

HORTA INTELIGENTE: Sistema automatizado com irrigação por gotejamento

VIVIAN PRISCILLA RELVAS GARCIA¹, LUIZ CARLOS QUERINO FILHO², RENATA BRUNA DOS SANTOS COSCOLIN FAVAN³

¹Discente no Curso de Tecnologia em Big Data no Agronegócio na FATEC “Shunji Nishimura”, Pompeia.

²Docente no Curso de Tecnologia em Big Data no Agronegócio na FATEC “Shunji Nishimura”, Pompeia.

³Docente nos Cursos de Tecnologia em Big Data no Agronegócio e Mecanização em Agricultura de Precisão na FATEC “Shunji Nishimura”, Pompeia.

RESUMO

O presente Trabalho de Graduação foi realizado através de estudo de caso e aplicado em um protótipo para a utilização de um Sistema automatizado com irrigação por gotejamento, que auxilia um determinado agricultor na irrigação da sua agricultura, evitando perdas e prejuízos. Esse Sistema facilita o controle da irrigação da plantação e faz reduzir a dependência da água da chuva, nem sofre danos por se confundir com a quantidade e a frequência que as plantas precisam receber água, tudo será programado e realizado automaticamente. A hortaliza estudada e pesquisada foi a Alface. O manejo adequado e todas as etapas desses processos foi aplicado, desde o início, ou seja, semeadura estendendo-se até o final, no caso a colheita. Vale ressaltar que a irrigação por gotejamento, é possível abranger uma parte considerada nos últimos anos muito importante, a Sustentabilidade, já que o gotejamento se torna preciso e localizado e com uma economia significativa de água. Esse Sistema permitirá que através da conexão e comunicação entre equipamentos e dispositivos, possa ser visualizado e monitorado nessa específica cultura, dessa maneira coletar dados consistentes, coerentes e precisos para a tomada de decisão.

Por intermédio, dos estudos e pesquisas realizado no Trabalho, por conseguinte o objetivo proposto e os resultados esperados, foram alcançados de forma eficiente.

Palavras-chave: IOT – Internet of Things. Automatização. Sistema Embarcado. Agricultura 4.0. *Lactuca Sativa* L.

ABSTRACT

The present graduation work was accomplished through a case study and applied to a prototype for the use of an automated drip irrigation system, which helps a certain farmer to irrigate his agriculture, avoiding losses and damages. This system facilitates the control of irrigation of the plantation and reduces the dependence on rainwater, nor suffers damages by being confused about the quantity and frequency that the plants need to receive water, everything will be programmed and done automatically. The vegetable culture studied and researched was lettuce. The proper management and all the stages of these processes were applied, from the beginning, that is, sowing, extending to the end, in this case the harvest. It is worth mentioning that with drip irrigation it is possible to cover a part considered in recent years very important, sustainability, because drip irrigation becomes precise and localized with a significant saving of water. This system will allow that through the connection and communication between equipment and devices, it can be visualized and monitored in that specific culture, thus collecting consistent, coherent and accurate data for decision making. Through the studies and research conducted in this work, the proposed objective and expected results were efficiently achieved.

Keywords: IOT - Internet of Things. Automatization. Embedded System. Agriculture 4.0. *Lactuca Sativa* L.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente vem crescendo o uso de Tecnologia no Agronegócio, devido a essa evolução da Agricultura 4.0, onde os processos são totalmente automatizados e que aplicados na área da agricultura são imprescindíveis a partir do plantio até a colheita, como também o armazenamento adequado até chegar ao seu destino, que é o consumidor.

De acordo com Sinclair (2017) sobre o avanço da tecnologia com a Agricultura 4.0, a IoT é um setor que está crescendo rapidamente e que se faz necessário o agricultor e a agricultura acompanhar essas inovações.

É notório que com esses avanços tecnológicos a IoT - Internet das Coisas (do inglês *Internet of Things* – IoT) em sua amplitude, tem realizado um papel relevante nessas aplicações, conectando objetos e integrando os processos. A IoT (*Internet das Coisas*), os processos são totalmente automatizados e os dados são gerados, permitindo a troca de informações entre dispositivos que estão conectados, trazendo benefícios, reduzindo custos e aumentando lucros que são significativos para a agricultura e para o agricultor.

Diversas definições existem sobre a IoT, a mais relevante é que computadores, sensores e atuadores, estão conectados e se comunicam, assim processam e trocam informações entre si (MAGRANI, 2018).

Esse Trabalho de Graduação, consiste na elaboração de um estudo e aplicação de um Projeto através de uma Horta Inteligente, com um Sistema automatizado com irrigação por gotejamento para Irrigação de hortaliças, utilizando a IoT em uma pequena parte da gigantesca Inteligência Artificial (IA) que são os agentes inteligentes, que entre sensores e atuadores, facilitando a comunicação entre si, mas não será aprofundado este funcionamento de agentes neste respectivo Trabalho.

Segundo Russel e Norvig (2013), agentes inteligentes é o sentido para perceber que sensores capta e recebe informações do ambiente e os atuadores age através dessas informações.

Esse Sistema automatizado foi um estudo de caso para a solução de um cultivo de hortaliças, especificamente a Alface lisa (*Lactuca Sativa* L.), em uma propriedade rural, no distrito de Paulópolis, na cidade de Pompeia, SP, com uma área de aproximadamente 3.000 m². Diversas ideias foram estudadas, mas duas vertentes essenciais foram encontradas para a tomada de decisão, sendo: a primeira seria a falta de mão de obra especializada em domingos e feriados e a segunda a baixa produção devido à falta de irrigação, como também o desperdício de água sobre uma determinada cultura. Logo após, foi encontrar soluções para esses problemas como: otimizar a falta de mão de obra, como também economizar água para a realizar a irrigação.

