

**CENTRO PAULA SOUZA
ETEC PHILADELPHO GOUVÊA NETTO
Técnico em Mecatrônica**

**Anderson Oliveira dos Santos
Kayke Silva Fiaze Oliveira
Richardson José Lages Baglioni
Richarlyson Lorran de Souza Santos**

CENTRAL DE MONITORAMENTO AGRÍCOLA

**São José do Rio Preto
2025**

Anderson Oliveira dos Santos
Kayke Silva Fiaze Oliveira
Richardson José Lages Baglioni
Richarlyson Lorran de Souza Santos

CENTRAL DE MONITORAMENTO AGRÍCOLA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso Técnico em Mecatrônica da Etec
Philadelpho Gouvêa Netto, orientado pelo Prof.
Mario Kenji Tamura, como requisito parcial para
a obtenção do título de técnico em Mecatrônica.

São José do Rio Preto
2025

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresenta o desenvolvimento de uma central de monitoramento agrícola, com foco na coleta e envio remoto de dados ambientais por meio de uma rede Wi-Fi. O objetivo principal é auxiliar pequenos e médios produtores rurais no acompanhamento das condições do solo e do ambiente, permitindo uma tomada de decisão mais precisa e eficiente na gestão agrícola. O sistema é composto por sensores conectados a uma plataforma microcontrolada, responsável por coletar informações como temperatura, umidade do solo e do ar, entre outras variáveis relevantes. Os dados são processados localmente e enviados remotamente através de uma rede Wi-Fi, utilizando o serviço de e-mail do Google (Gmail) como meio de comunicação entre o campo e o usuário final. Esta solução foi escolhida por sua simplicidade de implementação, baixo custo e alta acessibilidade. O projeto integra conhecimentos de eletrônica, programação e automação, sendo uma aplicação prática dos conteúdos estudados no curso técnico em Mecatrônica. Os testes em campo demonstraram que o sistema é funcional, confiável e tem potencial para expansão futura, incluindo integração com bancos de dados online e aplicativos móveis.

Palavras-chave: Monitoramento agrícola; Sensores ambientais; Automação rural; Wi-Fi; Microcontrolador; Umidade e temperatura; Internet das Coisas; Gmail; Mecatrônica; Tomada de decisão agrícola.

Resumen

Este Trabajo de Conclusión de Curso (TCC) presenta el desarrollo de una central de monitoreo agrícola, enfocada en la recolección y transmisión remota de datos ambientales a través de una red Wi-Fi. El objetivo principal es apoyar a pequeños y medianos productores rurales en el seguimiento de las condiciones del suelo y del ambiente, permitiendo una toma de decisiones más precisa y eficiente en la gestión agrícola. El sistema está compuesto por sensores conectados a una plataforma con microcontrolador, responsable de recolectar información como temperatura, humedad del suelo, humedad del aire, entre otras variables relevantes. Los datos se procesan localmente y se envían de forma remota mediante una red Wi-Fi, utilizando el servicio de correo electrónico de Google (Gmail) como medio de comunicación entre el campo y el usuario final. Esta solución fue elegida por su facilidad de implementación, bajo costo y alta accesibilidad. El proyecto integra conocimientos en electrónica, programación y automatización, siendo una aplicación práctica de los contenidos estudiados en el curso técnico en Mecatrónica. Las pruebas en campo demostraron que el sistema es funcional, confiable y tiene potencial para una futura expansión, incluyendo integración con bases de datos en línea y aplicaciones móviles.

Palabras-clave: Monitoreo agrícola; Sensores ambientales; Automatización rural; Wi-Fi; Microcontrolador; Humedad y temperatura; Internet de las Cosas; Gmail; Mecatrónica; Toma de decisiones agrícolas.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	1
1.2 Objetivo geral e específico	1
Objetivos Específicos	1
1.3 Referencial técnico	2
1.3.1 A Agricultura De Precisão	2
1.3.2 Conceitos e Fundamentos	2
1.3.3 Tecnologias Envolvidas na Agricultura de Precisão	2
1.3.4 GPS e Sistemas de Georreferenciamento.....	2
1.3.5 Sensores e Plataformas de Coleta de Dados	2
1.3.6 Drones e Imagens de Satélite	2
1.3.7 Mapeamento de Produtividade	2
1.4 Como Ela Surgiu ?	3
1.5 O Contexto Histórico	3
1.6 A Agricultura De Precisão No Brasil	3
1.6.1 O Início Da Agricultura De Precisão No Brasil	3
1.7 Agricultura De Precisão Na Prática	4
1.7.1 Como Funciona Na Pratica?	4
1.8 Mapeamento E Análise	4
1.9 Aplicação Localizada De Insumos.....	4
1.10 Monitoramento Contínuo.....	5
1.10.1 Plantio Inteligente	5
1.11 Como Funciona Um Plantio Inteligente?	5
1.12 Planejamento Antecipado	5
1.13 Uso De Máquinas Inteligentes	5
1.13.1Tecnologia No Campo	5
1.14 Monitoramento Contínuo.....	6
1.15 Pulverização Inteligente	6
1.16 Monitoramento Da Lavoura.....	6
1.17 Análise das informações	6
1.18 Aplicação localizada	6

1.19 Ajuste Da Dosagem Em Tempo Real.....	7
1.20 Inovação e Praticidade: O Futuro das Operações	7
1.21 O Impacto da Automação na Colheita.....	8
1.22 Case IH.....	8
1.23 Benefícios da Automação na Agricultura	9
2. DESENVOLVIMENTO	
2.1 MATERIAIS UTILIZADOS.....	11
2.2 ORÇAMENTO	14
2.3 CRONOGRAMA	14
2.4 PLANEJAMENTO	15
2.5 PROGRAMAÇÃO	15
2.6 PROCESSO FINAL.....	18
2.7TESTE DA CENTRAL DE MONITORAMENTO AGRÍCOLA	22
3. CONCLUSÃO	23
Referências.....	24

1. Introdução

A agricultura moderna exige cada vez mais precisão, controle e eficiência na tomada de decisões, especialmente no que diz respeito às condições ambientais que influenciam diretamente na produtividade das lavouras. No entanto, a realidade de pequenos e médios produtores rurais ainda é marcada pela dificuldade de acesso a tecnologias automatizadas de monitoramento agrícola, principalmente devido ao alto custo das centrais autônomas disponíveis no mercado.

Além disso, muitos produtores ainda utilizam métodos manuais de medição, que nem sempre são precisos ou confiáveis, sendo frequentemente baseados em experiências pessoais ou crenças transmitidas de geração em geração, sem embasamento técnico. Esses métodos, embora tradicionais, podem resultar em decisões equivocadas, desperdício de recursos e baixa produtividade.

