



## SmartGrãos: Medidor de umidade e temperatura no armazenamento e transporte de grãos.

Guilherme Pio de Carrato, Raphael Desiderá Buso, Wilian França Costa

Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM)  
Rua da Consolação, 930 Consolação, São Paulo - SP, 01302-907 – Brazil

piocarrato1234@gmail.com, raphael.busso@hotmail.com

**Abstract.** *The project consists of a humidity and temperature monitoring system, which will be used in grain storage locations, with its selective being able to be both on-site and remote by means of an application. The aim is to improve the means of evaluating two of the most important factors to ensure quality and reduce head loss, whether starting in the post-harvest period, following up on transport and ending in the embalming or selling process.*

**Resumo.** *O projeto consiste em um sistema de monitoramento de umidade e temperatura, que será utilizado nos locais de armazenamento de grãos, com sua medição podendo ser tanto no local, quanto remoto por meio de aplicativo. O intuito é aprimorar os meios de medição de dois dos fatores mais importantes para garantir a qualidade e redução da perda de carga, se iniciando na pós-colheita, acompanhando o transporte e finalizando no processo de embalar ou vender o produto.*

### 1. Introdução

Segundo pesquisa realizada pela Conab (Companhia Nacional de Abastecimento) em parceria com a CNPq (Conselho nacional de desenvolvimento Científico e Tecnológico grande parte das perdas das cargas de grãos especialmente arroz, trigo e milho, com percentuais de 0,13%, 0,17% e 0,10% respectivamente, ocorrem durante o transporte para os portos de embarque, as perdas desses grão segundo o estudo, são causadas basicamente por três fatores que se correlacionam, sendo eles “as más condições das rodovias, a precariedade da frota de caminhões e a imprudência de motoristas”. (Conab, 2019)

Pois segundo estimativas da Conab a produção brasileira de milho deve somar 91,1 milhões de toneladas na safra 2018/19, com um aumento de 12,9% sobre o período anterior. Já a de soja está projetada em 118,8 milhões de toneladas, em alta de 0,4%. Tem sido assim já há alguns anos, aumento sobre aumento, mas, apesar de ter

melhorado a eficiência da porteira para dentro, o setor produtivo ainda padece com uma infraestrutura incompatível com suas necessidades. Jornal da USP (2017)

E é a deficiência na infraestrutura que mais causa perdas no transporte desses dois grãos. De acordo com um estudo realizado pelo engenheiro agrônomo Thiago Guilherme Péra, do Grupo de Pesquisa e Extensão em Logística Agroindustrial da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq), que mapeou as perdas de cada atividade logística da soja e do milho no País, em 2015 foram desperdiçadas 2,381 milhões de toneladas de milho e soja (o que correspondeu a 1,3% daquela safra). Esse volume gerou um déficit econômico de R\$ 2 bilhões. Jornal da USP (2017)

Tendo em vista esses problemas a proposta aqui a ser apresentada é de um protótipo que será equipado nos veículos utilizados para o transporte, para que possam ser modernizados, propomos um medidor de umidade embutido na carroceria, no qual possa oferecer dados ao motorista e a central da transportadora através da sua conexão com a internet, assim podendo manter as duas partes envolvidas informadas sobre a situação da carga e o custo baixo exencional para que essa ideia seja implementada o quanto antes.

## **2. Materiais e Métodos**

### **2.1 Hardware**

#### **2.1.1 Módulo NodeMcu ESP-12E WiFi ESP8266 CP2102**

##### **Descrição do Material**

O Módulo NodeMCU ESP-12E WiFi ESP8266 CP2102 é uma placa de desenvolvimento equipada com CPU ESP8266 e Interface USB-Serial CP2102. A programação pode ser feita em LUA ou usando a IDE do Arduino através de um cabo micro-usb. Saravati(2021)

O NodeMCU ESP-12E WiFi ESP8266 CP2102, é uma placa ideal para desenvolvedores de plataformas móveis, para projetos que exigem economia de espaço e energia. Ele fornece capacidade inigualável de incorporar recursos Wi-Fi em outros sistemas ou para aplicações independentes, com o menor custo e o mínimo de necessidade de espaço, é uma solução extremamente acessível ideal para aplicações IoT diversas (Figura 1). Saravati(2021).

