



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

FRANCISCO THIAGO ARAÚJO VAZ

**NAUTA: desenvolvimento de um aplicativo móvel e protótipo de módulo
embarcado para apoio ao monitoramento de travessias fluviais**

TERESINA, PIAUÍ
2026

FRANCISCO THIAGO ARAÚJO VAZ

NAUTA: desenvolvimento de um aplicativo móvel e protótipo de módulo embarcado para apoio ao monitoramento de travessias fluviais

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo Científico) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central.

Orientador: Prof. Me. Fernando Castelo Branco Gonçalves Santana

TERESINA, PIAUÍ
2026

NAUTA: desenvolvimento de um aplicativo móvel e protótipo de módulo embarcado para apoio ao monitoramento de travessias fluviais

Francisco Thiago Araújo Vaz¹

Fernando Castelo Branco Gonçalves Santana²

RESUMO

Este artigo apresenta o desenvolvimento do NAUTA, um sistema integrado para apoio ao monitoramento e gerenciamento de travessias fluviais, composto por aplicativo móvel, backend e módulo embarcado. A proposta busca contribuir para a modernização de serviços de transporte fluvial, oferecendo recursos como visualização da localização da balsa, registro de travessias, envio de mensagens, acompanhamento do status operacional e exibição de dados de telemetria. O aplicativo móvel é voltado tanto para usuários do serviço quanto para operadores, permitindo maior transparência e organização das informações relacionadas à travessia. O protótipo de módulo embarcado foi planejado considerando o uso futuro do ESP32, devido ao baixo custo, à conectividade sem fio integrada e à compatibilidade com sensores utilizados em aplicações de Internet das Coisas. Nesta etapa, a validação inicial foi realizada em ambiente controlado, por meio de montagem física preliminar e simulação computacional de variáveis operacionais da balsa, como temperatura, nível de combustível e carga da bateria. Os resultados demonstraram a viabilidade inicial da integração entre aplicativo móvel, API e hardware embarcado, servindo como base para futuras implantações em ambiente real.

Palavras-chave: telemetria; transporte fluvial; ESP32; aplicativo móvel; internet das coisas.

ABSTRACT

This article presents the development of NAUTA, an integrated system designed to support the monitoring and management of river ferry crossings, composed of a mobile application, a backend, and an embedded module. The proposal aims to contribute to the modernization of river transportation services by providing features such as ferry location visualization, crossing records, message exchange, operational status monitoring, and telemetry data display. The mobile application is intended for both service users and operators, promoting greater transparency and organization of crossing-related information. The embedded module prototype was designed considering the future use of the ESP32 microcontroller, due to its low cost, integrated wireless connectivity, and compatibility with sensors used in Internet of Things applications. At this stage, the initial validation was conducted in a controlled environment through a preliminary physical setup and computational simulation of ferry operational variables, such as temperature, fuel level, and battery charge. The results demonstrated the initial feasibility of integrating a

¹ Graduando em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Campus Teresina Central. E-mail: devthiago2015@gmail.com.

² Graduado em Tecnologia em Processamento de Dados pela Associação de Ensino Superior do Piauí e mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Maranhão. Instituto Federal do Piauí (IFPI). E-mail: fernandosantana@ifpi.edu.br

mobile application, API, and embedded hardware, providing a basis for future deployments in real operating environments.

Keywords: telemetry; river transportation; ESP32; mobile application; internet of things.

Data de Aprovação: 22/06/2026

1 INTRODUÇÃO

O transporte fluvial exerce papel fundamental na mobilidade de populações ribeirinhas e no deslocamento de pessoas, veículos e mercadorias em regiões onde o acesso terrestre é limitado ou inexistente. No Brasil, as hidrovias possuem relevância histórica e estratégica, especialmente em regiões dependentes de rios para integração territorial, logística e acesso a serviços essenciais (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - Ipea, 2012). Em muitos contextos, balsas e pequenas embarcações representam não apenas um meio de transporte, mas uma infraestrutura essencial para a ligação entre comunidades, municípios e atividades econômicas.

