

UNIGUAÇU – UNIÃO DE ENSINO SUPERIOR DO IGUAÇU LTDA.
FACULDADE UNIGUAÇU
CURSO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE
PROJETO INTEGRADOR II

GABRIEL NUNES RIBEIRO

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA AUTOMATIZADO DE
IRRIGAÇÃO EM HORTAS UTILIZANDO ARDUINO**

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU
2024

GABRIEL NUNES RIBEIRO

IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA AUTOMATIZADO DE IRRIGAÇÃO EM HORTAS UTILIZANDO ARDUINO

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Software da Faculdade
UNIGUAÇU.

Orientador(a): Prof. Leonardo Gomes Guidolin

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU
2024



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

TERMO DE APROVAÇÃO

GABRIEL NUNES RIBEIRO

IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA AUTOMATIZADO DE IRRIGAÇÃO EM HORTAS UTILIZANDO ARDUINO

Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia de Software apresentado, sob a orientação do professor Leonardo Gomes Guidolin, aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel no curso de Engenharia de Software da Faculdade UNIGUAÇU, pela seguinte banca examinadora:

Professor Leonardo Gomes Guidolin
Faculdade UNIGUAÇU

Professor Dr. Marcos Ricardo Müller
Faculdade UNIGUAÇU

Professor Esp. Junior Mateus Peters Graf
Faculdade UNIGUAÇU

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU, (DIA) DE..... DE ...

RESUMO

RIBEIRO, Gabriel Nunes. Implementação de um sistema automatizado de irrigação em hortas utilizando Arduino. 2024. 30f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Software) – Faculdade Uniguaçu. São Miguel de Iguaçu.

A plantação de hortas é um processo complicado que requer acompanhamento e manutenção contínuas. Para aumentar a produtividade, a irrigação exige um bom monitoramento das superfícies e dos cultivos. O objetivo deste estudo é implementar um sistema de controle de irrigação de precisão usando uma solução de automação baseada em Internet das Coisas (IoT) com Arduino e um aplicativo móvel desenvolvido em Flutter. Os sensores e atuadores controlados pelo Arduino serão integrados em uma metodologia de desenvolvimento de software e integração de *hardware*. O sistema permitirá a gestão automática da irrigação, acionando a irrigação apenas quando necessário, usando os dados coletados pelos sensores. Desde que o sistema e o usuário estejam conectados à Internet, o aplicativo móvel permitirá que o usuário veja e controle o que está acontecendo a distância. Os resultados pretendem demonstrar que o sistema pode ser eficaz na otimização da irrigação e na redução do uso de água, o que resultaria em maior eficiência e sustentabilidade. É possível que estudantes, e pequenos agricultores possam obter um grande benefício da implementação de um sistema automatizado de baixo custo e fácil de usar, pois isso poderá aumentar a produtividade e reduzir a necessidade de intervenção manual constante.

Palavras-chave: Mobile. Plantação. Automação. Produtividade. Internet das coisas.

ABSTRACT

RIBEIRO, Gabriel Nunes. Implementation of an Automated Irrigation System in Gardens Using Arduino. 2024. 30p. Work of Conclusion Course (Graduation in Software Engineer) – Faculdade Uniguaçu. São Miguel de Iguaçu.

The cultivation of gardens is a complicated process that requires continuous monitoring and maintenance. To increase productivity, irrigation demands good monitoring of surfaces and crops. The objective of this study is to implement a precision irrigation control system using an Internet of Things (IoT) automation solution with Arduino and a mobile application developed in Flutter. Sensors and actuators controlled by the Arduino will be integrated into a methodology of software development and hardware integration. The system will allow automatic irrigation management, activating irrigation only when necessary, using data collected by the sensors. As long as the system and the user are connected to the Internet, the mobile application will allow the user to monitor and control the system remotely. The results are intended to demonstrate that the system can be effective in optimizing irrigation and reducing water usage, resulting in greater efficiency and sustainability. Students and small farmers may benefit greatly from the implementation of a low-cost, easy-to-use automated system, as it can increase productivity and reduce the need for constant manual intervention.

Keywords: *Mobile. Cultivation. Automation. Productivity. Internet of Things.*

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A folha devidamente assinada está sob guarda da secretaria do curso.

ANA: Agência Nacional de Águas.

API: *Application Programming Interface* (Interface de Programação de Aplicativos).

AWS: Amazon Web Services (Serviços Web da Amazon).

IES: Instituição de Ensino Superior.

IoT: *Internet of Things* (Internet das Coisas).

V: Volts (unidade de medida de tensão elétrica).

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	2
1.1 OBJETIVOS	3
1.1.1 Geral	3
1.1.2 Específicos	3
1.2 CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO	3
1.3 JUSTIFICATIVA	3
1.4 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO	4
2 REFERENCIAL TEÓRICO	5
2.1 IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADA	5
2.2 WI-FI	5
2.3 INTERNET DAS COISAS (IOT)	6
2.4 ARDUINO	7
2.5 ESP8266	8
2.6 APLICAÇÃO MOBILE	8
2.7 FLUTTER	9
2.8 INTERFACE DE PROGRAMAÇÃO DE APLICAÇÕES (API)	9
3 MATERIAIS E MÉTODOS	10
3.1 MATERIAIS	10
3.2 MÉTODOS	11
4 RESULTADOS OBTIDOS	13
5 CONCLUSÕES	18
REFERÊNCIAS	19
ANEXOS	24

1 INTRODUÇÃO

A plantação em hortas é um processo trabalhoso e cauteloso que depende de manutenção e supervisão humana constante. O processo de irrigação é considerado mundialmente uma forma de acrescentar a produtividade. O monitoramento eficiente do cultivo e das superfícies é de grande importância para a eficiência da irrigação. A melhoria do sistema de irrigação é algo de grande importância social, ambiental e econômica (SILVA et al. 2020).

Devido a busca por sustentabilidade e eficiência, a irrigação automatizada está com uma taxa de adesão maior dentre os produtores rurais. A irrigação automatizada promove a irrigação de precisão que consiste na gestão consciente da água, isso se traduz na irrigação no momento ideal, levando em consideração fatores externos (ROCHA, 2022).

Segundo SILVA (2021) entre os desafios e restrições que o controle manual do sistema apresenta, podemos enfatizar a necessidade de um indivíduo abrir ou fechar o registro que conduz a água para o reservatório ou canteiro, excesso de água se a irrigação dos canteiros estiver ligada por mais tempo do que o necessário ou se o registro estiver aberto sem um monitoramento da umidade do produto, risco de plantas não serem irrigadas, caso a pessoa responsável esqueça de abrir o registro e procedimento repetitivo de abertura e fechamento manual do registro.

