

TAREFA 4

Desenvolvimento de uma Solução IoT

Nome: Ronaldo Urquiza Herculano Filho

Matrícula: 202421511720099

1. PLANEJAMENTO DO PROJETO IOT

O planejamento é a etapa inicial e fundamental no desenvolvimento de qualquer solução baseada em Internet das Coisas (IoT). Neste capítulo, serão definidos os elementos estruturais do projeto, como o título, a descrição geral, a área de aplicação e os recursos tecnológicos que embasam a solução proposta.

1.1. Título do Projeto

SISTEMA IOT PARA SENSORIAMENTO DE TORRES AEROPÔNICAS

1.2. Resumo do Projeto

A dificuldade de monitorar variáveis vitais em sistemas hidropônicos, especialmente entre iniciantes, aliada à eficiência desses modelos na economia de recursos naturais e humanos, motivou o desenvolvimento de um sistema embarcado completo para sensoriar cultivos de vegetais em torres aeropônicas. O sistema proposto integra sensores para medir temperatura, condutividade elétrica, pH e nível de água da solução nutritiva, uma mistura de água e nutrientes usados em sistemas de cultivo sem solo. O projeto também conta com a expansão para sensores de umidade das raízes dos vegetais que se deseja cultivar. A ESP32 DevKit V1 foi empregada como unidade de processamento central, destacando-se pelo baixo consumo energético e suporte a conectividade Wi-Fi e outros protocolos de rede. Os dados coletados são transmitidos em tempo real para uma interface remota baseada na plataforma **dojot**, permitindo ao usuário monitorar sua horta de diferentes locais do mundo, contanto que o circuito esteja ligado, conectado e enviando dados. Os resultados mostram que o sistema garante medições interessantes para o cultivo, contribuindo para maior eficiência, sustentabilidade e acessibilidade à prática aeropônica.

Área de Aplicação

Automação agrícola.

1.3. Tecnologia de Rede e Comunicação

Tipo de rede Wan e protocolo de comunicação MQTT

1.4. Fundamentação teórica

Em essência a hidroponia trabalha com a água e, implicitamente, com soluções nutritivas que substituam a falta de nutrientes que seriam providos pelo solo (DOUGLAS, 1987). Ela busca o controle de outras variáveis de produção, tais como a temperatura, a umidade, o pH e a intensidade luminosa a qual as plantas são submetidas. Além disso, essa prática permite uma flexibilidade e adaptação a diferentes espaços, desde que possuam incidência de luz solar. O real interesse na hidroponia surge porque ela tem como principais atributos a possibilidade de larga produção com uso racional da água, estimando, de acordo com o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS, 2023), uma economia de 20 vezes menos água do que a agricultura convencional, além da qualidade superior da produção, uma vez que o uso de agrotóxicos é minimizado.

Diferentes técnicas hidropônicas existem, mas o foco deste trabalho está na aeroponia. Segundo (OSUNA, 2023), a aeroponia é o termo que se refere ao cultivo de plantas com raízes expostas a uma

névoa ou gotejamento de solução nutritiva, que não utiliza solo ou substrato e não possui a imersão do sistema radicular da planta em solução nutritiva, de forma que as raízes são mantidas suspensas no ar e no interior de um ambiente escuro.

Figura 1 – Protótipo idealizado



Fonte: Acervo pessoal.

2. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Os sensores que fazem parte do sistema aeropônico deste projeto foram escolhidos de acordo com os preceitos da hidroponia, cuja essência se baseia em realizar o controle sobre algumas propriedades das soluções nutritivas. Dessa forma, este projeto trabalha com sensor de temperatura, condutividade elétrica, pH, bem como de sensor de umidade para as raízes das plantas e sensores de nível de água para medir a quantidade de solução nutritiva presente no sistema.

Componentes Necessários

A implementação do sistema IoT presente nesse trabalho utiliza plataformas de prototipagem como ESP32 DevKit V1, que possui conectividade Wi-Fi para transmissão de dados e é capaz de integrar todos os sensores que serão listados abaixo.

Figura 2 - ESP32 DevKit V1



Fonte: Adaptação do domínio <https://images.app.goo.gl/KTyUQC3nCSY1Hq6Z9>

Para a alimentação de todo o circuito incluindo o microcontrolador foi utilizado uma placa personalizada feita para a ESP32 que recebe uma bateria de lítio e energiza sensores que tem tensão de entrada de 5 volts e sensores que possuem tensão de entrada de 3.3V.

