

FIAP – CENTRO UNIVERSITÁRIO  
CONSELHO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO - CEPE  
PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Horta vertical com IoT e Inteligência Artificial

Gustavo Cesar Pinheiro de Azevedo

Orientador: Hellynson Cassio Lana

SÃO PAULO

2024

## Horta vertical com IoT e Inteligência Artificial

Este documento tem como objetivo apresentar a pesquisa e o desenvolvimento do entregável referente ao Projeto de Iniciação Científica, realizado sob a orientação do Professor Hellynson Cassio Lana, e submetido ao Conselho de Ensino Pesquisa e Extensão – CEPE do FIAP - Centro Universitário.

SÃO PAULO

2024

## RESUMO

Este projeto apresenta o desenvolvimento de uma horta vertical inteligente, utilizando materiais reciclados como canos de PVC e garrafas PET, para o cultivo de hortaliças em ambiente doméstico. A horta incorpora tecnologias IoT, com sensores de umidade do solo e do ar, temperatura e uma câmera com inteligência artificial, para monitorar as condições de cultivo e a saúde das plantas em tempo real. Os dados coletados são enviados para um servidor na nuvem via protocolo MQTT e disponibilizados em um painel interativo, acessível via internet. O usuário pode visualizar informações sobre as condições da horta, como histórico de irrigação, temperatura, umidade e status da planta, além de acionar a irrigação remotamente. O sistema visa promover a sustentabilidade, a agricultura urbana e a otimização do cultivo de alimentos em casa, por meio de uma solução tecnológica inovadora e acessível.

**Palavras-chave:** Horta vertical; Internet das Coisas (IoT); Agricultura urbana; Sustentabilidade; Monitoramento remoto; Automação residencial; Inteligência Artificial (IA); Visão computacional; Materiais reciclados; Cultivo doméstico

## ABSTRACT

This project presents the development of a smart vertical garden, using recycled materials such as PVC pipes and PET bottles, for growing vegetables in a home environment. The garden incorporates IoT technologies, with soil and air humidity sensors, temperature, and an AI-powered camera, to monitor growing conditions and plant health in real-time. The data collected is sent to a cloud server via MQTT protocol and made available on an interactive dashboard, accessible via the internet. The user can view information about the garden's conditions, such as irrigation history, temperature, humidity, and plant status, as well as activate irrigation remotely. The system aims to promote sustainability, urban agriculture, and the optimization of food cultivation at home, through an innovative and accessible technological solution.

**Keywords:** Vertical vegetable garden; Internet of Things (IoT); Urban agriculture; Sustainability; Remote monitoring; Home automation; Artificial Intelligence (AI); Computer vision; Recycled materials; Home cultivation

1.	INTRODUÇÃO.....	1
2.	OBJETIVOS.....	2
2.1.	OBJETIVO GERAL.....	2
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	2
3.	ESTADO DA ARTE .....	4
4.	JUSTIFICATIVAS .....	5
5.	CRONOGRAMA .....	6
6.	RELATO DO DESENVOLVIMENTO TÉCNICO .....	7
6.1.	GALERIA DE IMAGENS .....	7
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	13
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	14

## 1. INTRODUÇÃO

Em um mundo cada vez mais urbanizado, a busca por soluções sustentáveis e inovadoras para a produção de alimentos em pequena escala se torna cada vez mais relevante. Neste contexto, este projeto apresenta o desenvolvimento de uma horta vertical inteligente, que integra tecnologias da Internet das Coisas (IoT) e Visão Computacional para otimizar o cultivo de hortaliças em ambiente doméstico.

A estrutura da horta será construída com materiais reciclados, como canos de PVC e garrafas PET, demonstrando o compromisso com a sustentabilidade e o reaproveitamento de recursos. Através da plataforma Arduino, sensores de umidade do solo e do ar, temperatura e uma câmera, o sistema monitora continuamente as condições de cultivo e a saúde das plantas. Os dados coletados são enviados para um servidor na nuvem via protocolo MQTT e disponibilizados em tempo real em um painel interativo e de fácil acesso para o usuário.

