

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

FREDSON GONZAGA FERREIRA

IrrigaInteli: Um Sistema de Irrigação Automatizado para o Cultivo de Melancias
Baseado em IoT para Agricultura Familiar

Itacoatiara - Amazonas
2024

FREDSON GONZAGA FERREIRA

**IrrigaInteli: Um Sistema de Irrigação Automatizado para o Cultivo de Melancias
Baseado em IoT para Agricultura Familiar**

Monografia apresentada ao Instituto de
Ciências Exatas e Tecnologia da
Universidade Federal do Amazonas como
parte dos requisitos necessários para a
obtenção do título de Bacharel em Sistemas
de Informação.

CARLOS ALBERTO OLIVEIRA DE FREITAS

Itacoatiara - Amazonas

2024

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

F383i Ferreira, Fredson Gonzaga
IrrigaInteli: Um Sistema de Irrigação Automatizado para o Cultivo de Melancias Baseado em IoT para Agricultura Familiar / Fredson Gonzaga Ferreira . 2024
75 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Carlos Alberto Oliveira de Freitas
TCC de Graduação (Sistemas de Informação) - Universidade Federal do Amazonas.

1. irrigação. 2. automação. 3. agricultura. 4. melancia. I. Freitas, Carlos Alberto Oliveira de. II. Universidade Federal do Amazonas
III. Título



Ministério da Educação
Universidade Federal do Amazonas
Coordenação do Curso de Sistemas de Informação - ICET

FOLHA DE APROVAÇÃO

FREDSON GONZAGA FERREIRA

IRRIGAINTELI: UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADO PARA O CULTIVO DE MELANCIAS BASEADO EM IOT PARA AGRICULTURA FAMILIAR

Monografia apresentada ao Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Amazonas como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Aprovada em 04 de dezembro de 2024

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Carlos Alberto Oliveira de Freitas
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. Rainer Xavier de Amorim
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Me. Adriano Honorato de Souza
Instituto Federal do Amazonas

Folha de Aprovação assinada pela Profa. Dra. Odette Mestrinho Passos, responsável pela disciplina ITS903 - Trabalho Final de Graduação do Curso de Sistemas de Informação (Período: 2024.2), onde atesta a defesa do aluno e a presença dos membros da banca examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Carlos Alberto Oliveira de Freitas, Professor do Magistério Superior**, em 09/12/2024, às 21:12, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rainer Xavier de Amorim, Professor do Magistério Superior**, em 09/12/2024, às 21:16, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufam.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2365662** e o código CRC **C845DFF7**.

Rua Nossa Senhora do Rosário - Bairro Tiradentes nº 3836 - Telefone: (92) (92) 99318-2549
CEP 69103-128 Itacoatiara/AM - ccsiicet@ufam.edu.br

Referência: Processo nº 23105.032441/2024-83

SEI nº 2365662

IrrigaInteli: Um Sistema de Irrigação Automatizado para o Cultivo de Melancias Baseado em IoT para Agricultura Familiar

Fredson Gonzaga Ferreira, Carlos Alberto Oliveira de Freitas

Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia – Universidade Federal do Amazonas (ICET/UFAM) – Itacoatiara – Amazonas – Brasil

fredson.ferreira@ufam.edu.br, carlosfreitas@ufam.edu.br

Resumo. *A agricultura familiar desempenha um papel fundamental na economia do Amazonas, respondendo por uma parcela significativa da produção de alimentos na região. No entanto, a agricultura familiar tem enfrentado frequentemente diversos desafios como a escassez de água no período de estiagem e a falta de acesso a tecnologias modernas que possam melhorar a eficiência de suas práticas agrícolas. Neste contexto, o presente trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema de irrigação automatizado para a cultura de melancia. Para isso utilizou-se um método composto por um levantamento bibliográfico para buscar trabalhos de base, respaldo científico e possíveis dimensionamentos de funções para o sistema, desenvolvimento onde foi estruturado o sistema desde seus requisitos de funcionamento até a integração e ao final observou-se a viabilidade de implementação do sistema com um protótipo funcional e uma avaliação do sistema para garantir e certificar que o protótipo tem um funcionamento ideal e que a pesquisa foi promissora.*

1. Introdução

A agricultura familiar tem um papel fundamental no desenvolvimento econômico do Amazonas. Segundo o Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Amazonas (IDAM), 97% dos produtores rurais são classificados como agricultores familiares. Contudo, o setor sofre com problemas no processo produtivo - falta de investimento em tecnologia; problemas climáticos; estiagem; e dificuldades no escoamento da produção (Neto *et al.*, 2023).

A estiagem ocorrida no Amazonas, em 2024, é lembrada como a mais intensa, atingindo o menor nível na marcação dos últimos 121 anos, segundo a defesa civil atingiu quase de 750 mil pessoas, superando a seca de 2023 (Metrópoles, 2024). Anteriormente houve a estiagem de 2023 que também atingiu os 62 municípios do Estado. De acordo com a Federação de Agricultura e Pecuária do Amazonas (FAEA), a falta de chuvas, as temperaturas elevadas e a baixa umidade causaram efeitos negativos na agricultura e na pecuária. A estimativa é que 60% dos 330 mil produtores rurais sentiram os impactos da seca rigorosa, impactos esses que estão em relação direta com a queda na produção, dificuldade para escoar os produtos e falta de insumos (Almeida, 2023).

A tecnologia exerce um papel essencial para amenizar as situações acima citadas, como podemos observar no trabalho de Visoli (2023), que desenvolveu uma plataforma com uma rede de sensores sem fio, onde são coletados dados agrônômicos e de umidade do solo e, com base

nesses dados, são avaliadas as necessidades de irrigação das plantas. Essas informações são enviadas a computadores instalados nas propriedades agrícolas. Os dados são armazenados e processados em nuvem, com o objetivo de otimizar o processo de irrigação das plantas.

O clima amazônico e a estiagem trazem como consequência diversos problemas e, junto a eles, a necessidade de solução na agricultura familiar, visto que a atual situação deste trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um sistema automatizado para irrigação de uma das culturas que sofre com essas dificuldades, trata-se do plantio de melancia. A melancia conta com mais de 8 mil produtores que cultivam a cultura, atingindo a produção de mais de 12 milhões de frutos em 2022 (IDAM, 2023).

O método da pesquisa para elaboração desse sistema está dividido em duas etapas. A primeira consiste na elaboração de uma Revisão Bibliográfica, com o objetivo de encontrar trabalhos, artigos e monografias que contribuam com a elaboração do sistema, e propicie o rigor científico que o trabalho acadêmico exige.

A segunda etapa transcorre o desenvolvimento, onde se materializa o levantamento de requisitos, modelagem do sistema e implementação do sistema. Nesta etapa, é aplicado o modelo de desenvolvimento incremental onde se testa pequenos pedaços do sistema, e faz-se a verificação da interação para se adequar ao sistema final.

O resultado das duas etapas é um protótipo funcional do sistema que é composto por uma parte física para sensoriamento e atuação no local de irrigação, e uma aplicação mobile para visualizar os dados. O sistema possui, ao final, uma avaliação para mensurar qualidade e aceitabilidade.

Assim sendo, o presente trabalho apresenta as seguintes seções: **(2) Fundamentação Teórica:** Onde são abordados os conceitos e trabalhos relacionados. **(3) Método da pesquisa:** Onde são definidos as etapas para o desenvolvimento do trabalho como o Levantamento Bibliográfico, Desenvolvimento e Avaliação do Sistema. **(4) Resultados e discussão:** seção onde é apresentado os resultados e discussões da Revisão Bibliográfica, Desenvolvimento e Avaliação do Sistema. **(5) Conclusão:** considerações finais e trabalhos futuros acerca da pesquisa. **(6) Referências:** referências dos trabalhos citados e selecionados.

2. Fundamentação Teórica

Nesta seção são apresentados **Conceitos Relacionados**, para auxiliar no entendimento de alguns temas abordados no trabalho, e **Trabalhos Relacionados**, que dão ênfase científica como base do que é abordado no trabalho.

2.1. Conceitos Relacionados

2.1.2 Região Amazônica

Na região Amazônica, a Classificação de Köppen identifica dois tipos principais de clima. O primeiro é o Amw, que é um clima tropical sem uma estação seca definida. O segundo é o Ami, que apresenta um déficit hídrico durante a estação seca, que pode durar até quatro meses. Estes

climas são caracterizados por serem quentes, úmidos e chuvosos, predominando na região amazônica (Orellana et al., 2020).

De acordo com Cesário *et al.*, (2024), a estiagem na Amazônia é um fenômeno climático recorrente, que resulta na redução dos níveis de água dos rios, acarretando diversos problemas, como a dificuldade de navegação, a escassez de água potável, o aumento da mortalidade de peixes, a intensificação dos incêndios, e o colapso das margens dos rios. Tais consequências têm impactos significativos nas comunidades locais e também provocam repercussões sociais, econômicas e ambientais globais.

Os solos de terra firme são considerados naturalmente pobres em fertilidade. Para alcançar uma boa produtividade, é essencial corrigir a acidez do solo, assim que os resultados da análise de solo estejam disponíveis. Isso permite definir o corretivo de acidez, a dosagem, o sistema de preparo da área, os genótipos a serem utilizados, a época de semeadura, a fertilização com macro e micronutrientes, e o controle fitossanitário de pragas e doenças. Em contrapartida, os solos de várzeas, localizados próximos aos rios, possuem boa fertilidade natural. Nessas áreas, a necessidade de correção de acidez é mínima, resultando em uma menor demanda por macro e micronutrientes, o que reduz significativamente os custos de produção em comparação aos solos de terra firme. A maioria dos agricultores utiliza os solos de várzea para o cultivo de plantas de ciclo anual, como hortaliças, melancia, feijão, arroz e milho (ADS, 2023).

2.1.3 Agricultura Familiar

No mundo, não existe um conceito universal sobre agricultura familiar. Em alguns países, é bastante complexo e depende da produção, da propriedade e do alcance da renda de produção. No Brasil, a partir de 2006, foram definidos alguns critérios para deliberar se uma produção agrícola é considerada como agricultura familiar. A Lei nº 11.326/2006 estabelece que para ser reconhecido como produtor familiar, é necessário que a propriedade tenha, no máximo, quatro módulos fiscais (isso varia em relação ao município e a proximidade da zona urbana e rural), onde a gestão e o trabalho são realizados pela própria família, com predominância de mão-de-obra familiar, tendo a agricultura como principal meio de subsistência e geração de renda (Macedo, 2014).

2.1.4 Cultivares de Melancia no Estado do Amazonas

De acordo com Carmo *et al* (2019), cultivares ou cultivar, é a palavra usada para designar uma planta específica que foi criada e escolhida com base em suas características genéticas e fenotípicas únicas. Essa planta recebe um nome exclusivo e é registrada oficialmente por suas qualidades produtivas, ornamentais, ou outras características que a tornam especialmente apta para o cultivo.

No Amazonas, a melancia é produzida em terra firme e várzea, com cultivares adequados para cada tipo de solo. No que se refere à produção de melancia em terra firme, as variedades mais utilizadas pelos agricultores são: Rubi, Pérola, Top Gun e Charleston Gray. A Charleston Gray é a favorita dos agricultores. No entanto, sua produção em terra firme gera resultados medianos em relação às demais, além de ser suscetível à podridão. A Top Gun apresenta uma produção razoável, mas com boa qualidade de produção. Já a Rubi e a Pérola, apresentam boa produção e boa qualidade de fruto (Cardoso e Antônio, 2010).

2.1.5 Método de Irrigação

Para Andrade e Brito (2021), no Brasil, a escolha de um sistema de irrigação é influenciada por uma variedade de fatores, como clima, solo, cultura e situações socioeconômicas. Não há um sistema de irrigação único que seja ideal para todas as condições, sendo necessário selecionar a solução mais adequada para cada caso específico. A modelagem detalhada das tecnologias de seleção, levando em consideração as exigências de irrigação, é essencial para identificar o sistema mais adequado. Andrade e Brito (2021), ainda destacam os principais sistemas de irrigação utilizados:

- Irrigação por superfície - A água distribuída se dá através da superfície do solo.
- Irrigação por aspersão - A irrigação acontece com a água sendo lançada aspergida e caindo como se fosse chuva na plantação. Esse tipo de irrigação possui subcategorias:
 - A. Aspersão convencional;
 - B. Autopropelido;
 - C. Pivô central;
 - D. Deslocamento linear;
 - E. Lepa.
- Irrigação localizada - A irrigação localizada é um sistema que costuma fornecer água diretamente às raízes das plantas, usando dispositivos específicos, como gotejadores ou microaspersores. Esse tipo de irrigação está dividido em:
 - A. Gotejamento;
 - B. Microaspersão;
 - C. Gotejamento Superficial.
- Subirrigação - A irrigação acontece mantendo o lençol freático em determinada profundidade que permite o fluxo de água à zona radicular da plantação.

Para este trabalho o método de irrigação adotado foi a irrigação localizada por gotejamento devido os trabalhos da Revisão Bibliográfica apresentarem em sua maioria esse método para a cultura de melancia e as respostas do levantamento de requisitos indicar também a Irrigação por Gotejamento.

2.1.6 IoT

Internet das Coisas - IoT (*Internet of Things*), significa objeto e coisas físicas que são conectadas pela internet, na qual trocam informações entre si, isto é, A Internet das Coisas é a conexão de objetos utilizados no cotidiano que possuem um *hardware* ou dispositivo embarcado, que se conectam a uma rede, ou que estão online (Fischer, 2019). O hardware aplicado a um sistema de irrigação automatizado utilizando IoT pode conter os seguintes itens para mensurar dados do ambiente:

- ESP32: A placa ESP32 é um microcontrolador acessível e eficiente em termos de consumo de energia, criado pela Espressif Systems. É bastante conhecido por sua versatilidade, oferecendo suporte a Wi-Fi, Bluetooth e outras tecnologias de conexão (Makiyama, 2023).
- Sensor de umidade do solo: O sensor de umidade do solo é utilizado para aferir a umidade do solo enviando dados obtidos da resistência elétrica que há conforme o nível de água no solo, ele consegue enviar esses dados para um microcontrolador sendo de forma analógica ou digital.

- Sensor de Fluxo de Água: O sensor de fluxo de água é composto por uma válvula de plástico, um rotor de água e um sensor de efeito Hall. Quando a água passa pelo rotor, ele gira, e sua velocidade varia conforme o fluxo de água. O sensor de efeito Hall então gera um sinal de pulso correspondente ao fluxo (Eletrogate, 2022).
- Sensor DHT11: O sensor DHT11 é um dispositivo que serve para medir a temperatura e umidade, fornecendo um sinal digital como saída. Este sensor contém um elemento resistivo NTC que realiza a medição da temperatura. Ele oferece alta qualidade, resposta rápida, capacidade de anti-interferência e vantagens presentes apenas em dispositivos de alto custo (ROBOCORE, 2024).

2.2. Trabalhos Relacionados

2.2.1 Pereira *et al.* (2019)

O trabalho de Pereira *et al.* (2019), realizou um experimento para avaliar as características físicas dos frutos de mini melancia em seus diferentes estágios fenológicos, quando são submetidos a irrigação por déficit. O objetivo do autor, neste trabalho, foi simular a plantação de melancia na época deficitária de água. A partir desse experimento, foi possível observar as variâncias físicas da mini melancia durante o período de irrigação deficitária, tomando como parâmetro o comprimento, o diâmetro, a espessura da casca e a espessura da polpa. Os resultados mostraram que são poucos os impactos negativos nas características do comprimento, diâmetro e polpa, ao utilizar a irrigação deficitária para plantação de mini melancia, quando aplicadas no estágio vegetativo. Já em relação a espessura da casca, o déficit hídrico causou um aumento, o que compromete a qualidade do fruto, ao contrário da polpa, que não mostrou alteração alguma.

A forma de irrigação utilizada no trabalho de Pereira *et al.* (2019), foi a irrigação por déficit, a partir do método de irrigação localizado por gotejamento, bem como a proposta de trabalho denominado IrrigaInteli, que não faz uso do déficit e não contém trabalho experimental, mas que também faz uso do sistema de irrigação por gotejamento. As diferenças entre o trabalho de Pereira *et al.* (2019) e o IrrigaInteli, está no que se refere a alguns procedimentos sistemáticos da pesquisa científica. Em relação a natureza da pesquisa, enquanto Pereira *et al.* (2019) utilizou uma pesquisa aplicada, este trabalho utilizou pesquisa básica por meio de uma revisão bibliográfica, buscando trabalhos voltados para sistemas de irrigação, ou seja, a diferença é em relação aos procedimentos de pesquisa. Pereira *et al.* (2019) utilizou uma pesquisa experimental, isto é, o mesmo realizou experimento, para testar e observar os parâmetros físicos dos frutos da mini melancia em estado fenológico, submetida ao déficit hídrico e, a partir desse, estudo identificar os fatores que anulam ou influenciam em tais aspectos. Quanto ao objetivo da pesquisa, os autores realizaram uma pesquisa descritiva acerca das caracterizações físicas dos frutos da mini melancia. Este trabalho buscou uma pesquisa exploratória por meio da revisão bibliográfica a respeito de sistemas de irrigação.

Assim sendo, o estudo de Pereira *et al.* (2019), resume-se em testar e observar os parâmetros do plantio de melancia, quando submetidos ao déficit hídrico e, por meio dos resultados desses testes, avaliar sua viabilidade. Já o presente trabalho, propõe uma solução

viável para melhorar a irrigação de melancia. Como proposta, este trabalho desenvolveu um sistema de irrigação automatizado, baseado em IoT, para o plantio de melancia. Para o desenvolvimento do sistema, foi realizado um estudo secundário por meio de uma revisão bibliográfica que identificou pesquisas relevantes, contribuindo assim, para elucidação dos requisitos e modelagem.

