

Desenvolvimento de um sistema de controle e monitoramento IOT de um lago artificial para criação de tilápias

Bárbara Pontes, 062210041@faculdade.cefsa.edu.br , Faculdade Engenheiro Salvador Arena
Felipe Laureano Neves, 061210027@faculdade.cefsa.edu.br, Faculdade Engenheiro Salvador Arena
Liz Klein Paquola, 061210010@faculdade.cefsa.edu.br, Faculdade Engenheiro Salvador Arena
Marco Aurélio Vinchi de Oliveira, pro9111@cefsa.edu.br, Faculdade Engenheiro Salvador Arena

Resumo

A piscicultura, especialmente a criação de tilápias, é um setor em crescimento no Brasil, mas pequenos e médios produtores enfrentam desafios relacionados ao monitoramento manual da qualidade da água, o que resulta em ineficiência energética e perdas na produção. Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema de baixo custo baseado em Internet das Coisas (IoT) para o controle e monitoramento contínuo de lagos artificiais. O protótipo utiliza uma placa microcontrolada ESP32 para coletar dados de sensores de pH e nível da água, acionando uma bomba hidráulica para correção automática do nível. Os dados são transmitidos via Wi-Fi para uma plataforma Node-RED, que oferece um painel de controle interativo para visualização de dados históricos e em tempo real. Os testes em bancada validaram a funcionalidade do hardware e do software, demonstrando a viabilidade técnica da solução para otimizar o manejo e reduzir custos operacionais na tilapicultura de pequena escala.

Palavras-chave: ESP32. Piscicultura. IoT. Controle. Monitoramento.

Introdução

A piscicultura é uma atividade estratégica para a segurança alimentar e o desenvolvimento socioeconômico, e no Brasil, a criação de tilápias destaca-se pelo crescimento exponencial. Contudo, este avanço contrasta com desafios estruturais enfrentados por pequenos e médios produtores, que majoritariamente dependem de métodos manuais para o monitoramento da qualidade da água. Essa prática eleva os custos operacionais em até 30%, principalmente pelo consumo excessivo de energia com aeradores, e aumenta a mortalidade dos peixes devido a eventos críticos não detectados a tempo, como alterações bruscas de pH (Inoue, 2022). A ausência de tecnologias acessíveis para o controle de parâmetros como oxigênio, pH e temperatura representa, assim, um gargalo para a competitividade e sustentabilidade da piscicultura de menor escala.

Esse obstáculo é particularmente visível em regiões como o Vale do Ribeira (SP), onde a produtividade média de 2,5 toneladas/hectare/ano permanece muito abaixo do potencial técnico de 8 toneladas. Estima-se que 68% dos piscicultores nacionais ainda utilizem métodos empíricos, como inspeções visuais, para a gestão dos viveiros (Castellani e Barella, 2017). Em propriedades de base familiar, onde a mão de obra qualificada é escassa, a falta de automação não apenas limita a eficiência produtiva, mas também compromete a viabilidade econômica do negócio, tornando os produtores mais vulneráveis a perdas e a flutuações do mercado.

A literatura acadêmica reforça a necessidade de automação para otimizar a produção. Estudos como os de Costa (2019) e Abreu (2022) demonstram que o monitoramento contínuo e o controle automatizado de parâmetros da água são indispensáveis para garantir a saúde dos peixes, reduzir o consumo de recursos hídricos e aumentar a viabilidade econômica da atividade. Da mesma forma, trabalhos como os de Domiciano (2018) e Mendes (2023) evidenciam o potencial da análise de dados e de sistemas baseados em Internet das Coisas (IoT) para oferecer soluções eficientes e de baixo custo, permitindo o acompanhamento remoto e em tempo real das condições dos viveiros.

