



São Paulo Tech School

1º CCOK

COFFECH

Umidade no solo em plantação de café

Caio Godinho

Gabriel Leal

Gabriel Marques

Geovanna Vitoriana

Luiz Vittor

Matheus Rodrigues

Matheus de Souza Rodrigues

Pedro Henrique

São Paulo

2025

Sumario:

1. Contexto
2. Objetivos
3. Justificativa do projeto
4. Escopo: Produto e Principais Requisitos
 - 4.1. Requisitos do Projeto
 - 4.2. Limites e Exclusões
 - 4.3. Macro Cronograma
 - 4.4. Recursos Necessários
 - 4.5. Riscos e Restrições
 - 4.6. Partes interessadas (stakeholders)
5. Diagrama da solução
6. Premissas e restrições

1. Contexto

O cultivo de café no Brasil teve início em 1727, com a introdução das primeiras mudas na região do Pará. A partir desse ponto, a cultura expandiu-se para outras áreas do país, como o Rio de Janeiro, o Vale do Paraíba e Minas Gerais, locais que apresentavam condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da planta. Esse processo de expansão foi acompanhado pela construção de infraestruturas logísticas, como as estradas de ferro, que desempenharam um papel fundamental no escoamento da produção para os portos e no fortalecimento do comércio exterior.

Atualmente, o café ocupa posição de destaque entre as principais commodities agrícolas brasileiras, sendo responsável por uma parcela significativa da geração de emprego e renda em diversas regiões do país. A cadeia produtiva do café, que abrange desde o cultivo até a exportação, movimenta intensamente os mercados interno e externo, contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico nacional.

No caso do estado do Espírito Santo, a cafeicultura de arábica representa a principal atividade econômica em cerca de 80% das propriedades rurais localizadas em áreas montanhosas e de clima frio. O estado ocupa a terceira posição no ranking nacional de produção de café arábica, ficando atrás apenas de Minas Gerais e São Paulo. Atualmente, o Espírito Santo conta com 160 mil hectares de área cultivada, distribuídos por 48 municípios, envolvendo aproximadamente 53 mil famílias na atividade. Estima-se que essa cadeia produtiva seja responsável por cerca de 150 mil empregos diretos e indiretos.

Em relação à safra nacional de café arábica prevista para o ano de 2025, a estimativa é de uma produção total de 34,68 milhões de sacas de 60 kg, cultivadas em uma área aproximada de 1,48 milhão de hectares, o que corresponde a uma produtividade média de 23,4 sacas por hectare.

Entretanto, a cafeicultura brasileira enfrenta desafios significativos, especialmente relacionados às mudanças climáticas. O aumento das temperaturas médias, a maior frequência de eventos climáticos extremos e as alterações nos regimes de precipitação afetam diretamente o cultivo, dada a elevada sensibilidade do café às variações climáticas. Regiões que historicamente apresentavam alta produtividade podem se tornar menos adequadas ao cultivo, exigindo dos produtores a adoção de práticas de manejo adaptativas. Nesse contexto, destaca-se a importância do desenvolvimento de cultivos mais resistentes ao calor e à seca, como medida estratégica para garantir a sustentabilidade da produção cafeeira no país.

2. Objetivo

Nosso objetivo na Coffech é desenvolver e implementar um sistema inteligente de monitoramento da umidade do solo, utilizando sensores integrados ao Arduino, aplicado em pequenas e médias propriedades produtoras de café. O sistema realizará a coleta contínua de dados em diferentes áreas da plantação, armazenando-os em um banco de dados centralizado e disponibilizando-os de forma clara e acessível por meio do website da Coffech, em um dashboard intuitivo para o cliente.

Mais do que apenas monitorar, a proposta busca apoiar os produtores na tomada de decisão sobre o manejo da irrigação e da plantação como um todo, contribuindo para um uso mais eficiente da água, a preservação do solo e o aumento da qualidade do café colhido. A longo prazo, o projeto pretende gerar impactos positivos na produtividade, na sustentabilidade da cadeia de produção e na valorização do café no mercado, reforçando a competitividade das empresas.

Além disso, o projeto vem como um passo importante para a modernização tecnológica do setor, abrindo caminho para futuras integrações da Coffech com outros tipos de sensores, análises preditivas e recomendações automatizadas. Assim, a Coffech se estabelece como uma iniciativa voltada à inovação, qualidade e excelência na experiência do cliente, alinhada às demandas crescentes por produtos agrícolas mais sustentáveis e de maior valor agregado.



