

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São
Paulo

Câmpus Birigui

Caio Cavaca Hespporte
Davi Alves da Costa
Gabriel Augusto Consalter
Henrique Ferrari Sarjorato
Leonardo Pavan Cunha Mattos

Título: Sensores de Baixo Custo Para o Solo

Birigui

2022

Caio Cavaca Hespporte
Davi Alves da Costa
Gabriel Augusto Consalter
Henrique Ferrari Sarjorato
Leonardo Pavan Cunha Mattos

Título: Sensores de Baixo Custo Para o Solo

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de
São Paulo, como requisito parcial para
conclusão do curso de Engenharia da
Computação.

Área de Concentração: Área de
Conhecimento (Table CNPq):
1.03.04.00-2 Sistemas de
Computação.

Orientador: Profa. Helen de Freitas
Santos

Birigui

2022

FICHA CATALOGRÁFICA (obrigatória; impressa no verso da folha de rosto, não conta na paginação)

Rissi, Viviane Renata Ventura.

A importância da biblioteca : análise dos últimos 7 anos /
Viviane R. V. Rissi, 2019 90 f. : il.

Orientador: Nome direto

Monografia (Graduação)– Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia de São Paulo, Birigui, 2019.

1. Leitura (Ensino superior). 2. Livros (Investimento). 3.
Leitura – Meios auxiliares. I. Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do IFSP – Campus Birigui

NOME DOS AUTORES DO TRABALHO

Caio Cavaca Hespporte

Davi Alves da Costa

Gabriel Augusto Consalter

Henrique Ferrari Sarjorato

Leonardo Pavan Cunha Mattos

TÍTULO DO TRABALHO: Sensores de Baixo Custo para Compostagem

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Câmpus Birigui, como requisito parcial para conclusão do curso de XXXX.

Orientador:

Co-orientador: (se houver)

Banca examinadora

Membro 1, titulação e instituição

Membro 2, titulação e instituição

Membro 3, titulação e instituição

Birigui, ____ de _____ de _____.

Epígrafe (Opcional). Pensamentos retirados de um livro, uma música, um poema, normalmente relacionado ao tema do trabalho, seguida de indicação de autoria. As epígrafes podem ser colocadas também nas folhas de abertura de cada capítulo.

*“Any fool can write code that a computer can understand.
Good programmers write code that humans can understand”.*

Martin Fowler

RESUMO

Agricultura é uma das principais fontes de renda do contexto brasileiro atual e com isso podemos perceber a iminente necessidade da idealização de um sensor funcional para análise de parâmetros essenciais para o solo, de maneira que seja acessível e funcional de modo em que haja harmonia entre hardware, software e utilizador. O equipamento é composto basicamente por um esp32, o conjunto de sensores de parâmetros do solo, conexões e dispositivos de eletrônica, contidos em uma caixa impressa por impressora 3d. Também foram realizados testes e a parametrização do sensor para diferentes tipos de solo.

Palavras-chave: Sensor. Agricultura. Inovação.

ABSTRACT

Agriculture is one of the main sources of income in the current Brazilian context and with that we can see the imminent need to idealize a functional sensor for the analysis of essential parameters for the soil, in a way that is accessible and functional so that there is harmony between hardware , software and user. The equipment is basically composed of an ESP32, the set of sensors of soil parameters, connections and electronic devices, contained in a box printed by a 3D printer. Tests and parameterization of the sensor for different types of soil were also carried out.