A princípio foi buscar uma solução para essas problemáticas encontradas, através de um sistema embarcado automatizado para irrigação por gotejamento. Esse sistema utiliza-se de um sensor higrômetro (umidade do solo), onde este envia dados para o sistema embarcado que controla o processo de irrigação quando o solo está seco. Essa interface é configurada de maneira simples e eficaz, com a utilização de uma tecnologia wireless como troca de informações e comunicação com a IoT, viabilizando todos os processos à distância.

De acordo com Suzuki (2012), é essencial mão de obra especializada para todos os processos operacionais, havendo economia significativa, reduzindo custos e aumentando os benefícios.

Esse Sistema facilita o controle da irrigação na plantação e faz reduzir a dependência da chuva, nem sofre danos por se confundir com a quantidade e a frequência que as plantas precisam receber água, tudo estará programado e será feito automaticamente. O objetivo norteador desse estudo, foram: Implantar IoT em um protótipo, com monitoramento de sistema automatizado com irrigação por gotejamento, através de um microcontrolador, sensor e atuador. Dessa forma, possibilitou a integração de todos os dispositivos, durante todos os processos realizados nesse protótipo.

A cultura pesquisada e estudada foi a hortaliça Alface lisa (*Lactuca Sativa* L), pertencente ao gênero *Lactuca*, é uma folhosa, cor verde clara, da família botânica das Asteraceae, de origem nativa da Ásia (EMBRAPA, 2009).

O Sistema Automatizado de Irrigação, auxiliou e forneceu suporte a um determinado agricultor, evitando perdas e prejuízos, de certa forma contribuindo com o meio ambiente na economia de água. Existem diversos tipos de Irrigação, mas nesse trabalho é abordado a irrigação por gotejamento.

Esse sistema de irrigação, é realizado através de mangueiras instaladas no solo que distribuem a água gota a gota, uniformemente e diretamente na raiz das plantas, na quantidade correta, podendo ser aplicado em todas as fases de desenvolvimento da cultura, elevando de 80 a 95% de eficiência do cultivo (EMBRAPA, 2011). A irrigação é um método artificial de utilização de água na cultura aplicada diretamente na área de cultivo, diminuindo desperdícios, aumentando a produtividade e rentabilidade.

Esse método de irrigação localizada, ou seja, por gotejamento, é um procedimento que faz uma economia de água, contribuindo com meio ambiente de maneira sustentável, evitando pragas e doenças que acometem as hortaliças com excesso de água em seu caule e folhas. (SENAR, 2012).

Outra vertente é fazer uma análise do solo para identificar sua classificação, para que assim a ação seja realizada corretamente, através do Sistema de Irrigação por gotejamento, onde será programada o controle de tempo e quantidade de água necessária para realizar a irrigação.

Nesse mesmo estudo, foi primordial saber que água seria usada, e neste caso, foi utilizado água provinda de uma caixa seca que coleta águas pluviais nos períodos

de chuva intensa, e essa por sua vez é utilizada neste sistema de irrigação durante um bom período antes de chegar o período de seca.

Segundo Gomes (2016) a água utilizada como reuso é uma alternativa importante para empregar na agricultura, gerando uma economia significativa da mesma e contribuindo para a Sustentabilidade.

O Manejo correto de uma determinada cultura é essencial, desde a semeadura até sua colheita. A hortaliça pesquisada, estudada e implementada no protótipo foi Alface lisa (*Lactuca Sativa* L.). Este tipo de alface é popularmente conhecido e bastante consumido pelos brasileiros, nutritiva, fácil preparo, baixo custo para seu plantio e tem um papel importante na economia (EMBRAPA, 2018).

Segundo EMBRAPA (2009) esta espécie de alface é uma hortaliça folhosa que está sujeita a uma sensibilidade devido algumas intempéries climáticas como água excessiva das chuvas, solo, clima e outros fatores que acometem a cultura.

Para que o Manejo da alface seja efetivo e significativo é necessário associar essa cultura com a preparação do solo, semeadura, manejo integrado de pragas, manejo integrado de doenças e integrar todos esses processos e métodos às tecnologias disponíveis para esse tipo de cultura. Para obter sucesso em uma determinada cultura, envolve diversos agentes geográficos como: solo, clima, como também a prevenção de intempéries que acometem a mesma.

O preparo do solo é um dos itens mais importante para a cultura a ser cultivada, pois é através dele que, no caso, a Alface lisa irá encontrar nutrientes essenciais ou até mesmo acrescentar alguns para sua correção e então a cultura estará preparada para todas as fases do seu desenvolvimento.

Existem diversos tipos de solos, mas para esse tipo de hortaliça é recomendado o areno-argilosos. (SENAR, 2012).

Os tratos culturais são um fator importante e precisa de cuidados como: sementes ou mudas de boa procedência e tratadas, espaço adequado (estufa ou cobertura), solo nutritivo, irrigação adequada, além de fatores climáticos que requer uma atenção especial para o desenvolvimento do ciclo (EMBRAPA, 2016). Segundo a EMBRAPA (2016) a época para o plantio e cultivo adequado de hortaliças, especificamente a Alface é durante todo o ano, e o seu desenvolvimento é propício em uma temperatura entre 12 e 22° C.

Nesse estudo de caso foi utilizado a irrigação localizada, ou seja, por gotejamento, dessa maneira água é racionada e localizada, visando molhar especificamente a área em que se encontra o sistema radicular da cultura.

O manejo integrado de pragas e doenças é essencial para a otimização do controle, sua identificação no início é imprescindível para se aplicar as estratégias e metodologias adequadas para erradicar, ou até mesmo de viabilizar o monitoramento como forma de prevenção, assim é possível empregar a tomada de decisão adequada e retardar possíveis prejuízos. É importante se atentar também ao tipo de irrigação escolhida, devido ao excesso de água poderá prejudicar ou até mesmo danificar toda a cultura desde a sementeira até a colheita.

