

# Smart Plant: Central de Automação de Hortas Residenciais

Douglas Aparecido dos Santos Melo

**Orientadora:** Cristina Cibeli Vidotti Ivo de Medeiros

**Resumo:** Este trabalho visa o desenvolvimento de uma central de automação de hortas residenciais, para auxiliar no cuidado das plantas de pessoas que passam um longo tempo fora de sua residência. Utilizando o microcontrolador ESP8266 em conjunto com módulos eletrônicos que fazem a captação dos dados e enviam para “nuvem”, para que o usuário visualize em tempo real como está o ambiente e a umidade do solo de sua planta, assim sendo possível optar por dois modos de funcionamento automático e manual. Após realização deste estudo, observou-se uma redução significativa nas perdas das plantas, as práticas de monitoramento em tempo real e irrigação implementadas ao longo do experimento, demonstraram ser eficazes em promover o desenvolvimento saudável das plantas.

## 1. Introdução

A história da alimentação humana é intrinsecamente ligada ao desenvolvimento da agricultura, representando uma transição fundamental na forma como os seres humanos obtêm seus alimentos. Ao longo dos milênios, a humanidade evoluiu da dependência da caça e coleta para a arte do plantio e cultivo. Com isso ela não apenas garantiu uma oferta mais estável de alimentos, mas também contribuiu para diversificação da dieta humana, desenvolvimento de comércios, troca de culturas e o surgimento de civilizações.

Porém, com o surgimento de maquinários que iniciaram a automação dos trabalhos braçais, os produtores não tinham como competir o que levou a uma enorme migração para os grandes centros urbanos em buscas de novas oportunidades de empregos e em busca de uma vida melhor.

Entretanto a prática do cultivo familiar para pequenas vendas e ou apenas para consumo próprio não parou, foi preciso se reinventar, pois, na maioria das vezes o local onde a pessoa vive não é possível conseguir uma grande faixa de terra para o cultivo e sim, através de pequenos vasos, pequenos canteiros no quintal, começando assim as hortas residenciais.

Porém, estas hortas exigem um cuidado constante, principalmente na rega das plantas, o que muitas vezes contrasta com a rotina das pessoas, que muitas vezes não tem tempo para os cuidados básicos, causando perdas significativas na produção da horta. Assim, surgiu a proposta deste trabalho, que é o desenvolvimento de uma pequena central IOT (Internet das Coisas), que será responsável por transmitir as informações para a Internet para que seja possível monitorar de qualquer local.

Para o desenvolvimento desta central será utilizado a plataforma ESP8266, uma placa que possui um microcontrolador capaz de controlar módulos eletrônicos que auxiliam nas automações, neste projeto será utilizado módulo rele que será responsável por ativar a bomba d'água, a partir da análise do solo feito pelo sensor higrômetro e com auxílio de outros módulos será possível fazer a integração com um portal web para visualizar as informações pela internet.

## **2. Revisão Bibliográfica**

### **2.1. IOT - *Internet of Things* – Internet das Coisas**

“A internet das Coisas, trata-se de uma rede de objetos físicos interconectados, integrados por via de *softwares*, sensores e tecnologias, que trocam dados entre si. Esses objetos podem ser qualquer coisa: desde um simples sensor de temperatura até um carro conectado à internet. A ideia por trás do IoT (sigla para *Internet of Things*) é que esses objetos sejam capazes de comunicar uns com os outros e trocar dados, o que pode ser usado para monitorar e controlar os dispositivos à distância” (TOTVS 2022).

De acordo com o SAP (2024), “Os dispositivos de IoT são nossos olhos e ouvidos quando não estamos fisicamente presentes e capturam os dados que são programados para coletar. Esses dados podem ser recebidos e analisados para embasar e automatizar ações ou decisões subsequentes. Há quatro fases principais neste processo”. Dentre elas, o processo consiste na Captura de Dados (Através de *hardwares* que possuem a capacidade de capturar dados simples e ou complexos do ambiente.); Compartilhar os dados (Após a captura armazenam os mesmos através da conexão com a rede da internet, em servidores próprios ou públicos para serem tratados); Processar os Dados (Com os dados armazenados, um *software* é programado para realizar o processamento e lhe é fornecido as instruções a serem realizadas de acordo com o propósito.); Atuar com base nos dados (A partir da análise dos dados dos dispositivos

conectados na rede IoT é possível de forma segura tomar as decisões).

Portanto, a IoT é formada por diversas tecnologias que recentemente sofreram um grande avanço. A capacidade de acesso a estes dispositivos de baixo custo facilitou a expansão e movimentou as pessoas criarem comunidades que compartilham as novas ideias desenvolvidas, dando abertura a qualquer entusiasta da tecnologia criar e automatizar.

