

Usina de Projetos Experimentais (UPX 2)**Projeto – Relatório final****IDENTIFICAÇÃO**

Nº	NOME	E-mail	Telefone
235708	Ailson Ferreira de Oliveira Junior	ailsonferreirajr@gmail.com	(15)99646-3522
235739	Arthur Gabriel de Menezes Viana	arthurgabrielmv@gmail.com	(15)99845-5468
235581	Diego Augusto da Costa Ferreira	diegoaugugusto@gmail.com	(15)99752-4509
236177	João Victor dos Santos Alves	jotav.sa@gmail.com	(15)99771-3276
235012	Marcos Antonio V. de Oliveira	ventura.ctb@gmail.com	(15) 99117-1121

TÍTULO: Desenvolvimento Sustentável – Sistema de Irrigação Inteligente

NOME DO GRUPO: CONSOLE.Log (O grande Grupo)

ORIENTADOR(A):

Data da Entrega: / /

Visto do(a) Orientador(a)



Usina de Projetos Experimentais

JOÃO VICTOR DOS SANTOS ALVES

DIEGO AUGUSTO DA COSTA FERREIRA

AILSON FERREIRA DE OLIVEIRA JUNIOR

MARCOS ANTONIO VENTURA DE OLIVEIRA

ARTHUR GABRIEL DE MENEZES VIANA

**PROJETO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL:
Sistema de Irrigação Inteligente**

**Sorocaba/SP
2023**

João Victor dos Santos Alves
Diego Augusto da Costa Ferreira
Ailson Ferreira de Oliveira Junior
Marcos Antonio Ventura de Oliveira
Arthur Gabriel de Menezes Viana

PROJETO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL:
Sistema de Irrigação Inteligente

Primeira parte do projeto experimental
apresentado ao Centro Universitário Facens,
como exigência parcial para a disciplina de
Usina de Projetos Experimentais (UPX II).

Orientador: Prof. _____

Sorocaba/SP
2023

SUMÁRIO

1 OBJETIVO GERAL.....	7
2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
3 JUSTIFICATIVA.....	8
4 REVISÃO DE LITERATURA E ESTADO DA ARTE	11
4.1 IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO.....	12
4.2 IRRIGAÇÃO LOCALIZADA	13
5 MATERIAIS E MÉTODOS	15
5.1 GESTÃO E CRONOGRAMA	15
5.2 PROPOSTA FINAL	19
5.2.1 <i>Arduino</i>	19
5.2.2 <i>ESP32</i>	20
5.2.3 <i>Protótipo</i>	21
5.2.4 <i>Linguagem de Programação - Código Fonte</i>	22
5.2.5 <i>Banco de dados</i>	22
5.3 ORÇAMENTO.....	27
5.4 RETORNO ESPERADO	29
5.4.1 REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA:	29
5.4.2 AUMENTO DA EFICIÊNCIA OPERACIONAL:	29
5.4.3 SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL:.....	30
5.4.4 MELHORIA NA QUALIDADE DO SOLO:	30
6 VALIDAÇÃO.....	30
6.1 PROCEDIMENTO.....	30
FIGURA 12. TABELA NO EXCEL GERADA PELO HARDWARE ESP32.	31
6.2 RESULTADOS.....	31
7 CONCLUSÃO.....	34
ANEXO I – CÓDIGO FONTE	35
REFERÊNCIA.....	36

1 OBJETIVO GERAL

A escassez de recursos hídricos tem sido um dos maiores desafios de sustentabilidade no mundo, aponta o “Artigo: Escassez de água, desafio à sustentabilidade”, publicado por José Graziano, diretor-geral da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), em 28 de março de 2017 (<https://brasil.un.org/pt-br/>). A agricultura, de acordo com artigo, corresponde por cerca de 70% do consumo de água no planeta.

Este projeto tem como objetivo acadêmico principal, contribuir com a Agenda 2030 das Nações Unidas e os Objetivos para Desenvolvimento Sustentável – Água limpa e Saneamento, visando assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos, por meio de soluções tecnológicas inovadoras, de baixo custo e escalável, objetivando a redução do consumo de Água na Agricultura.

Nesse sentido, o trabalho consiste no desenvolvimento de um sistema de irrigação inteligente, tendo como escopo principal o monitoramento sobre a umidade do solo, da umidade relativa do ar e da temperatura ambiental da área cultivada, com acionamento automático e dinâmico do dispositivo de irrigação, de acordo com os parâmetros determinados, levando em consideração as condições ambientais e a real necessidade de irrigação, controlando assim o tempo e o volume de água a ser utilizado.

Portanto, o sistema de irrigação inteligente revoluciona a forma como a água é utilizada na lavoura, agregando eficiência na gestão de recursos hídricos, contribuindo com a sustentabilidade e a produtividade agrícola, sendo fundamental na gestão responsável dos recursos hídricos, uma vez que a água é um recurso cada vez mais escasso e valioso.

2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos determinados para o projeto consideram:

Detectar, por meio de sensores, a temperatura e da umidade do solo, em tempo real, permitindo o monitoramento e precisão nas irrigações;

Desenvolver uma Plataforma para o gerenciamento dos dados coletados, por meio de um código de programação desenvolvido em linguagem C++, estabelecendo os critérios de aferição dos dados e acionamento do processo de irrigação. A água é aplicada somente quando necessário, evitando o excesso de irrigação, que é uma das principais causas de desperdício de água e degradação do solo.

Medir as condições ambientais, utilizando placas e componentes do ESP32.

Armazenar os dados monitorados da área cultivada, em Excel e exportada para o banco de dados, para análise e estudo dos registros posterior, garantindo assim a eficiência do projeto como solução para redução do consumo de Água na agricultura.

Os gestores podem acessar esses dados em tempo real por meio de aplicativos móveis ou computadores, permitindo que tomem decisões sobre quando e quanto irrigar.

Criar uma miniestrutura de uma estufa, representativa do solo e da água para simulação das condições ambientais.

3 JUSTIFICATIVA

Em pesquisa realizada e de acordo com o site UOL - Mundo Educação, em artigo publicado por Rodolfo F. Alves Pena (<https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/consumo-agua-no-mundo.htm>), O consumo de água no mundo é um dos grandes temas em debate, quando falamos em sustentabilidade. Em média, a maior parte do consumo da água é realizada pela agricultura (70% do consumo).

O artigo aponta ainda que, segundo a ONU, seguindo as tendências de consumo, em 2025 o planeta consumirá cerca de 5.200 Km³/ano, um aumento de 1,3 vezes em um período de 25 anos conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Dados sobre o consumo de água no mundo

Ano	Água consumida (km ³ /ano)
1900	580
1950	1400
2000	4000
2025 (estimativa)	5200

Fonte: Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/consumo-agua-no-mundo.htm>. Acesso em 20 set. 2023.