De acordo com o SENAR (2012), para proteger o cultivo, é necessário a instalação de uma estufa ou casa de vegetação, dessa maneira é possível o controle ou erradicação de pragas e doença, protegendo contra clima quente e água da chuva em excesso, prevenindo os danos e prejuízos na cultura.

2 MATERIAIS

Nessa fase do projeto, pretendeu-se realizar um levantamento de materiais e levados em consideração todos os tipos gastos para a implantação de horta inteligente, com um sistema de irrigação por gotejamento.

2.1 Infraestrutura do Sistema

Os materiais e objetos que compõem a infraestrutura (Figura 1, Figura2) foram comprados em uma loja de artigos de Casa e Jardim e foram utilizados apenas para a demonstração do protótipo, não interferindo no Orçamento para a aplicação e implementação futura em um local apropriado. Abaixo os objetos estão listados:

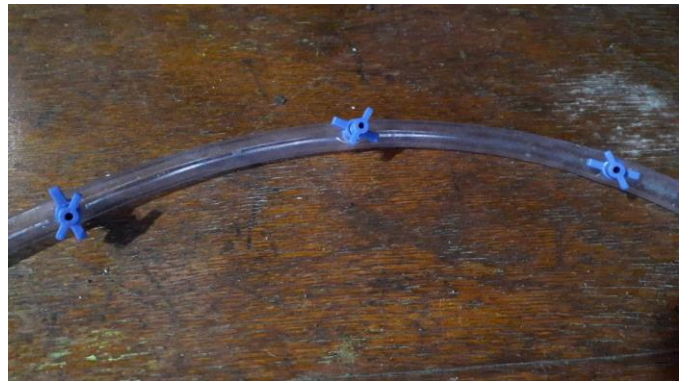
- * 1 vaso jardineira para jardim
- * 3 gotejadores para irrigação
- * 1 mangueira para a passagem de água
- * 1 balde para o reservatório de água

Figura 1: Materiais de jardinagem



Fonte: Elaborada pela Autora (2023)

Figura 2: Gotejadores e mangueira

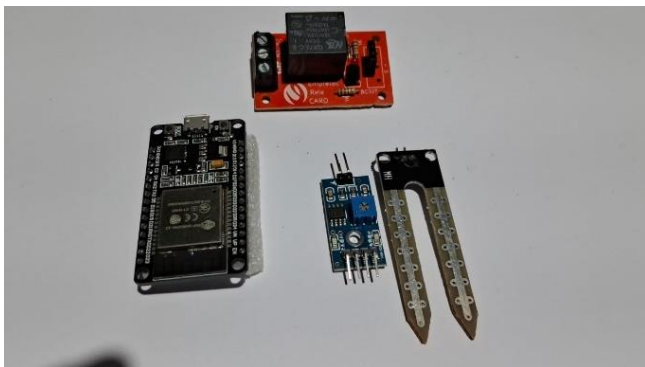


Fonte: Elaborada pela Autora (2023)

Logo após, foram utilizados outros materiais (Figura 3) que foram comprados em um site de Materiais eletrônicos e tecnológicos e foram utilizados apenas para a elaboração e implementação desse protótipo, mas foi calculado no Orçamento com o tópico seguinte para que pudesse ter uma base de Custos e Benefícios para diversos tamanhos (comprimento x largura) da Horta que foi estudada no presente Trabalho de Graduação. Os Materiais estão abaixo listados:

- * 1 placa ESP32 (Wifi e Bluetooth) + protoboard
- * 1 sensor de umidade de solo resistivo
- * 1 bomba submersa (aquário)
- * 1 relê 5v

Figura 3: Materiais eletrônicos



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Figura 4: Bomba para aquário



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

2.2 Custo do Protótipo

O custo para a implantação desse protótipo, foi especificado (Tabela 1), discriminado e detalhado, com gastos de aproximadamente de R\$ 207,56. Todos esses objetos e materiais foram utilizados para a montagem do protótipo, logo após foi iniciado a conexão e realizado os testes necessários.

Tabela 1: Custos e Gastos - Protótipo

Equipamentos	Quantidade	Valor
Materiais para jardinagem		
Jardineira	01	R\$ 95,76
Balde	01	
Mangueira	50 cm	
Gotejadores	03	
Materiais eletrônicos		
Placa ESP32 wifi	01	R\$ 111,80
Protoboard 830 pontos	01	
Sensor de Umidade do solo	01	
Relé 5 v – 1 canal	01	
Bomba submersa	01	
TOTAL		R\$ 207,56

Fonte: Elaborada pela autora (2023)

Os materiais de jardinagem utilizados no protótipo foram comprados na loja física “Empório Brasil”, situado no município de Pompeia, que comercializam utensílios para jardinagens. E os materiais eletrônicos foram orçados e comprados na loja virtual “Casa do LED”, situado no município de Garça, que comercializam equipamentos e dispositivos para eletrônica e robótica.

2.3 Orçamentos diversos

Essa etapa do protótipo foi fazer cotações e orçamentos dos equipamentos que podem ser utilizados e aplicados em campo e especificamente nessa propriedade rural que se encontra uma cultura de hortaliças, em uma área de 3.000 m², com espaço total de 10.000 m² (1 hectare), situado no Distrito de Paulópolis, município de Pompeia, SP. Foi possível elaborar dois orçamentos para visualizar os gastos necessários, priorizando os custos e benefícios para cada tipo de estrutura que futuramente possa receber o sistema da horta inteligente automatizada, conforme

mostra a Tabela de Orçamento (Tabela 2), foi realizado para um área de aproximadamente 200 m² e sugerido a instalação de uma estufa que não consta nesse orçamento.

