

BlueClarity - MONITORAMENTO REMOTO E ANÁLISE INTELIGENTE DE TURBIDEZ EM FAZENDAS MARINHAS UTILIZANDO ESP-LORA

Maria Julia Dos Santos Prates ¹, Miguel Costa Borges de Lima ¹, Samuel Lellis de Godoy Gonçalves ¹,
Edson Anício Duarte ² (Orientador), Eduardo Galembeck ³ (Co Orientadora)

1 - Alunos Instituto Federal de São Paulo – Câmpus Campinas; 2 - Professor do Instituto Federal de São Paulo – Câmpus Campinas; 3 - Professor do Instituto de Biologia na Unicamp

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo o desenvolvimento de um sensor automatizado de turbidez para o monitoramento contínuo da qualidade da água salgada. A turbidez é um parâmetro óptico que indica a concentração de partículas suspensas na água, sendo essencial para o controle da poluição e a preservação dos ecossistemas aquáticos. A proposta busca automatizar o processo de medição, atualmente realizado de forma manual, por meio da integração de um sistema mecânico de limpeza ao sensor, a fim de evitar a incrustação biológica — principal desafio em ambientes marinhos. Essa inovação garantirá maior precisão nas leituras ao longo do tempo. Além disso, será implementado um sistema de transmissão remota de dados em tempo real, possibilitando a análise contínua da qualidade da água. Espera-se que a solução contribua para a eficiência do monitoramento ambiental e para práticas mais sustentáveis na aquicultura.

INTRODUÇÃO

A qualidade da água é fundamental para ecossistemas e fazendas marinhas. A turbidez - propriedade física dos líquidos que indica a quantidade de partículas em suspensão no meio - pode, quando encontrada em escalas divergentes da normalidade - evidenciar a presença de poluentes, afetando diretamente a aquicultura. Atualmente, as medições são totalmente manuais e mecânicas, o que as tornam pouco precisas e de baixa frequência.

Nossa solução é desenvolver um sensor automatizado de turbidez, com sistema de autolimpeza e resistência à bioincrustação marinha e capaz de enviar dados em tempo real por monitoramento remoto. Isso garante maior controle da excelência da água utilizada e contribui para a sustentabilidade da aquicultura, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6, 9 e 14 da ONU - retratados nas imagens junto ao exemplo de fazenda marinha.

Figura 1. Objetivo 9, 11 e 14 do Desenvolvimento sustentável da ONU



Fonte: ONU

Figura 2. Exemplo de fazenda marinha



Fonte: Diário do Rio

Figura 3. Logo do projeto



Fonte: Próprios autores

OBJETIVOS

Desenvolver uma embarcação marítima - utilizando boias meteorológicas - com sensores de turbidez autolimpantes e conectados a uma rede LoRa para transmissão de dados, utilizando equipamentos comerciais de baixo custo integrados a *Internet of Things* (IoT).

MATERIAIS E METODOS

O sistema utiliza boias meteorológicas equipadas com sensores comerciais de turbidez e mecanismos autolimpantes de bombeamento de água em alta pressão, aumentando sua vida útil em ambientes de água salgada. Os dados coletados são transmitidos via comunicação de rádio (LoRa) para um servidor em nuvem, onde uma rede neural analisa e prevê cenários, auxiliando na otimização das fazendas marinhas e no uso eficiente dos recursos. A alimentação é garantida por um sistema de energia fotovoltaica e higrólétrica, garantindo autonomia. O desenvolvimento incluiu simulações no *Proteus*, programação em *C* (Arduino IDE) e integração com *Python* (VS Code).

As figuras 4 e 5 apresentam o protótipo desenhado em ambiente virtual, enquanto a figura 9 retrata o protótipo em funcionamento de bancada.

