

HÉLOA DA SILVA ALVES
MARCOS JOHNNY RODRIGUES ROCHA

PROJETO IRRIGAÇÃO INTELIGENTE

Ji-Paraná
2021

HÉLOA DA SILVA ALVES

MARCOS JOHNNY RODRIGUES ROCHA

PROJETO IRRIGAÇÃO INTELIGENTE

Projeto de pesquisa apresentado ao Instituto Federal de Rondônia (IFRO), como parte das exigências para aprovação na disciplina de Tecnologia da Informação e Meio Ambiente e Metodologia Científica do curso Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas (ADS).

Área de concentração: Tecnologias da Informação.

Orientador: Prof. Fernando Ferreira Pinheiro

Orientadora: Ilma Rodrigues de Souza Fausto

Ji-Paraná

2021

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01: Irrigação por aspersão.....	11
FIGURA 02: Irrigação por gotejamento.....	12
FIGURA 03: Irrigação por microaspersão.....	12
FIGURA 04: Irrigação por superfície.....	13
FIGURA 05: Irrigação por inundação.....	13
FIGURA 06: Irrigação por sulcos.....	13
FIGURA 07: Protocolo De Comunicação.....	17
FIGURA 08: Esquema de ligação do Projeto.....	19
FIGURA 09: Esquema de integração do projeto.....	19
FIGURA 10: Diagrama de Casos de Uso: Sistema de Irrigação Inteligente.....	24
FIGURA 11: Diagrama de Classe: Comunicação entre o Sistema e o Arduino.....	25
FIGURA 12: Interfaces Tela Inicial.....	25
FIGURA 13: Interfaces Cadastrar.....	25
FIGURA 14: Interfaces Cadastrar Setores.....	25
FIGURA 15: Interfaces Cadastrar Setores 2.....	25
FIGURA 16: Interfaces Umidade.....	26
FIGURA 17: Interfaces Gerenciamento.....	26
FIGURA 18: Interfaces Relatorio.....	26
FIGURA 19: Interfaces Valvula.....	26

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: Tipos dos requisitos funcionais e descrição	21
QUADRO 2: Tipos dos requisitos não-funcionais e descrição.....	25

LISTA DE ABREVIATURAS

IFRO – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rondônia.

IDE – Ambiente de Desenvolvimento Integrado.

UML – Unified Modeling Language (Linguagem De Modelagem Unificada).

LDR – Light Dependet Resistor.

IOT – Internet Das Coisas.

MQTT – Message Queue Telemetry Transport.

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	Finalidade	8
1.2	Escopo.....	9
1.3	Definições, Acrônimos	9
1.4	Visão Geral.....	9
2	PROBLEMA DE PESQUISA.....	10
3	VISÃO GERAL DO PROJETO.....	10
3.1	Objetivo Geral	10
3.2	Objetivos Específicos.....	10
3.3	Suposições e Restrições (Hipóteses).....	10
4	REVISÃO TEÓRICA.....	11
4.1	Tipos De Sistemas De Irrigação.....	11
4.1.1	Irrigação Por Aspersão.....	11
4.1.2	Irrigação Localizada.....	11
4.1.3	Gotejamento	11
4.1.4	Microaspersão	12
4.1.5	Irrigação de Superfície	12
4.1.6	Irrigação por Inundação	13
4.1.7	Irrigação por Sulcos.....	13
4.1.8	Energia Na Agricultura.....	14
5	ORGANIZAÇÃO DO PROJETO (METODOLOGIA)	15
5.1	Solução Proposta	15
5.1.1	Fase I – Definição Da Arquitetura Do Projeto.....	15
5.1.2	Fase 2 - Componentes De Software, Apis E Frameworks De Desenvolvimento	15
5.1.3	Fase 3 - Protocolos De Comunicação A Serem Utilizados.....	16
5.1.4	Fase 4 - Linguagens De Programação.....	17
5.1.5	Fase 5 - Hardwares Utilizados/Esquemático De Integração.....	17
5.1.6	Fase 6 - Integração Com Alguma Nuvem Computacional	19
5.1.7	Fase 7 - Testes De Funcionalidade	20
5.2	Estrutura Organizacional	21
5.2.1	Requisitos Funcionais.....	21
5.2.2	Requisitos Não-Funcionais	23

5.2.3 Diagramas.....	24
5.3 Interfaces Externas.....	25
6 PROCESSO DE GERENCIAMENTO (JUSTIFICATIVA)	26
6.1 Resultados Obtidos.....	26
REFERÊNCIAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

Hoje em dia é praticamente impossível imaginar uma área em que não seja necessário um apoio tecnológico, seja em âmbito profissional ou pessoal. Quem não investe em tecnologia, pode não evoluir e ficar estacionado no tempo, o que para as instituições comerciais, produtivas ou de prestação de serviços, pode incorrer em prejuízos ou perda de competitividade. No setor agrícola não poderia ser diferente. Para evoluir e obter bons resultados os agricultores começaram a investir e implantar novas tecnologias a fim de melhorar suas lavouras, a qualidade e a produtividade, além de almejam consequentemente maior produtividade em suas culturas. O termo atualmente utilizado para denominar o fenômeno da implementação tecnológica no campo é “agricultura de precisão”, uma área ainda recente no Brasil, mas que tem ganhado espaço e volume de negócios bastante significativos nos últimos anos.

A agricultura de precisão requer o uso de diversas tecnologias e visam a maximizar a produtividade e reduzir os custos dos processos de produção agrícola. Percebe-se na atualidade a inserção da tecnologia em diferentes segmentos agrícolas, como por exemplo, na produção de hortaliças, frutas e verduras, que neste estudo será o ambiente utilizado como objeto de estudo, ou seja, em que se pretende desenvolver um processo automatizado de irrigação. Conforme salienta Santos (1998, p. 3) “Para melhorar a qualidade e a produtividade das plantações em estufa, é necessário monitorar e controlar várias grandezas físicas que interagem entre si”. Guimarães (2011, p.11) por sua vez afirma que: entre os sistemas de grande importância, se destaca a irrigação, capaz de fornecer um elemento imprescindível para a planta. Porém, esta tarefa não é tão simples, pois é necessário definir quando irrigar e a quantidade de água que se deve aplicar. A utilização de um sistema de irrigação automatizado inteligente reduz não só falhas humanas como também o consumo de insumos e o custo de produção.

1.1 Finalidade

Desenvolver um sistema automatizado de irrigação inteligente que possa monitorar e controlar a umidade de solo baseado na tecnologia Arduino, podendo assim oferecer ao usuário dados de monitoramento e automatizar as tarefas. Além disso, espera-se obter o entendimento da estrutura, modos de aplicação, benefícios, funcionamento e uso desta tecnologia juntamente com sistemas de irrigações e sensores.

