

## PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA EMBARCADO PARA AUXÍLIO NA TOMADA DE DECISÕES NO CULTIVO DE COGUMELOS

MANZKE, L. C. G.<sup>1</sup>, PORTO. R. E. C.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal Sul-Rio-Grandense – Bagé – RS – leonardomanzke.bg021@academico.ifsul.edu.br

<sup>2</sup>Instituto Federal Sul-Rio-Grandense – Bagé – RS – rogerporto@ifsul.edu.br

### RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema embarcado voltado para o suporte à tomada de decisões no cultivo de cogumelos comestíveis e está inserido no projeto de pesquisa “Cogumelos” do Curso de Enologia da Universidade Federal do Pampa, Campus Dom Pedrito. O projeto Cogumelos visa aproveitar resíduos da produção de vinho para produzir o substrato necessário como base para o cultivo de cogumelos. Nesse processo, várias medições são necessárias e demandam a necessidade de que os pesquisadores estejam constantemente monitorando os diversos experimentos. Assim, nosso objetivo é desenvolver um sistema embarcado para automatizar o levantamento de parâmetros da produção dos cogumelos facilitando o trabalho desses pesquisadores. Utilizando-se a plataforma Arduino e uma série de sensores, dentre outros componentes, esse sistema realizará medições de temperatura, umidade, concentração de gases e possibilitará a visualização, o armazenamento e a transmissão desses dados. Dessa forma, os pesquisadores poderão obter, de forma rápida e confiável, os dados essenciais para a tomada de decisões na condução de suas pesquisas.

Palavras-chave: Sistemas embarcados, automação, monitoramento, Arduino.

### 1 INTRODUÇÃO

Sistemas embarcados estão presentes em nosso cotidiano, em diversas áreas, desde a eletrônica veicular aos sistemas de autoatendimento, passando pelos eletrodomésticos. Um sistema embarcado é um dispositivo computacional que executa uma função específica dentro de um produto ou equipamento maior, e pode ser encontrado em diversos aparelhos eletrônicos do dia a dia. Existem diversas metodologias para o desenvolvimento de um sistema embarcado (MARWEDEL, 2021).

O objetivo deste trabalho é desenvolver um sistema embarcado para monitorar parâmetros e facilitar a pesquisa sobre o cultivo de cogumelos sendo parte do projeto Cogumelos da Universidade Federal do Pampa, Campus Dom Pedrito. Para o desenvolvimento deste trabalho utilizou-se a plataforma Arduino (ARDUINO, 2024), que será devidamente apresentada no decorrer do texto.

Ao final, pretende-se ter um protótipo que realizará, de forma automática, medições de temperatura, umidade e concentração de gases. Os dados gerados por essas medições serão armazenados em um cartão SD e transmitidos via Bluetooth. De posse dessas informações, o trabalho dos pesquisadores será facilitado. Nas seções seguintes, apresentaremos a metodologia do projeto, o que foi desenvolvido até o momento e nossas conclusões.

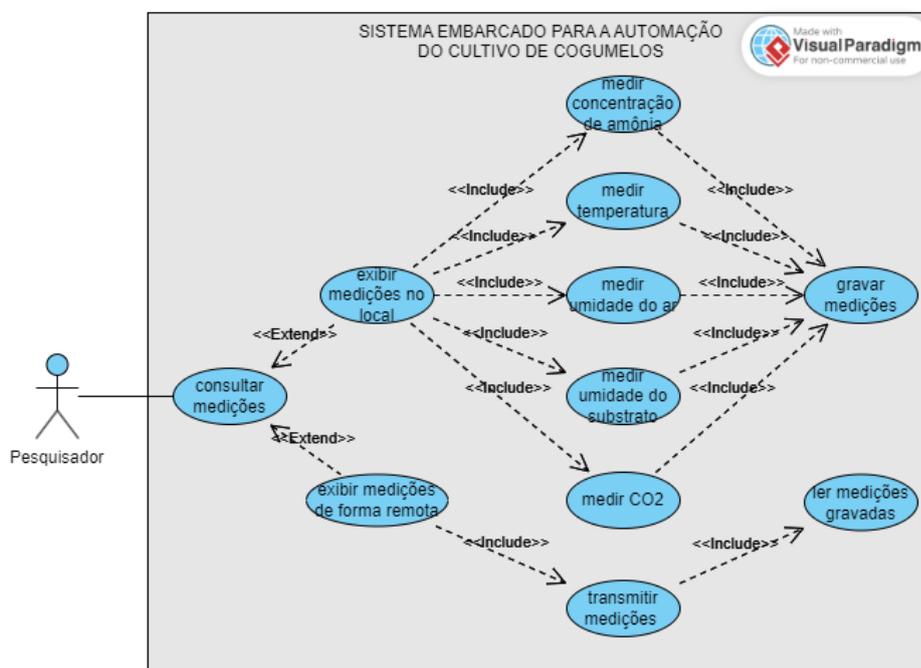
## 2 METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

