

ESCOLA E FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI “ROBERTO MANGE”

Diego Castan

Mario Menezes

Nicolas Carvalho

Estação Meteorológica com ESP32

Monitoramento de dados climáticos com rede de monitoria remota

Campinas

2022

Diego Castan
Mario Menezes
Nicolas Carvalho

Estação Meteorológica com ESP32

Monitoramento de dados climáticos com rede de monitoria remota

Trabalho de aproveitamento da
disciplina de Projetos do curso Técnico
em 29 / 11 / 2022.

Orientadores: José Neves Bezerra
Junior e Michel de Moura Chaparro

Campinas
2022

AGRADECIMENTOS

O grupo agradece aos orientadores Michel Chaparro e José Neves por ter nos orientado sobre a parte de funcionalidade do projeto, a Escola e Faculdade de Tecnologia Senai "Roberto Mange" por acolher-nos durante nossa trajetória nesses 2 anos, ao grupo e todos que participaram do processo e realização do projeto.

RESUMO

O monitoramento de dados climáticos nos tempos contemporâneos é um dos maiores aliados da sociedade, tanto em aspecto ambiental, quanto econômico. Atualmente, com a chegada da 4ª Revolução Industrial, novas soluções para diversos problemas das indústrias vêm surgindo, com termos como Internet da Coisas (IOT), Integração de Sistemas, sensores sem fio e redes de monitoria remotas, é possível obter ótimos resultados, com custos reduzidos e um aumento expressivo de lucros. Por conseguinte, dessa forma, com esses pensamentos e através de pesquisas pensou-se em um projeto que fosse simples, eficaz e que fosse capaz de monitorar dados climáticos, portanto, com os conhecimentos adquiridos no curso, o grupo projetou uma estação meteorológica com sensores eletrônicos, microcontrolador Esp32 e com conexão de dados em uma nuvem, sendo uma estação meteorológica de fácil transporte e custo reduzido, proporcionando ao setor agrícola uma alternativa para manter seus lucros e ainda assim economizar.

Palavras-chave: Monitoramento de dados climáticos. 4ª Revolução Industrial. Estação Meteorológica.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Testes dos sensores.....	11
Figura 2 - Montagem final da estação	12
Figura 3 - Diagrama Elétrico	13
Figura 4 - Interface do Ubidots	13
Figura 5 - Software Fritzing.....	13
Figura 6 - Software Arduino	14
Figura 7 - Software Ubidots	14
Figura 8 - Caixa De Passagem 170x145x90	14
Figura 9 - Placa Padrão Tipo Ilha 10x10 cm.....	15
Figura 10 - Microcontrolador ESP32	15
Figura 11 - Sensor de Pressão BMP180.....	15
Figura 12 - Sensor de Chuva YL83	15
Figura 13 - Sensor de Luz Ultravioleta ML8511	16
Figura 14 - Conversor DC/DC Com Volt. (Step Down) LM2596.....	16
Figura 15 - Sensor de Umidade do Solo (Higrômetro)	17
Figura 16 - Fluxograma Programação	17
Figura 17 - Cronograma Agosto até Setembro	23
Figura 18 - Cronograma Outubro até Dezembro	23
Figura 19 - Cronograma de atividades	24
Figura 20 - Calculo Mão de Obra	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Lista de materiais 24

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1 Sustentabilidade	9
2.2 Indústria e agricultura 4.0	9
2.3 Meio ambiente e produção	9
2.4 Monitoramento climático.....	10
2.5 Área de aplicação	10
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	11
3.1 Descrição do funcionamento do projeto.....	12
3.2 Recursos mecânicos/Programação.....	13
3.3 Recursos elétricos/ eletrônicos	15
3.4 Programação.....	17
3.5 Recursos humanos.....	23
3.6 Custos	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	25
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
6 MELHORIAS FUTURAS	27
REFERÊNCIAS	28
ANEXO I – ENTREVISTA COM PROFESSOR DE GEOGRAFIA	29

1 INTRODUÇÃO

Durante toda história da humanidade sempre houve a procura dos dados climáticos, uma vez que, o clima ajuda a compreender a condição natural dos lugares e as regiões do mundo. Antigamente de modo mais rústico e analógico, através de construções inteiras que indicavam a direção do vento, ou até mesmo de ferramentas, hoje consideradas extremamente simples, como o termômetro desenvolvido por Galileu (1590) ou o barômetro desenvolvido por Torricelli (1644).