3. Justificativa

Hoje, cerca de 70% da água doce disponível no Brasil é consumida pela agricultura (ANA – Agência Nacional de Águas). Portanto, grande parte desse consumo ainda ocorre de forma ineficiente, já que muitos produtores irrigam sem medir corretamente a necessidade real do solo ou nem irrigam suas terras.

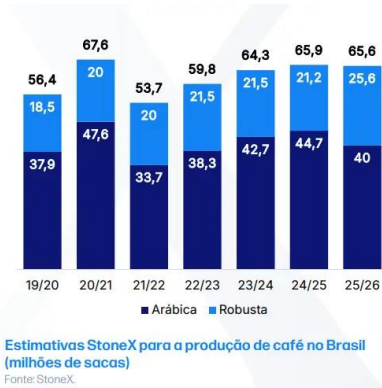
A nossa solução é baseada em sensores de umidade do solo que permite o monitoramento em tempo real do solo, com envio dos dados para um banco centralizado, onde serão exibidos em um website simples e intuitivo. Dessa forma, o sistema indica quando e quanto irrigar, evitando desperdícios e promovendo maior eficiência e qualidade para os grãos.

Alguns estudos apontam que o uso desse tipo de sensor pode gerar até 30% de economia de água, 25% de redução nos custos de energia com bombeamento de irrigação e 20% de aumento na qualidade dos grãos e consequentemente aumento do lucro de venda. Além disso, no mundo do café, um uso inadequado da água pode comprometer seriamente a produção: o excesso de água favorece doenças fúngicas, enquanto a escassez em fases críticas pode reduzir em até 40% a produtividade da lavoura.

O Brasil, maior exportador de café do mundo, registrou em 2025 uma queda de 4,4% nas exportações de sacas, resultado da escassez hídrica e das altas temperaturas, fatores que impactaram diretamente a qualidade dos grãos. Dessa forma, a implementação de tecnologias de monitoramento hídrico é essencial para reduzir perdas, aumentar a eficiência produtiva e assegurar um café de maior qualidade.

Assim, a adoção da Coffech contribui não apenas para a sustentabilidade no uso da água, mas também para a competitividade do cafeicultor no mercado internacional, garantindo uma safra mais estável, com menor desperdício e maior valor agregado.

| | 2023/24 | | | 2024/25 | | | 2025/26 | | |
|-----------------------|---------|------|---------------------|---------|--------|---------------------|---------|--------|---------------------|
| | | | Var. anual (B/A) | | | Var. anual (C/B) | | | Var. anual (C/B) |
| | (A) | (B) | | (C) | (D) | | (E) | (F) | |
| Bahia (Ara) | 1,2 | 1,4 | 13,1% | 1,6 | 13,2% | | 1,6 | 13,2% | |
| Cerrado Mineiro (Ara) | 7,4 | 5,4 | -27,3% | 6,0 | 11,5% | | 6,0 | 11,5% | |
| Espírito Santo (Ara) | 3,3 | 4,1 | 24,9% | 3,3 | -20,1% | | 3,3 | -20,1% | |
| São Paulo (Ara) | 6,1 | 6,3 | 3,8% | 5,0 | -21,6% | | 5,0 | -21,6% | |
| Sul de Minas (Ara) | 15,5 | 16,6 | 7,3% | 15,8 | -5,1% | | 15,8 | -5,1% | |
| Matas de Minas (Ara) | 7,6 | 9,2 | 20,1% | 6,8 | -25,8% | | 6,8 | -25,8% | |
| Paraná (Ara) | 0,8 | 0,8 | 5,3% | 0,8 | -4,9% | | 0,8 | -4,9% | |
| Outros (Ara) | 0,9 | 0,9 | 6,5% | 0,9 | -5,0% | | 0,9 | -5,0% | |
| Total Arábica | 42,7 | 44,7 | 4,6% | 40,0 | -10,5% | | 40,0 | -10,5% | |
| Bahia (Rob) | 2,5 | 2,3 | -9,1% | 3,0 | 31,0% | | 3,0 | 31,0% | |
| Espírito Santo (Rob) | 15,1 | 14,9 | -1,5% | 19,0 | 27,8% | | 19,0 | 27,8% | |
| Rondônia (Rob) | 3,2 | 3,4 | 3,7% | 2,6 | -21,6% | | 2,6 | -21,6% | |
| Outros (Rob) | 0,6 | 0,6 | 1,9% | 0,9 | 47,9% | | 0,9 | 47,9% | |
| Total Robusta | 21,5 | 21,2 | -1,6% | 25,6 | 20,9% | | 25,6 | 20,9% | |
| Brasil | 64,3 | 65,9 | 2,5% | 65,6 | -0,4% | | 65,6 | -0,4% | |



4. Escopo: Produtos e Principais Requisitos

O projeto visa aumentar a qualidade dos grãos de café através do controle de umidade do solo em que estão implantados, além de melhorar a produtividade e a eficiência do trabalho necessário para a irrigação do solo (sendo ele manual ou automático), ao coletar e armazenar os dados captados pelo sensor Arduino e exibi-los em uma dashboard que será utilizada por nossos clientes que os ajudará em sua tomada de decisão.