O processo de desenvolvimento de um sistema embarcado é um problema multidimensional e leva em consideração diversos fatores como, por exemplo, consumo de energia, desempenho, custo financeiro, confiabilidade, entre outros (JIMÉNEZ, PALOMERA, COUVERTIER, 2014). Dessa forma, o projeto de um sistema embarcado difere dos fluxos de projeto de software habituais. Em sistemas embarcados hardware e software necessitam ser indissociáveis. Assim aplica-se uma abordagem mais complexa chamada “coprojeto” (*codesign*, em inglês). Essas partes devem estar fortemente acopladas de forma que, durante o funcionamento do sistema, não se perceba qual parte executa qual tarefa (MARWEDEL, 2021). Para o desenvolvimento do sistema embarcado em questão foi escolhida a plataforma Arduino (ARDUINO, 2024). Os motivos para a escolha são prototipagem rápida, confiabilidade, precisão, baixo consumo de energia e baixo custo de projeto.

Primeiramente debatemos sobre as ações que o sistema embarcado deveria executar. Nesse momento foram apresentadas as necessidades dos pesquisadores em relação ao protótipo. A partir daí foi iniciada a fase de modelagem, onde as ações foram ilustradas em um diagrama de casos de uso (Fig. 1) da Linguagem de Modelagem Unificada (*Unified Modeling Language*, UML) (GUEDES, 2018).

Nessa etapa foi utilizada a ferramenta Visual Paradigm (VISUAL PARADIGM, 2024). Depois, conhecendo melhor as ações do sistema e seus relacionamentos e com base nas necessidades dos pesquisadores do projeto Cogumelos foi possível determinar os componentes a serem utilizados. Para cada medição é utilizado um sensor diferente. Para temperatura e umidade do ambiente é utilizado o sensor DHT22. A umidade do substrato é medida pelo sensor YL-69. No caso da detecção da concentração de CO<sub>2</sub> e amônia utiliza-se o módulo sensor MQ-135. Além desses componentes estão sendo utilizado um *display* do tipo OLED para apresentar as medições em tempo real.

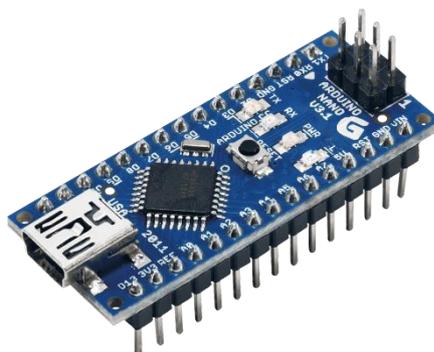
**Figura 1.** Diagrama de Casos de Uso.



Fonte: autor.

Os componentes descritos anteriormente foram integrados através de uma placa controladora Arduino (ARDUINO, 2024). A placa escolhida para este projeto é o modelo Arduino Nano (Fig. 2). Além das características citadas anteriormente, essa placa tem a vantagem de ter um tamanho compacto, que permite sua integração em espaços mais limitados ou em projetos que necessitem de mais discrição ou minimalismo. A programação da placa controladora foi feita com a ferramenta Arduino IDE (ARDUINO, 2024) (MONK, 2017). A validação foi realizada através de testes. Primeiramente, cada componente foi testado e validado de forma isolada. Após isso, cada componente integrado ao protótipo gerou um novo teste, dessa vez para o protótipo como um todo.

**Figura 2.** Placa Arduino Nano.



Fonte: fabricante.

