

CONSTRUÇÃO DE UMA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA PARA CONTROLE DA QUALIDADE DE OLERICULTURA

GIOVANNI PIERO TOBARUELA CAMBILARGIU¹

MARIELE CRISTINI DE SOUZA¹

PEDRO HENRIQUE PIRES BONATO¹

JOSÉ ANTONIO POLETTI FILHO²

MARIA ALDA BARBOSA CABREIRA²

Resumo

O artigo discute a relevância das Estações Meteorológicas Automáticas (EMA) na agricultura brasileira, especialmente para pequenos e médios produtores. Apresenta desafios enfrentados por esses produtores, como acesso limitado a tecnologias e subsídios governamentais. Destaca-se, portanto, a necessidade de monitoramento devido às mudanças climáticas. O objetivo é desenvolver um protótipo de EMA com foco na produção de olericultura em estufas, visando aumentar a qualidade e quantidade da produção. O estudo está fundamentado teoricamente em leituras relacionadas ao tema e como metodologia, a construção do protótipo, destacando o uso de tecnologia digital e energia solar. A comunicação entre a EMA e a plataforma ThingSpeak é detalhada, o que permite o acesso e visualização dos dados coletados em tempo real. Conclui-se, portanto que o protótipo é eficaz e acessível, possibilitando um acompanhamento preciso das condições climáticas e potencializando melhorias na produção agrícola.

Palavras-chave: Estação Meteorológica Automática; Olericultura; Tecnologia Digital; Mudanças Climáticas.

CONSTRUCTION OF AN AUTOMATIC WEATHER STATION FOR QUALITY CONTROL OF OLERICULTURE

Abstract

The present paper discusses the relevance of Automatic Meteorological Stations (AMS) in Brazilian agriculture, especially for small and medium-sized farmers. We approach the challenges faced by these farmers, such as limited access to technologies and government subsidies. Therefore, the need for monitoring crops, due to climate change, is highlighted. The aim of this paper is to describe the development of an AMS prototype, focused on greenhouse vegetables production, focusing on increasing the quality and quantity of such production. The theoretical background of this paper is based on a literature review regarding subjects related to the research. As methodological procedures, it is described the construction a prototype utilizing digital technology and solar energy. The communication between the AMS and the ThingSpeak platform is detailed, which provided access and visualization of data gathered in real time. Thus, it is concluded that the prototype built is effective and accessible, enabling precise monitoring of climate conditions, enhancing improvements in crops cultivation.

Keywords: Agriculture; Automatic Weather Station; Olericulture; Digital Technology; Climate Changes.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil encontra-se no *ranking* dos países exportadores do agronegócio, denominado *commodities*, com foco no café, soja, frutas, carnes, o que confere resultados significativos no mercado mundial, porém, uma parcela ainda pequena consegue essa produção devido aos custos com tecnologias presentes no campo, como máquinas, programação, insumos, etc.

¹ Alunos do curso de Manufatura Avançada – Fatec Garça

² Docentes da Fatec Garça

Em 2023, o Produto Interno Bruto (PIB) apresentou um índice de crescimento de 2,9%, o que foi motivo de celebração pelos empresários do agronegócio e o Governo. Paralelo a produção agrícola de grande porte para a exportação encontra-se a que abastece o mercado interno, como as culturas grãos e hortifrutigranjeiro. Porém, os produtores em questão, muitas vezes não conseguem o acesso à ampliação da área para o plantio, às tecnologias e os insumos, por serem onerosos e nem sempre é disponibilizado subsídios para os investimentos. Outra questão são as intempéries, pois as mudanças climáticas estão acentuadas e nem sempre se consegue prevê-las, por meio de tecnologias como uma Estação Meteorológica Automática (EMA).

EMA é um conjunto de instrumentos utilizados para medir, registrar e monitorar as condições atmosféricas em um determinado local, projetado para coletar dados meteorológicos (temperatura, umidade do ar, pressão atmosférica, precipitação, velocidade e direção do vento, radiação solar, etc.).

As questões pontuadas demandam um olhar sobre os avanços, pois uma parcela considerável dos pequenos e médios produtores rurais ainda não conseguem colocar seus produtos no mercado internacional, devido ao preço da terra, tecnologias, subsídios governamentais, juros altos, os quais são dificultadores do crescimento desse segmento.

Sakamoto (2024) ratifica que a produção agrícola de pequeno porte, a qual abastece o mercado interno, como as culturas de grãos como: milho, feijão, arroz e hortifrutigranjeiro, não inclui os pequenos e médios produtores, pois muitas vezes as condições tecnológicas e os insumos não correspondem ao déficit de subsídios para os investimentos necessários. Outras questões são de ordens naturais, o que demanda o uso de tecnologias como a implementação de uma EMA, a qual vai contribuir para a melhoria dessas questões.