A integração da inteligência artificial, por meio de algoritmos de Visão Computacional, permite a detecção de possíveis doenças, deficiências nutricionais ou estresse hídrico nas plantas, a partir de imagens capturadas pela câmera. Dessa forma, o sistema oferece uma solução completa e automatizada para o cultivo de alimentos saudáveis em casa, promovendo a sustentabilidade, a agricultura urbana e a alimentação consciente.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

- Desenvolver e implementar um sistema de horta vertical inteligente e sustentável, utilizando tecnologias IoT e Visão Computacional para o monitoramento e controle automatizado do cultivo de hortaliças em ambiente doméstico.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

#### **Tecnologia e Implementação:**

- Projetar e construir a estrutura física da horta vertical utilizando materiais reciclados, priorizando a sustentabilidade e o baixo custo.
- Integrar sensores de umidade do solo e do ar, temperatura e uma câmera ao sistema embarcado Arduino para coletar dados em tempo real sobre as condições da horta.
- Estabelecer comunicação confiável entre o sistema embarcado e um servidor na nuvem utilizando o protocolo MQTT para transmissão e armazenamento de dados.
- Desenvolver um painel interativo e de fácil utilização, acessível via internet, para visualização dos dados coletados, acompanhamento do histórico da horta e controle da irrigação.
- Implementar algoritmos de Visão Computacional para análise de imagens das plantas, visando a detecção de anomalias como doenças, pragas ou deficiências nutricionais.

**Funcionalidade e Usabilidade:**

- Proporcionar aos usuários o monitoramento remoto das condições da horta em tempo real, através do painel interativo.
- Permitir o controle automatizado da irrigação da horta com base nos dados coletados pelos sensores de umidade do solo.
- Oferecer aos usuários informações relevantes sobre a saúde das plantas, através da análise de imagens e detecção de anomalias.
- Criar uma solução prática, acessível e de fácil utilização para o cultivo de hortaliças em casa, incentivando a agricultura urbana e a alimentação saudável.

**Sustentabilidade e Impacto Social:**

- Promover a reutilização de materiais e o consumo consciente através da construção da estrutura da horta com materiais reciclados.
- Contribuir para a redução do impacto ambiental da produção de alimentos, incentivando o cultivo próximo ao consumidor final e a diminuição da emissão de carbono.
- Disseminar conhecimento sobre agricultura urbana, tecnologia e sustentabilidade através da documentação e divulgação do projeto.



### 3. ESTADO DA ARTE

The Internet of Things (IoT) in agriculture: A comprehensive review

Artigo abrangente sobre IoT na agricultura, abordando aplicações, tecnologias e desafios.

Acesso: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016816992031057X>

IoT-based smart farming: Applications, challenges, and future scope

Artigo que explora aplicações, desafios e perspectivas futuras da agricultura inteligente baseada em IoT.

Acesso: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S240584402102132X>

Applications of computer vision in plant disease detection and classification

Revisão de aplicações de visão computacional na detecção e classificação de doenças em plantas.

Acesso: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S209531191931209X>

Deep Learning for Plant Stress Detection: A Review

Revisão sobre o uso de Deep Learning para detecção de estresse em plantas.

Acesso: <https://www.mdpi.com/2073-4395/11/7/1419>

Vertical farming: Environmentally sustainable crop production system

Artigo que discute a agricultura vertical como um sistema de produção sustentável.

Acesso: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092585741630017X>

## 4. JUSTIFICATIVAS

A crescente urbanização mundial tem intensificado a busca por soluções inovadoras e sustentáveis para garantir a produção de alimentos frescos e saudáveis nas cidades. Nesse contexto, este projeto propõe o desenvolvimento de uma horta vertical inteligente, que integra tecnologias da Internet das Coisas (IoT) e Visão Computacional para otimizar o cultivo de hortaliças em ambiente doméstico. A relevância desta iniciativa se sustenta na crescente preocupação com a segurança alimentar, na necessidade de práticas agrícolas mais sustentáveis em áreas urbanas e no potencial da tecnologia para democratizar o acesso ao alimento de qualidade.

A utilização de materiais reciclados na construção da estrutura da horta reforça o compromisso com a sustentabilidade, minimizando o impacto ambiental e oferecendo uma alternativa acessível para a construção da horta. Através da integração de sensores, atuadores e algoritmos inteligentes, o sistema permitirá o monitoramento preciso das condições de cultivo, como temperatura, umidade do solo e do ar, além da detecção precoce de doenças e pragas nas plantas.

Acreditamos que a implementação de uma horta vertical inteligente como esta, controlada remotamente por um aplicativo de fácil utilização, não só facilitará a vida de quem deseja cultivar seus próprios alimentos em casa, mas também contribuirá para a criação de um modelo de agricultura urbana mais eficiente e sustentável. A disseminação do conhecimento adquirido com este projeto poderá, ainda, incentivar novas iniciativas e empreendimentos na área de tecnologia aplicada à agricultura, gerando impacto social e econômico positivo.

