

SISTEMA DE MONITORAMENTO DE HORTA INDOOR BASEADO EM ESP32

Valdencaastro Pereira Vilas Boas Junior¹

Leonardo Berberich Freire Seabra²

João Carlos Lopes Fernandes³

José Eduardo Salgueiro Lima⁴

1. RESUMO

Segundo a Confederação Nacional de Agricultura (CNA), a produção de hortaliças no país é marcada por desperdícios, chegando a valores entre 30% e 40% de tudo o que se produz. Visando a implementação de um trabalho sustentável juntamente com a contribuição na melhora dos hábitos saudáveis na merenda escolar de alunos carentes do ensino público e no desenvolvimento educacional dos mesmos. O seguinte trabalho acompanha a atualização do sistema de monitoramento de horta indoor, este agora também terá a função de coletar dados de variáveis da natureza como, umidade do solo, umidade e temperatura do ambiente. Para armazená-los e envio remoto de dados para a rede e manter a horta irrigada e refrigerada, este sistema de monitoramento será baseado em um microcontrolador ESP32 e sensores responsáveis pela coleta dos dados.

Palavras-chave: ESP32, Horta indoor, dados, sensores.

2. INTRODUÇÃO

De acordo com a Confederação Nacional de Agricultura (CNA 2017), a produção de hortaliças no país é marcada por desperdícios, chegando a índices que variam entre 30% e 40% de toda a produção. Calcula-se, também, que parte importante deste desperdício ocorra dentro do próprio processo produtivo, algo em torno de 20% a 30%. De acordo com a Secretaria de Estado da Educação SP (2020), as hortaliças são os alimentos que mais estão presentes na merenda escolar. Partindo desta premissa, e de que há uma grande quantidade de alunos na

¹ Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica, Centro Universitário ENIAC. e-mail: valdencaastro@gmail.com

² Acadêmico do curso de Engenharia Mecatrônica, Centro Universitário ENIAC. e-mail: leonardobfseabra@hotmail.com

³ Professor Doutor dos cursos de Engenharia, Centro Universitário ENIAC. e-mail: joao.carlos@eniac.edu.br

⁴ Professor Doutor dos cursos de Engenharia, Centro Universitário ENIAC. e-mail: jose.salgueiro@eniac.edu.br

rede de educação estadual paulista, é possível concluir que a demanda desses alimentos é alta em toda a rede escolar.

Com isso este projeto visa a implantação de uma horta Indoor 4.0 comunitária, a qual pretende-se servir inicialmente a ONG Chico Mendes de Guarulhos, contribuindo com a alimentação da comunidade aos arredores da ONG.

A Horta tem como base conceitos de IoT, portanto será controlada automaticamente por um ESP32 e junto a este terão sensores responsáveis pela coleta dos dados.

Segundo estudos do Embrapa (Empresa brasileira de pesquisa agropecuária) (2013), são três os principais fatores ambientais para o desenvolvimento de hortaliças, são eles: temperatura, iluminação e umidade. Por conta de já haver um sistema para controle da iluminação artificial, o estudo se baseará na formação e análise de uma base de dados composta inicialmente por quatro variáveis:

- Data e hora – registro do período em que os dados foram coletados
- Umidade do solo – índice de umidade do solo ao longo do dia
- Umidade do ar – índice de umidade do ar ao longo do dia
- Temperatura ambiente – variação de temperatura ao longo do dia

3. OBJETIVOS

Desenvolver um sistema de monitoramento e controle de uma horta indoor a partir de um ESP32. Este será responsável por coletar os dados de variáveis da natureza, e fazer o armazenamento e envio remoto de dados para a rede, também terá a função de controlar a umidade do solo e temperatura ambiente de acordo com as leituras dos dados coletados.

4. METODOLOGIA

Para que seja possível a leitura das variáveis externas através do ESP32 foram utilizados os sensores utilizados na seguinte tabela (Tabela 01).