1.2 Escopo

São tratados neste documento os pontos necessários para a elaboração da aplicação, desde a concepção do projeto até a implantação, de forma que possam ser entendidos sem o total conhecimento dos termos técnicos utilizados por desenvolvedores.

1.3 Definições, Acrônimos

- IDE (ambiente de desenvolvimento integrado) do Arduíno com adição de bibliotecas internas que podem ser incluídas no código em desenvolvimento. As funções da IDE do Arduino são basicamente duas: Permitir o desenvolvimento de um software e enviá-lo à placa para que possa ser executado. (SITE ARDUINO).
- Microsoft Visual Studio é um ambiente de desenvolvimento integrado da Microsoft para desenvolvimento de software especialmente dedicado ao .NET Framework e às linguagens Visual Basic, C, C++, C# e F#.
- PostgreSQL é uma ferramenta que atua como sistema de gerenciamento de bancos de dados relacionados. Seu foco é permitir implementação da linguagem SQL em estruturas, garantindo um trabalho com os padrões desse tipo de ordenação dos dados.
- Tinkercad é uma ferramenta online de design de modelos 3D em CAD e também de simulação de circuitos elétricos analógicos e digitais, desenvolvida pela Autodesk.
- Astah Community é um software para modelagem UML (Unified Modeling Language – Linguagem de Modelagem Unificada) com suporte a UML 2, que disponibiliza para desenvolvimento: diagramas de Classes, Casos de Uso, Sequência, Comunicação, Máquina de Estados, Atividade, Componentes, Implantação e Diagrama de Estrutura Composta.
- Entity Framework: é um mapeador moderno de banco de dados de objeto para .NET. Ele dá suporte a consultas, controle de alterações, atualizações e migrações de esquema. O EF funciona com muitos bancos de dados, incluindo o PostgreSQL.

1.4 Visão Geral

O projeto desenvolvido é um sistema de irrigação automatizado utilizando a plataforma Arduino, onde é possível identificar que o sistema é uma composição de vários sistemas menores, tendo como principais componentes: um sistema de controle, um sistema hidráulico e um sistema web.

O sistema de controle tem como objetivo fazer a ligação entre os demais sistemas e o tratamento das informações provenientes dos mesmos. Sua função principal é fazer a leitura

dos sensores (umidade e temperatura) e definir quando é necessário acionar a irrigação disponibilizada pelo sistema hidráulico. Além disso, ele troca informações com o sistema web possibilitando que o usuário tenha um domínio total sobre o sistema de controle.

O sistema hidráulico recebe uma alimentação hidráulica e aciona a irrigação quando o sistema de controle define que é necessário.

O sistema web possibilita que o usuário faça conexão com o sistema de irrigação através do uso do serviço wireless e, a partir de uma interface web, possa efetuar o controle e configuração.

2 PROBLEMA DE PESQUISA

O desenvolvimento de um sistema automatizado de irrigação inteligente utilizando a plataforma Arduino, será de grande utilidade? Terá facilidade na utilização e acesso a essa tecnologia? possibilitara também o desenvolvimento de um sistema preciso e de baixo custo possibilitando aos diversos segmentos em geral (uso urbano e rural)?

3 VISÃO GERAL DO PROJETO

3.1 Objetivo Geral

Desenvolver um sistema automático de irrigação inteligente, de baixo custo, monitorado por um dispositivo de comunicação móvel (celular).

3.2 Objetivos Específicos

Determinar o tipo de manejo de irrigação a ser utilizado.

Calibrar os sensores de umidade do solo.

Desenvolver um aplicativo computacional para dispositivos móveis que possibilite o acompanhamento à distância do sistema de automação.

3.3 Suposições e Restrições (Hipóteses)

- Os sensores de umidade tem que está funcionando corretamente, fazendo assim a dosagem correta da agua.
- Bastante sensível ao entupimento dos orifícios de saída de agua.
- O sistema funcionará mediante uma conexão de rede pelo menos satisfatória e será mantido em um servidor e uma nuvem.

4 REVISÃO TEÓRICA

4.1 Tipos De Sistemas De Irrigação

Ainda na era cristã, a irrigação era uma técnica prática para produção agrícola, cuja importância é deslocar a água em uma determinada região visando irrigar áreas de plantação na falta de chuva, sendo a única maneira de garantir a produção agrícola em bases sustentáveis e com segurança.

No Brasil essa técnica teve início tardio, em 1881 seu primeiro projeto consistia em um reservatório para o suplemento da água a ser utilizada em plantações de arroz e milho no Sul do País. Existem três métodos de irrigação: o de aspersão, localizado e o de superfície (CALBO, 2005).

4.1.1 Irrigação Por Aspersão

Sua utilização no Brasil iniciou-se na década de 50, com a importação dos primeiros equipamentos para a produção de café, os resultados foram satisfatórios, em 1975 apareceram os primeiros equipamentos mecanizados, também com novas técnicas para culturas diferentes.

O método de aspersão é o mais utilizado para irrigação de hortaliças. A água é aplicada sobre a plantação. Porém, o desperdício de água é maior e também causa danos à planta, doenças porque atinge as folhas devido ao excesso de água (MOROUELLI, 2011).

FIGURA 01: IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO



Fonte:(cpt.com.br)

4.1.2 Irrigação Localizada

É o setor mais promissor da irrigação, que consiste em aplicar a água diretamente na raiz da planta. Apresenta atualmente o maior crescimento nas áreas produtivas do país, por conta de seu nível de desperdício que é quase zero comparado com os outros tipos de irrigação. Apresenta uma eficiência de 85% a 95% de acordo com a EMBRAPA. A principal desvantagem desse sistema é seu custo de investimento (MOROUELLI, 2011).

4.1.3 Gotejamento

Já o sistema de gotejamento, teve início na Inglaterra, nos anos 40, mas se desenvolveu mundialmente para o comércio nos Estados Unidos. A tecnologia desse sistema permite que a

água seja aplicada gota a gota junto à planta, próximo à sua raiz, deixando o solo com boa umidade e o consumo de água é bem inferior comparado com o método de aspersão e também não prejudica tanto a folha das hortaliças.

É preciso tomar muito cuidado com a qualidade da água, pois é um dos fatores mais importante de uma irrigação. Além de danificar as hortaliças também pode danificar o sistema de irrigação, provocando entupimento nas válvulas e no gotejo. Outro fator importante são os momentos para irrigar e a quantidade de água deve ser de acordo com cada tipo de hortaliças. Há fases em que a falta ou excesso de água provoca perda na produção (MOROUELLI, 2011).