Apesar de sua importância, parte desses serviços ainda opera com baixa disponibilidade de recursos tecnológicos voltados ao acompanhamento da operação, à comunicação com usuários e ao registro sistemático das travessias. Essa limitação pode dificultar a gestão operacional, reduzir a previsibilidade para os passageiros e restringir o acesso a informações relevantes, como localização da embarcação, status de funcionamento, histórico de viagens e condições básicas de operação. Desafios relacionados à eficiência, segurança e transparência no transporte hidroviário são apontados como fatores que impactam a qualidade e a organização desse modal (RODRIGUES; CASTRO, 2014).

Nesse cenário, soluções baseadas em telemetria, Internet das Coisas e aplicativos móveis podem contribuir para modernizar o acompanhamento de embarcações. A telemetria permite a medição e transmissão remota de dados operacionais, possibilitando que informações relevantes sejam acompanhadas e utilizadas no apoio à tomada de decisão (MATTOS, 2004). Em ambientes navais e fluviais, sistemas de monitoramento também podem auxiliar na identificação de condições operacionais e no acompanhamento de variáveis relacionadas à embarcação (BONISIAWSKI *et al.*, 2019).

Diante desse contexto, este trabalho apresenta o NAUTA, um sistema integrado para apoio ao monitoramento e gerenciamento de travessias fluviais. A proposta é composta por um aplicativo móvel, uma camada de backend e um protótipo de módulo embarcado, com possibilidade de evolução para uma implementação baseada em ESP32. O aplicativo tem como finalidade permitir a visualização da localização da balsa, o envio de mensagens, o acompanhamento do status operacional e o acesso a funcionalidades administrativas, como registro de travessias e visualização de dados de

telemetria. O protótipo de módulo embarcado, por sua vez, é responsável pela validação inicial da coleta de dados por sensores e pela simulação de variáveis operacionais, possibilitando a construção de uma solução de baixo custo e menor complexidade.

O uso do ESP32 foi adotado por sua viabilidade em projetos de prototipagem, conectividade sem fio integrada e compatibilidade com sensores simples, tornando-o adequado para a validação inicial de um módulo embarcado voltado ao contexto fluvial. Nesta etapa, a validação foi realizada em ambiente controlado, por meio de testes em bancada e simulações capazes de representar variáveis operacionais da balsa, mantendo a implantação em ambiente real como possibilidade para trabalhos futuros.

Assim, o objetivo deste artigo é apresentar o desenvolvimento de um sistema integrado para apoio ao monitoramento de travessias fluviais, destacando sua arquitetura, seus principais módulos, as tecnologias utilizadas e a validação inicial do protótipo em ambiente controlado.

2 DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento deste trabalho caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de caráter experimental, voltada à construção e validação inicial de uma solução tecnológica em ambiente controlado. A elaboração do sistema foi organizada em etapas, envolvendo a definição da arquitetura, o desenvolvimento das interfaces móveis, o planejamento do backend, a montagem física preliminar do módulo embarcado e a simulação das variáveis de telemetria. Embora a proposta considere o uso futuro do ESP32 como plataforma embarcada, a validação inicial da lógica de aquisição dos dados foi realizada com Arduino UNO e simulação no ambiente Wokwi, permitindo testar o comportamento das leituras antes da integração completa com o hardware definitivo.

Durante o desenvolvimento do trabalho, também foram utilizadas ferramentas de inteligência artificial generativa como apoio ao processo de revisão textual, organização de ideias e aceleração de etapas de desenvolvimento das interfaces móveis. O ChatGPT, baseado no modelo GPT-5.5, foi utilizado como ferramenta auxiliar para revisão, reformulação textual e apoio à estruturação acadêmica do artigo. Além disso, o Codex foi empregado como suporte ao desenvolvimento e refinamento de trechos de código relacionados ao aplicativo móvel. Ressalta-se que o uso dessas ferramentas ocorreu de forma assistiva, cabendo ao autor a análise, adaptação, validação e responsabilidade final pelo conteúdo produzido, pelas decisões técnicas adotadas e pelos resultados apresentados.