As hortaliças, em geral, têm o seu desenvolvimento influenciado diretamente pelas condições de umidade do solo. A irrigação irregular consiste em um fator limitante para a produtividade e qualidade na lavoura além de uma fonte de desperdício de água.

Portanto, o desenvolvimento de um sistema de irrigação inteligente, contribui não apenas com as questões socioambientais, como possibilita melhorias significativas na lavoura, proporcionando aumento da produtividade no campo, a produção de alimentos mais saudáveis e principalmente economia de energia e água.

Segundo dados da EMBRAPA hortaliças (Portal Embrapa - Brasília DF), um sistema de controle de irrigação capaz de analisar as condições de umidade do solo, possibilita um aumento de produtividade de 10 a 30% além de reduzir o consumo de energia e água.

A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável corresponde a um conjunto de programas, ações e diretrizes que orientam os trabalhos das Nações Unidas e de seus países membros rumo ao desenvolvimento sustentável. Concluídas em agosto de 2015, as negociações da Agenda 2030 culminaram em documento ambicioso que propõe 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), conforme Quadro 1 e 169 metas correspondentes, fruto do consenso obtido pelos delegados

dos Estados Membros da ONU. Os ODS são o cerne da Agenda 2030 e sua implementação é para o período 2016-2030.

Quadro 1 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



Fonte: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>

Desta forma, o projeto ora proposto tem como principais aspectos:

Contribuir com o ODS Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, com soluções tecnológicas capaz de reduzir o consumo de Água na agricultura;

Perspectiva de integração com outras tecnologias já existentes, que avaliam a qualidade do solo, o tipo de hortaliças, as condições climáticas, dentre outros dados essenciais para a qualidade do ambiente de produção;

O projeto é necessário, como forma de responder aos desafios de Desenvolvimento Sustentável na agricultura, oferecendo alternativas para o consumo sustentável de Água;

A irrigação inteligente é uma solução tecnológica que otimiza o consumo de água e aumenta a produtividade agrícola;

A ideia do projeto surgiu de uma atividade preliminar, em grupo “*brainstorm*”, em que cada participante teve a oportunidade de apresentar uma sugestão de tema, voltado para a sustentabilidade. Como a agricultura representa o maior consumo de água, o grupo foi unânime na defesa do projeto;

Como diferencial, apresentamos não apenas a irrigação dinâmica, realizada de acordo com as condições de umidade do solo, mas também a gravação dos dados de medição em banco de dados para análise e estudo posterior.

A irrigação inteligente reduz os custos de água e energia, uma vez que a água é aplicada de forma mais eficiente. Além disso, reduz a necessidade de mão de obra para operar sistemas de irrigação manualmente.

Ao evitar o desperdício de água, a tecnologia de irrigação inteligente contribui significativamente para a conservação dos recursos hídricos, o que é essencial em regiões com escassez de água.

Além disso, ao garantir que as plantas recebam a quantidade certa de água no momento certo, a irrigação inteligente pode aumentar a produtividade das culturas, resultando em colheitas mais saudáveis e rentáveis.

Essa tecnologia de irrigação inteligente pode ser adaptada a diferentes tipos de áreas de cultivo, tornando-a adequada para agricultores de todos os portes.

4 REVISÃO DE LITERATURA E ESTADO DA ARTE

A tecnologia empregada no agronegócio para sistemas de irrigação, tem passado por evoluções constantes.

Sensores que captam informações sobre o ambiente de cultivo, sensores de tensão de água, sensores de clima além de plataformas e dispositivos, tem sido empregado cada vez mais, na busca de informações mais precisas, para tomada de decisão.

A Internet das Coisas (IoT) tem sido uma grande aliada no desenvolvimento de soluções, por meio da integração de dispositivos e sistemas automatizados, inclusive com uso da Inteligência Artificial (IA), drones e satélites.

Um dos maiores exemplos de inovação para a irrigação da agricultura, foi desenvolvida em Israel, um pequeno país desértico, que se transformou em uma grande referência e um significativo exportador de alimentos.

4.1 Irrigação por gotejamento

Solução tecnológica desenvolvida em Israel, esse modelo de irrigação já contribui com 85% do cultivo dedicados à produção de alimentos conforme figura 1.

De acordo com Ram Lisaey chefe global de agronomia da Netafim, empresa israelense que detém a patente do sistema desde a década de 1970. “Estamos vivendo a era da escassez, com a estação seca cada vez mais longa. E hoje sabemos lidar com isso, principalmente por meio do uso consciente da água”.

Figura 1 - Irrigação por gotejamento - Israel



Fonte: Disponível em: <https://unitedwithisrael.org/br>. Acesso em 18 set.2023.

Em Israel, cerca de 70% da água utilizada nos sistemas de gotejamento do país são de esgotos urbanos tratados. Atualmente, a Netafim tem presença em mais de 110 países e no Brasil conta com duas Plantas, comprovando a eficácia da tecnologia de ponta.

4.2 Irrigação localizada

Outro sistema de irrigação considerado inovador e promissor, é a chamada irrigação localizada. O método permite irrigar com baixo volume a alta frequência de água. Nesse sistema, a água é aplicada diretamente nas raízes das plantas.

O sistema é constituído basicamente por um medidor de vazão, uma tubulação e sistema de filtragem além de válvulas e registros, figura 2.

Figura 2 - Sistema de irrigação localizada



Fonte: Disponível em: <https://www.revistaagropecuaria.com.br/>. Acesso em 20 set. 2023.

Esse sistema não utiliza nenhum controle realizado por código de programação.

A UFABC (Universidade Federal do ABC) em parceria com a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e com o apoio de mais oito parceiros

espalhados pelo Brasil e Europa, estão desenvolvendo uma plataforma de software que utiliza métodos baseados em IoT para o gerenciamento inteligente de água na irrigação de precisão para a agricultura (KAMIENSKI; VISOLI, 2018).

A SWAMP é uma plataforma para irrigação de precisão baseada na IoT, que está em desenvolvimento e tem a proposta de gerar otimizações na distribuição e no consumo de água em qualquer região do mundo, independente dos tipos de solo e suas variações, dos parâmetros do solo (umidade, temperatura), das condições climáticas (temperatura, vento, chuva) e da evolução das culturas, gerando mapas de prescrição de irrigação para diferentes áreas de cultivo e suas subdivisões. A SWAMP está em fase de testes e seus primeiros pilotos foram colocados em Bolonha (Itália), Cartagena (Espanha), Luís Eduardo Magalhães (Brasil) e Espírito Santo do Pinhal (Brasil) com diferentes objetivos. (KAMIENSKI; VISOLI, 2018).