Diante desse cenário, justifica-se o desenvolvimento de uma central de monitoramento agrícola de baixo custo, automatizada e de fácil implementação, que permita o envio remoto de dados via Wi-Fi, utilizando recursos acessíveis como o serviço de e-mail do Google. Essa solução tem como objetivo democratizar o acesso à tecnologia no campo, contribuindo para uma agricultura mais eficiente, sustentável e tecnicamente fundamentada.

1.2 Objetivo geral e específico

Desenvolver uma central de monitoramento agrícola automatizada, de baixo custo e acessível, que possibilite a pequenos e médios produtores rurais a obtenção e o monitoramento remoto de dados ambientais, visando a democratização do acesso à tecnologia de qualidade no setor agrícola.

Objetivos Específicos

- Projetar e implementar um sistema de aquisição de dados ambientais por meio de sensores apropriados para aplicação agrícola.
- Integrar os sensores a uma plataforma microcontrolada capaz de processar e transmitir os dados via rede Wi-Fi.
- Desenvolver o módulo de comunicação para envio automático dos dados coletados utilizando o serviço de e-mail do Google (Gmail).
- Realizar testes experimentais em campo para validação da precisão, confiabilidade e usabilidade do sistema desenvolvido.
- Avaliar a redução de custos proporcionada pela solução proposta em comparação com centrais de monitoramento comerciais.
- Elaborar a documentação técnica detalhada do desenvolvimento e dos resultados obtidos, possibilitando futuras melhorias e adaptações.

1.3 Referencial técnico

1.3.1 A Agricultura De Precisão

A agricultura de precisão é um conjunto de técnicas e tecnologias que visa otimizar o uso de recursos na produção agrícola, promovendo maior eficiência, produtividade e sustentabilidade. Trata-se de uma abordagem moderna da agricultura que se baseia no monitoramento e na gestão detalhada de variáveis do campo, levando em consideração as variações espaciais e temporais dentro da lavoura. Em vez de tratar o campo como uma unidade homogênea, a agricultura de precisão reconhece que cada parte da área cultivada pode ter necessidades diferentes e, por isso, deve ser manejada de forma personalizada.

1.3.2 Conceitos e Fundamentos

O principal objetivo da agricultura de precisão é aplicar os insumos agrícolas, como fertilizantes, sementes, defensivos e água, de maneira localizada e precisa, no lugar certo, na quantidade certa e no momento ideal. Isso só é possível graças ao uso de tecnologias avançadas, como sensores, sistemas de posicionamento global (GPS), drones, imagens de satélite, softwares de mapeamento e análise de dados, entre outros.

Essa prática baseia-se na coleta e análise de grandes volumes de dados sobre a lavoura, o solo, o clima e as máquinas, permitindo que o produtor tome decisões mais acertadas, reduzindo desperdícios e impactos ambientais.

1.3.3 Tecnologias Envolvidas na Agricultura de Precisão

A agricultura de precisão depende de diversas tecnologias que atuam em conjunto. Entre as principais, destacam-se:

1.3.4 GPS e Sistemas de Georreferenciamento

Permitem o mapeamento exato das áreas cultivadas, auxiliando na navegação de máquinas agrícolas e na identificação de zonas específicas com diferentes características.

1.3.5 Sensores e Plataformas de Coleta de Dados

Medem variáveis como umidade do solo, temperatura, densidade do solo, índice de vegetação, entre outras. Esses sensores podem estar acoplados em tratores, colheitadeiras, drones ou até mesmo espalhados no campo.

1.3.6 Drones e Imagens de Satélite

Fornecem imagens aéreas detalhadas que ajudam a identificar pragas, doenças, estresse hídrico e deficiências nutricionais, além de permitir o mapeamento de produtividade.

1.3.7 Mapeamento de Produtividade

Durante a colheita, sensores instalados nas colheitadeiras registram a produtividade em diferentes partes da lavoura.

1.4 Como Ela Surgiu ?

A agricultura de precisão é hoje uma das mais importantes inovações do agronegócio mundial. Ela representa uma nova forma de produzir alimentos, baseada em dados, tecnologia e eficiência. Mas, como toda inovação, sua origem não aconteceu de uma hora para outra. Foi resultado de décadas de pesquisa, avanços tecnológicos e transformação do modo de pensar a agricultura.

Para entender como a agricultura de precisão surgiu, é preciso olhar para a história da mecanização agrícola, os avanços na informática, na geotecnologia e nas ciências agrárias. A seguir, vamos percorrer essa trajetória que começa ainda no século XX, passa por momentos-chave e se consolida no século XXI como parte fundamental da chamada Agricultura 4.0

1.5 O Contexto Histórico

No século XX, especialmente após a Segunda Guerra Mundial, o mundo assistiu a um processo de intensificação agrícola conhecido como Revolução Verde. Essa fase foi marcada pela introdução de máquinas agrícolas, fertilizantes sintéticos, defensivos químicos e sementes de alto rendimento. Esses avanços ajudaram a aumentar significativamente a produção de alimentos, principalmente em países em desenvolvimento.

Porém, esse modelo de agricultura intensiva tratava as áreas de cultivo como homogêneas, ou seja, assumia que o solo, as plantas e as condições eram iguais em toda a propriedade. Com o tempo, os agricultores, pesquisadores e técnicos começaram a perceber que isso não era verdade. O solo tem variações de fertilidade, textura, umidade e outros fatores até mesmo dentro de uma mesma.

1.6 A Agricultura De Precisão No Brasil

A agricultura é um dos pilares da economia brasileira, responsável por uma parte significativa do Produto Interno Bruto (PIB), pelas exportações e pela geração de empregos no país. Nos últimos anos, o Brasil tem se destacado não apenas por sua capacidade de produção agrícola em larga escala, mas também pela incorporação de tecnologias avançadas no campo. Entre essas inovações, a agricultura de precisão tem se tornado cada vez mais presente e essencial no contexto nacional.

A agricultura de precisão (AP) no Brasil é uma realidade em constante crescimento. Ela representa uma mudança significativa na forma como o produtor rural lida com sua propriedade, seus cultivos e os recursos disponíveis. Ao invés de adotar práticas padronizadas em toda a área cultivada, a AP permite um manejo localizado e eficiente, que leva em conta as variações naturais do solo, do clima e das plantas.

1.6.1 O Início Da Agricultura De Precisão No Brasil

Cações foram voltadas principalmente para a A introdução da agricultura de precisão no Brasil começou na virada dos anos 1990 para os anos 2000, inicialmente em regiões com alto desenvolvimento tecnológico, como o Sul (especialmente no Rio Grande do Sul e Paraná) e o Centro-Oeste (como Mato Grosso e Goiás). Esses estados concentravam grandes propriedades produtoras de grãos, com alto nível de mecanização e gestão profissionalizada.