2.2.2 Pinto *et al.* (2019)

O trabalho de Pinto *et al.* (2019), avaliou, por meio de estudos, os efeitos da substituição do sistema de irrigação por sulco, pelo sistema de irrigação por gotejamento, com o objetivo de amenizar a contaminação das águas dos lagos e dos lençóis freático por produtos químicos.

O método de irrigação utilizado no trabalho de Pinto *et al.* (2019), é o de irrigação localizada por gotejamento que, conforme os dados do estudo, mostrou ser mais eficiente, principalmente em locais onde se tem pouca disponibilidade de água. Outro fator a ser considerado por esse método de irrigação é a possibilidade de se utilizar a fertirrigação, pois propicia eficiência no aproveitamento do nutriente e a diminuição da contaminação dos mananciais.

O trabalho de Pinto *et al.* (2019), tem a mesma premissa do IrrigaInteli, que é propor um sistema de irrigação eficiente para produção de melancia, propiciando ao agricultor um cultivo de qualidade. Vale ressaltar que o trabalho de Pinto *et al.* (2019), no que se refere à preocupação ambiental, é um fator positivo em relação ao manejo de produção atual. O trabalho utiliza a fertirrigação em conjunto com o sistema de irrigação localizado por gotejamento, isso não só diminui o desperdício de nutrientes utilizados, como também gera economia para o agricultor, bem como amenizar a contaminação por produtos químicos. Os resultados do trabalho de Pinto *et al.* (2019), mostram que a substituição do sistema de irrigação por sulco pela irrigação localizada por gotejamento gerou grandes benefícios no ponto de vista socioambiental, aumentando a renda dos agricultores e amenizando a poluição por produtos químicos em lagos e lençóis freáticos.

O trabalho de Pinto *et al.* (2019), se tratando dos procedimentos sistemáticos, apresenta algumas características distintas em relação ao sistema IrrigaInteli. Quanto à natureza da pesquisa, Pinto *et al.* (2019) adotou a pesquisa aplicada para investigar os efeitos da substituição do sistema de irrigação por sulco pelo sistema de irrigação por gotejamento. Já o IrrigaInteli, quanto à natureza da pesquisa, adotou a pesquisa básica por meio da leitura de pesquisa e trabalhos a respeito de sistema de irrigação, uma revisão bibliográfica a respeito desse tema. Em relação aos procedimentos de pesquisa, enquanto Pinto *et al.* (2019) utilizou uma pesquisa experimental para avaliar os efeitos da substituição do sistema de irrigação por sulco, pelo sistema de irrigação por gotejamento, o IrrigaInteli adotou como procedimento da pesquisa bibliográfica para selecionar pesquisas e trabalhos que contribuam para a elaboração de um sistema de irrigação automatizado. No entanto, no que se refere à abordagem e procedimento da pesquisa, o trabalho de Pinto *et al.* (2019), os dois utilizam uma abordagem qualitativa.

Sucintamente, o trabalho de Pinto *et al.* (2019), trata-se de uma abordagem qualitativa atrelada a outros procedimentos sistemáticos que buscou, por meio de um experimento, avaliar a viabilidade da substituição do sistema de irrigação bastante utilizado pelos agricultores, pelo sistema de irrigação localizada por gotejamento. Ao fim da avaliação, o experimento mostrou-se bastante eficiente em relação ao sistema tradicionalmente utilizado que, no caso, é o sistema de irrigação por sulco.

Por outro lado, apesar do IrrigaInteli também ter adotado uma abordagem qualitativa, nos procedimentos utilizou a pesquisa bibliográfica para buscar conhecimento científico teórico e, assim, solucionar a problemática do trabalho, que no caso foi o desenvolvimento de um sistema de irrigação automatizado baseado em IoT.

2.2.3 Araujo *et al.* (2023)

O trabalho de Araujo *et al.* (2023) teve como objetivo avaliar os impactos socioambientais do uso da irrigação por gotejamento no cultivo de melancia em comparação ao método tradicional utilizado por agricultores da região do nordeste, trata-se da irrigação por sulco. Para realizar a mensuração dos impactos socioambientais, foi utilizado o sistema de avaliação Ambitec-Agro. Os critérios de avaliação foram em relação aos aspectos de eficiência tecnológica: consumo de água, consumo de energia, consumo de insumos agrícolas e mudança no uso direito da terra. Em relação aos critérios de trabalho e gestão, foram a dedicação do responsável, capacitação, geração de renda, e valor de propriedade. A avaliação dos resultados dos impactos socioambientais mostrou desempenho favorável para a maioria dos resultados apresentados.

O tipo de sistema de irrigação utilizado no trabalho de Araujo, Correia e Yuri (2023), é o sistema de irrigação localizado por gotejamento, pois é o mais adequado para lugares com déficit hídrico. Nesse sentido, o IrrigaInteli vai utilizar o mesmo sistema de irrigação, pelo fato de ser eficaz, gerar economia e aumentar a produtividade. Comparado com o IrrigaInteli, as diferenças entre o trabalho Araujo, Correia e Yuri (2023) e do IrrigaInteli está em alguns procedimentos sistemáticos da pesquisa científica.

Araujo, Correia e Yuri (2023) trabalha com a abordagem qualitativa e quantitativa, pois além de trabalhar com dados do experimento da irrigação por gotejamento, o trabalho utiliza na pesquisa critérios sociais e culturais. Em relação à natureza, trata-se de uma pesquisa aplicada, a respeito do objetivo, o trabalho se caracteriza com uma pesquisa descritiva, pois especifica como a pesquisa foi realizada, e faz uma comparação de antes e depois do sistema de irrigação utilizado no experimento com o sistema que era utilizado anteriormente. Já a respeito do procedimento da pesquisa, trata-se de uma pesquisa experimental. O IrrigaInteli, por sua vez, utiliza uma abordagem apenas qualitativa, por meio de revisão bibliográfica para encontrar trabalhos e pesquisas a respeito de sistema de irrigação. No que se concerne à sua natureza, a pesquisa é básica, pois, como falado anteriormente, foi realizada uma revisão bibliográfica. No que se compete ao seu objetivo, a pesquisa realizada foi exploratória, por meio da análise de publicações, pesquisas e trabalhos, a partir de uma revisão bibliográfica. Quanto aos procedimentos, optou-se por dois tipos, a pesquisa bibliográfica e a pesquisa de levantamento.

De forma geral, o trabalho de Araujo, Correia e Yuri (2023) é fundamental, pois agrega muito valor e conhecimento, principalmente aos interessados em cultivar a melancia utilizando o sistema de irrigação localizada por gotejamento. O trabalho buscou abordar os parâmetros tecnológicos, mostrar o papel importante que os fatores social e cultural tem, para que a tecnologia seja absorvida pela sociedade e, assim, gerar uma nova tecnologia. Dessa forma, Araújo, Correia e Yuri (2023) utilizaram uma abordagem qualitativa quantitativa em paralelo com outros procedimento sistemáticos, para avaliar os impactos socioambientais do uso do sistema de irrigação localizada por gotejamento, em substituição pelo sistema de irrigação por sulcos, que tradicionalmente é utilizado no nordeste. Os resultados da avaliação foram satisfatórios com os resultados dos critérios analisados, em sua maioria, aprovados.

O IrrigaInteli adotou alguns procedimentos sistemáticos diferentes em relação ao trabalho de Araujo, Correia e Yuri (2023), dado que esses procedimentos dependem da área, do objeto e objetivo da pesquisa. Dessa forma, pode-se afirmar que Araujo, Correia e Yuri (2023) se propuseram em desenvolver uma avaliação experimental, enquanto este trabalho teve como proposta realizar uma pesquisa bibliográfica com o objetivo de encontrar trabalhos, pesquisas e estudos para compor o corpo de conhecimento técnico científico e, a partir desse conhecimento, elaborar o levantamento de requisitos e a modelagem do software e, por meio deste, desenvolver um sistema de irrigação automatizado baseado em IoT.

3. Método da pesquisa

As metodologias utilizadas para para elaboração do sistema de irrigação estão divididas em duas etapas para se obter um protótipo funcional e consequentemente ser avaliado conforme representado na Figura 1.

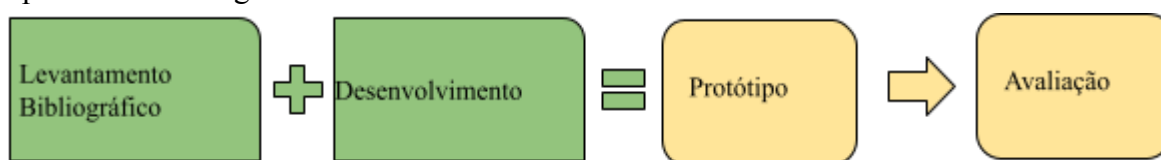


Figura 1. Metodologias Utilizadas

Fonte: O autor.

3.1 Levantamento Bibliográfico

Esta seção consiste na busca por trabalhos que colaborem com o conhecimento sobre o tema proposto, onde por meio da metodologia da pesquisa revisão bibliográfica, segue as seguintes etapas apresentadas na Figura 2.

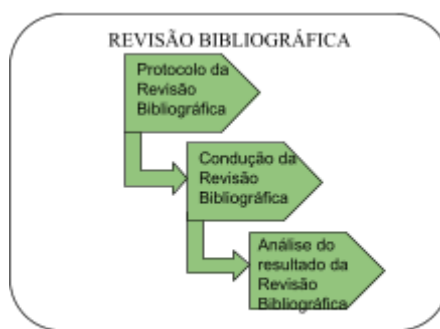


Figura 2. Etapas da Revisão Bibliográfica

Fonte: O autor.

- Protocolo da revisão bibliográfica: Aqui foram definidas as questões de pesquisa, Fontes, idioma e expressão de busca, critérios de seleção e extração de dados.
- Condução da revisão bibliográfica: Nesta etapa da metodologia foi concretizado o que foi proposto no protocolo da revisão bibliográfica.
- Análise do resultado da Revisão Bibliográfica: Nesta etapa foram analisados os dados e discutidos conforme o resultado da revisão bibliográfica.

3.2 Desenvolvimento

A seção de desenvolvimento apresenta as tecnologias utilizadas para o desenvolvimento do sistema Irrigainteli, bem como os passos necessários para a obtenção do protótipo funcional. O modelo de desenvolvimento utilizado foi o incremental pois nele é possível utilizar ciclos de interações a fim de aprender o que pode dar certo. A etapa está dividida nas seguintes subetapas:

- Levantamento de Requisitos: Nesta etapa está a elicitação de requisitos para definir os requisitos funcionais, não funcionais e regra de negócio.
- Modelagem do Sistema: A etapa modelagem do sistema consiste em apresentar perspectivas do sistema para tornar o desenvolvimento eficiente e transparente, mostrando visões externas, comportamental, estrutural e de interação. Nesta etapa está contida a Modelagem UML, Modelagem do Banco de dados e design de telas.
- Desenvolvimento de software e montagem do sistema físico: Nesta etapa se dá a construção da aplicação mobile, criação do banco de dados e montagem do sistema físico composto por microcontrolador, sensores e atuadores.
- Implementação do Sistema: A etapa de implementação consiste na integração da aplicação mobile com o banco de dados e sistema físico.

3.4 Avaliação do Sistema

Esta etapa consiste em avaliar a aceitação e percepção em relação ao sistema ela é composta pelas seguintes subetapas:

- Planejamento e coleta de dados: Nesta etapa foi definido o público alvo e método de coleta de dados.
- Análise dos dados: Nesta etapa foram analisados, discutidos e estruturados os dados coletados na etapa anterior.

- **Conclusão da Avaliação:** Nesta etapa foi elaborado uma conclusão geral sobre a avaliação do sistema para mostrar o impacto da avaliação sobre o sistema.

4. Resultados e discussões

4.1 Revisão Bibliográfica

4.1.1 Protocolo da Revisão Bibliográfica

4.1.1.1 Questões de Pesquisa

Nesta seção serão selecionadas as questões de pesquisas que ajudarão a orientar, extrair e conceitualizar as ideias que serão utilizadas no trabalho. Assim, a Revisão Bibliográfica buscará as respostas para as seguintes questões de pesquisa **(QP)**:

(QP1): Quais são as formas de irrigação utilizadas e o tipo de solo coletado para o plantio de melancia que o trabalho apresenta?

(QP2): Quais são as metodologias utilizadas para o desenvolvimento do trabalho e qual o público alvo?

4.1.1.2 Fontes, Idioma e Expressão de Busca

Os locais de buscas de dados para a obtenção de publicações relevantes, serão o **Google Acadêmico**, pesquisas nas 10 primeiras páginas, **Embrapa**, nas 3 primeiras páginas e **SBC** (Sociedade Brasileira de Computação): Congresso Brasileiro de Agroinformática (**SBIAgro**) e Seminário Integrado de Software e Hardware (**SEMISH**). Os idiomas escolhidos foram o Inglês (devido à sua adoção pela maioria das conferências, periódicos e editoras da área de pesquisa) e o Português (para incluir trabalhos técnicos publicados em conferências nacionais) Para a investigação, serão utilizadas as seguintes palavras-chave:

Para selecionar os trabalhos nas bases de dados foram realizadas buscas específicas por meio de Strings de busca restrita ao idioma português:

- Português: (“Irrigação” OU “plantação” OU “Melancia” OU “Sistema de irrigação automatizado” OU “Irrigação baseado em IoT” OU “Integração de sistema”).

Para selecionar os trabalhos nas bases de dados foram realizadas buscas específicas por meio de Strings de busca restrita ao idioma inglês:

- Inglês: (“Irrigation” OR “Plantation” OR “Watermelon” OR “Automated irrigation system” OR “IoT-Based Irrigation” OR “System integration”).

4.1.1.3 Critérios de Seleção

A busca por materiais de análise se restringiu a publicações que estivessem disponíveis nas bases de dados definidas para serem realizadas de forma gratuita, entre os anos de 2019 a 2024. A seleção das publicações foi realizada em três Critérios de Seleção **(CS)**:

- **(CS1)** Selecionar trabalhos por meio de strings de busca ou de forma manual, por meio de análise do título, resumo e palavras-chave de artigos, TCCs e Monografias de trabalhos voltados para plantação, cultivo ou cultura da agricultura;
- **(CS2):** Selecionar trabalhos que abordem as formas de irrigação utilizado na plantação, cultivo e cultura da agricultura;
- **(CS3)** Apresentar a metodologia utilizada para desenvolver o trabalho;
- **(CS4)** Apresentar o público alvo do trabalho;
- **(CS5)** Ser voltada para o plantio de melancia e demonstrar os parâmetros para irrigação do solo.

4.1.14 Extração de dados

Das publicações relevantes para a pesquisa serão extraídas algumas informações, e registradas em tabelas, de acordo com os campos abaixo mostrados na Tabela 1, que estão preenchidas no apêndice A deste trabalho:

Tabela 1. Campo de coleta de dados

A) Dados da publicação	
Título	Indica o título do trabalho
Autor (es)	Indica o(s) nome(s) do(s) autor(es) do trabalho
Fonte de publicação	Local de publicação
Ano de publicação	Ano de publicação
Resumo	Resumo do trabalho
B) Dados derivados do objeto	
Forma de irrigação utilizada.	Descrever o tipo de irrigação utilizada na plantação.
Tipo de solo.	Tipo de solo adequado para o plantio de melancia.
Metodologias utilizadas no trabalho.	Descrever as metodologias utilizadas para desenvolver o trabalho.
Público-alvo que é orientado no trabalho.	Descrever o público-alvo do trabalho (agricultura familiar, agricultura de subsistência etc.).

Fonte: O autor.

4.1.2 Condução da Revisão Bibliográfica

Após a fase de planejamento, a expressão de busca foi executada nas fontes definidas e as publicações foram selecionadas de acordo com os critérios de seleção pré estabelecidos durante o protocolo da Revisão Bibliográfica. Foram descartadas publicações duplicadas, inacessíveis ou indisponíveis na Internet. Além dessas, também foram descartadas publicações que claramente não abordavam assuntos referentes ao tema desta pesquisa.

Na Tabela 2 mostra o resultado das buscas iniciais retornando as quantidades de publicações em Português e Inglês o total obtido em todas as bases de dados definidas.

Tabela 2. Busca iniciais nas bases de dados definidas

Base de dados	Português	Inglês	Total geral
Google Acadêmico	87	13	100
Embrapa	25	0	25
SBIAgro	86	17	103
SEMISH	93	36	129
Total	291	66	357

Fonte: O autor.

A Tabela 3 traz os dados da quantidade de trabalhos obtidos na aplicação de cada critério de seleção e o total de publicações de todas as bases de dados.

Tabela 3. Artigos identificados por etapas

Fonte	CS1	CS2	CS3	CS4	CS5
Google Acadêmico	47	43	43	43	7
Embrapa	5	5	5	5	3
SBIAgro	35	7	7	7	0
SEMISH	2	1	1	1	0
Total	89	56	56	56	10

Fonte: O autor.

