

## Desenvolvimento de um Sistema de Controle e Supervisão utilizando IoT para Cultivo Vertical de Hortaliças.

DOUGLAS SILVA DOS SANTOS<sup>1</sup>; ELMER ALEXIS GAMBOA PENALOZA<sup>3</sup>; MATEUS BECK FONSECA<sup>3</sup>, MARLON MAURICIO HERNANDEZ CELY<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas – [douglas.santos@ufpel.edu.br](mailto:douglas.santos@ufpel.edu.br)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas – [eaqpenaloza@ufpel.edu.br](mailto:eaqpenaloza@ufpel.edu.br)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas – [mateus.fonseca@ufpel.edu.br](mailto:mateus.fonseca@ufpel.edu.br)

<sup>3</sup> Universidade Federal de Pelotas – [marlon.cely@ufpel.edu.br](mailto:marlon.cely@ufpel.edu.br)

### 1. INTRODUÇÃO

A área da Internet das Coisas (IoT) tem despertado grande interesse e tem se mostrado promissora para a realização de pesquisas em diversos setores, como residencial, comercial e industrial. Vários estudos têm sido conduzidos para o desenvolvimento e aprimoramento de técnicas que visam uma melhor compreensão dessa área (Babun et al., 2021; Gulati et al., 2021; Viel et al., 2019; R. Singh et al., 2019; P. K. Malik et al., 2021).

Nesse contexto, esse estudo busca modelar um sistema de controle e supervisão para agricultura familiar do Rio grande do Sul e baseado em IOT utilizando o protocolo HPTTS (Hyper Text Transfer Protocol Secure) (WAN, SONG e CAO,2019). O sistema de controle desenvolvido é baseado no ESP8266 (NodeMcu,2023) para o acionamento e leitura dos periféricos. O aplicativo de supervisão e controle dos periféricos foi feito no Cloud Arduino (Arduino, 2023).

A hortalixa escolhida para a adaptação do ambiente controlado foi a alface. Em 2020, o (CEASA-RS) registrou a comercialização de 7.286,51 toneladas dessa hortalixa no estado do Rio Grande do Sul, com destaque em 10 municípios (CEASA-RS, 2020).

A alface é cultivada o ano todo nessa região, no entanto, existem dois períodos em que os fatores climáticos são desfavoráveis para o seu cultivo. Durante o verão, há elevadas temperaturas e aumento da irradiação solar, enquanto no inverno ocorrem quedas de temperatura acompanhadas de precipitações prolongadas, condições que podem retardar o desenvolvimento da planta (BRZEZINSKI ,2017).

A alface apresenta melhor adaptação em climas de baixa temperatura, com temperatura máxima de 30°C e mínima de 6°C. A umidade relativa ideal para o seu desenvolvimento varia entre 60% e 80%. Um nível elevado de umidade favorece o surgimento de doenças (RADIN ,2004).

### 2. METODOLOGIA

O sistema proposto inclui as seguintes etapas: sensores e atuadores, microcontrolador e interface com usuário. Os sensores são capazes de medir variáveis do processo como temperatura e umidade, em ambientes de incubadoras e estufas agrícolas. Os dados coletados são então tratados pelo microcontrolador com suporte à conexão WiFi que é responsável também por realizar a comunicação entre os dados e a plataforma IoT de interface. Uma vez na plataforma, os dados podem ser visualizados em tempo real pelo usuário. Na Figura 1 está detalhada a arquitetura de hardware proposta.

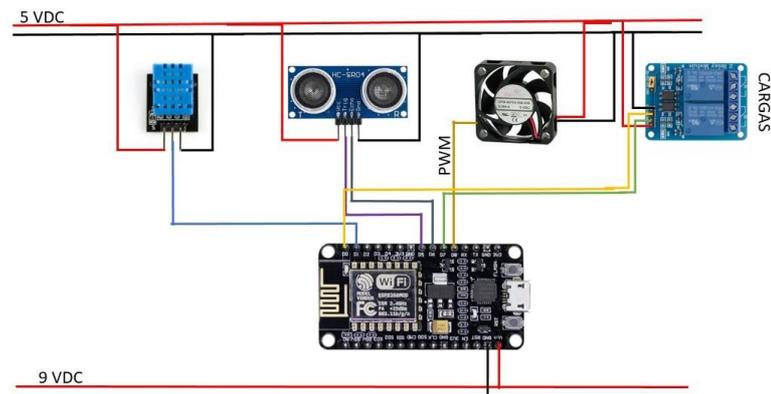


Figura 1: Hardware do Sistema Proposto

## 2.1 INTERFACE

O software do Cloud Arduino® permite o desenvolvimento de aplicativos com uso no setor de IoT, possui gráficos, leitura de dados e altera os estados das variáveis (Mesquita,2023). Com a interface desenvolvida o usuário pode ler dados do sensor de temperatura e umidade, controle do nível do reservatório, controle do PWM (Modulação por largura de pulso) por um *slide* e controle ON/OFF da válvula solenoide. Na Figura 2 uma imagem ilustrada tela de interface.