Como dito por CORREIA (2016), um sistema barato e fácil de usar para aquisição de dados e controle automático da irrigação ajuda os pequenos agricultores a crescer economicamente. Uma plataforma que possui essas características, ou seja, um sistema de baixo custo para controle e monitoramento de dados, é o Arduino. A plataforma Arduino tem sido utilizada em pesquisas com diversas finalidades, como visto nos seguintes trabalhos. DOS SANTOS (2019) implementou um gateway de IoT sobre a plataforma Arduino, GIMENES (2015) utilizou o Arduino como uma ferramenta de controle para um sistema de nível de líquidos e CABRAL et al. (2023) implementaram um teclado musical com a plataforma.

Esses trabalhos foram implementados devido ao Arduino ser uma plataforma prototipagem de eletrônica de código aberto versátil, que pode receber a entrada de uma variedade de sensores e pode executar alguma função relativa. Também pode modificar o ambiente ao seu redor ao acionar motores, luzes e outros atuadores (ROCHA, 2022).

A integração do Arduino com dispositivos móveis permite a criação de uma variedade de projetos e possibilidades. O Arduino oferece poucas opções para interagir com o usuário ou conectar sem fio, apesar de ser composto de vários circuitos eletrônicos que podem ser usados

para várias funções, como controlar equipamentos. Por outro lado, os dispositivos móveis não podem se conectar diretamente a circuitos eletrônicos, embora tenham uma variedade de recursos para interagir com o usuário. A combinação desses dois elementos possibilita a realização de grandes projetos (NOGUEIRA, 2018).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

Desenvolver um sistema de *Internet of Things* (IoT) automatizando a irrigação da horta de uma Instituição de Ensino Superior (IES) utilizando Arduino controlado por aplicativo móvel promovendo a irrigação de precisão.

1.1.2 Específicos

- 1) Estudar conceitos básicos relativos à irrigação automatizada de plantas;
- 2) Fazer um protótipo de aplicativo para dispositivos móveis;
- 3) Implementar um protótipo físico na horta;
- 4) Integração entre os componentes físicos e o software;
- 5) Acabamento e finalização do sistema de irrigação automatizada.

1.2 CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO

A implementação de um sistema de irrigação de precisão oferece benefícios significativos para o setor agrônomo, principalmente porque demonstra que é possível alcançar grandes comodidades mesmo com componentes de baixo custo monetário. Este sistema representa um avanço notável na gestão dos recursos hídricos e na promoção da agricultura sustentável, além de promover a eficiência e a sustentabilidade.

De acordo com a ANA (Agência Nacional de Águas), a irrigação é responsável por aproximadamente 72% do consumo de água no Brasil, construir um sistema automatizado que consiga otimizar a eficiência, diminuindo o gasto desnecessário de água, pode ser um grande passo para a redução do consumo nessa área (ROCHA, 2022).

1.3 JUSTIFICATIVA

A realização deste trabalho vem de uma tentativa de resolver uma problemática que foi apresentada sobre o manejo de hortas de forma sustentável e fácil. Essa problemática consiste

em um trabalho repetitivo aos envolvidos com o manejo de produtos produzidos em hortas, devido à grande movimentação e atenção necessária para o controle de produção de forma sustentável. Para os envolvidos, destaca-se a necessidade de um controlar a abertura do registro que conduz a água para as plantas, onde se não for devidamente controlado, pode causar a morte da plantação, esse controle deve ser feito todos os dias, inclusive nos domingos, onde não há nenhum responsável presente na IES.

Devido à crescente demanda por alimentos saudáveis e frescos, é necessário buscar métodos mais econômicos e sustentáveis para a produção agrícola. Isso é especialmente verdadeiro em áreas urbanas ou de tamanho reduzido, onde a disponibilidade de recursos como água pode ser limitada (FISA, 2023).

Ao destacar a possibilidade de utilizar componentes de baixo custo, o objetivo não apenas mostrar que a automação da irrigação está ao alcance de um público mais amplo, mas também ressalta a importância da democratização da tecnologia na agricultura. Isso é crucial para incentivar a adoção de práticas agrícolas mais eficientes e conscientes, que visam não apenas aumentar a produtividade, mas também reduzir o desperdício de recursos naturais, como água.

Portanto, este trabalho visa não apenas fornecer uma solução prática para os desafios enfrentados na agricultura, mas também inspirar e capacitar as pessoas a adotar práticas agrícolas mais sustentáveis e eficientes ao demonstrar a viabilidade e a simplicidade da implementação de um sistema de irrigação de precisão automatizada em hortas.

1.4 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

O foco principal será o desenvolvimento e a implementação de um sistema de automação de irrigação em hortas utilizando a plataforma Arduino, todos os componentes e materiais utilizados serão de baixo custo, refletindo a viabilidade de implementação do sistema mesmo em ambientes com recursos financeiros limitados. Utilizando os dados dos sensores de umidade do solo, temperatura do ar, o Arduino será programado para controlar a irrigação. Os sistemas serão testados em um ambiente de horta controlado para avaliar sua eficiência e funcionalidade.

Utilizando a plataforma de desenvolvimento para dispositivos móveis Flutter, uma aplicação móvel que permita o controle do sistema de irrigação por meio de um smartphone ou tablet será desenvolvida.

Devido a restrições financeiras, não serão utilizados equipamentos adicionais, como painéis solares ou baterias de backup, para promover autonomia elétrica ao sistema.

Essas restrições foram estabelecidas para garantir que o projeto fosse concluído dentro do cronograma, do orçamento e dos recursos disponíveis. O objetivo é concentrar os esforços no desenvolvimento e na implementação eficaz do sistema de irrigação automatizada em hortas, fornecendo uma base sólida para a avaliação e conclusão bem-sucedida da tarefa. Isso é feito especificando claramente as tarefas e as responsabilidades.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir, será discutido o suporte teórico que sustenta a pesquisa, expondo os conceitos, definições e teorias pertinentes ao assunto.

2.1 IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADA

Segundo SANTOS (2015), a irrigação é a atividade econômica que mais demanda a utilização de grandes quantidades de água, e diversas ferramentas tecnológicas têm sido utilizadas visando a otimizar seu uso. Dentre essas ferramentas se destacam os dispositivos automáticos de acionamento dos sistemas de irrigação, que visam a evitar aplicações excessivas de água. Embora a atividade agrícola dependa de vários fatores interligados, incluindo solo, água, planta e atmosfera, é possível estabelecer um manejo adequado da irrigação por meio do monitoramento da umidade do solo.