As primeiras aplicorreção da acidez do solo e adubação localizada, com base em mapas de fertilidade. A partir daí, outras tecnologias foram sendo incorporadas, como sensores de produtividade, monitoramento via GPS, aplicação de insumos em taxa variável

1.7 Agricultura De Precisão Na Prática

A agricultura de precisão é um conjunto de técnicas modernas que utiliza tecnologias digitais para tornar a produção agrícola mais eficiente, sustentável e rentável. A ideia central é produzir mais gastando menos, aproveitando ao máximo os recursos disponíveis e reduzindo desperdícios.

Em vez de tratar toda a lavoura como se fosse uma área homogênea, a agricultura de precisão reconhece que cada parte do solo e da plantação tem características diferentes. Isso significa que, em um mesmo talhão, pode haver áreas com maior fertilidade, outras com menos nutrientes, locais mais úmidos ou mais secos, partes com maior incidência de pragas e assim por diante.

1.7.1 Como Funciona Na Pratica?

O primeiro passo é mapear e entender o campo. Isso pode ser feito de várias formas:

- Sensores no solo que medem umidade, pH e nutrientes.
- Drones e satélites que captam imagens aéreas, identificando falhas de plantio, estresse hídrico e áreas com pragas.
- Máquinas agrícolas modernas (tratores, colheitadeiras, pulverizadores) que já vêm equipadas com sensores e GPS para registrar dados em tempo real.

1.8 Mapeamento E Análise

Todas essas informações são processadas em softwares agrícolas. O resultado são mapas de produtividade, fertilidade, pragas, doenças, falhas no plantio etc. Assim, o agricultor consegue enxergar de forma clara onde a lavoura está indo bem e onde precisa de atenção.

1.9 Aplicação Localizada De Insumos

Essa é uma das grandes vantagens da agricultura de precisão. Com base nos mapas, o agricultor pode:

- Aplicar fertilizantes apenas onde o solo está carente de nutrientes.
- Pulverizar defensivos apenas nos pontos afetados por pragas ou doenças.
- Usar sementes em doses variáveis, garantindo melhor aproveitamento de cada parte do terreno.
- Isso é feito por meio de máquinas com taxa variável, controladas por GPS, que ajustam automaticamente a quantidade de insumo aplicado conforme avançam pelo campo.

1.10 Monitoramento Contínuo

A agricultura de precisão não é um processo único, mas um ciclo de monitoramento e ajuste constante. Durante todo o ciclo da cultura, os dados são coletados, analisados e usados para tomar decisões mais inteligentes.

1.10.1 Plantio Inteligente

O plantio inteligente é um conceito que une tecnologia, ciência agronômica e sustentabilidade para tornar o processo de plantar mais eficiente, econômico e produtivo. Ele vai além do simples ato de colocar sementes no solo: envolve planejamento, monitoramento e tomada de decisões baseadas em dados.

Na prática, o plantio inteligente é uma das principais aplicações da agricultura 4.0, em que máquinas modernas, sensores, drones, inteligência artificial e sistemas de irrigação automatizados trabalham juntos para garantir o máximo aproveitamento da lavoura.

1.11 Como Funciona Um Plantio Inteligente?

1.12 Planejamento Antecipado

Antes mesmo de iniciar o plantio, o agricultor faz um estudo detalhado do solo e do clima da região. São avaliados fatores como:

- Fertilidade do solo (quantidade de nutrientes).
- Textura (argiloso, arenoso, misto).
- Umidade disponível.
- Histórico de pragas e doenças.
- Previsões climáticas.

Essas informações ajudam a escolher a cultura certa, a variedade de semente mais adequada e a melhor época de plantio.

1.13 Uso De Máquinas Inteligentes

Máquinas agrícolas modernas, equipadas com GPS e sensores, conseguem realizar o plantio com altíssima precisão, depositando a semente exatamente na profundidade correta e no espaçamento ideal. Isso evita falhas ou sobreposição de linhas, o que melhora a germinação e reduz desperdícios.

Algumas semeadoras já utilizam a chamada taxa variável, que ajusta automaticamente a quantidade de sementes conforme as condições do solo em cada parte do terreno.

1.13.1Tecnologia No Campo

- Sensores no solo medem em tempo real a umidade e a fertilidade.
- Drones e satélites monitoram a lavoura, mostrando onde as plantas estão se desenvolvendo bem e onde precisam de atenção.
- Sistemas de irrigação inteligente aplicam água de forma localizada, apenas onde há necessidade.

1.14 Monitoramento Contínuo

O plantio inteligente não termina quando a semente está no solo. Ao longo de todo o ciclo, o agricultor acompanha o desenvolvimento da lavoura por meio de softwares e aplicativos, que geram mapas de produtividade, alertas de pragas e recomendações de manejo.

1.15 Pulverização Inteligente

A pulverização inteligente é uma evolução da agricultura moderna que busca tornar a aplicação de defensivos agrícolas mais eficiente, econômica e sustentável. Diferente da pulverização tradicional, em que o defensivo é aplicado de forma uniforme em toda a lavoura, a pulverização inteligente utiliza tecnologia de ponta para aplicar os produtos apenas quando e onde realmente são necessários.

Essa prática faz parte da agricultura de precisão, em que os insumos são usados de forma localizada e racional, reduzindo desperdícios, custos e impactos ambientais.

1.16 Monitoramento Da Lavoura

Antes da pulverização, é feita uma coleta de dados da lavoura. Isso pode ser realizado por:

- Sensores embarcados em máquinas que identificam a presença de plantas daninhas, pragas ou doenças.
- Câmeras de alta resolução que diferenciam a cor e o formato das plantas.
- Drones e satélites que captam imagens aéreas e mapeiam áreas problemáticas.

1.17 Análise das informações

Os dados coletados são processados em softwares de agricultura de precisão, que criam mapas de pulverização. Esses mapas mostram exatamente onde há infestação de pragas, foco de doenças ou plantas invasoras.

1.18 Aplicação localizada

As máquinas modernas de pulverização possuem bicos controlados eletronicamente, que liberam o defensivo apenas quando identificam a necessidade. Isso é conhecido como pulverização em taxa variável ou on/off automático.

Exemplo:

- Se o sensor detecta uma planta daninha, o bico abre e aplica herbicida somente naquele ponto.
- Se não há nada na área, o bico permanece fechado, evitando desperdício.