Tabela 01 – Sensores utilizados no projeto

Sensor	Variável
Servidor NTP (a partir do ESP)	Data e Hora
Sensor capacitivo de umidade do solo	Umidade do Solo
BME280	Temperatura Ambiente e Umidade do ar

Fonte: Autor, 2022.

O controle da temperatura dentro da horta é importante, então para isso será feito um sistema de resfriamento, este será ligado a partir do momento que a temperatura ambiente dentro da horta for maior ou igual a 28°, e será desligado quando a temperatura for menor ou igual a 26°. E para controle da irrigação do solo será utilizado uma válvula solenoide normalmente fechada 220V/60Hz, esta será acionada 3 vezes ao dia conforme o horário fornecido pelo servidor NTP (Network Time Protocol) do Brasil.

Para a gravação dos dados coletados será usado um Módulo micro SD que fará os registros em um cartão micro SD posteriormente conectado a um computador para a execução das análises. Para que o ESP32 faça o envio dos dados para o celular através da rede WIFI será utilizado o aplicativo de celular chamado blynk este é responsável por receber os dados enviados pelo ESP32 e apresentá-los na tela do celular.

Para que o ESP32 possa fazer a leitura dos dados coletados pelos sensores e armazenar esses no cartão SD e apresentação desses no display LCD e enviá-los para o celular, foi desenvolvido um algoritmo em linguagem C++ responsável por realizar essas atividades. Dentro desse algoritmo estão presentes bibliotecas de código aberto para facilitar o uso de algumas funções como Leitura do BME280, gravação no cartão SD, apresentação dos dados no display LCD, conexão com o aplicativo de celular e acesso a rede wifi e servidor NTP. Na seguinte figura (Figura 01) está o algoritmo utilizado no ESP32.