Entretanto algumas áreas de negócios dependem de boas condições e monitoramento de dados climáticos para terem sucesso. Um exemplo disso é o ramo do agronegócio. Quando ocorre uma mudança brusca do tempo pode ser colocado em risco a perda de uma lavoura e safras inteiras. Em meio a esse contexto, diversas evoluções tecnológicas foram necessárias, e com elas houve um aumento da produtividade e, mais recentemente, da sustentabilidade.

Diante da 4ª revolução industrial, as grandes indústrias mudaram seu ponto de vista em relação à natureza e começaram a buscar soluções sustentáveis, investindo em novas tecnologias que, além de aumentarem seus lucros, sejam sustentáveis. Sendo assim, não é diferente com o agronegócio, dado que diversas tecnologias dessa nova revolução industrial vêm sendo implementados na agricultura, transformando assim a agricultura 4.0 em uma tendência para melhoria da produtividade, monitoramento de dados e análise do clima, para assim evitar desperdício entre outros diversos benefícios voltados a sustentabilidade.

A agricultura, ao longo da história, desempenhou um papel fundamental no desenvolvimento das civilizações, permitindo que o homem se “fixa-se” em regiões férteis e deixasse sua vida nômade (GEBAUER e PRICE, 1992).

Portanto, com os conhecimentos adquiridos durante o curso, o grupo desenvolveu uma estação meteorológica de baixo custo e fácil acesso, com microcontrolador e sensores eletrônicos e com a conexão dos dados em nuvem.

Por conseguinte, vale destacar que a finalidade da estação meteorológica é possibilitar um monitoramento das variáveis climáticas, através de um sistema atrelado a indústria e agricultura 4.0, com o monitoramento de dados feito à distância com o software Ubidots, simultaneamente fazendo a integração dos sensores com o aparelho microcontrolador (ESP32), abrangendo Serviços em nuvem, Internet das

Coisa e Integração Horizontal e Vertical, ou seja, “sistemas de colaboração computacional entidades que estão em intensa conexão com o mundo físico circundante e seus processos em curso, fornecendo e utilizando, ao mesmo tempo, acesso a dados e serviços de processamento de dados disponíveis na Internet” (MONOSTORI, 2014), sendo assim de suma importância para o setor agrícola.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SUSTENTABILIDADE

A sustentabilidade tem o objetivo de preservar o meio ambiente e evitar o desperdício de recursos naturais, ou seja, é a forma como os seres humanos devem agir com relação a natureza (Ayres, 2009). Ela pode ser entendida como um tripé, que está relacionado as perspectivas ambiental, social e econômica. Assim a sustentabilidade dentro de uma empresa deve compreender esses três aspectos (ELKINGTON, 1999). É essencial entender esse conceito para se adequar ao ambiente de trabalho e social, principalmente com a chegada da Indústria 4.0.

2.2 INDÚSTRIA E AGRICULTURA 4.0

A indústria passou por diversas transformações durante a história, de forma que ela foi se automatizando e buscando meios mais eficientes de produção, o que foi vivenciado nas revoluções industriais (BORLINDO, 2017). Atualmente, é possível notar o surgimento da Indústria 4.0, que influencia as indústrias de maneira positiva, pois com as novas tecnologias de automatização e digitalização os meios de produção se tornaram mais produtivos e sustentáveis. Essa é a quarta revolução industrial e tem o objetivo de deixar o menor impacto ambiental possível, por conta das marcas deixadas pelas anteriores.

É interessante notar que essa revolução tecnológica possibilitou avanços não somente voltados às fábricas, mas também em outros setores, como na agricultura. Diversas tecnologias têm apoiado no sentido de aprimorar a capacidade de monitoramento e tomada de decisões, como navegação por satélite e rede de sensores, computação em rede, computação onipresente e computação sensível ao contexto estão apoiando o dito domínio para melhorar a capacidade de monitoramento e tomada de decisões no campo (AQEEL-UR-REHMAN, 2017).

2.3 MEIO AMBIENTE E PRODUÇÃO

Por conta da degradação do meio ambiente, uma alta demanda dos clientes por produtos sustentáveis tem crescido, o que tem mudado o pensamento das empresas com relação à sua produção (Pardini, 2009). Uma alternativa das empresas é o investimento em sustentabilidade e reciclagem. Por conta disso, novas tecnologias relacionadas a indústria 4.0 estão sendo projetadas com o intuito de economizar recursos na produção.

2.4 MONITORAMENTO CLIMÁTICO

O monitoramento de dados climáticos atua em prol do bem da sociedade mundial, tendo em vista que, com o monitoramento climático é possível o registro de condições climáticas, sendo uma peça fundamental para o funcionamento de diversos setores do trabalho.