Para Santos e Balbino (2013)

Uma estação meteorológica é um conjunto de instrumentos ou sensores que recolhem dados para análise do tempo meteorológico. Esses instrumentos/sensores são capazes de registrar a temperatura do ar, velocidade e direção do vento, umidade do ar, radiação solar, chuva, pressão atmosférica entre outras variáveis.

O tema, portanto, reflete o problema apresentado: Como uma estação meteorológica pode contribuir para o monitoramento de temperatura e umidade do solo, para o aumento e qualidade da produção de olericultura em uma estufa, e melhorar a sobrevivência dos pequenos e médios produtores?

A resposta ao problema e às questões que o envolve deverá aparecer com o andamento da pesquisa e deve atender aos objetivos.

1.1 Objetivos

1.1.1 Geral

Desenvolver um protótipo de uma estação meteorológica, com controle de temperatura e umidade relativa do ar, para ser implantada em uma estufa de produção de olericultura, para o aumento e qualidade da produção, com baixo custo, para balizar a tomada de decisão sobre o planejamento das atividades no campo, tendo como parâmetro a relevância dos fenômenos climáticos sobre as culturas.

1.1.2 Específicos

Utilizar a tecnologia digital (IOT) para integração da internet à estação meteorológica, por meio da plataforma *ThingSpeak*, para coleta dos dados em tempo real, por meio de gráficos e tabelas.

Implantar uma placa fotovoltaica para alimentar a estação com energia limpa e um conversor para converter a energia gerada na placa, para conectar o cabo do microcontrolador da ESP32, o qual vai realizar a comunicação com sensores por meio de WIFI com a rede de internet.

O propósito do projeto é desenvolver uma estação meteorológica automática para controle de qualidade da olericultura em uma estufa, indicando os parâmetros a serem monitorados: temperatura e umidade do ar.

1.2 Metodologia

A metodologia utilizada seguiu os princípios do estudo exploratório, por meio de uma pesquisa bibliográfica, tendo como fundamentação teórica, as leituras relacionadas ao contexto do curso e do tema, para as discussões e reflexões necessárias. Como prática, a construção de um protótipo, para a constatação da conexão teoria/prática.

1.3 Justificativa

As situações colocadas refletem a escolha do tema para a pesquisa, por estar relacionado aos conteúdos e tecnologias trabalhados no curso de Manufatura Avançada, e está voltado ao público que encontra dificuldades financeiras para o acesso ao conhecimento e ao monitoramento das mudanças na temperatura e na umidade dos solos.

A relevância do tema justifica-se por ser atual, tratar de uma questão socioambiental e agregar mais conhecimento.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Fundamentação teórica

A estação meteorológica contribui para coleta de dados sobre as condições climáticas, como temperatura, umidade, pressão atmosférica, velocidade e direção do vento e índice pluviométrico. Essas informações podem ser utilizadas em estudos científicos em diversas áreas, desde a agricultura, aviação, previsão do tempo (Balbino, 2016).

Segundo a Organização Meteorológica Mundial (OMM), as estações meteorológicas devem atender padrões que garantem a qualidade e veracidade dos dados coletados, incluindo localização da estação, manutenção regular do equipamento, calibração dos sensores e a transmissão precisa dos dados.

Para tanto, a ciência e as tecnologias são fatores determinantes para a construção de uma estação meteorológica. Segundo Marco (2018)

A meteorologia é uma das ciências que estudam a atmosfera terrestre, que tem como foco o estudo dos processos atmosféricos e a previsão do tempo, que inclui o uso de modelos objetivos baseados em certos parâmetros atmosféricos, e a habilidade e experiência de um meteorologista.

Segundo Kobiyama *et al.* (2006)

Existem vários tipos de estações meteorológicas, as mais simples, que coletam apenas dados básicos, até as mais sofisticadas, incluem sistemas de

monitoramento avançados, como radares e satélites. Esses equipamentos são importantes para previsão e prevenção de desastres naturais, além de servirem para o planejamento das atividades que dependem das condições climáticas.

De acordo com os autores, as EMAs se dividem em duas categorias, das mais simples às mais sofisticadas, o que de acordo com a pesquisa, a possibilidade de opção contribui para a demanda do trabalho desenvolvido.