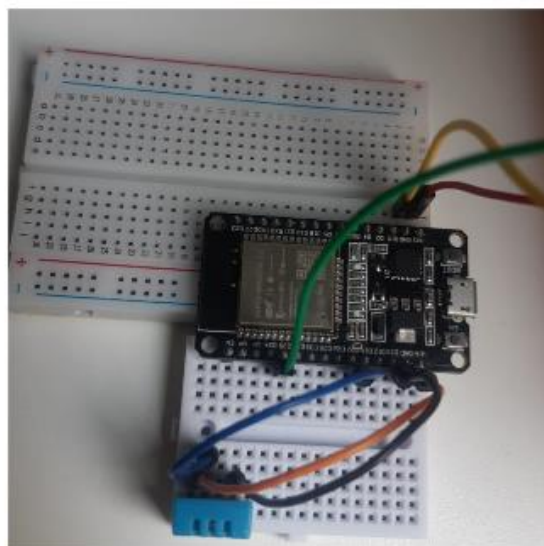
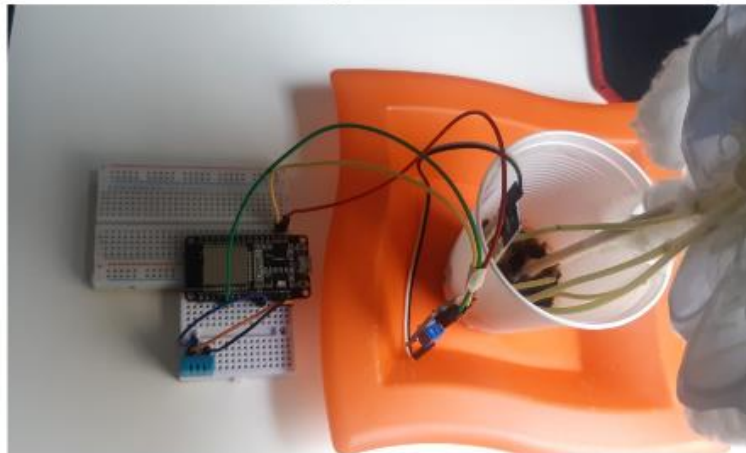
Em nosso projeto de irrigação inteligente, optamos por um modelo simples e eficiente, que possa ser utilizado em grande escala, especialmente na agricultura familiar de menor renda.

Utilizando a placa ESP32, sensores e componentes, o sistema será operado com um código embarcado na placa que realizará a leitura dos dados transmitidos pelos sensores e programará a irrigação de forma dinâmica e automática, de acordo com a umidade do solo, ligando o sistema quando houver a necessidade de água e desligando, quando o solo estiver satisfeito, figura 3.

O projeto permite a parametrização dos dados, o que torna o processo de irrigação ainda mais eficiente, pois as referências podem ser calibradas de acordo com as condições climáticas, condições do solo e tipo de cultura.

Figura 3 - Sistema de Irrigação Inteligente

Sistema de Irrigação Inteligente



Fonte: Elaborado pelo autor

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Gestão e Cronograma

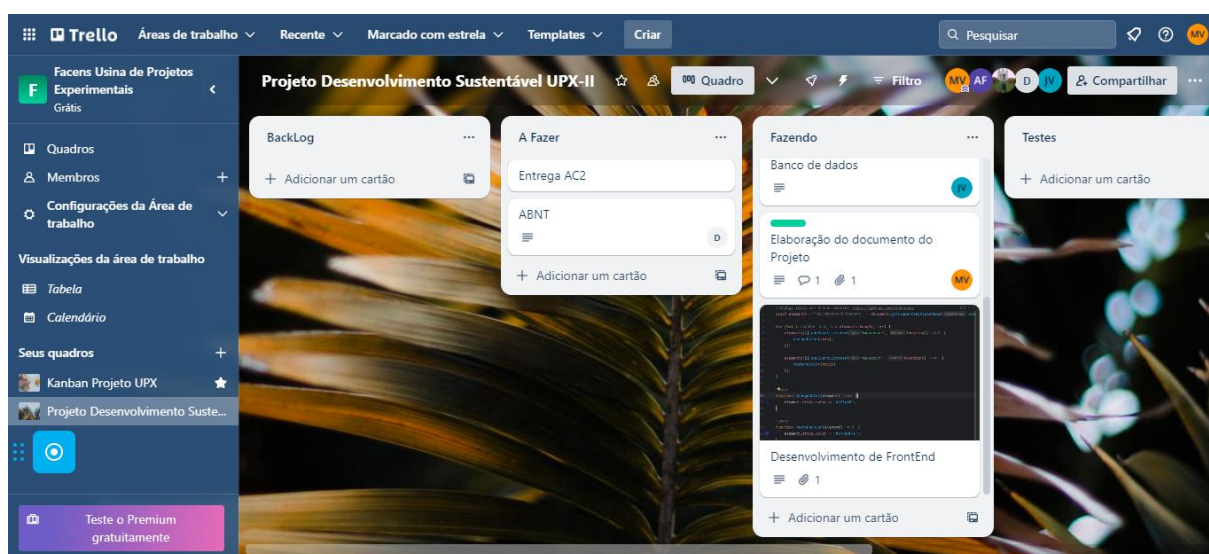
Em um mundo empresarial em constante evolução, a busca pela eficiência, adaptabilidade e entrega de valor aos clientes é essencial. A metodologia Agile Scrum surgiu como uma resposta a essa demanda, e suas cerimônias desempenham um

papel fundamental na condução do sucesso dos projetos de TI e desenvolvimento de software.

O Agile Scrum é um framework ágil que se baseia em princípios colaborativos, transparência e flexibilidade. Ele permite que as equipes entreguem produtos de alta qualidade de maneira iterativa e incremental. A abordagem Scrum é notável por sua estrutura organizacional leve, composta por papéis bem definidos, artefatos e cerimônias.

Utilizaremos o Trello, uma ferramenta de gerenciamento de projetos baseada em quadros, que se destaca como uma solução versátil e altamente eficaz para trabalho em equipe. O Trello é uma plataforma de colaboração visual que utiliza quadros, listas e cartões para organizar tarefas e projetos, ajudando as equipes a estruturar projetos, acompanhar o progresso e manter todos os membros da equipe alinhados, conforme figura 4.

Figura 4 – Trello



Fonte:

<https://trello.com/invite/b/qnzEn40j/ATT1a7c50fb9622d0e918e9275b58e5ec47a5B918B9B/projeto-desenvolvimento-sustentavel-upx-ii>

O grupo se reuniu em 05/09/2023 para início do projeto. A partir daí, os participantes puderam apresentar suas ideias e sugestões, sendo que a escolha do projeto se deu por meio do voto e consenso da maioria. Foi definido o desenvolvimento

de um sistema de irrigação inteligente, como forma de contribuir para o Desenvolvimento Sustentável, em 2 (duas) Minimum Viable Product (MVP).