1.19 Ajuste Da Dosagem Em Tempo Real

A pulverização inteligente também consegue ajustar a quantidade do produto conforme a necessidade da planta. Uma área mais afetada pode receber maior dose, enquanto uma área saudável pode receber pouco ou nenhum defensivo.

1.20 Inovação e Praticidade: O Futuro das Operações

As novas tecnologias têm se consolidado como pilares fundamentais para elevar a eficiência, a produtividade e a praticidade nas operações de diferentes setores da economia. Nos últimos anos, a transformação digital deixou de ser apenas uma tendência e passou a ser uma necessidade competitiva, capaz de redefinir processos, reduzir custos e otimizar resultados. Empresas que adotam soluções tecnológicas modernas conseguem não apenas agilizar suas rotinas, mas também tomar decisões mais estratégicas e assertivas, garantindo maior qualidade e velocidade na entrega de produtos e serviços.

Um dos pontos mais marcantes é a automação. Por meio de sistemas automatizados, atividades repetitivas e manuais são executadas de forma mais rápida e com menor margem de erro. Isso libera os colaboradores para funções mais criativas e estratégicas, além de reduzir falhas que poderiam comprometer a operação. Ferramentas como softwares de gestão integrada (ERP), inteligência artificial e robôs de processo (RPA) são exemplos que já fazem parte da realidade de muitas empresas e que transformam a maneira de trabalhar.

A produtividade também ganha destaque com o uso de tecnologias inovadoras. Sensores, internet das coisas (IoT) e análise de dados em tempo real permitem um monitoramento constante, identificando gargalos, prevendo falhas e ajustando processos de forma imediata. Assim, é possível produzir mais em menos tempo, com melhor aproveitamento de recursos e maior previsibilidade. Além disso, plataformas digitais de comunicação e colaboração facilitam o trabalho em equipe, inclusive em ambientes remotos, tornando as operações mais práticas e dinâmicas.

Outro benefício central é a praticidade. A tecnologia simplifica processos que antes demandavam tempo e esforço. A digitalização de documentos, o uso de aplicativos para gestão de tarefas e a integração entre diferentes setores da empresa tornam as operações mais fluidas e acessíveis. Isso não apenas agiliza as atividades internas, mas também melhora a experiência do cliente, que passa a receber serviços mais rápidos, personalizados e de qualidade superior.

Em resumo, as novas tecnologias representam um salto significativo para as organizações modernas. Ao promoverem eficiência, aumentarem a produtividade e trazerem praticidade para as operações, elas se consolidam como diferenciais estratégicos. Quem investe em inovação hoje constrói as bases para um futuro mais competitivo, sustentável e adaptado às demandas de um mercado cada vez mais dinâmico e exigente.

1.21 O Impacto da Automação na Colheita

A automação na colheita tem revolucionado o setor agrícola, trazendo mudanças profundas na forma como os produtores rurais lidam com suas lavouras. O avanço tecnológico permitiu que máquinas e sistemas inteligentes substituíssem, em grande parte, o trabalho manual, aumentando a eficiência, a produtividade e a qualidade dos processos. Essa transformação não é apenas uma questão de modernização, mas também de necessidade, diante da crescente demanda global por alimentos e da escassez de mão de obra rural em várias regiões.

Um dos principais impactos da automação está no ganho de eficiência. Máquinas colheitadeiras modernas, equipadas com sensores e sistemas de GPS, conseguem realizar o trabalho de forma precisa e em larga escala, reduzindo perdas no campo. Diferente da colheita manual, onde há maior risco de desperdício devido ao tempo gasto ou à variação da mão de obra, a automação permite colher no ponto exato de maturação, garantindo melhor aproveitamento da safra e maior qualidade do produto final.

Outro aspecto relevante é o aumento da produtividade. Enquanto um grupo de trabalhadores levaria dias ou até semanas para realizar uma colheita, máquinas automatizadas conseguem concluir a mesma tarefa em poucas horas, mesmo em grandes áreas. Além disso, o uso de softwares de gestão agrícola integrados possibilita planejar e monitorar a colheita em tempo real, otimizando o uso de recursos e permitindo decisões mais rápidas e assertivas.

A automação também traz praticidade para o agricultor. Tecnologias como drones e sensores de campo, por exemplo, conseguem identificar a maturação dos frutos e apontar o momento ideal da colheita, evitando desperdícios e aumentando a lucratividade. Em alguns casos, já existem robôs programados para colher frutas delicadas, como morangos e tomates, reduzindo a dependência de trabalhadores especializados e garantindo padronização no processo.

No entanto, a automação não está livre de desafios. O custo inicial dos equipamentos ainda é elevado, o que dificulta o acesso para pequenos e médios produtores. Além disso, a operação dessas tecnologias exige mão de obra qualificada, o que torna essencial o investimento em capacitação técnica no campo. Outro ponto de atenção é o impacto social, pois a substituição do trabalho manual pode reduzir as oportunidades de emprego em determinadas regiões, exigindo políticas de adaptação e inclusão.

Em síntese, a automação na colheita representa um marco na agricultura moderna. Ela proporciona ganhos expressivos em eficiência, produtividade e qualidade, ao mesmo tempo em que impõe novos desafios em termos de custos, capacitação e inclusão social. O futuro da agricultura dependerá do equilíbrio entre tecnologia e sustentabilidade, garantindo que a inovação beneficie tanto os produtores quanto a sociedade de forma ampla.

1.22 Case IH

A Case IH é uma das marcas mais reconhecidas mundialmente no setor de máquinas e equipamentos agrícolas, justamente por sua capacidade de unir tradição e inovação

em prol do produtor rural. A filosofia da empresa vai muito além de fabricar tratores, colheitadeiras ou pulverizadores: seu compromisso é desenvolver soluções tecnológicas que realmente transformem o dia a dia no campo, promovendo eficiência, produtividade e sustentabilidade. Por isso, o lema “Inovação que Transforma” reflete o impacto direto que suas tecnologias exercem sobre a agricultura moderna.

Um dos principais diferenciais da Case IH está no investimento contínuo em automação e agricultura de precisão. Suas colheitadeiras, por exemplo, utilizam sistemas avançados de monitoramento e regulagem automática, capazes de ajustar parâmetros em tempo real de acordo com as condições da lavoura. Isso reduz perdas, garante maior qualidade do grão e otimiza a performance das máquinas. Além disso, o uso de sensores, telemetria e conectividade permite que os agricultores tenham acesso a informações detalhadas sobre o desempenho das operações, facilitando a tomada de decisões estratégicas.

