

HortaIno: Horta Automatizada de baixo custo com ESP8266 para Auxiliar os Produtores Familiares

Erick Bonruque¹, André Luiz de Souza Celarino¹, Odair Moreira de Souza¹

¹ Instituto Federal do Paraná - Campus Avançado Quedas do Iguaçu

bonruqueruck@gmail.com, odair.desouza@ifpr.edu.br, andre.celarino@ifpr.edu.com

Resumo. No Brasil a agricultura familiar é responsável pela maior parte da produção de hortaliças e tem impactos na economia, na sustentabilidade e na geração de empregos. A produção de hortaliças em geral é realizada de maneira manual e pode gerar desperdícios de recursos, tempo e eficiência na produtividade. A demanda por hortaliças no país é cada vez maior e para atender a esse aumento há a necessidade de inserir novas maneiras de produção, visando a cultivá-las com uma maior qualidade e quantidade. Nesse contexto, o principal objetivo deste trabalho é auxiliar os pequenos produtores no cultivo de hortaliças por meio da automatização do processo de irrigação e o monitoramento da temperatura e umidade do solo e do ambiente. Realizou-se uma pesquisa de campo por meio de questionário com 10 perguntas aplicado para 17 agricultores visando compreender suas preferências, opiniões e sugestões para o automação e aplicativo. Dentre as perguntas mais relevantes pode-se constatar: (i) o desejo pelo sistema automatizado de irrigação e aplicativo com mais de 70% dos agricultores afirmando que fariam uso dos mesmos, (ii) referente aos conhecimentos e habilidades sobre tecnologia para utilizar da automação e do aplicativo passou de 90% dos entrevistados. Para o desenvolvimento do projeto estão sendo utilizados componentes eletrônicos, tais como: sensor de umidade do solo HL-69, sensor de umidade e temperatura do ar DHT11, os sensores são interligados a um microcontrolador, com conexão nativa bluetooth e wifi envia os dados para o banco de dados Firebase, para o acionamento de uma eletroválvula utilizou-se uma ponte H. Além da automação foi desenvolvida um aplicativo Android, em Flutter e Dart com armazenamento no Firebase com intuito de auxiliar o produtor no controle de suas atividades, tudo isso por meio da visualização dos dados atuais da horta e alertas personalizados de umidade e temperatura em contexto do estado atual da horta/estufa. Assim, espera-se gera facilitação na produção das hortaliças, reduzindo o desperdício de água e recursos, aumentando a produtividade com um baixo custo e software livre, o que visa principalmente a adaptação da automação para diferentes aspectos de produção, facilitando a aquisição do projeto, modificação do mesmo para diferentes culturas e contribuição para a modernização dos meios de produção da agricultura familiar, inserindo a agricultura 4.0 nas rotinas da agricultura familiar.

1. INTRODUÇÃO

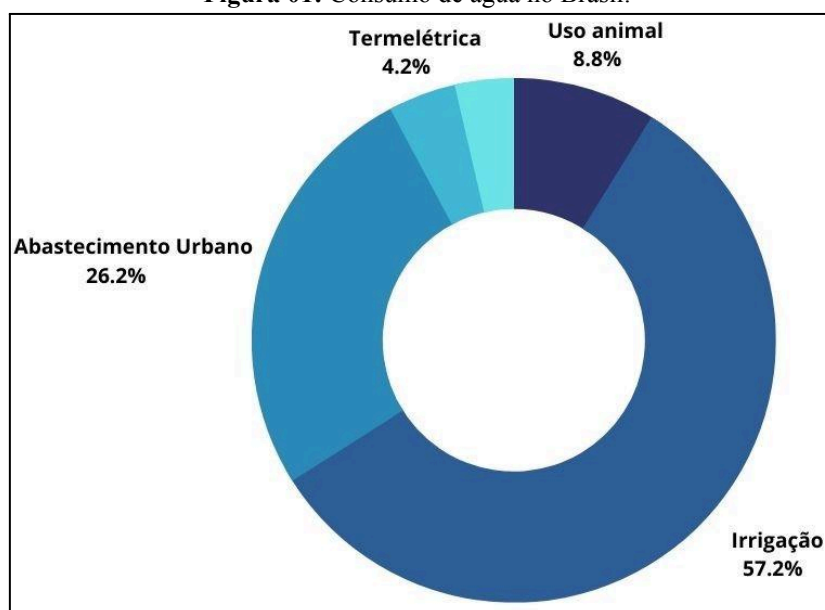
A agricultura familiar no Brasil é responsável pela maior parte da produção de hortaliças tendo grandes impactos econômicos, de sustentabilidade, geração de empregos e para a subsistência. Essa grande produção, se dá pela necessidade de uma extensão de terra pequena tornando-se mais economicamente viável para o produtor que outros tipos de produções agrícolas, e essa viabilidade da produção também se dá pelo

baixo investimento no momento da produção dessa agricultura (FAULIN, AZEVEDO, 2003).

A produção de hortaliças pelo pequeno produtor em geral é feita de forma manual e/ou com o uso de maquinário, causando o desperdício, mau uso dos recursos e tempo do agricultor. Além disso, no Brasil a demanda por hortaliças e frutas cresce cada vez mais, tanto para a saúde como para o consumo domiciliar (SILVA, COELHO, 2014) por consequência dessa grande demanda a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) registrou um grande aumento nesse mercado, aumento das vendas em supermercados e por *delivery* (Vendido por pequenos e médios produtores). Para atender toda a demanda desse mercado tem-se a necessidade de inserir novas maneiras na produção fazendo o uso de tecnologias, introduzindo-os na Agricultura 4.0 (DOS SANTOS, ESPERIDIÃO E AMARANTE, 2019).

Dentre os diversos recursos que são utilizados em excesso ou desperdiçado em muitos casos pelos agricultores é a água, principalmente por parte da irrigação. Observando a Figura 01, podemos ver que mais de 50% do consumo de água no Brasil é utilizado por agricultores para o fim de irrigação, o que faz necessário fazerem o bom uso desse recurso e minimizar seu desperdício.

Figura 01: Consumo de água no Brasil.



Fonte: Autoria Própria, baseados em dados do Governo Federal 2019.

O uso de tecnologias no campo refere-se a Agricultura 4.0 que entende-se por “um conjunto de inovações voltadas para tecnologia avançada, a qual visa aprimorar, otimizar e rentabilizar a produtividade no campo.” (DOS SANTOS, ESPERIDIÃO E AMARANTE, 2019), ou seja, refere-se ao uso de um conjunto de tecnologias interligadas/integradas para facilitar, otimizar e aumentar a produção rural minimizando ao mesmo tempo os recursos utilizados no processo.

Nesse contexto torna-se essencial a implementação da Agricultura 4.0 não somente para os grandes produtores, mas também para os pequenos e médios produtores. Assim, o objetivo desse projeto é auxiliar os pequenos e médios produtores rurais através de uma horta automatizada em que são monitoradas a temperatura e umidade, minimizando o desperdício de tempo e água com a automatização através de uma placa eletrônica e seus demais componentes. Além disso, outros objetivos do projeto é fazer o levantamento de dados com agricultores e validar o desempenho do sistema constantemente através de testes, questionários e aplicações práticas do projeto.

Para o desenvolvimento do projeto foi desenvolvida uma automação da irrigação por meio do microcontrolador ESP8266, porém pode ser substituído por qualquer outra placa de prototipação, sensores e uma bomba d'água. Além da automação foi desenvolvida uma aplicação android para que o produtor tenha a visualização dos dados da produção como umidade e temperatura do ambiente e do solo. Durante o desenvolvimento do projeto foram feitas pesquisas com produtores da região de Quedas do Iguaçu - Paraná, sobre como é feita a produção, identificando assim possíveis melhorias para o sistema e se gostaram/usariam de utilizá-lo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Pequeno e Médio Produtor Familiar