Nessa mesma reunião também foram realizadas as primeiras especificações técnicas do projeto, como definição dos componentes Arduino e parâmetros de medição dos sensores de temperatura e umidade.

Os principais desafios até o momento, foram: a correta identificação e aplicação dos componentes e sensores adequados ao projeto, e a disponibilidade no Arduino.

Na primeira reunião de Planejamento (*Planning*), definimos o cronograma de trabalho, de modo a estabelecer as atividades a serem priorizadas e respectivas datas de entrega, conforme indicado nos Quadros 1 e 2.

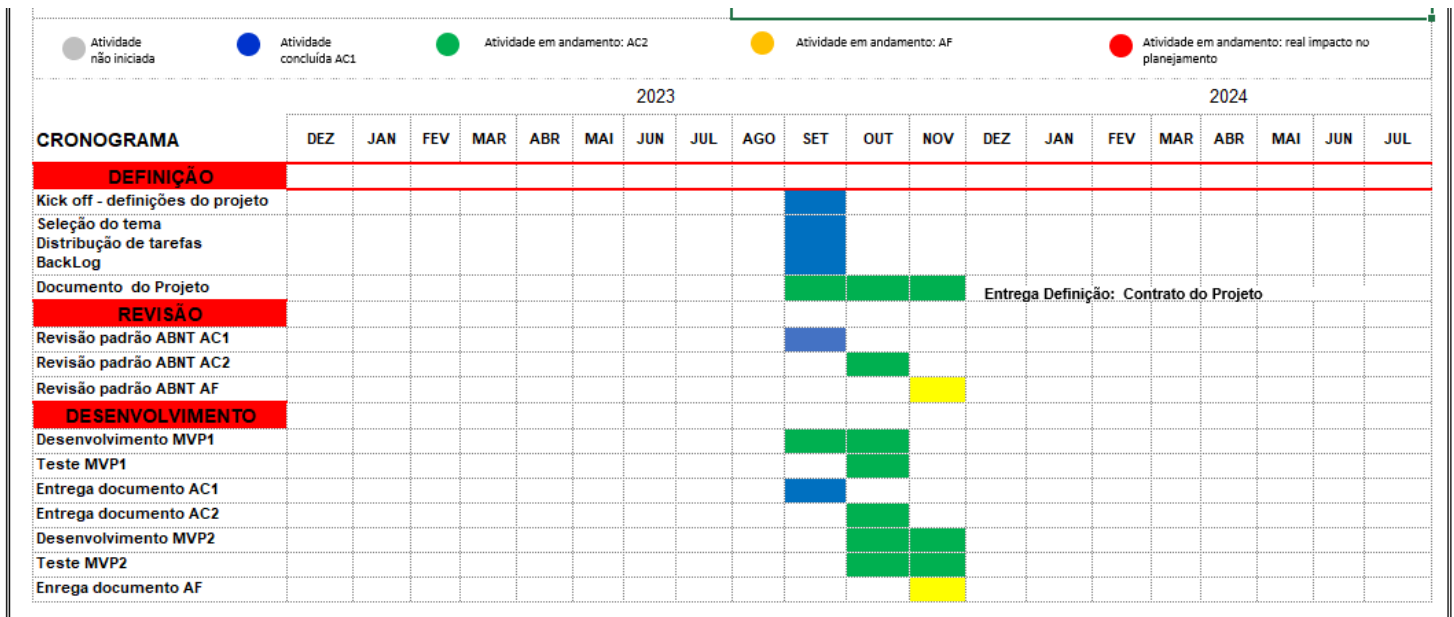
Quadro 1 - Cronograma

Atividade	Descrição	Início	Fim
Definir os participantes do grupo	Escolha dos participantes por meio de inscrição voluntária e definição do nome do grupo.	05/09/2023	12/09/2023
Selecionar o projeto	Indicação de ideias e votação para escolha do projeto e especificações técnicas iniciais.	05/09/2023	12/09/2023
Apresentar a equipe	Reunião para apresentação do grupo e distribuição de tarefas	12/09/2023	12/09/2023
Criar lista de Backlog	Definição de modelo de gestão e definição do backlog	12/09/2023	12/09/2023
Elaborar Documento do Projeto	Preenchimento do Documento do projeto (Parcial)	12/09/2023	20/09/2023
Revisar documento padrão ABNT	Revisão do documento do projeto no padrão de normas ABNT	20/09/2023	20/09/2023
Entregar a AC1	Entrega do documento do projeto - AC1	23/09/2023	23/09/2023

Desenvolver MVP1	Etapa de desenvolvimento utilizando componentes Arduino, sensores de medição, criação do código de programação e banco de dados.	23/09/2023	15/10/2023
Testar MVP1	Nesta etapa, deverão ser realizados os testes funcionais do projeto de modo a garantir o funcionamento de todos os requisitos definidos para mvp1	15/10/2023	15/10/2023
Revisar documento padrão ABNT	Revisão do documento do projeto no padrão de normas ABNT	15/10/2023	15/10/2023
Entregar a AC2	Entrega do documento do projeto – AC2	16/10/2023	21/10/2023
Desenvolver MVP 2	Nessa etapa, será desenvolvido o Front End responsável pela leitura e apresentação dos dados coletados na horta.	21/10/2023	10/11/2023
Testar MVP 2	Nesta etapa, deverão ser realizados os testes funcionais do projeto de modo a garantir o funcionamento de todos os requisitos definidos para mvp2	10/11/2023	21/11/2023
Revisar documento padrão ABNT	Revisão do documento do projeto no padrão de normas ABNT	21/11/2023	21/11/2023
Apresentar e entregar a AF	Será apresentado o projeto final, e realizada a entrega de todos os insumos necessários para a AF	21/11/2023	26/11/2023

Fonte: elaborado pelos autores

Quadro 2 – Planejamento



Fonte: elaborado pelos autores

5.2 Proposta Final

A proposta final deste trabalho acadêmico visa explorar de maneira abrangente a aplicação da tecnologia Arduino e seus componentes como uma solução inovadora em diversos contextos. Por meio da integração desses dispositivos de baixo custo e fácil programação, pretende-se desenvolver soluções práticas e eficientes para desafios contemporâneos em áreas como automação residencial, monitoramento ambiental e educação tecnológica.

5.2.1 Arduino

Em 2005 foi lançado o primeiro modelo serial Arduino pelos pesquisadores David Cuatillanes, David Mellis, Gianluca Martino, Massimo Banzi e Tom Igoe na Itália com objetivo de aumentar a acessibilidade da prototipagem eletrônica.

Com apenas sensores, fios e uma protoboard é possível criar projetos de diferentes usabilidades.

Pode se usar duas diferentes linguagens C ou C++ na IDE (Integrated Development Environment) do Arduino.