Tabela 4. Artigos selecionados

ID	Título	Autor (es)	Ano	Base de dados
P01	Reúso de Água de Piscicultura na Irrigação de Melancia (<i>Citrullus Lanatus</i> (Thunb.)) Cultivada em Sistema de Produção de Base Ecológica	PACHECO, H.; RODRIGUES, L. N.	2022	Google Acadêmico
P02	Irrigação com Déficit Controlado no Desenvolvimento de Melancia	RODRIGUES, H. F. <i>et al.</i>	2024	Google Acadêmico
P03	Déficit Hídrico na Cultura de Melancia em Jaguaruna, Santa Catarina	PETRY, H. B <i>et al.</i>	2021	Google Acadêmico
P04	Acúmulo de de Fitomassas de Mini Melancia Cultivada Sob Estresse Salino e Peróxido de Hidrogênio	VELOSO, L. L. S. A. <i>et al.</i>	2020	Google Acadêmico
P05	Turnos de Regas e Polímero Hidroretentor na Qualidade de Frutos de Melancia em Condições de Semiárido	MELO, R. E.; SILVA, A. E. B.; SILVA, J. R.;	2021	Google Acadêmico
P06	Infiltração de Água no Solo em um Plantio	OLIVEIRA, V. S. <i>et al.</i>	2021	Google Acadêmico

	de Melancia no Sudeste Paraense			
P07	Efeito da Fração de Área Molhada por Gotejamento na Cultura da Melancia	BARROS, A. C. <i>et al.</i>	2019	Google Acadêmico
P08	Caracterização Física de Frutos de Mini Melancias Submetidas às Estratégias de Irrigações Deficitárias	PEREIRA, T. A. <i>et al.</i>	2019	Embrapa
P09	Impacto no Desenvolvimento Rural: O Caso da Melancia Irrigada Por Gotejamento no Projeto CHESF	PINTO, J. M. <i>et al.</i>	2019	Embrapa
P10	Avaliação de Impactos Socioambientais do Cultivo da Melancia Irrigada por Gotejamento, no Município de Delmiro Gouveia-AL	ARAÚJO, J. L. P.; CORREIA, R. C.; YURI, J. E.	2023	Embrapa

Fonte: O autor

Conforme mostrado na Tabela 3 após a aplicação do critério de seleção 5 retornou 10 trabalhos, que estão listados na Tabela 4 com o título, autor (es), ano de publicação e base de dados, sendo [P01, P02, P03, P04, P05, P06 e P07] retornados Google Acadêmico e [P08, P09 e P10] da Embrapa.

4.1.3 Análise do resultado da Revisão Bibliográfica

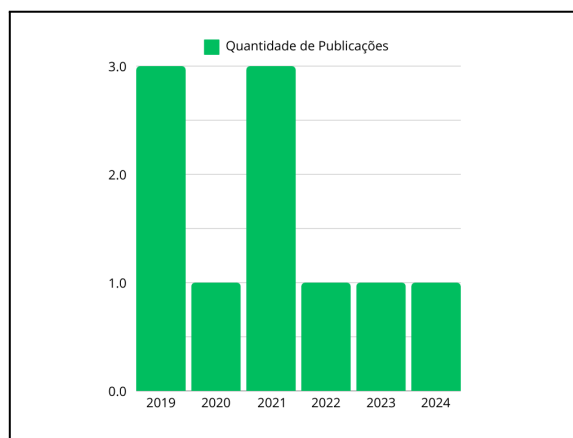


Figura 3: Quantidade de publicações por ano

Fonte: o autor

Conforme apresentado na Figura 3, do quantitativo total de 10 publicações resultantes da aplicação dos critérios da Revisão bibliográfica 6 delas são dos anos 2019 e 2021 e 4 são dos anos 2020, 2022, 2023 e 2024.

Em relação à primeira questão da pesquisa: “Quais são as formas de irrigação utilizadas e o tipo de solo coletado para o plantio de melancia que o trabalho apresenta?”. Essa questão de pesquisa tem como objetivo identificar os sistemas de irrigação presente em cada pesquisa e qual o tipo de solo é apresentado, e a partir da coleta dessas informações, selecionar o sistema que mais seja adequado a ideia a ser desenvolvida e fazer uma comparação, se há mudança de tipo de

irrigação conforme o solo. Na Tabela 5, podemos observar as formas de irrigação utilizadas e tipos de solo presente nas pesquisas selecionadas.

Tabela 5. Formas de Irrigação e Tipo do solo

ID	Forma de Irrigação	Tipo do solo
P01	Irrigação por Gotejamento	Adubação orgânica
P02	Irrigação por Gotejamento	Franco arenoso
P03	Sem informação	Neossolos quartzarênicos.
P04	Irrigação Manual	Franco arenoso.
P05	Sem informação	Latossolo Amarelo Álico A
P06	Irrigação por retenção utilizando infiltração da água	argissolo vermelho-amarelo distrófico
P07	Irrigação por Gotejamento	Latossolo Amarelo Vermelho distrófico
P08	Irrigação por Gotejamento	Planossolo
P09	Irrigação por Gotejamento e Irrigação por Sulco	sem informação
P10	Irrigação por gotejamento e Irrigação por Sulco.	sem informação

Fonte: O autor

Após a análise da Tabela 5, podemos notar que os trabalhos apresentam uma variedade de sistemas de irrigação, no total foram identificados 4 tipos, que são: irrigação por gotejamento [P01, P02, P07, P08], manual [P04], por retenção [P06], gotejamento e por sulco [P09, P10], e dois trabalhos não apresentaram algum tipo de irrigação [P03 e P05]. Com essas informações será possível estabelecer parâmetros para o tipo de sistema de irrigação. E também os trabalhos apresentaram diversos tipos de solos [P01, P02, P03, P04, P05, P06, P07, P08] estando presente, em predominância, a irrigação por gotejamento em diferentes tipos de solos, apenas dois trabalhos não retornaram o tipo de solo [P09, P10].

Em relação à segunda questão da pesquisa: “Quais são as metodologias utilizadas para o desenvolvimento do trabalho e qual o público alvo?”. Essa questão de pesquisa tem por objetivo identificar as áreas estudadas nas pesquisas e quais métodos foram utilizados para se obter sucesso na pesquisa, dessa forma, é possível mensurar as vertentes que estão em alta e as que estão em baixa, propiciando um parâmetro que vai auxiliar na viabilidade da ideia a ser desenvolvida. Na Tabela 6, será apresentada a metodologia e o público-alvo de cada pesquisa.

Tabela 6. Metodologia e Público-alvo

ID	Metodologia	Público-alvo
P01	Pesquisa de Campo	Agricultura de base ecológica
P02	Pesquisa de Campo	Agricultores em Geral
P03	Pesquisa de Campo	Agricultores em Geral
P04	Pesquisa de Campo	Agricultores em Geral
P05	Pesquisa de Campo	Agricultores em Geral
P06	Pesquisa de Campo	Agricultores em Geral
P07	Pesquisa de Campo	Agricultores em Geral

P08	Pesquisa de Campo	Agricultores em Geral
P09	Pesquisa de Campo	Agricultores em Geral
P10	Pesquisa de Campo	Agricultura familiar e segmento ambiental.

Fonte: O autor.

Após a análise da Tabela 6, podemos observar que a metodologia utilizada nas pesquisas foi predominante a pesquisa de campo estando presente nos 10 trabalhos retornados após a aplicação do CS5 [P01, P02, P03, P04, P05, P06, P07, P08, P09, P10]. O maior número do público-alvo são agricultores em geral, presente em 8 pesquisas: [P02, P03, P04, P05, P06, P07, P08, P09]. Em seguida aparece a agricultura de base ecológica, presente na pesquisa [P01]. Por último, a agricultura familiar e seguimento ambiental apresenta apenas uma pesquisa [P10].

Dessa forma, concluímos que a questão de pesquisa 2 teve um retorno satisfatório em relação a metodologia utilizada no trabalho, mas não foi tão proveitosa quanto se esperava em relação ao público alvo que retornou apenas 1 trabalho relacionado ao público alvo, isto é, a agricultura familiar.

4.2 Desenvolvimento

4.2.1 Levantamento de Requisitos

O levantamento de requisitos tem como objetivo a identificação de problemas, propor soluções e especificar questões importantes para o sistema. Pressman e Maxim (2016). Nesta etapa do desenvolvimento foi aplicado um questionário com o público alvo, no total 4 produtores rurais com idade entre 30 e 50 anos de idade que se encaixam na proposta desta pesquisa. O questionário contém oito perguntas, mostrado na Tabela 7, com um enfoque maior em levantar funcionalidades para o sistema e também foi aplicado junto a uma conversa informal para o melhor entendimento da prática do cultivo. A Tabela 8 e a Tabela 9 mostram os requisitos funcionais e Requisitos não funcionais respectivamente com suas descrições e prioridades, para levantamento desses requisitos se utilizou resultados da Revisão Bibliográfica e do questionário mostrado na Tabela 7. Na tabela 10 estão as regras de negócio que são ideais também para garantir que o sistema atenda as necessidades do que foi proposto.

Tabela 7. Questionário para levantamento de requisitos

Perguntas		Respostas	Tipo de respostas
01	Há quanto tempo você trabalha com cultivo de melancia?	☐ há menos de 1 ano ☐ entre 1 e 5 anos ☐ entre 5 e 10 anos ☐ 10 anos ou mais	múltipla escolha
02	Quais partes do ambiente você gostaria de monitorar em seu plantio?	☐ ar ☐ solo ☐ água ☐ outros. Quais?	múltipla escolha + resposta aberta
03	Em relação ao acionamento da irrigação, para você, qual a importância da inclusão de um modo de acionamento manual além do	☐ muito importante ☐ importante ☐ pouco importante	resposta única

	automático baseado em condições específicas?	☐ sem importância	
04	Você deseja receber notificações no aplicativo?	☐ sim ☐ não	resposta única
05	caso a resposta para a pergunta anterior seja sim, quais?		resposta aberta
06	Em sua concepção e conhecimento a respeito do cultivo de melancia, qual tipo de irrigação atende melhor o plantio?	☐ irrigação por aspersão ☐ irrigação por gotejamento ☐ irrigação por sulco ☐ irrigação manual ☐ outra. Qual?	múltipla escolha + resposta aberta
07	Quais horários você costuma fazer irrigação?	☐ entre 06:00 e 10:00 horas ☐ entre 10:00 e 14:00 horas ☐ entre 14:00 e 18:00 horas ☐ entre 18:00 e 22:00 horas ☐ outro. Qual?	múltipla escolha + resposta aberta
08	O quão importante seria para você ter um histórico da irrigação do seu plantio?	☐ muito importante ☐ importante ☐ pouco importante ☐ sem importância	resposta única

Fonte: O autor.

Tabela 8. Requisitos Funcionais

Identificador	Descrição	Prioridade	Requisitos relacionados
RF01	O sistema deve permitir o cadastro do usuário utilizando e-mail, senha e nome pelo perfil de administrador.	Essencial	
RF02	O sistema deve permitir o login do usuário.	Essencial	
RF03	O sistema deve exibir a temperatura e a umidade do ar coletadas pelos sensores.	Importante	
RF04	O sistema deve exibir ou emitir um alerta caso o reservatório de água esteja vazio.	Importante	
RF05	O Sistema deve aferir a umidade do solo por meio de sensores.	Essencial	
RF06	O Sistema deve acionar a irrigação por meio de um microcontrolador quando a umidade do solo estiver no nível pré estabelecido.	Essencial	
RF07	O sistema deve desligar a irrigação por meio de um microcontrolador quando a umidade do solo estiver no nível pré estabelecido.	Essencial	
RF08	O sistema deve armazenar a quantidade de água utilizada em cada ação.	Importante	

RF09	O sistema deve registrar no banco de dados o dia e horário de acionamento da irrigação.	Importante	
RF10	O sistema deve permitir que o usuário consulte o histórico de acionamento da irrigação incluindo horários e quantidade de água utilizada.	Importante	
RF11	O sistema deve permitir o acionamento e desligamento da irrigação manualmente através do aplicativo.	Importante	

Fonte: O autor.

Tabela 9. Requisitos Não Funcionais

Identificador	Descrição	Categoria	Prioridade	Requisitos relacionados
RNF01	O sistema deve ser confiável e garantir que os dados dos sensores sejam transmitidos corretamente ao banco de dados.	Implementação	Essencial	
RNF02	A API e o aplicativo devem estar disponíveis 24 horas por dia para o monitoramento constante.	Implementação	Essencial	
RNF03	O sistema deve permitir que somente o administrador veja todos os usuários	Segurança	Importante	
RNF04	O aplicativo deve ter uma interface simples e intuitiva, permitindo fácil acesso aos dados e históricos.	Usabilidade	Importante	

Fonte: O autor.

Tabela 10. Regras de Negócio

Identificador	Descrição	Requisitos relacionados
RN01	A aplicação deve possuir uma lista com as plantações, caso o usuário possua mais de um lugar com o sistema físico implantado.	
RN02	Os botões das abas posteriores devem ser da mesma cor que o botão clicado na tela inicial.	
RN03	Deve ser oferecido treinamento para utilização do sistema	

Fonte: O autor.

4.2.2 Modelagem do sistema

Para a modelagem do sistema, as ferramentas utilizadas foram o Figma, Astah, e Lucidchart, vale ressaltar que são ferramentas importantes e atendem muito bem a diagramação e design.

4.2.2.1 Diagramas UML.

A Figura 4 apresenta de forma geral o funcionamento do sistema, a estrutura do sistema é baseada na arquitetura cliente-servidor, sendo a aplicação móvel e física clientes e o servidor englobando a API e banco de dados.

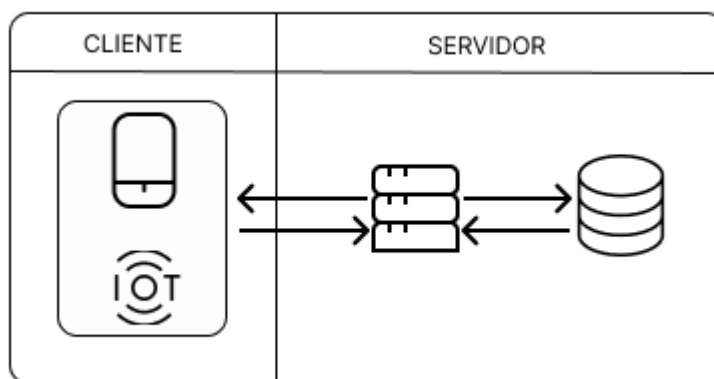


Figura 4: Arquitetura do sistema.

Fonte: O autor

Com base na definição do levantamento de requisitos foi possível modelar os diagramas UML, pois já foi possível identificar os casos de usos, atores e seus relacionamentos.

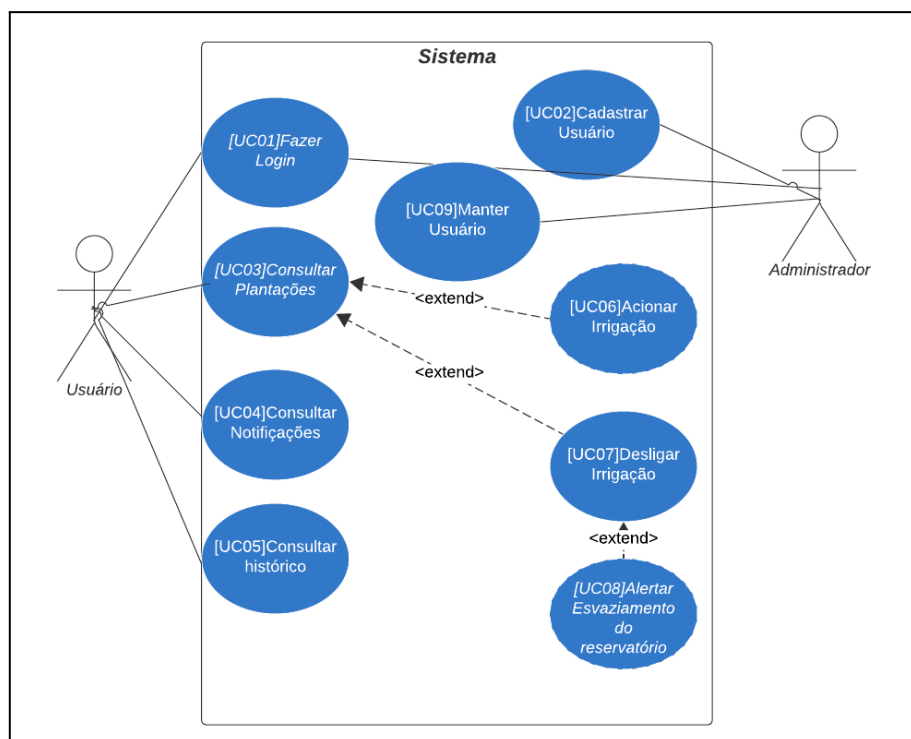


Figura 5: Diagrama de caso de uso

Fonte: O autor

A Figura 5 mostra o diagrama de caso de uso com suas devidas interações, somente o administrador pode cadastrar usuários, o administrador já está cadastrado no sistema e

pode cadastrar novos administradores, o usuário faz Login no sistema, ele pode Consultar plantações, Consultar histórico e Consultar notificações ele pode acionar ou desligar a irrigação manualmente se desejar, o sistema envia notificação caso o reservatório esteja vazio.

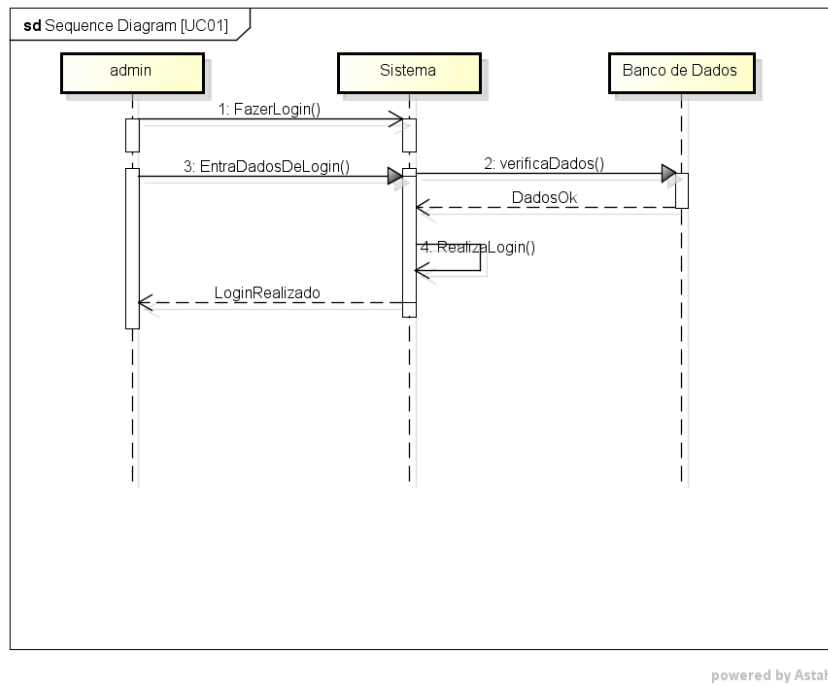


Figura 6: Diagrama de sequência [UC01]

A Figura 6 mostra o diagrama de sequência do caso de uso 01 com a interação do ator administrador fazendo Login.