Tabela 2: Levantamento e Orçamento – Estufa 200 m²

Cultura – Alface	Dimensionamento	Estufa 200 m² 10 m x 20 m	Água Reuso
Lista de Materiais	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Placa LoRa ESP32 wifi	1 peça	R\$ 169,90	R\$ 169,90
Sensores Capacitivo	30 peças	R\$ 19,90	R\$ 597,00
Bomba de água submersa	1 peça	R\$ 452,22	R\$ 452,22
Mangueira para água	500 metros	R\$ 284,99	R\$ 284,99
Gotejadores	400 peças	R\$ 0,62	R\$ 248,00
Válvulas Solenoides	1 peça	R\$ 37,90	R\$ 37,90
Relé (para a bomba)	1 peça	R\$ 32,90	R\$ 32,90
TOTAL			R\$ 1.822,91

Fonte: Elaborada pela autora (2023)

Esse orçamento detalhado na Tabela de Orçamento (Tabela 3) abaixo, foi realizado para uma área sem estufa com o total de 10.000 m² (1 hectare).

Tabela 3: Levantamento e Orçamento – Área 10.000 m²

Cultura – Alface	Dimensionamento	1 hectare=10.000 m² 100 m x 100 m	Água Reuso
Lista de Materiais	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Placa LoRa ESP32 wifi	2 peças	R\$ 169,90	R\$ 339,80
Sensores Capacitivo	150 peças	R\$ 19,90	R\$ 2.985,00
Bomba de água	2 peças	R\$ 452,22	R\$ 904,44
Mangueira para água	2500 metros	R\$ 284,99	R\$ 1.424,95
Gotejadores	2000 peças	R\$ 0,62	R\$ 1.240,00
Válvulas Solenoides	2 peças	R\$ 37,90	R\$ 75,80
Relé (para as bombas)	2 peças	R\$ 32,90	R\$ 65,80
TOTAL			R\$ 7.008,79

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Com esses componentes e dispositivos e de acordo com as metragens, o agricultor teria uma base através dos levantamentos e orçamentos, o que

necessariamente seria acessível e viável para as implementações futuras em sua propriedade, calculando assim o quanto gastaria com todos os materiais.

Os respectivos orçamentos mencionados acima, foram realizados através de pesquisas na internet, de diversas lojas virtuais, especificamente sites de compra, como: Amazon, Mercado livre e Filipe Flop.

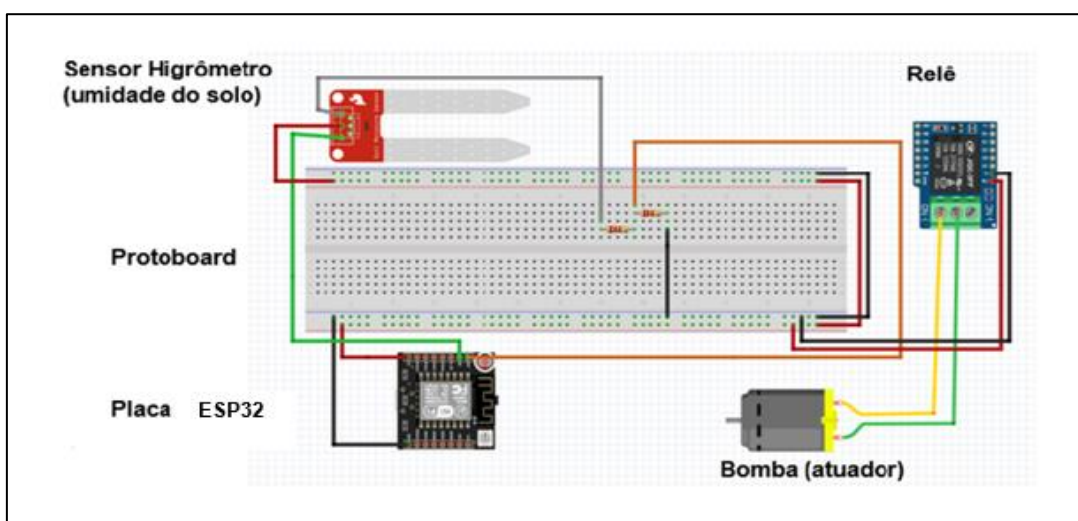
3 METODOLOGIA

Nessa fase a metodologia e tecnologias envolvidas no Projeto foram aplicadas, e foram imprecendíveis para a visualização do Sistema de Irrigação, com suas conexões e funcionalidades. Através dos estudos no protótipo foram utilizadas algumas ferramentas, que permititam a conexão da IoT com equipamentos, ou seja, comunicação de Máquina-Máquina (M2M).

3.1 Tecnologia- Plataforma Fritzing – Prototipagem e Modelagem

Esse protótipo foi realizado para um estudo de caso mencionado anteriormente nesse trabalho, em atender uma necessidade de envolver a tecnologia na agricultura. Nessa etapa foi utilizada uma plataforma online e gratuita Fritzing, onde foi possível modelar a prototipagem do projeto e conectar todos os dispositivos e equipamentos (Figura 5), assim visualizamos todas as tarefas realizadas pelo protótipo e suas funcionalidades.