2.2 WI-FI

A Wi-Fi Alliance mantém o direito de uso da marca Wi-Fi. É usado por dispositivos de rede local sem fios (WLAN) certificados que seguem o padrão IEEE 802.11. O termo Wi-Fi é frequentemente usado como sinônimo para a tecnologia IEEE 802.11 devido ao seu vínculo com o mesmo nome. O nome vem de "área sem fio" ou "Wireless Field". (ALECRIM, 2024).

Para usar uma rede sem fio para acessar a internet, você precisa estar dentro do alcance de um ponto de acesso, também conhecido como *hotspot*, ou em um local público onde uma rede sem fio esteja funcionando. Isso pode ser feito com dispositivos móveis sem fio, como computadores portáteis, tablets, PCs ou PDAs. Assim, os usuários podem se conectar à Internet em locais onde normalmente não poderiam (VALLE, 2024).

Os *hotspots* Wi-Fi foram criados para fornecer pontos de acesso à internet. Embora as redes do padrão IEEE 802.11n possam alcançar distâncias de até 300 metros, os pontos de acesso transmitem sinais sem fio a uma distância relativamente curta, geralmente de 100 metros. Quando um dispositivo Wi-Fi, como um smartphone, detecta um *hotspot*, ele tem a capacidade de se conectar imediatamente à rede sem fio.

Muitos *hotspots* estão em locais populares, além disso, uma grande quantidade de residências e escritórios também possui redes Wi-Fi. A maioria das redes públicas é mantida pelos provedores de serviços de internet (ISPs), que cobram aos usuários por cada conexão, embora alguns *hotspots* sejam gratuitos (ALECRIM, 2008).

Um dispositivo deve ter uma interface de rede sem fio para se conectar a uma rede Wi-Fi. O termo "Estação" refere-se a um computador com essa interface. Cada estação usa um canal de comunicação de radiofrequência. Todas as estações dentro do alcance recebem transmissões nesse canal. Esse sistema é conhecido como "mecanismo de entrega de melhor esforço" porque o *hardware* não informa ao usuário que a transmissão foi entregue.

Os dados são transmitidos em "*Ethernet frames*", ou pacotes, por meio de uma onda portadora. Cada estação muda continuamente seu canal de comunicação de radiofrequência para coletar transmissões. Um dispositivo Wi-Fi habilitado tem a capacidade de se conectar à Internet quando estiver dentro do alcance de uma rede sem fio conectada à Internet. (ORACLE, 2010).

2.3 INTERNET DAS COISAS (IOT)

Segundo ROSA (2020), IoT é a interconexão digital de objetos cotidianos com a internet, complementando, MADAKAM (2015) dissolveu a frase "Internet das Coisas", também conhecida como IoT. É formada por duas palavras, ou seja, a primeira palavra é "Internet" e a segunda palavra é "Coisas".

A Internet é um sistema global de redes de computadores interconectadas que utilizam o conjunto padrão de protocolos de Internet (TCP/IP) para atender bilhões de usuários em todo o mundo. É uma rede de redes que consiste em milhões de redes privadas, públicas, acadêmicas, empresariais e governamentais, de escala local a global, que são interligadas por uma ampla variedade de tecnologias de rede eletrônica, sem fio e óptica (TREESE, 1995).

De acordo com MADAKAM (2015), ao falar das "Coisas", pode-se referir a qualquer objeto ou pessoa que seja distinguível no mundo real. Objetos do dia a dia incluem não apenas dispositivos eletrônicos com os quais nos deparamos e usamos diariamente, mas também "coisas" que normalmente não consideramos eletrônicas, como alimentos, roupas e móveis;

materiais, peças e equipamentos, mercadorias e itens especializados; pontos de referência e monumentos.

A coleta, o compartilhamento e o processamento automatizado de dados são possíveis graças a essa conexão entre a internet e objetos do mundo real. Assim, as "Coisas" se integram a um sistema maior e têm a capacidade de interagir e se adaptar ao seu ambiente (MADAKAM et al. 2015).

2.4 ARDUINO

A plataforma teve início em 2005 na cidade italiana de Ivrea, com os pesquisadores David Cuartielles, David Mellis, Gianluca Martino, Massimo Banzi e Tom Igoe (3E UNICAMP, 2022). Foi inicialmente desenvolvida para ser usada em projetos escolares com preços mais baixos do que outros sistemas de prototipagem disponíveis na época (THOMPSON, 2008; GREGO, 2009).

Arduino é uma empresa de software e *hardware* de computador de código aberto. Os módulos Arduino, são plataformas de prototipagem de código aberto. A placa de microcontrolador simplificada vem em uma variedade de pacotes de placa de desenvolvimento. Uma placa Arduino normalmente consiste em um microcontrolador, algumas linhas de E/S (entrada e saída) digital e analógica, e uma interface serial ou USB. Isso permite que a placa seja conectada a um computador ou smartphone hospedeiro para programação e interação instantânea (ARDUINO, 2015).

O microcontrolador do Arduino é programado para produzir sinais elétricos que controlam os sensores e atuadores conectados, que podem realizar várias tarefas, como por exemplo automação residencial (controle de aparelhos) (VENDRAMETTO, 2018).

A (Figura 1) representa uma imagem de um modelo de um módulo Arduino, o modelo Uno R3, um módulo destinado a estudantes e profissionais da área de eletrônica.

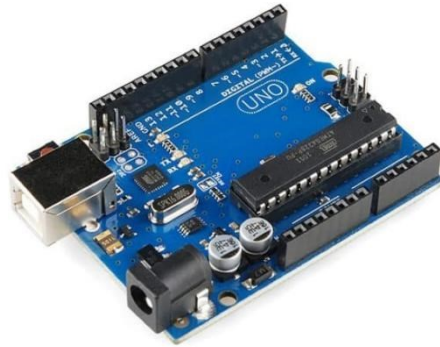


Figura 1: Arduino Uno R3

Fonte: WIKIPEDIA COMMONS (2013).

2.5 ESP8266

O ESP8266 é um microcontrolador desenvolvido pela Espressif Systems. O principal elemento diferenciador desse microcontrolador é seu sistema de comunicação WiFi próprio. Como resultado, ele é frequentemente usado como módulo WiFi para outros microcontroladores, como o Arduino. Isso é feito apesar de ter um processador próprio. Além disso, é possível criar sistemas embarcados usando apenas o ESP8266. Uma vantagem do ESP8266 é que ele não custa muito, normalmente entre 20 e 50 reais (OLIVEIRA, 2017; KOLBAN, 2016; MINATEL, 2016; SCHWARTZ, 2016).