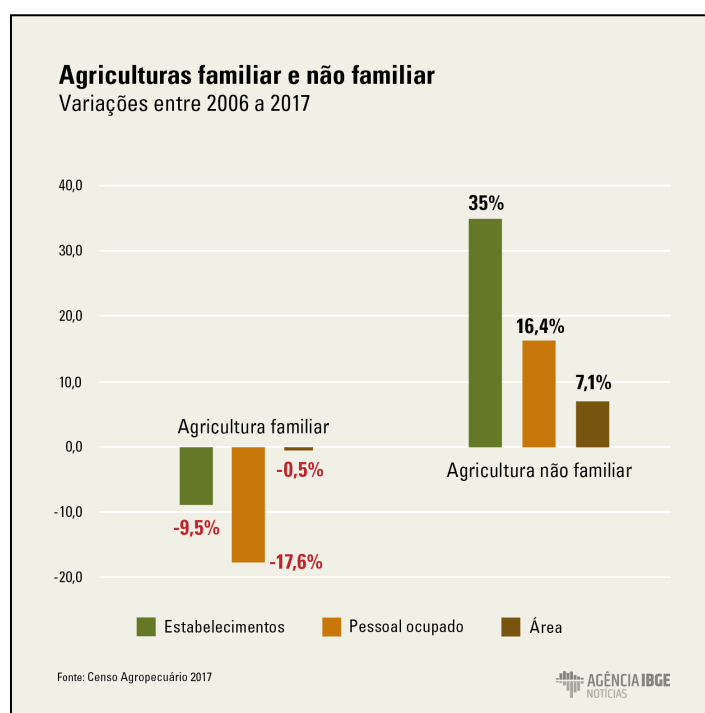
Em 2006 no Brasil foram definidos alguns critérios padrões para ser considerado um produtor familiar, de acordo com a lei nº 11.326/2006 é preciso que a propriedade tenha no máximo quatro módulos fiscais, valor que varia para cada município do Brasil podendo ser de 5 a 110 hectares. Além do tamanho da propriedade, a mão de obra deve ser composta em sua maioria por membros da própria família (EMBRAPA, 2014).

Por outro lado, para ser considerado um pequeno produtor a renda bruta anual deve ser inferior a R\$500 mil por ano. O intervalo para ser considerado médio produtor deve estar entre R\$500 mil a R\$2,4 milhões por ano. Seguindo a ideia para ser considerado um grande produtor a renda anual deve exceder os R\$2,4 milhões anuais.

De acordo com Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) o censo agropecuário de 2017, levantamento que foi realizado com mais de 5 milhões de agricultores apontou que os produtores familiares correspondem a 80.9 milhões de hectares, o que representa 23% dos estabelecimentos agrícolas do Brasil. Ainda que esses produtores tenham uma pequena parcela do território rural no Brasil, de acordo com um levantamento feito pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a agricultura familiar corresponde a mais de 70% dos alimentos consumidos no Brasil e emprega 77% das pessoas envolvidas com a agricultura.

Por mais que a produção familiar tenha uma participação significativa na questão de produção de alimentos e empregos, ainda sim é possível ver uma redução no número desses produtores e da área de plantio. Como pode ser visto na Figura 02, de 2006 a 2017 foi reduzido 9.5% dos estabelecimentos, 17.6% da ocupação e 0.5% na área de cultivo (IBGE, 2017).

Figura 02: Variação durante 2006 a 2017.



Fonte: Censo Agrícola IBGE 2017.

A grande maioria da produção familiar é feita de forma manual com o uso do trabalho humano, isso ocorre devido ao alto custo de implementação de outros sistemas mais modernos para a produção e pela crença de não possuírem conhecimento técnico e/ou orientação nessa área (CUNHA, ROCHA, 2015).

Por mais que ainda haja um medo de uma modernização nos meios de produção por parte dos agricultores familiares, ainda sim torna-se essencial para um avanço na produção a implementação de tecnologia nos métodos de produção. Pode-se citar, por exemplo, a Internet das Coisas, *Internet of Things* (IoT), software para gerenciamento, automação na irrigação ou em outros meios, dentre outras.

2.2 Tipos de irrigação

Os tipos/métodos de irrigação são basicamente a maneira que iremos levar a água até as plantas para seu cultivo, atualmente temos 4 formas de fazer esse transporte para a irrigação, a irrigação: Superfície, Localizada, Subirrigação, Aspersão (BARRETO, FREITAS, OLIVEIRA, 2017). A irrigação de superfície se dá pela irrigação direta no solo, onde a distribuição de água é feita pela gravidade, um bom exemplo é o cultivo oriental de arroz.

A irrigação localizada ou irrigação por gotejamento visa a utilização mínima de água durante a irrigação, fazendo a aplicação da água diretamente na raiz da planta fazendo o escoamento lento da água. No método de subirrigação a água é diretamente na raiz abaixo da superfície, fazendo assim um “lençol freático” para manter um fluxo direto de água para as plantas.

Já a irrigação por aspersão que é o método utilizado neste projeto é feita de forma a jogar jatos de água para o ar, assim fazendo uma “chuva” com pequenas gotículas de água sobre a plantação. Essa utilização foi feita pela fácil adaptabilidade em diversos tipos de solos, maior eficiência na hora de distribuir a água, facilidade na hora da automação e fácil manutenção do sistema (BARRETO, FREITAS, OLIVEIRA, 2017, AGROPOS 2021).

2.3 Hortaliças

Por hortaliças é entendido tudo aquilo que é e pode ser produzido em uma horta, assim não sendo somente saladas. É claro que essa planta sempre é cultivada com o fim de alimentação ou fins medicinais. A alimentação pode ser por meio de frutos, tubérculos, dentre vários outros tipos, já para fins medicinais, pode ser cultivado camomila, babosa, boldo entre outras hortaliças.

Para a produção das hortaliça é essencial alguns requisitos, como um solo bem nutrido e uma boa irrigação da planta, segundo Bevilacqua (2006) a umidade é um fato imprescindível para a produção, levando em conta que a água constitui mais de 90% do peso da maioria das hortaliças. Além de ajudar para o crescimento da planta, a alta quantidade de umidade no ar afeta o estado fitossanitário, assim podendo favorecer o ataque de fungos e bactérias na planta. Do mesmo modo, o baixo teor de umidade no ar propicia a proliferação de ácaros e outros organismos, assim torna-se essencial achar o equilíbrio entre eles.

2.4 Agricultura 4.0

O conceito de indústria 4.0 foi definido em 2011 a partir da conferência de Hannover, definindo a indústria 4.0 como a integração de diversas tecnologias que operando juntas permitem a transformação e organização dos meios de produção na indústria (RIBEIRO; MARINHO; ESPINOSA, 2018). Essa integração de tecnologias permite a automação nos meios de produção.

Nenhuma empresa ou meio de produção hoje em dia sobrevive e evolui no mercado sem fazer a automação de alguns de seus processos, entende-se por automação:

um conjunto de técnicas destinadas a tornar automáticas a realização de tarefas, substituindo o gasto de bioenergia humana, com esforço muscular e mental, por elementos eletromecânicos computáveis [...] Os benefícios para qualquer processo automação são nítidos: eficiência, segurança, menor custo, maior produção, etc. (SILVEIRA, 2003).

Devido a automação temos avanços de produtividade na grande maioria das áreas hoje em dia, dentre elas na produção industrial, mecânica, agricultura dentre outras. A automação no contexto de agricultura está intimamente ligada à agricultura

4.0, dentre os vários objetivos da agricultura 4.0 está a utilização de tecnologias e aumento da produtividade no ramo rural, objetivos que podem e são sanados pela automação.

Assim percebe-se que a automação dos meios de produção na agricultura torna-se um meio imprescindível para o avanço da produção, em especial ao contexto do pequeno, médio produtor e da produção Familiar, local onde essa tecnologia é menos presente no Brasil atual. Além da melhora da produção com a introdução de sistemas automatizados, ainda contribuirá com a utilização mínima necessária de recursos para essa produção (RIBEIRO; MARINHO; ESPINOSA, 2018).

Como já visto anteriormente a agricultura 4.0 traz várias melhorias para o meio Rural, dentre as principais inovações temos a Hidroponia, Cultivo de algas, Produção em Desertos e Oceanos, Embalagens sustentáveis usando de biodegradáveis para reduzir o lixo, Fazendas verticais, utilização de drones e Agricultura de Precisão (COUTO, 2019, apud CLERCQ, VALTS, BIEL, 2018).

2.5 Internet das coisas (IoT)

A internet das coisas (IoT), surgiu dos avanços de diversas áreas, como comunicação, microeletrônicos, sensoriamento dentre outros. A IoT é um desenvolvimento da internet que utilizamos atualmente, mas como já mencionado com capacidades mais avançadas, principalmente no quesito de comunicação e de capacidade, interligando diversos aparelhos e locais. Tratando-se assim de objetos incorporados a softwares e sensores com o objetivo de trocar informações e envio desses dados para outros sistemas diversos (CARRION 2019, SANTOS, 2016).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do projeto foi adotado a metodologia ágil, ela busca conduzir e desenvolver os projetos de forma mais eficiente, rápida e organizada. Nesta metodologia foi adotado o kanban uma forma de organizar o fluxo das atividades realizadas através de um quadro ou software a parte, para a aplicação dessa metodologia foi utilizado a ferramenta de desenvolvimento Trello. Para a prototipagem do aplicativo

movel foi utilizado o Figma, uma ferramenta grátis para design e prototipação de diversas plataformas (VILLAIN, 2022).