Figura 4. Protótipo final desenhado em 3D

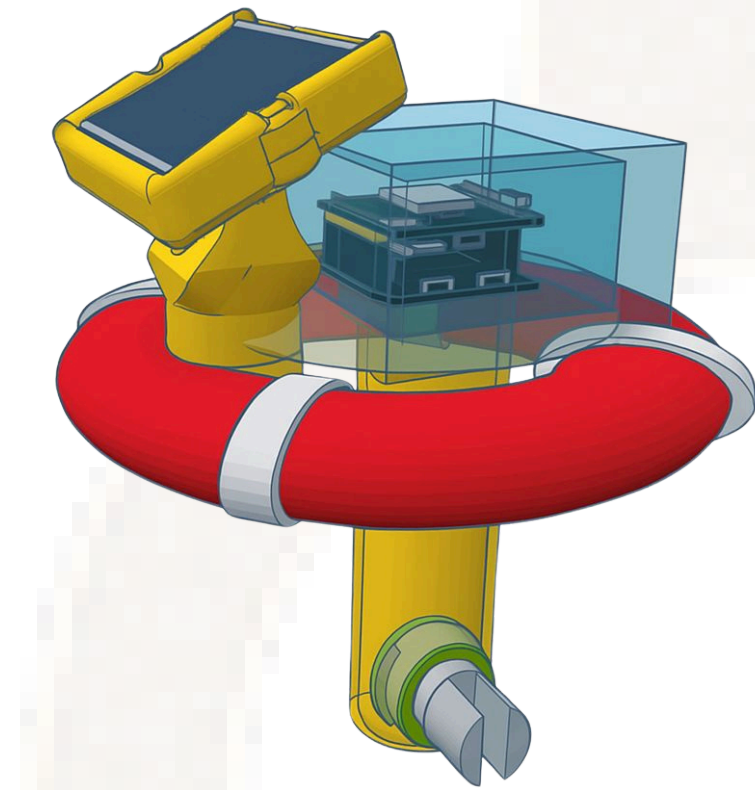