Para o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC, 2023), “A estação meteorológica é uma ferramenta essencial para o monitoramento e previsão do tempo e desta forma trazendo segurança e bem-estar da população atendida”. Essa constatação do CPTEC (2023) se deve “a evolução da tecnologia dos sensores e sistemas de monitoramento tem tornado os dados coletados cada vez mais precisos e sofisticados, contribuindo para uma maior precisão nas previsões do tempo, melhorando o planejamento das atividades que dependem do clima”.

Balbino (2016) afirma que diversos fatores determinam a localização das estações meteorológicas como a necessidade de monitorar condições climáticas em áreas vulneráveis, regiões costeiras e montanhosas, a proximidade de áreas urbanas e industriais ou, ainda, instaladas em áreas remotas nas regiões polares, para monitorar mudanças climáticas globais.

Para o autor, alguns requisitos são imprescindíveis para a instalação de uma estação meteorológica:

1. Local plano para evitar o acúmulo de água e longe de instalações elétricas.
2. Horizontes amplos, sem barreiras que impeçam a radiação solar ou mudem as características do vento. Para isso a distância recomendada entre a estação e o obstáculo é de pelo menos 10 vezes a sua altura.
3. Distantes de cursos d'água, lagos e banhados, evitando distúrbios na medição da umidade relativa do ar.
4. Solo gramado ou com vegetação rasteira para minimizar a influência dos diferentes tipos de textura de solo.

Balbino (2016) defende que existem diversas estações meteorológicas espalhadas ao redor do mundo, como por exemplo no Canadá e na Antártida, ambas no continente Americano, são responsáveis pela coleta de dados sobre as condições climáticas locais e globais, a previsão do tempo e a prevenção de desastres naturais.

No Estado de São Paulo, a Estação Meteorológica Automática da UNESP de Ilha Solteira, responsável pela coleta de dados sobre temperatura, umidade, pressão atmosférica, velocidade e direção do vento, além de radiação solar. A Estação Meteorológica da UNESP de Botucatu coleta dados sobre temperatura, umidade relativa do ar, precipitação, velocidade e direção do vento e radiação solar.

A Estação Meteorológica do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais, CEMADEN, (Código: A405), localizada em São José do Rio Preto, coleta dados sobre precipitação, temperatura, umidade relativa do ar, velocidade e direção do vento, além de radiação solar.

No Brasil, existem diversas redes de estações meteorológica, onde, a mais importante é a coordenada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Outra rede de estações é a sistematizada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a qual possui várias estações meteorológicas pelo país. Também há redes coordenadas por instituições estaduais como o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), juntamente com o Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR), o Centro Integrado de Meteorologia e Recursos Hídricos de Santa Catarina (CLIMERH), entre outras. Algumas empresas também coordenam rede de estações meteorológicas como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e também as Universidades Federais e empresas privadas.

Segundo INMET (2022),

As vantagens de utilizar a estação meteorológicas são a capacidade de indicar mudanças bruscas na temperatura e umidade do ar, verificar índices de volume de chuva e radiação solar, além de poder detectar a velocidade e direção do vento, como na agricultura por exemplo, sua vantagem é analisar e acompanhar os dados climáticos. Desta forma uma estação meteorológica é muito eficaz para o trabalho em campo, pois além de muita praticidade, na agricultura permite fazer um planejamento mais assertivo, pois é capaz de levantar informações do clima e analisar seu histórico. Assim sendo, conhecer e poder prever as condições climáticas podem orientar e influenciar em muitas decisões do produtor. Por esse motivo, muitos têm buscado cada vez mais informações, muitas vezes devido as irregularidades nas estações climáticas. A observação meteorológica, consiste na coleta diária de dados referentes as diversas variáveis atmosféricas, que caracterizam as mudanças no tempo.

As estações meteorológicas assumem um papel sócio ambiental relevante, pois é possível prevê catástrofes e acionar o sistema de alarmes em tempo real, para evitar danos maiores à população e à destruição nas cidades e no campo, como rompimento de barragens, deslizamentos e bloqueio de rodovias.

Partindo das questões pontuadas, percebe-se a contribuição do tema pesquisado, o qual trará respostas coerentes para a implantação de uma estação meteorológica, oportunizando mais segurança às pessoas envolvidas.

