

15º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2024

O ACESSO A INFORMAÇÕES CLIMÁTICAS REGIONAIS PARA A AGRICULTURA FAMILIAR COM UMA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE BAIXO CUSTO

JÚLIO CÉSAR LORDÊLO DE SIQUEIRA ¹, LYAN LISBOA DE SOUZA ², FLÁVIA BEATRIZ RODRIGUES PRISCO DA CUNHA ³, ANA PAULA ABRANTES DE CASTRO SHIGUEMORI ⁴

¹ Estudante do Técnico em Informática integrado ao Ensino Médio, IFSP, Campus Jacareí, siqueira.julio@aluno.ifsp.edu.br.

² Estudante do Técnico em Informática integrado ao Ensino Médio, IFSP, Campus Jacareí, lyan.souza@aluno.ifsp.edu.br.

³ Doutora em computação Aplicada, Professora de Curso de Tecnologia em Análises de Desenvolvimentos de Sistemas, Campus Jacareí, flavia.beatriz@ifsp.edu.br.

⁴ Doutora em computação Aplicada, Professora de Curso de Tecnologia em Análises de Desenvolvimentos de Sistemas, Campus Jacareí, anapaula.acs@ifsp.edu.br.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 1.03.04.03-7 Software Básico, 1.07.03.05-5 Instrumentação Meteorológica

RESUMO: Neste trabalho desenvolveu-se uma estação meteorológica de baixo custo, utilizando um microcontrolador *NodeMCU esp8266*, sensores diversos, e um sistema de armazenamento em cartão *SD*. O objetivo foi criar uma solução acessível para agricultores e usuários em geral monitorarem condições climáticas, com foco na replicabilidade e custo reduzido. A estação coleta dados sobre temperatura, umidade do ar, pressão atmosférica, qualidade do ar e precipitação, que são armazenados, processados em um simples prognóstico, e visualizados através de um site desenvolvido com *HTML*, *CSS* e *JavaScript*, e gerenciado por um servidor *HTTP* em *Python Flask*. A usabilidade do sistema foi testada em ambiente urbano, com resultados positivos quanto à funcionalidade e facilidade de acesso às informações. Apesar das limitações em testar o sistema com agricultores, a solução demonstrou potencial para democratizar o acesso a informações climáticas, promovendo a adaptação a condições meteorológicas e decisões cotidianas relacionadas ao clima.

PALAVRAS-CHAVE: robótica; meteorologia; site; agricultura; custo; democratização;

ACCESS TO REGIONAL CLIMATE INFORMATION FOR FAMILY FARMING WITH A LOW-COST WEATHER STATION

ABSTRACT: This work developed a low-cost weather station using a *NodeMCU esp8266* microcontroller, various sensors, and an *SD* card storage system. The aim was to create an accessible solution for farmers and general users to monitor climatic conditions, with a focus on replicability and reduced cost. The station collects data on temperature, atmospheric pressure, air quality, and precipitation, which are stored, processed into a simple forecast, and visualized through a website developed with *HTML*, *CSS*, and *JavaScript*, and managed by an *HTTP* server in *Python Flask*. The system's usability was tested in an urban environment, with positive results regarding functionality and ease of access to information. Despite limitations in testing the system with farmers, the solution showed potential to democratize access to climatic information, promoting adaptation to meteorological conditions and supporting informed decision-making related to daily climate-related activities..

KEYWORDS: robotics; meteorology; site; agriculture; cost; democratization.

INTRODUÇÃO

A agricultura familiar desempenha um papel crucial na produção global de alimentos, sendo responsável por aproximadamente 80% da produção mundial (FAO, 2021). No Brasil, essa proporção é ainda maior, evidenciando a importância desse setor na segurança alimentar e na formação social do país. Além de garantir alimentos, a agricultura familiar é um pilar das culturas e tradições brasileiras (Silva, 2023).

Entretanto, a produtividade agrícola está intimamente ligada a variáveis climáticas, como precipitações irregulares ou eventos extremos. Quando a produção é prejudicada, programas governamentais, como o Pronaf (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar), tornam-se essenciais para apoiar os agricultores. Contudo, estudos indicam que "sob a forma de crédito individual ou de subsídio para equipamentos coletivos, o Pronaf beneficia especialmente os agricultores familiares com maior capital e mais integrados à rede bancária" (Redin, 2013). Isso levanta uma questão crucial: como ficam os agricultores com menor poder econômico e menos acesso a esses recursos?