Figura 3 – Placa para alimentação da ESP32 DevKit V1 com bateria de lítio.



Fonte: Adaptação do domínio https://m.media-amazon.com/images/S/aplus-media-library-service-media/a2133487-b713-488d-821d-c6b82a82ec06._CR0,0,970,600_PT0_SX970_V1_.jpg

O sensor de temperatura escolhido foi o DS18B20 - à prova de água (Figura 3), juntamente com um módulo adaptador com pinos para VCC, GND e outro para tráfego de dados.

Figura 3 - Sensor DS18B20 e módulo adaptador



Fonte: Adaptação do domínio <https://images.app.goo.gl/V7kdEAQoKkV8yN566>

A sonda de temperatura DS18B20, juntamente com seu circuito intermediário, foi empregada para monitorar a temperatura do líquido nutritivo, assegurando que essa variável esteja dentro dos parâmetros ideais para o cultivo da planta desejada. Por sua resistência à água, a sonda pode ser imersa diretamente na solução, enquanto seu módulo, equipado com componentes de filtragem e processamento do sinal, permanece integrado ao circuito de forma protegida, garantindo medições precisas e confiáveis.

O sensor TDS Meter V1.0 (Figura 4) opera medindo a condutividade elétrica do líquido, que é proporcional à quantidade de sólidos dissolvidos (TDS - *Total Dissolved Solids*).

Figura 4 - Módulo Medidor de Qualidade TDS Analógico Meter V1.0



Fonte: Adaptação do domínio <https://images.app.goo.gl/Loeyz3QGuqGsETGa8>

Ele utiliza eletrodos imersos na solução para detectar o fluxo de íons, convertendo a condutividade em um valor numérico correspondente aos níveis de TDS, normalmente expresso em ppm. Essa tecnologia oferece medições rápidas e confiáveis, sendo ideal para sistemas de monitoramento de qualidade da água e soluções nutritivas.

O pH da solução nutritiva é monitorado utilizando uma sonda de pH conectada ao circuito intermediário PH4502C (Figura 5).

Figura 5 - Sensor PH Módulo PH4502C e PH Eletrodo



Fonte: Adaptação do domínio <https://images.app.goo.gl/JndDkLVMurS7Vq4t9>

A sonda permanece submersa na solução nutritiva para medições contínuas, enquanto o circuito intermediário, responsável pelo processamento dos dados e filtragem de ruídos, é mantido protegido em uma estrutura acoplada à torre aeropônica. A unidade de medida empregada é o potencial hidrogeniônico (pH), essencial para avaliar a acidez ou alcalinidade da solução e garantir condições adequadas para o cultivo.

A integração do sensor de pH com a ESP32 é realizada utilizando um ADC externo ADS1115, devido à baixa precisão do conversor ADC nativo da ESP32 (AISLAN, 2024). No circuito, o módulo intermediário PH4502C é alimentado com 5V, enquanto o ADS1115 é operado com 3,3V para garantir segurança eletrônica aos pinos GPIO da ESP que operam até, no máximo, 3,3V. A saída elétrica do PH4502C, que representa o valor de acidez ou alcalinidade da solução (pH), é fornecida através do terminal "Po" do módulo e conectada à entrada A0 do ADS1115.

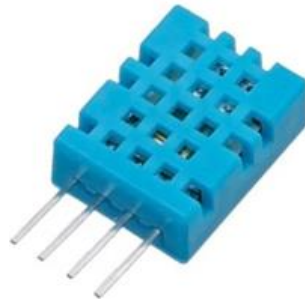
Figura 6 - Módulo Analógico Digital ADS1115 16 BIT I2C



Fonte: Adaptação do domínio <https://images.app.goo.gl/PCt7SxvipsJ6Qvru9>

Outro sensor importante, que, ao contrário dos mencionados anteriormente, não é imerso na solução nutritiva, é o sensor de Umidade e Temperatura DHT11 (Figura 7). Ele é estrategicamente posicionado nas raízes das plantas para medir a umidade do ambiente e garantir que a planta esteja recebendo a quantidade adequada de solução nutritiva para seu desenvolvimento.

Figura 7 - Sensor de Umidade e Temperatura DHT11



Fonte: Adaptação do domínio <https://images.app.goo.gl/7YqFDA34ZWivzQps6>

Para garantir informações atualizadas sobre o nível de solução nutritiva no reservatório, são instalados dois sensores de nível de água, compostos por interruptores de boia e mini boias (Figura 8). Para esse projeto são utilizados dois sensores, um sendo instalado no nível intermediário e o outro próximo à base do reservatório. O primeiro sensor indica quando o nível da solução estiver baixo, mas ainda seguro, enquanto o segundo alertará para um nível crítico, indicando que o reservatório está quase vazio e que a bomba pode operar sem solução, correndo o risco de ser danificada.