2.2 Materiais e métodos

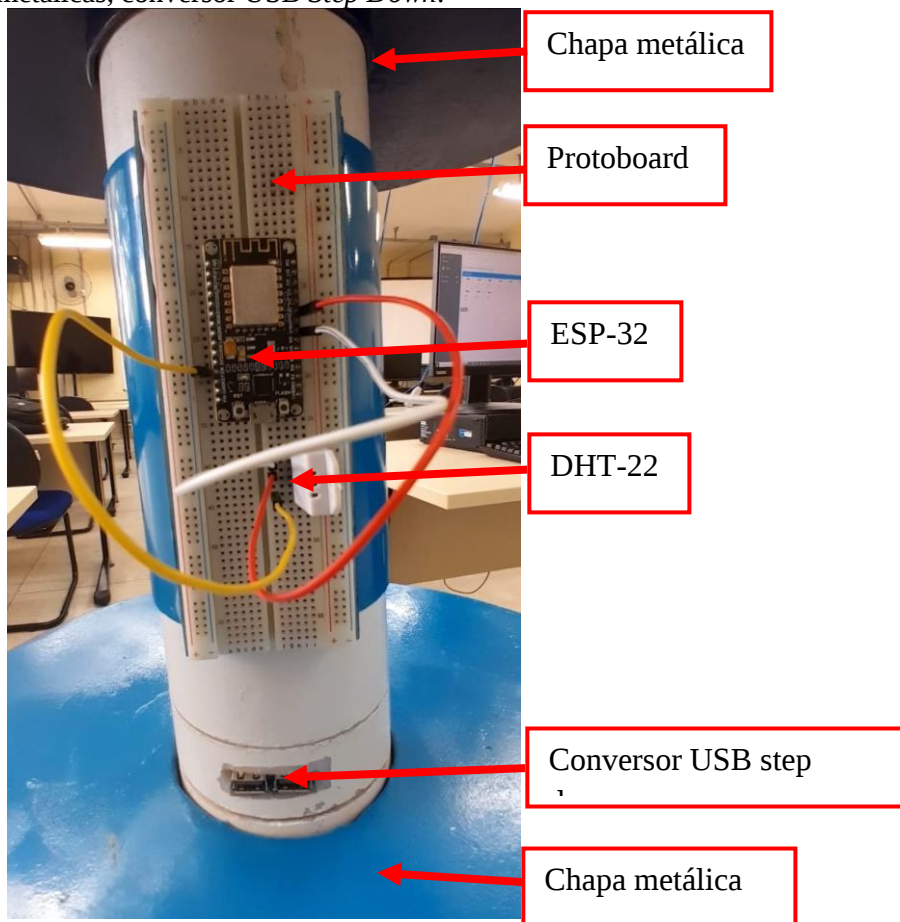
A parte prática da pesquisa se constitui na construção de um protótipo, um experimento atrelado à teoria utilizada, e desenvolvido a partir das várias etapas e componentes.

O protótipo em questão, tem como estrutura um cano PVC suportado por chapas metálicas. O dispositivo faz a leitura de temperatura e umidade relativa do ar, por meio de um sensor DHT22, em que a fonte de alimentação será fornecida por um painel fotovoltaico de 10 W de potência, tensão máxima de 17,56 V e corrente máxima 0,60 A.

2.2.1 Etapas de desenvolvimento do protótipo

A primeira etapa contempla a seleção de tecnologias e componentes, como sensores de temperatura e umidade, placa ESP32, painel fotovoltaico, conversor USB Step Down, conforme Figura 1.

Figura 1 - Placa ESP32, chapas metálicas, conversor USB *Step Down*.



Fonte: Os autores.

Na Figura 1, percebe-se que para a construção da estrutura física da estação meteorológica, foi utilizado um cano de PVC, chapas metálicas e outros materiais necessários, proporcionando a resistência da estrutura para suportar os componentes e condições ambientais.

A segunda etapa é a montagem eletrônica, onde os componentes foram conectados, para o funcionamento correto e seguro. Foram realizados testes para verificar a integração adequada dos componentes presentes na estação.

A estação está equipada com um painel fotovoltaico que alimenta o conversor USB *Step Down*, onde foi conectado o cabo da placa ESP32. Os sensores são conectados ao ESP32, que por sua vez é programado para ler os dados dos sensores e enviar essas informações para a plataforma *ThingSpeak* por meio da conexão Wi-Fi.

Na estrutura do totem, se obtém uma protoboard equipada com a ESP32 e os sensores. A protoboard é uma placa de ensaio que permite ligar todos os componentes e a ESP32 é uma placa micro controladora compatível com Wi-Fi ou Ethernet.

Na terceira etapa, a programação e configuração. Para tanto, foi utilizado um código necessário para a leitura dos sensores, processamento dos dados e envio para a plataforma *ThingSpeak*, configurando-a para receber e visualizar os dados coletados.