Como mencionado por KOLBAN (2016) e SCHWARTZ (2016), o ESP8266 possui uma variedade de modelos, incluindo ESP-1, ESP-12 e ESP Olimex. O processador do ESP8266 é idêntico para todos os modelos, então só mudam o número de pinos de entrada e saída (GPIO) disponíveis, a quantidade de memória disponível e o espaço entre os pinos.

2.6 APLICAÇÃO MOBILE

Segundo FERRONI (2021) uma plataforma mobile é essencialmente uma versão de sites, aplicativos e aplicativos projetados para smartphones e tablets.

É um meio que tem crescido constantemente nos últimos anos. Os usuários em todo o mundo passaram cerca de 5.1 trilhões de horas usando seus smartphones em 2023. Isso é um aumento de 6% em relação a 2022, de acordo com a DATA.AI (2024).

Uma aplicação mobile é um tipo de software que pode ser instalado e baixado em dispositivos móveis e portáteis, com tablets e smartphones. A depender do segmento e do objetivo, pode ter uma variedade de propósitos. Em alguns casos, o aplicativo é a própria empresa; exemplos disso

incluem jogos para celular e aplicativos funcionais, como os de entrega. Considerando o viés da gestão, os aplicativos também podem ser extremamente úteis para o acompanhamento e atualizações de processos, controle de qualidade, frequência e produtividade, entre outras funções (FERRONI, 2021).

2.7 FLUTTER

O "*Sky*" era o nome da versão inicial do Flutter que funcionava com o sistema operacional Android. Com o objetivo declarado de renderizar consistentemente a 120 quadros por segundo, sua estreia ocorreu durante a cúpula de desenvolvedores Dart em 2015. Antes da versão 1.0 do Flutter, o Google anunciou o lançamento do Flutter Release Preview 2, que aconteceu durante a apresentação principal do Google *Developer Days* em Xangai. Foi lançado o Flutter 1.0 durante o evento Flutter Live em 4 de dezembro de 2018, marcando o lançamento da primeira versão "estável" do *framework*. Durante o evento *Flutter Interactive* de 11 de dezembro de 2019, o Flutter 1.12 foi lançado (FLUTTER TEAM, 2019).

Flutter, anteriormente conhecido pelo nome de "*Sky*", é um *framework* de código aberto e um kit de ferramentas de desenvolvimento de interface de usuário desenvolvido pela Google em 2015. É baseado na linguagem de programação Dart e permite a compilação nativa de aplicativos para vários sistemas operacionais, como Android, iOS, Windows, Mac, Linux, Fuchsia e Web. O Flutter é uma ferramenta poderosa para desenvolvedores que desejam criar experiências de usuário consistentes e de alto desempenho em diversas plataformas graças a essa flexibilidade (ALTEXSOFT, 2022; FLUTTER TEAM, 2019).

2.8 INTERFACE DE PROGRAMAÇÃO DE APLICAÇÕES (API)

As APIs têm suas raízes na história da computação, surgindo as primeiras implementações na década de 1960, quando se tornou necessário estabelecer um padrão de comunicação entre os sistemas. Com o avanço da internet, as APIs se transformaram em formatos mais simples, como REST e, mais recentemente, GraphQL, simplificando a interoperabilidade entre sistemas complexos em várias plataformas e aparelhos. (SENSEDIA, 2024).

Segundo (EBAC, 2023) uma API (Interface de Programação de Aplicações) consiste em um conjunto de normas e definições que possibilita a interação entre diversos sistemas, programas ou segmentos de um único sistema. Em termos básicos, uma API funciona como um "elo" que simplifica a transferência de dados e funcionalidades entre aplicativos, dispensando

que os programadores compreendam toda a estrutura interna do sistema ao qual estão se conectando.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 MATERIAIS

No sistema de irrigação automatizado será utilizado os seguintes componentes e ferramentas mostrados no (Quadro 1), o qual representa os materiais, seu índice na (Figura 2).

Quadro 1: Materiais, seus componentes correspondentes e índices na (Figura 2).

Material	Índice na (Figura 2)	Componentes
Microcontrolador	3	Arduino Atmega328P.
Sensores	4	Sensor de Umidade do Solo.
Atuadores	7	Válvula Solenoide.
	1	Ponte H Dupla L298N
Comunicação	3 (Integrado ao microcontrolador).	Módulo Wi-Fi ESP8266.
Fonte de alimentação	6	Fonte de alimentação 5V.
	5	Fonte de alimentação 12V
Aplicação Mobile	-	Smartphone com sistema operacional Android.
Auxiliares	Conectados aos componentes.	Cabos (<i>Jumpers</i>).
	2	Protoboard.
<i>Softwares</i>	-	Visual Studio Code.
	-	Visual Studio 2022.
<i>Frameworks</i>	-	Flutter (Versão 3.24.4).
	-	.NET (Versão 8.0.0-60000.7)