Diante desse cenário, a implementação de tecnologias IoT surge como uma resposta direta a esses problemas, com potencial para gerar impactos significativos. Projetos-piloto indicam que a adoção de sistemas de monitoramento automatizado pode reduzir o consumo energético em até 40% e a mortalidade de peixes em 25% (Pickler, 2017). Ao fornecer dados precisos e alertas em tempo real, a tecnologia permite uma gestão proativa, em vez de reativa, otimizando o uso de insumos e prevenindo perdas massivas. O desenvolvimento de uma solução de baixo custo é, portanto, fundamental para democratizar o acesso a essas ferramentas e viabilizar sua adoção pelo público-alvo.

Este projeto propõe o desenvolvimento de um sistema de Internet das Coisas (IoT) de baixo custo para o controle e monitoramento da qualidade da água, voltado especificamente para piscicultores de pequeno porte. O objetivo principal é criar um dispositivo que mantenha o nível da água, emita alertas quando o pH estiver fora da faixa ideal (entre 7,0 e 8,0) e apresente um histórico dos dados em um painel de controle online. A validação técnica do protótipo em ambiente controlado buscará demonstrar a viabilidade de uma solução acessível para modernizar a gestão de tanques, reduzir custos operacionais e fortalecer a piscicultura de menor escala.

Metodologia

O desenvolvimento do projeto foi estruturado em três etapas principais e sequenciais: a concepção e montagem do hardware, a programação do sistema embarcado e a configuração da plataforma de supervisão e visualização de dados. O objetivo central foi criar um protótipo funcional e de baixo custo para o monitoramento contínuo e controle automatizado dos parâmetros de qualidade da água, visando a aplicação em tanques de piscicultura de pequeno porte.

A arquitetura do hardware tem como núcleo uma placa ESP32, escolhida por sua capacidade de processamento dual-core, conectividade Wi-Fi nativa e múltiplas portas de entrada e saída. A ela foram conectados os seguintes componentes: um sensor de pH (modelo PH-4502C), responsável por medir a acidez da água, que passou por um processo de calibração em três pontos (pH 4.0, 7.0 e 10.0) para garantir a precisão das leituras; um sensor de nível tipo boia, que opera como um interruptor magnético para detectar o volume de água de forma digital (alto/baixo); e um módulo relé de 5V, que funciona como uma chave eletrônica para acionar uma motobomba periférica de 1CV, responsável pela reposição automática de água no tanque.

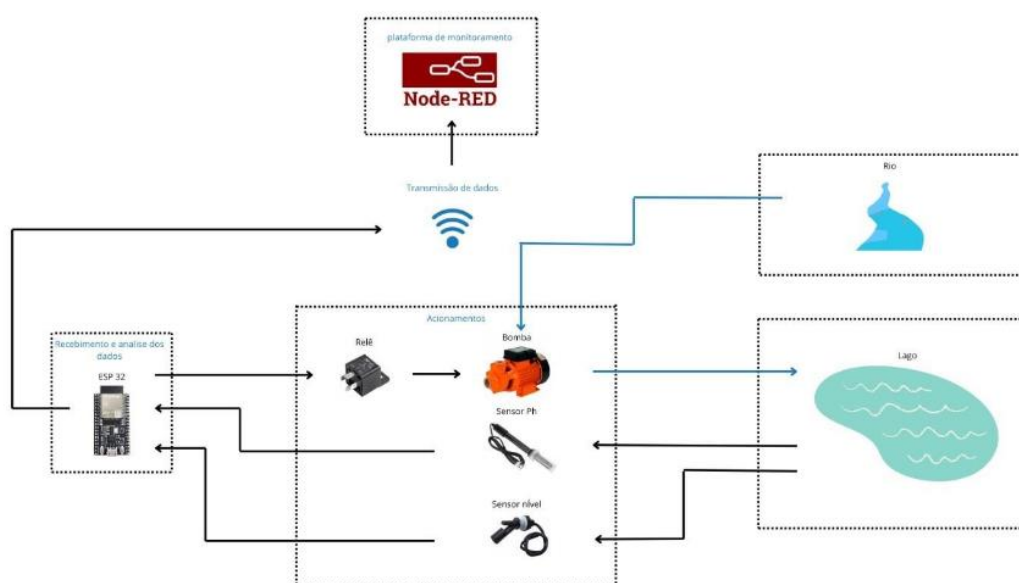
O software embarcado no ESP32 foi desenvolvido em linguagem C++ na IDE do Arduino, utilizando bibliotecas específicas para a comunicação com os sensores. Para a leitura do pH, foi implementado um sistema de amostragem que coleta dez medições em um curto intervalo e calcula a média, garantindo maior estabilidade e mitigando ruídos no sinal. A lógica de controle aciona a motobomba via