A quarta etapa, Figura 2, especificações da placa USB *Step Down*: a faixa de tensão de entrada: 6 a 26 V; tensão de saída: 5.2 V (considerando a perda da linha de carga, a saída é de 5.2 V, ou mais, o lado da carga é de cerca de 5 V); DC-DC USB Buck módulo de carregamento (com indicador de trabalho, contato padrão banhado a ouro); Corrente de saída: 3 A (na ausência de dispositivo de dissipador de calor, a corrente de saída estável é 2 A); Tamanho do produto: 28 x 32 x 8 mm;

Esse módulo possui duas saídas USB, o que permite carregar dois aparelhos de forma simultânea, que serão utilizados para carregar a ESP32.

Figura 2 - placa USB *Step Down*



Fonte: Mercado livre (2024).

O sensor responsável pela coleta dos valores de umidade e temperatura do ar está interligado a uma placa ESP32 que é um microcontrolador utilizado para ler os dados do sensor, processá-los e transmiti-los para o software *ThingSpeak*.

Para o acesso e visualização das informações coletadas dos parâmetros mensurados pelos sensores, será utilizada a plataforma de dados *ThingSpeak*, que apresenta online, os valores encontrados em campo.

2.2.2 Principais componentes utilizados para montagem do protótipo

Painel fotovoltaico: dimensões de 0,25 m x 0,14 m x 0,017 m;

Conversor USB *Step Down*: converte a energia gerada na placa e conecta o cabo do microcontrolador ESP32 que realizara a comunicação com os sensores por meio de WiFi com a rede de internet; Sensor de Umidade e Temperatura modelo DHT22.

A estrutura é um cano de PVC de 4 com 1 m de comprimento, 3 chapas de aço com formato circular, sendo uma para o suporte da estrutura, a outra a base para apoio dos componentes da estação, e a última o suporte para a placa solar (Figura 3).

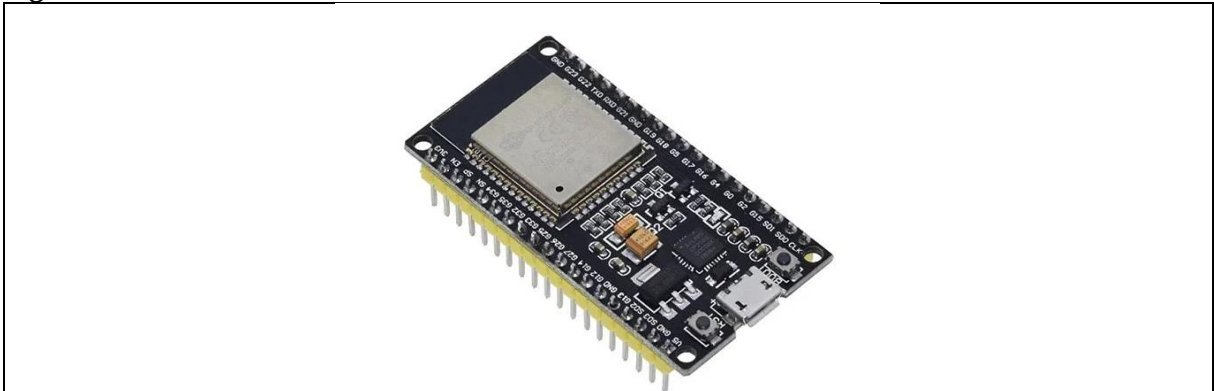
Figura 3 - Estrutura de suporte



Fonte: Os autores

Para captação dos sinais, utilizou-se o SP32-NODE MCU: um módulo Wi-Fi de alta performance, com um baixo consumo de energia. É uma evolução do ESP8266, com maior poder de processamento e *bluetooth* BLE 4.2 embutidos. A placa possui o chip ESP32 com antena embutida, uma interface usb-serial e regulador de tensão 3.3V (Figura 4).

Figura 4 - SP32-NODE MCU



Fonte: Piscaled Componentes Eletrônicos (2024).

O Sensor de Umidade e Temperatura DHT22, também conhecido como Sensor AM2302, realiza a medição da temperatura e da umidade com alta precisão, permitindo fazer leituras de temperaturas entre - 40° e 80° Celsius e umidade entre 0 e 100% (Figura 5).