3.1 Levantamento de Requisitos

Levantamento de requisitos em uma primeira forma foi desenvolvido somente com necessidades que foram julgadas necessárias. Porém durante o desenvolvimento do projeto foi feito e continuaram pesquisas contínuas com agricultores da região, pedindo suas necessidades e sugestões para o desenvolvimento do projeto.

No Quadro 01 pode ser visto os requisitos funcionais e não funcionais do software (app), para o desenvolvimento dos requisitos foi utilizado kanban/Trello.

Quadro 01: Requisitos Funcionais e não funcionais

#	Nome	Descrição
RF01	Visualizar Dados	O produtor deve ser capaz de visualizar os dados atuais da horta(umidade e temperatura)
RF02	Visualizar Histórico de Dados	Agricultor deve ser capaz de visualizar o histórico de temperatura e umidade da horta
RF03	Alertas de Temperatura	Caso a temperatura esteja muito elevada ou muito baixa e fuja do controle de automação deve ser automaticamente comunicado para o produtor por meio de alertas.
RF04	Seleção de hortaliças que deseja cultivar	Como cada tipo de plantas/hortaliças tem temperatura e umidade diferentes para um melhor crescimento, o app deve disponibilizar dados padrões para o que ele deseja plantar, ou o usuário mesmo inserir os dados de mínima e máxima temperatura e umidade.
RF05	Alertas personalizados	o produtor deve ser capaz de inserir alertas personalizados caso a temperatura e/ou umidade chegue a um determinado valor
RF06	Menu e paginação	o app deve ter um menu e paginação funcionais com uma boa navegação entre as páginas
RF07	Sistema de Login e Cadastro	Para que o agricultor consiga salvar suas hortas e alertas, o aplicativo deve conter um sistema de login e cadastro.
RNF01	Prático e intuitivo	O Usuário deve ser capaz de compreender as ferramentas do aplicativo sem um tutorial prévio, apenas pelos ícones e as orientações do próprio app
RNF02	Velocidade	O aplicativo deve possuir uma rápida paginação e amostra de dados, como o sistema deve ser rápido na coleta e no envio

		dos dados
RNF03	Fácil de Usar	Aplicativo não deve apresentar uma grande complexidade na hora da utilização e nem muitos conhecimentos prévios sobre tecnologia
RNF04	Integridade	O sistema deverá ser confiável devido às informações propostas.
RNF05	Ter uma boa Conexão com o Banco de Dados	A ligação entre o Sistema e o aplicativo é o Banco de Dados, assim esse meio deve ser rápido para o usuário ter uma boa experiência obtendo os dados rapidamente

Fonte: Autoria Própria.

3.2 Desenvolvimento do aplicativo móvel

- **Flutter:** Flutter é um framework baseado na linguagem de programação Dart, foi desenvolvido pela Google e lançado em 2017. Tem o fim de possibilitar aos desenvolvedores uma maior facilidade durante o desenvolvimento, telas mais bonitas, maior velocidade na compilação e processamento. Flutter é utilizado atualmente por diversos desenvolvedores ao redor do mundo para criar aplicações mobiles, web e desktop (BUENO, 2021).
- **Dart:** Dart é uma linguagem de programação desenvolvida pela Google lançada em 2011. O Dart foi escolhido para esse projeto por suas funcionalidades e principalmente sua integração com o *framework* Flutter, o qual é baseado na linguagem Dart.
- **Android Studio:** Nesse projeto o flutter será utilizado juntamente com o Android Studio, um ambiente de programação voltado para o desenvolvimento de aplicações para o Sistema Operacional (SO) Android, também foi desenvolvido pela google e lançado em 2013, nele é possível desenvolver aplicações mobiles em diversas linguagens, dentre elas Java, Kotlin e dart.

3.3 Firebase

O Firebase é uma ferramenta desenvolvida pela Google com diversos recursos em aplicações móveis, web e desktop, nela é possível fazer a sincronização e armazenamentos de dados em tempo real (SILVA, 2018). O Firebase foi escolhido como banco de dados do projeto, devido à sua característica que permite a notificação em tempo real para a aplicação, requisito desejado para o aplicativo a ser desenvolvido.

Além disso, possibilita a prototipagem da aplicação abstraindo a implementação de rotinas específicas de comunicação com o banco de dados.

O Firebase possui valores gratuitos até um certo ponto da utilização dos seus recursos, o que ao certo não sabemos até onde pode ir essa utilização para futuras implementações e utilização por parte dos agricultores. No quadro 02 podemos ver os preços da utilização do Firestore.

Quadro 02: Custos do Firestore

	Cota gratuita por dia	Preço além da cota gratuita (por unidade)	Unidade de preço
Leituras de documento	50.000	US\$ 0,06	por 100.000 documentos
Gravações de documento	20.000	US\$ 0,18	por 100.000 documentos
Exclusões de documento	20.000	US\$ 0,02	por 100.000 documentos
Dados armazenados	1 GB de armazenamento	US\$ 0,18	GB/mês

Fonte: Google Cloud, 2022.

3.5 ESP8266

ESP8266 é uma placa de prototipagem e desenvolvimento de hardware. Ela é formada por um microcontrolador ligado a estruturas de saída e entrada de dados. Assim é possível fazer a coleta dos dados, processá-los através do microcontrolador e enviar uma resposta (SANTOS, 2019). O ESP8266 foi escolhido para o desenvolvimento do projeto por possuir conexão nativa com wifi e bluetooth, assim não necessitando de nem módulo ou hardware externo para enviar os dados, porém outras placas podem fazer a substituição do ESP8266, como por exemplo arduino com módulo wifi, vespa ou até mesmo franzininho.

Portanto o ESP8266 será utilizado no projeto a fim de mandar os dados coletados da horta para um Banco de Dados (BD). O aplicativo irá buscar os dados dos sensores no banco de dados e apresentá-los ao produtor.

3.6 Sensores

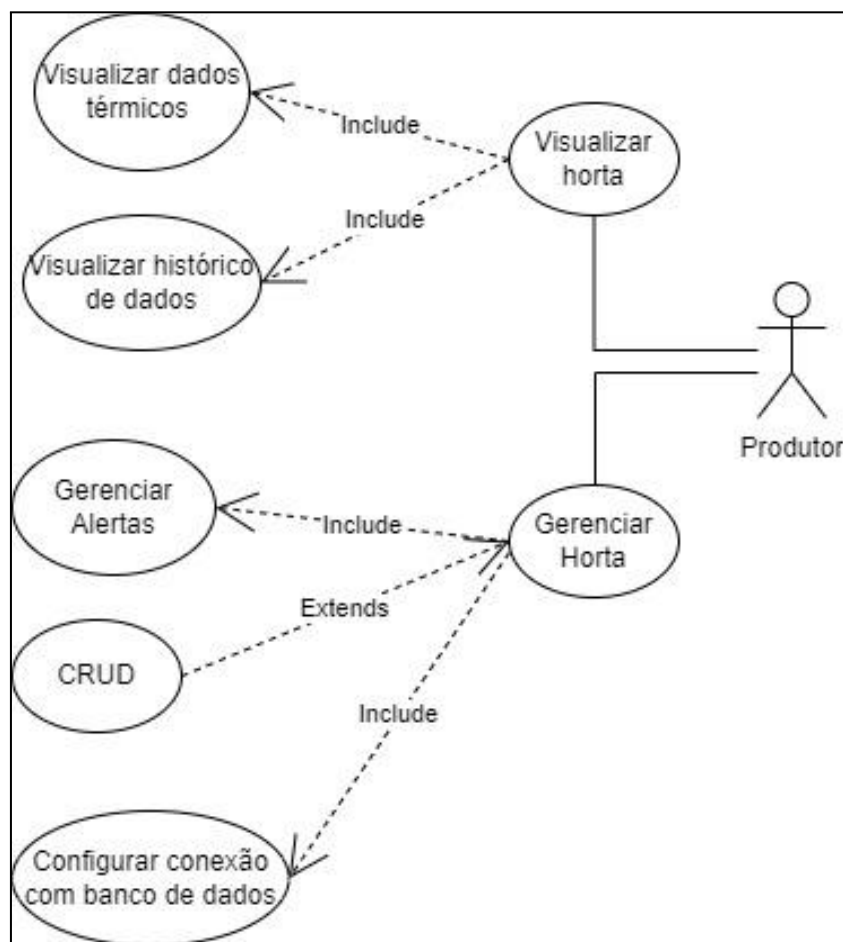
- **Sensor DHT11:** O sensor DHT11 faz a leitura dos dados de umidade e temperatura do ambiente à sua volta. A temperatura é medida num intervalo de 0 a 50°C com $\pm 2^\circ\text{C}$ de precisão, a coleta da umidade tem a faixa de 20% a 90% com 5% de precisão (TORRES, 2015).
- **Sensor de umidade do solo HL-69:** O sensor de umidade HL-69 faz a leitura da umidade do solo, ele utiliza sondas para medir a resistência do solo e assim verificar sua umidade.
- **Fotoresistor:** O Fotoresistor varia a resistência da luminosidade do ambiente, assim quanto maior a luminosidade maior a resistência, assim o Fotoresistor é utilizado para medir a intensidade da luz.