Fonte: O autor

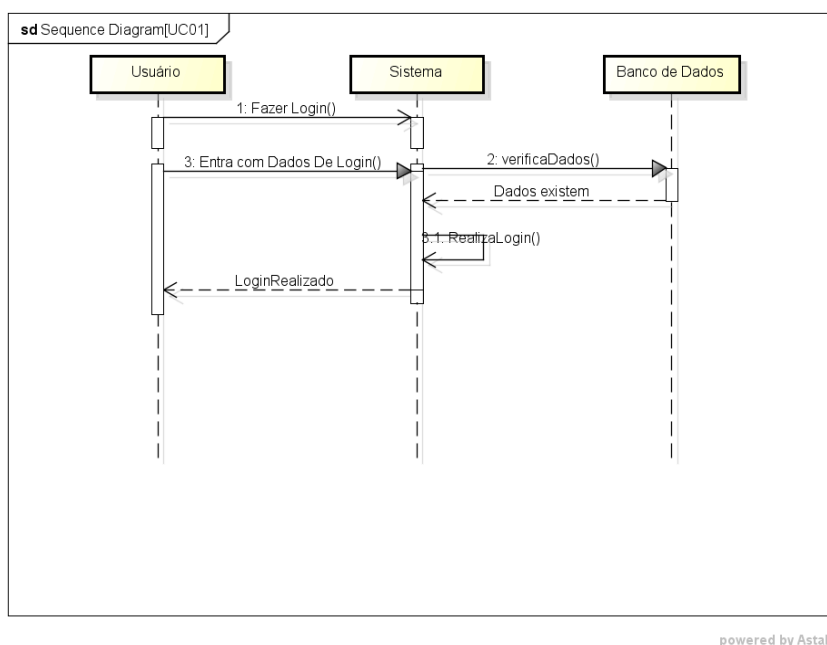


Figura 7: Diagrama de sequência[UC01]

Fonte: O autor

A Figura 7 mostra o diagrama de sequência do caso de uso 01 com a interação do ator usuário com o sistema fazendo login. Os demais diagramas podem ser encontrados no Apêndice B deste trabalho.

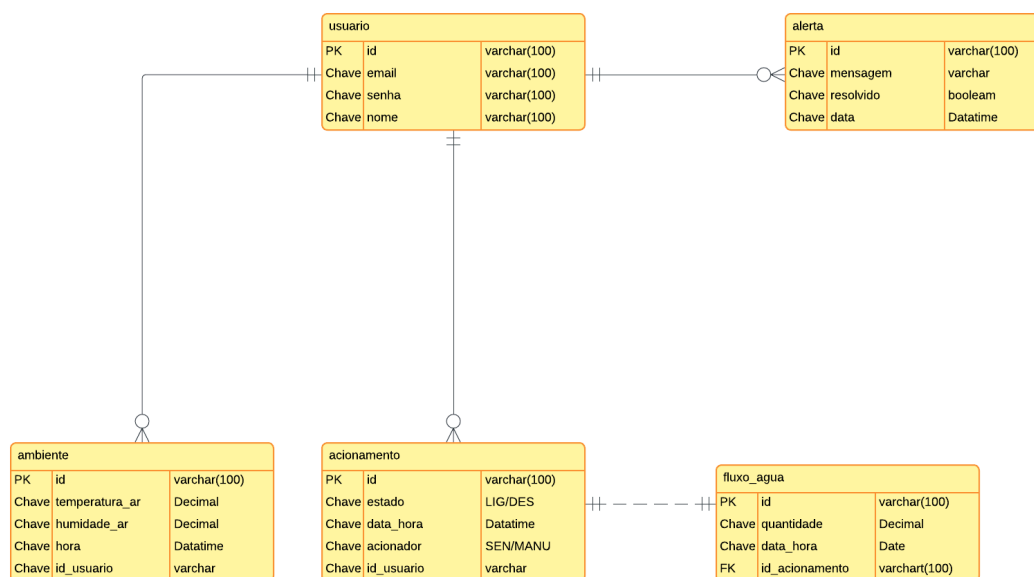


Figura 8. Diagrama de entidade e relacionamento.

Fonte: O autor.

A Figura 8 mostra o diagrama ER representando a interação no banco de dados.

4.2.2.5 Design de telas

Nesta etapa para ter uma perspectiva mais realista da aplicação foi desenhado protótipos de média fidelidade de telas no Figma.

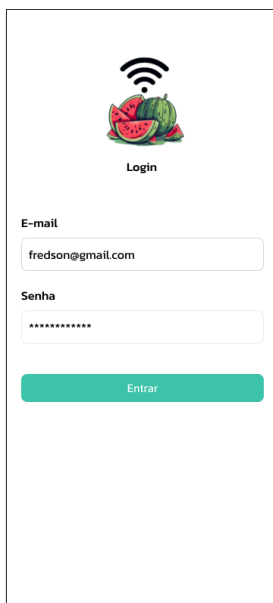


Figura 9. Protótipo da Tela de Login.

Fonte: O autor

Na Figura 9 está representada a tela de login desenhada no figma onde tem os campos para o usuário ou administrador colocar suas credenciais e posteriormente adentrar no aplicativo.

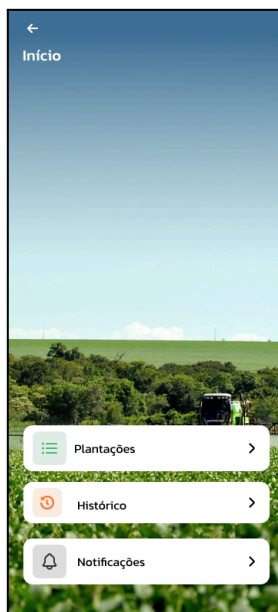


Figura 10. Protótipo da tela de início

Fonte: O autor

Na Figura 10 está representada a tela de início onde o usuário pode observar e clicar para onde quer ser direcionado dentro da aplicação. Os demais protótipos de telas estão no Apêndice C deste trabalho.

4.2.3 Desenvolvimento de software e montagem do sistema físico.

4.2.3.1 Desenvolvimento de software

Nesta etapa é apresentado as tecnologias utilizadas para o desenvolvimento de software do sistema Irrigainteli bem como os passos necessários para a obtenção do protótipo funcional. O modelo de desenvolvimento utilizado foi o incremental, pois nele é possível utilizar ciclos de interações, a fim de aprender o que dá certo ou não.



Figura 11. Tecnologias utilizadas para desenvolvimento de software

Fonte: O autor

Para o desenvolvimento do aplicativo foram utilizadas algumas tecnologias como mostra a Figura 11. O React Native que é uma ferramenta facilitadora para o desenvolvimento de aplicações em prazos mais curtos, além de atender muito bem aplicações para trabalhar com IoT, foi criado também uma API utilizando o Node.JS para intermediar a comunicação entre aplicação móvel, banco de dados e microcontrolador. O banco de dados utilizado foi um banco relacional com o gerenciador de banco PostgreSQL, para o desenvolvimento da aplicação móvel foi utilizado o ambiente de desenvolvimento Visual Studio Code e para desenvolvimento do software que opera dentro do microcontrolador se utilizou o ambiente de desenvolvimento Arduino IDE.

4.2.3.2 Montagem do sistema físico

Nesta etapa se deu a montagem do sistema físico composto por *hardwares*, tais como microcontrolador, sensores e atuadores, foi dividida em duas fases, sendo a primeira de um protótipo apenas para testes de sensores e calibração e a segunda já com todos os ativos conectados prontos para o funcionamento.



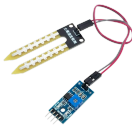
Figura 12. Tecnologias utilizadas para montagem física.

Fonte: O autor

A Figura 12 representa a composição do *Hardware* do Sistema IrrigaInteli com os componentes eletrônicos necessários para o funcionamento da aplicação física, com mais detalhes dos componentes na Tabela 11.

Tabela 11. Materiais utilizados para protótipo físico do sistema

Nome	Função no sistema	Imagem
ESP32 Devkit V1	Microcontrolador	
DHT11	sensoriar temperatura e umidade do ar	

Sensor de umidade do Solo ou Higrômetro	sensoriar umidade do solo	
Relé 5v	Atuador para ligar a válvula de 127v	
Bóia Elétrica	Mensurar nível de reservatório (somente alto ou baixo)	
Valvula Solenoide 127v	Atuador para abrir ou fechar a passagem de água.	
Sensor de fluxo de água ½"	Sensoriar passagem de água para mensurar gasto	
Fonte de Alimentação 3.3V 5V Protoboard PIC AVR	Alimentar com tensão elétrica o microcontrolador, sensores e relé.	
Jumpers	Fazer a interligação dos componentes eletrônicos	

Fonte: O autor

Após reunir todos esses materiais necessários, começou a montagem da primeira fase de protótipo, resultando no protótipo a seguir.



Figura 13. Primeira fase do protótipo físico

Fonte: O autor

A Figura 13 representa a primeira fase do protótipo físico passando pelos testes e calibração.

Após a primeira fase, a de teste e calibração dos componentes, iniciou-se a segunda fase resultando no protótipo a seguir.

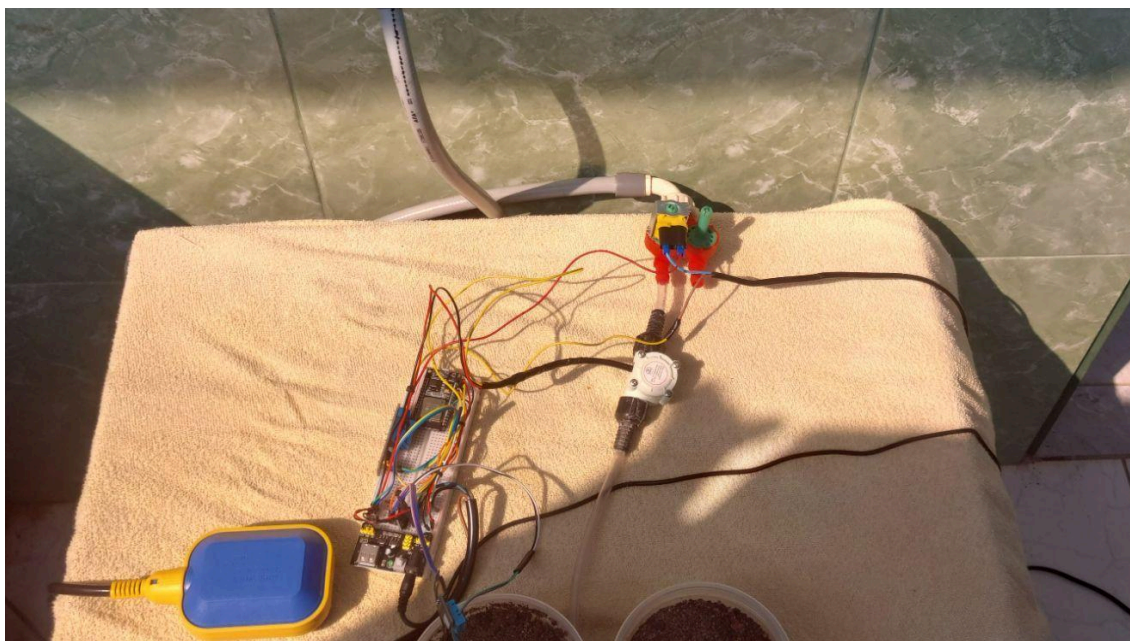


Figura 14. Segunda fase do protótipo físico

Fonte: O autor

A Figura 14 traz a imagem do protótipo na fase 2 em funcionamento e integrado ao restante do sistema.

4.2.4 Implementação do Sistema

Nesta etapa do desenvolvimento é quando se concretiza a implementação do sistema todo interligado seja de maneira lógica ou física conforme mostrado na Figura 15.

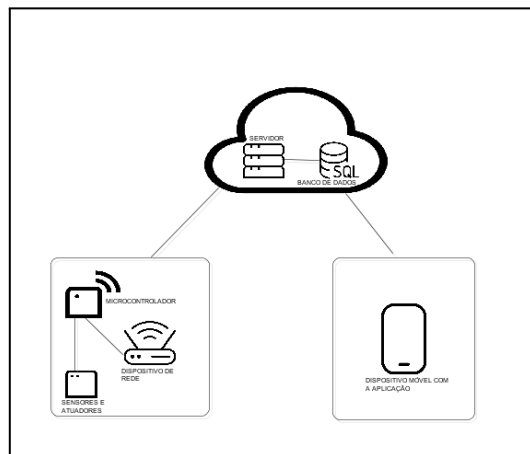


Figura 15. Arquitetura de implantação do sistema.

Fonte: o autor

A Figura 15 representa a arquitetura de onde mostra a componentização do sistema com o microcontrolador, sensores e atuadores, aplicação móvel além da conexão em rede de internet e o servidor em nuvem.

Conforme a definição e finalização das etapas anteriores já se faz presente a implementação do sistema com as telas da aplicação mobile e a integração com o banco de dados e sistema físico.

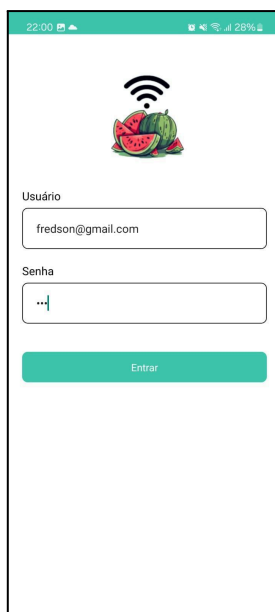


Figura 16. Tela de login

Fonte: O autor

A Figura 16, apresenta a tela de login onde todos os usuários cadastrados conseguem fazer login, conforme o tipo de usuário, se for comum ou administrador. O sistema direciona

automaticamente, o administrador para tela de usuários onde ele pode adicionar novos usuários e o usuário comum é direcionado para para a tela de início onde poderá acompanhar seu plantio.

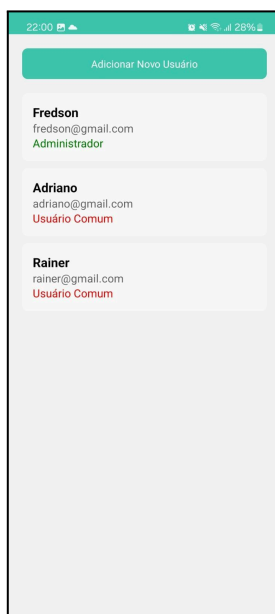


Figura 17. Tela de usuários

Fonte: O autor

A Figura 17, mostra a tela de usuários que como citados anteriormente, pertence somente ao usuário administrador onde ele pode acompanhar e cadastrar novos usuários.

22:00 28%

Cadastrar Usuário

Nome

E-mail

Senha

Salvar

Figura 18. Tela de cadastrar usuários

Fonte: O autor

A Figura 18 mostra a tela de cadastrar usuários, ela pertence ao administrador onde ele pode cadastrar novos usuários adicionando nome, email e senha.

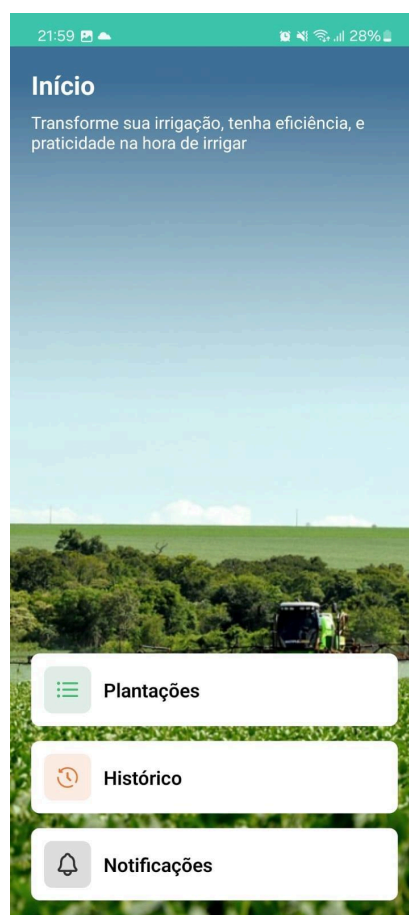


Figura 19. Tela de início

Fonte: O autor

A Figura 19 mostra a tela de início que pertence ao usuário comum onde ele pode se direcionar para plantações, histórico e notificações. As outras telas da aplicação estão no Apêndice D deste trabalho.

4.3 Avaliação do Sistema

4.3.1 Planejamento e coleta de dados

Para coleta de dados foi realizado a aplicação de um questionário baseado no modelo de aceitação de tecnologia *Technology Acceptance Model* (TAM), foi aplicado com seis avaliadores sendo quatro produtores rurais que se encaixam como público alvo que o trabalho apresenta e dois avaliadores da área da computação. O presente questionário mostrado na Tabela 12 teve como objetivo a avaliação do sistema seguindo os principais construtos do modelo TAM, que são **Facilidade de uso percebida (PEOU)**, **Utilidade percebida (PU)**, **Atitude em relação ao uso (ATU)**, e **Intenção de uso (IU)**. E para respostas utilizou-se uma escala do tipo Likert de 1-5 (discordo totalmente, discordo, neutro, concordo e concordo totalmente).

Tabela 12. Questionário para a avaliação TAM.