Figura 5 - Sensor de Umidade e Temperatura DHT22



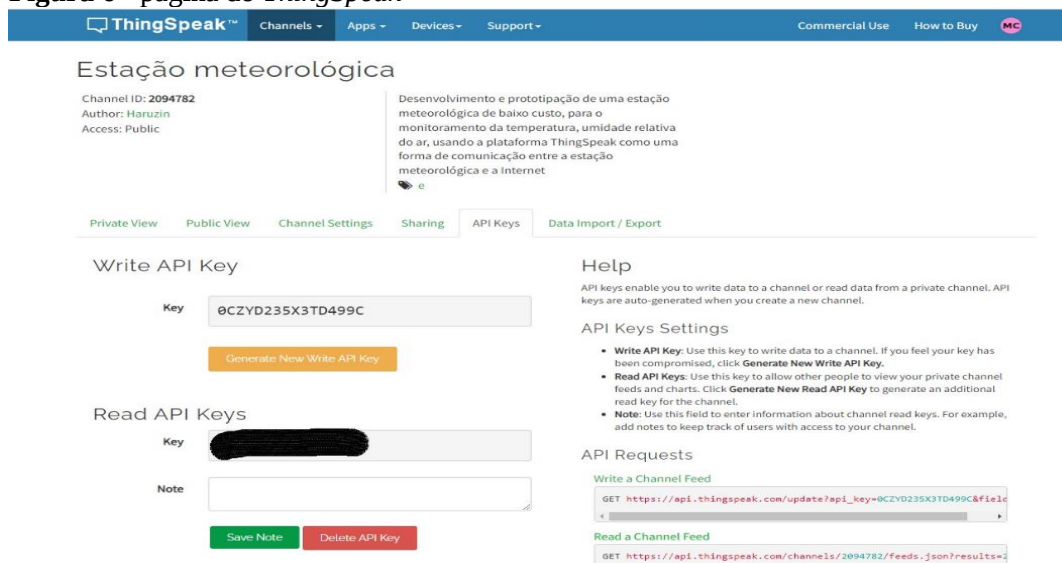
Fonte: Aliexpress (2024)

A placa solar 3,5 W com dimensão de: 0,25 m x 0,14 m x 0,017 m, potência de até 3,5 w e tensão máxima em circuito aberto de 11,1 V; tensão de saída máxima: 9 V, corrente máxima de saída 0,38 A, temperatura de operação: -10 0C e +55 0C.

2.2.3 Comunicação entre a Estação Meteorológica e a plataforma *ThingSpeak*

Para a visualização e acesso das informações coletadas na estação meteorológica dos parâmetros mensurados pelos sensores, será utilizada a plataforma de dados *ThingSpeak* (Figura 6), que apresenta, online, os valores encontrados em campo.

Figura 6 - página do *ThingSpeak*



Fonte: Os autores

A plataforma *ThingSpeak* possibilita a visualização dos dados coletados na estação meteorológica de maneira simples, eficaz e intuitiva, desta forma torna possível o acompanhamento das condições climáticas no local escolhido para a instalação da estação.

Para criar um canal no *ThingSpeak* é necessário logar em uma conta, pressionar a aba chamada “Channels” e em seguida “New Channels”, preencha as informações solicitadas e especificar os campos para os dados meteorológicos coletados, neste caso temperatura e umidade. Para compartilhar os dados colhidos em campo é necessário habilitar a opção “Make Public.”

O envio dos dados da plataforma instalada em campo para o *ThingSpeak* é necessário obter uma chave de API. No painel do *ThingSpeak* encontra-se a guia “API KEYS”, gerada no menu superior, selecionar e copiar o campo denominado “Write API Key” que é a chave para o processo de envio de dados, e deverá ser informada na programação do ESP32.

Desta forma o código gerado na página do *ThingSpeak* (“Write API Key” e o ID do canal) devem ser informados na programação ESP32. Assim sendo os dados coletados nos sensores são enviados para o para o *ThingSpeak* e apresentados em forma de gráfico na tela do computador.

Para a comunicação HTTP entre o equipamento em campo e a plataforma *ThingSpeak* é necessário a utilizações de bibliotecas apropriadas (Figura 7).

Figura 7 - Programação de cleta de dados e comunicação com o *ThingSpeak*

```
void setup() {
  #include <ESP32WiFi.h>
  #include <DHT.h>
  #include <ThingSpeak.h>

  #define REDE "Fatec Garca"
  #define SENHA ""

  void loop() {
    float temp = dht.readTemperature();
    float umid = dht.readHumidity();
    Serial.println("Temp.: " + String(temp)+" graus");
    Serial.println("Umid.: " + String(umid)+" %");
    ThingSpeak.setField(1, temp);
    ThingSpeak.setField(2, umid);
    ThingSpeak.writeFields(2094782, "OCZYD235X3TD499C");
    delay(1000);
  }
}
```