Para aqueles que não podem contar plenamente com o auxílio de programas de apoio, a adoção de soluções tecnológicas acessíveis pode ser uma alternativa viável. Nesse contexto, a estimativa das condições climáticas futuras se torna uma ferramenta importante, permitindo que os agricultores ajustem suas práticas de acordo. O presente trabalho propõe, portanto, o desenvolvimento de uma estação meteorológica de baixo custo, capaz de fornecer dados climáticos em tempo real. Essa solução visa não apenas oferecer informações detalhadas sobre as condições meteorológicas locais, mas também facilitar a tomada de decisões fundamentadas em análises climáticas básicas, contribuindo para a resiliência das práticas agrícolas em face de condições adversas. A ênfase na criação de ferramentas acessíveis é vital para assegurar que todos os agricultores, independentemente de seu poder econômico, possam se beneficiar de informações que ajudem a mitigar os impactos das mudanças climáticas em suas produções.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho descreve o desenvolvimento de uma estação meteorológica utilizando materiais de baixo custo, como: *NodeMCU ESP8266* (ESPRESSIF, 2024) (um microcontrolador com conectividade à *internet*), sensores eletrônicos, módulo de armazenamento *SD*, baterias de íons de lítio, painel solar e materiais recicláveis. O componente central do *hardware* é o *NodeMCU ESP8266* (ESPRESSIF, 2024), ao qual todos os sensores são conectados via *jumpers*. Os sensores utilizados incluem: *DHT22* (para medir temperatura e umidade), *BMP180* (barômetro para pressão atmosférica), *MQ135* (para detecção de gases tóxicos como monóxido de carbono, amônia e álcool), e *MH-RD* (sensor detector de chuva). Em relação a calibragem dos sensores, deve-se ressaltar que foram mantidas as configurações de fábrica, visto que compete a esse trabalho apenas o desenvolvimento da ferramenta e a proposta de sua implementação. Além disso, o *hardware* conta com um sistema de *backup* por meio de um leitor de cartão *SD*, assegurando que os dados coletados não sejam perdidos em caso de falhas de conexão ou de funcionamento da estação.

O desenvolvimento do *software* incluiu os seguintes componentes:

- **Editor de código:** *Visual Studio Code* (2024) foi utilizado para programar o *site* em *HTML*, *CSS* e *JavaScript*, com uma interface intuitiva e de fácil navegação.
- **Servidor *HTTP*:** Desenvolvido em *Python* com a biblioteca *Flask* (2024), que gerencia o acesso às informações processadas pela estação e as disponibiliza ao usuário por meio de rotas específicas.
- **Programação do *ESP8266*:** Feita em *C++*, implementando as funções dos sensores, *backup* de dados e comunicação com o servidor *HTTP*.
- **Hospedagem em nuvem:** O servidor foi hospedado em uma máquina virtual no *Azure* (2024), permitindo que o sistema físico possa estar em qualquer lugar com acesso à *internet*.
- **Banco de Dados:** Utilização do *MySQL*, com a biblioteca *Python SQLite*, para o gerenciamento de dados.

A estação requer conexão à *internet*, porém, pequenas interrupções de conexão são toleráveis sem perda de dados, graças ao sistema de *backup*. A decisão de utilizar um servidor em nuvem oferece maior flexibilidade quanto à localização física da estação, e o site pode ser acessado de qualquer lugar, bastando conexão com a *internet*.

Para otimizar a interface do usuário, foi realizada uma pesquisa por formulário com as seguintes questões: "Com que frequência você consulta aplicativos de previsões climáticas?", "Você possui uma horta em casa? Se sim, utiliza previsões climáticas para cuidá-la?", "Em quais horários você sente mais calor?" (com alternativas de horários) e "Avalie a importância de cada dado climático com notas de 0 a 5", sendo os dados: temperatura, pressão atmosférica, umidade do ar, qualidade do ar, presença ou ausência de chuva e histórico climático.