Ademais por essa facilidade a IOT está sendo implementada em vários setores da agricultura inteligente, otimizando as produções e fazendo com que ocorra menos perdas de produção, monitoramento em tempo real de plantações, animais e recursos garantindo assim um cuidado sustentável dos produtores.

## **2.2. Agricultura Inteligente – *Smart Farming***

A agricultura inteligente, também chamada de agricultura 4.0 consiste em um novo método que emprega recursos digitais e de comunicação com o intuito de aprimorar e tornar automático os procedimentos agropecuários. O propósito central é elevar a eficiência, excelência e a sustentabilidade da produção, ao mesmo tempo em que diminui as perdas, gastos e protege os ecossistemas.

Sokolova (2021) afirma que, “O recurso mais valioso da tecnologia IoT é a capacidade de coletar dados. Com sistemas de monitoramento e análise em tempo real, os dados coletados por sensores inteligentes permitem que os agricultores controlem melhor os processos. Sensores de agricultura inteligente podem notificar os agricultores sobre possíveis mudanças no clima, qualidade do ar e do solo, umidade e outros fatores que afetam a produtividade da safra. A agricultura baseada em dados pode ajudar a mapear o ciclo da cultura com mais facilidade junto com um ecossistema conectado à IoT, a manutenção da saúde de cada cultura ou da condição apropriada do solo pode ajudar no desempenho. O uso generalizado de drones para vigilância aérea, sensores de solo ou de plantações também ajuda a melhorar a qualidade do produto”.

Para tal funcionamento, o mercado disponibiliza de equipamentos que são desenvolvidos a partir de placas microcontroladores que são responsáveis por monitorar e fazer esse cuidado no momento em que o produtor não está presente, garantindo assim um sistema integrado, embarcado com toda a tecnologia que foi implementada e com os dados coletados é possível desenvolver a melhor forma de gerenciar a produção em uma fazenda.

## 2.3. Microcontroladores e Sistemas Embarcados

“O microcontrolador é um dispositivo que possui processador, memória, e periféricos integrados em um único chip. Ele é projetado para executar tarefas específicas de controle e monitoramento em tempo real. Diferente dos microprocessadores, que são utilizados em computadores convencionais, os microcontroladores são otimizados para trabalhar com baixo consumo de energia e custo reduzido. Uma das vantagens do microcontrolador é a sua facilidade de programação. Geralmente, eles são programados por meio de linguagens de programação de alto nível, como C e C++, que facilita o desenvolvimento de aplicações” (ROBOTICA, 2023).

Neste sentido, por ser um *hardware*, de fácil acesso, o mercado se adaptou muito bem, aonde são ofertados vários periféricos, conhecidos como módulos eletrônicos (Relé, sensor de temperatura, *displays*, Bluetooth, interruptores, etc.), que são de fácil acoplamento a placa microcontrolador, facilitando a prototipagem o incremento e desenvolvimento em qualquer área, com um vasto conteúdo disponível na internet com comunidades de entusiastas que sempre trazem inovação para esse tipo de plataforma.

Por ser um sistema integrado de computação e *hardware*, é definido como um Sistema Embarcado, conforme (SOUZA 2022), “Estes sistemas são geralmente projetados para serem simples e de baixo custo, sendo compostos por um conjunto limitado de componentes, como microcontroladores, sensores e atuadores. São geralmente projetados para serem compactos, confiáveis e eficientes em termos de energia. Eles também precisam ser capazes de lidar com restrições de espaço e recursos, como memória e processamentos limitados”.

Neste projeto será utilizado a plataforma de prototipagem eletrônica ESP8266, seu *hardware* e *software* são de código aberto, ou seja, eles podem ser modificados conforme a necessidade do usuário, sem limites impostos pelo desenvolvedor.

## 3. Metodologia

### 3.1. Escopo

A solução Smart Plant foi desenvolvida pensando em automatizar o cuidado das hortas residenciais de indivíduos que passam muito tempo fora de sua residência.

Através de uma central móvel, é possível fazer o monitoramento da rega da horta através do navegador ou aplicativo do celular. Para isso, foi utilizado a placa de desenvolvimento ESP8266 NodeMcu, responsável por receber os dados que são captados pelos sensores e fazer a comunicação com a internet e fornecer os dados.

Ademais, para a hospedagem da comunicação e envio de dados para a internet, foi necessário utilizar a plataforma Arduino IoT Cloud, uma ferramenta que simplifica o desenvolvimento de projetos IoT e facilita a conexão segura de seus projetos com o mundo exterior. Ela irá auxiliar a controlar a central a distância e verificar o estado da planta.