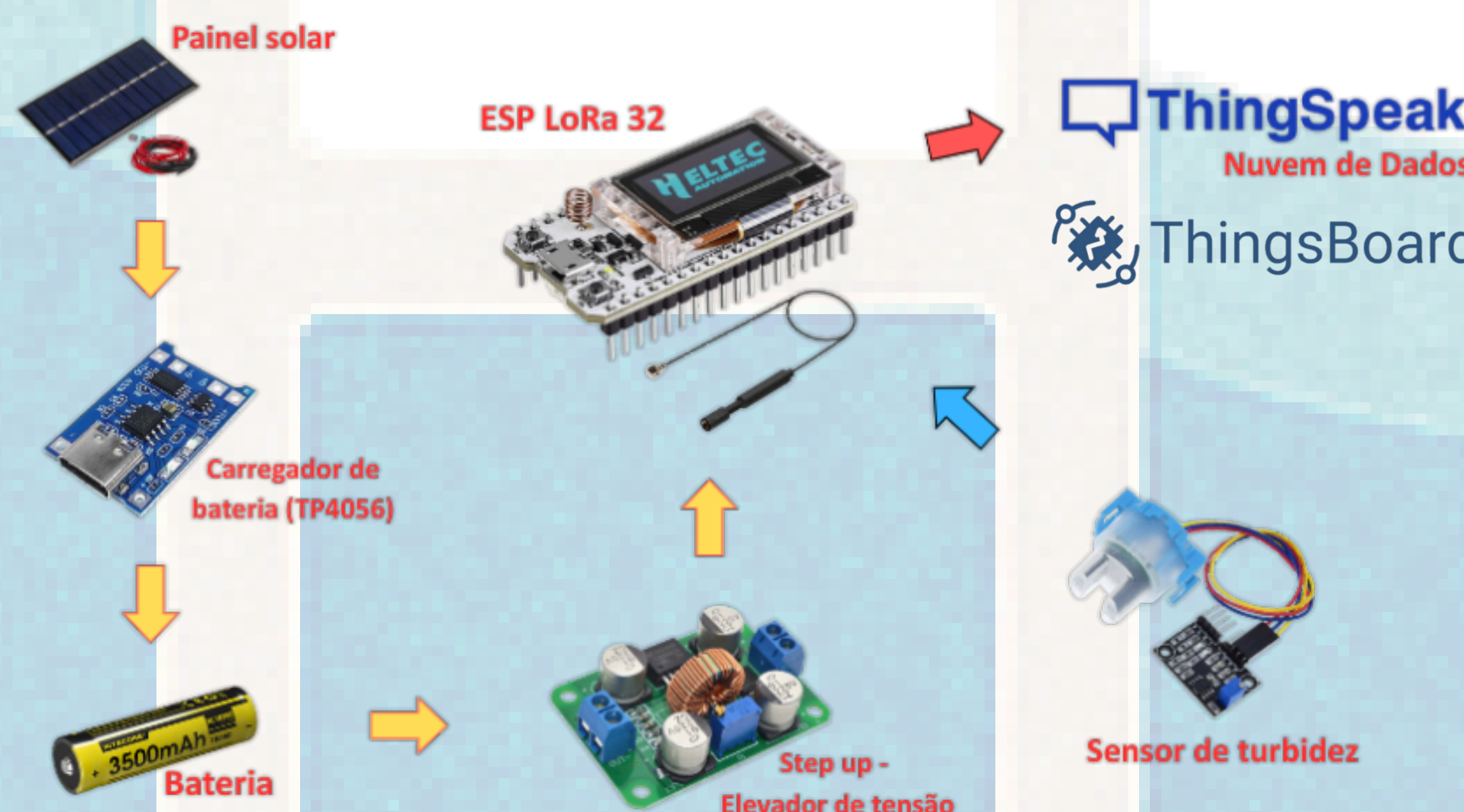