Figura 5: Plataforma Fritzing - Diagrama do Protótipo (Croqui)

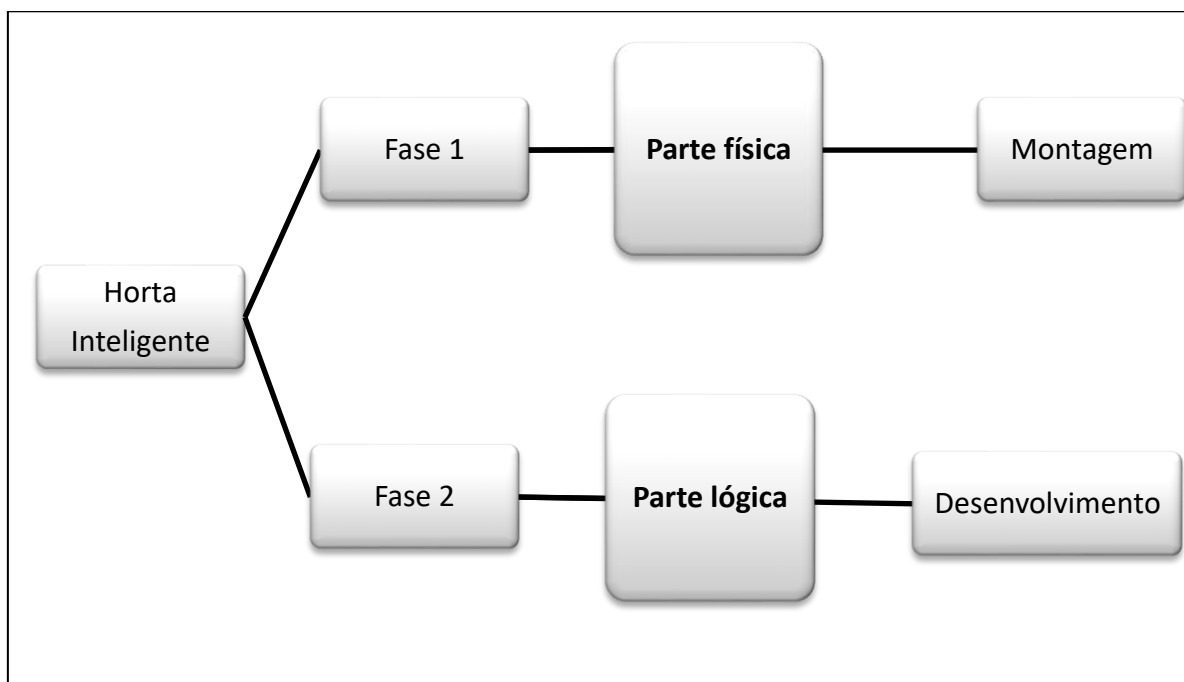


Fonte: Elaborado pela autora (2023)

O protótipo foi realizado como um modelo construído para testar o serviço disponibilizado e a viabilidade do mesmo, para ser implementado futuramente na propriedade rural no distrito de Paulópolis, cidade de Pompeia, SP, especificamente em uma horta de hortaliças.

Foi realizado um planejamento seguindo um fluxograma (Figura 6) de como o protótipo e suas estruturas foram divididas.

Figura 6 : Diagrama das Fases do Protótipo



Fonte: Elaborada pela autora (2023)

De acordo com a SBC (2015), a IoT, ou seja, Internet das Coisas faz uma integração entre equipamentos físicos e lógicos, onde ambos se conectam e se comunicam, gerando trocas de informações.

Fase 1 – Parte física - Montagem

Nessa etapa ocorreu a montagem do protótipo da parte dos materiais de jardinagem (Figura 7), como também mostra a figura (Figura 8) a disponibilidade das mudas de Alface lisa (*Lactuca Sativa* L.).

Figura 7: Montagem da infraestrutura



Fonte: Elaborada pela autora (2023)

Figura 8: Muda de Alface lisa

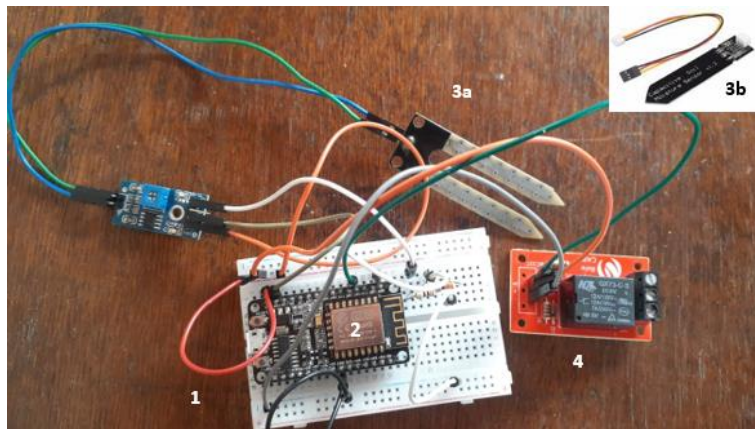


Fonte: Elaborada pela autora (2023)

Em seguida foi a conexão dos materiais eletrônicos que foram implementados e que também compõem a parte física do protótipo (Figura 9). Logo em seguida, foi estudado, testado e implementando a viabilidade de uma Placa integrada com wifi, específica para fazer a conexão IoT e com os outros equipamentos e dispositivos, no caso a ESP32 (Figura 9 - 2) conectada na protoboard (Figura 9 - 1), e ligada para acionar um relé (Figura 9 - 4).

Foi utilizado o Sensor (Resistivo) Higrômetro de Umidade do solo (Figura 9 - 3a), para os testes realizados no protótipo, onde o principal dispositivo é o sensor, através dele é possível averiguar se o solo está úmido ou seco, e assim acionar o sistema de irrigação para irrigar de forma precisa. Os dados gerados pelo Sensor, foram coletados de forma coerente e visualizados em uma plataforma de IoT, mas em uma implantação real o dispositivo a ser usado poderia ser substituído pelo Sensor Capacitivo de Umidade do solo (Figura 9 - 3b), pois este sensor específico é de excelente qualidade para realização dos testes em campo e sua durabilidade é maior, além de não ser corrosivo. A finalização da conexão dos dispositivos e equipamentos foi ligada na bomba submersa para aquário (Figura 10), todos estes testes foram realizados no protótipo.