O código foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação C++, que é uma linguagem de propósito geral, ou seja, sua sintaxe permite a programação de alto nível e oferece controle direto sobre o *hardware*, o que favorece o controle e leitura que são feitos pelos módulos eletrônicos que são responsáveis por fazer a medição da umidade do solo e a partir do valor configurado, irá mandar um comando de acionamento de uma bomba que irá fazer a rega automaticamente, mas, também é possível ativar o modo manual, no qual se aciona a bomba através do botão virtual do aplicativo e também é possível verificar a umidade do ambiente e sua temperatura para verificar se está próprio para o desenvolvimento da planta.

### **3.2. Desenvolvimento do *Hardware***

Para seguimento do projeto foi necessário fazer o levantamento dos requisitos necessários para que uma horta residencial seja produtiva, e dentre eles foram: Umidade do solo; Temperatura e umidade ambiente e irrigação do solo. Esses requisitos foram o essencial para começar a selecionar quais *hardwares* seriam de grande ajuda na extração de dados, tratamentos e ação para o processo de automação.

Os sensores foram selecionados de acordo com a ideia que a central Smart Plant seja móvel e pratica para seu uso, e os principais módulos escolhidos para o desenvolvimento foram:

- a) A placa microcontrolador ESP8266, responsável por executar a lógica e tratamentos de dados extraído pelos módulos e se comunicar com o portal Arduino IoT Cloud, conforme Figura 1 e o *display* LCD 16x2, com protocolo de comunicação I2C, utilizado para apresentar os textos do status de funcionamento da central, conforme Figura 2.

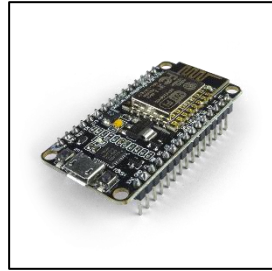


Figura 1 - ESP8266 NodeMcu  
(Fonte: Robocore, 2024 a).

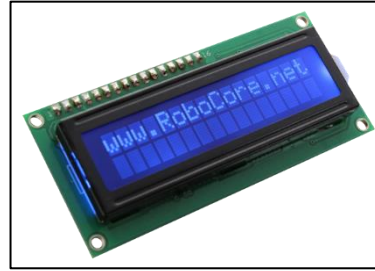


Figura 2 - Display LCD 16x2  
(Fonte: Robocore, 2024 b).

- b) O sensor de umidade de solo capacitivo (higrômetro), responsável por medir o nível de umidade do solo que apresenta uma maior durabilidade e precisão em seus resultados conforme Figura 3 e o sensor de temperatura e umidade DHT11 de saída de sinal digital que garante uma alta confiabilidade, com uma faixa de medição de umidade de 20% a 90% e a temperatura de 0° a 50°, conforma a Figura 4.

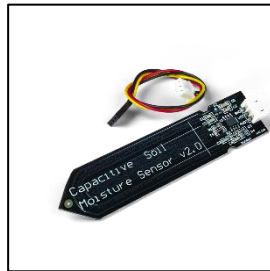


Figura 3 - Sensor de umidade de solo capacitivo  
(Fonte: Robocore, 2024 c).

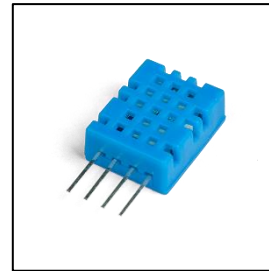


Figura 4 - Sensor DHT11  
(Fonte: Robocore, 2024 d).

- c) O módulo relé é um dispositivo eletrônico que opera como um interruptor controlado por uma corrente elétrica, quando aplicado uma tensão muda seu estado conforme Figura 5 e a minibomba de água submersível, ela possui a capacidade de ser mantida debaixo da água na onde é responsável por fazer o bombeamento da água, conforme Figura 6.



Figura 5 - Módulo Relé 1 canal  
(Fonte: Robocore, 2024 e)



Figura 6 - Minibomba de água  
(Fonte: Robocore, 2024 f)

A partir do levantamento do *hardware* necessário para a automação, utilizou-se o *software* Fritzing para projeção do esquema elétrico e diagrama das conexões, para montagem e testes, como na Figura 7.