Figura 5. Modelo 3D do sistema autolimpante



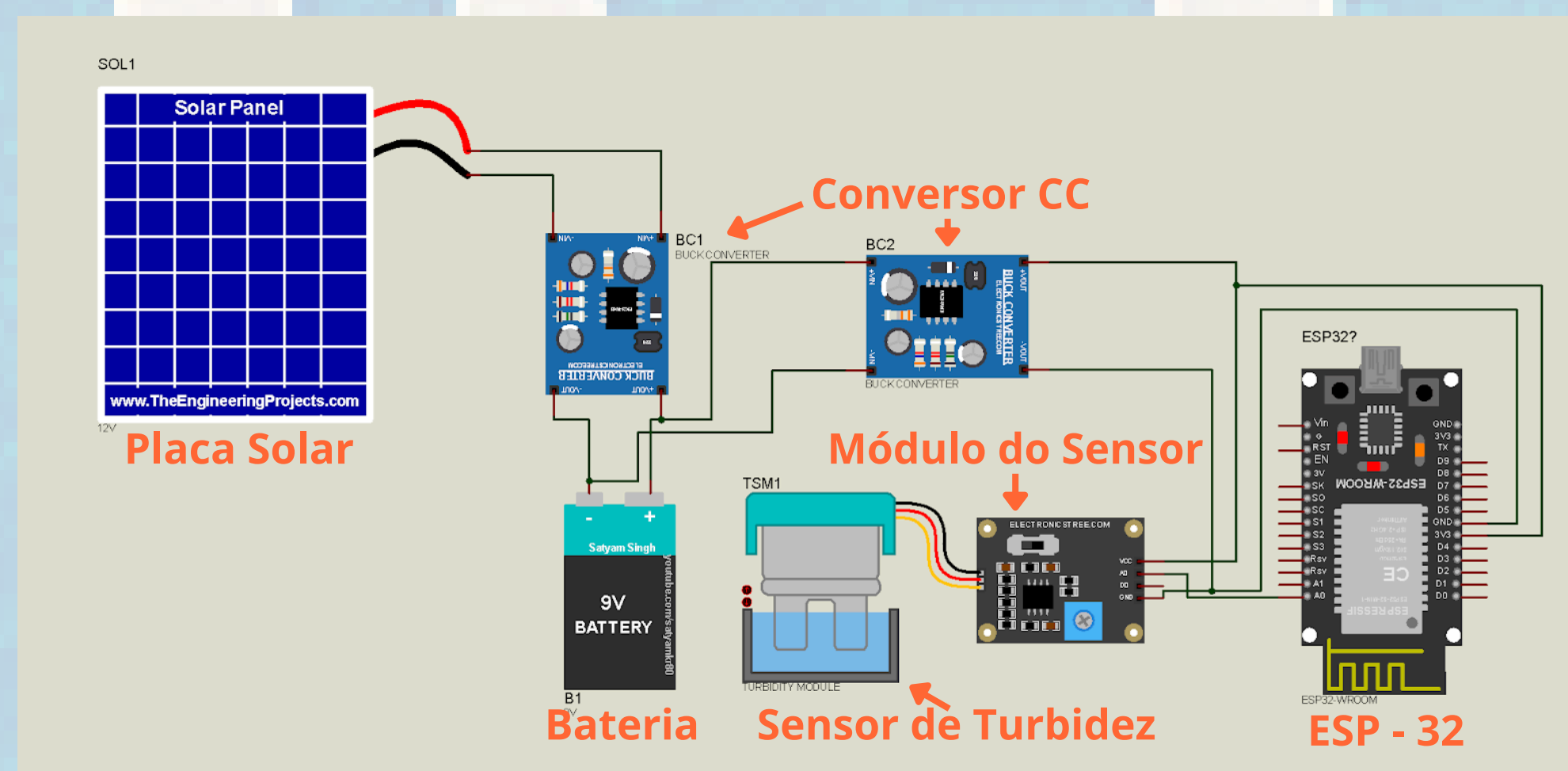
Fonte: Próprios Autores

Figura 6. Diagrama de blocos



Fonte: Próprios autores

Figura 7. Planejamento do Circuito Elétrico.