Figura 8 - Sensor de Nível de Água Interruptor de Boia e Mini Boia



Fonte: Adaptação do domínio <https://images.app.goo.gl/pXowj3FqMdBBNcmn8>

Funcionamento

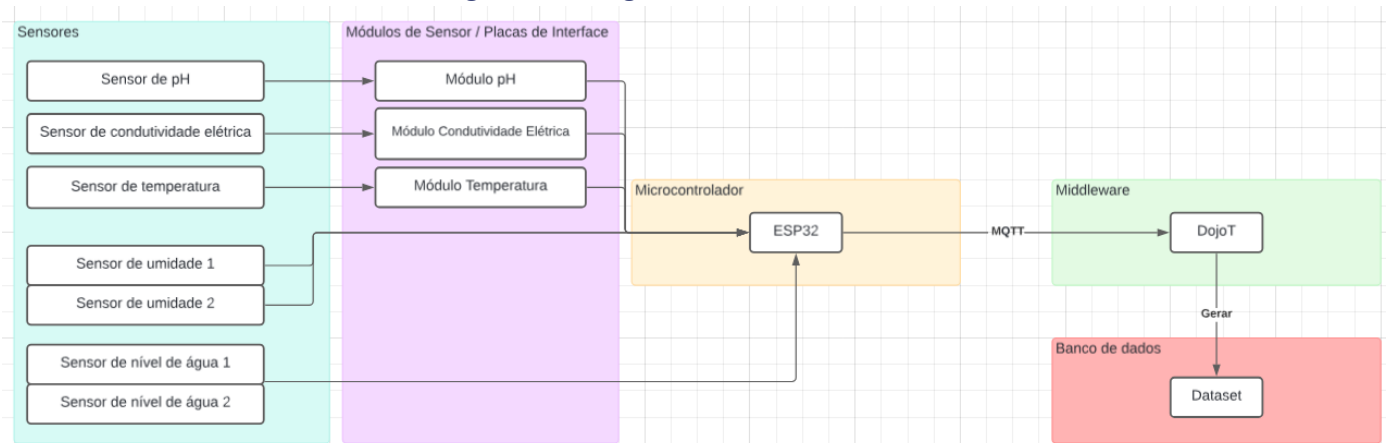
A solução IoT será integrada com base em uma ESP32 DevKit V1, responsável por coletar, processar e transmitir os dados dos sensores em tempo real. O sistema conta com sensores de temperatura (DS18B20), condutividade elétrica, pH (PH4502C), umidade (DHT11) e nível de água, instalados estrategicamente para monitorar variáveis essenciais no cultivo aeropônico. Esses sensores garantem precisão nas medições e comunicam-se eficientemente com a ESP32.

O protocolo MQTT, por meio da plataforma dojot, possibilita a transmissão e a visualização dos dados coletados. A ESP32 utiliza a biblioteca PubSubClient para publicar mensagens nos tópicos configurados no broker MQTT, garantindo comunicação fluida e robusta. Além disso, no código, o FreeRTOS organiza a execução das tarefas, priorizando a leitura de sensores e o envio das informações.

O dojot permite gerar gráficos e relatórios dos dados em formatos HTML ou CSV, auxiliando na análise da solução nutritiva e das condições do cultivo. O sistema é escalável, podendo ser aplicado em pequenos ambientes domésticos ou em produções maiores, contribuindo para sustentabilidade e eficiência agrícola.