Seus componentes são: botão de reiniciar, conector USB, microcontrolador, cristal de quartzo 16Mhz, regulador de tensão, conector para alimentação externa p2, pinos de alimentação 5v e 3.3v GNGs, IORFF, RESET, seis portas analógicas, quatorze digitais duas portas de comunicação RX e TX, microcontrolador AT mega 328, Porta ICSP para programa serial e LED indicador de ligada.

Os modelos de Arduino são: Uno, Nano, Leonardo, Mega 2560, DUO e Uno WiFi.

Arduino é uma plataforma de computação física utilizada para a criação de projetos interativos associados a um software de computador. Foi desenvolvida estudantes e profissionais que desejam incorporar a computação física em seus trabalhos, sem ter que se tornarem engenheiros de programação, designers, entre outros). É também uma ferramenta educacional muito popular (BANZI; SHILOH, 2014).

O hardware e o software do Arduino são de código aberto. A filosofia do código aberto promove o compartilhamento de conteúdo e conhecimento entre uma comunidade. Isso é ótimo para iniciantes, pois a ajuda sempre está disponível online, de projetos básicos e avançados (BANZI; SHILOH, 2014).

5.2.2 ESP32

Em 2016 foi lançado o ESP32 pela empresa chinesa Espressif Sistemas com uma tecnologia superior ao Arduino, seu baixo custo e consumo de energia, o torna uma ótima opção para prototipagens seu microcontrolador Tensilica Xtensa LX6 com duas variações dual-core e single-core poderosos e com um tamanho 16% menor que o Arduino.

Além de vir com microcontrolador de 32 bits baseado no núcleo Xtensa LX6, duas CPUs Tensilica Xtensa LX6 de 32 bits com coprocessadores de ponto flutuante, clock de até 240 MHz, 448 KB de memória RAM, 520 KB de memória flash, conectividade Wi-Fi 802.11 b/g/n e Bluetooth 4.2.

34 pinos de entrada e saída, incluindo 12 pinos analógicos.

Periféricos integrados: UART, SPI, I2C, I2S, Ethernet, ADC, DAC, SDIO, RTC etc.

5.2.3 Protótipo

A plataforma de prototipagem escolhida para o desenvolvimento do sistema foi o ESP32, sendo que os principais fatores para essa escolha foram: o baixo custo, visto que o sistema é feito para agricultores familiares; a facilidade de programação e uso; além de que por ser uma plataforma de código aberto, a comunidade fornece bastante suporte.

Para a primeira MVP, a plataforma EPS32 irá ler os dados coletados pelo sensor de umidade do solo através das portas analógicas e convertê-los através de um trecho no código em C++, em um valor digital compreendido que 4095 = (0%) e 980 = (100%), conforme ilustrado na Figura 5.

Através do código escrito na IDE Arduino, a plataforma irá processar as informações coletadas e depois enviá-las para o Excel através de comunicação serial. Baseado nas informações recebidas, o usuário enviará um comando para a placa e por meio desse comando, a plataforma tomará a decisão de abrir ou fechar a válvula solenoide conforme figura 6, parte do código no IDE do Arduino.

Figura 5 – trecho do código convertendo os parâmetros em porcentagem -Ailson

```
21  int moistureLevel = analogRead(MOISTURE_SENSOR_PIN);
22  int moisturePercentage = map(moistureLevel, 4095, 980, 0, 100);
23  moisturePercentage = constrain(moisturePercentage, 0, 100);
24
```

Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 6 – trecho do código, condicional habilitar conforme os parâmetros -Ailson

```

30 // Verifique se a umidade do solo está abaixo de 30%
31 if (moisturePercentage <= 30) {
32     // Ligue o relé
33     digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);
34 }
35 // Verifique se a umidade do solo está acima de 70%
36 else if (moisturePercentage >= 70) {
37     // Desligue o relé
38     digitalWrite(RELAY_PIN, LOW);
39 } else {
40     // O relé permanece no estado atual
41 }

```

Fonte: Elaborada pelo autor

Para o nosso exemplo, decidimos habilitar a irrigação quando o solo estiver em 30% de umidade e desligar quando atingir 70%, conforme figura 6. Com isso, podemos trabalhar com uma faixa de umidade onde a planta não fique sem água e não encharque.

5.2.4 Linguagem de Programação - Código Fonte

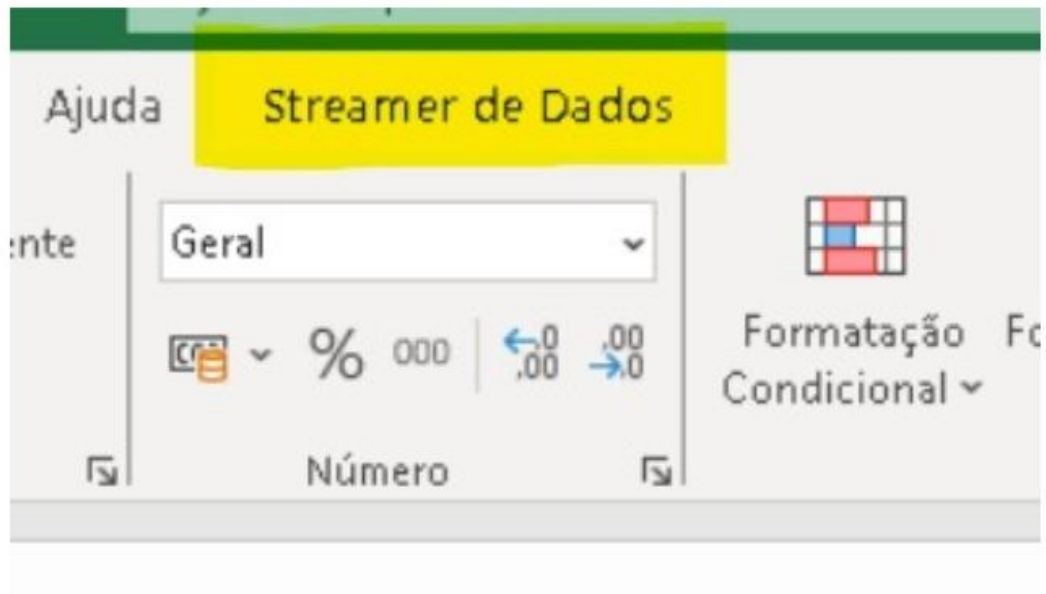
Utilizaremos a linguagem de programação C++ como método para transformar as nossas instruções em linguagem orientada a objetos, conforme trecho de instruções, Anexo I

5.2.5 Banco de dados

Nós decidimos plotar as informações na planilha do Excel, pois é possível fazer desta forma usando uma ferramenta chamada Streamer de dados conforme a figura 7, assim podemos conectar o hardware ao Excel conforme a figura 8 e coletar informações suficientes para tomar decisões e acompanhar em tempo real.