Keywords: Sensor. Agriculture. Innovation.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	09
1.1	REFERENCIAL TEÓRICO	09
1.2	JUSTIFICATIVA	10
1.3	OBJETIVOS	10
1.3.1	OBJETIVO GERAL	10
1.3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
1.4	CRONOGRAMA	11
2	MATERIAIS E MÉTODOS	12
2.1	REQUISITOS FUNCIONAIS	12
2.2	REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS	13
2.3	LEVANTAMENTO DE HARDWARE	13
2.4	PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	14
2.5	PESQUISA DOCUMENTAL	14
2.7	PESQUISA EXPERIMENTAL	15
2.8	PESQUISA DE ESTUDO DE CAMPO.	15
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	16
4	CONCLUSÕES PARCIAIS.	17
5	REFERÊNCIAS	18

1 INTRODUÇÃO

1.1 Referencial Teórico

Por meio de uma busca a respeito de sensores de baixo custo realizada na base de dados do Google Scholar e do Periódico CAPES, foram encontrados dezenas de artigos realizados nos últimos 10 anos, e, após a leitura dos trabalhos pesquisados, foram escolhidas 3 obras para perscrutação. Na busca, foram encontrados vários trabalhos acerca da utilização de sensores de baixo custo, baseando-se tanto em o identificar quais são os sensores quanto às suas diversas aplicações, principalmente na agricultura.

Através da leitura dessas obras, foi possível identificar que a maior parte dos autores desenvolveram pesquisas experimentais a fim de demonstrar a aplicação dos sensores em diversos cenários, como no artigo de Torres (2021) em que busca-se desenvolver um sistema de monitoramento remoto de fatores importantes no setor de agricultura através da utilização de sensores sem fio, e, no artigo de Sarturi (2022) em que utilizou-se um ESP 32 como unidade de comando para coletar dados de diversos sensores de monitoramento de uma estufa.

Também foi possível observar, em menor incidência, a existência de artigos aspirando realizar uma revisão bibliográfica a respeito do assunto, como citado por Eustáquio et al. (2012) em sua obra, onde os autores usam de uma pesquisa para descobrir quais otimizações seriam utilizadas para melhorar as técnicas agrícolas de manutenção de plantios no geral, e acabam ampliando o objetivo ao desenvolver um sensor de umidade de solos baseado em arduino, visando controlar o fluxo de água de irrigação para fornecer quantidades adequadas às plantas.

Durante a pesquisa, foi possível identificar que todos os autores trabalham por cima da mesma problemática, onde pode-se observar a análise de dados obtidos por sensores em mais de um cenários de teste, variando os fatores de temperatura e umidade, como citado por Torres (2021), em que além da identificação sobre o solo estar úmido ou não, também são apresentadas as porcentagens de umidade em cenários onde o solo varia de úmido até molhado. Os autores abordam mais de uma maneira de tratar dados, utilizando sensores mais diversificados que variam entre versões do DHT11 e do DHT22, com amostragem de porcentagem, até a obtenção de valores de forma menos rigorosa, como realizado na pesquisa experimental realizada por Eustáquio et al. (2012), em que resultados são obtidos a cada minuto. A forma adotada durante a pesquisa para lidar com esses dados envolve algoritmos capazes de preparar as informações que serão úteis, removendo tudo que não for necessário para sua utilização, e, com auxílio de identificadores determinados previamente, estabelecer indicadores referentes ao nível dos nutrientes no solo.

Entretanto, para realizar o processamento dos dados, é importante notar que algoritmos diferentes serão empregados de acordo com a metodologia de tratamento empregada por cada tipo de sensor, visando evitar que haja conflito entre eles. A utilização dos dados caberá ao interessado por eles, bastando ao projeto apenas preparar as informações para serem apresentadas na forma mais autoexplicativa, pretendendo somente indicar os valores obtidos, sem tomar nenhuma ação a respeito deles.

Por se tratar de uma área relativamente nova, novas soluções podem ser observadas de acordo com o critério de refinação necessitado pelo requerente e, a partir disso, novos tipos de soluções abrangendo sensores poderão ser desenvolvidas futuramente, como na abordagem de Ferreira Gomes et al. (2017), em que sensores de solo de baixo custo são utilizados para identificação de elementos químicos presentes no solo.

1.2 Justificativa

Com o passar dos anos, notou-se uma crescente preocupação em relação à produtividade no campo, cujas implicações colidem diretamente na necessidade da utilização de tecnologias que auxiliem na forma de lidar com o solo e suas propriedades químicas.