Os resultados indicaram que 24 pessoas não possuíam horta, enquanto 6 afirmaram que utilizam previsões climáticas para cuidar de suas hortas, e 4 não levam isso em consideração. A maioria relatou sentir mais calor entre 13h e 15h. Além disso, houve uma clara preferência por visualizar a temperatura e a presença ou ausência de chuva na interface.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este projeto envolve o desenvolvimento e implementação de uma estação meteorológica básica, projetada com foco na replicabilidade e no baixo custo, visando alcançar o maior número possível de usuários e áreas de cobertura. Como consequência, as métricas de precisão do sistema possuem margens de erro maiores quando comparadas a estações meteorológicas mais complexas e de maior custo. No entanto, o objetivo deste trabalho foi oferecer uma solução acessível e funcional, que disponibilize de forma simplificada ao usuário comum informações climáticas relevantes para seu cotidiano.

Para facilitar a compreensão do processo de desenvolvimento, a explicação será dividida em duas partes principais: *Front-end* e *Back-end*. O *Front-end* corresponde à interface visível e interativa com o usuário, essencialmente o site onde os dados climáticos coletados e processados pela estação são apresentados. O *Back-end*, por sua vez, engloba todas as funcionalidades não visíveis ao usuário, incluindo a gestão e processamento dos dados, a estrutura de suporte do site, o *software* que controla o microcontrolador *ESP8266* (ESPRESSIF, 2024) e os sensores, além do corpo físico da estação meteorológica e outros componentes operacionais do sistema. A Figura 1a descreve o fluxo do funcionamento da página *web*, enquanto a Figura 1b exibe o protótipo da tela principal.

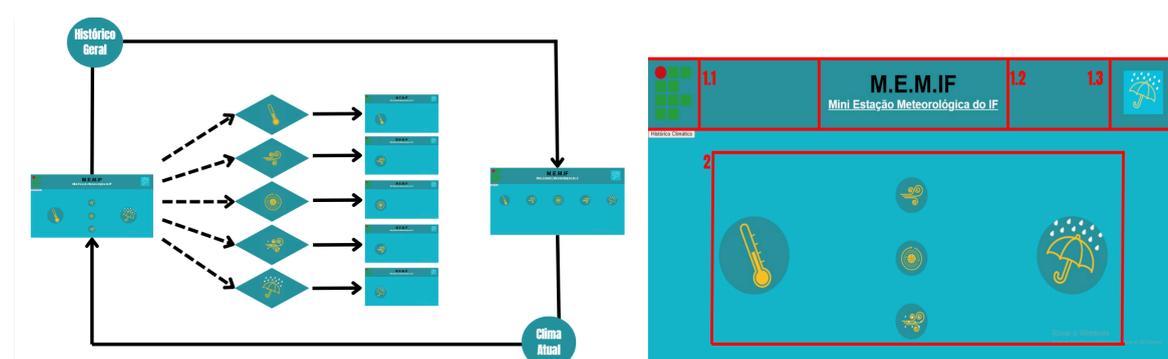


FIGURA 1. a) Fluxo do funcionamento da página *web*; b) Protótipo da tela principal.

No cabeçalho (ver Figura 1b, seção 1), encontram-se a logo do Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia de São Paulo (seção 1.1), a logo desenvolvida especificamente para o projeto (seção 1.3), e, ao centro (seção 1.2), a sigla que denomina o projeto (M.E.M.I.F), junto com seu significado, "Mini Estação Meteorológica do IF". Na tela principal, logo abaixo do cabeçalho, estão os botões de navegação que direcionam o usuário para outras páginas (seção 2). Acima desses botões, há um sexto botão, "Histórico Geral".

Cada um dos botões direciona o usuário para uma nova página, onde é possível visualizar, em forma de tabela, o histórico de registros dos dados correspondentes (ver Figura 1a). O botão "Histórico Geral" leva o usuário a uma página que exibe o histórico de todos os dados individualmente, além de

oferecer a opção de retornar à tela principal por meio do botão "Clima Atual". Nas demais páginas, o usuário pode retornar à tela anterior utilizando o navegador que estiver usando.