Ao final do projeto, será entregue uma aplicação integrada ao sensor de umidade na qual coletará e armazenará os dados obtidos, para que sejam utilizados e interpretados pelo cliente na dashboard. Como resultado, o cliente terá uma tomada de decisão mais assertiva, baseada nos dados, monitorando assim sua plantação e aprimorando a eficiência e qualidade de sua colheita. Sendo capaz, por fim, de aumentar sua lucratividade.

4. 1. Requisitos do Projeto:

- Ter um sensor que consiga medir a umidade do solo.
- O sensor precisa ser fácil de instalar na terra onde o café é plantado, para que mesmo pessoas sem grandes instruções consigam manusear e realizar a manutenção.
- Usar uma placa tipo Arduino para receber os dados do sensor.
- Ter uma fonte de energia estável.
- Ter um sistema para avisar quando o solo estiver seco, secando ou muito úmido.
- Proteger o sensor e os fios para aguentar sol, chuva e poeira da plantação.

- Mostrar as informações de um jeito fácil para qualquer pessoa entender.
- O sistema tem que ser fácil de consertar e limpar.
- O sensor deve ser fácil de trocar se quebrar.
- Ter um site com uma interface de fácil entendimento, para auxiliar nos registros dos clientes e dados dos sensores
- Ter um programa para receber os dados dos sensores e realizar os registros de forma organizada
- Ter conexão com a internet para acessar o site e o Arduino
- Ter proteção externa para possíveis pragas e animais

4. 2. Limites e Exclusões:

- O projeto terá um prazo total fixo.
- O orçamento total do projeto será fixo e gastos adicionais serão responsabilidade do contratante.
- O sistema servirá apenas para monitorar e gerar um dashboard dos dados armazenados e não vai automatizar o processo de irrigação.
- Não haverá extensão do prazo final.
- O banco de dados será relacional.
- O Arduino UNO R3 será o microcontrolador utilizado no projeto.
- Qualquer tipo de serviço adicional necessitará de reajuste no orçamento.

4. 3. Macro Cronograma:

Prazo total: até 19/12/2025

[MacroCronograma.xlsx](#)

| | Etapas | Duração estimada |
|--------------|--|-----------------------|
| Iniciação | Definição dos grupos | 01/ago |
| | Escolha dos sensores | |
| | Brainstorm de ideias para a utilização desses sensores | |
| | Criação da empresa | |
| | Definição assertiva feito pelo professor Brandão | |
| Planejamento | Criação da documentação inicial do projeto | 2/agosto e 1/setembro |
| | Levantamento de requisitos | |
| | Criação do primeiro modelo de banco de dados | |
| | Projetar e configurar no GitHub | |
| | Moldar um protótipo do site institucional | |
| | Definir e implementar a tela de simulador financeiro | |
| | Ligar e rodar código no Arduino | |
| | Apresentar para a Sprint 1 | |
| Execução | Continuar o desenvolvimento da documentação | 2/setembro e outubro |
| | Relacionar as tabelas do banco de dados | |
| | Implantar dados fictícios para teste | |
| | Começar a codificação o site institucional | |
| | Começar a codificação do dashboard | |
| | Implementar no GitHub | |
| | Aprimorar o código do Arduino e conectar com o BD | |
| | Começar o desenvolvimento do site institucional | |
| Encerramento | Apresentar para a Sprint 2 | novembro e 1/dezembro |
| | Aprofundamento e finalização da documentação | |
| | Aperfeiçoar e finalizar o dashboard | |
| | Finalizar o site insitucional | |
| | Montar a apresentação final | |
| | Apresentar para a Sprint 3 | |

4. 4. Recursos necessários:

- Arduino
- Sensor de umidade do solo
- Terminal do Arduino
- Banco de dados
- Ferramenta para criação do dashboard
- API
- Computador para servidor local