FIGURA 02: IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO



Fonte:(agroclique.com.br)

4.1.4 Microaspersão

Um sistema de irrigação por aspersão, onde a água é aspergida, simulando uma chuva em volta da planta. O sistema é composto por microaspersores de vários formatos e tamanhos de acordo para cada tipo de cultura. Suas vantagens são semelhantes com a irrigação localizada, fácil visualização da água na superfície do solo. Oferece menores riscos de entupimento comparado ao sistema de gotejamento (SILVA, 2013).

Já suas desvantagens, podem favorecer o aparecimento de doenças pois molham a parte do caule da planta, a evaporação é rápida e também pode ser vulnerável a ventos, atrapalhando o curso onde a água é aspergida.

FIGURA 03: IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSÃO



Fonte:(ruralpecuaria.com.br)

4.1.5 Irrigação de Superfície

Há seis mil anos atrás as civilizações Mesopotâmica, chinesa e egípcia, ainda que de forma muito simples, já empregavam esse método de irrigação, sendo assim um dos primeiros métodos de irrigação a ser usado pelo homem. No Brasil a irrigação por superfície representa

cerca de 51% da área irrigada, sendo aproximadamente 1,7 milhões de hectares irrigados por esse método. Quando comparado com outros sistemas, seu consumo de água é bem mais significativo em razão de sua menor eficiência de aplicação e de distribuição (MOROUELLI,2011).

FIGURA 04: IRRIGAÇÃO POR SUPERFÍCIE



Fonte:(cpatsa.embrapa.com)

4.1.6 Irrigação por Inundação

A irrigação por inundação é o mais simples de todos os métodos de irrigação superficiais, tendo muitas variações. Esse método é exclusivamente utilizado nas plantações de arroz, em áreas de superfície quase planas, onde se deposita águas em valas feitas no meio da plantação que infiltrará no solo. Também esse método é utilizado na irrigação de árvores frutíferas com pequenas modificações no sistema.

FIGURA 05: IRRIGAÇÃO POR INUNDAÇÃO



Fonte:(agrotins.to.com.br)

4.1.7 Irrigação por Sulcos

O método de irrigação por sulcos consiste em fazer a água correr em canais entre as linhas da plantação, adaptando em diferentes tipos de terrenos e solos. Sendo assim o processo de irrigação mais conhecido e usado no mundo. Sua eficiência depende principalmente do movimento da água nos sulcos, assim diminuindo a perda por evaporação reduzindo a formação de crosta em solos pesados.

FIGURA 06: IRRIGAÇÃO POR SULCOS



Fonte:(<https://agronomos.ning.com>)

4.1.8 Energia Na Agricultura

Segundo Oliveira e Simon (2004), com a chegada da energia elétrica às áreas rurais, foi possível melhorar a produção agrícola com a utilização de refrigerados e também com o bombeamento da água. A agricultura moderna proporcionou diversos avanços tecnológicos e toda essa tecnologia depende de energia elétrica para seu funcionamento. Isso significa que a demanda por esse recurso é cada vez maior para se conseguir suprir o constante aumento do consumo, sendo que a distribuição de energia elétrica nos horários de pico não é eficiente (REIS, 2015). Moraes et al. (2011), afirmam que a agricultura está entre os setores que mais consomem energia elétrica e torna-se dependente desse recurso para aumentar a produtividade e sustentar a demanda do mercado que é extremamente competitivo. Dessa forma, Kelley (2013), explica que a energia elétrica apresenta diversos benefícios para a irrigação. No entanto, Azevedo (2002) defende que o custo da irrigação vem aumentando nos últimos anos devido aos reajustes no valor da energia elétrica usada para o bombeamento de água, que geralmente se localiza em regiões topograficamente mais baixas do que o local das culturas irrigadas. Da mesma forma Turco et al. (2009), afirmam que o produtor não possui conhecimentos necessários para adotar métodos de irrigação adequados, e assim irriga em excesso, causando prejuízos nas colheitas e comprometendo a qualidade do solo. O autor ainda defende que a mesma é uma das atividades que mais consomem energia elétrica no meio rural. Assim, os custos de energia para o bombeamento de água para as práticas de irrigação é um fator determinante para as atividades agrícolas (PERRONI et al., 2015).

Diante disso, com o aumento no valor da energia elétrica, os custos das produções agrícolas também aumentaram, fazendo com que os produtores procurassem outras formas de produção e manejo (D'ÁVILA, 2000). Verifica-se que a racionalização de energia elétrica é essencial para os avanços da agricultura, buscando a utilização de recursos de forma mais eficiente, possibilitando a utilização de equipamentos tecnológicos e também reduzindo custos do cultivo (LÓPEZ-MATA et al., 2010). Do mesmo modo, Reis (2015), considera que um sistema de irrigação eficiente potencializa a produção das culturas e minimiza o desperdício de energia e de água.

5 ORGANIZAÇÃO DO PROJETO (METODOLOGIA)

5.1 Solução Proposta

5.1.1 Fase I – Definição Da Arquitetura Do Projeto

5.1.1.1 Composição do projeto

O projeto desenvolvido é um sistema de irrigação automatizado utilizando a plataforma Arduino, onde é possível identificar que o sistema é uma composição de vários sistemas menores, tendo como principais componentes: um sistema de controle, um sistema hidráulico e um sistema web.

O sistema de controle tem como objetivo fazer a ligação entre os demais sistemas e o tratamento das informações provenientes dos mesmos. Sua função principal é fazer a leitura dos sensores (umidade e temperatura) e definir quando é necessário acionar a irrigação disponibilizada pelo sistema hidráulico. Além disso, ele troca informações com o sistema web possibilitando que o usuário tenha um domínio total sobre o sistema de controle.

O sistema hidráulico recebe uma alimentação hidráulica e aciona a irrigação quando o sistema de controle define que é necessário.

O sistema web possibilita que o usuário faça conexão com o sistema de irrigação através do uso do serviço wireless e, a partir de uma interface web, possa efetuar o controle e configuração.

5.1.1.2 Funcionamento

A ativação do mecanismo ocorre conforme mudanças nas condições pré-configuradas. Assim, qualquer alteração detectada pelos sensores irá ocasionar uma reação no sistema, sendo que a bomba de água será acionada de acordo com os dados recebidos pelos sensores de temperatura e umidade do solo. O processo de irrigação ocorre da seguinte forma: durante o dia, se a temperatura ultrapassar os 39° C e a umidade do solo estiver abaixo de 65%, a bomba é acionada até que a umidade atinja 95%. Caso a umidade do solo esteja abaixo de 60% e a temperatura abaixo de 38° C, a bomba é acionada até a umidade chegar aos 90%. Em dias de chuva, a bomba não é acionada.