A Figura 2a. apresenta o protótipo da tela de histórico individual, utilizando como exemplo o registro de temperatura. Já a Figura 2b exibe o protótipo da tela de "Histórico Geral".

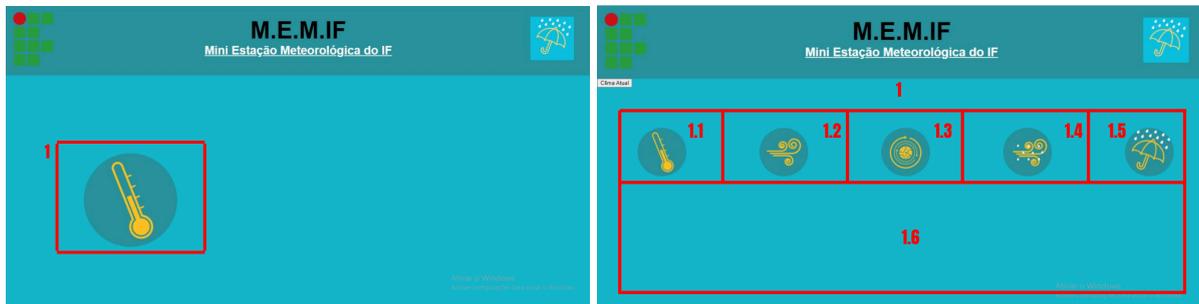


FIGURA 2. a) Protótipo de tela de histórico individual, neste exemplo, de temperatura; b) Protótipo da tela de "Histórico Geral".

Ao clicar em um dos botões da tela principal ("Clima Atual"), o usuário é direcionado para a página correspondente ao dado selecionado, onde é exibido o ícone representativo (ver Figura 2a, seção 1) e, ao lado, uma tabela com o histórico de registros desse dado.

A tela de "Histórico Geral" (ver Figura 2b) apresenta, na parte superior, uma tabela (seção 1), acompanhada pelos ícones desenvolvidos para cada variável (seções 1.1 a 1.5). Abaixo de cada ícone, encontra-se uma tabela menor que corresponde ao histórico individual de cada dado (localizada na seção 1.6).

A Figura 3 ilustra o esquema de montagem do circuito.

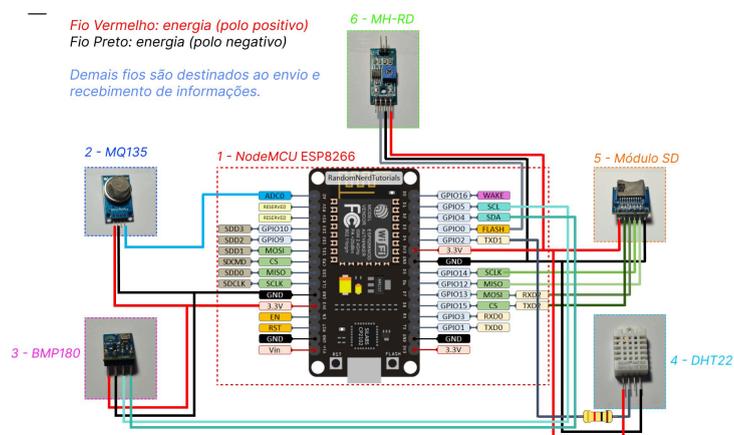


FIGURA 3. Esquema de montagem do circuito.

O processo de desenvolvimento do *back-end* inicia-se com a montagem do circuito, que envolve a conexão das placas, sensores e módulos às entradas e saídas lógicas do *NodeMCU* (ver Figura 3). Após a montagem inicial, a conectividade de cada componente foi testada individualmente até que todos respondessem corretamente aos comandos utilizados nos testes. Com essa etapa concluída, foi iniciada a programação das funcionalidades da estação meteorológica, organizando-as em arquivos separados para facilitar futuras alterações. O código central, que contém os comandos essenciais para o funcionamento do circuito, atua de forma análoga a um cérebro, controlando os demais componentes do sistema.