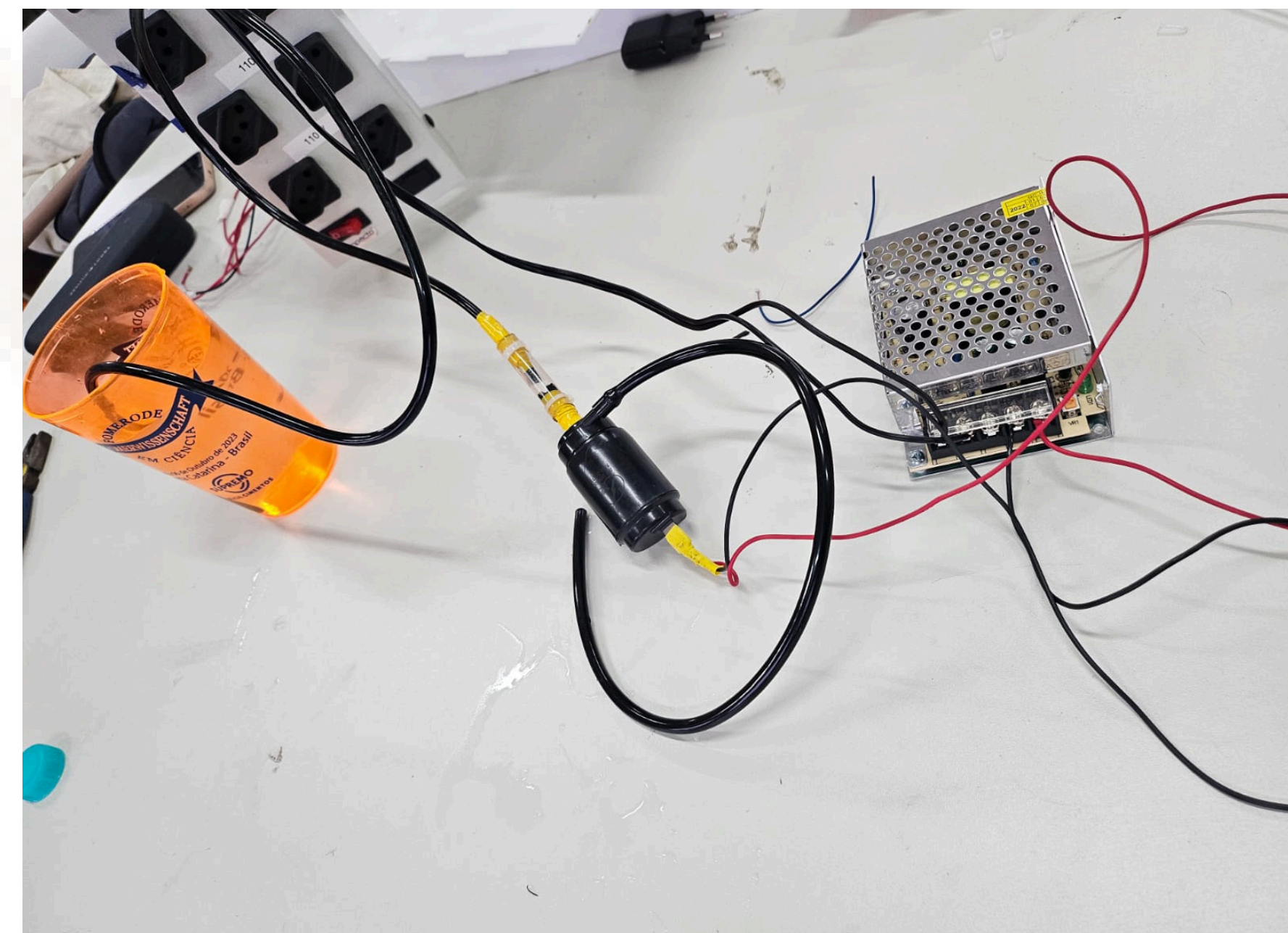
Fonte: Próprios autores

RESULTADOS

Durante o desenvolvimento do projeto, desenvolvemos, inicialmente, testes em recipientes com água e, depois de estruturados em um protótipo funcional, implementá-lo-emos em ambiente real para verificar a flutuação, resistência e precisão. Espera-se ter 4 protótipos operacionais interligados em uma rede LORA alimentados por energia verde solar e higrólétrica - enviando dados de sensores para a nuvem de dados, onde serão tratados e direcionados a uma rede neural onde a mesma fará um mapa de calor 3D, figura 11. Após a validação de testes em bancada, a previsão é realizar testes na fazenda marinha no Instituto de Pesca de Ubatuba.

O projeto já está em finalização da fase de bancada, Figuras 8 e 9, e já foi implementado em circuito impresso, Figura 10.