5.1.2 Fase 2 - Componentes De Software, Apis E Frameworks De Desenvolvimento

IDE (ambiente de desenvolvimento integrado) do Arduino com adição de bibliotecas internas que podem ser incluídas no código em desenvolvimento. As funções da IDE do

Arduino são basicamente duas: Permitir o desenvolvimento de um software e enviá-lo à placa para que possa ser executado. (SITE ARDUINO).

Microsoft Visual Studio é um ambiente de desenvolvimento integrado da Microsoft para desenvolvimento de software especialmente dedicado ao .NET Framework e às linguagens Visual Basic, C, C++, C# e F#.

PostgreSQL é uma ferramenta que atua como sistema de gerenciamento de bancos de dados relacionados. Seu foco é permitir implementação da linguagem SQL em estruturas, garantindo um trabalho com os padrões desse tipo de ordenação dos dados.

Tinkercad é uma ferramenta online de design de modelos 3D em CAD e também de simulação de circuitos elétricos analógicos e digitais, desenvolvida pela Autodesk.

Astah Community é um software para modelagem UML (Unified Modeling Language – Linguagem de Modelagem Unificada) com suporte a UML 2, que disponibiliza para desenvolvimento: diagramas de Classes, Casos de Uso, Sequência, Comunicação, Máquina de Estados, Atividade, Componentes, Implantação e Diagrama de Estrutura Composta.

Entity Framework: é um mapeador moderno de banco de dados de objeto para .NET. Ele dá suporte a consultas, controle de alterações, atualizações e migrações de esquema. O EF funciona com muitos bancos de dados, incluindo o PostgreSQL.

5.1.3 Fase 3 - Protocolos De Comunicação A Serem Utilizados

Os protocolos a serem utilizados serão: servidor, internet, interface de rede (arduino), microcontrolador, sensor, válvula solenoide e microcomputador (celular) que será conectado através da internet web com o servidor (banco de dados).

Servidor: contém o banco de dados, que armazenará as informações da irrigação referente a leitura que o sensor irá fazer do solo. O sistema irá fazer uma comparação dos valores enviados com os cadastrados, e enviará uma mensagem se necessita de irrigação.

Interface de rede: para a troca de informações com o servidor e o microcontrolador é necessário uma interface de rede para o acesso à internet.

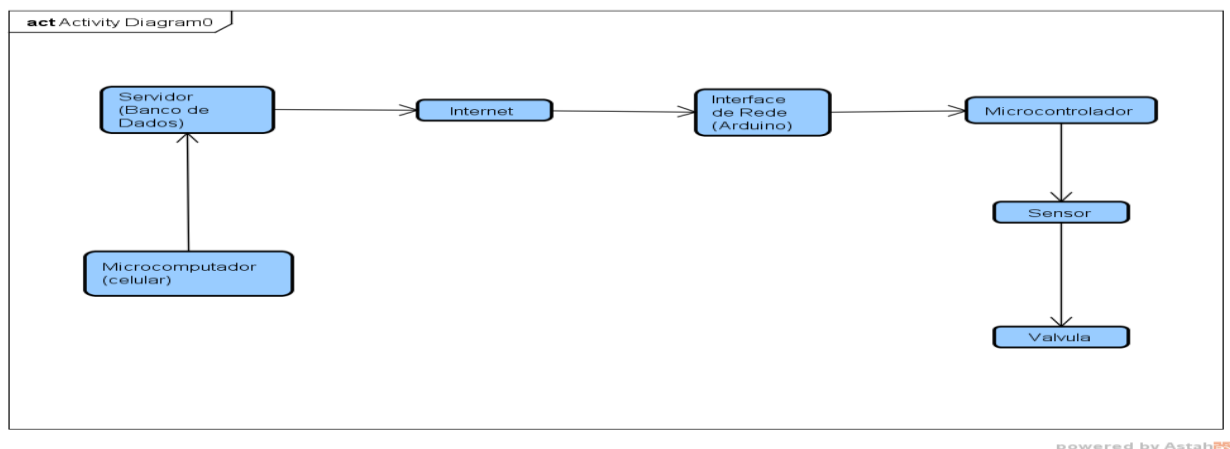
Microcontrolador: necessita da interface de rede para se comunicar com o servidor, enviando os dados coletados para o banco de dados.

Sensor: é adicionado no solo para poder ler a umidade do solo.

Válvula solenoide: distribuição de água alimentada por uma montagem de mangueira e conectado a um reservatório de água, assim a válvula solenoide liga ou desliga a saída de água.

Microcomputador (celular): com o aplicativo instalado, terá a comunicação com o servidor através da nuvem.

FIGURA 07: PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO



Fonte: Do autor.

5.1.4 Fase 4 - Linguagens De Programação

- **C#:** A linguagem C# é uma linguagem que visa facilitar muito o desenvolvimento, e possui uma vasta gama de recursos que podem proporcionar uma grande produtividade para desenvolvedores que a utilizam. Além dos recursos como sua sintaxe e programação orientada a objetos, que fazem dela uma linguagem poderosa para se trabalhar. Aliada ao uso do **framework .NET**, é possível criar diversos tipos de aplicações, e ainda ter um ambiente onde o desenvolvedor pode focar na sua lógica o tempo todo, sem se preocupar com a gerência de recursos, já que que o próprio framework se encarrega de cuidar disso.

- **C e C++:** A linguagem de programação padrão do Arduino se baseia em C e C++. Ele pode ser usado de maneira independente para controlar diversos equipamentos ou até mesmo criar outros.

5.1.5 Fase 5 - Hardwares Utilizados/Esquemático De Integração

- **Microcontrolador:** é um dispositivo semicondutor em forma de circuito integrado, que integra as partes básicas de um microcomputador - microprocessador, memórias não-voláteis e voláteis e portas de entrada e saída.

Geralmente, é limitado em termos de quantidade de memória, principalmente no que diz respeito à memória de dados, é utilizado em aplicações específicas, ou seja, naquelas que não necessitam armazenar grandes quantidades de dados, como automação residencial, automação predial, automação industrial e automação embarcada. (GIMENEZ, 2005, p. 4).

• **Arduíno:** é uma plataforma de prototipagem eletrônica, criado por Massimo Banzi e David Cuartielles em 2005 com objetivo de permitir o desenvolvimento de controle de sistemas interativos, de baixo custo e acessível a todos. O projeto foi criado pensando em artistas e armadores, ou seja, não é necessário ter conhecimentos prévios em eletrônica ou programação para iniciar-se no mundo Arduino. (SABER ELETRÔNICA, 2006).