Fonte: Aatoria Própria

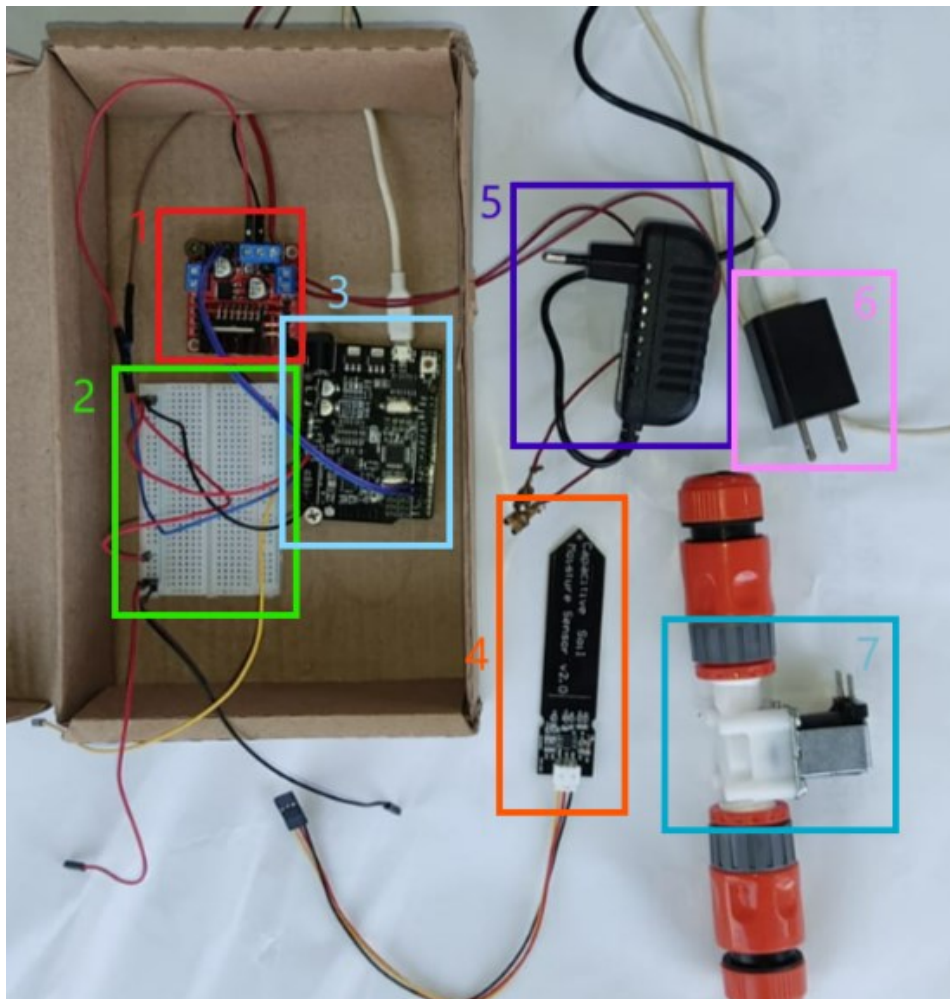


Figura 2: Componentes

Fonte: Aatoria Própria

3.2 METÓDOS

Primeiramente, visitou-se a horta onde o sistema de irrigação automatizado seria implementado. Foi observado que um sistema básico de irrigação manual já estava em funcionamento, garantindo que a infraestrutura básica para o fornecimento de água estava disponível.

O sensor de umidade será inserido em um ponto estratégico na terra onde será feita a plantação e subsequentemente a irrigação para que haja uma unificação nos dados de umidade coletados. Os dados do sensor serão encaminhados ao microcontrolador.

Assim que as condições especificadas para irrigação serem cumpridas, o microcontrolador enviará um sinal elétrico ao módulo ponte H, que alterará a tensão para a tensão aceita pela válvula solenoide (12 volts), que por sua vez iniciará o processo de irrigação.

O microcontrolador, será responsável pelos cálculos e comparações de dados e controle dos atuadores, os dados relevantes e controláveis serão enviados ao usuário do sistema via integração a uma API (Interface de Programação de Aplicações) via Internet utilizando o protocolo HTTPS (*HyperText Transfer Protocol Secure*).

O HTTPS (*HyperText Transfer Protocol Secure*) é um protocolo de transferência de dados seguro, utilizado para a transferência de informações de maneira segura entre o navegador e o servidor. Ele emprega criptografia para assegurar a confidencialidade, autenticidade e integridade dos dados na internet (BASTOS, 2023).

Essa *Application Programming Interface* (API) fará com que não seja necessário um IP público para que o microcontrolador se conecte a aplicação *Mobile*, também será a responsável pela persistência dos dados em um banco de dados SQLite que utiliza a linguagem SQL (*Structured Query Language*). Segundo (POLIDORO, 2024) a linguagem SQL, é utilizada para administrar e operar bancos de dados relacionais. Através da linguagem SQL, podemos criar, consultar, atualizar e eliminar dados, além de estabelecer a estrutura do banco de dados, assegurando organização e eficácia na gestão de grandes quantidades de informação. SQLite é um sistema de administração de banco de dados compacto e integrado que guarda informações em um único arquivo (SOUZA, 2020).

Um endereço IP (Protocolo de Internet) é uma sequência numérica que identifica dispositivos em uma rede, semelhante a um endereço único. Um endereço IP público é um endereço IP disponível na internet, identificando um aparelho em uma rede mundial (como a internet), possibilitando a comunicação com outros aparelhos além da sua rede local (SHIMABUKURO, 2024; INFORMÁTICA, 2020).

Será utilizado uma máquina virtual (VM) em nuvem para hospedar a API, para que o endereço seja exposto à Internet. VM é um programa de computador que simula um computador real, possibilitando a execução de sistemas operacionais e programas como se fosse um computador autônomo (SUSNJARA; SMALLEY, 2024). Essa máquina virtual utilizará um sistema operacional leve, o Ubuntu Server, que é uma versão do sistema operacional Ubuntu otimizada para servidores (GUIMARÃES; NETO, 2023).

A aplicação Mobile se conectará apenas com a API (Interface de Programação de Aplicações), consumindo e enviando os dados necessários para que haja o controle correto do microcontrolador.

Flutter será utilizado para o desenvolvimento da aplicação Mobile pois através de um código unificado, é possível desenvolver para ambas as plataformas (iOS, Android), poupando tempo e recursos (ALBERTO, 2023).

4 RESULTADOS OBTIDOS

O objetivo deste trabalho é demonstrar que a implementação de um sistema de irrigação automatizado de precisão em hortas com componentes de custo monetário reduzido não apenas é viável, mas também bastante simples e barato. A implementação desse sistema planeja trazer a modernização e a integração de tecnologia no sistema agrário de pequeno porte e com isso possivelmente no futuro se tornar um produto acessível independente.

Para a aplicação Mobile, alguns conceitos de interface foram criados, como demonstrado na (Figura 3). Esta imagem representa três interfaces gráficas da aplicação, a primeira à esquerda representa a tela de login, onde o usuário será identificado, a segunda representação é a página principal onde será ajustado os parâmetros de controle de irrigação, fornecerá visibilidade sobre o estado atual da umidade da planta e fornecerá acesso as outras interfaces. Já na terceira interface será onde poderá ser editado os dados do usuário.