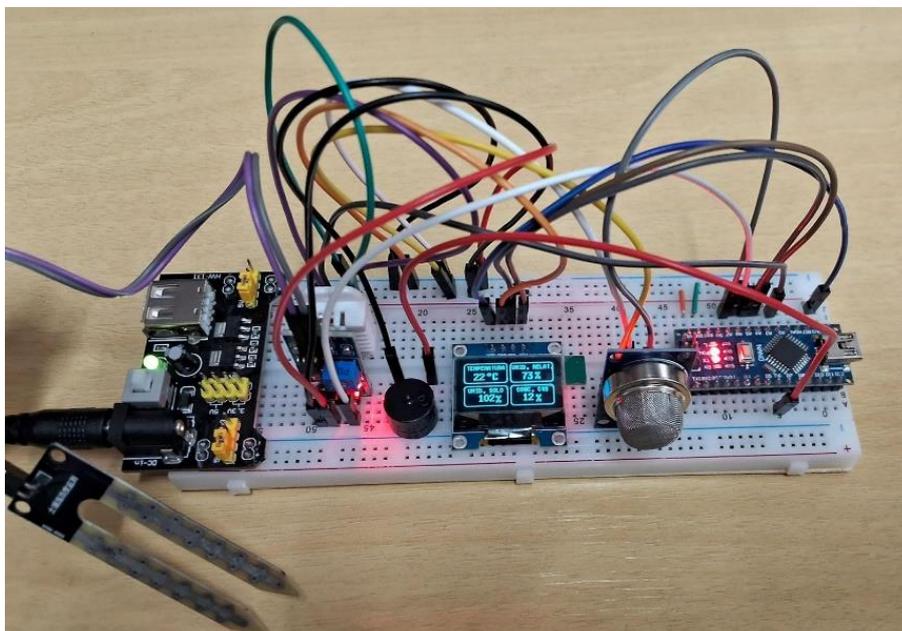
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até o momento foi obtido sucesso na implementação. Todos os sensores funcionam como esperado, realizando as medições previstas de acordo com a precisão fornecida pelos fabricantes. Por enquanto, os dados medidos são apresentados apenas no *display*. O protótipo atual é apresentado na Fig. 3.

Apesar de estar praticamente concluído, este trabalho ainda necessita de alguns poucos passos para a sua conclusão. Como próximas ações estão previstas as inserções de outros componentes como um módulo de cartão micro SD (para armazenamento de dados), um relógio de tempo real (RTC, para registrar data e horário das medições) e um módulo *Bluetooth* (para transmitir as medições). Além desses componentes, um módulo de comunicação Bluetooth será inserido no protótipo para transmitir os arquivos contendo os dados registrados. Ao final, com o protótipo completo, será necessário replicá-lo para atender a 24 experimentos. Estima-se que o protótipo apresentado neste trabalho seja concluído em um mês.

É importante salientar que a comparação com soluções de monitoramento já existentes se torna inviável. Primeiramente devido ao fato de que as soluções disponíveis no mercado tratam-se de produtos patenteados, sem disponibilidade de detalhes de implementação. Depois, pelo fato de que este trabalho se trata de uma alternativa a esses produtos, uma solução econômica para o problema. Embora essa comparação não exista, isso não afeta em nada a eficiência do produto.

**Figura 3.** Protótipo Atual.



**Fonte:** autor.

## 4 CONCLUSÃO

Este projeto teve como objetivo criar um sistema embarcado para auxílio na tomada de decisões de cultivo no projeto “Cogumelos” do Curso de Enologia da Universidade Federal do Pampa. Até aqui, os resultados deste trabalho são considerados satisfatórios, as medições estão sendo realizadas com precisão e não houve maiores problemas durante o desenvolvimento. O protótipo atual ainda deverá integrar mais componentes. Tendo o protótipo completo será ainda necessário replicá-lo para que possam ser obtidos dados de 24 experimentos distintos. Ao final, os pesquisadores poderão obter, de forma rápida e confiável, os dados essenciais para a tomada de decisões na condução de suas pesquisas.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à FAURG - PROJ 1076 - COGUMELOS pelo apoio à realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

ARDUINO (2024). **Arduino**: Open-source electronic prototyping platform enabling users to create interactive electronic objects. Disponível em: <https://www.arduino.cc>.

GUEDES, G. (2018). **UML 2- Uma Abordagem Prática**, Novatec, 3ª edição.

JIMÉNEZ, M., PALOMERA, R. e COUVERTIER, I. (2014), **Introduction to Embedded Systems**: Using Microcontrollers and the MSP430, Springer, 1ª edição.

MARWEDEL, P. (2021). **Embedded System Design**: Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems, and the Internet of Things, Springer, 4ª edição.

MONK, S. (2017). **Programação com Arduino**: começando com sketches, Bookman, 2ª edição.

VISUAL PARADIGM (2024). **Visual Paradigm**: The Number One Development Tool Suite. Disponível em: <https://www.visual-paradigm.com/>.