Com o Arduino é possível também enviar e receber informações de praticamente qualquer outro sistema eletrônico. Desta forma é possível construir, por exemplo, um sistema de captação de dados de sensores, como temperatura, iluminação, processar e enviar esses dados para um sistema remoto por exemplo.

Outra característica importante é que todo material (software, bibliotecas, hardware) é open-source, ou seja, pode ser reproduzido e usado por todos sem a necessidade de pagamento de royalties ou direitos autorais. (SABER ELETRÔNICA, 2006).

• **Válvulas Solenóides:** Para irrigação, as válvulas são utilizadas principalmente para setorizar diferentes áreas de irrigação e/ou aumentar a pressão utilizando diferentes bombas.

A válvula solenóide é um equipamento que tem muitas utilizações na área de controle de fluidos em tubulações, principalmente de modo digital (liga-desliga). Ela é formada por duas partes principais, que são: corpo e a bobina solenóide. Possui uma bobina que é formada por um fio enrolado através de um cilindro. Quando uma corrente elétrica passa por este fio, ela gera uma força no centro da bobina solenóide, fazendo com que o êmbolo da válvula seja acionado, criando assim o sistema de abertura e fechamento.

Existem diversos tipos de válvulas que podem ser utilizadas em irrigação e seu acionamento pode ocorrer basicamente de quatro formas: manual, elétrico, hidráulico e pneumático. (PEREZ, 2011).

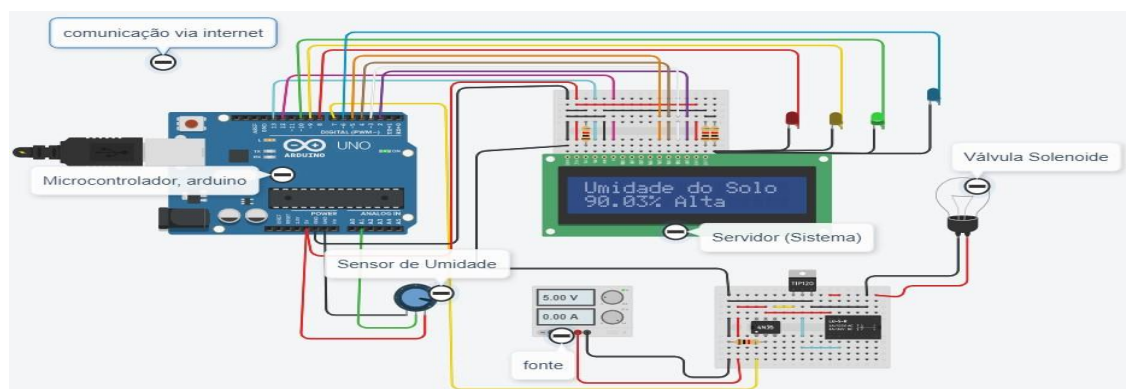
As válvulas com controle elétrico possuem sua abertura ou fechamento controlados através de acionamento elétrico, por corrente ou pulsos, com diferentes Tensões. Esse acionamento é feito por um solenóide.

• **Relé de acionamento da válvula solenóide:** Para acionar a válvula, foi usado um módulo relé de 5V. O relé funciona como interface entre o microcontrolador e a válvula de solenóide. Um relé eletromecânico comum é um interruptor ou chave eletromecânica, acionado quando se estabelece uma corrente através de uma bobina. Quando se aplica uma tensão na bobina, uma corrente circula, criando um campo magnético que atrai a armadura e, portanto, aciona o sistema de contatos. Uma importante característica do relé é que ele pode ser

energizado com correntes muito pequenas 54 em relação à corrente que o circuito controlado exige para funcionar. Isso significa a possibilidade de se controlar circuitos de altas correntes como motores, lâmpadas e máquinas industriais, diretamente a partir de dispositivos eletrônicos fracos como transistores e circuitos integrados. (RIBEIRO, 1999).

- **Sensores Fotoelétricos:** O LDR (Light Dependent Resistor), como o próprio nome diz, é um resistor cuja resistência varia em função da luminosidade que incide sobre ele, devido ao material fotossensível que cobre o componente. Os LDRs são compostos por sulfeto de cádmio (CdS), um material semiconductor, que é disposto num traçado ondulado na superfície do componente. Esse material tem a propriedade de diminuir sua resistência à passagem da corrente elétrica quando a luminosidade sobre ele aumenta. Ao iluminarmos um LDR, a sua resistência apresenta valores muito baixos. Ao cortarmos a iluminação, a resistência sobe. Esta característica possibilita a utilização deste componente para desenvolver um sensor que é ativado (ou desativado) quando sobre ele incidir certa luminosidade. (TOMAZINI & ALBUQUERQUE, 2005).

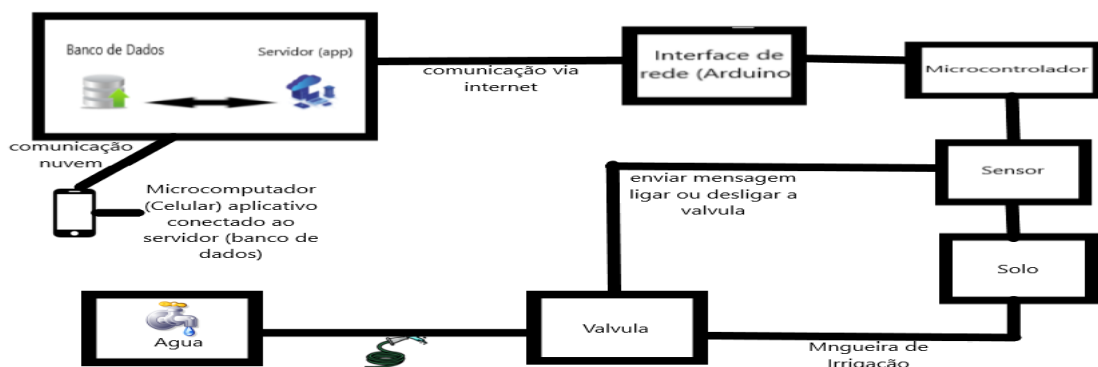
FIGURA 08: ESQUEMA DE LIGAÇÃO DO PROJETO



Fonte: Do autor.

5.1.6 Fase 6 - Integração Com Alguma Nuvem Computacional

FIGURA 09: ESQUEMA DE INTEGRAÇÃO DO PROJETO



Fonte: Do autor.

Desenvolveremos um aplicativo que poderá ter acesso às informações enviadas para o banco de dados via internet (nuvem). Com o aplicativo será possível verificação dos dados relacionados a irrigação.

