

MODULAGRO: Protótipo de sensor de monitoramento e automação da irrigação para a agricultura familiar

Ramon da Costa da Silva¹, Rangel Miranda do Carmo¹, Sofia Paes Lobato¹,
Eliezer Miranda Coelho¹, Giovani Guimarães Lisboa¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA) – Campus Cametá
Cametá, PA – Brasil

{ramoncosta52143@gmail.com, rangelmiranda8918@gmail.com,
sofiapaes678@gmail.com, beatrizsouza180223@gmail.com,
eliezer.coelho@ifpa.edu.br, giovani.lisboa@ifpa.edu.br}

Abstract. *The IF Maker Cametá laboratory developed a prototype for automated monitoring and control of the irrigation process, in order to meet the technological demands of small producers in the region where it is located. The prototype uses an ESP32 microcontroller and several sensors, with local storage on a microSD card and data transmission to a cloud database via Wi-Fi. Initial tests demonstrated stable sensor readings and reliable operation of storage and communication with the database. The project demonstrates the potential of makerspaces in the practical training of students and in the development of technological solutions for family farming.*

Resumo. *O laboratório IF Maker Cametá desenvolveu um protótipo para monitoramento e controle automatizado do processo de irrigação, a fim de atender as demandas tecnológicas dos pequenos produtores da região onde está localizado. O protótipo utiliza um microcontrolador ESP32 e diversos sensores, com armazenamento local em cartão microSD e envio de dados para banco de dados em nuvem via Wi-Fi. Os testes iniciais demonstraram leituras estáveis dos sensores e funcionamento confiável do armazenamento e da comunicação com o banco de dados. O projeto demonstra o potencial dos espaços makers na formação prática dos estudantes e no desenvolvimento de soluções tecnológicas para a agricultura familiar.*

1. Introdução

O IFPA campus Cametá está localizado na região do Baixo Tocantins, na qual o setor produtivo está tradicionalmente ligado à produção agrícola, protagonizada pela agricultura familiar. Segundo dados do Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2017), quase a totalidade dos estabelecimentos agrícolas dos municípios que compõem a área de abrangência do campus são de agricultura familiar: Cametá (92%), Baião (88%), Limoeiro do Ajuru (92%), Mocajuba (90%) e Oeiras do Pará (97%).

Entretanto, estes produtores ainda demandam de tecnologias adaptadas ao seu modo de produzir, a fim de ampliar e otimizar suas capacidades produtivas. Sendo que, uma das grandes demandas está relacionada ao processo de irrigação, posto que o percentual de estabelecimentos que declaram utilizar irrigação na produção ainda é baixo nesses municípios (Cametá - 3,87%; Baião - 9,04%; Limoeiro do Ajuru - 0,15%; Mocajuba - 5,27%; e Oeiras do Pará - 3,51%) (IBGE, 2017).

Segundo Aringo et al., 2022, atualmente, 69% da água retirada globalmente é utilizada na agricultura, principalmente para irrigação. E, em alguns países em desenvolvimento, este percentual pode chegar a 95%.

Assim, o laboratório de inovação tecnológica, IF Maker Cametá, desenvolveu um protótipo para monitorar e controlar o processo de irrigação, a fim de solucionar as demandas de informatização e automação dos produtores regionais.

2. Metodologia de desenvolvimento

2.1. Definição de requisitos e seleção de materiais

A primeira etapa no processo de prototipação da presente tecnologia foi a definição dos requisitos que deveriam ser atendidos pelo protótipo, sendo estes: a) monitorar continuamente parâmetros específicos (umidade do solo, umidade do ar, temperatura do ar e estado da chuva); b) acionar o sistema de irrigação; c) armazenar periodicamente as leituras dos sensores, do estado da irrigação e do estado da chuva; d) atualizar periodicamente banco de dados online com as informações armazenadas localmente; e e) operar com alimentação por baterias.