2.1. VISÃO GERAL DO SISTEMA PROPOSTO

O sistema proposto tem como finalidade apoiar o monitoramento e o gerenciamento de travessias fluviais, reunindo funcionalidades voltadas à organização operacional da balsa, ao acompanhamento por parte dos usuários e à visualização de dados básicos de telemetria pelos operadores.

A arquitetura foi organizada em três módulos principais: aplicativo móvel, backend e módulo embarcado. O aplicativo concentra a interface de interação com passageiros e operadores; o backend é responsável pela organização, armazenamento e disponibilização dos dados; e o módulo embarcado tem como função coletar ou simular variáveis operacionais relacionadas à embarcação.

A solução contempla dois perfis principais de usuários. Os passageiros podem visualizar a localização da balsa, acompanhar o status de funcionamento e enviar mensagens à administração. Os operadores, por sua vez, possuem acesso a funcionalidades administrativas, como registro de travessias, acompanhamento do histórico de viagens, visualização de dados de telemetria e alteração do status operacional da embarcação.

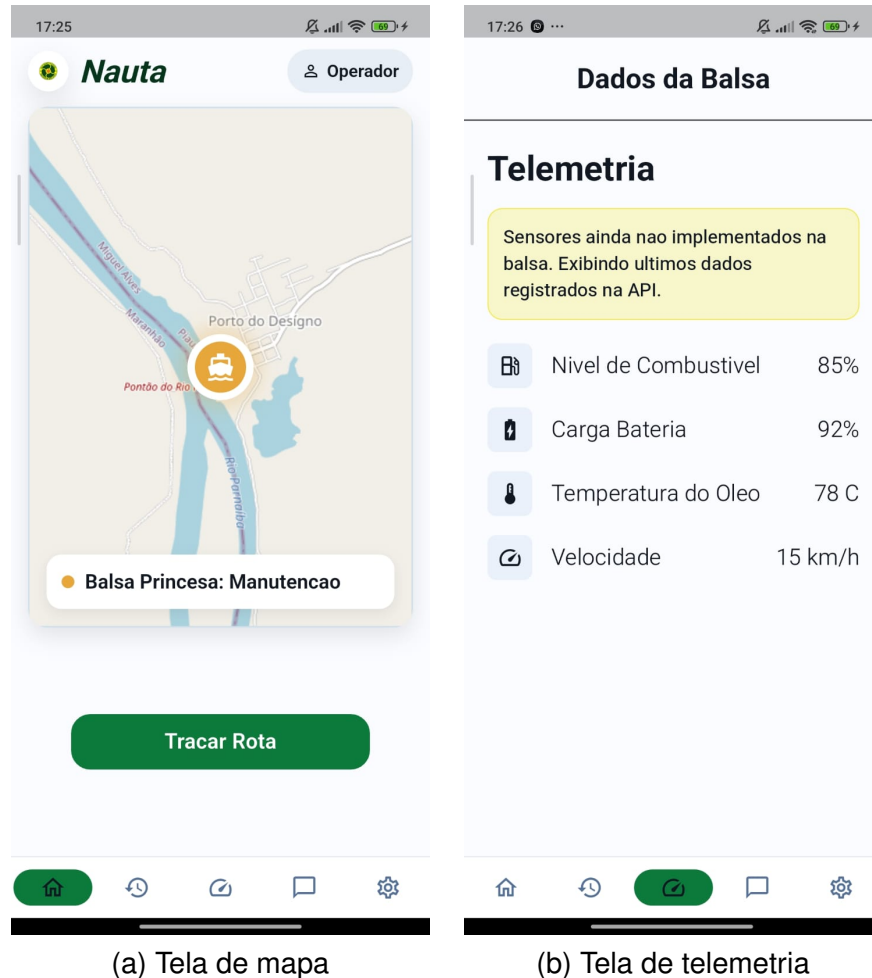
2.2. APLICATIVO MÓVEL

O aplicativo móvel foi desenvolvido como o principal meio de acesso às funcionalidades do sistema, concentrando a interação com usuários e operadores. A aplicação contempla telas voltadas à visualização da localização da balsa, consulta de telemetria, envio de mensagens, registro e acompanhamento de travessias, além de recursos administrativos destinados ao controle operacional.

