 238 f. Tese (Doutorado em Mídia e Tecnologia) – Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2021.

ELETROGATE. **Módulo MP3-DFPlayer Mini**. Disponível em: <https://www.eletrogate.com/modulo-mp3-dfplayer-mini>. Acesso em: 25 abr. 2025.

FERRAZ, Kelly de Souza; CARVALHO, Bruna Larissa Ferreira de; BEZERRA, João Henrique Cavalcante; FONSECA, Yasmim Cristinne Oliveira; CÂMARA, Ana Melissa de Moraes; JESUS, Paulo Protásio de; FUNO, Izabel Cristina da Silva Almeida. **Censo da Piscicultura do município de Matinha, Maranhão: socioeconomia, produção e desenvolvimento local**. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, Curitiba, v. 22, n. 11, p. 1–21, 2024. DOI: 10.55905/oelv22n11-088.

JORNALISMO DIÁRIO PCD. **Inclusão de pessoas com deficiência enriquece o mercado de trabalho**. 1 maio 2024. Disponível em: <https://diariopcd.com.br/2024/05/01/inclusao-de-pessoas-com-deficiencia-enriquece-o-mercado-de-trabalho/>. Acesso em: 25 abr. 2025.

LIMA, Marcus Vinicius Coelho; PEREIRA, Hevellyn Vitória Alves; CAVALCANTE, Alessandro Henrique dos Santos; SOUSA, Pedro Lucas Diniz de; MORAES, Ananda Rayla Coutinho; SANTOS, Sara Raquel Silva; SILVA, Ana Gabrielle Conceição; LIMA, Christiane Ferreira Lemos. **Protótipo de monitoramento em tempo real de oxigênio dissolvido em cultivos de peixes**. In: **CONGRESSO UNIVERSO IFMA**, 2024, São Luís. *Anais [...]*. São Luís: Instituto Federal do Maranhão, 2024.

NHAMITAMBO, Raúl de Miguel Benjamim Jofrisse. **Acesso ao mercado de trabalho aos portadores de deficiência visual na cidade de Maputo**. *RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O Saber*, São Paulo, ano V, v. 1, n. 1, p. 1–16, jan./jul. 2025.

PEDROZA FILHO, Manoel Xavier; BARROSO, Renata Melon; FLORES, Roberto Manolio Valladão. **Diagnóstico da cadeia produtiva da piscicultura no estado de Tocantins**. Palmas, TO: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2014. 66 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Pesca e Aquicultura, ISSN 2318-1400; 5).

SASSAKI, Romeu Kazumi. **Inclusão: acessibilidade no lazer, trabalho e educação.** *Revista Nacional de Reabilitação (Reação)*, São Paulo, ano XII, mar./abr. 2009, p. 10–16.

SILVA, Adriana do Socorro Tavares. **Inclusão de estudantes com deficiência visual nos Institutos Federais: um estudo comparado entre o Instituto Federal do Amapá e o Instituto Federal de Brasília.** 2022. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2022.

SILVA, Matheus Herminio da. **Desenvolvimento de um sistema para apoio a pessoas com deficiência visual e auditiva.** 2024. 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2024.

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 mar. 2024.

VICTORVISION. **Placa ESP32: o que é, para que serve e uso!** [S.l.]: VictorVision, 2022. Disponível em: <https://images.app.goo.gl/ZX4dAAVdZ1WMp36SA>. Acesso em: 25 abr. 2025.