A Figura 4 apresenta o funcionamento de arquitetura do sistema, destacando o fluxo de dados entre os diferentes componentes da estação meteorológica. No lado esquerdo, estão os módulos de coleta de dados dos sensores conectados ao *NodeMCU*. Cada módulo de sensor, responsável pela medição de uma variável climática específica (temperatura, umidade, pressão atmosférica, gases tóxicos e detecção de chuva), está representado com seu respectivo código de comunicação. Esses

sensores enviam dados ao microcontrolador central, que processa as informações antes de encaminhá-las para o servidor. Ao centro, o *NodeMCU* atua como o núcleo do sistema, controlando a coleta, processamento e envio dos dados. O *NodeMCU* comunica-se diretamente com o servidor através de uma conexão de rede. À direita, o servidor recebe as informações e as armazena em um banco de dados estruturado, garantindo o acesso e consulta futura. O servidor também gerencia a interface *web*, através da qual os usuários podem visualizar os dados coletados de forma organizada.

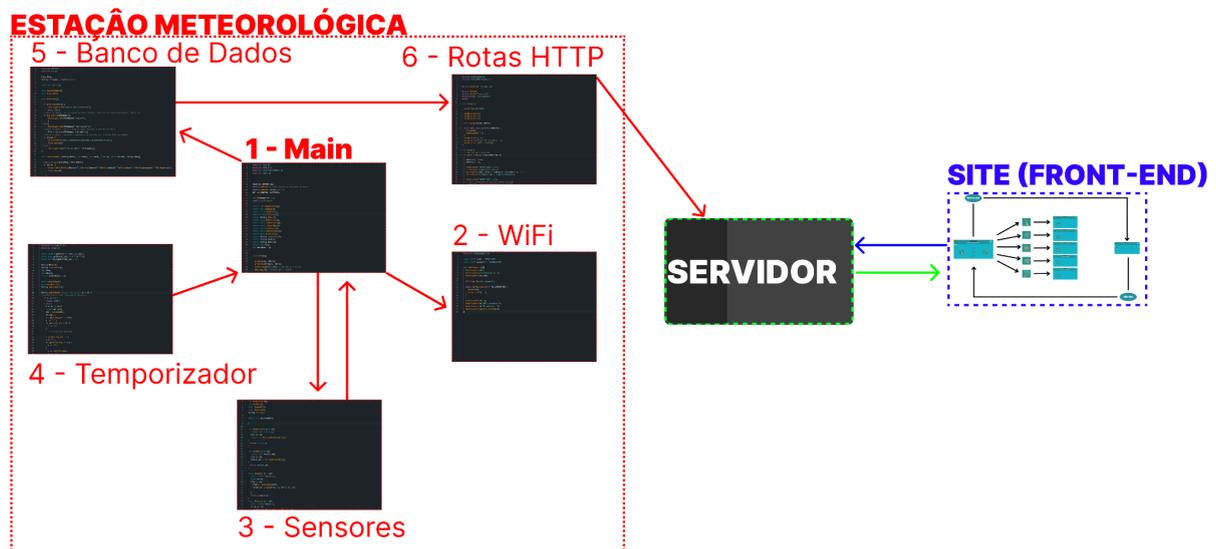


FIGURA 4. Arquitetura do Sistema e Fluxo de Dados

Essa codificação é denominada de *Main* (Figura 4.1 - *Main*), onde são chamadas as principais funções da aplicação. Quando interpretadas pelo *NodeMCU*, essas funções ativam os códigos adjacentes, como aqueles responsáveis pela coleta de dados atmosféricos pelos sensores (Figura 4.3 - Sensores) ou pela gravação de dados no armazenamento interno (Figura 4.5 - Banco de Dados). O *Main* basicamente inicializa alguns sensores que necessitam de configuração prévia, testa-os e registra os valores no banco de dados interno. Para sincronizar a coleta de dados de forma que contemple o período de um dia completo, foi implementado um temporizador sincronizado com data e hora em tempo real, utilizando uma função separada do *Main*, que se comunica com um servidor via protocolo *NTP* (*Network Time Protocol*) para obter as informações de tempo.

Para conectar todas as partes do projeto, foi criado um servidor *HTTP* utilizando a biblioteca *Python Flask*, conforme mostrado na Figura 4, delineado por um contorno verde pontilhado. O *back-end* baseia-se no uso de métodos *HTTP*, enviando dados através do método *POST*, extraíndo e redirecionando com o *GET*, ou atualizando informações com o *PUT*. Inicialmente, o servidor é hospedado em uma infraestrutura de nuvem, utilizando uma máquina remota, que inicia a página principal, exibindo as informações climáticas enviadas pela estação via *POST*. Esse processo insere os dados automaticamente no banco de dados, e, em seguida, outra rota, do tipo *GET*, os expõe na tela.