Para o desenvolvimento da interface móvel, foram utilizadas as tecnologias Flutter e Dart, que permitem a criação de aplicações multiplataforma a partir de uma única base de código (Google, 2026). Essa escolha possibilitou a construção de telas voltadas à visualização de informações operacionais da balsa, como mapa, status, dados de telemetria e histórico de travessias.

As telas de mapa e telemetria representam duas funcionalidades centrais da aplicação. A primeira permite visualizar a região de operação da balsa e acompanhar seu status, enquanto a segunda apresenta dados operacionais da embarcação, como nível de combustível, carga da bateria, temperatura e velocidade. No estágio atual do desenvolvimento, parte dessas informações pode ser simulada ou registrada de forma controlada, mantendo a integração completa com sensores físicos como uma evolução do protótipo.

Figura 1 – Telas de mapa e telemetria do aplicativo



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

A Figura 1 evidencia a organização visual das informações no aplicativo, reunindo recursos de acompanhamento da localização da embarcação e consulta de variáveis operacionais.

Outra funcionalidade implementada é o gerenciamento de travessias. Essa tela permite visualizar registros de viagens realizadas, contendo informações como código da travessia, operador, origem, destino, data e horário. Esse recurso contribui para a organização administrativa do serviço e para a formação de um histórico operacional.

Figura 2 – Tela de histórico e registro de travessias do aplicativo



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

A Figura 2 apresenta a interface destinada ao acompanhamento das viagens registradas, permitindo maior controle sobre a rotina operacional da balsa.

2.3. BACKEND E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS

O backend foi planejado como uma API REST responsável por intermediar a comunicação entre o aplicativo móvel, o banco de dados e, futuramente, o módulo embarcado. Essa camada centraliza as regras de negócio e organiza informações relacionadas a usuários, mensagens, travessias, status da balsa e registros de telemetria.

Para essa camada, foi considerada a utilização do Django REST Framework, tecnologia voltada à construção de APIs Web em aplicações baseadas em Django (Encode OSS Ltd., 2026). O backend tem como função disponibilizar endpoints para o aplicativo móvel, permitindo o armazenamento e a recuperação de informações necessárias ao funcionamento do sistema.

A separação entre interface, regras de negócio e armazenamento contribui para a manutenção e evolução da solução. Dessa forma, alterações no aplicativo móvel ou no

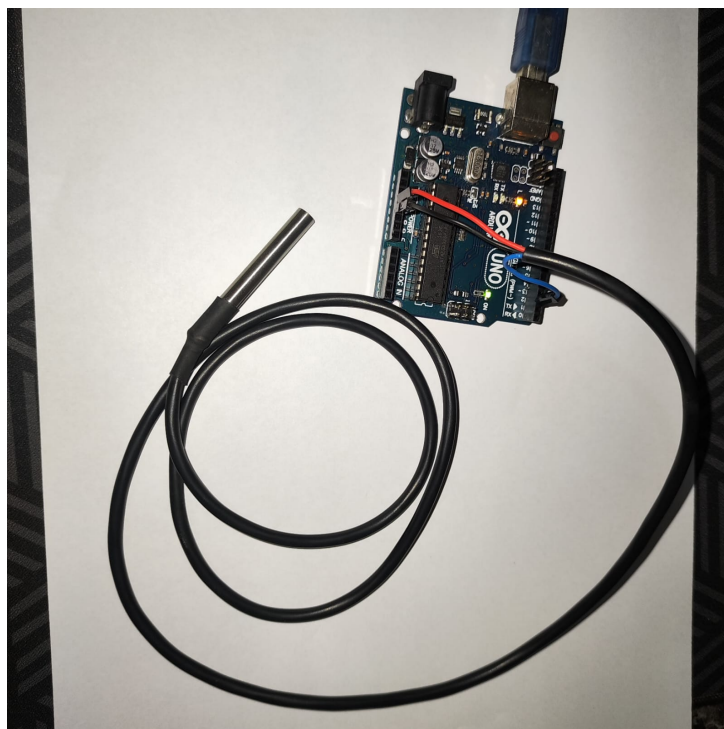
módulo embarcado podem ser realizadas sem comprometer diretamente a organização dos dados.