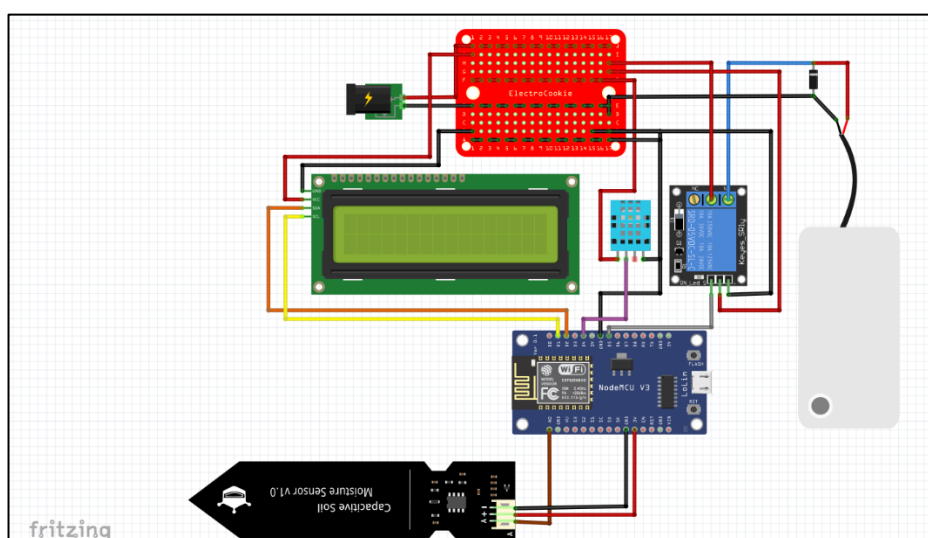


Figura 7 - Projeção do circuito no software Fritzing  
(Fonte: Fritzing, 2024).

Partindo da projeção feita no *software*, foi montado um protótipo para realizar os testes de ligações dos módulos eletrônicos com o ESP8266, e assim, foi possível localizar os problemas e fazer as correções necessária para seu funcionamento como apresentado na Figura 8.

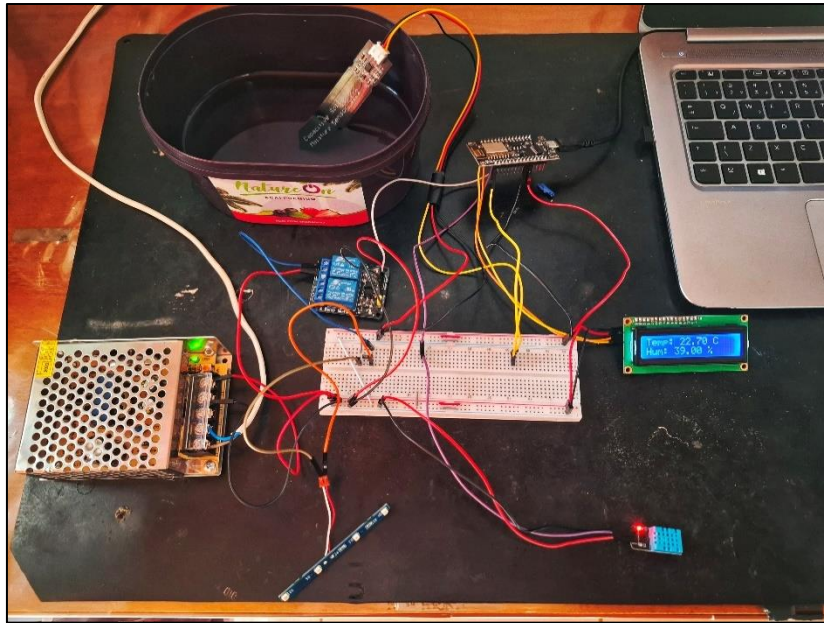


Figura 8 - Protótipo do sistema.

Como próximo passo de desenvolvimento, iniciou-se a criação do código-fonte, a lógica responsável pelo tratamento dos dados e ações do processo de automação.

### 3.3. Desenvolvimento do *Software*

O código-fonte de um sistema é a representação textual de um algoritmo, expressa em uma linguagem de programação específica, que define a lógica e o comportamento de um programa. No projeto como será utilizado a IDE (Ambiente de desenvolvimento Integrado) do Arduíno, a linguagem predominante é a C++ que possui algumas simplificações e adaptações para facilitar a programação do microcontrolador, pois ela possui um alto nível de controle sobre o *hardware* e vastas bibliotecas de funções personalizadas, expandindo as possibilidades de programação.

Por ser um projeto IoT, é necessário utilizar um ambiente que seja hospedado na internet, para que seja possível utilizar serviços embarcado na “nuvem”. E dentre todos os testes a de melhor facilidade de acesso, e que possui uma infraestrutura robusta e estruturada para essa hospedagem, foi a Arduino IoT Cloud.

A plataforma conta com a integração do editor de código em nuvem sendo possível fazer a edição do projeto direto do navegador sem a necessidade de ter que lidar com a instalação ou configuração de bibliotecas em cada dispositivo que se deseje conectar seu microcontrolador, ou seja, é possível em qualquer lugar fazer modificações conforme a Figura 9.