Pensando nesse aspecto, o presente trabalho procura desenvolver uma solução que vá realizar a leitura de informações presentes no solo, como a umidade, o PH, o índice de luminosidade e a temperatura, buscando utilizar tais informações de forma que seja benéfica para o agricultor e a manutenção de cultivos no geral.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um dispositivo de baixo custo envolvendo um aglomerado de sensores responsáveis pelo monitoramento de propriedades do solo via software.

1.3.2 Objetivos Específicos

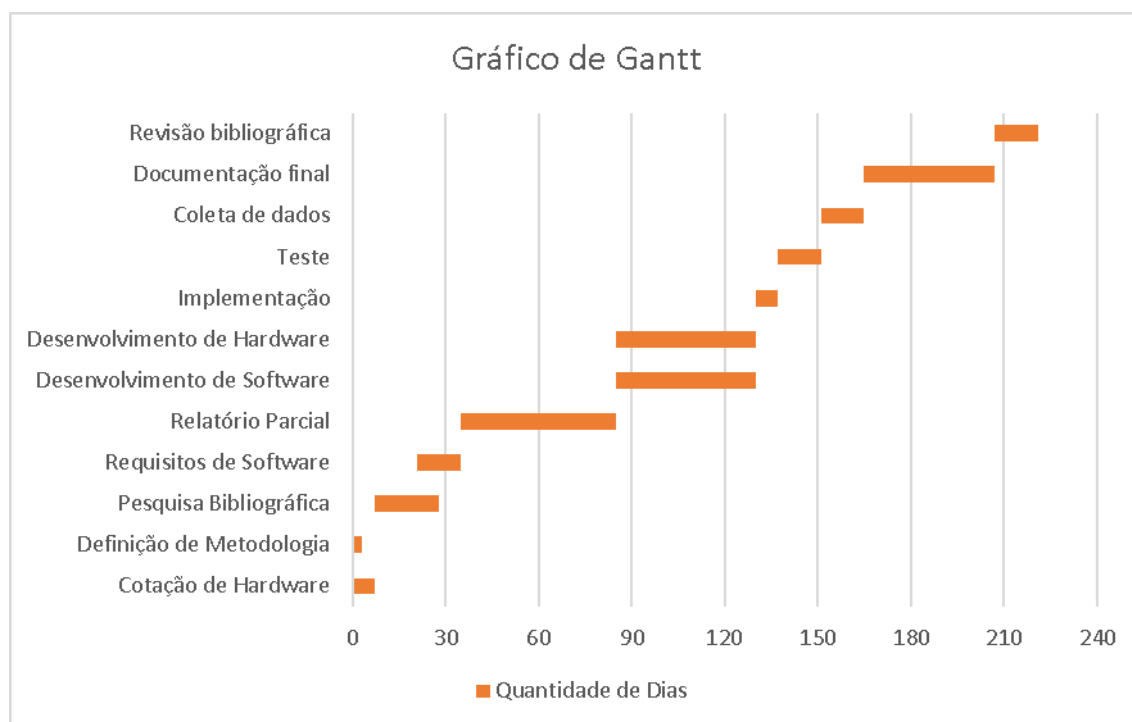
- Realizar uma pesquisa a respeito de quais ferramentas serão utilizadas no desenvolvimento do dispositivo, com enfoque no baixo custo;
- Desenvolvimento do hardware do dispositivo;
- Desenvolvimento do software do dispositivo;

1.4 Cronograma

No projeto, o uso de uma ferramenta visual para controlar o cronograma de atividades e objetivos atuais do projeto, se tornou uma necessidade. Com a finalidade de cumprir a distribuição completa das atividades foco, a ideia da criação de um gráfico de Gantt foi concebida. Primeiramente, um estudo entre os membros membros, identificou as etapas obrigatórias para a conclusão do trabalho, gerando 9 metas distribuídas em ordem de realização:

- 1) Cotação de Hardware
- 2) Definição de metodologia
- 3) Pesquisa bibliográfica
- 4) Requisitos do software
- 7) Relatório parcial
- 5) Desenvolvimento do software
- 6) Desenvolvimento do hardware
- 7) Implementação
- 6) Teste
- 7) Coleta de dados
- 8) Documentação final
- 9) Revisão bibliográfica

As etapas criadas e ordenadas, possibilitaram a criação do Gráfico de Gantt, através da plataforma Excel. Após debates entre a equipe do projeto, dias foram atribuídos a cada tarefa e foram distribuídos conforme a formatação da ferramenta.



2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Requisitos Funcionais:

Os requisitos funcionais são os serviços que o sistema possui, todas as ferramentas que obedecem a comandos (Ian Sommerville, 2007).

Código	Descrição	Realizado por
RF01	Os sensores devem fazer a leitura dos dados das respectivas medidas a cada hora de execução.	Sensores
RF02	O sistema deve armazenar os dados coletados na memória interna do ESP32 em formato de planilha.	Sistema
RF03	O sistema deve enviar os dados coletados através de uma planilha, via bluetooth.	Sistema
RF04	O sistema deve separar corretamente o endereço de sinal de cada sensor.	Sistema
RF05	O sistema deve conferir periodicamente se os sensores estão funcionando corretamente.	Sistema
RF06	O sistema deve tratar os dados através de parâmetros pré-definidos pelo usuário.	Sistema
RF07	O sistema deve informar ao usuário a condição do solo através dos dados tratados.	Sistema

RF08	O usuário deve conseguir acessar a visualização dos dados através de uma aplicação mobile.	Usuário
RF09	O sistema deve permitir ao usuário gerar um relatório geral em formato de PDF.	Usuário

Tabela 1 - Requisitos funcionais com descrição e ator. Fonte: Elaboração Própria.

2.2 Requisitos não Funcionais:

Os requisitos não funcionais são as restrições que o sistema possui sobre as os serviços do sistema. (Ian Sommerville, 2007).

Nome	Descrição
RNF1	Os sensores devem ser de baixo custo.
RNF2	Os sensores devem ser resistentes a líquidos presentes no solo.
RNF3	Conexão entre os sensores e a placa por um Multiplexador.
RNF4	O software do ESP32 deve ser desenvolvido em C++.
RNF5	O app mobile deve ser desenvolvido em React Native.
RNF6	O app mobile deve utilizar de tons de verde e branco.

Tabela 2 - Requisitos não funcionais com descrição. Fonte: Elaboração Própria.

2.3 Levantamento de Hardware

Após realizar a pesquisa bibliográfica, o hardware necessário para implementação do projeto foi decidido. Os itens necessários para a execução são: placa de desenvolvimento ESP32, sensor de umidade, sensor de ph, sensor de temperatura, sensor de luminosidade e um multiplexador para unir os sinais dos sensores.

Buscando os itens necessários na internet foi encontrado alguns modelos disponíveis no mercado que são compatíveis com o projeto. A seguir uma tabela dos componentes e seus respectivos links.:

Tabela de compras dos materiais

Nome	Preço	Link da Compra
Placa de desenvolvimento ESP32	R\$ 26,02 + Frete: R\$ 17,29	encurtador.com.br/flqEJ
Sensor de umidade:	R\$ 17,07 + Frete: R\$ 37,70	encurtador.com.br/nlMSW
Sensor de ph	R\$ 112,37 + Frete: Grátis	encurtador.com.br/wN127
Sensor de temperatura	R\$ 5,10 + Frete:R\$ 27,42	encurtador.com.br/imnX9
Sensor de luminosidade	R\$ 7,00 + Frete:R\$ 19,54,	encurtador.com.br/uxLW9

Multiplexador	R\$ 31,50 + Frete:R\$ 16,80	encurtador.com.br/aFN05
Total:	R\$ 317,81	-