3.7 Diagramas

A Figura 03 apresenta o diagrama de casos de uso (UML). O diagrama de casos de uso é feito com base nas necessidades do usuário e nos requisitos do sistema, mostrando todas as funcionalidades que o agricultor pode realizar em questão da aplicação mobile do projeto.

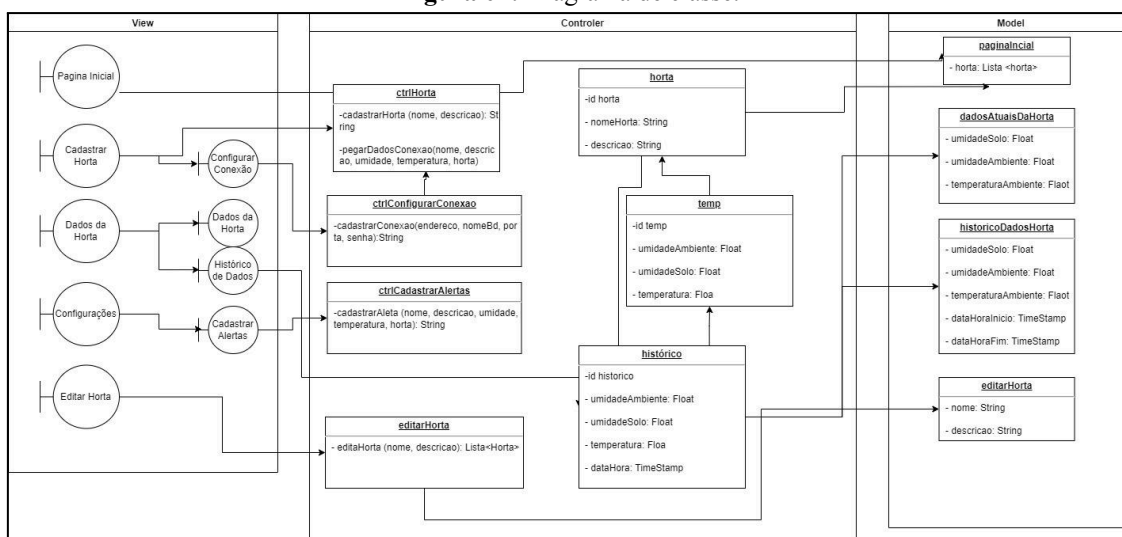
A Figura 04 mostra o diagrama de classes no padrão mvc, apresentando os relacionamentos, os dados, métodos e os relacionamento das classes durante a aplicação mobile.

Figura 03: Diagrama de casos de uso.



Fonte: Autoria Própria.

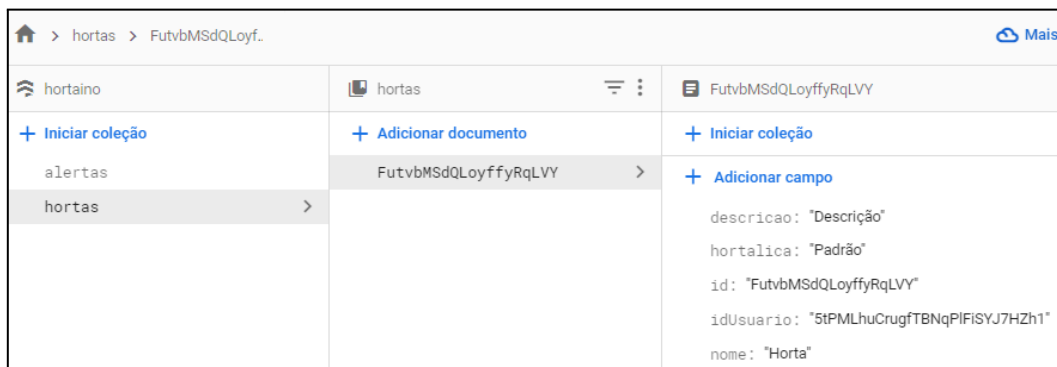
Figura 04: Diagrama de classe.



Fonte: Autoria Própria.

A Figura 05 mostra como estão armazenadas as hortas no Firebase. As hortas possuem descrição, tipo de hortaliça produzida (caso não seja colocado o valor fica padrão), id do usuário para conseguir listá-las e o nome da mesma.

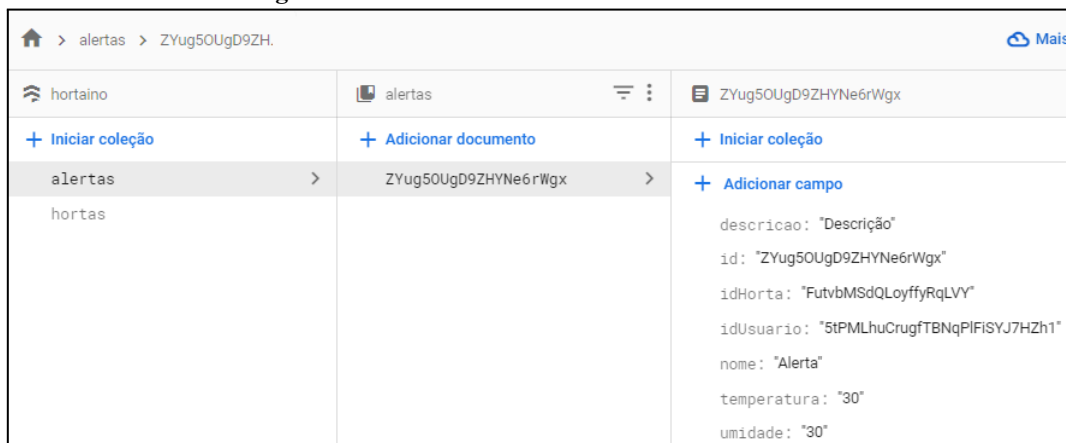
Figura 05: Estrutura de Armazenamento das Hortas.



Fonte: Autoria Própria.

Figura 06 apresenta o armazenamento dos alertas de temperatura e umidade no Firebase. Os alertas possuem descrição, nome, id do usuário para o mesmo fim de conseguir listá-los para o agricultor, id da horta para referenciar a horta que terá esses alertas e os dados de temperatura e umidade para notificar o agricultor caso as temperaturas sejam atingidas.

Figura 06: Estrutura de Armazenamento dos Alertas.

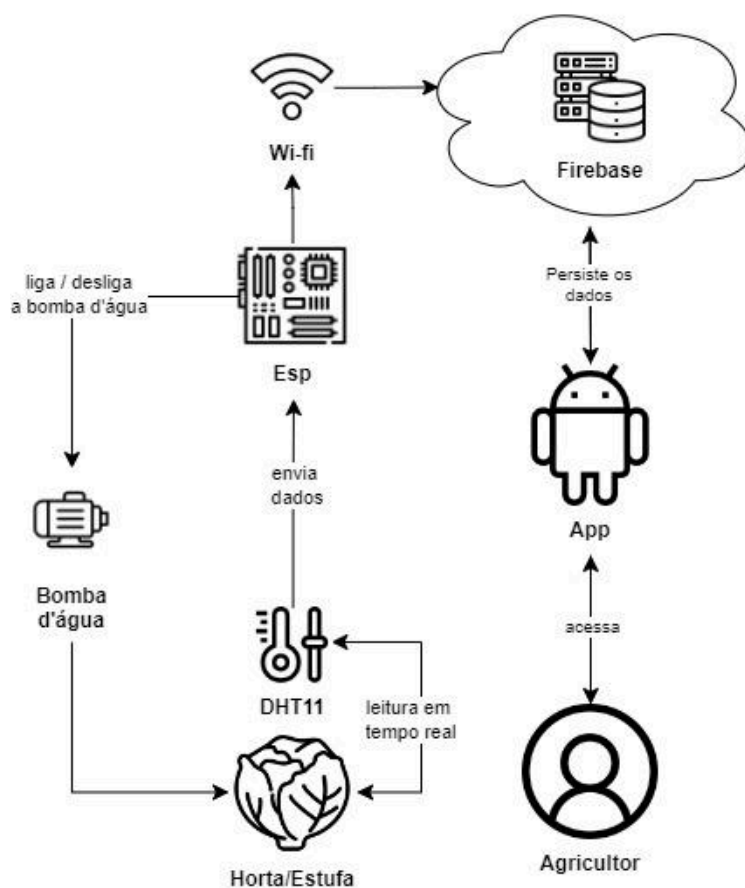


Fonte: Autoria Própria.