Figura 9: Materiais eletrônicos



Fonte: Elaborada pela autora (2023)

Figura 10: Configurando a Bomba



Fonte: Elaborada pela autora (2023)

Fase 2 – Parte lógica - Desenvolvimento

Nessa etapa do Projeto foi utilizado a Plataforma Arduino IDE com a Linguagem de programação C para a comunicação e conexão dos equipamentos de IoT. A princípio foi utilizado a Plataforma Arduino IDE, versão Web que foi de grande auxilia para a implementação e execução do código, incluindo a placa utilizada, fazendo conexão com a rede wi-fi e ajustando a API da plataforma de IoT, incluindo as bibliotecas, definindo as constantes e variáveis.

Logo em seguida, nessa fase da implementação do código, como mostra a figura (Figura 11) foi realizado a conexão da rede através de uma função com o login de usuário e senha.

Figura 11: Parte do Código: Implementação da Função Conectar Wifi

```
Protótipo - Horta Inteligente - IoT.ino
44
45 //função para conectar no wifi
46 void FazConexaoWiFi(void)
47 {
48     client.stop();
49     Serial.println("Conectando-se a rede WiFi...");
50     Serial.println();
51     delay(1000);
52     WiFi.begin(SSID_REDE, SENHA_REDE);
53
54     while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
55     {
56         delay(500);
57         Serial.print(".");
58     }
59
60     Serial.println("");
61     Serial.println("WiFi conectado com sucesso!");
62     Serial.println("IP obtido: ");
63     Serial.println(WiFi.localIP());
64
65     delay(1000);
66 }
67
```

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Como mostra a figura (Figura 12), nessa fase foi possível implementar uma função para obter a leitura de umidade do solo através do sensor de umidade que fazia uma comparação da umidade percentual do solo, se essa estivesse baixa, então acionava o relé que ligava a bomba submersa (atuador) para realizar a irrigação.

Figura 12: Parte do Código - Implementação: Função leitura do Sensor de Umidade

```
Protótipo - Horta Inteligente - IoT.ino
69
70 //Função que faz a leitura do nível de umidade
71 float FazLeituraUmidade(void)
72 {
73     int ValorADC;
74     float UmidadePercentual;
75
76     ValorADC = analogRead(0); //978 -> 3,3V
77     Serial.print("[Leitura ADC] ");
78     Serial.println(ValorADC);
79
80     UmidadePercentual = 100 * ((978-(float)ValorADC) / 978);
81     Serial.print("[Umidade Percentual] ");
82     Serial.print(UmidadePercentual);
83     Serial.println("%");
84     if (UmidadePercentual <= 90.){
85         digitalWrite(pinRele, HIGH);
86     }
87     else{
88         digitalWrite(pinRele, LOW);
89     }
90
91     return UmidadePercentual;
92 }
```

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

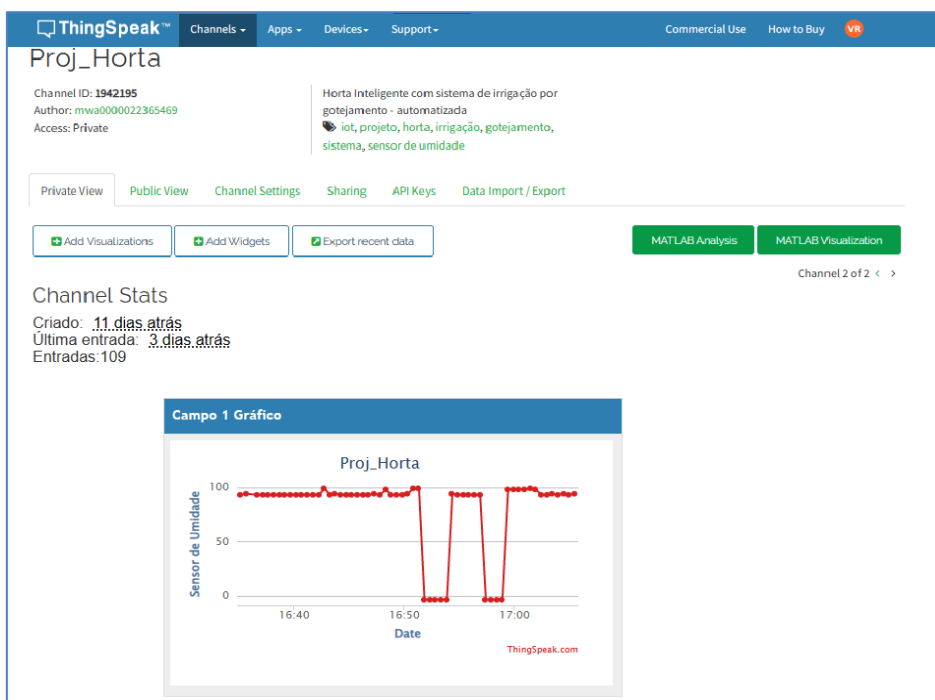
Após a implementação de todas as partes do código, foi possível a visualização das conexões dos equipamentos e dispositivos do projeto e todos os processos em funcionamento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados esperados em todas as fases foi alcançar os objetos propostos que foram concluídos durante todo o período de execução do protótipo. Na finalização do estudo no protótipo foi utilizado uma plataforma para a visualização dos dados coletados do sensor de umidade, através desses foi possível ajustar as informações, escolher a melhor alternativa para a tomada de decisão e assim aplicar as melhorias.