Questões	Respostas	Categoria
----------	-----------	-----------

01	O aplicativo é fácil de navegar e utilizar.	Concordo Totalmente Concordo Neutro Discordo Discordo Totalmente	PEOU
02	É simples acessar informações como dados dos plantios, históricos de irrigação e notificações.	Concordo Totalmente Concordo Neutro Discordo Discordo Totalmente	PEOU
03	A funcionalidade de ligar a irrigação manualmente é intuitiva.	Concordo Totalmente Concordo Neutro Discordo Discordo Totalmente	PEOU
04	O aplicativo ajuda a melhorar a gestão do sistema de irrigação da plantação.	Concordo Totalmente Concordo Neutro Discordo Discordo Totalmente	PU
05	O histórico de dados fornecidos pelo sistema é útil para a tomada de decisões agrícolas.	Concordo Totalmente Concordo Neutro Discordo Discordo Totalmente	PU
06	As notificações enviadas pelo sistema são relevantes e oportunas para o manejo do plantio.	Concordo Totalmente Concordo Neutro Discordo Discordo Totalmente	PU
07	Esse sistema me parece bom para acompanhar e controlar o sistema de irrigação.	Concordo Totalmente Concordo Neutro Discordo Discordo Totalmente	ATU
08	O sistema torna o gerenciamento do plantio mais eficiente e conveniente.	Concordo Totalmente Concordo Neutro Discordo Discordo Totalmente	ATU
09	Gostaria de usar esse sistema no futuro para gerenciar a irrigação do meu plantio.	Concordo Totalmente Concordo Neutro Discordo Discordo Totalmente	IU

10	Recomendo o uso desse sistema para outros agricultores interessados em sistemas de irrigação automatizados.	Concordo Totalmente Concordo Neutro Discordo Discordo Totalmente	IU
----	---	--	----

Fonte: O autor

4.3.2 Análise dos dados

Tabela 13. Questão 01 da Avaliação.

Avaliadores	Respostas	Categoria
Avaliador 1	Concordo	PEOU
Avaliador 2	Concordo Totalmente	PEOU
Avaliador 3	Concordo Totalmente	PEOU
Avaliador 4	Concordo Totalmente	PEOU
Avaliador 5	Concordo	PEOU
Avaliador 6	Concordo Totalmente	PEOU

Fonte: O autor

Quanto à questão 01 “O aplicativo é fácil de navegar e utilizar” teve uma boa avaliação sendo a resposta maior na escala Likert aplicada nesse questionário a mais respondida pelos avaliadores conforme mostrado na Tabela 13.

Tabela 14 Questão 02 da Avaliação.

Avaliadores	Respostas	Categoria
Avaliador 1	Concordo Totalmente	PEOU
Avaliador 2	Concordo Totalmente	PEOU
Avaliador 3	Concordo Totalmente	PEOU
Avaliador 4	Concordo Totalmente	PEOU
Avaliador 5	Concordo Totalmente	PEOU
Avaliador 6	Concordo Totalmente	PEOU

Fonte: O autor

A Tabela 14 mostra o resultado da questão 02: "É simples acessar informações como dados dos plantios, históricos de irrigação e notificações", pode-se dizer que se tem 100% de satisfação, uma vez que todos os avaliadores responderam que concordam totalmente com a simplicidade de acesso a informações.

Tabela 15. Questão 03 da Avaliação.

Avaliadores	Respostas	Categoria
Avaliador 1	Concordo	PEOU

Avaliador 2	Concordo Totalmente	PEOU
Avaliador 3	Concordo Totalmente	PEOU
Avaliador 4	Concordo Totalmente	PEOU
Avaliador 5	Concordo	PEOU
Avaliador 6	Concordo Totalmente	PEOU

Fonte: O autor

A Tabela 15 mostra o resultado da questão 03: "A funcionalidade de ligar a irrigação manualmente é intuitiva", também é possível afirmar que se obteve uma resposta positiva por parte dos avaliadores, pois as respostas encontram-se entre "concordam" e "concordam totalmente".

Tabela 16. Questão 04 da Avaliação.

Avaliadores	Respostas	Categoria
Avaliador 1	Concordo Totalmente	PU
Avaliador 2	Concordo Totalmente	PU
Avaliador 3	Concordo Totalmente	PU
Avaliador 4	Concordo Totalmente	PU
Avaliador 5	Concordo Totalmente	PU
Avaliador 6	Concordo Totalmente	PU

Fonte: O autor

Em relação à questão 04: "O aplicativo ajuda a melhorar a gestão do sistema de irrigação da plantação", também temos ótimas avaliações, pois todos os avaliadores concordam totalmente com a questão conforme pode se observar na Tabela 16.

Tabela 17. Questão 05 da Avaliação.

Avaliadores	Respostas	Categoria
Avaliador 1	Neutro	PU
Avaliador 2	Neutro	PU
Avaliador 3	Concordo	PU
Avaliador 4	Neutro	PU
Avaliador 5	Concordo Totalmente	PU
Avaliador 6	Concordo	PU

Fonte: O autor

A Tabela 17 mostra o resultado da questão 05: "O histórico de dados fornecidos pelo sistema é útil para a tomada de decisões agrícolas", não podemos dizer que tenha sido mal avaliada, pois

apesar de dois avaliadores permanecerem neutros nas respostas, os demais concordam ou concordam totalmente.

Tabela 18. Questão 06 da Avaliação.

Avaliadores	Respostas	Categoria
Avaliador 1	Concordo	PU
Avaliador 2	Concordo Totalmente	PU
Avaliador 3	Concordo Totalmente	PU
Avaliador 4	Concordo	PU
Avaliador 5	Concordo Totalmente	PU
Avaliador 6	Concordo	PU

Fonte: O autor

Seguindo com o retorno das avaliações, na questão 06 mostrada na Tabela 18: "As notificações enviadas pelo sistema são relevantes e oportunas para o manejo do plantio", também se obteve resultados positivos, já que três dos avaliadores responderam que concordam, e os outros três responderam que concordam totalmente.

Tabela 19. Questão 07 da Avaliação.

Avaliadores	Respostas	Categoria
Avaliador 1	Concordo Totalmente	ATU
Avaliador 2	Concordo Totalmente	ATU
Avaliador 3	Concordo Totalmente	ATU
Avaliador 4	Concordo Totalmente	ATU
Avaliador 5	Concordo Totalmente	ATU
Avaliador 6	Concordo Totalmente	ATU

Fonte: O autor

A Tabela 19 mostra o resultado da questão 07: "Esse sistema me parece bom para acompanhar e controlar o sistema de irrigação", também se obteve 100% de positividade, já que os seis avaliadores responderam que concordam totalmente.

Tabela 20 Questão 08 da Avaliação.

Avaliadores	Respostas	Categoria
Avaliador 1	Concordo Totalmente	ATU
Avaliador 2	Concordo Totalmente	ATU

Avaliador 3	Concordo Totalmente	ATU
Avaliador 4	Concordo Totalmente	ATU
Avaliador 5	Concordo Totalmente	ATU
Avaliador 6	Concordo Totalmente	ATU

Fonte: O autor

A respeito da questão 08 com resultado mostrado na Tabela 20: "O sistema torna o gerenciamento do plantio mais eficiente e conveniente", todos os avaliadores responderam que concordam totalmente, isto é, o sistema é um ponto positivo no gerenciamento do plantio.

Tabela 21 Questão 09 da Avaliação.

Avaliadores	Respostas	Categoria
Avaliador 1	Concordo Totalmente	IU
Avaliador 2	Concordo Totalmente	IU
Avaliador 3	Concordo Totalmente	IU
Avaliador 4	Concordo Totalmente	IU
Avaliador 5	Concordo Totalmente	IU
Avaliador 6	Concordo Totalmente	IU

Fonte: O autor

A Tabela 21 mostra o resultado da questão 09: "Gostaria de usar esse sistema no futuro para gerenciar a irrigação do meu plantio", todos os avaliadores responderam que usariam o sistema, concordam totalmente, o que faz da questão um fator positivo.

Tabela 22. Questão 10 da Avaliação.

Avaliadores	Respostas	Categoria
Avaliador 1	Concordo Totalmente	IU
Avaliador 2	Concordo Totalmente	IU
Avaliador 3	Concordo Totalmente	IU
Avaliador 4	Concordo Totalmente	IU
Avaliador 5	Concordo Totalmente	IU
Avaliador 6	Concordo Totalmente	IU

Fonte: O autor

A Tabela 22 mostra o resultado da questão 10: "Recomendo o uso desse sistema para outros agricultores interessados em sistemas de irrigação automatizados". Nesta, todos os avaliadores também responderam que concordam totalmente a respeito da recomendação do uso do sistema, ou seja, o sistema de irrigação automatizado torna-se um fator positivo na produção.

4.3.3 Conclusão da Avaliação

A avaliação do sistema IrrigaInteli foi de grande importância para a validação desse projeto se obteve um retorno de dados bastante satisfatório com relação a todas as categorias de avaliação, **Facilidade de uso percebida (PEOU)**, **Utilidade percebida (PU)**, **Atitude em relação ao uso (ATU)**, e **Intenção de uso (IU)**.

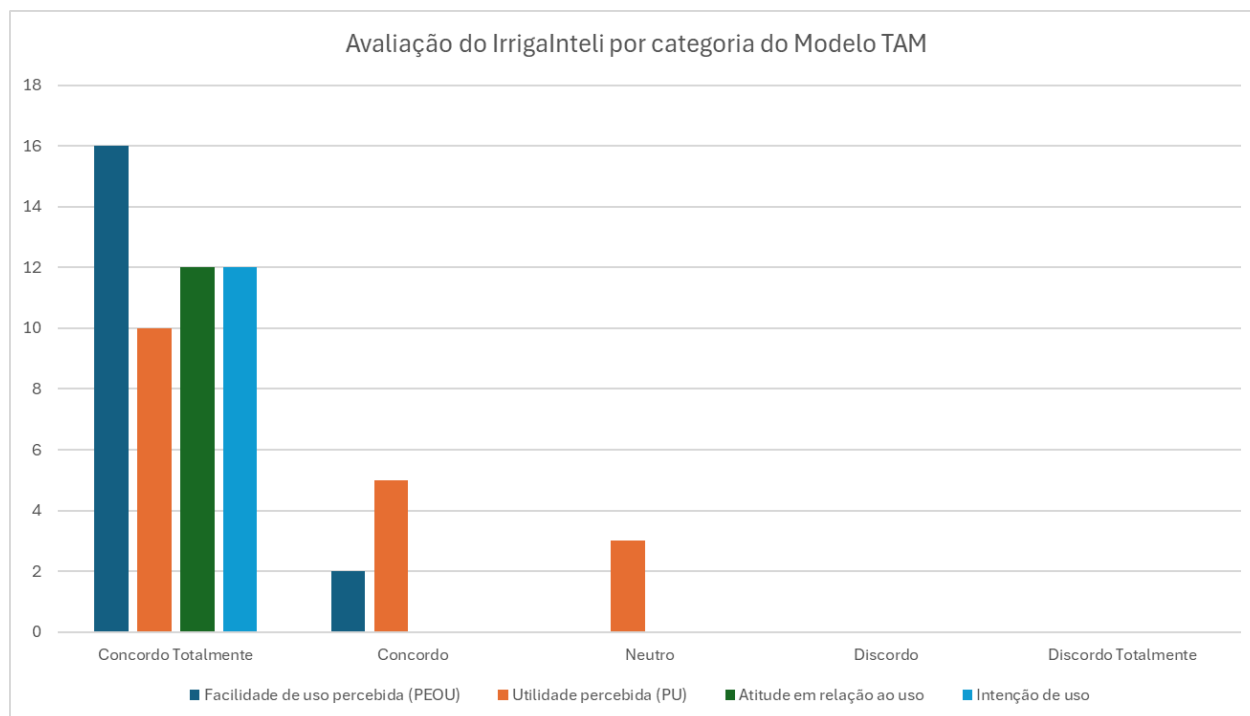


Figura 20. Representação gráfica da avaliação do sistema

Fonte: O autor

Conforme representado na *Figura 20* o IrrigaInteli teve resultados positivos em relação a maior parte das categorias, obtendo em sua maioria a representação mais alta na escala Likert que é **Concorde Totalmente** e nenhuma das categorias negativas que são **Discordo** e **Discordo Totalmente**. Dessa forma conclui-se que o sistema IrrigaInteli pode ser implantado em um plantio de melancia e atender as necessidades de irrigação.

5. Conclusão

O presente trabalho teve como proposta trazer esse mundo da agricultura de precisão para a agricultura familiar, visando a resolução de alguns problemas que afetam os produtores de melancia da categoria, o trabalho conseguiu trazer resultado promissor para seu objetivo em conformidade com o método do trabalho, se aplicou e concluiu-se a Revisão Bibliográfica retornando trabalhos que abordaram o tema e responderam as questões de pesquisa, o desenvolvimento se concluiu com todos os passos propostos no planejamento e gerando assim o sistema proposto por esse trabalho e posteriormente sendo avaliado e aprovado por seus avaliadores. Concluindo, o sistema IrrigaInteli obteve resultados satisfatórios com relação ao seu desempenho e obteve uma boa avaliação, além claro da pesquisa bibliográfica, apesar de nenhum

dos trabalhos retornarem algo voltado a IoT ou automação na agricultura, os trabalhos trouxeram base para dimensionar algumas características para o sistema irrigaInteli.

Limitações: Os fatores limitadores desse trabalho foi não haver pesquisas com automação voltada à cultura de melancia, algumas tecnologias serem inacessíveis no momento e o curto prazo para o desenvolvimento do trabalho o que impediu trazer algumas funções extras ao sistema.

Trabalhos futuros: Continuar com a evolução do sistema irrigaInteli tornando-o aplicável para qualquer tipo de cultura e com tecnologias ideais para implantá-lo em um cultivo de melancia.

Referências

- ADS - Associação de Desenvolvimento Sustentável do Amazonas.(2023). **Especialista da ADS explica particularidades do solo para cultivo de alimentos no Amazonas**. Disponível em: <https://www.ads.am.gov.br/especialista-da-ads-explica-particularidades-do-solo-para-cultivo-de-alimentos-no-amazonas/>. Acesso em: 04 jun. 2024.
- Cardoso, M. O.; Antônio, I. C. **Cultivares de Melancia recomendadas para o Plantio em “Terra Firme” no Estado do Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. Comunicado técnico 90, 2010.
- Cesário, D. K. P.; Carmo, R. F.; Lopes, V. R.; Carminé, L. O. V.; Almeida, V. S. (2024). **A Estiagem na Amazônia e os Impactos no Polo Industrial da Zona Franca de Manaus**. Revista FT, v. 28, n.130, p.
- Carmo, F. L.; Hanna, S. A.; Uchôa, S. B. B.; Angeli, R.; Bruch, K. L. Cultivares: o que são, como se apropriar, como consultar. **Conceitos e Aplicações de Propriedade Intelectual**. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2019. p. 349-399.
- ELETROGATE. (2022). **Guia Prático do Sensor de Fluxo de Água**. Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/sensor-de-fluxo-de-agua/>. Acesso em: 5 jun. 2024.
- Fischer, G. S. **Utilizando Internet das Coisas e Predição Computacional para Gerenciamento Elástico de Recursos Humanos em Hospitais Inteligentes**.(2019). 145 p. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada). Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2019.
- IBF. **Bioma Amazônico**. Instituto Brasileiro de Florestas -IBF.(2020). Disponível em: <https://www.ibflorestas.org.br/bioma-amazonico#:~:text=Solo,esp%C3%A9cies%20de%20plantas%20da%20região%20do%20A3o>. Acesso em: 16 jun. 2024.
- IDAM. (2023). **Amazonas celebra o Dia da Melancia com a produção de 12 milhões de frutos**. Disponível em: <https://www.idam.am.gov.br/amazonas-celebra-o-dia-da-melancia-com-a-producao-de-12-milhoes-de-frutos/> Acesso em: 16 jun. 2024.
- Macedo, A. (2014). **Agricultura familiar e a difusa conceituação do termo**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2464156/agricultura-familiar-e-a-difusa-conceituacao-do-termo#:~:text=que%20%C3%AAm%20menos%20de%20um,nos%20crit%C3%A9rios%20estabelecidos%20pela%20lei%22.&text=com%20diferentes%20escalas%20de>

%20produ%C3%A7%C3%A3o,a%20seguran%C3%A7a%20alimentar%20do%20Pa%C3%ADs%22. Acesso em: 22 jun. 2024.

Makiyama, M. (2023). **Placa ESP32: Descubra o que é, para que serve e muito mais!**. Disponível em: <https://victorvision.com.br/blog/placa-esp32/>. Acesso em: 06 jun. 2024.

METRÓPOLES. (2024). **Extremos: com seca grave em 2024, Rio Negro teve cheias em 2021 e 2022**. Disponível em: <https://www.metropoles.com/brasil/extremos-com-seca-grave-em-2024-rio-negro-teve-cheias-em-2021-e-2022>. Acesso em: 21 nov. 2024.

Neto, B.; Oliveira, C.; Maricaua, G.; Cavalcante, Z. (2023). **Agricultura Familiar no Estado do Amazonas: Desafios e Perspectivas**. Revista FT,n.128 v. 28. p. 31.

Orellana, J. B. P.; Orellana, B. B. M. A.; Segovia, J. F. O. (2020). **Caracterização das Condições Climáticas na Amazônia**. Amapá: Embrapa..

Pereira, T. A.; Silva, A. R. A.; Oliveira, F. F. C.; Souza, M. V. A.; Silva, L. J. V.; Fernandes, C. N. V. **Caracterização Física de Frutos de Mini Melancia Submetidas às Estratégias de Irrigações Deficitárias**. in: Simpósio Latino Americano de Salinidade, 1. , 2019, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2019.

Pinto, J. M.; Yuri, J. E.; Costa, N. D.; Correia, R. C.; Calgaro, M. **Impacto no Desenvolvimento Rural: O caso da Melancia Irrigada por Gotejamento no Projeto CHEFS**. in: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 28.; Simpósio Latino Americano de Salinidade, 1., 2019, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Instituto de Pesquisa e Inovação na Agricultura Irrigada: UFC: ABID, 2019.