Figura 01 – Algoritmo desenvolvido para o ESP32.

```

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <SPI.h>
#include <SD.h>
#include <RTClib.h>
#include <Dht.h>
dht DHT;

#define printByte(large) write(large);
uint8_t ff[8] = { 0x0,0x0,0x0,0x0,0x2,0x1b,0xf2,0xf2};
uint8_t celcius[8] = { 0x0,0x0,0x0,0x0,0x0,0x0,0x0,0x0};
uint8_t ar[8] = { 0x0,0x16,0xf4,0xf4,0xf4,0xf4,0xf4,0xf4};
uint8_t do[8] = { 0x0,0x11,0x11,0x0,0x0,0x0,0x11,0xf1};
uint8_t so[8] = { 0x0,0x11,0x11,0x0,0x0,0x17,0x5,0x13};
uint8_t lo[8] = { 0x0,0x11,0x11,0x0,0x0,0x1,0x1,0xf1};

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4); //Indereço do I2C é 0x27 e
const int chipSelect = 4;
WPC_061307 rtc;

int tbateria = 0;
int soloumid = 0;
int minumid = 30; //Mínimo de umidade no solo
int maxumid = 80; //Máximo de umidade no solo
int mintemp = 24; //Temperatura mínima
int maxtemp = 28; //Temperatura máxima
#define DHT22 A0
#define Senmid A1
#define BAT A2
#define Valvula 8
#define Ventilador 9

void setup()
{
  Serial.begin(115200);

  pinMode(Senmid, INPUT);
  pinMode(BAT, INPUT);
  pinMode(Valvula, OUTPUT);
  pinMode(Ventilador, OUTPUT);
  while (!Serial) {}
  // wait for serial port to connect. Needed for native USB
}

if (! rtc.begin()) {
  Serial.println("Não foi possível encontrar RTC");
  Serial.flush();
  abort();
}

rtc.adjust(DateTime(F( DATE ), F( TIME ))); //A

rtc.adjust(DateTime(2021, 9, 20, 19, 22, 0));
// (ano, mês, dia, horas, minutos, segundos)

lcd.init(); //inicia o LCD
lcd.backlight(); //liga LED do LCD
lcd.createChar(0, ff);
lcd.createChar(1, celcius);
lcd.createChar(2, ar);
lcd.createChar(3, do);
lcd.createChar(4, so);
lcd.createChar(5, lo);

Serial.println("Initializing SD card...");
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Initializing SD card");

if (!SD.begin(chipSelect)) {
  Serial.println("initialization failed!");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("initialization failed!");
  while (1);
}
Serial.println("initialization done.");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("initialization done.");
delay(1000);
lcd.clear();
Serial.println("Data, Hora, Tensão bateria, umida

File dataFile = SD.open("test.txt", FILE_WRITE);
if ((dataFile.size() <= 29)
{
  Serial.println(dataFile.size());
  dataFile.println("Data, Hora, Tensão bateria, u
  dataFile.close();
}

void loop()
{
  String datalogger = "";
  DateTime now = rtc.now();
  int chk = DHT.read22(DHT22);

  tbateria = (float(analogRead(BAT)) / float(1023)
  int soloumid = analogRead(Senmid);
  soloumid = map(soloumid, 0, 1023, 100, 0); //Conv

  if (soloumid <= minumid) //Liga a valvula quando
{
  digitalWrite(Valvula, LOW);
}
}
if (soloumid >= maxumid)
{
  digitalWrite(Valvula, LOW);
}
if (DHT.temperature >= maxtemp) //Liga o ventilad
{
  digitalWrite(Ventilador, HIGH);
}
if (DHT.temperature <= mintemp) //Desliga o venti
{
  digitalWrite(Ventilador, LOW);
}
}
}
if (DHT.temperature <= mintemp)
{
  digitalWrite(Ventilador, LOW);
}
}

File dataFile = SD.open("test.txt", FILE_WRITE);
//Datalogger
Datalogger += "(";
Datalogger += String(now.year(), DEC);
Datalogger += "/";
Datalogger += String(now.month(), DEC);
Datalogger += "/";
Datalogger += String(now.day(), DEC);
Datalogger += ";";
Datalogger += String(now.hour(), DEC);
Datalogger += ":";
Datalogger += String(now.minute(), DEC);
Datalogger += ":";
Datalogger += String(now.second(), DEC);
Datalogger += "\n";
Datalogger += String(tbateria,DEC);
Datalogger += "\n";
Datalogger += String(soloumid);
Datalogger += "\n";
Datalogger += String(DHT.humidity,1);
Datalogger += "\n";
Datalogger += String(DHT.temperature,1);
Datalogger += "\n";
Datalogger += "C";
}

//layout do LCD
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Umidade");
lcd.printByte(4);
lcd.printByte(5);
lcd.print("Umidade");
lcd.printByte(2);
lcd.print("Temp");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(soloumid);
lcd.print("% ");
lcd.setCursor(5,1);
lcd.print(DHT.humidity,1);
lcd.print("% ");
lcd.setCursor(11,1);
lcd.print(DHT.temperature,1);
lcd.printByte(1);

Serial.println(datalogger);
}

if (dataFile) { //Escrita do datalog
dataFile.println(datalogger);
dataFile.close();
}
else { //Mensagem de erro ao abrir c
Serial.println("error opening test
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("error opening test.txt"
}
delay(1000);
}

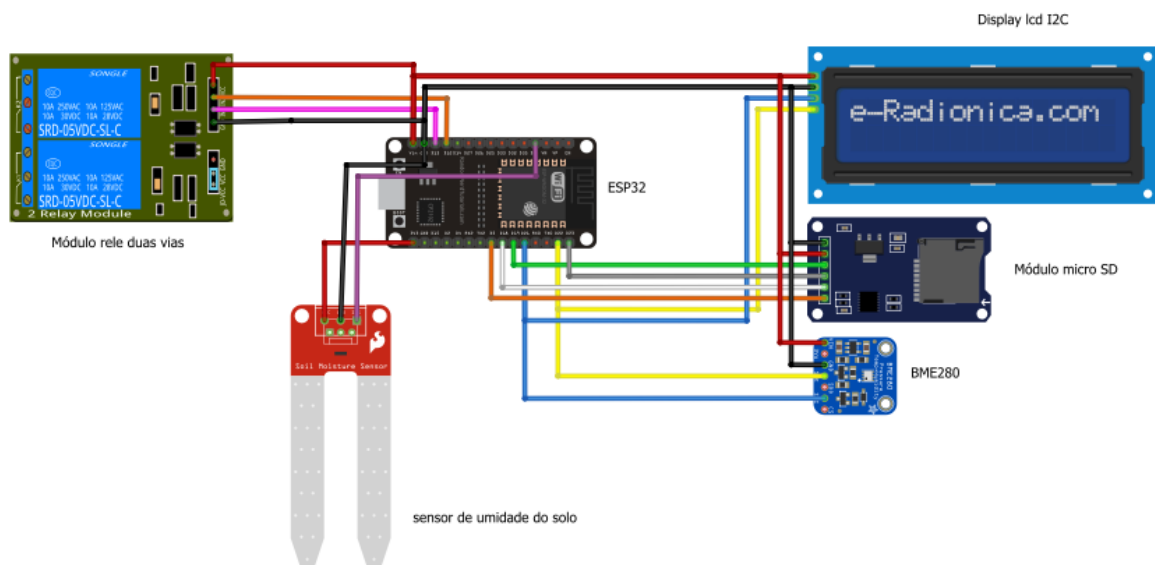
```