Nessa fase foi estudado, testado e implementado a conexão de todos os equipamentos e dispositivos com uma central de recebimentos de dados, onde foi utilizado o notebook e a plataforma gratuita on-line do ThingSpeak – IoT (*Internet of Things*), esses dados ficaram armazenados na nuvem, que puderam ser visualizados através de gráficos em tempo real, onde foi possível monitorar os dados da umidade do solo, através deles obter informações consistentes para uma tomada de decisão correta e trazer melhorias para agricultura, como mostra a figura (Figura 13).

Figura 13: Plataforma IoT – ThingSpeak



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

A princípio para a realização dos testes do protótipo, foi utilizado o sensor de umidade de solo resistivo, mas em uma implantação real em campo desse sistema é sugerido a substituição por outro, pelo sensor de umidade do solo capacitivo, na qual a utilização desse é mais preciso e eficiente para estudo de caso em campo, devido ser contra corrosão e sua durabilidade é favorável, principalmente em climas de temperatura elevada e umidades excessiva. Mediante este estudo de caso foram encontradas duas problemáticas como: falta de mão de obra e gastos de água. Nessa propriedade existe a utilização de água de reuso coletada através de águas pluviais (chuva) e depositada em caixa seca próximo a horta, como também a forma de irrigação que foi utilizada, ou seja, por gotejamento, e que ambas foram imprescindíveis, para a redução e economia de água que contribuiu de forma significativa para a Sustentabilidade.

De acordo com Gomes (2016) o aproveitamento de água tratada ou não, é um recurso importante e de grande impacto para o setor ambiental, social e econômico.

Essas soluções geraram insights que foram utilizadas na tomada de decisão precisa, auxiliando na irrigação correta e adequada da agricultura, evitando perdas e prejuízos, aumentando produtividade e otimizando a falta de mão de obra.

Segundo Maia (2000) é necessário realizar orçamentos para comparação de custos e gastos, assim viabilizar a implantação do sistema escolhido.

Após as análises dos resultados obtidos e por meio dos levantamentos e orçamentos citados nesse trabalho, foi concluído que esse sistema automatizado com irrigação por gotejamento é considerado de baixo custo e está acessível para a implantação em campo, assim tornando o projeto um MVP - produto mínimo viável (*do inglês Minimum Vaible Product*) pronto para a comercialização.

5 CONCLUSÃO

Através das problemáticas encontradas no estudo de caso para esse trabalho, como falta de mão de obra e gastos de água, foi possível estudar as soluções que auxiliaram a implantação de um sistema automatizado com irrigação por gotejamento. Esses principais problemas, foram solucionados e aplicados no desenvolvimento do protótipo para uma horta inteligente, onde foi possível otimizar a falta de mão de obra e com uma economia significativa de água.

Com base nos objetivos propostos, materiais e metodologias utilizados, testes efetuados, foi possível chegar nos resultados esperados que foram imprescindíveis na conclusão desse trabalho. A criação desse sistema automatizado com irrigação por gotejamento, permitiu uma customização baixa de controle de umidade do solo através de estudos no protótipo.

De acordo com os Custos e Gastos, Levantamentos e Orçamentos que foram detalhados nesse Trabalho, sua usabilidade é favorável, sua implantação e aplicação é viável em campo e está acessível no orçamento de um pequeno produtor.

Ainda que esse protótipo tenha sido direcionado a uma determinada hortaliça, especificamente o cultivo da Alface lisa (*Lactuca Sativa L.*), esse sistema não está padronizado e limitado somente para essa cultura, ele é considerado expansível, ou seja, podendo ser reutilizado e reaproveitado para outros tipos de hortaliças, todavia, alguns ajustes futuros se fazem necessários para a adaptação de outros cultivos.

Portanto, é importante ressaltar que esse protótipo Horta Inteligente: sistema automatizado com irrigação por gotejamento, utilizando a IoT para conexão e comunicação, integrando as tecnologias aos processos, solucionando os problemas encontrados, trabalhando com os manejos culturais adequados com prevenção e controle, possibilitou um aumento da produtividade e uma redução de custos, concluindo que esse sistema pode ser implantado fora do protótipo, ou seja, sua instalação completa pode ser aplicada em campo, trazendo diversas vantagens e benefícios para a agricultura e agricultor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela minha vida, por me iluminar e me dar forças para ter alcançado e concluído mais essa etapa com muita dedicação e competência.

Ao meu marido Rori Jotta Garcia e ao meu filho Lucas Relvas Jotta Garcia, que acreditaram na minha capacidade, me apoiaram e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho, eles estiveram ao meu lado em todos os momentos; bons ou ruins.

Aos meus pais; Anézia da Silva Relvas e Isaías Relvas, que foram a minha base de educação e que contribuíram na pessoa que me tornei.

A minha irmã Vania Mirella Relvas, que me incentivou na realização desse curso e acompanhou minha trajetória.

Ao meu amigo Agenor Pereira Leal, professor, educador, mediador, que me entusiasmou com sua sabedoria e acreditou no meu potencial.

Ao agricultor familiar João Juracy Ruiz Jotta, que foi meu estudo de caso neste trabalho, que me instruiu na prática sobre os processos de manejos culturais para ser aplicado em uma cultura de hortaliças.

Aos professores; Luiz Carlos Querino Filho e Renata Bruna dos Santos Coscolin Favan, pelas orientações, conhecimentos e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho nesse trabalho e que contribuíram para meu processo de formação acadêmica e profissional.

Aos meus colegas de classe da 8ª Turma do Curso de Tecnologia em Big Data no Agronegócio da FATEC Pompeia “Shunji Nishimura”, que propiciou uma parceria e cumplicidade durante o curso.