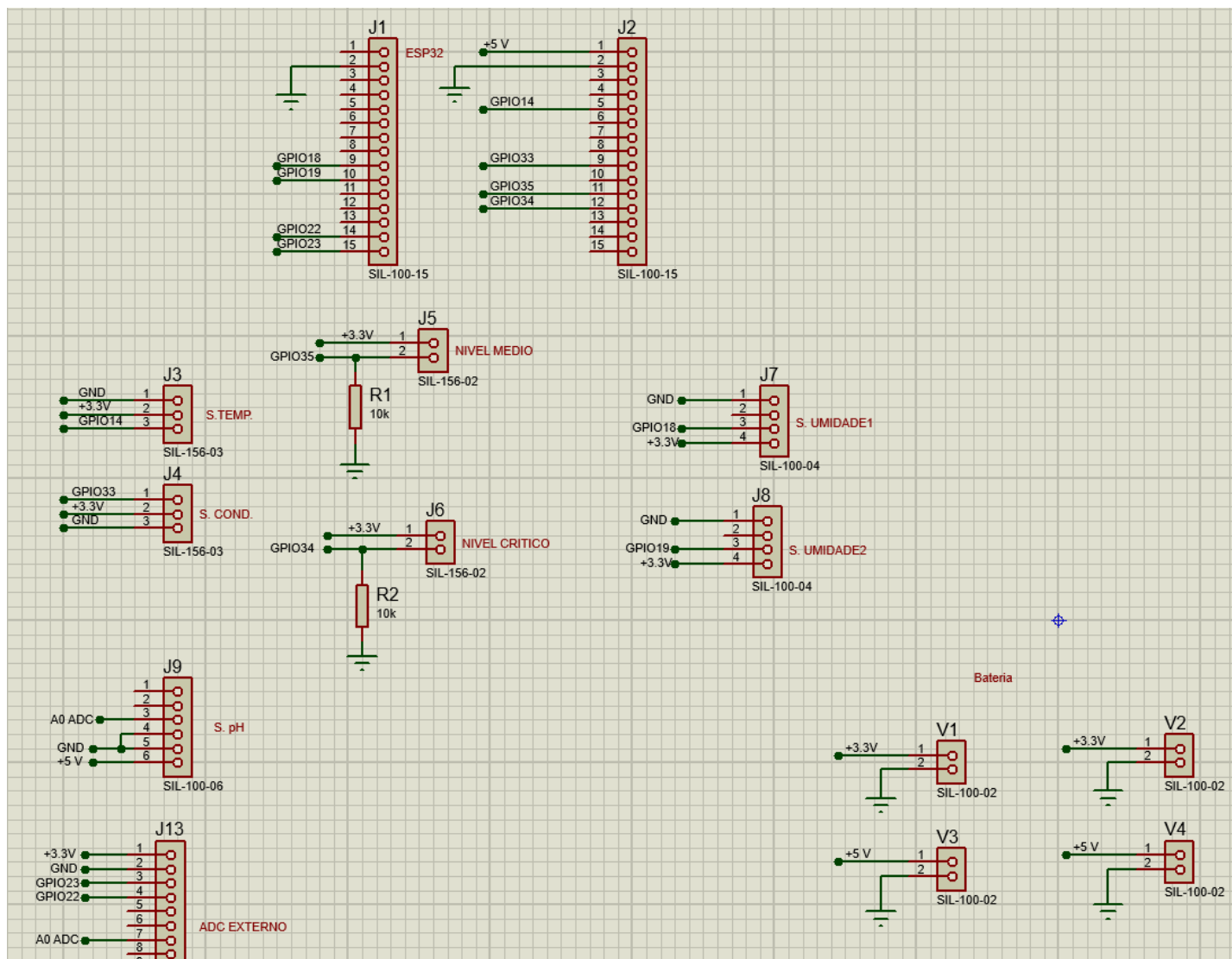
2.1. Diagrama do Sistema

Figura 9 – Diagrama de blocos do sistema



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

Figura 9 – Diagrama de conexão elétrica entre os componentes do sistema embarcado.