A comunicação e transmissão dos dados podem ser observadas na Figura 07, as quais iniciam na horta com a coleta dos dados por meio dos sensores de umidade do solo e temperatura e umidade do ambiente, após isso os dados são enviados para a ESP8266, onde são processados, enviados para o banco de dados através do wifi e é ligado ou desligado uma eletro válvula para a irrigação da horta. O aplicativo obtém os dados enviados pela ESP8266 no banco de dados e é possível manter o gerenciamento

dos cadastros das hortas e a gestão dos alertas já cadastrados no aplicativo, e por fim pode ser gerenciado pelo agricultor.

Figura 07: Fluxo de dados da automação e aplicativo.



Fonte: Autoria Própria.

3.8 Custo do Projeto

O Quadro 02, apresenta o custo médio que o projeto precisará para ser desenvolvido.

Quadro 02: Valor do projeto

<i>DESCRIÇÃO</i>	<i>QTD</i>	<i>VALOR UN.</i>	<i>VALOR TOTAL</i>
ESP8266	1	R\$ 50,26	R\$ 50,26
Protoboard	1	R\$ 17,90	R\$ 17,90
Sensor Umidade Solo	4	R\$ 9,90	R\$ 39,60

Fotoristor	8	R\$ 0,70	R\$ 3,50
Led RGB	10	R\$ 0,85	R\$ 5,10
Válvula Solenóide	1	R\$59,90	R\$ 59,90
Sensor de Temperatura	4	R\$ 14,90	R\$ 58,06
Ponte H Dupla L298N	2	R\$ 28,40	R\$ 28,40
Mangueira	8	R\$ 8,00	R\$ 64,00
Conexão rápida para a mangueira	5	R\$ 8,00	R\$ 40,00
Aspersor	4	R\$ 17,49	R\$ 69,96
TOTAL			R\$ 436,68

Fonte: Autoria Própria.

O valor médio para um sistema de irrigação atualmente é de R\$ 7,00 - R\$ 12,00 por m², o que no melhor dos casos em uma horta média de 80m² custaria R\$560,00 reais e no pior dos casos mais de R\$900,00 superando o dobro do valor atual do projeto. O que retrata a ideia de um projeto de baixo custo para os produtores que não possuem um grande orçamento para esse tipo de sistema.

Além do valor apresentado acima, o agricultor precisa dispor de uma rede wifi na propriedade, para que o microcontrolador faça o envio dos dados e receba no celular. Uma rede wifi custa em média R \$100, esse valor pode aumentar caso seja necessário a aquisição de um repetidor de rede para levar o wifi até o espaço de terra que deseja ser automatizado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Pesquisa de Campo

A pesquisa de campo foi realizada com 17 agricultores da região de Quedas do Iguaçu - PR, a pesquisa foi feita por meio de um formulário com 10 perguntas visando saber suas preferências, opiniões e sugestões para o sistema e app. É importante ressaltar que a pesquisa foi feita de forma totalmente anônima para apenas fins

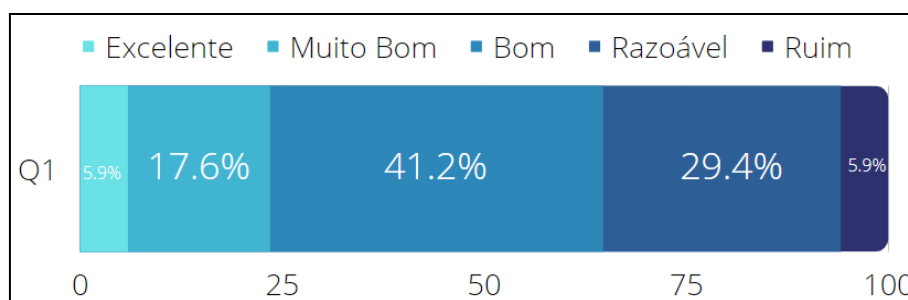
científicos, adquirindo apenas a idade dos agricultores e nenhuma informação pessoal a mais.

Na pesquisa foi adquirido qual a idade dos agricultores, assim obtivemos que: 17.6% são da faixa etária entre 18 e 30 anos, 41.2% são da faixa 30 a 50 anos, do mesmo jeito 41.2% da faixa de 50 a 60 anos e ninguém apresentou uma idade superior a 60 anos. Assim podemos observar que, na média dos 17 agricultores entrevistados não foi apresentada nenhuma idade elevada.

A Figura 08 apresenta as respostas das seguintes perguntas:

- Q1: Como você classifica suas habilidades/Conhecimentos de tecnologia?

Figura 08: Conhecimentos em tecnologia

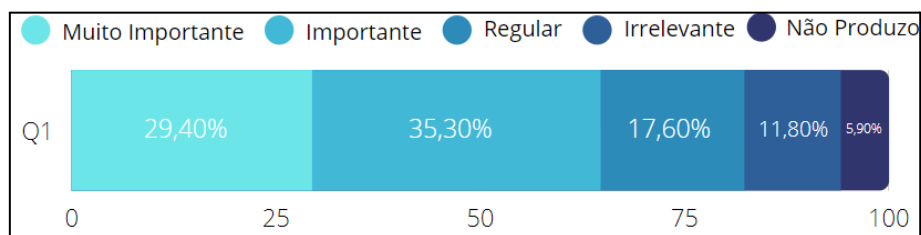


Fonte: Autoria Própria.

Com os dados da Figura 08, vemos que 94,1% dos agricultores possuem pelo menos um conhecimento razoável em relação a tecnologias em geral. Isso mostra que por mais que haja uma crença de “despreparo” por parte dos agricultores podemos ver que isso não se encaixa totalmente nessa ótica. Além disso, também perguntamos seu nível de conhecimento em relação à agricultura 4.0, onde observamos que quase 50% não tem um conhecimento prévio mediano sobre a agricultura 4.0, observando o quanto difundido precisa ser as novas tecnologias e meios de produção para estar presentes nos agricultores familiares e pequenos agricultores.

Dentre os 17 agricultores entrevistados 94.10% dos mesmos fazem a produção de hortaliças em suas propriedades, deste modo foi perguntado o quão significativa as hortaliças são para a sua renda ou sustentabilidade própria, os resultados podem ser observados na Figura 09.

Figura 09: Importância das hortaliças para os agricultores familiares.

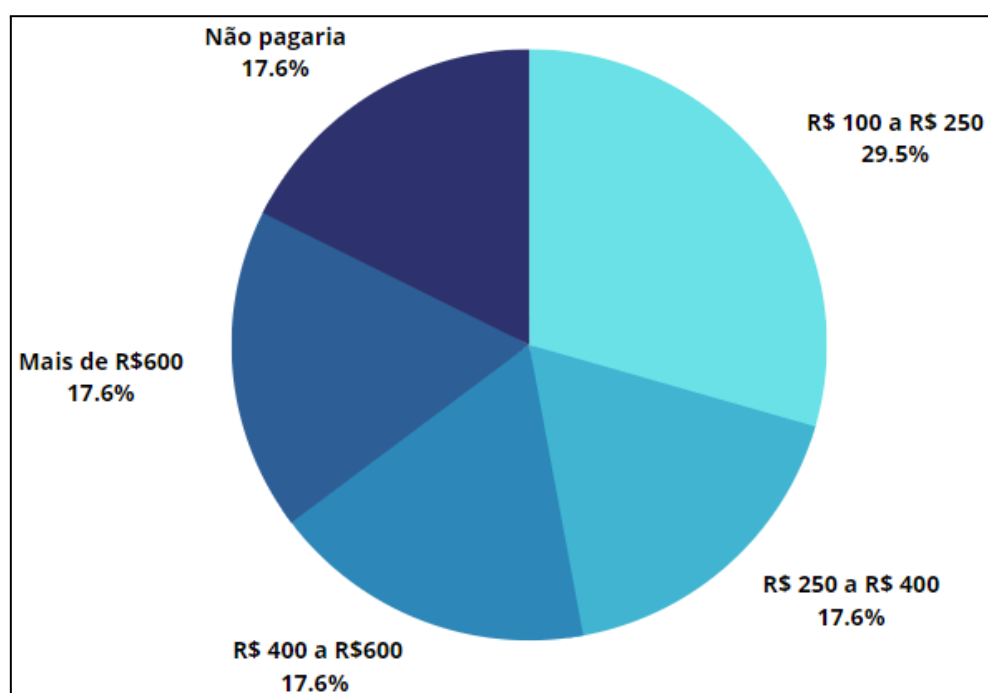


Fonte: Autoria Própria.