relé apenas quando o sensor de nível indica, de forma consistente, que o volume de água está abaixo do ideal.

Para a comunicação entre o hardware e a plataforma de supervisão, foi utilizado o protocolo MQTT, que é leve e ideal para aplicações de IoT. O ESP32 foi programado para atuar como um cliente, publicando os dados coletados (pH, nível e status da bomba) em tópicos específicos de um MQTT broker. Essa abordagem desacopla o hardware da camada de visualização, garantindo uma comunicação eficiente e em tempo real.

A ferramenta de programação visual Node-RED foi utilizada como sistema supervisorio, atuando também como cliente MQTT para se inscrever nos tópicos e receber os dados publicados pelo ESP32. Um fluxo lógico foi construído para tratar as mensagens recebidas e direcioná-las aos componentes da interface. A escolha pelo Node-RED se deu por sua simplicidade, flexibilidade e vasta biblioteca de nós, que facilitam a integração com diferentes serviços e a criação de dashboards. Na Figura 1 está demonstrado o funcionamento do protótipo a partir de um diagrama funcional.

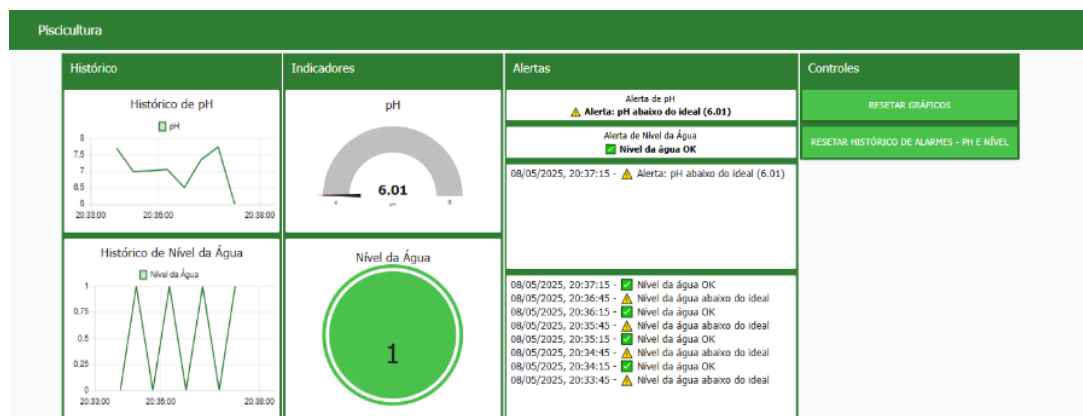
Figura 1 – Diagrama Funcional



Fonte: Autoria Própria (2025)

A interface gráfica (painel de controle) foi desenvolvida no módulo "Dashboard" do Node-RED, organizando as informações de forma intuitiva para o usuário. A tela principal apresenta gráficos de linha com o histórico de pH, indicadores para visualização instantânea dos parâmetros, um painel de texto para exibir os alertas mais recentes e botões de controle para interações, como a reinicialização do histórico, como representado na figura 2.

Figura 2 – Dashboard desenvolvida com a ferramenta Node-RED para exibição, armazenamento e alertas sobre os dados coletados pelos sensores no lago artificial destinado à criação de tilápias.