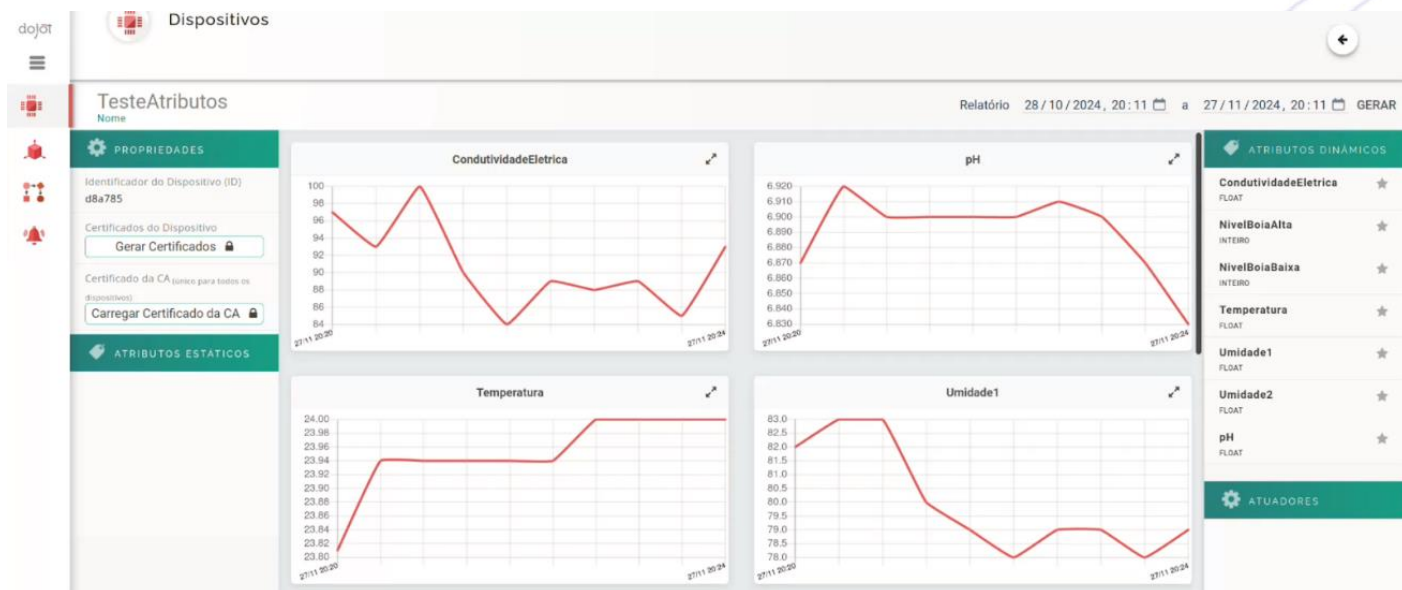
Fonte: Acervo pessoal, 2024.

Figura 10 -Sistema embarcado encapsulado e com dispositivos alocados.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

Figura 11 – Dados enviados por MqTT pela Esp32 visualizados no middleware DojoT.



Fonte: Arquivo pessoal, 2024

3. REFERÊNCIAS

AISLAN, Saulo. **Monitorando o pH de líquidos com ESP32 e Sensor PH-4502c**. [S.l.: s.n.], 2024. Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/monitorando-o-ph-de-liquidos-com-esp32-e-sensor-ph-4502c/>. Acesso em: 2 de dez. de 2024.

BRASIL. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**. Agência Nacional de Águas, Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjunturainforme2023.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2024.

DNOCS. **Conheça o cultivo hidropônico: o plantio sem o uso do solo**. [S.l.: s.n.], 2023. Último acesso 29 de Novembro de 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/dnocs/pt-br/assuntos/vem-conhecer/conheca-o-cultivo-hidroponico-o-plantio-sem-o-uso-do-solo>. Acesso em: 2 dez. 2024.

DOJOT. **Documentação Dojot**. [S.l.: s.n.], 2020. Disponível em: <https://dojotdocs.readthedocs.io/pt-br/stable/index.html>. Último acesso em 16 de Novembro de 2024.

DOUGLAS, James Sholto. **Hidroponia: cultura sem terra**. [S.l.]: NBL Editora, 1987.

FERREIRA, Thales. **MQTT com ESP32**. [S.l.: s.n.], 2023. Disponível em: <https://www.crescerengenharia.com/post/mqtt-esp32>. Acesso em: 23 de nov. de 2024.

FREERTOS. **FreeRTOS Documentation**. [S.l.: s.n.], 2024. Disponível em: <https://www.freertos.org/Documentation/00-Overview>. Acesso em: 26 de nov. de 2024.

LAKHIAR, Imran Ali et al. **Monitoring and control systems in agriculture using intelligent sensor techniques: A review of the aeroponic system**. Journal of sensors, Wiley Online Library, v. 2018, n. 1, p. 8672769, 2018.

LEITE FILHO, Argemiro Teixeira et al. **Interações entre desmatamento, mudanças climáticas e produção agrícola no cerrado e na Amazônia Brasileira**. Universidade Federal de Minas Gerais, 2022.

PACHECO, Clecia Simone Gonçalves Rosa et al. **Impactos da agricultura convencional sobre o solo, a água e os processos produtivos agrícolas: a necessária transição agroecológica em áreas paleodunares**. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 13, n. 5, p. 23–40, 2022.

OSUNA, Angel Andres Alejo. **Manejo da irrigação na aeroponia com base em déficit de pressão de vapor acumulado**. 2023. Tese (Doutorado) – [sn].

MARTINS, Ismael Rodrigues; ZEM, José Luís. **Estudo dos protocolos de comunicação MQTT e COaP para aplicações machine-to-machine e Internet das coisas**. 004, 2015.