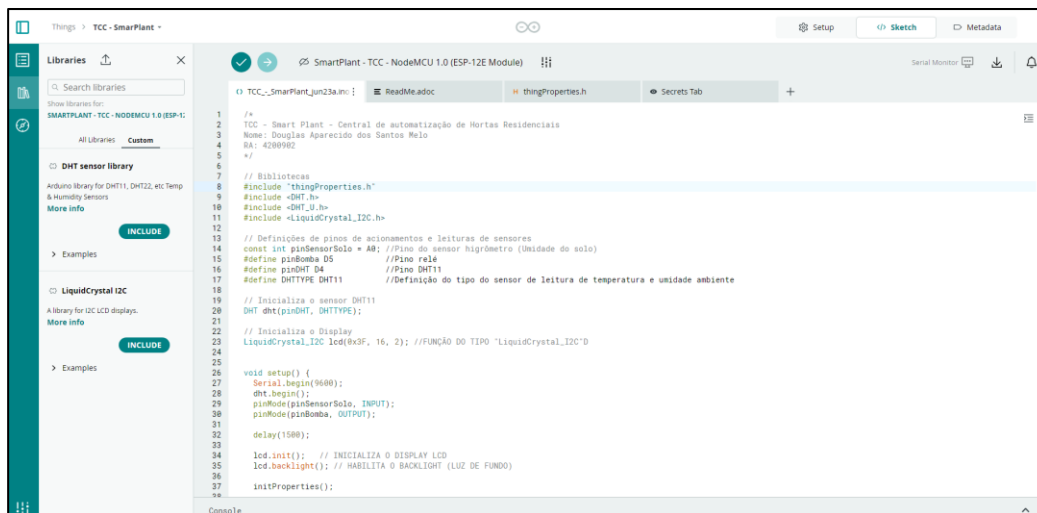


Figura 9 -IDE Editor Cloud  
(Fonte: Arduino, 2024).

Para visualização das informações capturadas pelos sensores e controle manual, foi montado duas *DashBoards* no qual é possível visualizar os dados em tempo real da temperatura e umidade ambiente, umidade do solo, controle e verificação do estado da bomba de irrigação. É possível visualizar no navegador conforme a Figura 10 e também acessar pelo celular através do aplicativo IoT Cloud Remote do Arduino, conforme a Figura 11 sendo possível posicionar os painéis na forma que o usuário desejar.

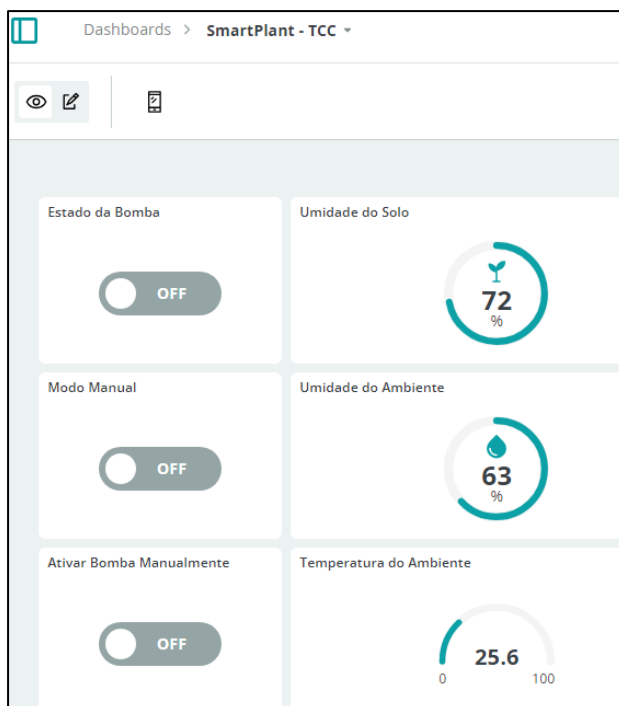


Figura 10 - Dashboard Navegador  
(Fonte: Arduino, 2024)



Figura 11 - Dashboard Aplicativo  
(Fonte: Arduino IoT Cloud Remote, 2024)

Ademais, com a finalização do desenvolvimento do *software*, foi possível fazer a integração com o protótipo e assim finalizar a parte de testes. Consequente, iniciou-se a criação da central Smart Plant, com a ideia de ser movel, prático e de fácil utilização

### 3.4. Implementação

#### 3.4.1. Elaboração da Central

Para elaboração do projeto da caixa em que ficaram alocados os módulos eletrônicos responsáveis pela automação, foi utilizado o *software* AutoCAD, uma ferramenta que é utilizada para criar desenhos técnicos em 2D e 3D, que conta com uma variedade de ferramentas que oferece um controle sobre cada detalhe do projeto.

Para o desenvolvimento levantou-se os principais requisitos que o sistema irá necessitar de conexão para que seja, de forma fácil seu manejo de local e também utilização. E ficou definido que as únicas conexões que o usuário irá precisar realizar são de fonte energia, bomba d'água e sensor higrômetro, acarretando no designer conforme a Figura 12.