Em grande maioria os produtores julgam as hortaliças Importante ou relativamente significativas para eles, representando 82.30% dos agricultores. Em contrapartida, 11.80% julgam essa produção totalmente irrelevante para eles e apenas 5.90% não possuem horta/estufa.

A Figura 10 dispõe dos valores médios que os entrevistados estariam dispostos a investir no sistema de irrigação, juntamente com o aplicativo.

Figura 10: Preços que os agricultores estariam disposto a investir



Fonte: Autoria Própria

Grande parte dos agricultores familiares não estão dispostos a investir um valor muito elevado no sistema de irrigação, na pesquisa feita apenas 17.60% estarão dispostos a pagar pelo valor de um sistema de irrigação automático que temos hoje, o que torna essencial a produção de um sistema mais barato para os mesmos. O primeiro

levantamento do valor do projeto ficou em R\$ 436,68 como pode ser visto no Quadro 02, o que atende ao valor desejado de 35,20% dos agricultores.

Também foi perguntado para os agricultores que se, caso desenvolvido, fariam o uso do sistema de irrigação e do aplicativo aplicativo para a visualização dos dados, 70.6% dos agricultores afirmaram que utilizam sim o projeto em questão. O que mostra o desejo por parte desses produtores de atualizar seus meios de produção e de se inovar.

4.2 Aplicativo

Tendo em mãos os requisitos do aplicativo e o protótipo que foi desenvolvido através do Figma, foi desenvolvida a aplicação mobile com dart juntamente com o *framework* Flutter. A Figura 11 mostra as telas de login para o usuário conseguir acessar uma conta existente e a tela de cadastro para caso não tenha uma conta o usuário conseguir criá-la.

Figura 11: Telas de Login e Cadastro.

The figure displays two mobile application screens side-by-side. Screen (a) is the 'Login' screen, featuring a blue header with the text 'Bem Vindo de Volta!'. Below the header, the instruction 'Insira seus dados' is centered. There are two input fields: 'Email' with an envelope icon and 'Senha' (Password) with a lock icon and a toggle for visibility. A large blue 'Login' button is positioned below the fields. At the bottom, a link 'Criar uma Conta' is provided for users who do not have an account. Screen (b) is the 'Cadastro' (Registration) screen, with a blue header containing a back arrow and the title 'Cadastro'. The instruction 'Insira Seus dados' is centered. It includes three input fields: 'Nome' (Name) with a person icon, 'Email' with an envelope icon, and 'Senha' (Password) with a lock icon and a toggle. A second 'Senha' field labeled 'Confirmar Senha' (Confirm Password) with a lock icon and a toggle follows. A large blue 'Cadastrar-se' button is at the bottom. Both screens have a light gray background and standard Android navigation icons at the very bottom.

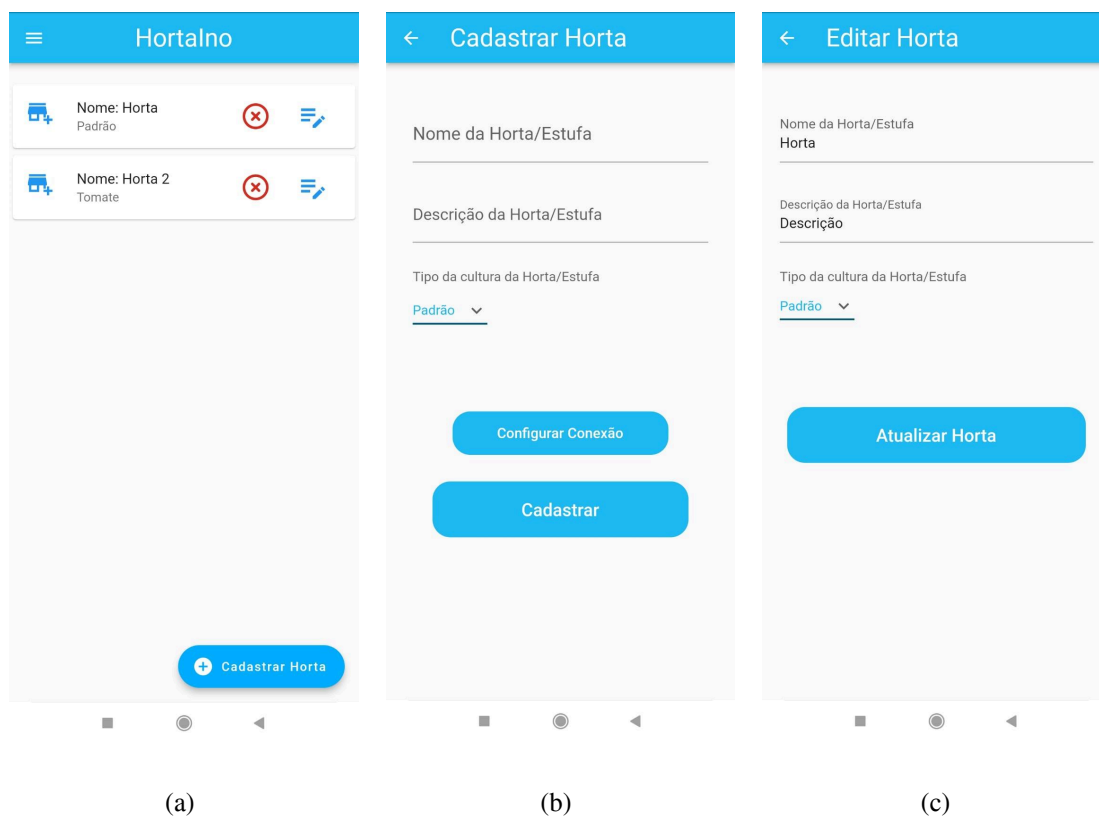
(a)

(b)

Fonte: Autoria Própria.

Figura 12 apresenta a Tela Inicial do aplicativo que apresenta todas as hortas cadastradas até o momento, as duas telas seguintes se referem a o cadastro da horta pedindo o nome descrição e os dados, para assim após ser feito o cadastro a horta ser apresentada na tela inicial e a edição dos dados das hortas já cadastradas no aplicativo.

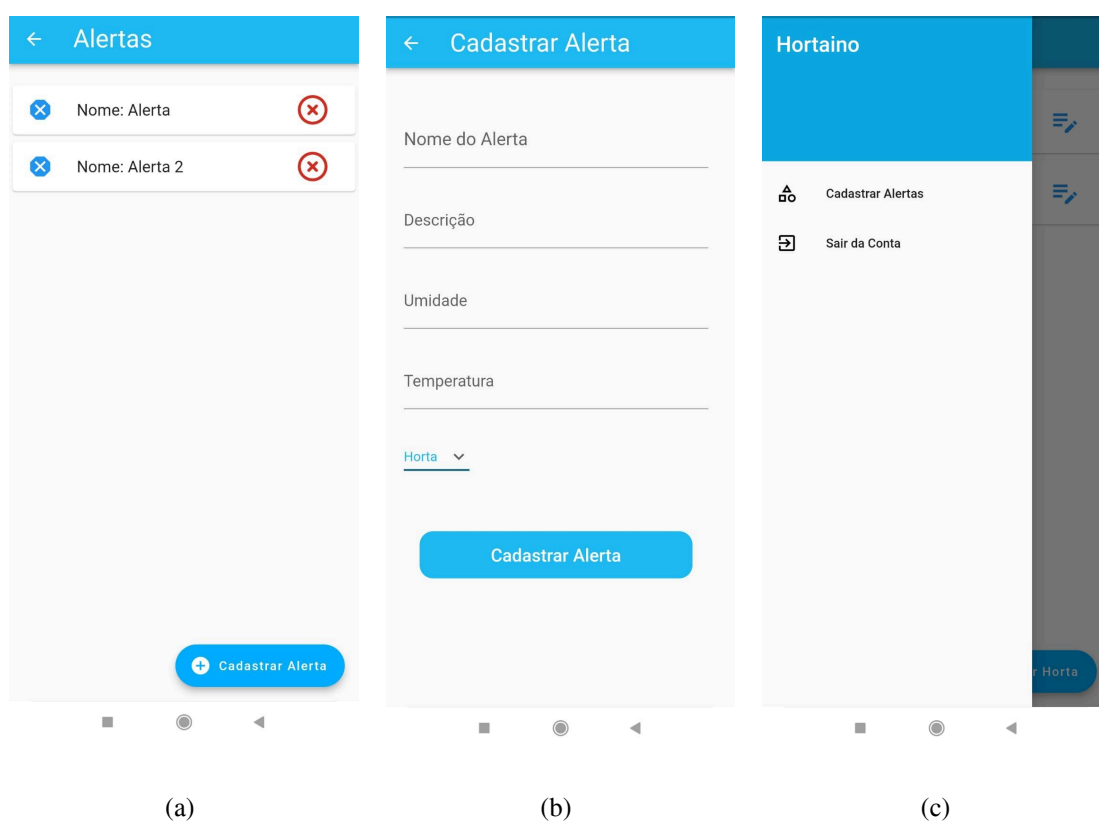
Figura 12: Telas de Menu, cadastro e edição de hortas



Fonte: Autoria Própria.