2.5 ÁREA DE APLICAÇÃO

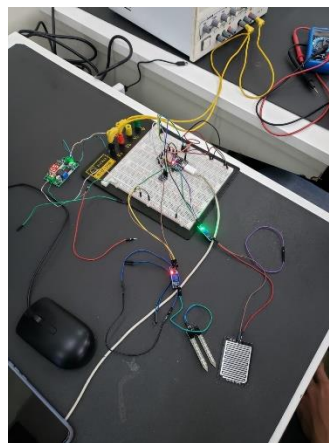
A estação meteorológica haveria de ser implementada em seu principal foco em áreas rurais, em razão na qual, ajudaria de forma significativa todo o setor agrícola de forma específica e simples, havendo de maximizar os lucros e diminuir suas perdas.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Em primeiro lugar, vale ressaltar que para desenvolvimento do projeto foram necessárias diversas pesquisas, no que diz respeito ao monitoramento de dados climáticos e ao funcionamento do projeto como um todo. Sendo assim, o objetivo do grupo em relação ao projeto, é que, a estação meteorológica seja capaz de obter os dados climáticos através dos sensores conectados ao microcontrolador. Dessa forma, após uma reunião com os orientadores, foi decidido que o projeto a ser desenvolvido seria a estação meteorológica com microcontrolador eletrônico. Portanto, para pleno funcionamento do projeto, tornou-se necessário o levantamento de dados, inclusive para aquisição dos componentes.

Por conseguinte, após as pesquisas, o grupo decidiu utilizar o Esp32, pois este possui atributos que permitem-no uma boa conexão wi-fi, além de ser um ótimo microcontrolador no que tange sinais de pwm e consumo de energia, e o servidor de nuvem selecionado foi o Ubidots, justamente por possuir uma fácil conexão ao Esp32. Por consequência, assim iniciou-se os testes para validação do microcontrolador (Esp32) e de sua integração ao Servidor em nuvem (Ubidots). Após a validação do Esp32 viu-se imprescindível fazer a montagem e os testes com os sensores enviando os dados para o Ubidots.

Figura 1 - Testes dos sensores

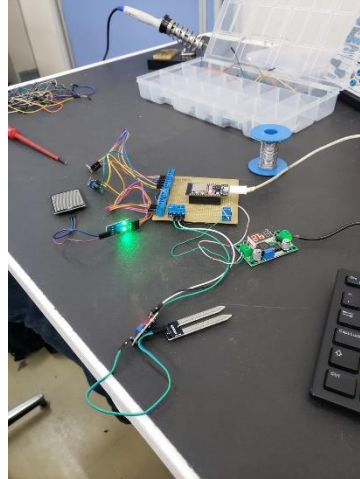


Fonte: (Autoria própria, 2022)

Consequentemente, após a validação do microcontrolador e do servidor em nuvem, viu-se imprescindível fazer a montagem e os testes com os sensores enviando os dados para o Ubidots. Sendo assim, cada sensor foi testado e programado

individualmente, após a validação deles, finalizou-se a programação e iniciou-se a montagem do projeto na placa ilhada para colocá-lo na caixa final.

Figura 2 - Montagem final da estação



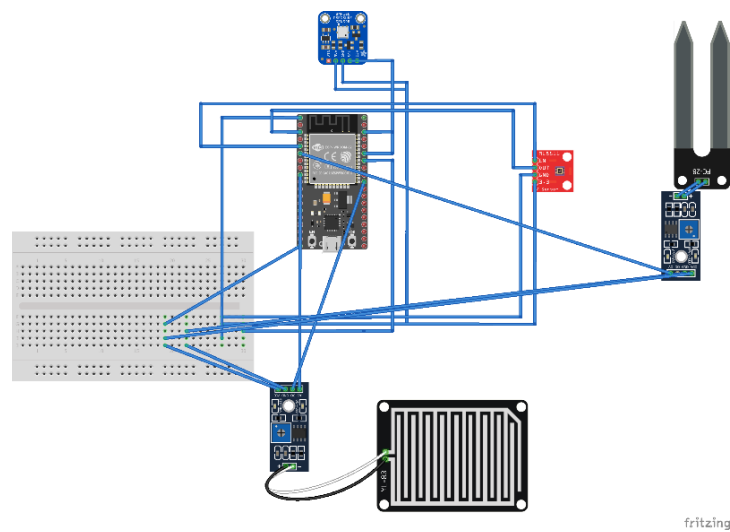
Fonte: (Autoria própria, 2022)