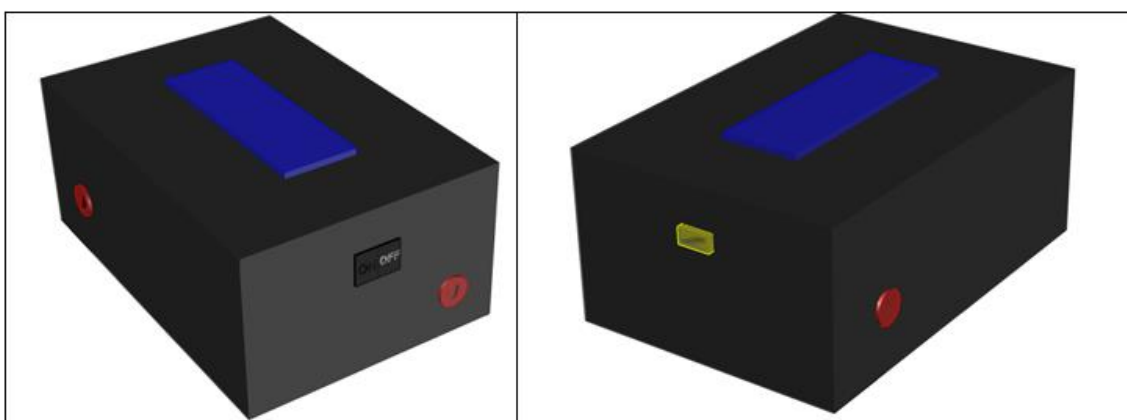


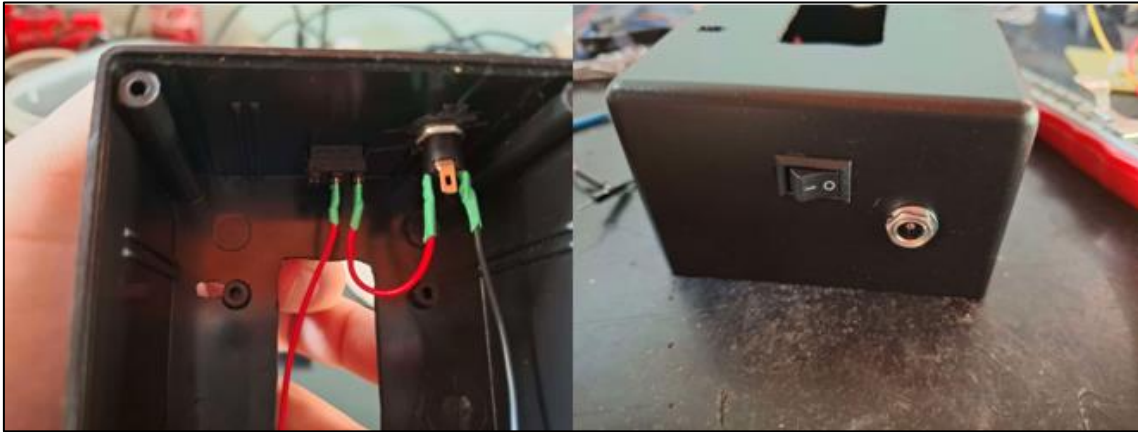
Figura 12 - Designer 3D Final da Caixa Central Smart Plant.

A partir do designer desenvolvido iniciou-se o processo de montagem do equipamento, sendo necessário praticidade de utilização de algumas ferramentas manuais e conhecimento de eletrônica.

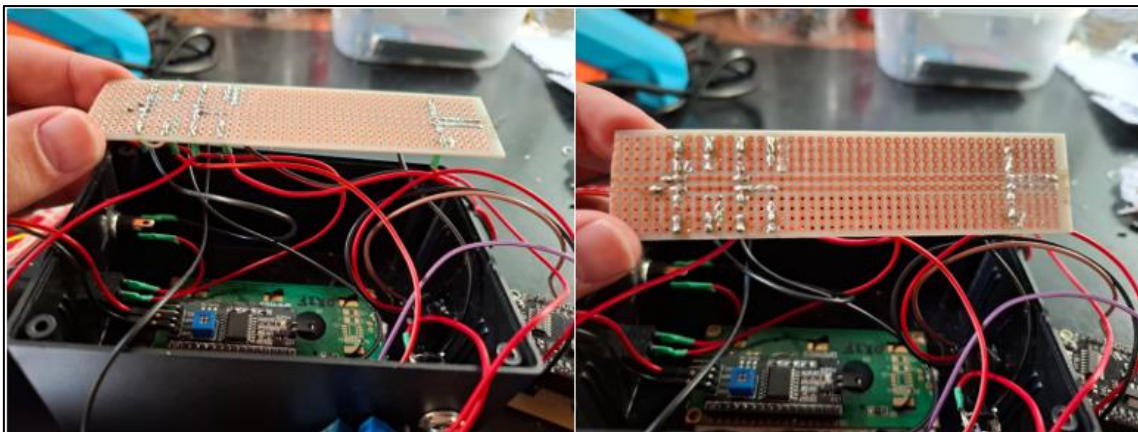
#### 3.4.2. Montagem

Para montagem da central, foi necessária utilização de algumas ferramentas, como uma mini retífica que foi responsável por fazer os cortes e furos na caixa para acoplar os periféricos eletrônicos conforme a Figura 13 e também a utilização de um