## 5. CRONOGRAMA

Etapa	Mês											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
1.Definição do escopo		X	X									
2.Divisão de tarefas e pesquisas iniciais		X	X	X								
3.Hardware e IoT			X	X	X							
4.Implementação do protocolo MQTT e comunicação				X	X	X						
5.Treinamento do modelo de IA					X	X	X					
6.Integração dos componentes						X	X	X				
7.Ajustes finais e acabamentos									X	x		

## 6. RELATO DO DESENVOLVIMENTO TÉCNICO

### GALERIA DE IMAGENS



Imagem 1: Autor do projeto, Gustavo Cesar Pinheiro de Azevedo

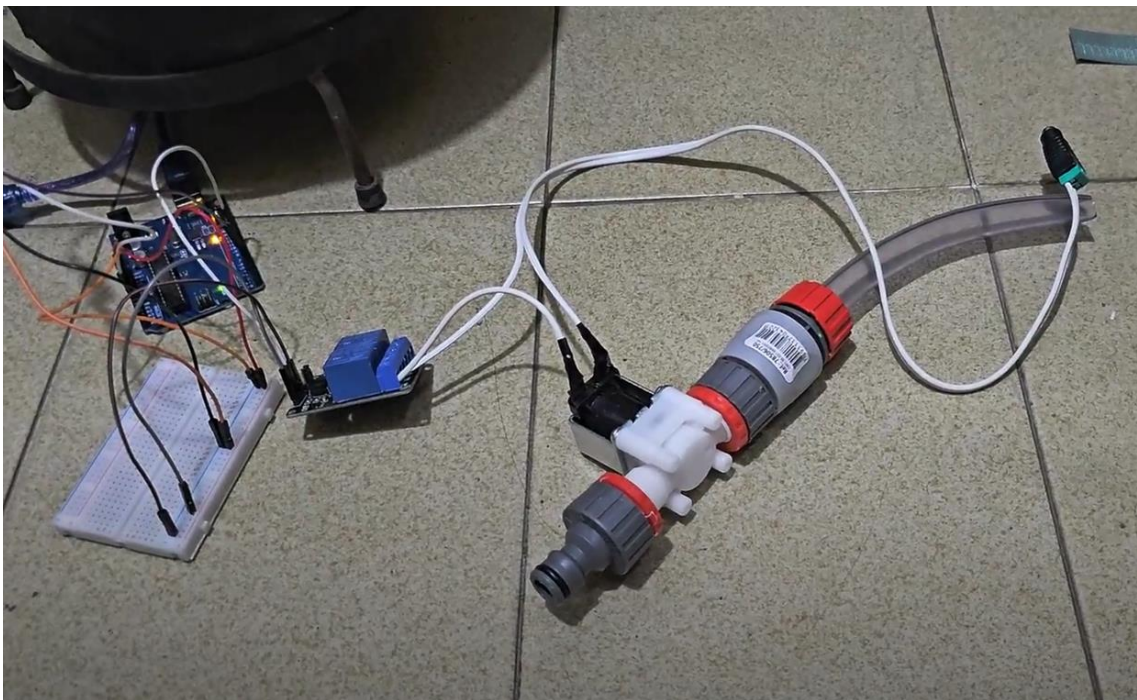


Imagem 2: Conexão do motor relé com a placa Arduino



Imagem 3: Sensor de umidade conectado na terra

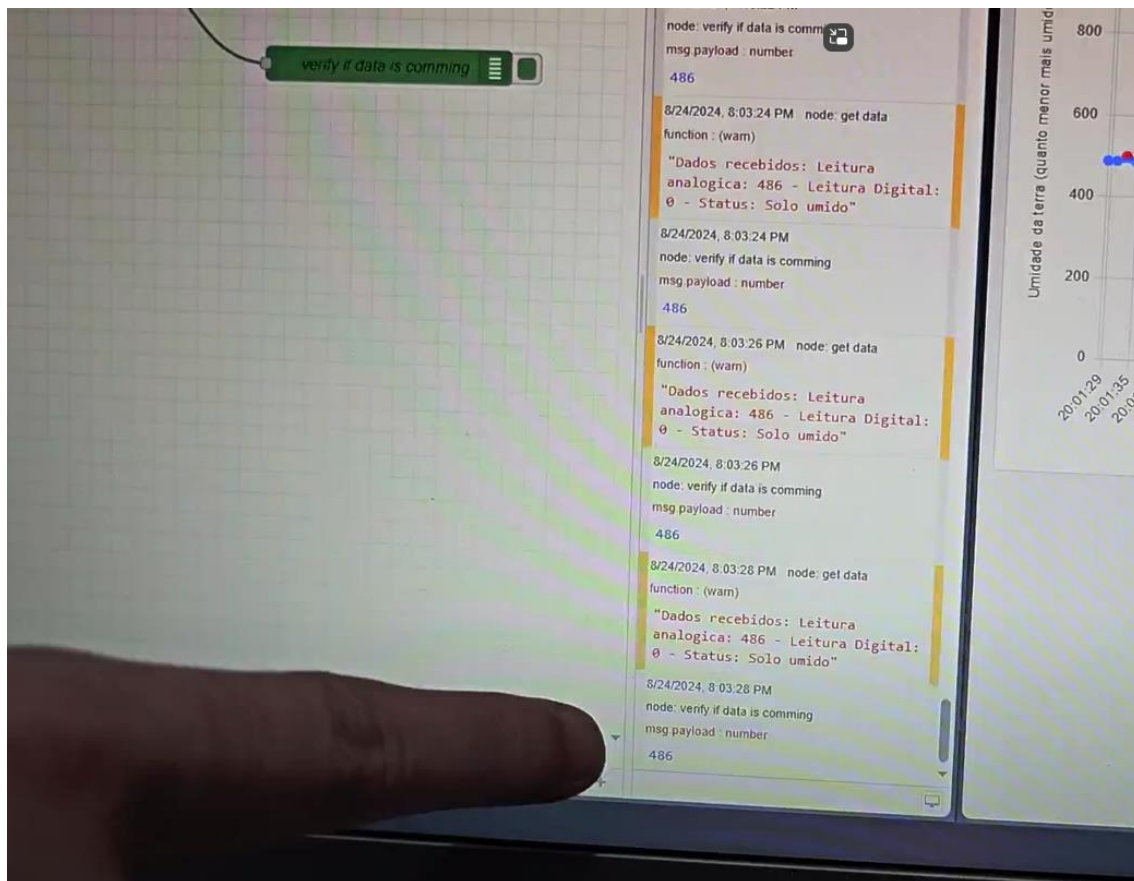


Imagem 4: Painel Node-RED com debug do MQTT indicando a umidade do solo e o status em que ele se encontra