3.1 DESCRIÇÃO DO FUNCIONAMENTO DO PROJETO

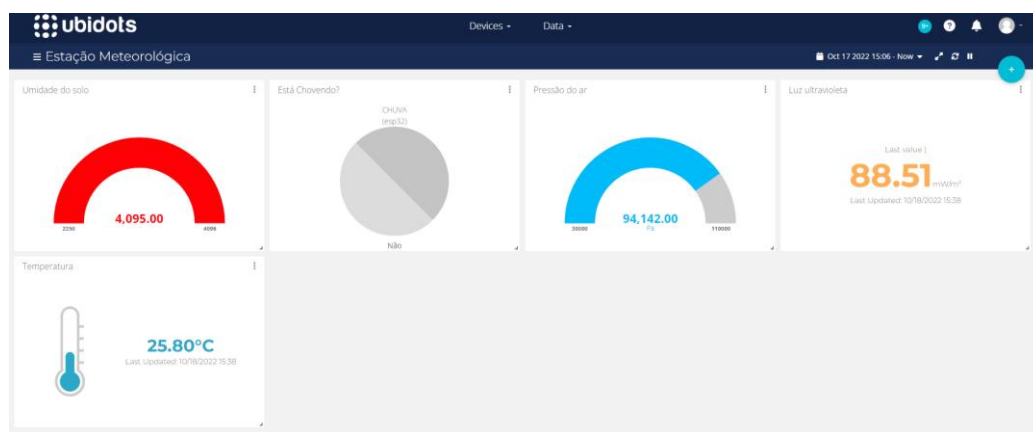
O sistema desenvolvido é uma plataforma de medição destinada a monitorar as variáveis climáticas existentes em locais rurais, porém, sendo possível utilizar em área urbana. Esse processo de monitoramento utiliza um sistema de aquisição de dados com diferentes taxas de aquisição de dados, sendo: pressão, temperatura, umidade e radiação UV.

Ademais, a estação utiliza uma alimentação de 12V, sendo que essa tensão é convertida para 5V através do conversor step down, pois assim obtém-se um melhor controle das perdas, após a conversão da tensão, o conversor é responsável pela alimentação do esp32, que por sua vez alimenta os sensores, sendo assim os sensores fazem a leitura das variáveis climáticas, o microcontrolador recebe a leitura dos sensores e publica uma mensagem no ubidots.

Portanto, os dados coletados pela estação podem ser acessados através de seu celular, basta possuir internet, sendo que é necessário entrar no aplicativo de serviços em nuvem ubidots.

Figura 3 - Diagrama Elétrico

Fonte: (Autoria Própria, 2022)

Figura 4 - Interface do Ubidots

Fonte: (Autoria Própria, 2022)

3.2 RECURSOS MECÂNICOS/PROGRAMAÇÃO

O software Fritzing foi utilizado para simular a montagem elétrica do projeto, assim como o desenvolvimento do desenho esquemático.

Figura 5 - Software Fritzing

Fonte: (Fritzing, 2022)

O Software o Arduino IDE oi utilizado pra fazer a programação de todos os sensores atrelados ao microcontrolador ESP32, na linguagem de programação C++.

Figura 6 - Software Arduino



Fonte: (Arduino,2022)

O software de serviços em nuvem Ubidots foi utilizado para interface dos dados coletados pelos sensores, sendo responsável pelo monitoramento de dados do projeto.

Figura 7 - Software Ubidots



Fonte: (Ubidots,2022)

A caixa de passagem Steck foi utilizada para montagem final do projeto, compondo em seu interior todas ligações elétricas do projeto na placa ilhada.

Figura 8 - Caixa De Passagem 170x145x90



Fonte: (Amazon, 2022)

Figura 9 - Placa Padrão Tipo Ilha 10x10 cm



Fonte: (Bau da eletrônica, 2022)

3.3 RECURSOS ELÉTRICOS/ ELETRÔNICOS

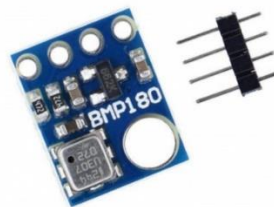
Para produção do projeto foram necessários os seguintes componentes eletrônicos:

Figura 10 - Microcontrolador ESP32



Fonte: (Curto Circuito, 2022)

Figura 11 - Sensor de Pressão BMP180



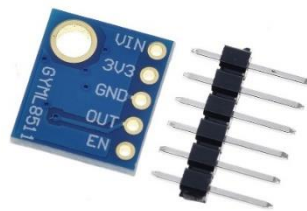
Fonte: (Curto circuito, 2022)

Figura 12 - Sensor de Chuva YL83



Fonte: (Curto Circuito, 2022)