O software realiza o controle dos sensores de umidade e do rele (que controla a válvula solenoide). Os dados capturados pelo software/ sensores são enviados para a nuvem, ou seja, espaço na internet, onde ficam hospedados em um servidor de aplicação Ubidots IOT platform, desenvolvido com a tecnologia MQTT (Message Queue Telemetry Transport) método bastante útil para IOT (Internet das Coisas), cujo principal uso é proporcionar comunicação entre máquinas, ou seja, Machine-to-Machine (M2M). Desse modo, após os dados estarem armazenados na nuvem, foi desenvolvido um aplicativo que possibilita o acesso a essas informações via internet. Com o aplicativo, é possível verificar os dados relacionados a irrigação.

O protocolo MQTT será utilizado junto a uma solução chamada CloudMQTT, que é um sistema web que disponibiliza um broker para aplicações em Internet das Coisas. O Arduino será um publicador (publisher), enquanto a Web API será o inscrito (subscriber) que receberá os dados publicados pelos publisher. O CloudMQTT proporciona maior facilidade na configuração de um broker e os tópicos necessários para a comunicação entre publicadores e inscritos. Primeiramente, para a configuração de um broker no CloudMQTT, é necessário criar uma conta na solução, como sugere a documentação (CLOUDMQTT, 2017). Após a criação da conta, é preciso criar uma instância de um broker no painel de controle (Panel Control), como mostrado na Figura 13.

5.1.7 Fase 7 - Testes De Funcionalidade

Primeiramente, com a utilização da IDE da ferramenta online Tinkercad foi realizado a montagem do esquema de ligação de todo o sistema; desde o microcontrolador (placa Arduino); passando pela conexão e instalação dos resistores, led's e visor digital na 1ª protoboard (placa de montagem); realizando nova conexão com a 2ª protoboard (placa de montagem) com instalação do resistor, transistor, relé e válvula solenóide e posterior ligação a uma fonte externa (motor-bomba). Finalizando, com a instalação do sensor de umidade conectado ao microcontrolador (placa Arduino).

O teste de funcionalidade do projeto teve como parâmetro o esquema de ligação do sistema com todos os hardwares e o software envolvido para sua execução e aplicação, após o esquema montado no campo monitor e inserção do código de programação na IDE Tinkercad,

foi acionada a simulação no botão “iniciar simulação”, com isso houve o acionamento (ligação) do conector USB (carga) fazendo todo o sistema energizar e estar apto as simulações.

Após o funcionamento do sistema e leitura inicial do componente, foi realizado o início das simulações de leitura do sensor de umidade, onde após cada leitura do sensor ocorre o acionamento dos led's cadastrados para aquela situação de várias umidades críticas (mín e máx) e conforme enquadramento é acionado o relé para ativar ou desligar a válvula solenóide, tornando um ciclo contínuo do sistema do projeto.

As várias leituras das umidades são armazenadas no próprio sistema, estando acessível para serem analisadas da melhor forma possível, dentro dos parâmetros que o sistema requer ou para realizar modificações futuras de adequações.

Não foi realizado teste físico com a utilização de hardware e componentes elétricos, pelo motivo que o kit Arduíno disponibilizado pelo nosso grupo não tinha várias componentes essenciais (sensor de umidade, válvula solenóide e motor), também pelo lapso temporal muito curto (01 meses) para implementação e funcionamento do projeto; desta forma, não foi possível dispôr desses componentes até mesmo para comprar em site especializado.

5.2 Estrutura Organizacional

5.2.1 Requisitos Funcionais

Obtenção de informações detalhadas sobre o que se pretende fazer. Os requisitos funcionais são todos os problemas e necessidades que devem ser atendidos e resolvidos pelo software por meio de funções ou serviços.

QUADRO 1: TIPOS DOS REQUISITOS FUNCIONAIS E DESCRIÇÃO

Cód.	Nome	Descrição	Categoria
RF01	Detectar umidade	O sensor de umidade fará leituras da umidade do solo.	Obrigatório
RF02	Verificar a umidade	O sensor enviará o dado de umidade lido para o servidor, que verificará, por meio de uma comparação com seu banco de dados, se o valor está adequado. Se o valor estiver próximo do nível crítico de umidade, o sensor receberá como resposta que o solo precisa ser irrigado. Caso o solo esteja sendo irrigado e o valor lido for	Obrigatório

		adequado, o sistema alertará o sensor que já foi irrigado o suficiente.	
RF03	Ligar a válvula	O microcontrolador envia um sinal para abrir as válvulas das estufas que precisam ser irrigadas.	Obrigatório
RF04	Desligar a válvula	O microcontrolador envia um sinal para fechar as válvulas das estufas que já atingiram a umidade adequada.	Obrigatório
RF05	Cadastrar Solos	O banco de dados terá um cadastro de tipos de solos que será atualizado conforme a demanda.	Obrigatório
RF06	Cadastrar Umidade	O banco de dados terá um cadastro de tipos de umidade dos solos que será atualizado conforme a demanda.	Obrigatório
RF07	Cadastrar Usuários	O administrador do sistema irá cadastrar um usuário sempre que um novo usuário desejar utilizar o sistema, informando seu nome completo e um nome para login.	Obrigatório
RF08	Realizar login	Tanto administradores quanto usuários devem realizar login para utilizar o sistema.	Obrigatório
RF09	Cadastrar estufas e sensores	Após a implantação do sistema em uma propriedade, o administrador irá cadastrar as estufas da propriedade, cadastrando também um novo sensor associado a ela.	Obrigatório
RF10	Cadastrar plantio	O usuário poderá cadastrar um plantio sempre que realizar o plantio de uma estufa, informando a estufa que foi plantada, qual a cultura plantada e a data em que ocorreu o plantio.	Obrigatório
RF11	Vê o plantio cadastrado	O usuário poderá visualizar os plantios que realizou, sabendo o que foi plantado em cada estufa e em que data o plantio aconteceu.	Regras de negócio
RF12	Verificar informações	O usuário poderá verificar informações de sua propriedade, verificando que plantio está plantado em cada estufa, qual a umidade lida pelo sensor e se a válvula da estufa está aberta ou fechada.	Regras de negócio
RF13	Trocar senha	Tanto administradores quanto usuários poderão alterar sua senha.	Regras de negócio

RF14	Recuperar senha	O usuário ou administrador poderá recuperar sua senha em caso de esquecimento, informando para isto seu login cadastrado no sistema.	Regras de negócio
------	-----------------	--	-------------------

Fonte: Do autor.