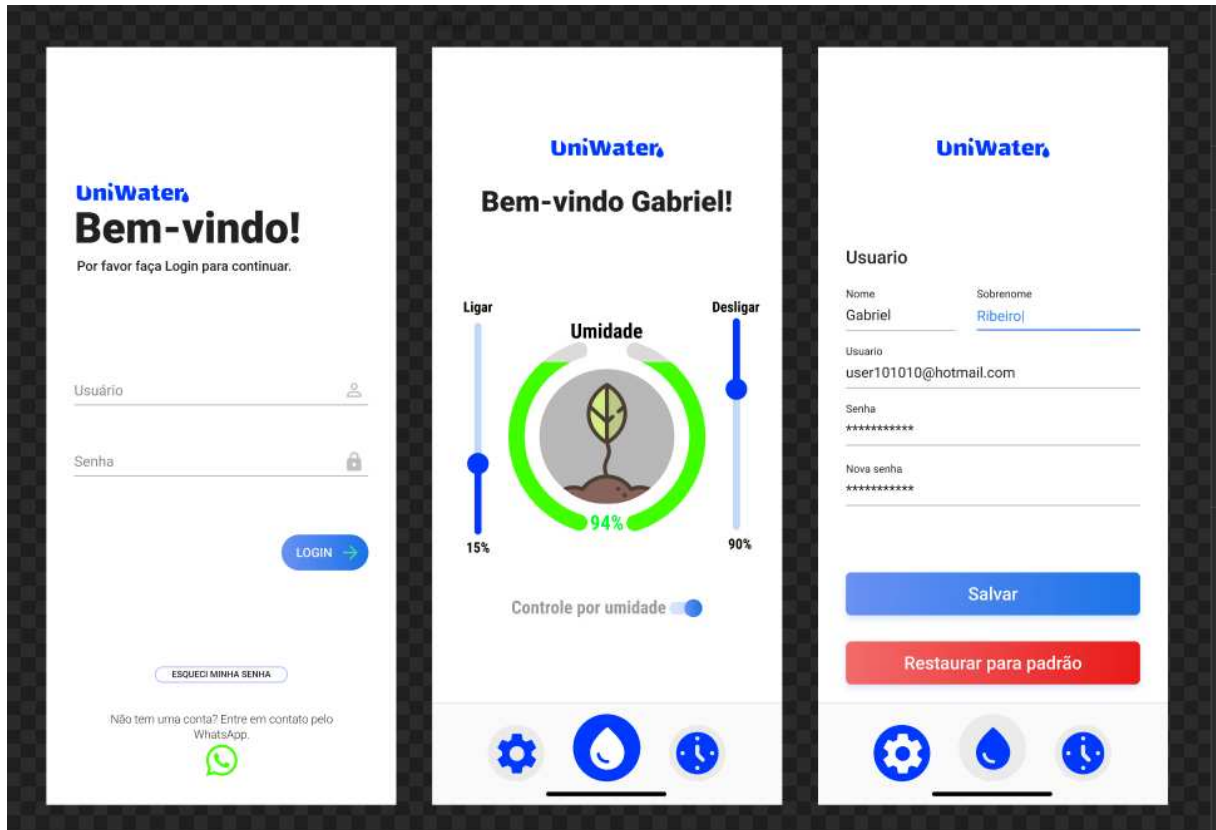


Figura 3: Protótipos de telas para a aplicação Mobile.

Fonte: Autoria Própria.

Foi feito uma visita a horta dentro da IES, onde foi feito uma análise do local, a horta onde será implementado o sistema. Foram instalados sistemas de irrigação básicos controlados manualmente. Sistemas esses que contam com ponteiros de irrigação apontadas para o local onde será posicionado as plantas, possui a capacidade de irrigar uniformemente as plantas, mas necessita intervenção humana e constante atenção, devido ser controlado por um registro.

Foi disponibilizado pela coordenação da IES um local para a implementação e testes dentro da horta, é uma mesa que servirá como base para a montagem de todo o sistema físico (Figura 4).



Figura 4: Mesa disponibilizada para implementação e testes.

Fonte: Autoria Própria.

Antes de todo o processo de implementação, desenvolveu-se uma API (Interface de Programação de Aplicações) utilizando o *framework* .NET 8.0, e o *software* Visual Studio 2022. Para controle de usuários a API conta com um sistema de autenticação e autorização simples que utiliza e-mail e senha para autenticação e *tokens* para autorização. A API foi hospedada em uma máquina virtual em nuvem pertencente a AWS (Amazon Web Services).

Devido a hospedagem ser em um ambiente de nuvem, qualquer dispositivo autorizado que tenha conexão com a Internet consegue se conectar, fazendo assim com que a aplicação

Mobile e o microcontrolador consigam se conectar com a API. Essa API conta com um banco de dados SQL, o SQLite, um banco de dados leve e gratuito.

O banco de dados permite que os dados persistam mesmo que os dispositivos sejam desligados ou desconectados. A escolha do SQLite foi devido a sua facilidade no uso, custo e principalmente porque há pouca quantidade de dados que será guardada, fazendo com que não seja necessária uma grande infraestrutura de gestão de dados. Esses dados são consumidos via API tanto pela aplicação *Mobile* quanto pelo microcontrolador.

A aplicação *Mobile* foi desenvolvida utilizando o *framework* Flutter, que permite que seja desenvolvido aplicações multiplataforma, mas devido à falta de recursos, a aplicação não foi desenvolvida para nenhum outro sistema operacional além do Android. Toda a interface da aplicação foi desenvolvida para ser simples e objetiva e conta com três telas, a tela inicial para *login*, a tela de monitoramento e gestão da umidade do solo e a tela de configurações do usuário. O processamento desses dados gerados e manipulados pela aplicação é feito pela API, que também é responsável pela autenticação e autorização dos usuários. Para a criação de novos usuários será necessário enviar mensagens de texto para o telefone disponibilizado ao tocar no ícone verde na tela de *login*, para que haja um controle e que somente pessoas autorizadas tenham acesso. Para disponibilizar a aplicação, foi disponibilizado um *link* onde se pode fazer o *download* via navegador *web*. A (Figura 5) representa as três interfaces já funcionais.