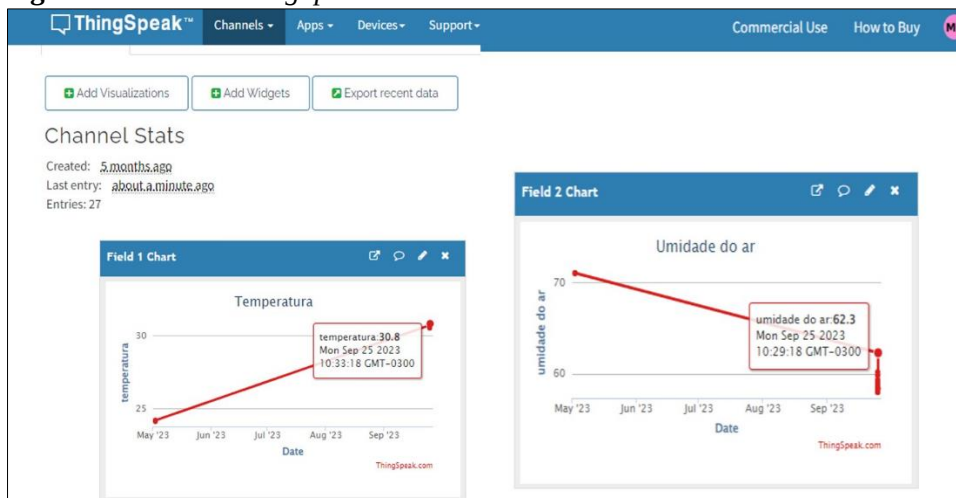
Fonte: Os autores.

Após esse processo, a Estação Meteorológica foi conectada ao dispositivo de desenvolvimento, esta etapa envolve a conexão do sensor da estação meteorológica ao dispositivo, sendo necessário a utilização de bibliotecas específicas para ler os dados dos sensores.

Depois que o código (Chave de API) foi carregado no dispositivo de desenvolvimento será possível a visualização dos dados, em gráficos e tabelas, tudo em tempo real.

Tais informações encontram-se disponíveis no painel do *ThingSpeak* (Figura 8).