Fonte: Autor, 2022

5. DESENVOLVIMENTO

Após testes foram identificadas as conexões necessárias para o correto funcionamento dos componentes, com isso foi desenvolvido o diagrama elétrico do sistema de monitoramento da horta. Na figura a seguir (Figura 02) está representado o diagrama elétrico feito no software fritzing.

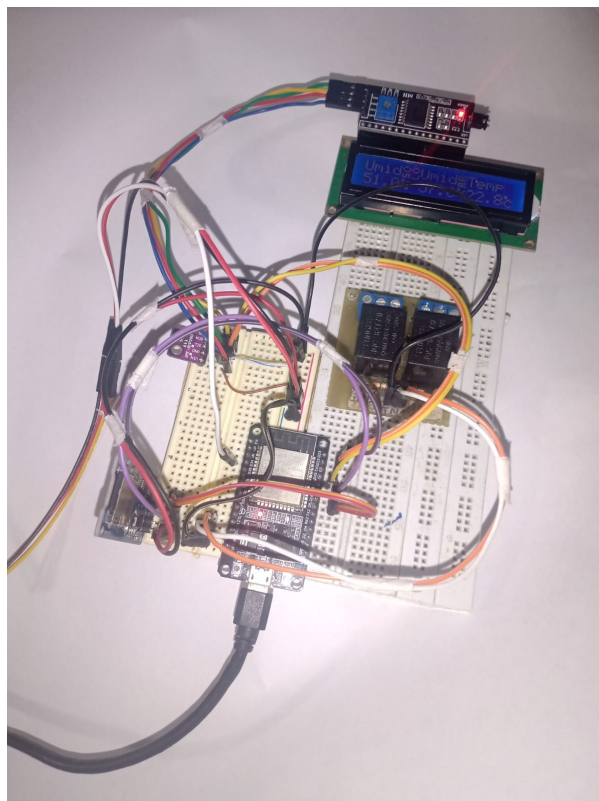
Figura 02 – Algoritmo desenvolvido para o ESP32.



Fonte: Autor, 2022

Após ter sido feito o diagrama elétrico, foi feita a montagem do circuito completo em protoboard para verificar as conexões e o algoritmo elaborado para o funcionamento do circuito. Na seguinte imagem (Figura 03) está o circuito montado para testes.

Figura 03 – Foto do circuito completo.



Fonte: Autor, 2022

Para o sistema de resfriamento foram utilizados dois coolers de 12v que forçaram o fluxo de ar dentro da horta fazendo com que a temperatura ambiente dentro da horta diminuísse, como demonstrado na seguinte figura (Figura 03).

Figura 04 – sistema de ventilação instalado na horta indoor.



Fonte: Autor, 2021

No sistema de irrigação além da válvula solenóide haverá um conjunto de mangueiras conectadas a ela para distribuir a água diretamente na terra entre todas as mudas da horta, como demonstrado na seguinte figura (Figura 04).