Figura 13 - Sensor de Luz Ultravioleta ML8511



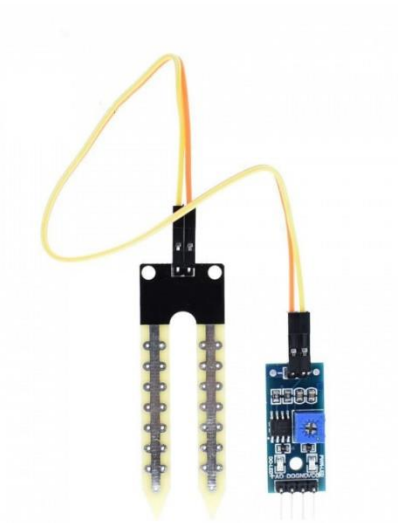
Fonte: (Curto circuito, 2022)

Figura 14 - Conversor DC/DC Com Volt. (Step Down) LM2596



Fonte: (Curto circuito, 2022)

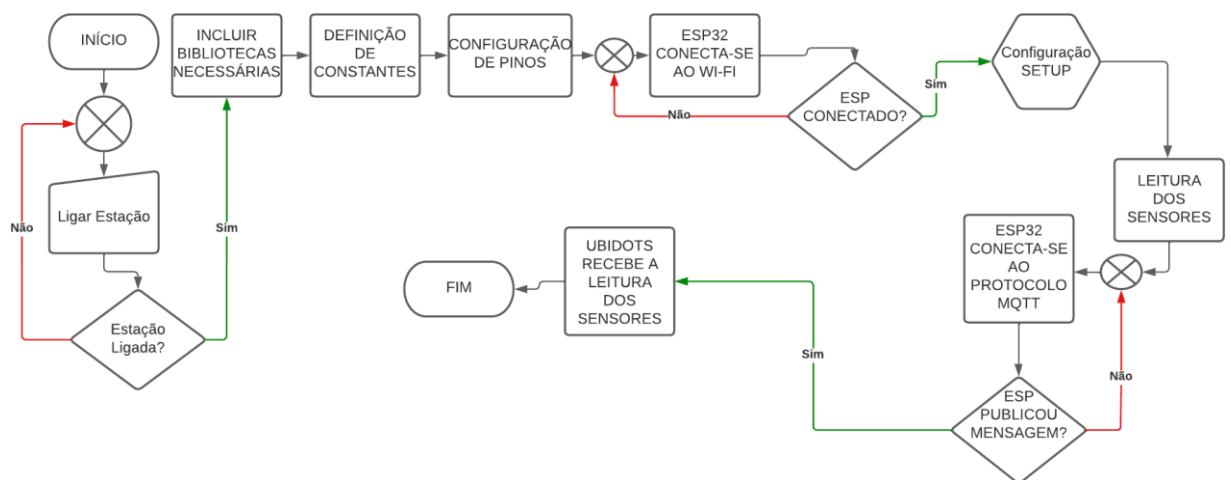
Figura 15 - Sensor de Umidade do Solo (Higrômetro)



Fonte: (Curto Circuito, 2022)

3.4 PROGRAMAÇÃO

Figura 16 - Fluxograma Programação



Fonte: (Autoria Própria, 2022)

/*****

* Include Libraries

*****/

#include "UbidotsEsp32Mqtt.h"

#include <ETH.h>

```

#include <WiFi.h>

#include <WiFiAP.h>

#include <WiFiClient.h>

#include <WiFiGeneric.h>

#include <WiFiMulti.h>

#include <WiFiScan.h>

#include <WiFiServer.h>

#include <WiFiSTA.h>

#include <WiFiType.h>

#include <WiFiUdp.h>

#include <PubSubClient.h>

#include "UbidotsEsp32Mqtt.h"

#include <Adafruit_BMP085.h>

Adafruit_BMP085 bmp;


/*****

* Define Constants

*****/

const char *UBIDOTS_TOKEN = "BBFF-u2gVPyr1HZed0qEc23C26eHroookjC"; //
Put here your Ubidots TOKEN

const char *WIFI_SSID = "xxxxxx"; // Put here your Wi-Fi SSID

const char *WIFI_PASS = "xxxxxx"; // Put here your Wi-Fi password

const char *DEVICE_LABEL = "esp32"; // Put here your Device label to which data
will be published