2.4. MÓDULO EMBARCADO E SIMULAÇÃO DA TELEMETRIA

O módulo embarcado tem como finalidade coletar dados operacionais da balsa e disponibilizá-los para o sistema. Na proposta final, esse módulo será baseado no ESP32, devido à conectividade sem fio integrada, ao baixo custo e à compatibilidade com sensores utilizados em aplicações de Internet das Coisas (Espressif Systems, 2025).

Nesta etapa do trabalho, foram utilizadas duas abordagens complementares: uma montagem física preliminar em bancada e uma simulação computacional. A montagem física foi realizada com uma placa Arduino UNO conectada a um sensor digital de temperatura DS18B20. O Arduino UNO foi utilizado por sua disponibilidade e facilidade de prototipagem (Arduino, 2026), enquanto o DS18B20 foi empregado para representar a aquisição de uma variável térmica em ambiente controlado (Analog Devices, 2024).

Figura 3 – Protótipo físico em bancada com Arduino UNO e sensor DS18B20



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

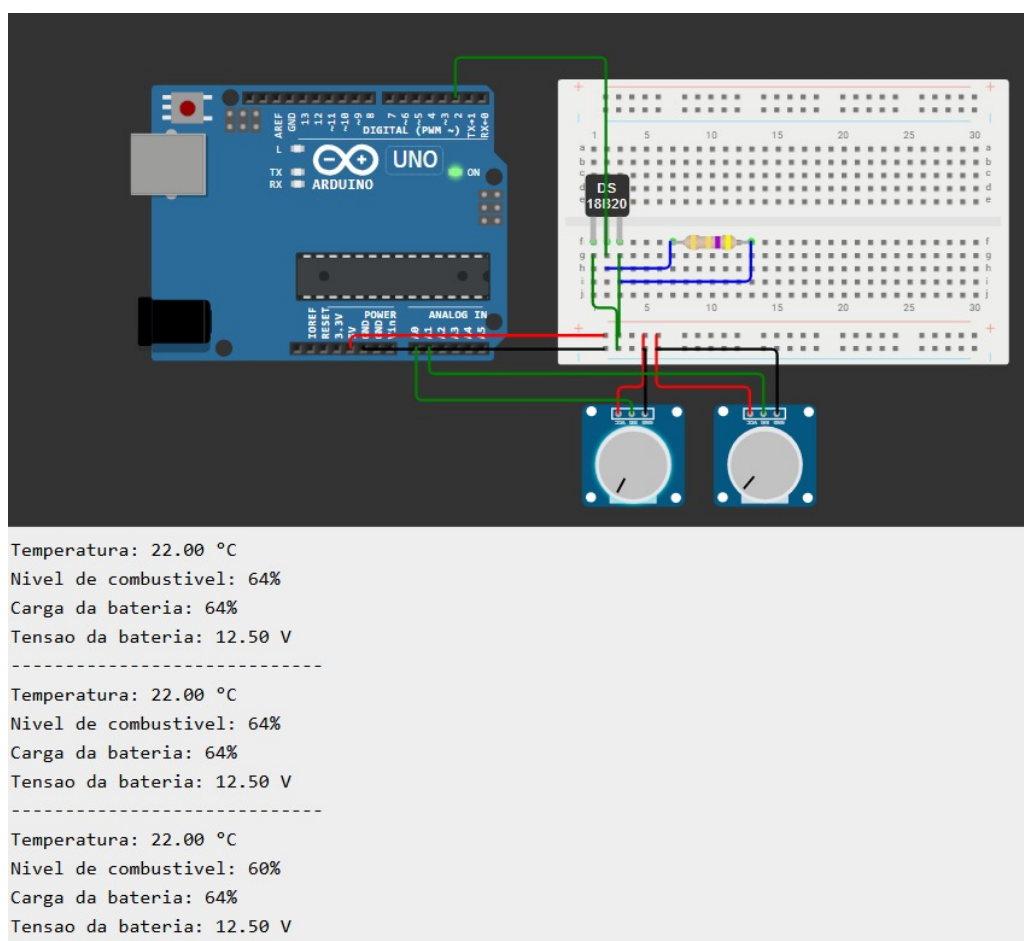
A Figura 3 apresenta a montagem física preliminar utilizada como apoio à estruturação do módulo de telemetria. Essa etapa permitiu observar a disposição dos componentes e preparar o ambiente para testes iniciais de aquisição de dados.