2.4 Pesquisa Bibliográfica

Como pesquisa inicial, foi procurado tipo de sensores que atendem as demandas do projeto e já estão no mercado. Após a aquisição de exemplos, se buscou artigos e vídeos que mostrassem exemplos, como aplicar e calibrar os sensores utilizando as placas que deseja-se adquirir, para coleta de dados e compreensão da dificuldade de aplicação do projeto. também foram coletados artigos e referenciais para conhecimento das aplicações e possíveis utilidades dos sensores que serão utilizados. Com dados e referencial em mão, o grupo irá iniciar uma pesquisa de preço dos itens necessários para o desenvolvimento do protótipo planejado, e uma nova pesquisa para adquirir novas utilidades e possíveis melhorias no mesmo.

2.5 Pesquisa Documental

A pesquisa documental teve por finalidade elaborar uma metodologia para lidar com os dados que serão coletados pelos sensores. Com o objetivo de realizar uma análise quantitativa desses dados, foi necessário executar a pré-análise das informações que seriam obtidas, procurando as ferramentas mais eficientes para a tarefa. Após averiguar opções diversas através da pesquisa bibliográfica, ficou decidido a utilização de um Arduino para realizar essa função, uma vez que o propósito deste trabalho fosse buscar uma solução de baixo custo para o problema apresentado, e essa plataforma é conhecida por seu baixo custo.

Quanto à linguagem, foi determinado por meio de uma análise exploratória que será empregado o C++, pois para compilar o código do software a ser confeccionado é necessário um ambiente de desenvolvimento, e, dada a ferramenta que está sendo utilizada, o Arduino IDE pode ser descrito como um aplicativo de computador com compilador integrado que é baseado na linguagem C, tornando a programação mais rápida e intuitiva, intrínseco aos objetivos procurados nesse projeto.

2.6 Pesquisa Experimental

O objetivo da utilização do implemento do hardware é unir diversos sensores de baixo custo em um único microcontrolador, atuando como receptor dos sinais e manipulador dos dados através da programação desejada. O ESP32 foi escolhido como dispositivo principal, auxiliado por diversos sensores diferentes, compartilhando a ligação por um Multiplexador, que separa os endereços dos sinais em diferentes tipos, possibilitando que o microcontrolador precise apenas de um único barramento para receber todos os dados dos sensores escolhidos.

A programação do software presente no ESP32, é feita pela conexão de um cabo micro USB em um computador comum. O Arduino IDE foi o ambiente escolhido para a programação do código na linguagem C++. Diretamente na IDE são configurados o modelo do hardware escolhido e a conexão de portas para o envio do código ao microcontrolador.

2.7 Pesquisa do Estudo de Campo

Com o desenvolvimento do software e hardware, podemos desenvolver o dispositivo, aproveitando os testes realizados anteriormente para implementar e integrar o projeto de maneira satisfatória, pensando num dispositivo pequeno e portátil para facilitar sua utilização em qualquer tipo de solo e como isso vai ser implementado para a coleta de dados.

Tendo o dispositivo montado, inicia-se os testes e coleta de dados para parametrizar e regular os parâmetros do solo, para sua análise precisa, testado em diferentes tipos de solo e regulando para suas especificidades, testado em solos, com diferentes necessidades dos parâmetros analisados como: PH, analisando a acidez do solo, umidade, com o objetivo de entender os níveis diferentes de umidade e apresentar a necessidade do solo, luminosidade que recai sobre o solo, analisado em momentos do dia e dias diferentes, e a temperatura do solo, tendo em vista de entender o solo, para potencializar sua fertilidade

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O início do projeto se deu com uma ideia inicial de um conjunto de sensores de baixo custo para compostagem. Com estudos de caso e pesquisas realizadas pelo grupo, notou-se uma abrangência para o uso desse sistema muito maior do que esperada, já que os dados obtidos pelo conjunto de sensores, serve para plantações indoor, compostagem agricultura familiar e até mesmo para grandes fazendas agrícolas.