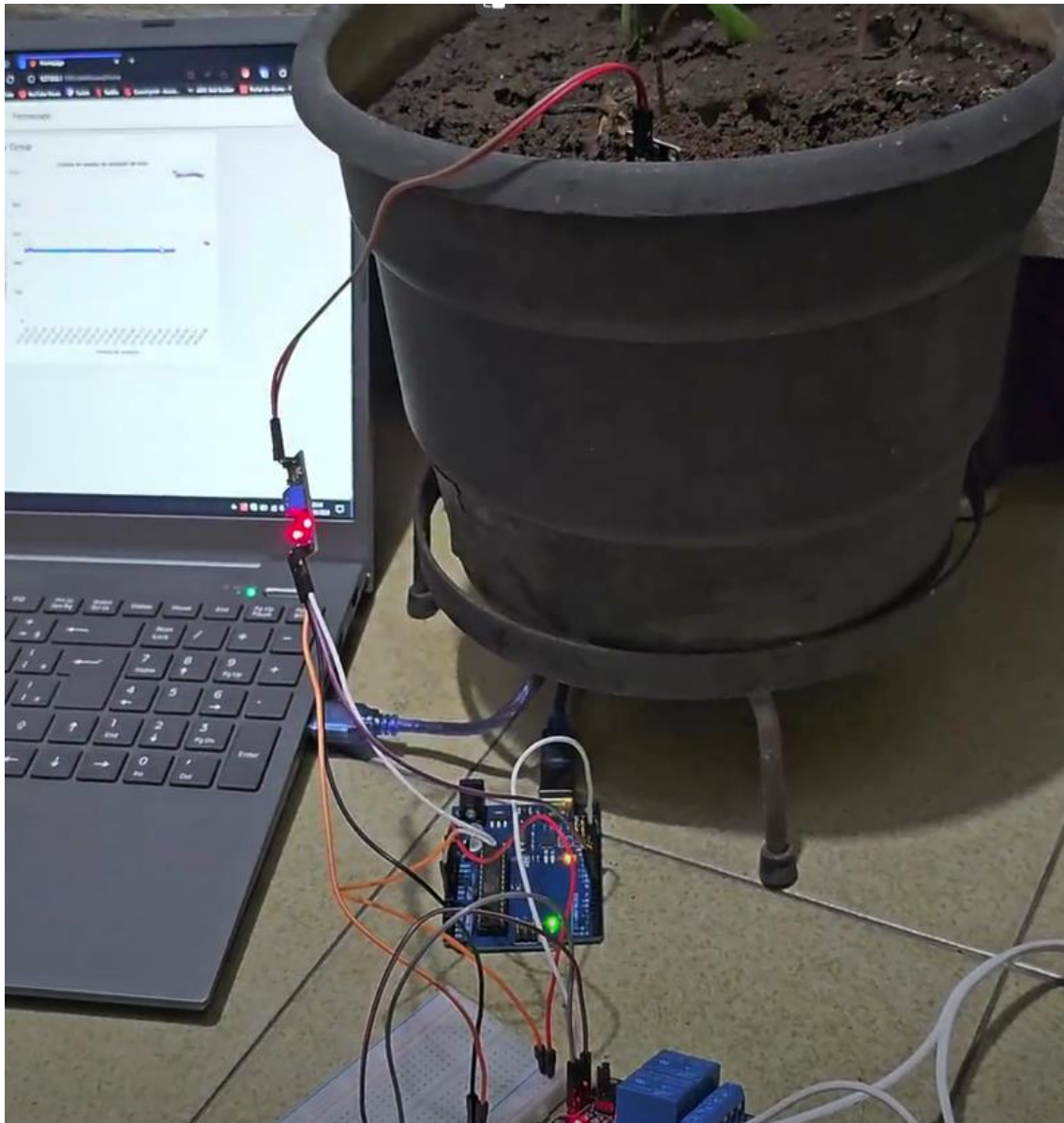


Imagem 5: Placa Arduino conectada no motor relé e no sensor de umidade



Imagem 6: Todos os itens conectados



Imagem 7: Identificação da classe 3 (Planta saudável)





Imagem 8: Identificação da classe 4 (planta seca)



Imagem 9: Identificação da classe 31 (background)

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste projeto, buscamos desenvolver e implementar uma solução tecnológica inovadora para um dos desafios mais prementes da atualidade: a produção de alimentos saudáveis e sustentáveis em ambientes urbanos. Acreditamos que a horta vertical inteligente, com sua capacidade de otimizar recursos e ampliar o acesso à alimentos frescos, apresenta um grande potencial para transformar a maneira como nos relacionamos com a produção de alimentos.

Os resultados obtidos, em especial a eficácia do sistema de monitoramento em tempo real e a precisão dos sensores na irrigação automatizada, demonstram a viabilidade da solução proposta. A interface amigável do aplicativo, desenvolvida pensando na usabilidade e acessibilidade, comprova o potencial da tecnologia de aproximar as pessoas do processo de cultivo, independentemente de suas habilidades prévias.

É importante reconhecer que, como em toda pesquisa, encontramos desafios ao longo do desenvolvimento do projeto. As limitações de hardware, como a precisão dos sensores em determinadas condições de luminosidade, e a necessidade de aprimorar os algoritmos de Visão Computacional para um banco de dados de imagens mais robusto, indicam caminhos promissores para pesquisas futuras.

Acreditamos que este trabalho contribui para o desenvolvimento de soluções inovadoras e sustentáveis para a agricultura urbana, aproximando a tecnologia do dia a dia das pessoas e promovendo uma alimentação mais saudável e consciente. Esperamos que esta pesquisa inspire novas iniciativas e contribua para a construção de um futuro mais verde e sustentável.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

J, ARUN PANDIAN; GOPAL, GEETHARAMANI (2019), "Data for: Identification of Plant Leaf Diseases Using a 9-layer Deep Convolutional Neural Network", Mendeley Data, V1, doi: 10.17632/tywbtsjrv.1

VIANA, C. C. Como utilizar o sensor de umidade de solo com o Arduino. Disponível em: <<https://www.blogdarobotica.com/2022/10/06/como-utilizar-o-sensor-de-umidade-do-solo-com-o-arduino/>>. Acesso em 05 de Maio de 2024.

Node-RED. Connect to an MQTT Broker. Disponível em <<https://cookbook.nodered.org/mqtt/connect-to-broker>>. Acesso em 20 de Maio de 2024.