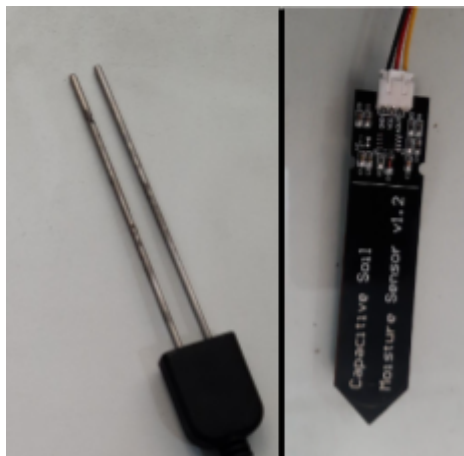
Figura 05 - Válvula solenóide a esquerda e mangueiras instaladas na horta a direita



Fonte: Autor, 2021

Após testes contínuos com o sensor de umidade do solo, foi identificado que o sensor começa a ter corrosão pela umidade nas áreas expostas. Com isso foi encontrado um sensor capacitivo de umidade do solo, este sensor possui melhor proteção contra corrosão por conta de possuir as áreas responsáveis pela medição isoladas do solo. Com isso foi decidido alterar o sensor de umidade do solo anterior pelo sensor capacitivo de umidade do solo. Na seguinte figura (Figura 07) será apresentado o sensor com corrosão e o sensor capacitivo.

Figura 06 - Sensor com corrosão a esquerda e sensor capacitivo a direita



Fonte: Autor, 2022

6. RESULTADOS

Através das informações coletadas pelos sensores, será possível avaliar as melhores possibilidades no desenvolvimento de plantas pela prática Indoor bem como a aplicação de irrigação automática por sensores. A Tabela 02, apresenta os dados coletados pelo microcontrolador através do algoritmo desenvolvido.

Tabela 02 - Dados gravados no cartão SD

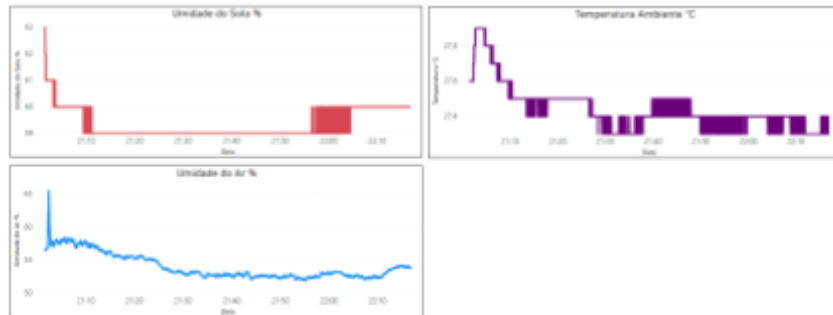
Data	Hora	Umidade do solo(%)	Umidade do ar (%)	Temperatura (°C)	Status da válvula	Status do ventilador
02/06/2022	01:33:14	48.00	99.9	19.1	DESLIGADO	DESLIGADO
02/06/2022	01:33:16	48.00	99.9	19.1	DESLIGADO	DESLIGADO
02/06/2022	01:33:18	50.00	99.9	19.1	DESLIGADO	DESLIGADO
02/06/2022	01:33:20	51.00	99.9	19.2	DESLIGADO	DESLIGADO
02/06/2022	01:33:22	52.00	99.9	19.1	DESLIGADO	DESLIGADO
02/06/2022	01:33:25	47.00	99.9	19.2	DESLIGADO	DESLIGADO
02/06/2022	01:33:27	50.00	99.9	19.1	DESLIGADO	DESLIGADO
02/06/2022	01:33:29	47.00	99.9	19.1	DESLIGADO	DESLIGADO
02/06/2022	01:33:31	48.00	99.9	19.1	DESLIGADO	DESLIGADO
02/06/2022	01:33:33	51.00	99.9	19.2	DESLIGADO	DESLIGADO
02/06/2022	01:33:35	48.00	99.9	19.2	DESLIGADO	DESLIGADO
02/06/2022	01:33:37	52.00	99.9	19.1	DESLIGADO	DESLIGADO
02/06/2022	01:33:39	47.00	99.9	19.2	DESLIGADO	DESLIGADO
02/06/2022	01:33:41	50.00	99.9	19.2	DESLIGADO	DESLIGADO
02/06/2022	01:33:43	47.00	99.9	19.1	DESLIGADO	DESLIGADO