5.2.2 Requisitos Não-Funcionais

São todos aqueles relacionados à forma como o software tornará realizado o que está sendo planejado; ou seja, descreve como será feito. Todos os pré-requisitos do sistema, de hardware, software e operacionais são documentados separadamente.

QUADRO 2: TIPOS DOS REQUISITOS NÃO-FUNCIONAIS E DESCRIÇÃO

Cód.	Nome	Descrição	Categoria
NF01	Intervalos das leituras	O sensor deverá fazer as leituras constantemente, mesmo que o solo demore para seca. (Desempenho)	Obrigatório
NF02	Acesso	O sistema apresenta fácil interligação mediante a entrada do usuário.	Obrigatório
NF03	Prazo	O projeto básico deve ser concluído no prazo de 01 (um) mês, tendo data de entrega marcada para o dia 31 de outubro de 2021.	Obrigatório
NF04	Backup	O sistema deve realizar backup pré-definidos após seu desenvolvimento	Obrigatório
NF05	Releases	O sistema deverá ser projetado para ser incrementado com novas funcionalidades, para estar sempre atualizado com a demanda do usuário e com a evolução tecnológica do sistema.	Obrigatório
NF06	Usabilidade	O sistema possibilita uma interação em tempo real entre usuário e seu empreendimento.	Obrigatório
NF07	Cadastro	O sistema armazena as consultas ou cadastro no Sistema Gerencial de Banco de Dados – SGBD.	Obrigatório
NF08	Gerenciamento	O sistema permite que o usuário avalie rapidamente e em tempo real, se todos os processos e procedimentos estão dentro dos limites definidos em estudos ou fixados anteriormente.	Obrigatório

Fonte: Do autor.

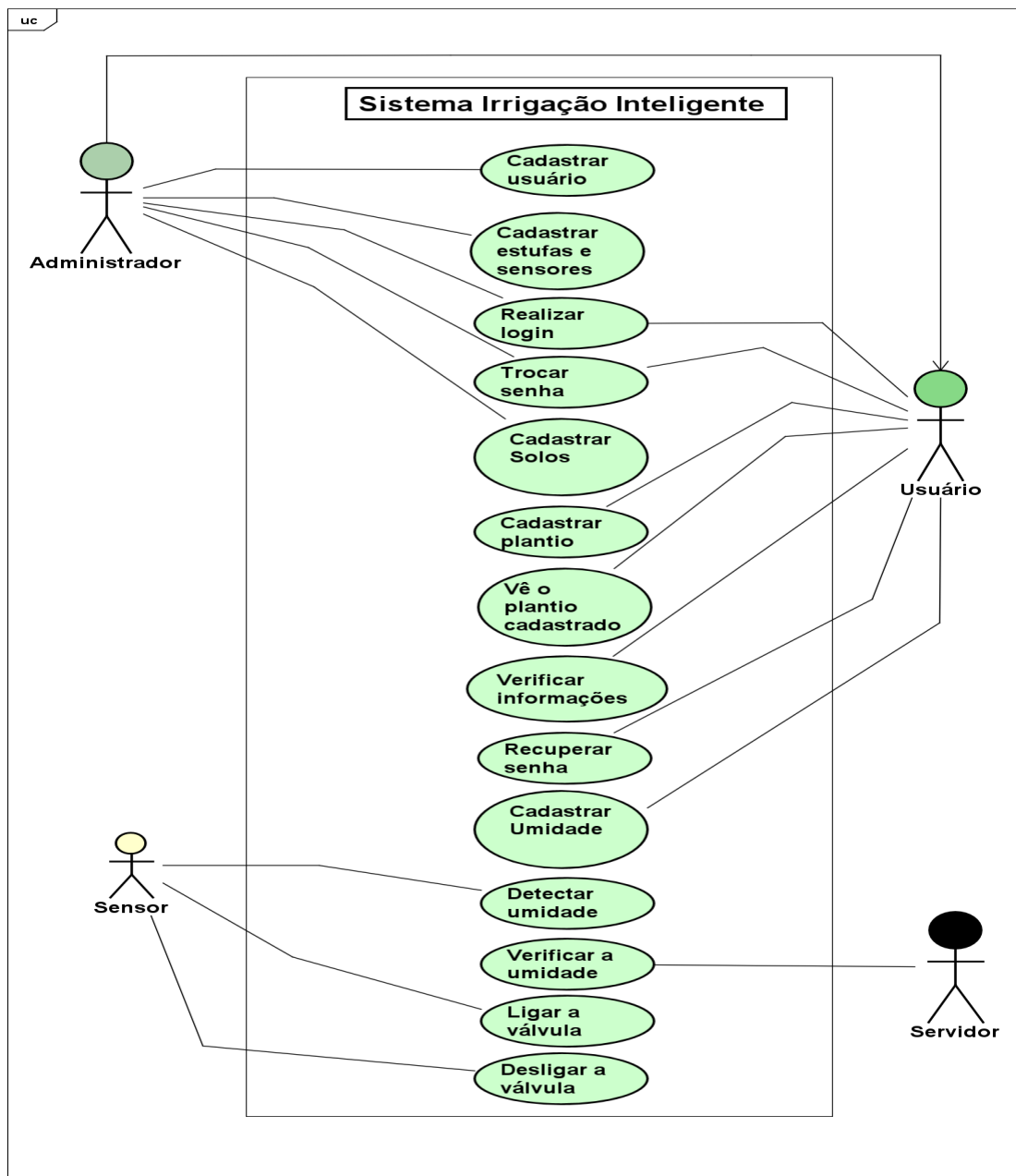
5.2.3 Diagramas

São as representações gráficas usadas para demonstrar um esquema simplificado ou um resumo sobre um assunto. Normalmente é formado por palavras-chave ou conceitos que são ligados por linhas e setas que definem o raciocínio a ser seguido para que seja possível entender o tema.

Diagramas da UML (Caso de Uso, Classe, Atividades).