Além da montagem física, foi realizada uma simulação no ambiente Wokwi para validar a lógica de leitura e apresentação dos dados de telemetria. O circuito simulado

utilizou uma placa Arduino UNO, um sensor DS18B20, um resistor de pull-up de 4,7 k Ω e dois potenciômetros conectados às entradas analógicas.

Os potenciômetros foram utilizados para representar o nível de combustível e a carga da bateria. Essa escolha permitiu simular a variação de grandezas operacionais sem a necessidade imediata de sensores físicos específicos. No caso do combustível, o potenciômetro representa o comportamento de um sensor resistivo, como uma boia de nível. Para a bateria, a leitura analógica foi convertida em porcentagem e em tensão simulada.

Figura 4 – Simulação do módulo de telemetria no ambiente Wokwi



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

A Figura 4 mostra o circuito simulado e os valores exibidos no monitor serial, incluindo temperatura, nível de combustível, carga da bateria e tensão simulada. Ao alterar a posição dos potenciômetros, os valores correspondentes foram modificados, indicando o funcionamento da conversão das leituras analógicas em valores percentuais.

Essa etapa contribuiu para validar a lógica básica de leitura, conversão e apresentação dos dados antes da integração completa com sensores físicos. Entretanto, o sensor DS18B20 foi utilizado como recurso de validação inicial. Para aplicações reais envolvendo medição direta da temperatura do óleo do motor ou ambientes sujeitos a

vibração, aquecimento elevado e exposição química, é necessário utilizar sensores apropriados para ambiente automotivo ou industrial, com encapsulamento e resistência compatíveis com as condições de operação.

2.5. SÍNTESE DAS TECNOLOGIAS UTILIZADAS

O Quadro 1 apresenta uma síntese das principais tecnologias e recursos utilizados ou previstos no desenvolvimento.

Quadro 1: Tecnologias e recursos utilizados no desenvolvimento

Módulo	Tecnologias e recursos
Aplicativo móvel	Flutter, Dart, telas de mapa, telemetria, travessias, mensagens e status operacional.
Backend	API REST, Django REST Framework, autenticação, banco de dados e organização dos registros do sistema.
Módulo embarcado	ESP32 como proposta final, Arduino UNO em bancada e sensor DS18B20 para testes iniciais.
Simulação de telemetria	Wokwi, Arduino UNO, DS18B20, resistor de pull-up, potenciômetros e monitor serial.
Validação inicial	Protótipo físico em bancada, simulação computacional e análise das leituras obtidas.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

3 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de um sistema voltado ao apoio do monitoramento e gerenciamento de travessias fluviais. A proposta foi estruturada a partir da integração entre aplicativo móvel, backend e módulo embarcado, com o objetivo de organizar informações operacionais da balsa, facilitar o acompanhamento por parte dos usuários e disponibilizar dados básicos de telemetria aos operadores.