Fonte: Autor, 2022

Uma vez coletados, os dados são carregados e tratados em ferramentas de visualização como o Power BI, para que haja análises futuras dos dados coletados,

na seguinte figura estão apresentados os dados após convertidos em gráficos no power BI (figura 05).

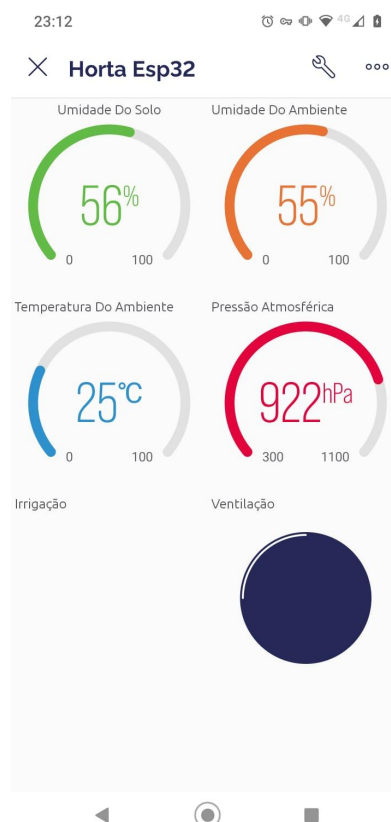
Figura 07 – Visualização dos dados no Power BI



Fonte: Autor, 2021

Com o sistema lendo todos os dados dos sensores, começou a ser feito testes de envio dos dados para o aplicativo Blynk no celular. Na seguinte figura(Figura 06) mostra as primeiras apresentação dos dados na tela do celular.

Figura 08 – apresentação dos dados no aplicativo blynk



Fonte: Autor, 2022

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção da horta e aplicação da metodologia desejada ocorreram como planejado, a partir desse ponto, uma nova fase foi iniciada no campus Guarulhos onde será construído um novo espaço com uma horta, com as informações coletadas, espera-se que os resultados sejam satisfatórios em comparação ao crescimento natural da cultura empregada.

Por conta de o aplicativo blynk não armazenar os dados enviados, será adicionado ao sistema de monitoramento o envio dos dados coletados para um banco de dados online. Também se tem a intenção de adicionar a medição de pressão atmosférica da horta através do BME 280.

8. FONTES CONSULTADAS

ARDUINO CC (Portugal). **Documentação de Referência da Linguagem Arduino**. 2020. Disponível em: <https://www.arduino.cc/reference/pt/>. Acesso em: 05 abr. 2022.

EMBRAPA. (org.). **Tempo: influência das mudanças climáticas na produção de hortaliças**. 2013. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1091249/hortalicas-em-r-evista-tempo-influencia-das-mudancas-climaticas-na-producao-de-hortalicas>. Acesso em: 05 abr. 2022.

ESPRESSIF (org.). **Datasheet Espressif ESP32**. Disponível em: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf. Acesso em: 06 abr. 2022.

FAEB Senar Sindicatos. **Brasil irá combater desperdício no setor de hortaliças**. Disponível em: <http://www.sistemafaeb.org.br/noticias/detalhe/noticia/brasil-ira-combater-desperdicio-no-setor-de-hortalicas/>. Acesso em: 08abr. 2022

Governo do Estado de São Paulo. **Cardápios da merenda escolar 2020**. Disponível em: <https://decentro.educacao.sp.gov.br/cardapios-da-merenda-escolar/>. Acesso em: 10 Mai. 2022