Andrade, C.; Brito, R. (2021). **Milho**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/producao/irrigacao/metodos#:~:text=M%C3%A9todo%20de%20irriga%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A9%20uma,irriga%C3%A7%C3%A3o%20que%20podem%20ser%20empregados>. Acesso em: 20 jul. 2024.

Almeida, H. (2023). **Amazonas: seca já impacta áreas de produção agropecuária**. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/agricultura/amazonas-seca-ja-impacta-areas-de-producao-agropecuaria/>. Acesso em: 17 jun. 2024.

Araujo, J. L. P.; Correia, R. C.; Yuri, J. E. **Avaliação de Impactos Socioambientais do Cultivo de Melancia Irrigada por Gotejamento, no Município de Delmiro Gouveia-Al**. Sodebras, v. 18, n. 209, p. 55-61, 2023. Embrapa Semiárido, 2029, Petrolina, Pernambuco.

ARDUINO. (2024). **O que é Arduino?**. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>. Acesso em: 05 jun 2024.

PRESSMAN, R. S.; MAXIM, B. R. **Engenharia de Software: Uma abordagem profissional**. Porto Alegre: AMGH, 2016.

- ROBOCORE. (2024). **Sensor DHT11 de Temperatura e Umidade**. Disponível em: <https://www.robocore.net/sensor-ambiente/sensor-de-temperatura-dht11>. Acesso em: 06 jun. 2024.
- Silva, L. D.; Higa, A. R.; Victoria, D. C.; Bastos, F. G.; Leite, H. P. P.; Freire, L. V. **Sistema de informações para planejamento florestal no cerrado brasileiro**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2021. v. II, cap. 3, p. 30-43.
- Visoli, M. (2020). **Internet das Coisas é Testada em Irrigação de Precisão**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/49976152/internet-das-coisas-e-testada-em-irrigacao-de-precisao>. Acesso em: 16 set. 2024.

APÊNDICE

APÊNDICE A - TABELAS DE EXTRAÇÃO DE DADOS

Tabela A1: P01

A) Dados da publicação	
Título	Reúso de Água de Piscicultura na Irrigação de Melancia (<i>Citrulluslanatus</i> (Thunb)) Cultivada em Sistema de Produção de Base Ecológica
Autor (es)	PACHECO, H.; RODRIGUES, L. N.
Fonte de publicação	Research, Society and Development
Ano de publicação	2022
Resumo	O estudo avaliou o crescimento, desenvolvimento e produtividade da melancia (variedade Crimson Sweet) e a adição de nutrientes ao solo usando irrigação com água residuária de piscicultura (A.R) e água de abastecimento (A.A), com e sem adubação orgânica, em Vila Jessé, Bragança/Pará. Foram analisados o número e comprimento dos ramos aos 35 dias após o transplântio, e o volume e peso médio dos frutos, além da produtividade e nutrientes no solo aos 64 dias. A adubação orgânica apresentou melhores resultados gerais, e a irrigação com A.R. mostrou-se superior em produtividade e nutrição do solo, sendo uma alternativa viável em períodos secos e na entressafra.
B) Dados derivados do objeto	
Forma de irrigação utilizada.	Irrigação por gotejamento.
Tipo de solo.	Adubação orgânica
Metodologias utilizadas no trabalho.	Estudo primário utilizando a pesquisa de campo para estudar a viabilidade de um sistema de irrigação por gotejamento baseado na gravidade e uma bomba centrífuga 1/2 HP. O objetivo é analisar os resultados da irrigação com água proveniente de um viveiro de piscicultura.
Público-alvo que é orientado no trabalho.	O trabalho tem como segmento a agricultura de base ecológica.

Fonte: O autor.

Tabela A2: P02

A) Dados da publicação	
Título	Irrigação com Déficit Controlado no Desenvolvimento de Melancia.
Autor (es)	RODRIGUES, H. F. et al.

Fonte de publicação	Revista Macambira
Ano de publicação	2024
Resumo	O estudo avaliou o efeito da irrigação com déficit controlado na produtividade e qualidade de frutos da melancia em uma região semiárida da Bahia. Conduzido no IF Baiano Campus Guanambi-BA com a cultivar Crimson Select Hollar Premium, o experimento utilizou cinco tratamentos de irrigação com diferentes níveis de evapotranspiração da cultura (ETc) e quatro repetições. Os tratamentos variaram desde irrigação plena (100% ETc) até diferentes níveis de déficit controlado (25%, 50%, e 75% ETc) após a frutificação. Os resultados mostraram que a irrigação com déficit controlado a 50% da ETc após o desenvolvimento inicial mantém a produtividade, aumenta a eficiência do uso da água e reduz a pegada hídrica. A qualidade dos frutos, incluindo rendimento de polpa, teor de sólidos solúveis, e dimensões dos frutos, foi semelhante entre os tratamentos.
B) Dados derivados do objeto	
Forma de irrigação utilizada.	Irrigação por gotejamento.
Tipo de solo.	franco arenoso
Metodologias utilizadas no trabalho.	Estudo primário utilizando pesquisa de campo com objetivo de realizar experimento e fazer simulações e averiguar a viabilidade do método de irrigação com déficit controlado em região semiárida, se proporciona aumento na produtividade de melancia e o uso eficiente da água.
Público-alvo que é orientado no trabalho.	O trabalho tem como público-alvo agricultores em geral.

Fonte: O autor.

Tabela A3: P03

A) Dados da publicação	
Título	Déficit Hídrico na Cultura de Melancia em Jaguaruna, Santa Catarina.
Autor (es)	PETRY, H. B et al.
Fonte de publicação	Congresso Brasileiro de Agronomia (CBA)
Ano de publicação	2021

Resumo	<p>Este trabalho mostra o déficit hídrico da melancia em Jaguaruna, Santa Catarina, usando dados de precipitação diária de 1978 a 2000. O plantio foi considerado em 20/09 e a colheita em 20/01, com solos de capacidade de armazenamento de água (CAD) de 25, 37 e 50 mm. O balanço hídrico considerou a água facilmente disponível (ADE) como 50% da CAD. Os resultados indicaram uma precipitação média de 531,0 mm e uma demanda hídrica de 376,3 mm durante o cultivo. O déficit hídrico teve variação conforme o solo: 83,9 mm para CAD de 50 mm e 123,4 mm para CAD de 25 mm, sendo maior entre 1-10 de dezembro. A irrigação suplementar é recomendada para mitigar o déficit hídrico e melhorar a qualidade da produção.</p>
B) Dados derivados do objeto	
Forma de irrigação utilizada.	sem informação.
Tipo de solo.	Neossolos quartzarênicos.
Metodologias utilizadas no trabalho.	Estudo primário utilizando pesquisa de campo para simulações por meio de um balanço hídrico. Os dados utilizados para levantamento foram da Rede Hidrológica da Agência Nacional de Águas (ANA).
Público-alvo que é orientado no trabalho.	O trabalho tem como público-alvo agricultores em geral.

Fonte: O autor.

Tabela A4: P04

A) Dados da publicação	
Título	Acúmulo de de Fitomassas de Mini Melancia Cultivada Sob Estresse Salino e Peróxido de Hidrogênio.
Autor (es)	VELOSO, L. L. S. A. et al.
Fonte de publicação	Simpósio Brasileiro de Salinidade
Ano de publicação	2020
Resumo	<p>O trabalho avaliou o efeito da aplicação exógena de peróxido de hidrogênio no acúmulo de fitomassas de mini melancia sob irrigação com águas salinas, em condições de casa de vegetação. Utilizou-se um delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 4, com quatro níveis de salinidade da água (0,8; 1,6; 2,4 e 3,2 dS m⁻¹) e quatro concentrações de peróxido de hidrogênio (0, 15, 30 e 45 µM), com quatro repetições. A salinidade a partir de 0,8 dS m⁻¹ reduziu a fitomassa fresca das folhas e da parte aérea, além do teor de água da parte aérea. No entanto, a aplicação de até 45 µM de peróxido de hidrogênio aumentou a fitomassa</p>

	fresca das folhas e da parte aérea.
B) Dados derivados do objeto	
Forma de irrigação utilizada.	Irrigação Manual
Tipo de solo.	franco arenoso
Metodologias utilizadas no trabalho.	Estudo primário utilizando pesquisa de campo para avaliar a aplicação exógena de peróxido de hidrogênio no acúmulo de fitomassas de mini melancia sob irrigação com águas salinas.
Público-alvo que é orientado no trabalho.	O trabalho tem como público-alvo agricultores em geral.

Fonte: O autor.

Tabela A5: P05

A) Dados da publicação	
Título	Turnos de Regas e Polímero Hidroretentor na Qualidade de Frutos de Melancia em Condições de Semiárido.
Autor (es)	MELO, R. E.; SILVA, A. E. B.; SILVA, J. R.;
Fonte de publicação	Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia
Ano de publicação	2021
Resumo	O Trabalho avaliou a influência dos diferentes turnos de rega e do polímero hidroretentor na qualidade da melancia. O experimento foi realizado na Universidade do Estado da Bahia. Foram testados três turnos de irrigação: diariamente (1D), a cada 1 dia (2D) e a cada 2 dias (3D). As variáveis analisadas foram o número de frutos (NF) e o peso de frutos (PF). A análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey foi realizado com o software Sisvar. O polímero hidroretentor teve uma influência significativa, resultando no maior número de frutos (1,83) e no maior peso de frutos (9,14 kg). Os resultados mostraram a eficiência do polímero hidroretentor na produção de melancia no semiárido.
B) Dados derivados do objeto	
Forma de irrigação utilizada.	sem informação
Tipo de solo.	Latossolo Amarelo Álico A
Metodologias utilizadas no trabalho.	Estudo primário utilizando pesquisa de campo para observar a viabilidade de utilizar turnos de rega e polímero hidroretentor em condições de semiárido por meio do software Sisvar.
Público-alvo que é orientado no trabalho.	O trabalho tem como público-alvo agricultores em geral.

Fonte: O autor.

Tabela A6: P06

A) Dados da publicação	
Título	Infiltração de Água no Solo em um Plantio de Melancia no Sudeste Paraense.
Autor (es)	OLIVEIRA, V. S. et al.
Fonte de publicação	Research, Society and Development
Ano de publicação	2021
Resumo	O trabalho comparou a infiltração de água no solo em um plantio de melancia no Projeto de Assentamento Ipiranga, sudeste paraense, usando dois anéis cilindros de 25 e 50 cm de diâmetro e 30 cm de altura. Os dados de infiltração foram obtidos in situ e comparados a dois modelos matemáticos empíricos (Kostiakov e Kostiakov-Lewis). As taxas médias de infiltração real foram 14,1582 cm/h, 5,4623 cm/h, 13,3038 cm/h e 5,2538 cm/h. Embora nenhum modelo tenha apresentado valores reais próximos, Kostiakov-Lewis teve melhor desempenho, especialmente na Velocidade de Infiltração Básica (VIB). Concluiu-se que esses modelos precisam ser revistos para ensaios de longa duração e sugeriu-se a aplicação de outros modelos matemáticos empíricos.
B) Dados derivados do objeto	
Forma de irrigação utilizada.	Irrigação por retenção utilizando infiltração da água
Tipo de solo.	argissolo vermelho-amarelo distrófico
Metodologias utilizadas no trabalho.	Estudo primário utilizando pesquisa de campo para realizar experimentos sobre o comportamento da infiltração da água do solo em um plantio de melancia.
Público-alvo que é orientado no trabalho.	O trabalho tem como público-alvo agricultores em geral.

Fonte: O autor.

Tabela A7: P07

A) Dados da publicação	
Título	Efeito da Fração de Área Molhada por Gotejamento na Cultura da Melancia.
Autor (es)	BARROS, A. C. et al.
Fonte de publicação	Revista IRRIGA - UNESP
Ano de publicação	2019

Resumo	O trabalho avaliou o efeito da porcentagem de área molhada (PW) na produtividade e relação hídrica da melancia (<i>Citrullus lanatus</i>). O experimento foi realizado utilizando gotejadores com duas vazões (1,39 L/h e 1,92 L/h), em linhas simples e duplas, totalizando quatro tratamentos. Concluiu-se que valores de PW abaixo do recomendado não afetam a produtividade da melancia e que a porcentagem de área molhada influencia a profundidade de absorção de água pela cultura.
B) Dados derivados do objeto	
Forma de irrigação utilizada.	Irrigação por gotejamento
Tipo de solo.	Latossolo Amarelo Vermelho distrófico
Metodologias utilizadas no trabalho.	Estudo primário utilizando pesquisa de campo para avaliar o efeito da porcentagem de área molhada na produtividade e relação hídrica na cultura de melancia.
Público-alvo que é orientado no trabalho.	O trabalho tem como público-alvo agricultores em geral.

Fonte: O autor.

Tabela A8: P08

A) Dados da publicação	
Título	Caracterização Física de Frutos de Mini Melancias Submetidas às Estratégias de Irrigações Deficitárias.
Autor (es)	PEREIRA, T. A. et al.
Fonte de publicação	Simpósio Latino Americano de Salinidade
Ano de publicação	2019
Resumo	O estudo analisou os efeitos de diferentes níveis de falta de água nas mini melancias durante seu crescimento no Ceará. Realizado em Iguatu, no IFCE, o experimento teve oito tratamentos diferentes, com quatro repetições cada. Os frutos foram medidos e pesados ao final do experimento. Concluiu-se que a falta de água durante o crescimento afetou principalmente a casca das melancias, mas não a polpa.
B) Dados derivados do objeto	
Forma de irrigação utilizada.	Irrigação por gotejamento
Tipo de solo.	Planossolo
Metodologias utilizadas no trabalho.	Estudo primário utilizando pesquisa de campo para avaliar a caracterização física de mini melancias submetidos a diferentes regimes de irrigação por déficit hídrico.

Público-alvo que é orientado no trabalho.	O trabalho tem como público-alvo agricultores em geral.
---	---

Fonte: O autor.

Tabela A9: P09

A) Dados da publicação	
Título	Impacto no Desenvolvimento Rural: O Caso da Melancia Irrigada Por Gotejamento no Projeto CHESF.
Autor (es)	PINTO, J. M. et al.
Fonte de publicação	Simpósio Latino Americano de Salinidade
Ano de publicação	2019
Resumo	O trabalho apresenta um projeto da Embrapa e a Chesf que estudaram a substituição do sistema de irrigação por sulco e pelo de gotejamento na produção de melancia para evitar a contaminação das águas. O sistema de gotejamento utilizado tinha mangueira gotejadora, emissor espaçado de 0,3 m e vazão de 1 L/h. O espaçamento entre fileiras foi de 2 metros e entre plantas na fileira, 0,5 m. As doses de nutrientes foram ajustadas conforme a análise do solo e aplicadas via irrigação. O sistema de gotejamento resultou em maior produtividade, variando de 56 a 72 t/ha, em comparação com o sistema de sulco, que variou de 30 a 36 t/ha.
B) Dados derivados do objeto	
Forma de irrigação utilizada.	Irrigação por gotejamento e irrigação por sulco
Tipo de solo.	Sem Informação
Metodologias utilizadas no trabalho.	Estudo primário utilizando pesquisa de campo para avaliar os efeitos da substituição do sistema de irrigação por sulco pelo sistema de irrigação por gotejamento na cultura de melancia.
Público-alvo que é orientado no trabalho.	O trabalho tem como público-alvo agricultores em geral.

Fonte: O autor.

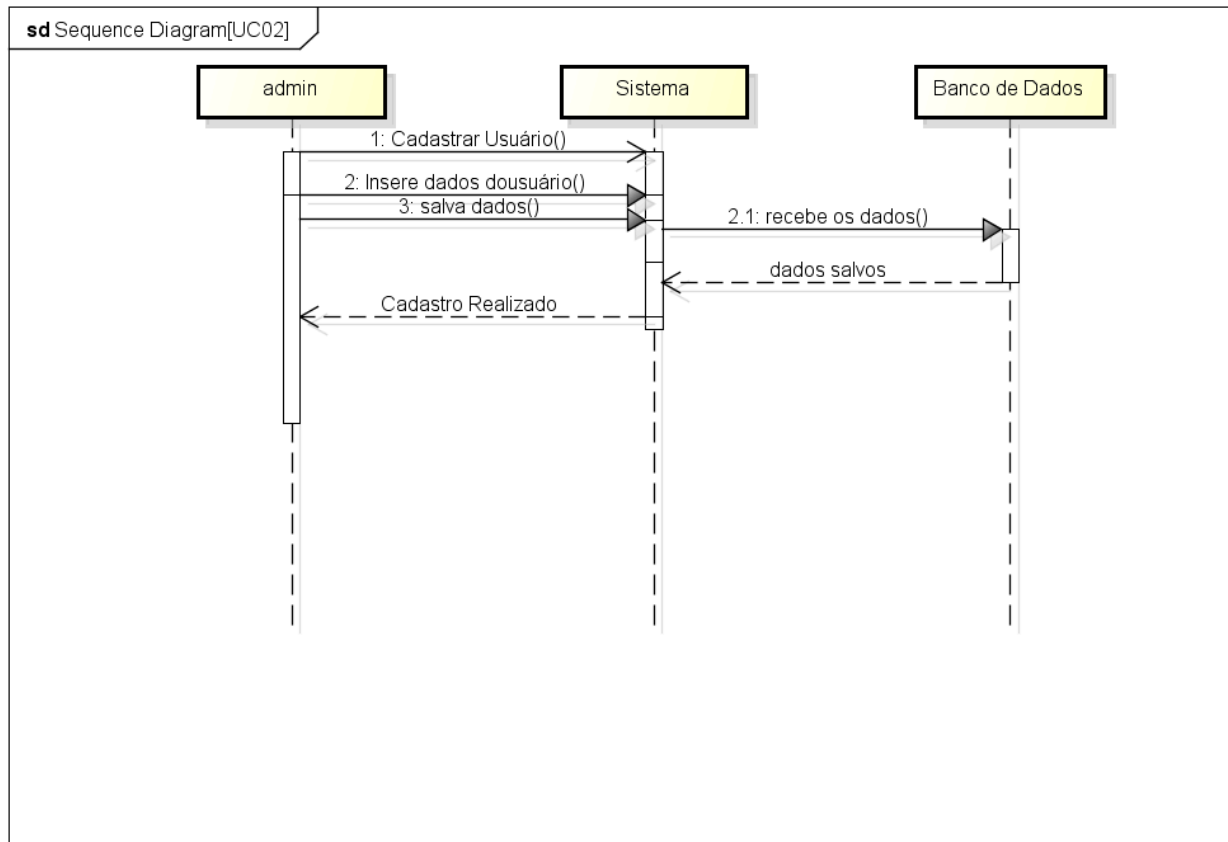
Tabela A10: P10

A) Dados da publicação	
Título	Avaliação de Impactos Socioambientais do Cultivo da Melancia Irrigada por Gotejamento, no Município de Delmiro Gouveia-AL.