Figura 7 – Streamer de Dados -Ailson

Streamer de Dados



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 8 -Conectando o hardware ao Excel -Ailson

Conectando ao Streamer de Dados



IDE Arduino

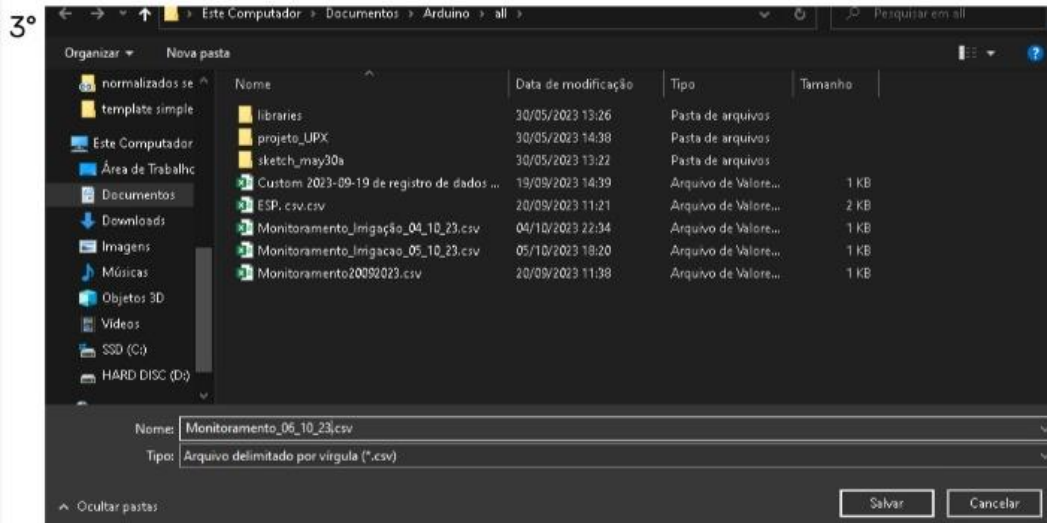
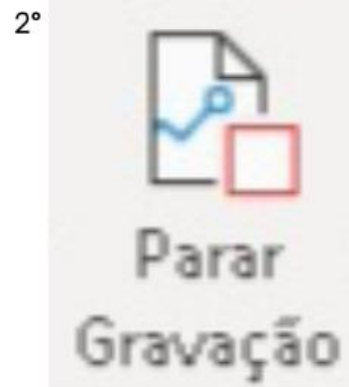


Fonte: Elaborada pelo autor

Esses dados são exportados em arquivos no formato .csv conforme a figura 9 para serem usados para análises em SQL, Power BI entre outras plataformas de Business Intelligence, conforme figura 10. os parâmetros de umidade de solo que está em questão, pois é o recurso que estamos monitorando para a irrigação e os parâmetros de temperatura e umidade do ar que se relacionam. Por exemplo em um dia quente o solo seca rapidamente e a planta fica sem os nutrientes e minerais presentes na água, e a baixa umidade do ar que seca suas folhas, assim podemos acionar recursos com base nas informações precisas do hardware ESP32.

Figura 9 – Exportando os dados do Excel com extensão .csv - Ailson

Exportando os Dados



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 10 – Dados para manipulação em Excel extensão .csv - Ailson

Dados do ESP32

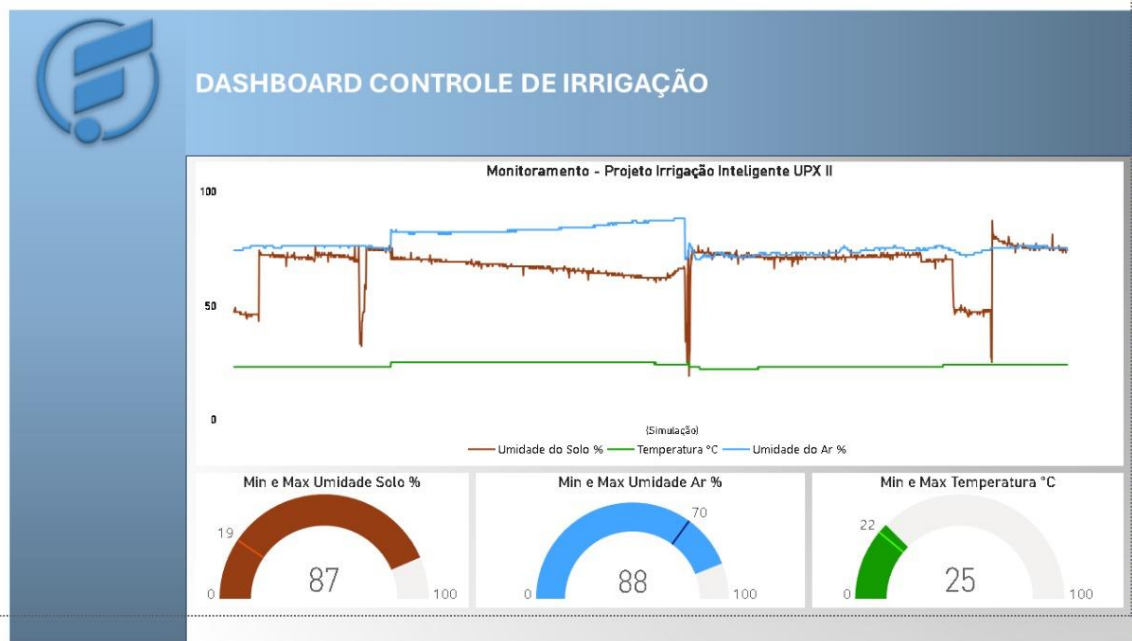


Fonte: Elaborada pelo autor

O armazenamento de dados em um banco de dados no Power BI desempenha um papel crucial na criação de painéis de controle dinâmicos para monitoramento e estudos detalhados. O Power BI oferece uma plataforma robusta para consolidar e organizar informações de várias fontes, permitindo a fácil integração de dados em um ambiente centralizado. Com esses dados à disposição, os usuários podem criar dashboards interativos e personalizados, gerando visualizações gráficas que facilitam a análise, identificação de tendências e tomada de decisões informadas.

Essa abordagem permite o monitoramento contínuo de métricas essenciais, capacitando profissionais de diversas áreas a extrair insights valiosos a partir de informações previamente dispersas, impulsionando, assim, o estudo aprofundado e a melhoria contínua de processos e estratégias, conforme podemos observar na figura 11.

Figura 11 – Dashboard controle de irrigação - Ailson



Fonte: Elaborada pelo autor

5.3 Orçamento

Para o projeto de irrigação inteligente, estamos comprometidos em fornecer uma solução eficiente e sustentável que atenda às suas necessidades específicas. Nosso objetivo é oferecer um orçamento transparente e competitivo, considerando cuidadosamente todos os aspectos do projeto, desde o design e a instalação até a integração de tecnologias de ponta. Acreditamos que a irrigação inteligente não apenas reduzirá custos operacionais, mas também contribuirá para uma abordagem mais responsável e sustentável no manejo de recursos hídricos.