```

```
const char *VARIABLE_LABEL = "luzuv"; // Put here your Variable label to which data
will be published
```

```
const char *VARIABLE_LABEL_2 = "pressao"; // Put here your Variable label to which
data will be published
```

```
const char *VARIABLE_LABEL_3 = "temperatura"; // Put here your Variable label to
which data will be published
```

```
const char *VARIABLE_LABEL_4 = "chuva"; // Put here your Variable label to which
data will be published
```

```
const char *VARIABLE_LABEL_5 = "umidadesolo"; // Put here your Variable label to
which data will be published
```

```
const int PUBLISH_FREQUENCY = 5000; // Update rate in milliseconds
```

```
unsigned long timer;
```

```
int UVOUT = 36; /* Pino D36 do ESP32 conectado ao Out do sensor UV */
```

```
int REF_3V3 = 34; /* Pino D34 do ESP32 conectado ao EN do sensor UV */
```

```
int pino_d = 5; //Pino ligado ao D0 do sensor
```

```
int pino_a = 25; //Pino ligado ao A0 do sensor
```

```
int val_d = 0; //Armazena o valor lido do pino digital
```

```
int val_a = 0; //Armazena o valor lido do pino analógico
```

```
#define pino_sinal_analogico 35
```

```
int valor_analogico;
```

```
Ubidots ubidots(UBIDOTS_TOKEN);
```

```
/*****
```

```
* Auxiliar Functions
```

```
*****/
```

```

void callback(char *topic, byte *payload, unsigned int length)
{
    Serial.print("Message arrived [");
    Serial.print(topic);
    Serial.print("] ");
    for (int i = 0; i < length; i++)
    {
        Serial.print((char)payload[i]);
    }
    Serial.println();
}

/*****

* Main Functions

*****/

void setup()
{
    // put your setup code here, to run once:

    Serial.begin(115200);

    pinMode(pino_d, INPUT);

    pinMode(pino_a, INPUT);

    pinMode(pino_sinal_analogico, INPUT);

    // ubidots.setDebug(true); // uncomment this to make debug messages available

    ubidots.connectToWifi(WIFI_SSID, WIFI_PASS);

```

```

ubidots.setCallback(callback);

ubidots.setup();

ubidots.reconnect();

if (!bmp.begin()) {

  Serial.println("Could not find a valid BMP085/BMP180 sensor, check wiring!");

  while (1) {}

}

timer = millis();

}

void loop()

{

  // put your main code here, to run repeatedly:

  int uvLevel = averageAnalogRead(UVOUT);

  int refLevel = averageAnalogRead(REF_3V3);

  float outputVoltage = 3.3 / refLevel * uvLevel;

  float uvIntensity = mapfloat(outputVoltage, 0.99, 2.8, 0.0, 15.0); // Converte a
voltage para um nível de intensidade de UV

  val_d = digitalRead(pino_d);

  val_a = analogRead(pino_a);

  valor_analogico = analogRead(pino_sinal_analogico);

  if (!ubidots.connected())

  {

    ubidots.reconnect();

```

```

}

if (abs(millis() - timer) > PUBLISH_FREQUENCY) // triggers the routine every 5
seconds

{

    ubidots.add(VARIABLE_LABEL, uvIntensity); // Insert your variable Labels and the
value to be sent

    ubidots.add(VARIABLE_LABEL_2, bmp.readPressure()); // Insert your variable
Labels and the value to be sent

    ubidots.add(VARIABLE_LABEL_3, bmp.readTemperature()); // Insert your variable
Labels and the value to be sent

    ubidots.add(VARIABLE_LABEL_4, val_d); // Insert your variable Labels and the
value to be sent

    ubidots.add(VARIABLE_LABEL_5, valor_analogico); // Insert your variable Labels
and the value to be sent

    ubidots.publish(DEVICE_LABEL);

    timer = millis();

}

ubidots.loop();

}

int averageAnalogRead(int pinToRead)

{

    byte numberOfReadings = 8;

    unsigned int runningValue = 0;

    for(int x = 0 ; x < numberOfReadings ; x++)

        runningValue += analogRead(pinToRead);

```


Figura 19 - Cronograma de atividades

	Atividades								
	1	2	3	4	5	7	8	9	Dias
Diego									36
Mario									36
Nicolas									36

Fonte: (Autoria própria, 2022)