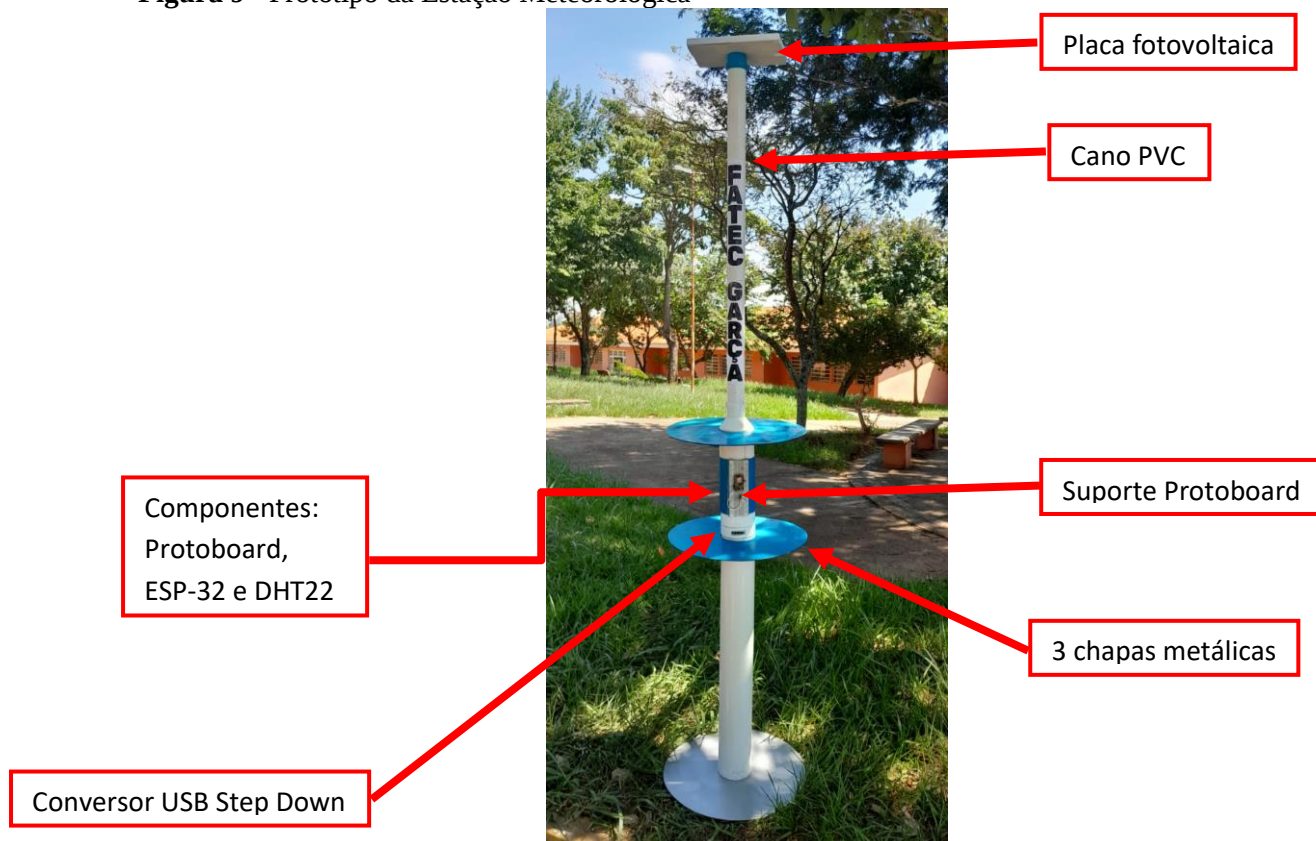
Figura 8 - Tela do *ThingSpeak*



Fonte: os autores.

A conclusão do trabalho encontra-se materializada na construção do protótipo exposto, a qual contempla as etapas de comunicação entre a Estação Meteorológica e a Plataforma *ThingSpeak*, como também os principais componentes utilizados para a montagem (Figura 9).

Figura 9 - Protótipo da Estação Meteorológica



Fonte: Os autores.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do protótipo fundamentado na teoria em questão mostrou-se eficaz, facilitando o acesso aos dados coletados e as informações disponibilizadas na plataforma *ThingSpeak*, propiciando o acompanhamento das condições climáticas em tempo real e de fácil entendimento.

A plataforma *ThingSpeak*, portanto, mostrou-se viável devido a facilidade de comunicação e implementação das funcionalidades, o que reflete o alcance dos objetivos propostos.

A relevância do tema remete ao social, à sustentabilidade ambiental e agrega conhecimento à pesquisa, o que propicia a continuidade da pesquisa em trabalhos futuros, com a instalação de um anemômetro para acusar a velocidade a direção dos ventos e um pluviômetro para acompanhamento do volume de chuva, que também será informada na plataforma *ThingSpeak*, com o intuito de melhorar o rendimento das culturas nas propriedades rurais, com custos menores do dispositivo, aproximadamente R\$ 1.000,00, o que o torna acessível a maiorias dos pequenos e médios agricultores.

O trabalho possibilitou aos pesquisadores o conhecimento científico e um referencial para as pessoas envolvidas com o assunto, o que reflete a contribuição acadêmica sobre as questões abordadas e defendidas.

REFERÊNCIAS

BALBINO, Amanda. **Estação meteorológica: como funciona e sua importância** na agricultura. Botucatu/SP, 2016. Disponível em: <https://agrosmart.com.br/blog/estacao-meteorologica-funciona-importancia-agricultura>. Acesso em: 19 mar. 2024.

BUDYKO, Mikhail; **Climatologia e sua importância**, 2022, disponível em: https://www.suapesquisa.com/o_que_e/climatologia.htm . Acesso em: 17 mar.2024.

CEMADEN, Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. **Estações Meteorológicas Automáticas**, 2022. Disponível em: <http://www.cemaden.gov.br/mapas-e-estacoes/estacoes-meteorologicas-automaticas/>. Acesso em 24 abr.2024.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. 2005. Disponível em: <https://www.cptec.inpe.br/glossario.shtml>. Acesso em: 02 abr. 2024.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Rede de estações meteorológicas no Brasil**, 2022. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.phppr=estacoes/estacoesAutomáticas>. Acesso em: 22 abr.2024.

KOBIYAMA, Massato; MENDONÇA, Magali; MORENO, Davis. **Prevenção de desastres naturais conceitos básicos**. 2006. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/05/prevencaodedesastresnaturaisconceitosbasicos>. Acesso em: 28 mar. 2024.

MATEUS, Campos. **Clima**, 2023. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/clima.htm>. Acesso em: 03 fev. 2024.

MARCO, Natalis De. **Meteorologia:** como interpretar as informações da previsão do tempo, 2018. Disponível em: <https://blogdescalada.com/metereologia-previsao-do-tempo/> . Acesso em: 03 fev. 2024.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (OMM). (2018). **Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation**. 2023. Disponível em: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10810. Acesso em: 03 fev. 2024.