Figura 13 apresenta o menu dos alertas onde é possível ver todos os alertas cadastrados para as hortas, o tela de cadastro dos alertas que além dos dados padrões também pede uma horta de referência para o cadastro do alerta. Na última imagem é possível ver o drawer, que nada mais é que um menu lateral para conseguir mais algumas funcionalidades da aplicação, nele está contido a tela de alertas e um botão para o usuário efetuar o logout da conta.

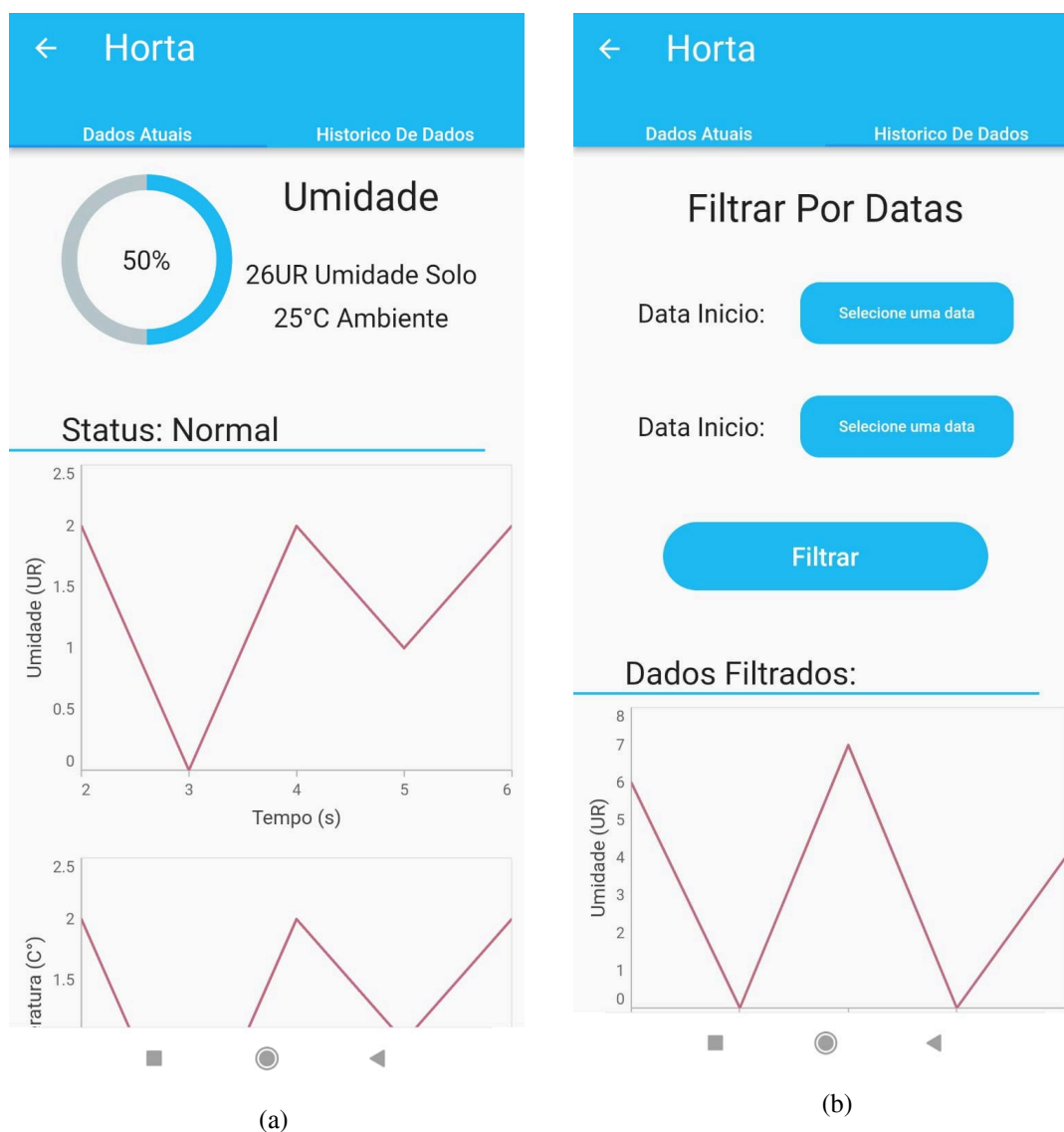
Figura 13: Telas de Menu, cadastro de alertas e drawer lateral



Fonte: Autoria Própria.

Figura 14 mostra os dados atuais da horta e o histórico de dados onde pode ser feita a filtragem dos dados por data. Importante ressaltar que essas duas telas ainda não estão funcionando, pois não foi feito o envio dos dados da ESP8266 para o firebase.

Figura 14: Telas de Login e Cadastro



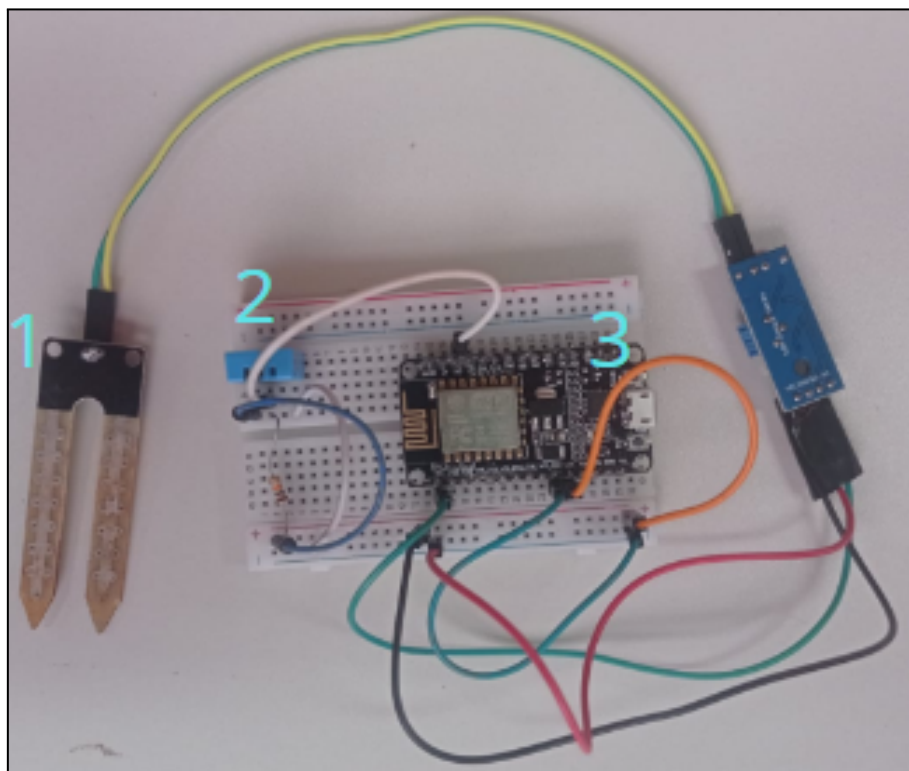
Fonte: Autoria Própria.

4.3 Sistema

Figura 15 é nos apresentado o protótipo do sistema de automatização, já foi realizado o acionamento de uma eletroválvula, no projeto foi utilizado a válvula solenóide contudo a válvula pode ser substituída por qualquer outro dispositivo que realize a função. Na imagem podemos ver o sensor de umidade HI-69 (1), sensor de

temperatura e umidade do ambiente DHT11 (2) tudo interligado com o microcontrolador ESP8266.

Figura 15: Protótipo do Sistema automatizado.