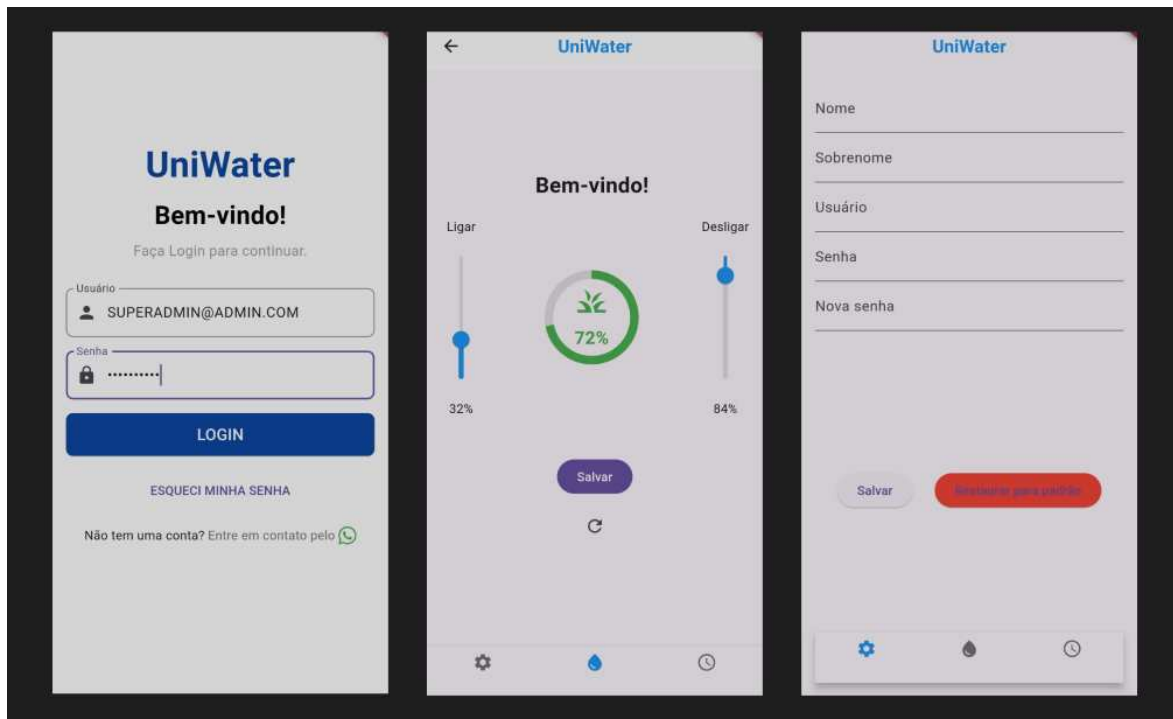


Figura 5: Interfaces funcionais da aplicação *Mobile*.

Fonte: Autoria Própria.

A interação com o mundo é feita pelo microcontrolador, coletando os dados e manipulando os atuadores. Baseando-se nisso desenvolveu-se um protótipo que interpreta os dados do sensor de umidade do solo e envia-os para a API via protocolo HTTPS, e posteriormente esses dados são consumidos pela aplicação *Mobile*. Além de enviar dados também consome dados enviados pela aplicação *Mobile*, dados como os parâmetros para ligar ou desligar o fluxo de água. Esses dados são interpretados pelo microcontrolador, que por sua vez emite energia para o módulo Ponte H, que alterna os estados da válvula solenoide que é responsável por abrir ou impedir o fluxo de água pela mangueira. Para o código foram utilizadas algumas bibliotecas para ajudar no desenvolvimento, apresentadas no (Quadro 2).

Quadro 2: Principais bibliotecas utilizadas pelo microcontrolador Arduino e suas respectivas funções:

Biblioteca	Função	Microcontrolador/ Modulo
ESP8266WiFi.	Permite a utilização de redes Wi-Fi.	ESP8266.
ESP8266WiFiMulti.		
ESP8266HTTPClient.	Responsável por possibilitar a comunicação via protocolo HTTP e HTTPS.	
WiFiManager.	Cria uma rede Wi-Fi provisória para a configuração da rede Wi-Fi que se conectará no futuro.	
ArduinoJson.	Permite a formatação de dados com o formato JSON, amplamente utilizado em integrações via API.	ESP8266 e Atmega328P.

Fonte: Autoria Própria

5 CONCLUSÕES

Foi concluído que a execução do projeto foi bem-sucedida, cumprindo integralmente as metas definidas. Os alunos da instituição de ensino designados para cuidar e manter a horta agora têm a capacidade de administrar a irrigação à distância, eliminando a exigência de visitas regulares ao local apenas para essa finalidade. Portanto, podem focar seus esforços em procedimentos mais complexos e específicos que não estão incluídos no escopo do trabalho inicial, como o controle de pragas, adubação e plantio.

Apesar da solução estar operando de forma eficaz atualmente, ela continua disponível para possíveis melhorias e inovações futuras. Contudo, na fase atual, o sistema criado demonstrou ser funcional e eficiente, representando um progresso notável na administração da horta e na aplicação de tecnologia para promover práticas agrícolas sustentáveis e educacionais.

REFERÊNCIAS

3E UNICAMP. **Arduino: entenda mais sobre essa versátil plataforma.** 2022. Disponível em: <<https://web.archive.org/web/20230607231157/https://3eunicamp.com/arduino-entenda-mais-sobre-essa-versatil-plataforma/>>. Acesso em: 21 mai. 2024.

ALBERTO, M. **O que é Flutter? O Framework do Iniciante ao Avançado.** 2023. Disponível em: <<https://www.alura.com.br/artigos/flutter?srsId=AfmBOoqJa41ytT6PbSby6qvUjMLfgLrV49c1Q4iOJbtIQDc9ljGB6sRL>>. Acesso em: 29 out. 2024.

ALECRIM, E. **O que é Wi-Fi? Conceito e diferenças entre as versões.** 2008. Disponível em: <<https://www.infowester.com/wifi.php>>. Acesso em: 24 abr. 2024.

ALTEXSOFT. **The Good and the Bad of Flutter App Development.** 2022. Disponível em: <<https://www.altexsoft.com/blog/pros-and-cons-of-flutter-app-development/>>. Acesso em: 21 mai. 2024.

ARDUINO, S. **Arduino.** Arduino LLC, v. 372, 2015.

BASTOS, R. Q. **Entenda o que é HTTPS e para que serve esse protocolo de segurança.** 2023. Disponível em: <https://www.godaddy.com/resources/br/artigos/o-que-e-https?sc_code=1>. Acesso em: 29 out. 2024.

CABRAL, P. H. C. L.; DE OLIVEIRA, M. K. N. M.; DOS ANJOS COSTA, D. **Implementação de um Teclado Musical com Arduino.** In: Anais da XXIII Escola Regional de Computação Bahia, Alagoas e Sergipe. SBC, 2023. p. 92-101.

CORREIA, G. R.; DE OLIVEIRA ROCHA, H. R.; DAS DORES RISSINO, S. **Automação de sistema de irrigação com monitoramento via aplicativo Web**. Revista Engenharia na Agricultura-REVENG, v. 24, n. 4, p. 314-325, 2016.

DA CUNHA, K. C. B.; DA ROCHA, R. V. **Automação no processo de irrigação na agricultura familiar com plataforma Arduino**. Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar, v. 1, n. 2, p. 62-74, 2015.

DATA.AI. **PANORAMA DO SETOR MÓVEL EM 2024**. 2024. Disponível em: <<https://www.data.ai/en/go/state-of-mobile-2024/>>. Acesso em: 22 mai. 2024.

DOS SANTOS, I. B. et al. **Internet das coisas (IoT) aplicada ao agronegócio: Projeto e implementação de um gateway de IoT sobre a plataforma Arduino para simplificar a automatização da aquicultura**. Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 11, p. 26631-26653, 2019.

EBAC. **O que é uma API: para que serve e como utilizar**. 2023. Disponível em: <<https://ebaonline.com.br/blog/o-que-e-uma-api-seo>>. Acesso em: 27 out. 2024.

FERRONI, C. **O que é mobile, por que e como aplicar esta tendência em seus softwares**. 2021. Disponível em: <<https://blog.tecnospeed.com.br/o-que-e-mobile/>>. Acesso em: 22 mai. 2024.