Autor (es)	ARAUJO, J. L. P.; CORREIA, R. C.; YURI, J. E.
Fonte de publicação	Revista SODEBRAS
Ano de publicação	2023
Resumo	O estudo analisou os impactos socioambientais da irrigação por gotejamento no cultivo de melancia em propriedades familiares em Delmiro Gouveia, Alagoas, comparando-a com irrigação por sulco. Utilizando unidades familiares e a ferramenta Ambitec-agro, os resultados destacaram que os principais critérios foram o consumo de água, energia, insumos agrícolas e mudança no uso da terra para eficiência tecnológica, e a dedicação do responsável, capacitação, geração de renda e valor da propriedade para trabalho e gestão.
B) Dados derivados do objeto	
Forma de irrigação utilizada.	Irrigação por gotejamento e irrigação por sulco.
Tipo de solo.	Parâmetros físicos e químicos.
Metodologias utilizadas no trabalho.	Estudo primário utilizando pesquisa de campo para avaliar o impacto socioambiental do uso da irrigação por gotejamento. Foi realizada uma comparação entre sistema de irrigação por sulcos e o sistema de irrigação por gotejamento
Público-alvo que é orientado no trabalho.	Agricultura familiar e segmento ambiental.

Fonte: O autor.

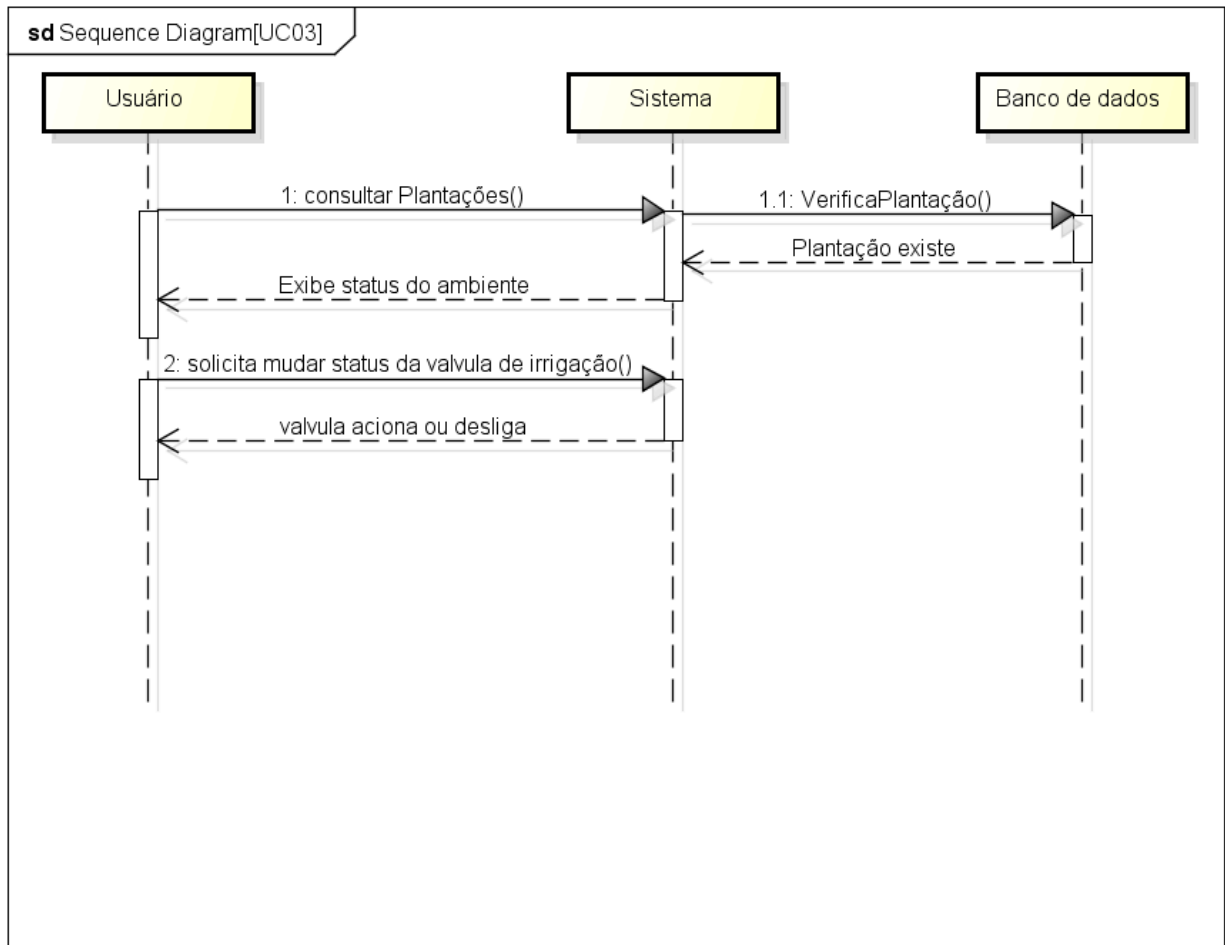
APÊNDICE B - DIAGRAMAS



powered by Astah

Figura B1: Diagrama de sequência[UC02]

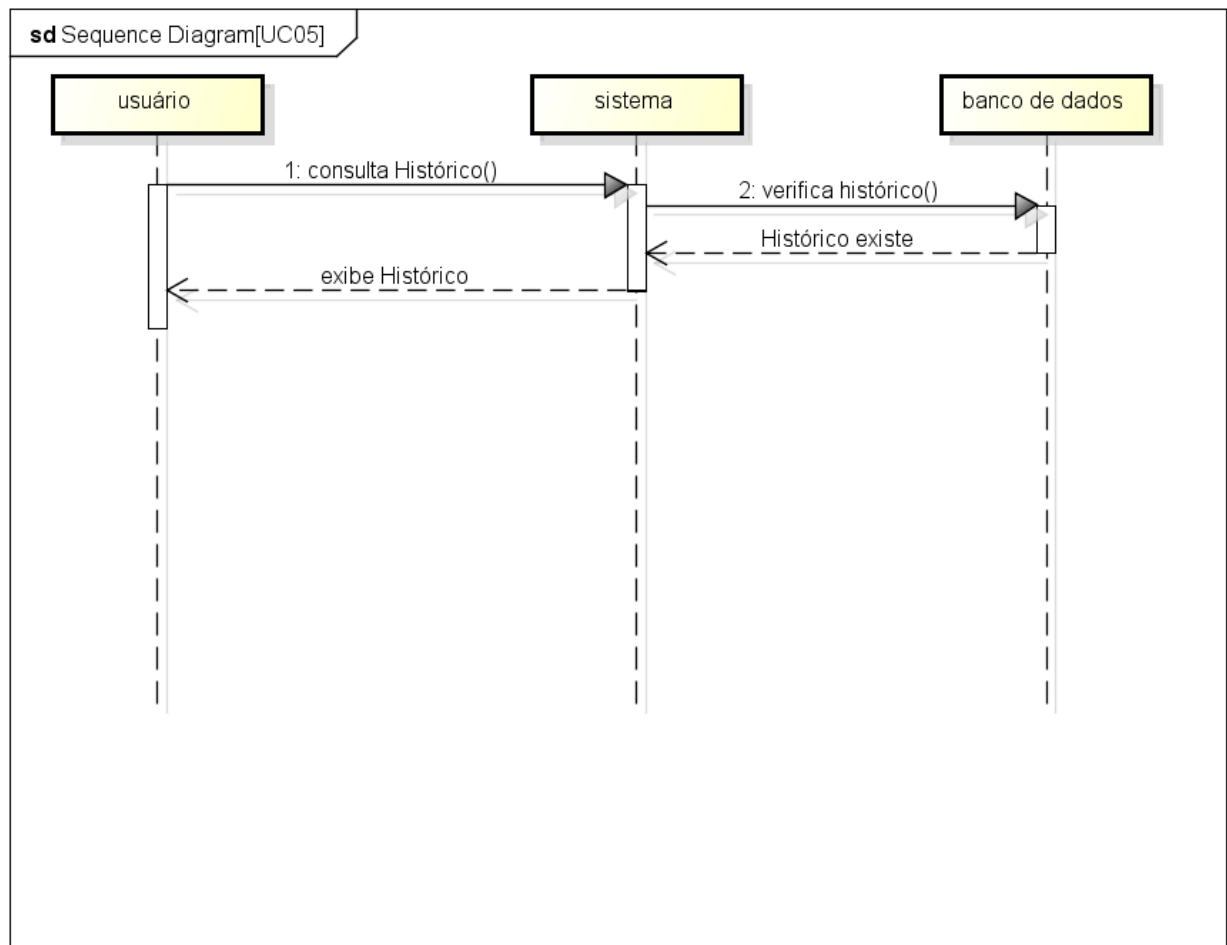
Fonte: O autor



powered by Astah

Figura B2: Diagrama de sequência[UC03]

Fonte: O autor

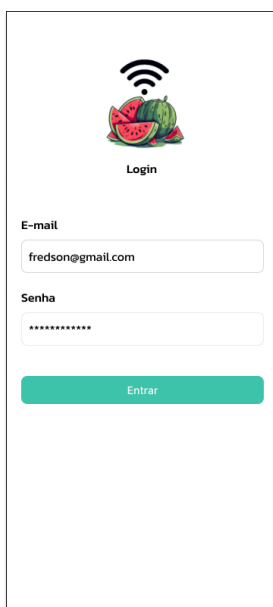


powered by Astah

Figura B3: Diagrama de sequência[UC05]

Fonte: O autor

APÊNDICE C - PROTÓTIPO DE TELAS



A vertical rectangular screen with a white background. At the top center is a logo consisting of a black Wi-Fi symbol above a cluster of colorful watermelon slices. Below the logo is the word "Login" in a small, black, sans-serif font. Further down, the text "E-mail" is followed by a white rectangular input field containing the text "fredson@gmail.com". Below this, the text "Senha" is followed by a white rectangular input field filled with ten asterisks. At the bottom of the form is a solid green rectangular button with the word "Entrar" in white, centered text.

Figura C1. Protótipo da tela de login

Fonte: O autor

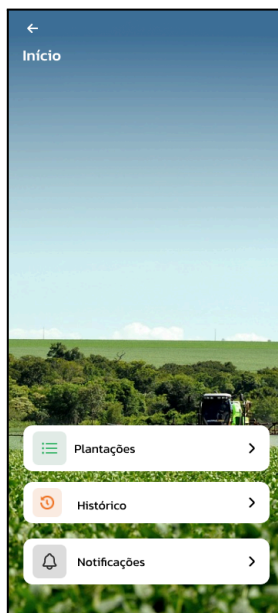


Figura C2. Protótipo da tela de início

Fonte: O autor

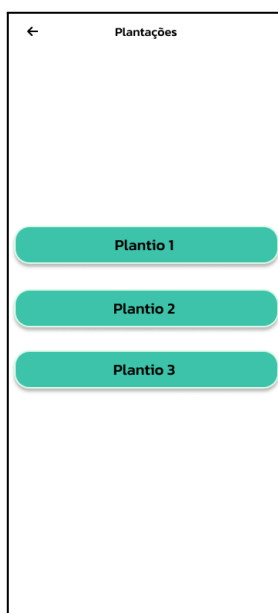


Figura C3. Protótipo da tela de plantações

Fonte: O autor

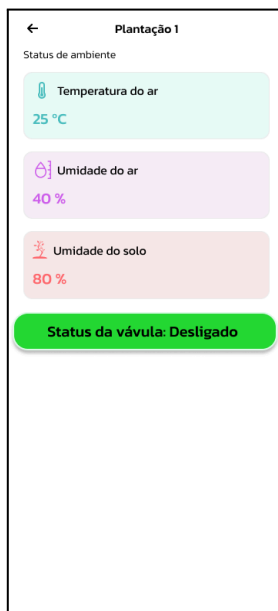


Figura C4. Protótipo da tela plantação 1.

Fonte: O autor

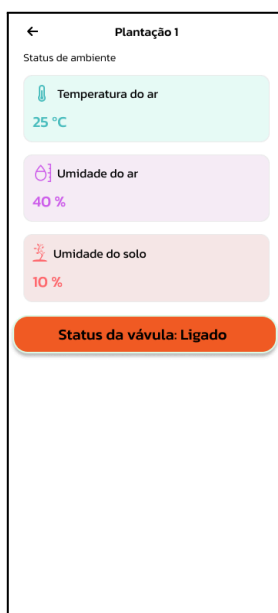


Figura C5. Protótipo da tela plantação 1 (irrigando).

Fonte: O autor

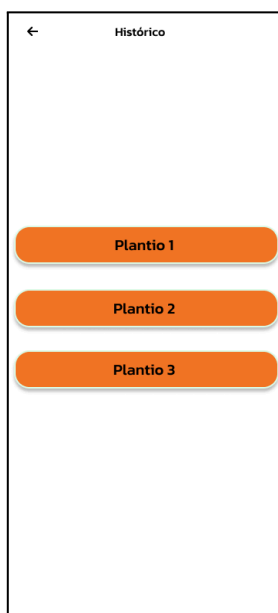


Figura C6. Protótipo da tela de Histórico.

Fonte: O autor



Figura C7. Protótipo da tela Histórico>plantio 1.

Fonte: O autor

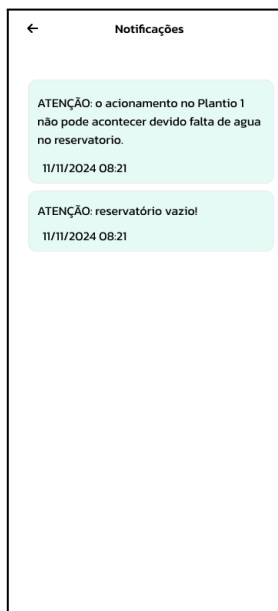


Figura C8. Protótipo da tela de notificações.

Fonte: O autor

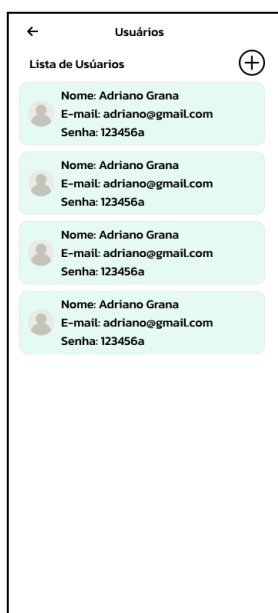


Figura C9. Protótipo da tela usuários.

Fonte: O autor

Protótipo da tela de criar conta (Criar Conta). A interface apresenta um cabeçalho com um ícone de seta para trás e o título "Criar Conta". Abaixo, há campos de entrada para "Nome", "E-mail" e "Senha". Os campos "Nome" e "E-mail" contêm os valores "Fredson Gonzaga" e "fredson@gmail.com", respectivamente. O campo "Senha" contém o valor "12345678f". Abaixo dos campos, há um botão verde com o texto "Salvar".

Figura C10. Protótipo da tela criar conta.

Fonte: O autor

APÊNDICE D - FOTOS DO SISTEMA



The image shows a mobile application login screen. At the top, a teal status bar displays the time 22:00, a cloud icon, and battery status at 28%. Below the status bar is a large white area containing a logo of a watermelon with a Wi-Fi symbol above it. Under the logo, there are two input fields: 'Usuário' with the email 'fredson@gmail.com' and 'Senha' with masked characters '...'. A teal 'Entrar' button is positioned below the password field.

22:00 ☁ 28%



Usuário

fredson@gmail.com

Senha

...

Entrar

Figura D1. Tela de login.

Fonte: O autor

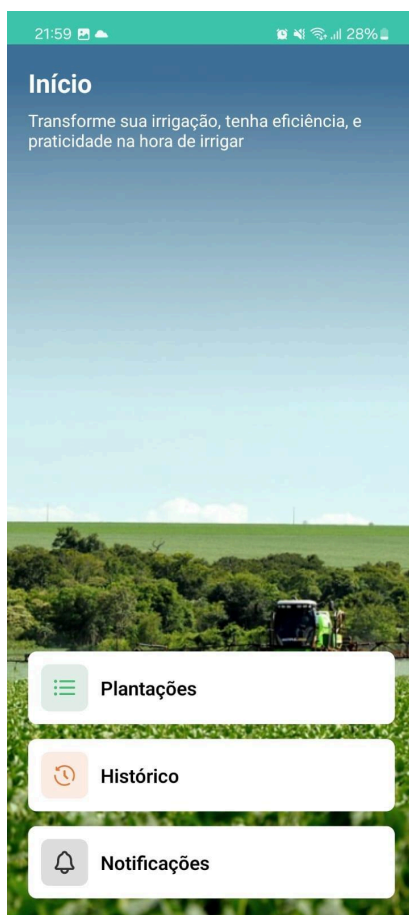


Figura D2. Tela de início.