Outro aspecto fundamental é a busca pela eficiência energética e sustentabilidade. A Case IH investe em motores potentes, mas ao mesmo tempo econômicos e menos poluentes, atendendo às normas internacionais de emissões e contribuindo para uma agricultura mais responsável. Essa preocupação alia a preservação do meio ambiente ao aumento da rentabilidade, mostrando que inovação e sustentabilidade podem caminhar juntas.

A marca também aposta fortemente na digitalização do campo. Com o avanço das ferramentas de agricultura digital, como o AFS (Advanced Farming Systems), os produtores podem realizar mapeamentos precisos, aplicar insumos de maneira localizada e planejar a safra com base em dados confiáveis. Isso significa produzir mais com menos recursos, aumentando a competitividade e garantindo maior retorno financeiro.

Além das máquinas e sistemas inteligentes, a Case IH se diferencia pelo foco no apoio ao agricultor. A empresa investe em treinamento, assistência técnica e pós-venda qualificada, garantindo que os produtores não apenas adquiram tecnologia, mas também aprendam a utilizá-la em sua máxima capacidade. Essa proximidade fortalece a relação entre marca e cliente, mostrando que inovação não se resume ao produto, mas ao impacto positivo que ele gera na vida do produtor.

Em resumo, a Case IH simboliza o encontro entre tecnologia e tradição agrícola. Sua inovação transforma porque não apenas melhora as operações no campo, mas também contribui para a construção de uma agricultura mais inteligente, sustentável e rentável. Ao unir automação, conectividade e suporte especializado, a empresa mostra que o futuro do agronegócio já começou e que os produtores que apostam em suas soluções estão sempre um passo à frente.

1.23 Benefícios da Automação na Agricultura

A automação na agricultura representa um avanço essencial para o agronegócio, trazendo benefícios que vão muito além da mecanização das tarefas. Ela aumenta a eficiência operacional, pois máquinas e sistemas inteligentes realizam atividades

mais rápidas e precisas, reduzindo erros e otimizando o tempo, o que é fundamental em grandes áreas. Outro ponto importante é a redução de custos e desperdícios, já que a agricultura de precisão permite aplicar insumos de forma localizada, evitando excessos e utilizando recursos de maneira racional. Isso também contribui para a sustentabilidade ambiental, preservando solo, água e biodiversidade.

Além disso, a automação melhora a qualidade da produção, com colheitas no ponto certo e produtos mais uniformes, valorizados no mercado. Traz ainda maior praticidade para o produtor, que pode acompanhar e gerenciar as operações à distância por meio de ferramentas digitais. Também reduz a dependência da mão de obra intensiva, direcionando os trabalhadores para funções mais técnicas e estratégicas.

Em resumo, a automação fortalece a competitividade da agricultura, garantindo maior produtividade, qualidade e sustentabilidade. Trata-se de um investimento no presente e no futuro do agronegócio, capaz de atender às demandas crescentes de alimentos de forma mais eficiente, moderna e responsável.

2. DESENVOLVIMENTO

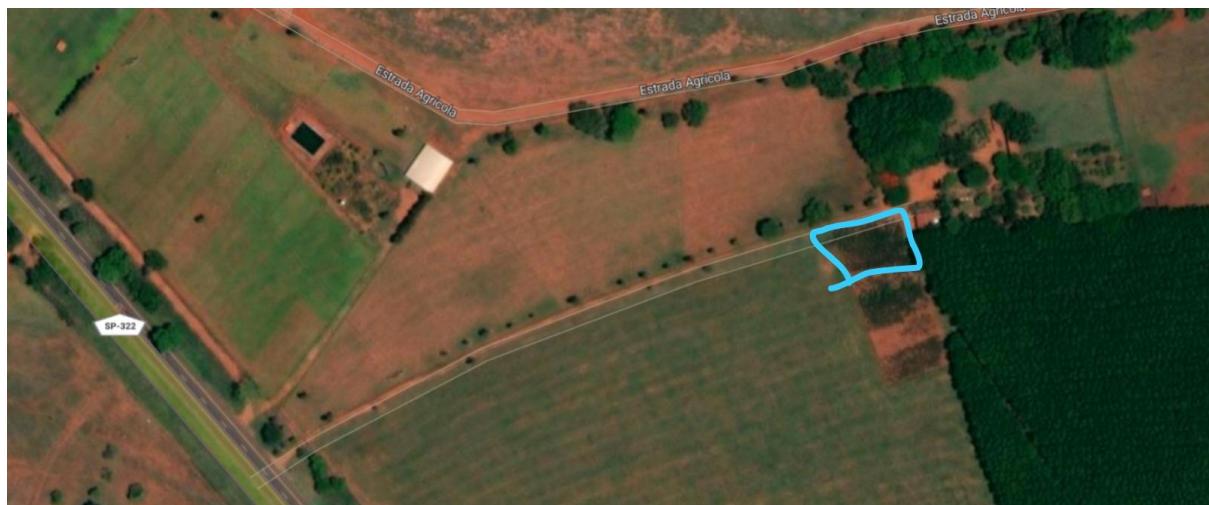
2.1. LOCALIZAÇÃO

Sítio Santa Luzia, localizado em Icém-SP

IMAGEM 1: ENTRADA DO SÍTIO



Fonte: Imagem tirada pela equipe.

IMAGEM 2: LOCALIZAÇÃO DO APARELHO INSTALADO NO SÍTIO

O aparelho foi instalado em uma pequena roça de Pitaia.

Fonte: Imagem retirada do Google Maps.

2.2 MATERIAIS UTILIZADOS**IMAGEM 3: ESP 32**

Fonte: www.eletrogate.com

IMAGEM 4: CABO WIRE JUMPER 20CM



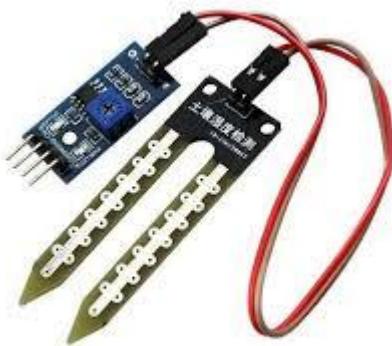
Fonte: <https://www.piscaled.com.br>

IMAGEM 5: PROTONBOARD 400 PONTOS



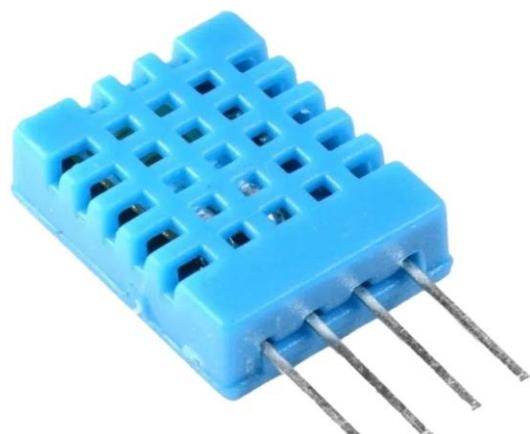
Fonte: www.eletrogate.com

IMAGEM 6: SENSOR DE UMIDADE DE SOLO



Fonte: www.eletrogate.com

IMAGEM 7: SENSOR DHT



Fonte: [Makerhero.com](https://makerhero.com)