Os objetivos propostos foram parcialmente alcançados. O aplicativo móvel foi desenvolvido com telas voltadas à visualização da localização da balsa, consulta de telemetria, registro de travessias e interação com os usuários. O backend foi planejado como uma API responsável pela organização dos dados e pela comunicação entre os módulos. Além disso, foi realizada uma validação inicial da lógica de telemetria por meio de uma montagem física preliminar e de uma simulação computacional.

A simulação do módulo de telemetria permitiu verificar a leitura de temperatura, nível de combustível e carga da bateria. A temperatura foi representada pelo sensor DS18B20, enquanto o nível de combustível e a carga da bateria foram simulados por potenciômetros conectados às entradas analógicas do Arduino. Os valores exibidos no monitor serial demonstraram o funcionamento da lógica de leitura, conversão

e apresentação dos dados, contribuindo para validar a proposta inicial do módulo embarcado.

Apesar dos resultados obtidos, o trabalho apresenta limitações relacionadas principalmente à integração completa entre os módulos e à validação em ambiente real de operação. A integração automática entre o módulo embarcado físico, o backend e o aplicativo móvel ainda não foi realizada em uma embarcação. Além disso, parte das variáveis operacionais foi simulada, indicando a necessidade de testes futuros com sensores apropriados para uso embarcado, especialmente em condições de vibração, aquecimento, umidade e exposição a óleo ou combustível.

Como trabalhos futuros, sugere-se a implementação do módulo embarcado com ESP32, a integração automática com a API e a utilização de sensores adequados para nível de combustível, tensão da bateria e temperatura em ambiente real. Também se recomenda avaliar a utilização de um módulo GSM para transmissão dos dados em locais onde não haja disponibilidade de rede Wi-Fi, tornando a solução mais adequada ao contexto de operação fluvial. Além disso, propõe-se a realização de testes em bancada mais completos, testes em embarcação e validação com usuários e operadores, a fim de avaliar a usabilidade, a clareza das informações apresentadas e a contribuição do sistema para a rotina operacional da balsa.

Dessa forma, conclui-se que a solução proposta apresenta viabilidade inicial como ferramenta de apoio ao monitoramento de balsas, contribuindo para a organização dos dados operacionais e para a visualização de informações relevantes por usuários e operadores.

REFERÊNCIAS

Analog Devices. **DS18B20: Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer**. [S.l.], 2024. Disponível em: <<https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ds18b20.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2026.

Arduino. **Arduino UNO R3**. 2026. Disponível em: <<https://docs.arduino.cc/hardware/uno-rev3>>. Acesso em: 07 jun. 2026.

BONISIAWSKI, M. *et al.* A novel telemetry system for real time, ship main propulsion power measurement. **Sensors**, v. 19, n. 21, p. 4771, 2019. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1424-8220/19/21/4771>>.

Encode OSS Ltd. **Django REST Framework**. 2026. Disponível em: <<https://www.django-rest-framework.org/>>. Acesso em: 07 jun. 2026.

Espressif Systems. **ESP32 Series Datasheet**. [S.l.], 2025. Disponível em: <https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2026.

Google. **Flutter: Build apps for any screen**. 2026. Disponível em: <<https://flutter.dev>>. Acesso em: 07 jun. 2026.

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - Ipea. **Hidroviias no Brasil: perspectiva histórica, custos e institucionalidade**. [S.l.], 2012. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2714/1/TD_1931.pdf>.

MATTOS, A. N. de. **Telemetria e conceitos relacionados**. São José dos Campos: INPE, 2004.

RODRIGUES, J. R.; CASTRO, E. M. R. Transporte hidroviário, portos e terminais interiores na amazônia brasileira: uma análise sobre seus papéis na política pública territorial. **Geo UERJ**, v. 16, n. 25, p. 115–137, 2014. Disponível em: <<http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/8197>>.