Com os requisitos definidos, pode-se selecionar os materiais mais adequados ao projeto. Para a construção do protótipo foram utilizados: ESP32 Lolin Lite como microcontrolador, por incluir conexões bluetooth e Wi-Fi; sensor de umidade de solo capacitivo; sensor DHT22; LCD 16x2 com I2C; sensor de chuva FC-37; módulo RTC DS3231 (Real Time Clock); módulo MicroSD; válvula solenoide 12v; módulo relé 5v; *shield* para bateria 18650; diodo *flyback* 1N4007; resistores e conexões.

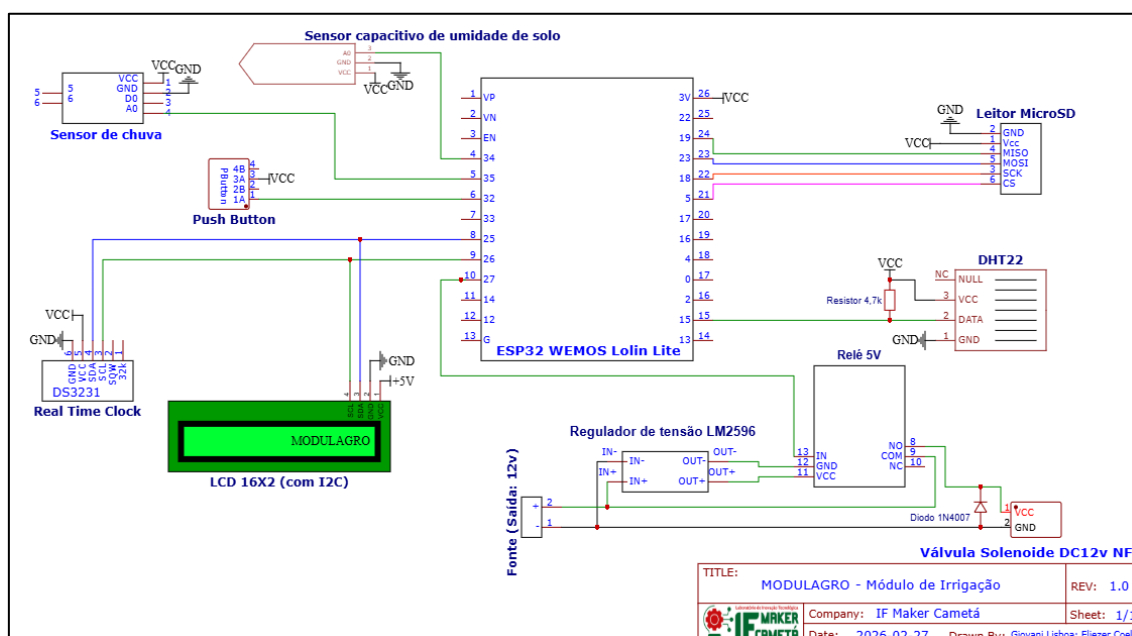


Figura 1. Esquema de montagem do sensor de irrigação

2.2. Desenvolvimento do protótipo e testes de bancada

Nessa fase os componentes foram inicialmente montados em *proto board* para validação elétrica e funcional do sistema. A inclusão dos sensores e módulos foi realizada de

maneira gradual, a fim de garantir a plena funcionalidade de cada componente antes da implementação do seguinte.

Paralelamente, foi desenvolvido o *software* embarcado no microcontrolador, incluindo rotinas para leitura periódica dos sensores, controle do acionamento da irrigação, registro de dados com data e hora no armazenamento interno, envio de dados para o banco de dados em nuvem, gerenciamento da conexão Wi-Fi, exibição de informações na tela LCD e reinicialização manual do sistema via *push button*.

2.3. Fabricação do invólucro e montagem do protótipo

Concluída a etapa de validação funcional, foi fabricado um invólucro para proteger os componentes eletrônicos contra umidade, poeira e impactos mecânicos, a fim de facilitar o manuseio do equipamento e possibilitar a realização de testes em campo. A modelagem do invólucro foi realizada no software *Autodesk Fusion*. Para fabricação utilizou-se impressora 3D FDM e filamento PETG, já que o material apresenta boa resistência térmica e mecânica, sendo ideal para projetos que serão expostos ao ambiente externo.