Como busca ser um sistema de baixo custo, se torna acessível para todos os grupos citados e traz vantagens para os grandes produtores, visto que quando comprados em grande quantidade, nosso sistema traz uma economia cumulativa e se torna um concorrente de valor frente às opções do mercado. Trazendo também a autonomia ao produtor, pois para operar o sistema só é necessário um especialista para analisar os dados coletados, inclusive possuindo baixa manutenção.

O grupo enfrentou dificuldades, causadas pelo atraso da compra dos itens de hardware, mas o tempo não foi desperdiçado, sendo realizadas mais pesquisas sobre o uso dos sistemas e a integração dos mesmos junto a placa escolhida. Foram feitas discussões com outros alunos da instituição e pessoas de fora da mesma para implementar possíveis melhorias e simplificar algo que fosse sugerido ao grupo.

Com o projeto foi observado um grande desafio trazendo a oportunidade de estudo tanto na área de *software* com *hardware* e também design entre outros.

4 CONCLUSÕES PARCIAIS

Então o monitoramento de parâmetros do solo é indispensável para a qualidade e eficácia de produção, permitindo estimar a qualidade do solo e quais desses parâmetros devem ser ajustados, em função da capacidade do solo de ajustá-los. Com isso podemos ressaltar a importância para a agricultura familiar, dado que por se tratar de um sensor de baixo custo possibilita a manutenção do solo, os conhecimentos aplicados e obtidos nessa pesquisa possibilita a criação de novas ferramentas e desenvolvimento científico, trazendo diversos benefícios à sociedade.

Por fim, podemos concluir que é possível criar um sensor de baixo custo para o solo sem abrir mão de funcionalidades e qualidade, combinando hardware e software de modo em que seja de fácil implementação e utilização, obtivemos pesquisa satisfatória e resultados conforme o previsto.

REFERÊNCIAS

- BORIM, A. C. A.; PINTO, C. A. R. Medição de umidade no solo através de sensores capacitivos. **FUNADESP - Fundação Nacional de Desenvolvimento do Ensino Superior Particular**. 2015 , Acesso em: 20 de nov. de 2022.
- Straub, M. G.; MULTIPLEXADOR I2C COM BMP280 – CONTROLE ATÉ 64 SENSORES ATRAVÉS DO ESP32. **USINAINFO - ELETRÔNICA E ROBÓTICA** . 2021, Acesso em: 12 de out. de 2022.
- GOMES, F. H. F.; CUNHA, F. N. CALIBRAÇÃO DE UM SENSOR DE UMIDADE DO SOLO DE BAIXO CUSTO. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v.11, nº.4, p. 1509 - 1516**. 2017, Acesso em: 15 de out. de 2022.
- FIORIO, P. R.; DEMATTÊ, J. A. M. Diferenciação espectral de solos utilizando dados obtidos em laboratório e por sensor orbital. **SCIELO Brasil**. 2010, Acesso em: 20 de out. de 2022.
- SARTURI, G. G. Monitoramento, controle e aquisição de dados de uma estufa utilizando esp32, mysql e grafana. **Universidade Federal de Santa Maria**, 2022. Acesso em: 22 de out. de 2022.
- EUSTÁQUIO, J. F. L. L.; SANTANA, G. M.; LOPES, L. L. Construção e desenvolvimento de um sensor de umidade de solos utilizando arduino. **Sistema Olimpo**. 2012, Acesso em: 20 de out. de 2022.
- TORRES, Y, P. Sistema de sensoriamento em IOT aplicado a pequenas plantações utilizando ESP 32 e LoRa. **Universidade Federal do Amazonas**. 2021, Acesso em: 20 de out. de 2022.
- FERREIRA GOMES, F. H.; CUNHA, F. N; LOPES, L. C; Calibração de um sensor de umidade do solo de baixo custo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. 2017, Acesso em: 20 de out. de 2022.