3.6 CUSTOS

Tabela 1 - Lista de materiais

LISTA MATERIAL ESTAÇÃO METEOROLÓGICA			
Especificação Completa	Quantidade	Preço	
Placa DOIT ESP32 - ESP32-WROOM-32D - WiFi / Bluetooth	1	R\$ 63,00	
Sensor de Pressão e Temperatura BMP180	1	R\$ 10,22	
Sensor de Luz Ultravioleta UV ML8511	1	R\$ 41,00	
Sensor de chuva yl-83	1	R\$ 7,30	
Borne KRE KF128 2 Vias - Azul	8	R\$ 10,40	
Conversor DC/DC Com Volt. - Step Down - LM2596	1	R\$ 25,50	
Placa Padrão Tipo Ilha 10x10 cm	1	R\$ 18,90	
Sensor de Umidade do Solo - Higrômetro	1	R\$ 8,90	
Caixa de Passagem 10x10x5mm IP55 Steck	1	R\$ 29,99	
Fonte 12v 1a Bivolt Automatica P4 Camera Fita Led Cftv Modem	1	R\$ 16,39	
TOTAL:		R\$ 231,60	

Fonte: (Autoria própria, 2022)

Figura 20 - Calculo Mão de Obra

CALCULO MÃO DE OBRA			
Técnicos	Horas Trabalhadas	Preço Hora	Preço Total
Diego Castan Lopes	120	R\$ 10,00	R\$ 1.200,00
Mario Guilherme Menezes da Silva	120	R\$ 10,00	R\$ 1.200,00
Nicolas Carvalho da Silva	120	R\$ 10,00	R\$ 1.200,00
TOTAL:		R\$ 3.600,00	

Fonte: (Autoria própria, 2022)

Portanto o projeto resulta em um total de R\$ 3.831,60, já incluso os materiais e toda mão de obra necessária.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o desenvolvimento do projeto, tornou-se visível que, a estação meteorológica é extremamente importante para a sociedade, pois com ela é possível visualizar dados climáticos de suma importância, além de ser peça fundamental no funcionamento de diversos tipos de indústria nos tempos contemporâneos, visto que, uma estação meteorológica é capaz de indicar mudanças bruscas na temperatura e umidade do ar, verificar índices de volume de chuva e radiação solar.

Todos os sensores utilizados mostraram eficiência na coleta de dados, assim como o microcontrolador ESP32 demonstrou-se efetivo para envio desses dados ao software de serviços em nuvem, sendo assim, o Ubidots mostrou-se eficiente para a demonstração do projeto, principalmente quando se envolve a interface do software.

Portanto sistema de monitoramento apresentado possui características que permitem que ela seja instalada em diversas áreas, com a finalidade de monitorar os dados climáticos ao longo de um período de tempo significativo. Esse período é limitado em função da capacidade de armazenamento do microcontrolador utilizado.

O projeto alcançou as metas colocadas pelo grupo, a estação meteorológica é um projeto que utiliza sistemas eletroeletrônicos, que, através das tecnologias da Indústria 4.0, torna as indústrias agrárias mais sustentáveis e se adequa ao novo mercado, que tem uma alta demanda por produtos fabricados de forma consciente, sem afetar o meio-ambiente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude dos fatos mencionados no decorrer do trabalho, seria de suma importância para o agronegócio, que a estação meteorológica fosse implementada em algumas áreas rurais, visto que possui um custo reduzido, em adição, o projeto poderia ser desempenhado em casas em áreas urbanas.

Em retomada ao estopim do trabalho, a pergunta “Como a implementação de uma estação meteorológica pode afetar positivamente diversas indústrias contemporâneas?” com base nas pesquisas, é possível concluir que o uso do sistema de monitoramento executa uma virtude sustentável a empresa, evitando gastos desnecessários, pois seria possível visualizar as mudanças climáticas, ademais de fazer parte da Indústria 4.0, sendo que é possível acompanhar os dados coletados pela estação de qualquer lugar, pois a estação possui uma rede de monitoria remota.

Portanto o sistema de monitoramento climático seria uma ótima ideia para o agronegócio, e que pode ser aproveitado por outros como informativo em alguns pontos, assim como nos mesmos seja possível utilizar em projetos futuros como monitoramento de outras variáveis climáticas.

6 MELHORIAS FUTURAS

Nem tudo sai como esperado na implementação de uma nova tecnologia, assim uma busca por melhorias e aperfeiçoamento é necessária, portanto é necessário sempre buscar uma melhora no funcionamento do projeto. Os pontos que ocorrerem da forma esperada devem ser usados de estímulo, enquanto as falhas devem ser estudadas e concertadas. Dessa maneira, o projeto sempre se manterá útil para a função designada.

Em relação ao projeto, diversas melhorias podem ser implementadas, como uma adição dos sensores de umidade do ar (DHT11) e o sensor de vento (Anemômetro), para, dessa forma, tornar o projeto com um nível de monitoramento de dados climáticos ainda maior, além de um visor na caixa para demonstração dos dados e a condição da estação meteorológica.

Portanto, o objetivo das melhorias futuras é garantir o funcionamento do projeto e solucionar futuros problemas que podem aparecer quando ele for colocado em prática.