IMAGEM 8: CHAPA DE VIDRO SEMI DIAMANTADA



Fonte: <https://share.google/kDI46vXTMoctn5Ur8>

IMAGEM 9: P.U (POLIURETANO)



Fonte: <https://www.wurth.com.br>

2.3 ORÇAMENTO

ITENS COMPRADOS	VALOR
Cabo wire jumper 20 cm	R\$ 15,75
Kit protoboard	R\$ 32,46
Esp 32-wroom	R\$ 40,85
Sensor de umidade do solo	R\$ 22,91
Caixa para confecção	R\$ 55,00
Chapa de vidro semi diamantada	R\$ 35,00
Impressão da monografia	R\$ 160,00
Reparo e troca de entrada	R\$ 80,00
Impressão dos adesivos	R\$ 15,00
P.U	R\$ 25,00
Sensor dht	R\$ 07,00

Total: R\$ 488,97

2.4 CRONOGRAMA

O projeto da central de monitoramento agrícola teve custos diretos de R\$ 488,97 e foi desenvolvido ao longo de três meses, entre 19/08/2025 e 19/11/2025. Considerando o tempo investido, a complexidade técnica envolvida e um valor-hora comum para projetos acadêmicos e de tecnologia, o preço final costuma ficar entre R\$ 2.000 e R\$ 3.500. Essa faixa permite cobrir os gastos, o esforço de desenvolvimento, os imprevistos durante a produção e ainda valorizar o trabalho realizado. Se desejar, posso ajustar esse valor conforme a quantidade real de horas trabalhadas ou o nível de complexidade do sistema.

2.5. DESENVOLVIMENTO

2.5.1 PLANEJAMENTO

A ideia principal do projeto, era criar um sistema que pudesse ajudar a monitorar a plantação sem precisar estar perto dela, podendo observar a umidade do solo e do ar, se havia chuva e mandar todos esses dados automaticamente por e-mail.

2.5.2 PROGRAMAÇÃO

IMAGEM 10:



The screenshot shows the Arduino IDE interface with the following details:

- Title Bar:** sensor_humidade_de_solo | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
- Menu Bar:** Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda
- Toolbar:** Includes icons for Save, Run, Upload, and Download.
- Code Area:** Displays the C++ code for the sketch.

```

sensor_humidade_de_solo

#include <WiFi.h>
#include <ESP32_MailClient.h>

// Wi-Fi
const char* ssid = "#";
const char* password = "Familia.2021";

// SMTP
#define SMTP_HOST "smtp.gmail.com"
#define SMTP_PORT 465

#define AUTHOR_EMAIL "fiazekayke05@gmail.com"
#define AUTHOR_PASSWORD "nmxm wdmq hefa rflo"
#define RECIPIENT_EMAIL "servlar.tuca.d.a@gmail.com"

// Sensores
const int sensorChuvaPin = 23;
const int sensorUmidadePin = 2;

// Média
int somaUmidade = 0;
int leituras = 0;
unsigned long tempoInicio = 0;

void setup() {
    Serial.begin(115200);
    pinMode(sensorChuvaPin, INPUT);
    pinMode(sensorUmidadePin, INPUT);

    WiFi.begin(ssid, password);
    Serial.print("Conectando ao Wi-Fi");
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
        delay(500);
        Serial.print(".");
    }
    Serial.println("\nWi-Fi conectado!");

    tempoInicio = millis();
}

void loop() {
    int chuvaPresente = digitalRead(sensorChuvaPin);
    int umidadeSolo = analogRead(sensorUmidadePin);

    somaUmidade += umidadeSolo;
    leituras++;

    Serial.print("Leitura ");
    Serial.print(leituras);
    Serial.print(": ");
    Serial.println(umidadeSolo);

    delay(1000); // Leitura a cada segundo

    if (millis() - tempoInicio >= 60000) {
        int media = somaUmidade / leituras;

        String mensagem = "Relatório de sensores:\n";
        mensagem += (chuvaPresente == LOW) ? " Chuva detectada\n" : " Sem chuva\n";
        mensagem += " Média da umidade do solo: " + String(media) + "\n";

        enviarEmail(mensagem);
    }
}

```

```
}

void enviarEmail(String corpo) {
    SMTP_Message mensagem;

    mensagem.sender.name = "ESP32";
    mensagem.sender.email = AUTHOR_EMAIL;
    mensagem.subject = "Relatório de sensores";
    mensagem.addRecipient("Destinatário", RECIPIENT_EMAIL);
    mensagem.text.content = corpo;
    mensagem.text.charset = "utf-8";
    mensagem.text.transfer_encoding = Content_Transfer-Encoding::enc_7bit;

    smtp.debug(1);
    smtp.callback([](SMTP_Status status) {
        Serial.println(status.info());
    });
}

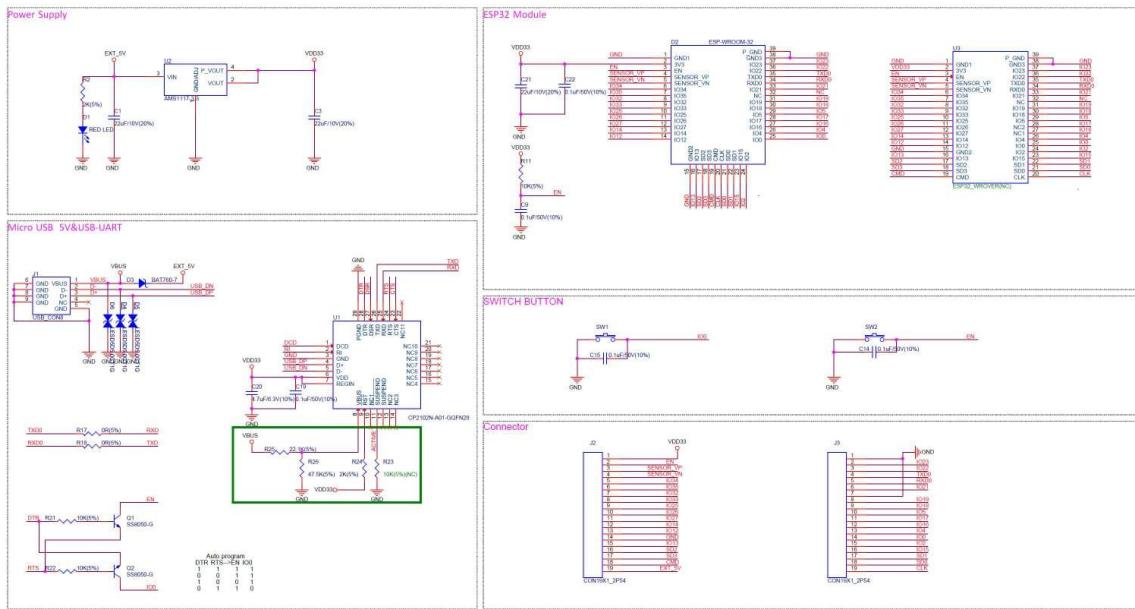
ESP_Mail_Session session;
session.server.host_name = SMTP_HOST;
session.server.port = SMTP_PORT;
session.login.email = AUTHOR_EMAIL;
session.login.password = AUTHOR_PASSWORD;
session.login.user_domain = "";

if (!smtp.connect(&session)) return;

if (!MailClient.sendMail(&smtp, &mensagem)) {
    Serial.println("X Erro ao enviar e-mail: " + smtp.errorReason());
} else {
    Serial.println("✓ E-mail enviado com sucesso!");
}
}
```