Figura 2: Tela de interface do Sistema

## 2.2 MICROCONTROLADOR

O NodeMCU é uma plataforma de desenvolvimento de código aberto que combina firmware e hardware para criar aplicações de Internet das Coisas (IoT). Ele utiliza o *firmware* executado no sistema em chip (SoC) Wi-Fi ESP8266® da Espressif Systems® e é construído em torno do módulo ESP-12(Parihar, Yogendra, 2019). Na Tabela 1 estão descritas as características técnicas do módulo utilizado

Parâmetros	Características
Processador	Tensilica L106 32 bit
GPIOs	17(multiplexada com outras funções)
Periféricos	UART, SPI, I2C, I2S, PWM, ADC, DAC
Memória Flash	512k
Velocidade de Clock	80-160MHz
Wi-Fi	802.11b/g/n Wi-Fi transceiver
Bluetooth	Bluetooth 4.2/BLE
Tensão de alimentação	3.3V

Tabela 1 - Módulo

### 2.3 SENSORES E ATUADORES

Os sensores utilizados são: sensor ultrassônico HC-SR04, sensor de temperatura DHT11, ventilador (Fan) para o sinal PWM (Modulação por largura de pulso), circuito de potência dos atuadores. Quanto às cargas, um resistor de 47 ohms de 10W e uma válvula solenoide.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos experimentos e estudos levantados sobre a implementação de um sistema utilizando o microcontrolador ESP8266 NodeMCU e sua integração com plataformas de IoT, torna-se eficaz para o controle e supervisão de incubadoras e estufas agrícolas (WAN, SONG e CAO ,2019). Com base em (SIDDULA, BABU, 2022), pode-se observar que o sensor HC-SR04 mostrou ser satisfatório para a aplicação de monitoramento e controle de reservatórios. Assim, se propõe a utilização do sensor DTH11 para a leitura das grandezas de temperatura e umidade, na qual o estudo (Charanand, Uganya, 2022), válida sua aplicação. Para a injeção de ar quente no ambiente por meio do ventilador (Fan) e utilizado para o controle de velocidade, através de sinais PWM (Ramos, Ramirez e Junior, 2022). Os módulos de acionamento são dados como ligados ou desligados com um resistor que é acionado quando o sinal PWM atinge 30% do seu valor. Isso resulta em um sinal de nível lógico alto sendo enviado para sua entrada.

### 4. CONCLUSÕES

A implementação da automação e do controle remoto neste sistema tem proporcionado uma otimização significativa no uso de recursos hídricos, fertilizantes e pesticidas, resultando em redução de custos e impactos ambientais. Além disso, a monitorização constante das condições das culturas nos permiti detectar precocemente problemas de saúde das plantas e adotar medidas corretivas de forma proativa, resultando em um aumento tanto na produtividade quanto na qualidade dos produtos agrícolas. Em última análise, nosso sistema de supervisão e controle na agricultura 4.0 não representa apenas uma inovação tecnológica, mas sim uma transformação fundamental na nossa abordagem à agricultura, tornando-a mais sustentável e eficiente. Estamos confiantes de que, ao continuarmos comprometidos com a inovação e prontos para se adaptar às

mudanças nas condições agrícolas e tecnológicas, estamos pavimentando o caminho para um futuro mais produtivo e sustentável na nossa agricultura familiar.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Arduino Cloud - Home page.** Disponível em: <<https://cloud.arduino.cc/>>. Acesso em: 09/09/2023

BABUN, L. et al. A survey on IoT platforms: Communication, security, and privacy perspectives. **Computer Networks**, v. 192, p. 108040, jun. 2021.

**CEASA RS - Alface: Informações sobre cultivo e comercialização.** Disponível em: <http://ceasa.rs.gov.br/alface/>. Acesso em: 09/09/2023

CHARANAND, S.; UGANYA, G. **Load Control using Temperature and Humidity Sensor and Comparing Temperature with Microcontroller Device.** Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/9914229>>. Acesso em: 9 set. 2023.

BRZEZINSKI et al. **Produção de cultivares de alface americana sob dois sistemas de cultivo.** Revista Ceres, v. 64, n. 1, p. 83–89, 1 fev. 2017.

FREITAS, Gabriel Augusto Miranda de. **SISTEMA DE ACIONAMENTO DE BOMBAS VIA INTERNET USANDO ESP8266 (NODEMCU).** In: 50º CONGRESSO NACIONAL DE SANEAMENTO DA ASSEMAE. p. 33

Gulati, K., Boddu, R., Kapila, D., Bangare, S.L., Chandnani, N., & Saravanan, G. (2021). **A review paper on wireless sensor network techniques in Internet of Things (IoT).**

Parihar, Yogendra Singh. (2019). **Internet of Things and Nodemcu A review of use of Nodemcu ESP8266 in IoT products.** 10.13140/RG.2.2.34456.75525.

MESQUITA, S. **Estação Meteorológica com Arduino Cloud.** Disponível em: <<http://blog.arduinoomega.com/estacao-metereologica-com-arduino-cloud/>>. Acesso em: 09/09/2023.

**NodeMcu -- An open-source firmware based on ESP8266 wifi-soc.** Disponível em: <[http://www.nodemcu.com/index\\_en.html](http://www.nodemcu.com/index_en.html)>. Acesso em: 09/09/2023

RADIN, B. et al. **Crescimento de cultivares de alface conduzidas em estufa e a campo.** Horticultura Brasileira, v. 22, n. 2, p. 178–181, 1 jun. 2004.

SIDDULA, S. S.; BABU, P.; JAIN, P. C. **Water Level Monitoring and Management of Dams using IoT.** Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8519843>>. Acesso em: 8 maio. 2022.

Viel, Felipe & Silva, Luis & Leithardt, Valderi & Zeferino, Cesar. (2018). **Internet of Things: Concepts, Architectures and Technologies.** 909-916. 10.1109/INDUSCON.2018.8627298.

WAN, Z.; SONG, Y.; CAO, Z. **Environment Dynamic Monitoring and Remote Control of Greenhouse with ESP8266 NodeMCU.** Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/8729519>>. Acesso em: 1 abr. 2022.