Os preços dos componentes foram cotados na plataforma Mercado Livre (<https://www.mercadolivre.com.br>), no dia 04/10/2023, descritos no quadro 3.

A equipe de desenvolvimento foi atribuída, de acordo com o quadro 4 – Descrição e Valores, considerando cada um dos componentes do grupo alocado conforme sua competência no desenvolvimento do projeto.

Quadro 3 - Orçamento

Ítem	Descrição	Valor R\$
1	ESP32 WROOM	31,99
2	ESP32 PRODUÇÃO E INSTALAÇÃO	2.000,00
3	ESTUFA METÁLICA PARA JARDIM	3.250,00
4	KIT JUMPER	8,40
5	SENSOR UMIDADE SOLO	9,40
6	SENSOR DHT UMIDADE E TEMPERATURA	10,36
7	ANALISTA BACK-END (POR HORA)	70,35
8	ANALISTA BANCO DE DADOS (POR HORA)	70,35
9	ANALISTA FRONT-END (POR HORA)	63,00
10	ARQUITETO DE SOFTWARE (POR HORA)	92,00
11	PRODUCT OWNER (POR HORA)	67,00
12	100 MUDAS HORTALIÇAS DIVERSAS	199,90
13	KIT IRRIGAÇÃO FAMILIAR GOTEJAMENTO	1.938,41

Fonte: elaborado pelos autores

Quadro 4 – Squad - Descrição e Valores

1	ANALISTA FRONT-END	Responsável por criar/alterar componentes que o usuário visualiza o aciona como relatórios, componentes de página web/mobile.
2	ANALISTA BACK-END	Responsável por criar/alterar transações que são requisitadas pelo frontend ou transações de processamento (geração de arquivo ou integrações).
3	ANALISTA FULLSTACK	Responsável pelas funções 1 e 2. Válido para tratar de fluxos de usuário com alta complexidade de negócio ou API.
4	ANALISTA DE QUALIDADE	Responsável pela criação de testes unitários ou testes automatizados em telas ou API para garantir o comportamento das transações estão de acordo com o desejado.
5	ANALISTA DE SEGURANÇA	Responsável pela criação testes ativos/passivos de intrusão de sistemas (black-box ou white-box). Ao final será apresentado um relatório com as principais vulnerabilidades
5	SCRUM MASTER	Responsável em conduzir as dailys com os envolvidos do projeto, garantindo diminuir riscos do projeto e fatores que impeçam o atendimento da demanda.
6	ARQUITETO DE SOFTWARE	Responsável em prover rotinas, configurações que serão utilizadas pelos analistas de back-end e front-end de acordo com o padrão de arquitetura do projeto.
7	PRODUCT OWNER	Responsável em documentar as regras de negócio, requisitos funcionais e não-funcionais e protótipos para evoluir o sistema.

ITEM	FUNÇÃO TÉCNICA	VALOR/HORA CONSULTOR	(FIXO MES – 168H)
1	ANALISTA FRONT-END	R\$ 63,00/HORA	R\$ 10.584,00
2	ANALISTA BACK-END	R\$ 70,35/HORA	R\$ 11.818,80
3	ANALISTA FULLSTACK	R\$ 90,30/HORA	R\$ 15.170,40
4	ANALISTA DE QUALIDADE	R\$ 58,00/HORA	R\$ 9.744,00
5	SCRUM MASTER	R\$ 45,00/HORA	R\$ 7.560,00
6	ARQUITETO DE SOFTWARE	R\$ 92,00/HORA	R\$ 15.456,00
7	PRODUCT OWNER	R\$ 67,00/HORA	R\$ 11.256,00

Fonte: elaborado pelos autores

5.4 Retorno esperado

5.4.1 Redução do Consumo de Água:

A coleta de dados de umidade do solo em tempo real permite a personalização precisa do ciclo de irrigação. Isso evita o uso excessivo de água, adequando-se às necessidades específicas de cada área do cultivo. Espera-se uma redução significativa no consumo hídrico, resultando em benefícios ambientais e econômicos.

5.4.2 Aumento da Eficiência Operacional:

A automação do processo de irrigação elimina a dependência de intervenção manual constante. Isso libera os recursos humanos para tarefas mais estratégicas, enquanto as operações diárias são otimizadas de acordo com as condições reais do solo. A eficiência operacional aprimorada contribui para a economia de tempo e recursos.

5.4.3 Sustentabilidade Ambiental:

A redução do consumo de água não apenas preserva um recurso essencial, mas também minimiza os impactos ambientais associados à captação e distribuição de água. A implementação do sistema de irrigação inteligente reforça o compromisso com práticas agrícolas sustentáveis.

5.4.4 Melhoria na Qualidade do Solo:

Ao evitar a saturação do solo, o sistema contribui para a preservação da estrutura do solo, promovendo um ambiente propício para o crescimento das culturas. A longo prazo, isso pode resultar em terras mais saudáveis e produtivas.

6 VALIDAÇÃO

6.1 Procedimento

Os dados gerados pelo ESP32 foram plotados em uma planilha em Excel, figura 12, manipulados e editados através da plataforma do Power BI. Gerando tabelas que referenciam e descreviam cada classe dos dados (temperatura, umidade do ar e umidade do solo). Utilizando as ferramentas do Power BI fizemos um gráfico onde pode se observar o avanço dos procedimentos de irrigação dentro do projeto, em tempo real. Assim como também avaliar a quantidade máxima e mínima de cada critério, para futuras decisões.

Figura 12. Tabela no Excel gerada pelo hardware ESP32.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Dados Em (De Silicon Labs CP210x USB to UART Bridge (COM7))								
2	Os dados provenientes da fonte de dados atual serão exibidos abaixo conforme sejam recebidos.								
3	Dados Atuais								
4	TIME	CH1	CH2	CH3					
5	9:27:08,69	23	61	81					
6	Dados Históricos								
7	TIME	TEMPERATURA	UMIDADE SOLO	UMIDADE AR					
8	9:27:08,69	23	61	81	◀ Mais recente				
9	9:27:02,66	23	61	81					
10	9:26:56,64	23	61	81					
11	9:26:50,61	23	61	81					
12	9:26:44,59	23	61	81					
13	9:26:38,56	23	61	81					
14	9:26:32,54	23	61	81					
15	9:26:26,52	22	61	81					
16	9:26:20,49	22	61	81					
17	9:26:14,47	22	62	81					
18	9:26:08,44	22	60	81					
19	9:26:02,42	23	61	81					
20	9:25:56,39	22	61	81					
21	9:25:50,37	22	62	81					
22	9:25:44,34	22	61	81					
23									
24									
25									
26									

Fonte: elaborado pelos autores

6.2 Resultados

Com o monitoramento e análise dos gráficos gerados, a partir da manipulação dos dados plotados na planilha do Excel, observamos as condições ambientais locais para tomada de decisão precisa para o momento correto de iniciar o procedimento de irrigação do solo.