Fonte: Código feito pela equipe.

IMAGEM 11: ESQUEMA ELÉTRICO DO ESP 32



Fonte: blog.eletrogate.com

2.5.3 PROCESSO FINAL

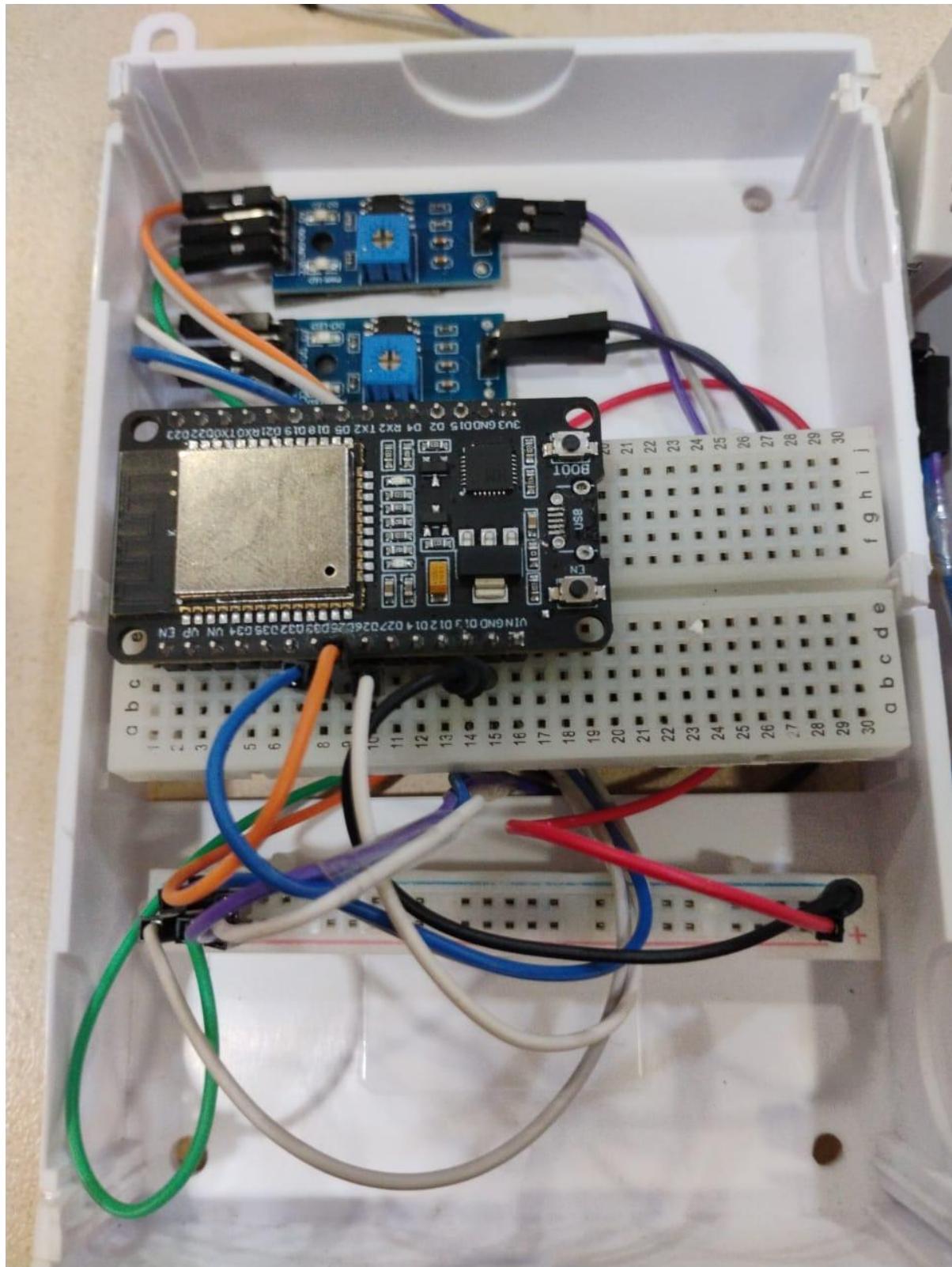
IMAGEM 12:



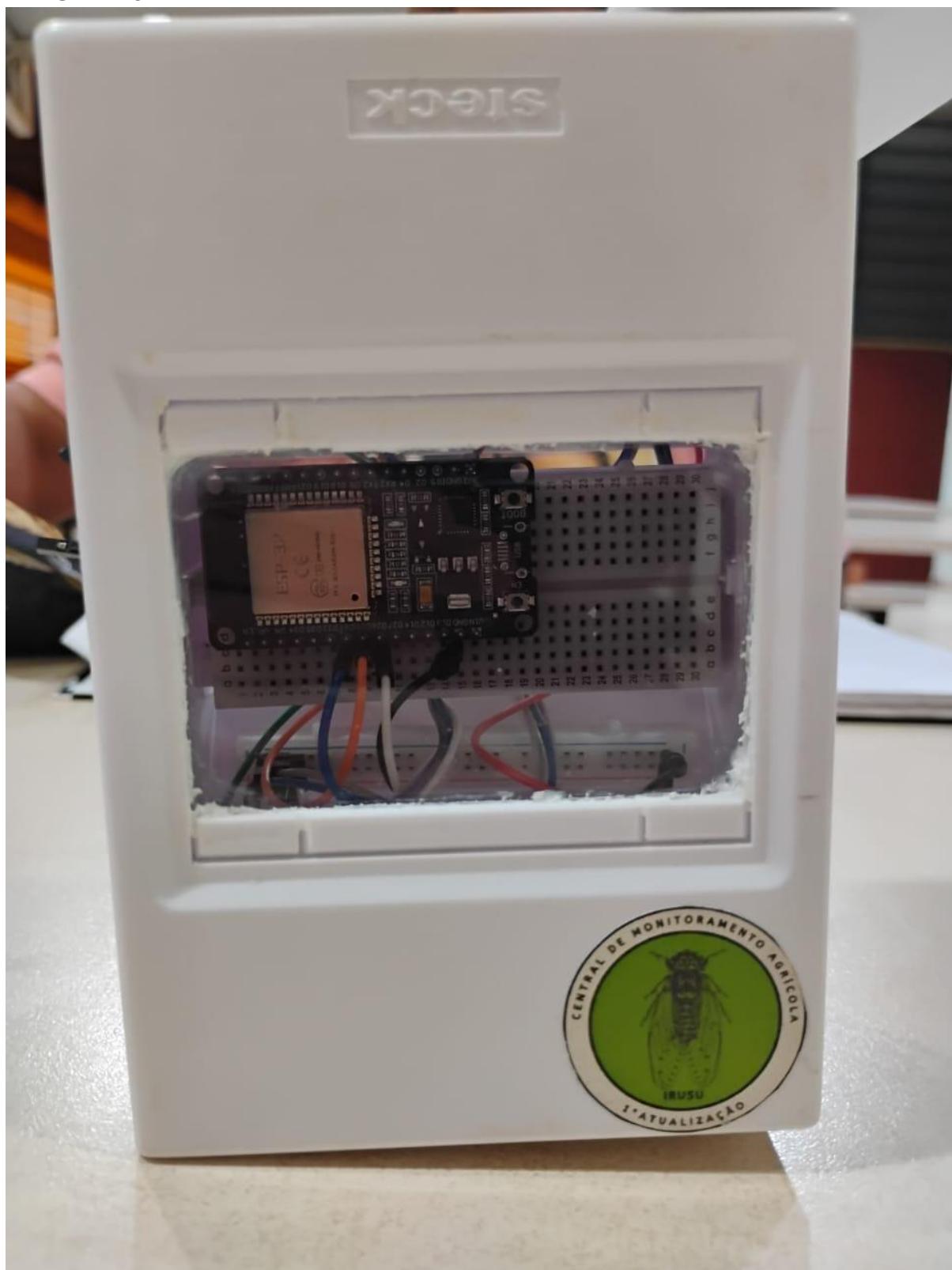
Fonte: Imagem feita pela equipe.

IMAGEM 13:

Fonte: Imagem feita pela equipe.

IMAGEM 14:

Fonte: Imagem feita pela equipe.

IMAGEM 15:

Fonte: Imagem feita pela equipe.

2.5.4 TESTE DA CENTRAL DE MONITORAMENTO AGRÍCOLA

IMAGEM 16:



Fonte: Imagens no sítio tiradas pela equipe.

IMAGEM 17:

Fonte: Imagens no sítio tirada pela equipe.

3. CONCLUSÃO

O desenvolvimento de uma central de monitoramento agrícola automatizada, de baixo custo e acessível, demonstra-se uma solução extremamente relevante diante dos desafios enfrentados por pequenos e médios produtores rurais. A carência de tecnologias acessíveis, aliada à dependência de métodos tradicionais de medição e tomada de decisão, reforça a importância de ferramentas que democratizem o acesso à informação precisa no campo. Nesse contexto, a proposta apresentada contribui não apenas para a modernização das práticas agrícolas, mas também para a inclusão tecnológica de produtores que historicamente permanecem à margem das inovações do setor.

Ao longo do estudo, verificou-se que a agricultura de precisão constitui um dos pilares da agricultura moderna e sustentável, permitindo maior eficiência produtiva, redução de desperdícios e otimização do uso de insumos. Tecnologias como sensores, redes sem fio, sistemas de georreferenciamento, drones e plataformas digitais tornam-se fundamentais para esse processo, possibilitando um monitoramento contínuo e análises detalhadas de variáveis ambientais. No entanto, o elevado custo dessas soluções ainda impede sua adoção em larga escala por propriedades menores realidade que a central proposta neste projeto busca transformar.

A utilização de uma plataforma microcontrolada, integrada a sensores ambientais e a um módulo de comunicação via Wi-Fi, mostra-se uma alternativa tecnicamente viável e economicamente acessível. O envio automatizado de dados por meio do serviço de e-mail do Google (Gmail) facilita a operação do sistema e garante ao

produtor informações atualizadas e confiáveis para a tomada de decisões no momento adequado. Dessa forma, o sistema contribui para práticas mais eficientes de irrigação, manejo do solo, controle de pragas e planejamento agrícola.

Por fim, o projeto reafirma que a automação e o monitoramento inteligente não devem ser privilégio apenas de grandes propriedades. Ao contrário, quando adaptadas à realidade e às necessidades dos pequenos produtores, tornam-se ferramentas transformadoras, capazes de melhorar a eficiência produtiva, reduzir custos, promover sustentabilidade e impulsionar a competitividade no campo. A central de monitoramento proposta demonstra que é possível inovar com baixo investimento, contribuindo para a evolução da agricultura nacional e para o avanço da Agricultura 4.0 de forma justa e acessível.

REFERÊNCIAS

<https://visaoagro.com.br/automacao-e-a-nova-era-da-colheita/>

<https://www.bosch.com.br/noticias-e-historias/agronegocio/agricultura-de-precisao/>

Imagen 1: Imagem tirada pela equipe.

Imagen 2: Imagem retirada do Google Maps.

Imagen 3: www.eletrogate.com

Imagen 4: <https://www.piscaled.com.br>

Imagen 5: www.eletrogate.com

Imagen 6: www.eletrogate.com

Imagen 7: Makerhero.com

Imagen 8: <https://share.google/kDI46vXTMoctn5Ur8>

Imagen 9: <https://www.wurth.com.br>

Imagen 10: Código feito pela equipe.

Imagen 11: blog.eletrogate.com

Imagen 12: Imagem feita pela equipe.

Imagen 13: Imagem feita pela equipe.

Imagen 14: Imagem feita pela equipe.

Imagen 15: Imagem feita pela equipe.

Imagen 16: Imagem feita pela equipe.

Imagen 17: Imagem feita pela equipe.