5.2.3.1 Diagrama Caso De Uso

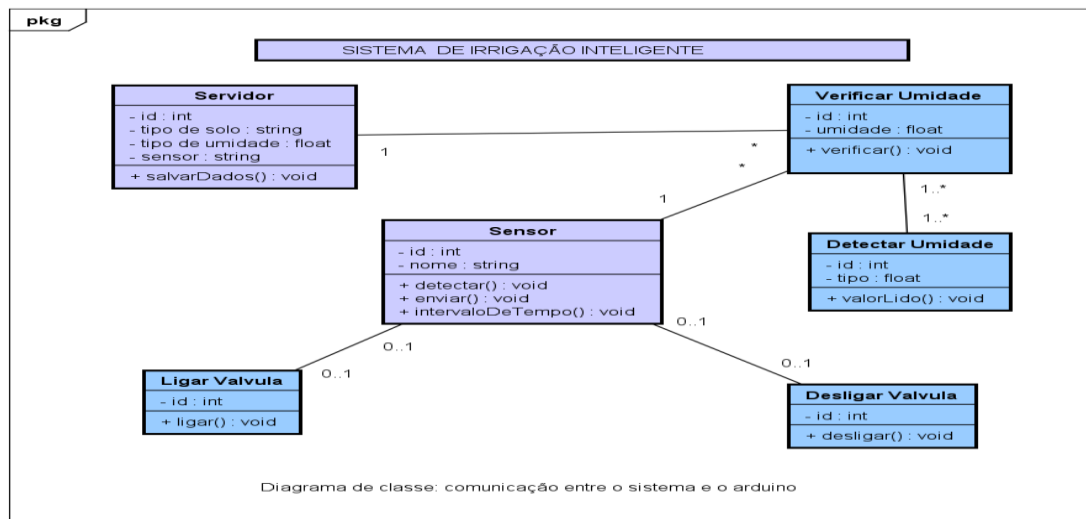
FIGURA 10: DIAGRAMA DE CASOS DE USO PARA O SISTEMA DE IRRIGAÇÃO INTELIGENTE.



Fonte: Do autor.

5.2.3.2 Diagrama De Classe

FIGURA 11: DIAGRAMA DE CLASSE COMUNICAÇÃO ENTRE O SISTEMA E O ARDUINO.



Fonte: Do autor.

5.3 Interfaces Externas

FIGURA 12: INTERFACE EXTERNAS LOGIN

FIGURA 13: INTERFACE EXTERNAS CADASTRO

FIGURA 14: INTERFACE EXTERNAS SOLO

FIGURA 15: INTERFACE EXTERNAS ESTUFAS

ESTUFAS	SOLO	PLANTIO	SENSOR
estufa bc	solo B	ALFACE	SENSOR A

FIGURA 16: INTERFACE EXTERNAS USUARIO

FIGURA 17: INTERFACE EXTERNAS GERENCIAMENTO

FIGURA 18: INTERFACE EXTERNAS RELATORIO

ESTUFAS	SOLO	PLANTIO	SENSOR	UMIDADE	VALVULA	UMIDADE LIDA	INICIO DA IRRIGAÇÃO	DURAÇÃO
estufas bc	solo B	ALFACE	SENSOR A	39°	ligada	90°	09:00 HORAS	30 MIN

FIGURA 19: INTERFACE EXTERNAS VALVULA

6 PROCESSO DE GERENCIAMENTO (JUSTIFICATIVA)

6.1 Resultados Obtidos

Após várias simulações realizadas e sempre verificando a funcionalidade dos demais elementos constituintes do sistema, constatou-se que o sistema do projeto apresentado funcionou de forma adequada e com todos os componentes harmonizados com suas interligações.

O bom funcionamento do projeto virtual em todas as etapas sugere que pode ser utilizado de forma física, que apresentará os mesmos resultados em todas as configurações do sistema; desta forma, obteve-se êxito em seu objetivo que foi a apresentação de sistema de irrigação automatizada, podendo ser utilizada nos mais diversificados tipos de sistema de irrigação, realizando apenas suas adequações ao sistema escolhido.

O fato de não ter realizado teste físico com a utilização de hardware e componentes elétricos não interferiu na dinâmica do processo de apresentação do sistema de irrigação automática.

REFERÊNCIAS

COUTO, José Luiz Viann. **Projeto de irrigação com sulcos de infiltração**. Disponível em: <<https://agronomos.ning.com/profiles/blogs/projeto-de-irriga-o-com-sulcos-de-infiltra-o>>.

Acesso em 23 de agosto de 2021.

CUNHA, Camila Oliveira da Cunha et al. **Alimentador automático**. Disponível em: <<http://www.jorgestreet.com.br/wp-content/uploads/2020/03/TCC-ALIMENTADOR>

AUTOM%C3%81TICO.pdf/>. Acesso em 18 de agosto de 2021.

Disponível em: <<https://codificar.com.br/requisitos-funcionais-nao-funcionais>>. Acesso em 18 de agosto de 2021.

Disponível em: <<https://normas-abnt.espm.br>>. Acesso em 18 de agosto de 2021.

Disponível em: <<https://www.devmedia.com.br/introducao-a-linguagem-csharp/27711>>.

Acesso em 19 de agosto de 2021.

Disponível em: <<https://docs.microsoft.com/pt-br/ef/>>. Acesso em 18 de agosto de 2021.

Disponível em: <<https://canaltech.com.br/software/o-que-e-api/>>. Acesso em 18 de agosto de 2021.

MARQUES, Jheimis Fernandes, **Protótipo de projeto de internet of things para coleta de dados em agricultura digital**. Disponível em:

<<https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/1511420458.pdf>>. Acesso em 18 de agosto de 2021.

MEDEIROS, Pedro Henrique, **Sistema de irrigação automatizado para plantas caseiras**.

Disponível em:

<https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/1199/1/MONOGRA_FIA_SistemaIrriga%C3%A7%C3%A3oAutomatizado.pdf>. Acesso em 20 de agosto de 2021.

STRAUB, Matheus Gebert. **Projeto Arduino de Irrigação Automática**. Disponível em: < <https://www.usinainfo.com.br/blog/projeto-arduino-de-irrigacao-automatica-sua-planta-sempre-bem-cuidada/>>. Acesso em 20 de agosto de 2021.

Trabachini, Aldie. **Sistema automatizado de alimentação individualizada para suínos visando aplicação em rastreabilidade animal** – Piracicaba, 2013. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11131/tde-08042013103257/publico/Aldie_Trabachini-versao-revisada.pdf>. Acesso em 18 de agosto de 2021.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei Nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm >. Acesso em 14/08/2016.

GIOMO, Diogo. **Desenvolvimento De Um Sistema De Irrigação Automatizado De Baixo Custo**. 2019. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, Paraná, 2019. Disponível em: <https://www5.unioeste.br/portalunioeste/arq/files/PPGEA/Dissertacao.Diogo.Giomo.pdf>. Acesso em: 05 set. 2021.

MADALOSSO, Emanneli. **Sistema Automatizado para Irrigação de Estufas**. 2014. 80 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Computação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Ufpr, Pato Branco, 2014. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2097>. Acesso em: 05 set. 2021.

REIS, Jéssica Sarto dos. **Sistema de Controle Aplicado à Automação Agrícola**. 2015. 73 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Automação Industrial - Coaut, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornéli Procópio, 2015. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6523/8/CP_COAUT_2015_1_05.pdf. Acesso em: 05 set. 2021.