Fonte: Autoria Própria.

O sistema acima consegue realizar a coleta dos dados, o envio para o firebase e o acionamento da válvula para a irrigação. Tudo que mudará do sistema acima para a real implantação em campo é a quantidade dos sensores conectados no microcontrolador, dependendo sua quantidade para o tamanho de terra que será automatizado, quanto maior o espaço de terra maior a quantidade de sensores para realizar a média dos dados.

Destaca-se que este projeto foi apresentado na 19º Latinoware em 2022 que é um dos maiores congresso Latino-Americano de software livre e tecnologias abertas, o projeto foi apresentado na categoria Short Papers, na trilha acadêmica Latin.Science, o artigo aceito pode ser encontrado nos anais de publicação de 2022¹.

¹ Anais Latinoware 2022. Disponível em: <<https://latinoware.org/anais-latinoware-2022/>>. Acesso em: 13 dez. 2022.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se que o projeto consiga auxiliar o pequeno produtor rural na produção de hortaliças, com um sistema de baixo custo e software livre visando principalmente a adaptação da automação para diferentes aspectos de produção, juntamente com a facilidade para a aquisição do projeto e modificação do mesmo para diferentes culturas. Portanto, este projeto contribui para a modernização dos meios de produção da agricultura familiar, potencialmente inserindo-os no mundo da agricultura 4.0, auxiliando no quesito da produção de hortaliças, simplificando a produção e ajudando-os em sua sustentabilidade e renda. O aplicativo é software livre, ou seja, o código está aberto para modificações, adaptações e inspiração. O código do aplicativo está disponível no GitHub no seguinte link:

<<https://github.com/ErickBonruque/HortainoApp.git>>.

Em contrapartida, o trabalho limita-se a pequenas áreas de irrigação pela dificuldade de comunicação dos sensores para com a ESP8266 e inviabilidade na irrigação em grandes áreas, assim o foco principal do trabalho é para pequenos espaços de terra, porém não descartando a possibilidade de adaptação do mesmo para outros tipos de cultivos ou áreas.

Para futuros trabalhos e aprimoramentos do trabalho será feito a testagem em campo do sistema automatizado, testes de usabilidade e o envio dos dados da ESP8266 para o Firebase e a idealização e implantação de um sistema de irrigação distribuída pelas hortaliças, sendo que atualmente toda a horta é irrigada e por mais que é feita a média de umidade espaços que não necessitam de irrigação ainda são irrigados. Os pontos destacados não foram desenvolvidos em questão de tempo e disponibilidade de recursos.

REFERÊNCIAS

BEVILACQUA, H. E. C. R. Classificação das hortaliças. CASTANHEIRO, ALM; BEVILACQUA, HECR; SHIRAKI, JN (Coords.). Horta: cultivo de hortaliças. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo, Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente, p. 1039-1042, 2006.

BUENO, C. E. DE O. Desenvolvimento de um aplicativo utilizando o framework Flutter e arquitetura limpa. 2021. 47f, Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em

Ciências da Computação) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia - GO, 2021. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/1861>. Acesso em: 31 de outubro. 2022.

CARRION, Patrícia; QUARESMA, Manuela. Internet da Coisas (IoT): Definições e aplicabilidade aos usuários finais. *Human Factors in Design*, v. 8, n. 15, p. 049-066, 2019.

CARVALHO, J. S. Produção de pimenta dedo-de-moça em função de doses de hidrogel e turnos de irrigação. *Ceres: IF Goiano*, 2017. 40p. Dissertação de mestrado.

DA CUNHA, Kianne Crystie Bezerra; DA ROCHA, Rodrigo Vilela. Automação no processo de irrigação na agricultura familiar com plataforma Arduino. *Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar*, v. 1, n. 2, p. 62-74, 2015.

DOS SANTOS, Tamiris Camargo; ESPERIDIÃO, Tamara Lima; DOS SANTOS AMARANTE, Mayara. AGRICULTURA 4.0. *Revista Pesquisa e Ação*, v. 5, n. 4, p. 122-131, 2019.

FAULIN, E.J.; O Uso do System Dynamics em um modelo de apoio a comercialização: uma aplicação à agricultura familiar. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, 2004.

FAULIN, Evandro Jacóia; AZEVEDO, PF de. Distribuição de hortaliças na agricultura familiar: uma análise das transações. *Informações Econômicas*, v. 33, n. 11, p. 24-37, 2003.

FERNANDES, G. D.; PREUSS, E.; SILVA, T. L. Sistema Automatizado de Controle de Estufas para Cultivo de Hortaliças. p.32, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/12958/TCCG_SIFW_2017_FERNANDES_DOUGLAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 31 oct. 2022.

MACHADO, Melise Dantas; SILVA, Andrea Lago da. Distribuição de produtos provenientes da agricultura familiar: um estudo exploratório da produção de hortaliças. *Organizações Rurais e Agroindustriais/Rural and Agro-Industrial Organizations*, v. 6, n. 1511-2016-131210, p. 67-80, 2004.

RIBEIRO, Josiana Gonçalves; MARINHO, Douglas Yusuf; ESPINOSA, Jose Waldo artínez. Agricultura 4.0: desafios à produção de alimentos e inovações tecnológicas. In: Simpósio de Engenharia de Produção. 2018. p. 1-7.

SANTOS, B. P., Silva, L. A., Celes, C. S., Borges, J. B., Peres, B. S., Vieira, M. M., . . . Loureiro, A. A. (maio de 2016). Internet das Coisas: da Teoria à Prática. Livro Texto Minicursos - SBRC 2016, p. 15.

SANTOS, Jean Willian; LARA JUNIOR, Renato Capelin de. Sistema de automatização residencial de baixo custo controlado pelo microcontrolador esp32 e monitorado via smartphone. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SILVA, Werliton. Aplicações Móveis Nativas com React Native e Firebase: Um Estudo de Caso. UFMA, 2018. Disponível em: <<http://rosario.ufma.br:8080/jspui/handle/123456789/3498>>. Acesso em: 31 oct. 2022.

SILVEIRA, Leonardo; LIMA, Weldson Q. Um breve histórico conceitual da Automação Industrial e Redes para Automação Industrial. Redes para Automação Industrial. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, p. 16, 2003.

TORRES, João Delfino et al. Aquisição de dados meteorológicos através da plataforma Arduino: construção de baixo custo e análise de dados. Scientia Plena, v. 11, n. 2, 2015.

VILLAIN, Mateus. Figma: o que é a ferramenta, Design e uso. Alura, 2022. Disponível em: <<https://www.alura.com.br/artigos/figma>>. Acesso em: 31 de outubro de 2022.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE LEVANTAMENTO DE DEMANDAS

Questões do formulário que foi feita com os agricultores familiares:

1. Qual sua idade?
 - a. 18 - 30
 - b. 30 - 50
 - c. 50 - 60
 - d. 60+
2. Como você classifica suas habilidades/Conhecimentos de tecnologia?
 - a. Excelente
 - b. Muito Bom
 - c. Bom
 - d. Razoavel
 - e. Ruim
3. Qual é o seu nível de conhecimento sobre agricultura 4.0 e/ou Agricultura de precisão?
 - a. Excelente
 - b. Muito Bom
 - c. Bom
 - d. Razoavel
 - e. Não possuo conhecimento prévio
4. Você produz hortaliças?
 - a. Sim
 - b. Não
5. Se sim, quão significativo ela é para sua renda ou sustentabilidade própria
 - a. Muito Importante
 - b. Importante
 - c. Regular
 - d. Irrelevante
 - e. Não produz hortaliças

6. Considera-se sistema automatizado de irrigação de hortas monitoramento da temperatura e umidade, visualização em tempo real desses dados e irrigação remota via aplicativo.
 - a. Sim
 - b. Não
 - c. Talvez
7. Caso usasse o sistema de irrigação, também utilizaria um aplicativo para a visualização dos dados da horta em tempo real. Dados: Umidade e temperatura do solo e do ambiente?
 - a. Sim
 - b. Não
 - c. Talvez
8. Quanto estaria disposto a pagar por esse sistema de irrigação junto com o aplicativo?
 - a. R\$ 100 a R\$ 250
 - b. R\$ 250 a R\$ 400
 - c. R\$ 400 a R\$ 600
 - d. Mais de R\$ 600
 - e. Não pagaria
9. Além de saber a umidade e temperatura do solo e do ambiente da horta/estufa, qual outros dados você julgaria importantes ou essenciais serem visualizados no aplicativo?
10. Possui alguma sugestão ou necessidade de automatização no cultivo da sua estufa/horta? Quais sugestões?