CONCLUSÕES

A estação meteorológica foi construída com um custo aproximado de R\$120,00 em peças, todas facilmente disponíveis para compra na internet. Essa viabilidade econômica não apenas torna o projeto mais acessível, mas também resulta em um custo total inferior ao de outras estações semelhantes, o que possibilita uma maior replicabilidade do modelo.

Durante o desenvolvimento do software, identificou-se que o sistema pode ser aprimorado com a incorporação de cálculos estatísticos mais avançados aplicados ao processamento dos dados, o que tornaria a solução mais robusta em sua proposta de disseminar conhecimento sobre mudanças climáticas ao público leigo. Além disso, se pretende explorar com maior rigor os detalhes referentes à calibragem dos sensores, a fim de aprimorar a precisão das medições e garantir confiabilidade ao

usuário final. No que diz respeito à usabilidade do servidor web e à eficiência geral do sistema, o projeto não apresentou problemas durante os testes finais de usabilidade conduzidos pelos autores.

O sistema foi testado em ambiente urbano por um determinado período, mostrando-se eficaz em sua proposta inicial de coletar e processar dados climáticos, auxiliando o usuário urbano na tomada de decisões diárias, como a escolha de vestimentas ou a programação de atividades ao ar livre. Diante disso, o projeto atendeu os objetivos propostos anteriormente ao desenvolvimento, e abre novos horizontes para garantir o acesso ao conhecimento climático aos pequenos agricultores.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

J.C.L.S foi responsável pelo desenvolvimento da interface gráfica, implementação do frontend, e escrita do artigo.

L.L.S ficou responsável pela montagem do hardware que envolve a estação meteorológica, pela implementação do servidor HTTP, pela programação integral da estação, e pela escrita do artigo. Por fim, A.P.A.D.C.S. e F.B.R.P.C. orientaram e revisaram o trabalho e aprovaram a versão final submetida.

Ambos participaram da revisão e correção do artigo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, *Campus Jacareí*, por fornecer toda a infraestrutura e recursos que possibilitaram a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

AZURE. Explorar Azure. Disponível em: <https://azure.microsoft.com/pt-br/explore/>. Acesso em: 8 set. 2024.

ESPRESSIF. ESP8266. Disponível em: <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp8266>. Acesso em 03 set. 2024.

FLASK. Welcome to flask. Disponível em: <https://flask.palletsprojects.com/en/3.0.x/>. Acesso em: 8 set. 2024.

Pequenos agricultores familiares produzem mais de um terço dos alimentos no mundo. FAO, 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1397857/>. Acesso em: 07 ago. 2024.

PYTHON. [site institucional]. Disponível em: <https://www.python.org>. Acesso em: 8 set. 2024.

REDIN, Ezequiel. MUITO ALÉM DA PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO: dificuldades e limitações da agricultura familiar. **Perspectivas em Políticas Públicas**, [S. l.], v. 6, n. 12, p. 111–151, 2013. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/revistappp/article/view/872>. Acesso em: 17 jul. 2024.

SILVA, Andreia A. da; SOARES, José C. de O. Agricultura familiar e produção de alimentos no Brasil: impactos na segurança alimentar. **GEOGRAFIA: Ambiente, Educação e Sociedades – GeoAmbES**, jul./dez. v. 1, n. 4, p. 67 - 78, 2023. Disponível em: <https://periodicos.unemat.br/index.php/geoambes/index>. Acesso em: 09 de jul. 2024.

TORRES, Victor M. HTML e seus componentes. **Revista Ada Lovelace**, [S. l.], v. 2, p. 99–101, 2018. Disponível em: <https://anais.unievangelica.edu.br/index.php/adalovelace/article/view/4652>. Acesso em: 8 set. 2024.

VISUAL STUDIO CODE. [site institucional]. Disponível em: <https://code.visualstudio.com>. Acesso em: 8 set. 2024.