E a todos que indiretamente, me auxiliaram na conclusão desse trabalho e que contribuíram para que o objetivo fosse alcançado.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Gilliard Moreira; FREIRE, Lucas; DA CRUZ, Rafael Peres - TCC - Sistema de irrigação por gotejamento, Centro Paula Souza - São Caetano do Sul, SP, 2015.

COELHO, Eugenio Ferreira. Sistemas e manejo de irrigação de baixo custo para agricultura familiar (et. al) - Cruz das Almas, BA: EMBRAPA mandioca e Fruticultura, 2014, 45 p.

Disponível em: <https://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/modelagem/alface/> - acesso em: 20/03/2023 - HERRMAN, José Carlos; KINETZ, Silvia Regina R.;

ELSNER, Tatiana Cristina – ALFACE: Conhecendo um pouco mais sobre a alface.
Acesso em: 09/04/2023.

Disponível em: <https://embarcados.com.br/oficina-maker-de-iot-planta-com-thingspeak/>. Acesso em: 17/04/2023.

Disponível em:

<https://periodicoscientificos.ufmt.br/revistapanoramica/index.php/revistapanoramica/article/view/1379> - DOS SANTOS, Tassiana Reis Rodrigues; BINDE, Daisy Rickli, Revista Panorâmica - Implantação e Levantamento de custos de uma horta – Edição Especial, V. 2, 2021. Acesso em: 21/04/2023

Disponível em: https://www.tudosobreiot.com.br/blog/1106-_iot-feito-facil_-conectando-coisas-desde-qualquer-canto-do-mundo-. Acesso em: 01/05/2023

EMBRAPA, 2009. HENZ, Gilmar Paulo; SUINAGA, Fábio – EMBRAPA Hortaliças: Tipos de Alface cultivados no Brasil, novembro/2009, Brasília, DF, 1ª edição – 500 exemplares.

EMBRAPA, 2009. HENZ, Gilmar Paulo; ALCÂNTARA, Flávia Aparecida – Coleção 500 perguntas – 500 respostas – HORTA – EMBRAPA Informação Tecnológica – Brasília, DF, 2009.

EMBRAPA, 2016. NASCIMENTO, Warley Marcos; PEREIRA, Ricardo Borges; Editores Técnicos – Produção de Mudanças de Hortaliças - EMBRAPA – Brasília, DF, 2016 – 1ª edição.

EMBRAPA 50 anos, 2018 – Hortaliças – Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/4224/alface-brs-leila>. Acesso em 01/05/2023

GOMES, Edilson Ramos, 2016 - Aplicação de água residuária e deficiência hídrica em espécies de interesse agrônomo / PERSPECTIVAS DO REÚSO DE ÁGUA NA AGRICULTURA - TESE Doutorado – Botucatu, 2016, 157 p.

LAVAREDA FILHO, Ronen Matos - Sistema de Monitoramento Inteligente de uma Horta Escolar baseado na Plataforma Arduino. TCC - Graduação em Licenciatura em Computação - Licenciatura - Itacoatiara - Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2017.

MAIA, Joyce Mara Brito. TCC - ANÁLISE DE VIABILIDADE DE CUSTO DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADO DE BAIXO CUSTO EM PEQUENAS PROPRIEDADES DE AGRICULTORES FAMILIARES NO MUNICÍPIO DE FEIRA DE SANTANA, Feira de Santana, Bahia, 2018.

MAGRANI, Eduardo - Livro Digital - A internet das coisas - Rio de Janeiro: FGV Editora, 218, 192 p., 1ª edição. Disponível em:

https://www.google.com.br/books/edition/A_internet_das_coisas/qYtIDwAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=1. Acesso em: 21/04/2023

MARQUELLI, Waldir A.; SILVA, Washington L. C.; - Seleção de Sistemas de Irrigação para Hortaliças - EMBRAPA Hortaliças C.P. 218, Brasília, DF, 70.351-970, dezembro, 2011 – 2ª edição (1ª edição, 1998).

MEDEIROS, Pedro Henrique Silva - Monografia: Sistema de irrigação automatizado para plantas caseiras- Universidade Federal de Ouro Preto, João Molevade, 2018.

Orçamentos Disponíveis em:

<https://www.casadoedgarca.com.br/> - Acesso em: 07/04/2023

<https://www.amazon.com.br/> - Acesso em: 07/04/2023

<https://www.mercadolivre.com.br/> - Acesso em: 07/04/2023

<https://www.makehero.com/> - Acesso em: 07/04/2023

Plataforma Arduino IDE: <https://www.arduino.cc/en/software/> - Acesso em: 26/03/2023

Plataforma Fritzing: <https://fritzing.org/> – Acesso em: 20/03/2023

Plataforma IoT – ThingSpeak: <https://thingspeak.com/> - Acesso em: 22/03/2023

SBC, Sociedade Brasileira de Computação - Revista COMPUTAÇÃO BRASIL 29 – 04/2015, ALMEIDA, Hyggio.

SENAR, 2012. Serviço nacional de Aprendizagem Rural - Hortaliças, cultivo de hortaliças folhosas / Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. -- Brasília: SENAR, 2012, 164 p. (Coleção SENAR; 150)

SINCLAIR, Bruce - 2017. e-book: IoT: Como Usar a "Internet Das Coisas" Para Alavancar Seus Negócios, tradutor: Afonso Celso Cunha da Serra. Editora Autêntica Business, 2018, 289 p, 1ª edição.

STUART, Russel J.; NOVIC, Peter - Artificial Intelligence - tradução Regina Célia Simille. – Rio de Janeiro, 2013, Elsevier Editora Ltda - 3ª edição.

TESTEZLAF, Roberto. Irrigação: métodos, sistemas e aplicações. Campinas, SP.: Unicamp/FEAGRI, Faculdade de Engenharia Agrícola, 2017, e-book 215p.