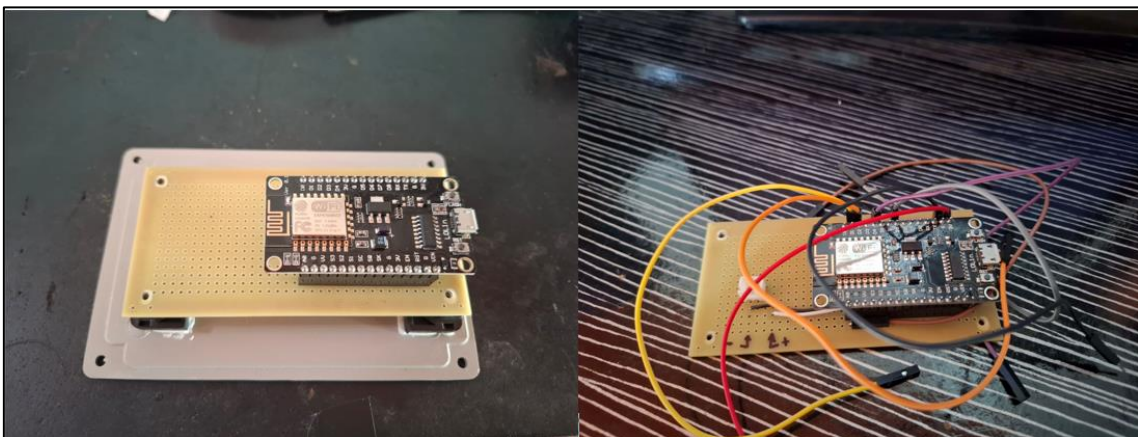
ferro de solda, para soldagem de fios e montagem das duas placas de circuitos. A primeira que faz a distribuição da alimentação de energia para os módulos eletrônicos do equipamento e a outra na qual o microcontrolador fica acoplado, sendo possível fazer sua remoção para facilitar a gravação do código conforme consecutivamente as Figuras 14 e 15.



*Figura 13 - Caixa com os cortes para encaixe dos periféricos.*



*Figura 14 - Placa responsável pela alimentação geral do circuito.*



*Figura 15 - Placa de acoplamento do microcontrolador.*

Após as conclusões das etapas anteriores, foi realizado o acomodamento dos módulos eletrônicos e conexões com o microcontrolador dentro da central. Para evitar que algum dispositivo apresente falha ao ser ligado de forma incorreta, foi realizado as medições de todas as conexões utilizando o instrumento de medição multímetro, desta maneira foi possível se concluir a montagem do equipamento, conforme a Figura 16.



*Figura 16 - Central Smart Plant concluída.*

Além disso, para efetivar seu funcionamento em campo, o equipamento foi instalado em um pequeno cultivo em um vaso para se obter resultados de seu funcionamento, com o monitoramento diário se houve perda de conexões ou travamento por motivos de queda de energia ou perda de conexões com a internet, sendo possível verificar o funcionamento de todos os seus parâmetros de visualização e funcionalidade.

#### **4. Resultados**

Os resultados obtidos com a implementação da central IoT para o monitoramento do cultivo e controle de irrigação de hortas residenciais foram altamente satisfatórias. Através da coleta de dados em tempo real sobre a umidade do solo e condições ambientais, o sistema demonstrou alta precisão na gestão da irrigação, otimizando o consumo de água das plantas garantindo saúde e evitando que elas pereçam conforme a Figura 17.





*Figura 17 - Smart Plant em funcionamento.*

A tecnologia empregada, com portal web e aplicativo móvel de fácil utilização, possibilitou um acompanhamento remoto do cuidado de forma simples e eficiente. As funcionalidades de controle manual e automático ofereceram flexibilidade, permitindo que cada usuário ajuste o sistema às suas preferências.

## **5. Conclusão**

A solução proposta neste trabalho, de se desenvolver um equipamento que solucione a problemática das pessoas que tenham uma rotina que não permita o cuidado básico de suas hortas residenciais, resultou no desenvolvimento e implementação de um equipamento capaz de trazer uma solução eficaz e inovadora para os desafios do cultivo em pequenos espaços.