Fonte: Autoria própria (2025)

Resultados preliminares

O protótipo foi montado e submetido a testes no ambiente onde será implementado. Os resultados obtidos validaram a funcionalidade de todos os componentes do sistema. A integração e leitura dos sensores de pH e nível de água pela placa microcontrolada ESP32 ocorreram com sucesso, com o sensor de pH sendo devidamente calibrado para garantir a acurácia das medições. A lógica de controle operou conforme o esperado, acionando a motobomba automaticamente sempre que o nível da água estava abaixo do ponto definido.

A transmissão de dados via Wi-Fi para o Node-RED se mostrou estável, e o dashboard exibiu as informações em tempo real e armazenou o histórico de maneira correta. O sistema de alarmes foi igualmente bem-sucedido e gerando alertas visuais no painel.

Esses resultados demonstram o desenvolvimento bem-sucedido de um protótipo de sistema IoT funcional e de baixo custo para o monitoramento da tilapicultura. A solução desenvolvida integra a aquisição de dados, o controle de atuadores e uma plataforma de visualização com alertas remotos, abordando os principais desafios enfrentados por pequenos produtores.

Os próximos passos do projeto se concentram na validação do protótipo em campo, com testes de longa duração, e na sua expansão técnica pela integração de sensores para outros parâmetros vitais, como oxigênio dissolvido e temperatura. Concomitantemente, será realizada uma análise econômica para quantificar o retorno sobre o investimento para o produtor e um aprimoramento contínuo da interface a partir do feedback dos usuários finais, de forma a tornar o sistema ainda mais intuitivo. Além disso, será implementada a funcionalidade de envio de notificações instantâneas via Telegram, simulando condições de pH fora da faixa ideal, de modo a garantir maior agilidade na tomada de decisões.

Referências

ABREU, F. F. de. **Sistema de Recirculação Semi-Automático Aplicado à Piscicultura**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Pesca) - Instituto Federal da Paraíba, Cabedelo, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/bitstream/177683/2070/1/TCC%20-%20Filipe%20Fragoso%20de%20Abreu.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2025.

CASTELLANI, D.; BARRELLA, W. Caracterização da piscicultura na região do Vale do Ribeira - SP. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 1, p. 168–176, jan./fev. 2005.

Como desenvolver uma piscicultura sustentável? **Agro Estadão**, 2021. Disponível em: <https://agro.estadao.com.br/summit-agro/como-desenvolver-uma-piscicultura-sustentavel>. Acesso em: 31 mar. 2025.

Conheça a história da piscicultura e sua importância para o Brasil. **Agro Estadão**, 12 nov. 2021. Disponível em: <https://agro.estadao.com.br/summit-agro/conheca-a-historia-da-piscicultura-e-sua-importancia-para-o-brasil>. Acesso em: 31 mar. 2025.

COSTA, F. **Sistema de monitoramento da qualidade de água para piscicultura**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/items/000261e8-93f0-4fc1-b453-bd2b0fbf3834>. Acesso em: 20 mar. 2025.

DOMICIANO, M. et al. Desenvolvimento de Sistema Automático de Análise de pH e Temperatura da Água para Aquicultura. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE COMPUTAÇÃO, 9., 2018, Florianópolis. **Anais** [...]. Florianópolis: Universidade do Vale do Itajaí, 2018. p. 755-764.

INOUE, L. O papel da piscicultura na agricultura familiar. **Embrapa**, 18 maio 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/73976905/artigo---o-papel-da-piscicultura-na-agricultura-familiar>. Acesso em: 31 mar. 2025.

MENDES, F. S. **Sistema de monitoramento de parâmetros ambientais na piscicultura: redes IOT**. 2023. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3140/tde-01032024-103434/pt-br.php>. Acesso em: 19 mar. 2025.

PICKLER, E. et al. **Evolução da piscicultura no Brasil: diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia**. Rio de Janeiro: IPEA, 2017. (Texto para Discussão, n. 2328). Disponível em: https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td_2328.pdf. Acesso em: 31 mar. 2025.

Piscicultura: a arte da piscicultura. **Geoinova**, 2024. Disponível em: <https://geoinova.com.br/piscicultura-a-arte-da-piscicultura/>. Acesso em: 31 mar. 2025.