REFERÊNCIAS

ALISSON, E. Mudanças no clima do Brasil até 2100. 2013. Acesso em: 9 de agosto de 2022.

AQEEL-UR-REHMAN.; SHAIKH, Z. A. Smart agriculture, Application of Modern High Performance Networks. Bentham Science Publishers Ltd, pp. 120–129, 2009.

Estação Meteorológica com ESP32 e NODE-Red. Blog da Curto. Guarulhos, 20 de dezembro de 2018.

FILIFELOP. 2022. Disponível em: <https://www.filifelop.com/>. Acesso em: 30 nov. 2022.

Júnior, F. S. R. ÁGUA: Economia e Uso Eficiente no Meio Urbano. 2007. (Pós-Graduação em Tecnologia) Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, 2007.

LIMA, A. G. de; PINTO, G. S. INDÚSTRIA 4.0: um novo paradigma para a indústria. Revista Interface Tecnológica, [S. l.], v. 16, n. 2, p. 299-311, 2019. DOI: 10.31510/infa.v16i2.642. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/642>. Acesso em: 23 novembro. 2022.

NAMASU, R. Y.; BERNARDI, A. d. C. Agricultura de precisão. Embrapa Instrumentação Capítulo em livro científico (ALICE), In: BERNARDI, AC de C.; NAIME, J. de M, 2014.

RIBEIRO, J. G. R. *et al.* AGRICULTURA 4.0. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2018, Catalão, Goiás, Brasil. **Anais [...]**. São Paulo: Universidade Federal de Goiás, 2018. Tema: AGRICULTURA 4.0: DESAFIOS À PRODUÇÃO DE ALIMENTOS E INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS, p. 1 a 7.

STRAUB, Matheus. ESTAÇÃO METEOROLÓGICA SIMPLES COM BME280 E ESP32 COM IP FIXO. USINA INFO. Santo Ângelo, 24 de julho de 2020.

VIEIRA, Caroline. O que é o protocolo MQTT? HI Tecnologia. Campinas, 24 de fevereiro de 2021.

ANEXO I – ENTREVISTA COM PROFESSOR DE GEOGRAFIA

Entrevista José Theodoro da Silva Neto

Professor de Geografia – Rede SESI

Qual a importância do monitoramento de dados climáticos?

O monitoramento do clima permite a coleta de inúmeros dados sobre suas variações no curto e no longo prazo. Com a coleta de mais dados e, sendo uma coleta precisa, a previsibilidade nas variações do tempo e mudanças no clima torna cada vez maior e a tomada de decisões mais eficiente.

Observação:

Clima: São as características de uma determinada área. Ex.: clima tropical, clima subtropical etc. Para sua compreensão são necessários dados históricos da área estudada.

Tempo: Refere-se às condições meteorológicas do momento em que a observação é realizada. Varia de uma área para outra, mesmo dentro de uma região de clima semelhante.

Como uma estação meteorológica impacta positivamente na agricultura?

A previsibilidade das mudanças no clima é fundamental para a atividade agrícola. Mesmo em um único município a variação nas condições do clima são variadas, a possibilidade de uma estação meteorológica de baixo custo e facilidade de transporte pode contribuir enormemente para a coleta e tratamento de dados e maior previsibilidade para a atividade produtiva.

Como o monitoramento dos dados climáticos impacta a sociedade e qual sua importância?

O monitoramento de dados climáticos é de extrema importância para toda a sociedade. Quanto maior o número de dados e maior sua precisão, maior a confiabilidade nas previsões climáticas. A partir de previsões mais precisas, as decisões das pessoas, empresas, órgãos governamentais ou não governamentais, se tornam mais eficientes, sejam elas cotidianas ou de planejamento, otimizando o uso dos recursos e reduzindo custos.

Como o projeto poderia encaixar-se no modelo de agricultura 4.0?

A partir da coleta de dados e a necessidade de transporte, armazenamento e tratamento dessas informações, faz-se imprescindível o uso da rede 5G, armazenamento em nuvem, big data, conceitos relacionados à indústria 4.0.

Como uma estação meteorológica pode maximizar os lucros de determinadas agroindústrias como o agronegócio?

Como já destacado, a atividade agrícola depende fundamentalmente das condições climáticas. Quanto maior a disponibilidade de dados e informações que possibilitem maior previsibilidade climática, melhor será o planejamento da produção no campo, permitindo fluxo regular de matérias-primas para a agroindústria, contribuindo para a regularidade da produção e maximização do uso dos equipamentos e recursos disponíveis.