Seu desenvolvimento foi baseado no microcontrolador IoT ESP8266, em conjunto com módulos eletrônicos capazes de fazerem o monitoramento do ambiente e controle de irrigação, a interface intuitiva de visualização de dados e controle via internet e a facilidade de se instalar a central Smart Plant com apenas três conexões, contribuíram para uma maior satisfação, pois não exige um alto conhecimento técnico.

A central foi testada em um pequeno cultivo, demonstrando alta precisão na gestão da irrigação e otimização do consumo de água, acarretando em um cuidado monitorado em tempo integral evitando perdas das hortaliças assim a tecnologia demonstrou ser uma ferramenta poderosa para promover a agricultura urbana, pois com ela faz se possível, manter um pequeno cultivo de alimentos.

Os resultados positivos obtidos com o projeto abrem perspectivas para futuras pesquisas e desenvolvimentos, como a integração de outros sensores e atuadores para monitorar e controlar outros parâmetros de cultivo, algoritmos de aprendizado de

máquina para otimizar a gestão da irrigação de acordo com as características de cada planta, além da expansão da plataforma para atender a diferentes tipos de culturas e escala de produção.

## Referências Bibliográficas

ARDUINO (org.). **Arduino Cloud: Projetos de IoT**. Projetos de IoT. Disponível em: <https://cloud.arduino.cc/>. Acesso em: 06 jun. 2024.

ARDUINO IOT CLOUD REMOTE (org.). **Arduino IoT Remote**. Disponível: [https://play.google.com/store/apps/details?id=cc.arduino.cloudiot&hl=pt\\_BR&pli=1](https://play.google.com/store/apps/details?id=cc.arduino.cloudiot&hl=pt_BR&pli=1). Acesso em: 15 ago. 2024.

AUTOCAD (org.). **Software de projeto e desenho**. Disponível em: <https://www.autodesk.com/br/products/autocad>. Acesso em: 20 set. 2024.

FRITZING (org.). **Fritzing. Software Open-Source**. Disponível em: <https://fritzing.org/>. Acesso em: 10 jun. 2024.

ROBOCORE (org.). **NodeMCU ESP8266**. Disponível em: <https://www.robocore.net/wifi/nodemcu-esp8266-12-v2>. Acesso em: 20 ago. 2024a.

ROBOCORE (org.). **LCD 16x2 5V Branco no Azul**. Disponível em: <https://www.robocore.net/display/lcd-16x2-5v-branco-no-azul>. Acesso em: 20 ago. 2024b.

ROBOCORE (org.). **Sensor de Umidade de Solo Capacitivo**. Disponível em: <https://www.robocore.net/sensor-ambiente/sensor-de-umidade-de-solo-capacitivo>. Acesso em: 20 ago. 2024c.

ROBOCORE (org.). **Sensor DHT11 de Temperatura e Umidade**. Disponível em: <https://www.robocore.net/sensor-ambiente/sensor-de-temperatura-dht11>. Acesso em: 20 ago. 2024d.

ROBOCORE (org.). **Módulo Relé 1 Canal 5V**. Disponível em: <https://www.robocore.net/atuador-rele/modulo-rele-5v-1-canal>. Acesso em: 20 ago. 2024e.

ROBOCORE (org.). **MiniBomba de Água Submersível**. Disponível em: <https://www.robocore.net/atuador/mini-bomba-de-agua-submersivel-3v>. Acesso em: 20 ago. 2024f.

ROBÓTICA (org.). **Placa embarcada: Qual a diferença entre microcontrolador e microprocessador.** 2023. Disponível em: <https://blog.casadarobotica.com/placa-embarcada-qual-a-diferenca-entre-microcontrolador-e-microprocessador/>. Acesso em: 06 abr. 2024.

SAP (org.). **O que é internet das Coisas (IoT)?** Disponível em: <https://www.sap.com/brazil/products/artificial-intelligence/what-is-iot.html>. Acesso em: 06 abr. 2024.

SOKOLOVA, Lara (ed.). **O que saber sobre agricultura inteligente usando IoT.** 2021. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbesagro/2021/09/o-que-saber-sobre-agricultura-inteligente-usando-iot/>. Acesso em: 06 abr. 2024.

SOUZA, Fábio. **O que são sistema embarcados?** 2022. Disponível em: <https://embarcados.com.br/o-que-sao-sistemas-embarcados/>. Acesso em: 06 abr. 2024.

TOTVS (org.). **Internet das Coisas: O que é, exemplos e impactos.** 2022. Disponível em: <https://www.totvs.com/blog/inovacoes/aplicacoes-da-internet-das-coisas/>. Acesso em: 06 abr. 2024.