Figura 8. Protótipo do sistema de sutolimpeza por pressão água



Fonte: Próprios Autores

Figura 9. Circuito do sensor em funcionamento

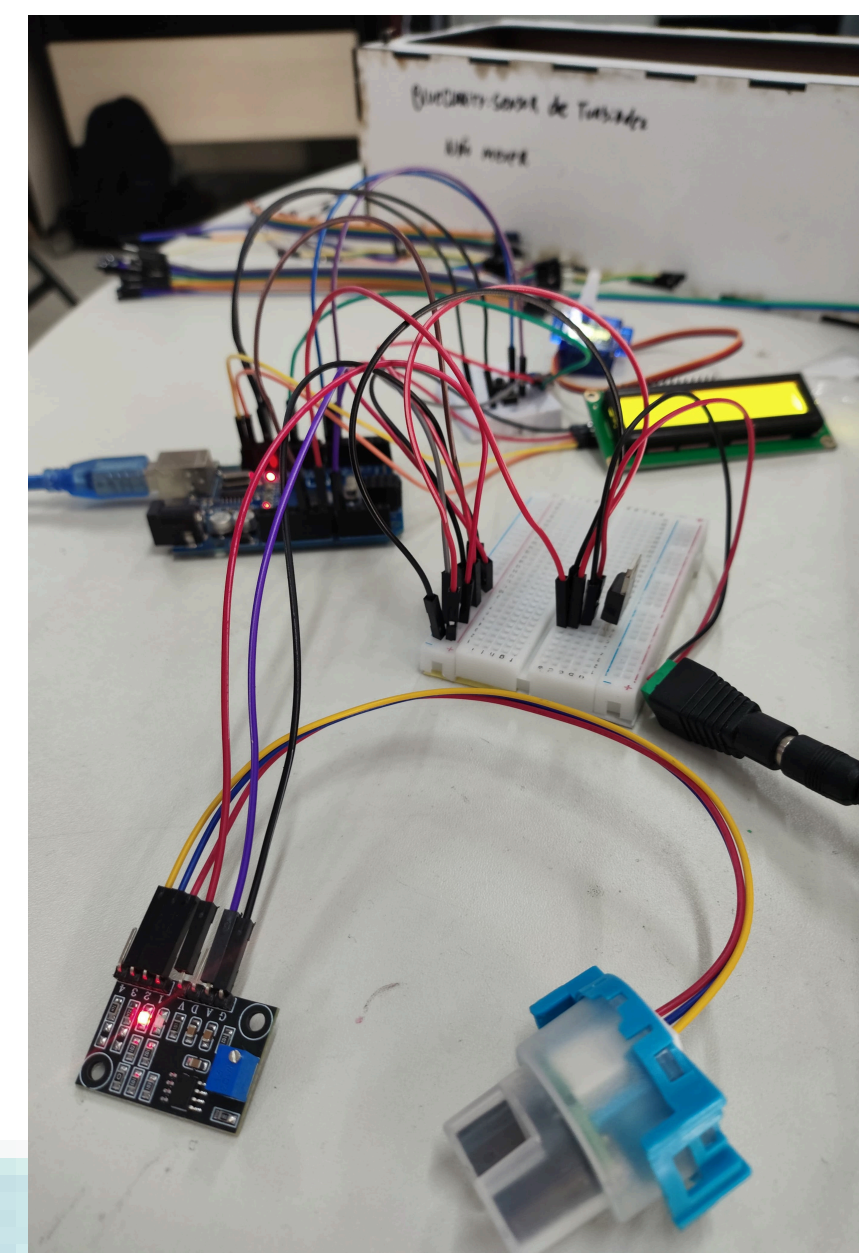
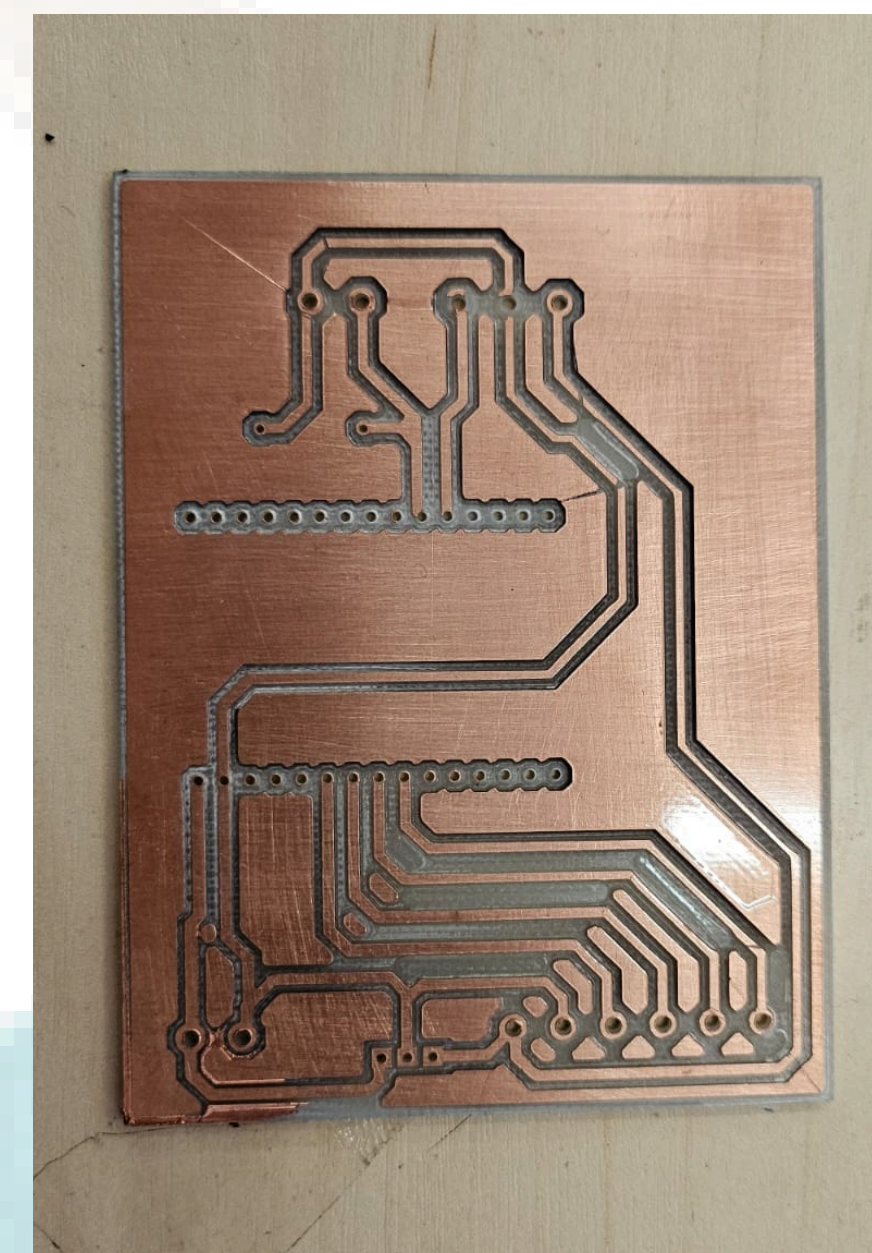
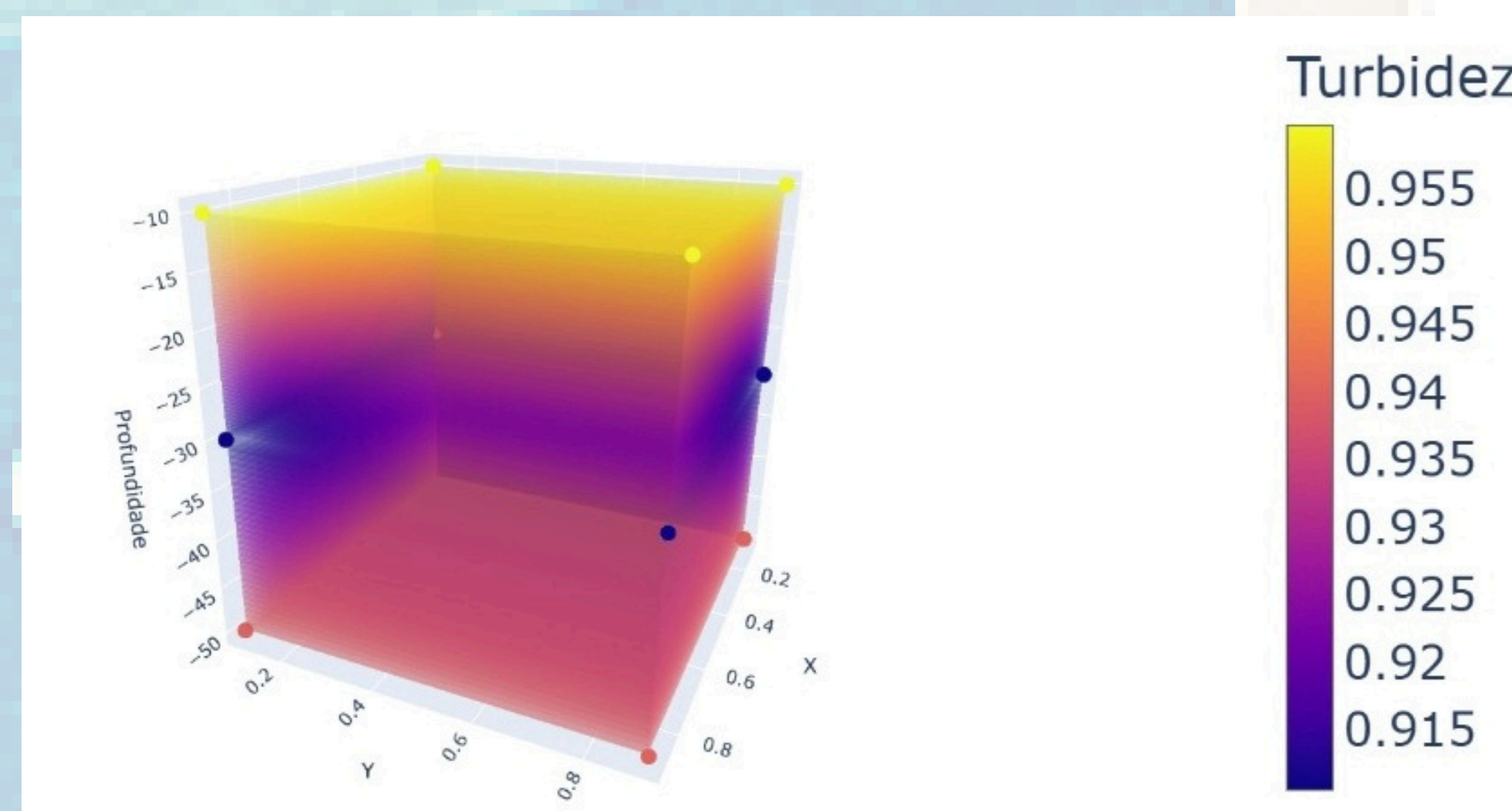


Figura 10. Circuito Impresso



Fonte: Próprios Autores

Figura 11. Mapa 3D da Turbidez



Fonte: Próprios Autores

CONCLUSÃO

O projeto de medição da turbidez da água está em andamento com resultados promissores. Até o momento, as atividades estão seguindo conforme o planejado, com um protótipo sendo validado em bancada. A equipe agora se concentra na evolução do design e na realização de testes operacionais com o modelamento do sistema de auto limpeza do sensor - programados para ocorrerem em uma fazenda marinha no litoral norte do estado de São Paulo.

REFERÊNCIAS

- CAHU, C. G. A. et al. A importância da qualidade da água na aquicultura. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, v. 2, n. 1, p. 17–28, 2007;
- FERREIRA, M. S. et al. “Bioincrustação em sensores aquáticos: desafios e soluções tecnológicas.” *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, 2020;
- RODRIGES, L. B. et al. Automação no monitoramento da qualidade da água: uma revisão de sensores e sistemas remotos. *Revista Gestão & Tecnologia*, v. 21, n. 1, p. 95–110, 2021

AGRADECIMENTOS