FISA, R. **Agricultura sustentável e produção de alimentos: como sua indústria ganha valor agregado com este tema**. 2023. Disponível em: <<https://www.foodconnection.com.br/artigos/agricultura-sustentavel-e-producao-de-alimentos-como-sua-industria-ganha-valor/>>. Acesso em: 22 nov. 2024.

FLUTTER TEAM. **Flutter: the first UI platform designed for ambient computing**. 2019. Disponível em: <<https://developers.googleblog.com/2019/12/flutter-ui-ambient-computing.html>>. Acesso em: 24 abr. 2024.

GIMENES, A. H. et al. **Utilização da Plataforma Arduino como Ferramenta de Controle para um Sistema de Nível de Líquidos**. In: XI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica. Unicamp, Campinas, São Paulo. 2015.

GREGO, M. **O hardware em 'código aberto'**. 2009. Disponível em: <<https://web.archive.org/web/20090312034818/http://info.abril.com.br/professional/tendencias/hardware-livre-leve-e-solto.shtml>>. Acesso em: 21 mai. 2024.

GUIMARÃES, P. A.; NETO, P. R. **O Que é Ubuntu? Um Guia Rápido para Iniciantes**. 2023. Disponível em: <<https://www.hostinger.com.br/tutoriais/o-que-e-ubuntu-linux>>. Acesso em: 29 out. 2024.

INFORMÁTICA, S. N. **Qual é a diferença entre um endereço IP público e privado? - Blog SN Informática**. 2020. Disponível em: <<https://blog.sninformatica.com.br/2020/01/28/quam-nulla-porttitor-massa-id-neque-aliquam-vestibulum/>>. Acesso em: 29 out. 2024.

KOLBAN, N. **Kolban's Book on ESP8266**. 2016. Disponível em: <https://leanpub.com/ESP8266_ESP32>.

MADAKAM, S.; RAMASWAMY, R.; TRIPATHI, S. **Internet of Things (IoT): A literature review**. Journal of Computer and Communications, v. 3, n. 5, p. 164-173, 2015.

MINATEL, P. **Web server com ESP8266 e IDE Arduino**. 2016. Disponível em: <<http://pedrominate.com.br/pt/arduino/web-server-com-esp8266-e-ide-arduino/>>.

NOGUEIRA, H. S. **Desenvolvimento de um sistema de controle de iluminação por meio de Arduino e plataforma Android**. Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2018.

OLIVEIRA, R. R. **Uso do microcontrolador ESP8266 para automação residencial**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2017.

ORACLE. **Communicating Over Wi-Fi Interfaces**. 2010. Disponível em: <<https://docs.oracle.com/cd/E19120-01/open.solaris/819-6990/gduew/index.html>>. Acesso em: 24 abr. 2024.

POLIDORO, P. **SQL: O que é, para que serve e quais os principais comandos?** 2024. Disponível em: <<https://www.locaweb.com.br/blog/temas/codigo-aberto/sql/>>. Acesso em: 29 out. 2024.

ROCHA, B. C. T.; BATISTA, V. R.; SANTOS, V. R. R. **Controle automatizado de irrigação com arduino**. Escola Técnica Philadelpho Gouvêa Netto, São José do Rio Preto. 2022.

ROSA, A. **Internet of things (IoT)**. Moodle USP. 2020. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5199901/mod_resource/content/1/IoT%20-%20Alexandre%20Rosa%20-%20Angoera.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2024.

SANTOS, H. T. D; CARVALHO, D. F. S; SOUZA, C. F.; MEDICI, L.O. **Cultivo de alface em solos com hidrogel utilizando irrigação automatizada**. Engenharia Agrícola, v. 35, p. 852-862, 2015.

SCHWARTZ, M. **Open Home Automation**. 2015. Disponível em: <<https://openhometeautomation.net/control-a-lamp-remotely-using-the-esp8266-wifi-chip/>>. Acesso em: 24 abr. 2024.

SENSEDIA. **História das APIs**. 2024. Disponível em: <<https://www.sensedia.com.br/pillar/historia-das-apis>>. Acesso em: 27 out. 2024.

SHIMABUKURO, I.; TOLEDO, V. **O que é IP? Saiba para que serve o endereço de protocolo da internet**. 2024. Disponível em: <<https://tecnoblog.net/responde/o-que-e-ip/>>. Acesso em: 29 out. 2024.

SILVA, M. P. **Sistema de irrigação automatizado controlado por aplicativo**. 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/bbdfa7a1-1a3a-4922-b598-ce696e8e2f80/content>>. Acesso em: 24 abr. 2024.

SILVA, S.; NEVES, E. **Importância do manejo da irrigação**. ENCICLOPEDIA BIOSFERA, v. 17, n. 34, 2020.

SOUZA, I. **O que é SQLite, por que ele é usado, e o que o diferencia do MySQL?** 2020. Disponível em: <<https://rockcontent.com/br/blog/sqlite/>>. Acesso em: 29 out. 2024.

SUSNJARA, S.; SMALLEY, I. **O que é uma máquina virtual (VM)?** 2024. Disponível em: <<https://www.ibm.com/br-pt/topics/virtual-machines>>. Acesso em: 29 out. 2024

THOMPSON, C. **Build It. Share It. Profit. Can Open Source Hardware Work?**. 2008. Disponível em: <<https://www.wired.com/2008/10/ff-openmanufacturing/>>. Acesso em: 21 mai. 2024.

TREESE, W. **The Open Market Internet Index**. 1995. Disponível em: <<https://web.archive.org/web/20130601045949/http://www.treese.org/intindex/95-11.htm>>. Acesso em: 21 mai. 2024.

VALLE, D. **O que é hotspot? Tudo sobre pontos de acesso à internet**. 2024. Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/guia/2024/03/o-que-e-hotspot-tudo-sobre-pontos-de-acesso-a-internet-edinfoeletro.ghhtml>>. Acesso em: 22 mai. 2024.

VENDRAMETTO, M. B. **Automação residencial utilizando microcontrolador Arduino e aplicativo móvel**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2018.

WIKIPEDIA COMMONS. **File:Arduino Uno - R3.jpg**. 2013. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Arduino_Uno_-_R3.jpg>. Acesso em: 22 mai. 2024.

ANEXOS

Endereços WEB para:

Código-fonte da aplicação mobile: https://github.com/gbrribeiro/uniwater_client

Código-fonte da API: <https://github.com/gbrribeiro/uniwater-api>

Código-fonte dos módulos Arduino: <https://github.com/gbrribeiro/uniwater-prototype>

**Aqui continuar a estrutura solicitada do curso seja no formato monografia
ou no formato artigo**