Fonte: O autor

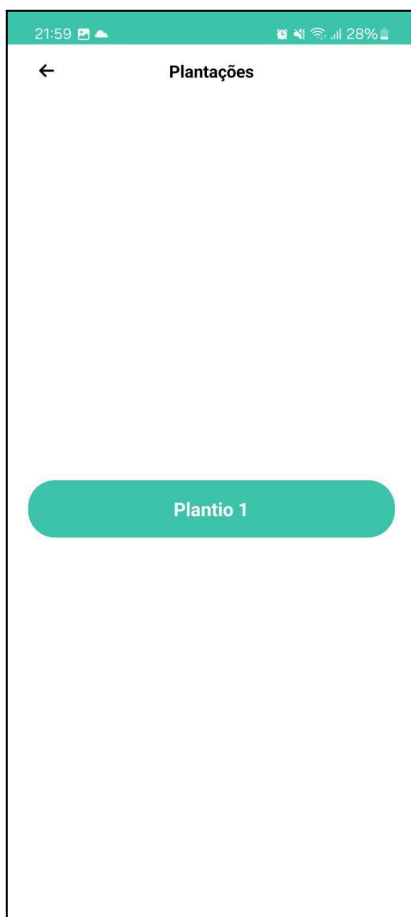


Figura D3. Tela de plantações.

Fonte: O autor



Figura D4. Tela de Plantação 1.

Fonte: O autor



Figura D5. Tela de Plantação 1.

Fonte: O autor



Figura D6. Tela de histórico.

Fonte: O autor

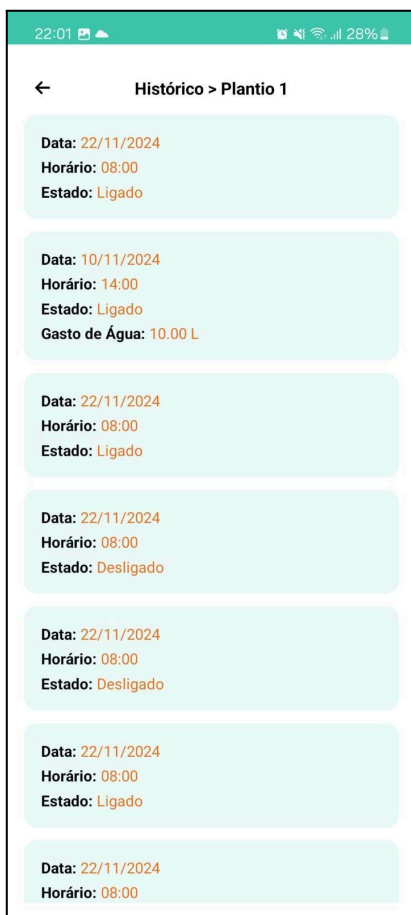


Figura D7. Tela de histórico> plantio 1.

Fonte: O autor



Figura D8. Tela de notificações.

Fonte: O autor

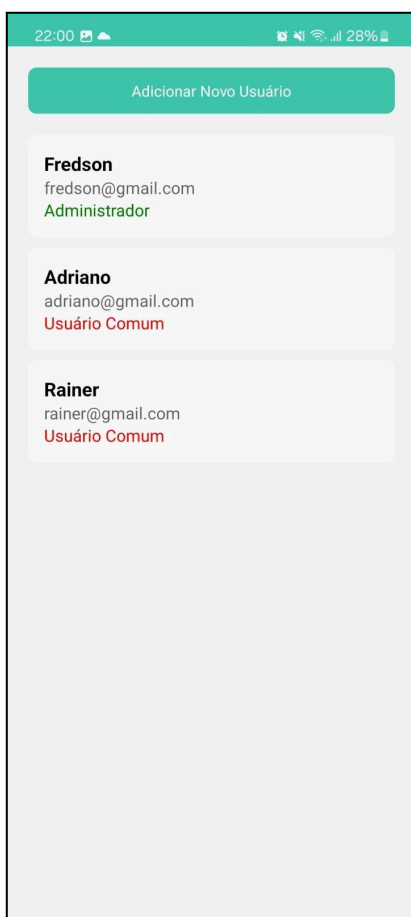
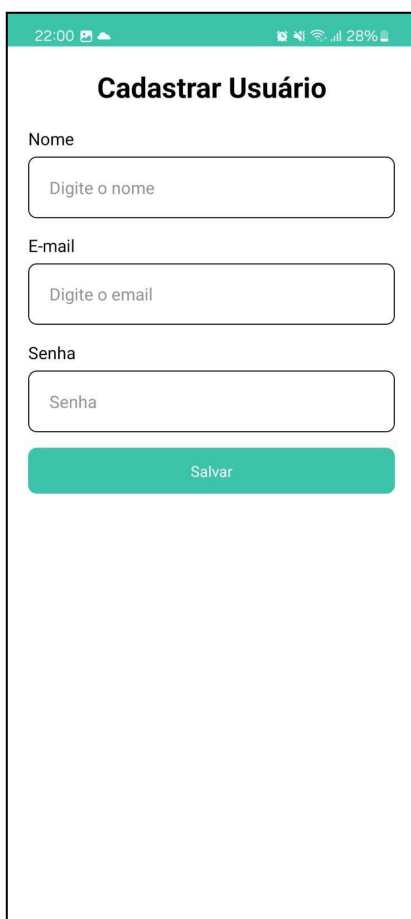


Figura D9. Tela de usuários.

Fonte: O autor



The screenshot shows a mobile application interface for user registration. At the top, the status bar displays the time 22:00, signal strength, and battery level at 28%. The app's title bar is green and contains the text "Cadastrar Usuário". Below the title, there are three input fields: "Nome" (Name) with a placeholder "Digite o nome", "E-mail" with a placeholder "Digite o email", and "Senha" (Password) with a placeholder "Senha". A green "Salvar" (Save) button is positioned below the input fields.

Figura D10. Tela de cadastrar usuário.

Fonte: O autor

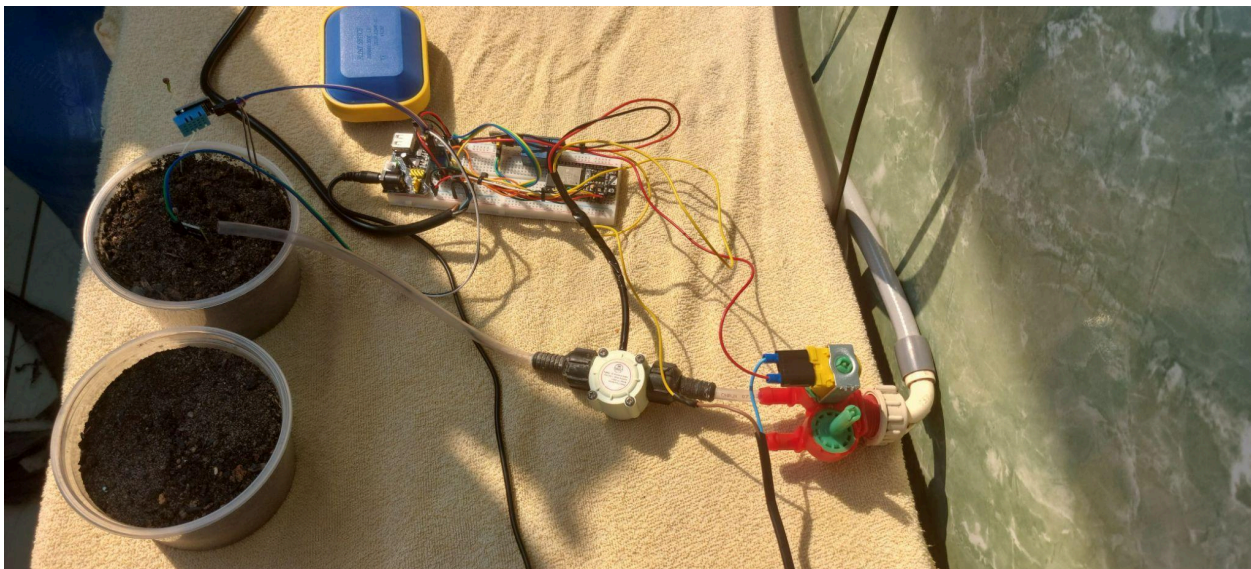


Figura D11. Foto do sistema físico.

Fonte: O autor

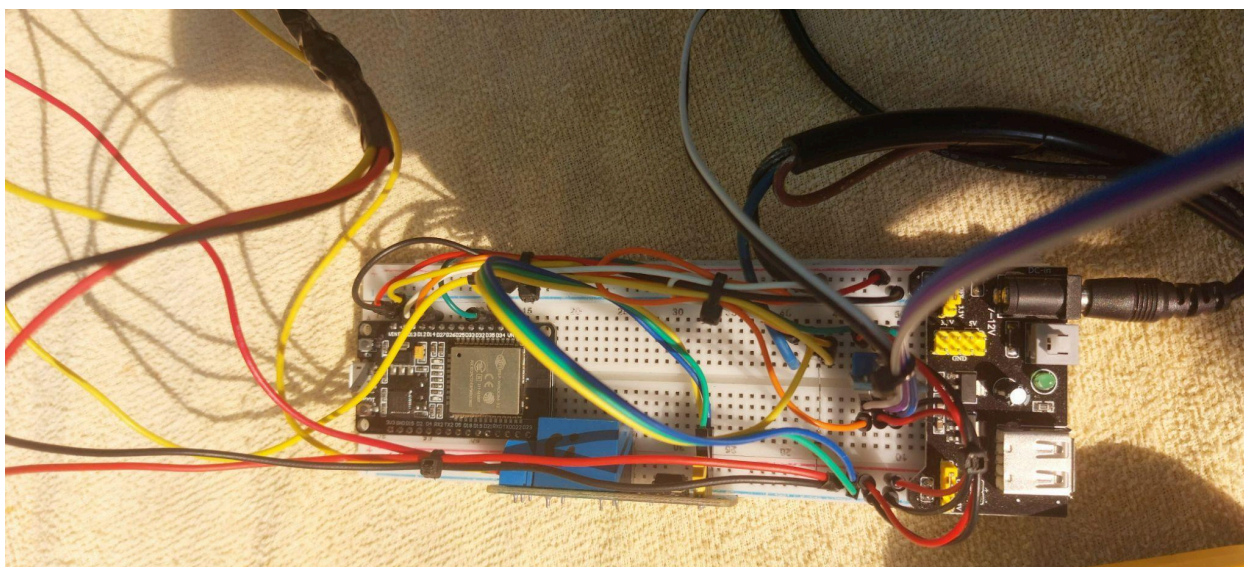


Figura D12. Foto do sistema físico.

Fonte: O autor

APÊNDICE E - FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DO SISTEMA

Tabela E1: Formulário respondido pelo avaliador 1.

Questões		Respostas	Categoria
01	O aplicativo é fácil de navegar e utilizar.	concordo	PEOU
02	É simples acessar informações como dados dos plantios, históricos de irrigação e notificações.	concordo totalmente	PEOU
03	A funcionalidade de ligar a irrigação manualmente é intuitiva.	concordo	PEOU
04	O aplicativo ajuda a melhorar a gestão do sistema de irrigação da plantação.	concordo totalmente	PU
05	O histórico de dados fornecidos pelo sistema é útil para a tomada de decisões agrícolas.	neutro	PU
06	As notificações enviadas pelo sistema são relevantes e oportunas para o manejo do plantio.	concordo	PU
07	Esse sistema me parece bom para acompanhar e controlar o sistema de irrigação.	concordo totalmente	RTU
08	O sistema torna o gerenciamento do plantio mais eficiente e conveniente.	concordo totalmente	RTU
09	Gostaria de usar esse sistema no futuro para	concordo totalmente	IU

	gerenciar a irrigação do meu plantio.		
10	Recomendo o uso desse sistema para outros agricultores interessados em sistemas de irrigação automatizados.	concordo totalmente	IU

Fonte: O autor

Tabela E2: Formulário respondido pelo avaliador 2.

Questões		Respostas	Categoria
01	O aplicativo é fácil de navegar e utilizar.	concordo totalmente	PEOU
02	É simples acessar informações como dados dos plantios, históricos de irrigação e notificações.	concordo totalmente	PEOU
03	A funcionalidade de ligar a irrigação manualmente é intuitiva.	concordo totalmente	PEOU
04	O aplicativo ajuda a melhorar a gestão do sistema de irrigação da plantação.	concordo totalmente	PU
05	O histórico de dados fornecidos pelo sistema é útil para a tomada de decisões agrícolas.	neutro	PU
06	As notificações enviadas pelo sistema são relevantes e oportunas para o manejo do plantio.	concordo totalmente	PU
07	Esse sistema me parece bom para acompanhar e controlar o sistema de irrigação.	concordo totalmente	RTU
08	O sistema torna o gerenciamento do plantio mais eficiente e conveniente.	concordo totalmente	RTU
09	Gostaria de usar esse sistema no futuro para gerenciar a irrigação do meu plantio.	concordo totalmente	IU
10	Recomendo o uso desse sistema para outros agricultores interessados em sistemas de irrigação automatizados.	concordo totalmente	IU

Fonte: O autor

Tabela E3: Formulário respondido pelo avaliador 3.

Questões		Respostas	Categoria
01	O aplicativo é fácil de navegar e utilizar.	concordo totalmente	PEOU

02	É simples acessar informações como dados dos plantios, históricos de irrigação e notificações.	concordo totalmente	PEOU
03	A funcionalidade de ligar a irrigação manualmente é intuitiva.	concordo totalmente	PEOU
04	O aplicativo ajuda a melhorar a gestão do sistema de irrigação da plantação.	concordo totalmente	PU
05	O histórico de dados fornecidos pelo sistema é útil para a tomada de decisões agrícolas.	concordo	PU
06	As notificações enviadas pelo sistema são relevantes e oportunas para o manejo do plantio.	concordo totalmente	PU
07	Esse sistema me parece bom para acompanhar e controlar o sistema de irrigação.	concordo totalmente	RTU
08	O sistema torna o gerenciamento do plantio mais eficiente e conveniente.	concordo totalmente	RTU
09	Gostaria de usar esse sistema no futuro para gerenciar a irrigação do meu plantio.	concordo totalmente	IU
10	Recomendo o uso desse sistema para outros agricultores interessados em sistemas de irrigação automatizados.	concordo totalmente	IU

Fonte: O autor

Tabela E4: Formulário respondido pelo avaliador 4.

Questões		Respostas	Categoria
01	O aplicativo é fácil de navegar e utilizar.	concordo totalmente	PEOU
02	É simples acessar informações como dados dos plantios, históricos de irrigação e notificações.	concordo totalmente	PEOU
03	A funcionalidade de ligar a irrigação manualmente é intuitiva.	concordo totalmente	PEOU
04	O aplicativo ajuda a melhorar a gestão do sistema de irrigação da plantação.	concordo totalmente	PU
05	O histórico de dados fornecidos pelo sistema é útil para a tomada de decisões agrícolas.	neutro	PU
06	As notificações enviadas pelo sistema são relevantes e oportunas para o manejo do plantio.	concordo	PU

07	Esse sistema me parece bom para acompanhar e controlar o sistema de irrigação.	concordo totalmente	RTU
08	O sistema torna o gerenciamento do plantio mais eficiente e conveniente.	concordo totalmente	RTU
09	Gostaria de usar esse sistema no futuro para gerenciar a irrigação do meu plantio.	concordo totalmente	IU
10	Recomendo o uso desse sistema para outros agricultores interessados em sistemas de irrigação automatizados.	concordo totalmente	IU

Fonte: O autor

Tabela E5: Formulário respondido pelo avaliador 5.

Questões		Respostas	Categoria
01	O aplicativo é fácil de navegar e utilizar.	concordo	PEOU
02	É simples acessar informações como dados dos plantios, históricos de irrigação e notificações.	concordo totalmente	PEOU
03	A funcionalidade de ligar a irrigação manualmente é intuitiva.	concordo	PEOU
04	O aplicativo ajuda a melhorar a gestão do sistema de irrigação da plantação.	concordo totalmente	PU
05	O histórico de dados fornecidos pelo sistema é útil para a tomada de decisões agrícolas.	concordo totalmente	PU
06	As notificações enviadas pelo sistema são relevantes e oportunas para o manejo do plantio.	concordo totalmente	PU
07	Esse sistema me parece bom para acompanhar e controlar o sistema de irrigação.	concordo totalmente	RTU
08	O sistema torna o gerenciamento do plantio mais eficiente e conveniente.	concordo totalmente	RTU
09	Gostaria de usar esse sistema no futuro para gerenciar a irrigação do meu plantio.	concordo totalmente	IU

10	Recomendo o uso desse sistema para outros agricultores interessados em sistemas de irrigação automatizados.	concordo totalmente	IU
----	---	---------------------	----

Fonte: O autor

Tabela E6: Formulário respondido pelo avaliador 6.

Questões		Respostas	Categoria
01	O aplicativo é fácil de navegar e utilizar.	concordo totalmente	PEOU
02	É simples acessar informações como dados dos plantios, históricos de irrigação e notificações.	concordo totalmente	PEOU
03	A funcionalidade de ligar a irrigação manualmente é intuitiva.	concordo totalmente	PEOU
04	O aplicativo ajuda a melhorar a gestão do sistema de irrigação da plantação.	concordo totalmente	PU
05	O histórico de dados fornecidos pelo sistema é útil para a tomada de decisões agrícolas.	concordo	PU
06	As notificações enviadas pelo sistema são relevantes e oportunas para o manejo do plantio.	concordo	PU
07	Esse sistema me parece bom para acompanhar e controlar o sistema de irrigação.	concordo totalmente	RTU
08	O sistema torna o gerenciamento do plantio mais eficiente e conveniente.	concordo totalmente	RTU
09	Gostaria de usar esse sistema no futuro para gerenciar a irrigação do meu plantio.	concordo totalmente	IU
10	Recomendo o uso desse sistema para outros agricultores interessados em sistemas de irrigação automatizados.	concordo totalmente	IU

Fonte: O autor