Após a preparação do invólucro, os componentes eletrônicos foram montados de forma definitiva, substituindo-se as conexões provisórias de bancada por ligações permanentes e mais resistentes por meio de soldagem e colagem, conforme Figura 2.



Figura 2. Protótipo do sensor de monitoramento e automação da irrigação

2.4. Comunicação com o banco de dados *online*

A etapa final do desenvolvimento consistiu na implementação da comunicação com bancos de dados online. O microcontrolador foi configurado para estabelecer conexão com rede Wi-Fi e enviar periodicamente os dados dos sensores para uma planilha online por meio de requisições HTTP. Os dados transmitidos incluem informações de data e hora, valores dos sensores e estado do sistema de irrigação.

Essa funcionalidade possibilita o acompanhamento remoto do funcionamento do sistema e a análise histórica das variáveis monitoradas. Além do envio para a nuvem, o sistema mantém o armazenamento local em cartão de memória como forma de redundância, garantindo a preservação das informações mesmo em situações de falha de comunicação.

3. Resultados

Durante os testes de bancada, os sensores apresentaram leituras estáveis ao longo do tempo e o sistema reagiu conforme o esperado quando foram simuladas situações de níveis de umidade insuficientes ou elevados, bem como condições de ocorrência de chuva. O armazenamento das informações no cartão microSD também ocorreu conforme previsto, e o sistema foi capaz de atualizar corretamente o banco de dados em nuvem, mesmo diante de interrupções na conexão Wi-Fi.

Contudo, devido ao uso contínuo do Wi-Fi, o protótipo apresentou consumo energético superior ao planejado inicialmente, fato que inviabilizou a implementação de um sistema de alimentação por energia solar nesta primeira etapa de desenvolvimento. A fim de solucionar essa limitação, foi idealizado um módulo gerenciador cuja função será intermediar a comunicação entre os sensores instalados em campo e o banco de dados em nuvem. Esse novo módulo será instalado em ambiente interno, onde poderá ter acesso contínuo à rede elétrica convencional e à conexão Wi-Fi.

Com a utilização desse módulo intermediário, será possível reduzir o consumo energético do sistema de duas formas. Primeiramente, as informações dos sensores passarão a ser exibidas no módulo gerenciador, o que permitirá a retirada da tela LCD do protótipo instalado em campo. Além disso, será possível utilizar o protocolo de comunicação ESP-NOW para o envio de dados dos sensores ao módulo gerenciador, sendo uma alternativa de consumo energético significativamente menor em comparação com o uso do Wi-Fi.

4. Considerações finais

O protótipo desenvolvido apresentou resultados satisfatórios nos testes iniciais. As próximas etapas de desenvolvimento incluirão, de forma concomitante, a realização de testes no viveiro de mudas localizado no campus, o ajuste dos parâmetros de operação (umidade mínima e máxima), o controle da irrigação por meio do aplicativo móvel já desenvolvido, a construção do módulo gerenciador e a implementação de alimentação por energia solar.

Por fim, pode-se concluir que espaços *makers* permitem que os discentes consolidem, de forma prática, os conhecimentos construídos em sala de aula, ao mesmo tempo em que desenvolvem soluções para problemas reais de suas comunidades.

5. Agradecimentos

Agradecemos à PROPPG/IFPA, pelo apoio na estruturação do IF Maker Cametá, e à PROEX/IFPA, pela concessão do auxílio financeiro ao projeto.

Referências

- Aringo, M. Q.; Martinez, C. G.; Martinez, O. G.; Ella, V. B. Development of Low-cost Soil Moisture Monitoring System for Efficient Irrigation Water Management of Upland Crops. In: **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, IOP Publishing, v. 1038, n. 1, p. 012029, jun 2022.
- IBGE. **Censo agropecuário 2017**: resultados definitivos. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <<https://censoagro2017.ibge.gov.br/resultados-censo-agro-2017.html>>. Acesso em 22 fev 2026.