4. 5. Riscos e Restrições:

Orçamento:

- Arduino UNO R3: R\$50,00
- Sensor de umidade do solo V1.2: R\$10,00
- Equipe de instalação: R\$ 5000 ~ R\$ 15000 (baseado no tamanho do terreno)
- Servidor: Varia com a demanda de usuário/dados

Riscos:

- Fortes chuvas ou secas afetando diretamente o sensor;
- Falha de sensores na leitura de dados afetando os resultados;
- Interferência elétrica prejudicando diretamente os sensores;
- Problemas de conexão para captura de dados;
- Corrosão e oxidação;
- Infestação de pragas afetando diretamente o plantio;
- Erros de instalação ocasionando gastos desnecessários;
- Falta de manutenção;
- Dependência de energia;
- Custo de reposição ou manutenção;
- Mau uso do equipamento ou falha na calibração;
- Falta de treinamento, causando erros na instalação e manutenção dos sensores.

Restrições:

- O projeto é restrito ao ambiente empresarial.
- O equipamento a ser adotado para o monitoramento de umidade do solo é o Arduino modelo: UNO R3.

- O orçamento disponível para o projeto não poderá ultrapassar o número de horas já previstas ou distribuídas para a equipe.
- O projeto não inclui acompanhamento e suporte técnico após sua implementação.
- A implantação deve ocorrer durante o horário comercial.
- A aplicação restringe-se à site, não abrangendo apps.
- A aplicação restringe-se ao monitoramento do grão de café, podendo este, ser de qualquer espécie.
- O projeto está restrito a linguagem Javascript para a programação, HTML para estruturação e CSS para estilização.
- O Arduino não receberá manutenção por parte da equipe após sua implantação.
- O projeto restringe-se à agricultores de baixo/médio porte.
- Os prazos restringem-se ao acordado entre as partes.
- A Coffech não oferece qualquer tipo de seguro contra mau uso do Arduino.

4. 6. Partes Interessadas (stakeholders):

| Partes Interessadas | Papel no Projeto | Responsabilidade Principal |
|---------------------------|--------------------------------|--|
| Gestor do Projeto | Administra recursos | Administrar orçamentos, prazos e visualização do projeto |
| Equipe de Desenvolvimento | Projetar e validar os sensores | Montar os sensores, acompanhar o desenvolvimento |
| Técnico | Implantação | Instalar os sensores e suporte técnico |
| Analista de Dados | Coletar dados | Monitorar/Analisar os dados coletados |
| Cliente/ Usuário | Consumir | Fornecer dados e dar feedback |
| Fornecedor | Fornecer o sensor | Fornecer um sensor de qualidade |

5. Premissas e restrições:

Premissas:

- A conexão à internet será possível em toda a área da plantação.
- O fornecimento de energia aos sensores será feito no local.
- A infraestrutura local já contém irrigação nos lotes de plantação.
- Os dados coletados pelos sensores não serão classificados como sensíveis e pessoais.
- A plantação não será prejudicada pela instalação dos sensores.
- Os dados serão coletados de forma automática e intervalada sem interrupções.
- Será feita reuniões com o cliente durando o processo de desenvolvimento.
- O protótipo do projeto será entregue até a metade do prazo final.

Restrições:

- O projeto é restrito ao ambiente empresarial.
- O equipamento a ser adotado para o monitoramento de umidade do solo é o Arduino modelo: UNO R3.
- O orçamento disponível para o projeto não poderá ultrapassar o número de horas já previstas ou distribuídas para a equipe.
- O projeto não inclui acompanhamento e suporte técnico após sua implementação.
- A implantação deve ocorrer durante o horário comercial.
- A aplicação restringe-se à site, não abrangendo apps.
- A aplicação restringe-se ao monitoramento do grão de café, podendo este, ser de qualquer espécie.
- O projeto está restrito a linguagem Javascript para a programação, HTML para estruturação e CSS para estilização.
- O Arduino não receberá manutenção por parte da equipe após sua implantação.
- O projeto restringe-se à agricultores de baixo/médio porte.

REFERÊNCIAS:

<https://www.mdpi.com/2624-7402/7/4/110>

<https://www.epa.gov/sites/default/files/2021-03/documents/ws-outdoors-march-webinar-recap.pdf>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1658077X23000930>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1658077X23000930>

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-97-2155-9_6

https://www.agrolink.com.br/colunistas/coluna/sensores-de-umidade-do-solo--irrigacao-eficiente-e-seguranca_451456.html

<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2021A/a%20importancia.pdf>