Como mostrado no Dashboard abaixo do Power BI, tivemos três momentos em que pudemos primeiro ajustar os parâmetros que estavam abaixo da média de 65%, não atendendo à demanda da hortaliça em questão, figura 13.

No segundo momento, tivemos um pico onde nosso sistema de irrigação ficou na faixa de 85%, um parâmetro negativamente aceitável, pois dependendo do cultivo, o excesso de água pode matar a planta, figura 14.

E no terceiro e último momento, ajustamos nosso hardware com um tempo de irrigação menor e, conseqüentemente, mantivemos o valor proposto pelo grupo em 70%, condição ideal para o cultivo, conforme demonstrado na figura 15.

Figura 13. Condição Mínima



Fonte: elaborado pelos autores

Figura 14. Condição Máxima



Fonte: elaborado pelos autores

Figura 15. Condição Ideal



Fonte: elaborado pelos autores

Podemos observar os momentos que o solo fica seco em 30%, logo em seguida o hardware aciona a bomba e alimenta o sistema com água, assim nosso cultivo tem um ganho de produtividade e redução significativa de água.

Contudo podemos ajustar as faixas de porcentagem entre (30% - 70%) para umidade do solo e monitorar temperatura e umidade do ar, para garantir a eficiência da irrigação, nosso projeto pode ser adaptado para qualquer situação em que o controle preciso de água na irrigação se faz necessário.

Esse parâmetro foi criado pelo grupo, e não seguimos um valor exato para o cultivo de uma planta, pois nosso trabalho é apenas para controlar exatamente a faixa de umidade proposta, ficamos muito satisfeitos com os resultados e conseguimos mensurar o consumo real de uma irrigação inteligente.

7 CONCLUSÃO

A conclusão bem-sucedida do nosso projeto, Sistema de Irrigação Inteligente, integrando componentes do ESP32, banco de dados em Excel e análise de dados em Power BI, transcende não apenas a esfera técnica, mas também representa uma valiosa contribuição para a formação em Análise e Desenvolvimento de Sistemas. Este projeto, concebido e executado no contexto acadêmico, proporcionou uma rica experiência de aprendizado, consolidando conceitos teóricos em uma aplicação prática e impactante.

Ao desenvolver soluções tecnológicas alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, os participantes deste projeto não apenas refinaram suas habilidades técnicas, mas também internalizaram a importância da inovação responsável e sustentável. A aplicação prática desses conhecimentos em um projeto de relevância ambiental reforça a capacidade dos estudantes de Análise e Desenvolvimento de Sistemas em utilizar suas habilidades para endereçar desafios do mundo real.

Dessa forma, o Sistema de Irrigação Inteligente não apenas cumpre sua função prática, mas também se destaca como um testemunho da capacidade dos alunos em integrar teoria e prática, preparando-os para futuros desafios na área. Esta iniciativa

exemplar não só contribui para o avanço tecnológico, mas também fortalece o compromisso dos participantes com o desenvolvimento sustentável e a aplicação ética e inovadora da tecnologia.

ANEXO I – CÓDIGO FONTE

```
// Ailson Projector Executor
// C++
#include <DHT.h>

#define DHT_PIN 14 // Pino do sensor DHT11
#define MOISTURE_SENSOR_PIN 35

#define RELAY_PIN 2 // Pino do relé

DHT dht(DHT_PIN, DHT11); // Inicialize o objeto DHT

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  dht.begin(); // Inicialize o sensor DHT11
  Serial.println("Temperatura,Umidade do Solo,Umidade do Ar");

  // Inicialize o relé
  pinMode(RELAY_PIN, OUTPUT);
  digitalWrite(RELAY_PIN, LOW); // O relé está desligado por padrão
}

void loop() {
  int temperature = dht.readTemperature(); // Leia a temperatura do DHT11
  int humidity = dht.readHumidity(); // Leia a umidade do ar do DHT11

  int moistureLevel = analogRead(MOISTURE_SENSOR_PIN);
```

```

int moisturePercentage = map(moistureLevel, 4095, 980, 0, 100);
moisturePercentage = constrain(moisturePercentage, 0, 100);

// Verifique se a umidade do solo está abaixo de 30%
if (moisturePercentage <= 30) {
  // Ligue o relé
  digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);
}
// Verifique se a umidade do solo está acima de 70%
else if (moisturePercentage >= 70) {
  // Desligue o relé
  digitalWrite(RELAY_PIN, LOW);
} else {
  // O relé permanece no estado atual
}

Serial.print(temperature);
Serial.print(",");
Serial.print(moisturePercentage);
Serial.print(",");
Serial.println(humidity);

delay(6000); // Aguarda 6 segundos antes de ler novamente os sensores
}

```

REFERÊNCIA

AGRICULTURA, Ministério da Pecuária Abastecimento e. **SELEÇÃO DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO**. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/75698/1/ct-98.pdf>. Acesso em: 19 set. 2023.

CNA, (Brasil). **PARANÁ NOTÍCIAS**. Disponível em: <https://www.cnabrasil.org.br/noticias/faep-conhece-tecnicas-de-israel-para-produzir-alimentos-no-deserto>. Acesso em: 10 set. 2023.

CPT, Cursos Presenciais. **AGRICULTURA E IRRIGAÇÃO**. Disponível em: <https://www.cptcursospresenciais.com.br/blog/sistema-de-irrigacao-localizada/>. Acesso em: 18 set. 2023.

EMBRAPA, Portal. **TECNOLOGIAS de Irrigação**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/busca/irriga%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 20 set. 2023.

GARDENA, (Brasil). **SISTEMA POR GOTEJAMENTO**. Disponível em: <http://www.gardena.com.br/water-management/micro-drip-irrigation-system/>. Acesso em: 6 set. 2023.

NEVES JR, Giovane. **IRRIGAÇÃO INTELIGENTE: mais alimentos com menos água**. Disponível em: <http://giovanijr.wordpress.com/2007/12/11/irrigacao-inteligente-mais-alimentos-com-menosagua/>. Acesso em: 15 set. 2023.

ONU, Nações Unidas Brasil. **ARTIGO: Escassez de água, desafio à sustentabilidade**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/76113-artigo-escassez-de-%C3%A1gua-desafio-%C3%A0-sustentabilidade>. Acesso em: 22 nov.2023.

UOL, Mundo Educação. **Consumo de Água no Mundo**. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/consumo-agua-no-mundo.htm>. Acesso em: 20 set. 2023.