##### **Especificações Técnicas**

- ESP8266 ESP-12E
- MCU integrado de 32 bits de baixa potência

- Conversor analógico digital (ADC) 10 bits integrado
- SPI Flash 4MB
- Clock: 80MHz à 160MHz
- Wireless padrão 802.11 b/g/n
- Antena Integrada
- Conector Micro-USB
- Interface usb-serial: CP2102
- Modos de operação: STA/AP/STA+AP
- Suporta 5 conexões TCP/IP
- Portas GPIO: 11
- GPIO com funções de PWM, I2C, SPI, etc
- Tensão de operação: 4,5 ~ 9V
- Taxa de transferência: 110-460800bps
- Suporta Upgrade remoto de firmware
- Tamanho: 50mm Largura x 27mm Profundidade x 7mm Altura



**Figura 1. Módulo NodeMcu ESP-12E WiFi ESP8266 CP2102**

### **2.1.2 Cabos Jumper Premium Macho / Macho**

#### **Descrição do Material**

Os Cabos Jumper Macho/Macho são indispensáveis para qualquer projeto de eletrônica, robótica e automação em geral. Muito utilizado em Protoboards ou Breadboards, também conhecidas como Matriz de contatos ou Placa de Ensaio, os Cabos Jumper são ideais para prototipagem e testes práticos. Saravati(2021).

Os Cabos Jumper facilitam muito nas ligações entre os componentes eletrônicos, microcontroladores, Shields, Arduino e Raspberry, seja para seus projetos eletrônicos pessoais, trabalhos de faculdade ou cursos técnicos (Figura 2). Saravati(2021).

### **Especificações Técnicas**

- Cabos Jumper Premium Macho/Macho 10cm
- Modelo: Jumper Macho / Macho
- 10cm de comprimento
- Terminais/Conectores: Dupont, padrão 2,54mm (Pino Macho nas duas pontas)
- Secção do cabo condutor: 24 AWG - 0,2mm<sup>2</sup>
- Material: Termoplásticos/Cobre/Estanho
- Cor: Diversas
- Tamanho: 100mm Largura x 65mm Profundidade x 5mm Altura



**Figura 2. Imagem de Cabos Jumper Macho/Macho**

### **2.1.3 Protoboard 830 Pontos MB-102 Solderless Breadboard**

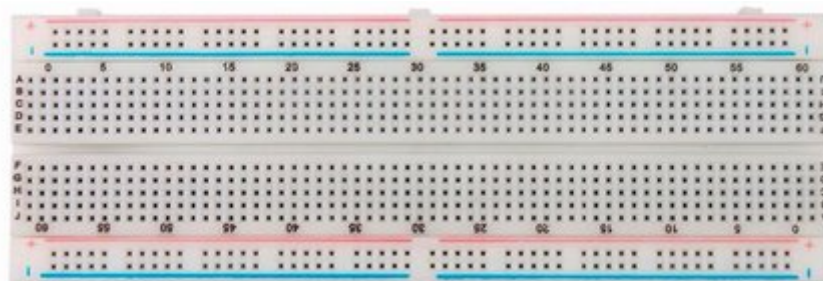
#### **Descrição do Material**

A Protoboard 830 pontos é ideal para montagem de projetos em aulas de laboratório e robótica, facilita o desenvolvimento e criação de circuitos eletrônicos para futuros projetos. Saravati(2021).

A Protoboard ou Breadboard, também conhecida como Placa de Ensaio ou Matriz de Contato, é um módulo com furos e conexões condutoras para montagem e teste de circuitos eletrônicos. A grande vantagem da placa de ensaio na montagem de circuitos eletrônicos é a facilidade de inserção e remoção dos componentes, uma vez que não há a necessidade de soldar (Figura 3). Saravati(2021).

### Especificações Técnicas

- Protoboard 830 Pontos MB-102 Solderless Breadboard
- Modelo: MB-102
- Ideal para protótipos de circuitos eletrônicos para futuros projetos
- Base adesivada
- Furo padrão 0.8mm
- Corrente máxima: 5A
- Tensão máxima: 300V
- Composição: ABS
- Tamanho: 162mm Comprimento x 55mm Largura x 10mm de Altura
- Peso: 72g



**Figura 3. Protoboard 830 Pontos MB-102 Solderless Breadboard**

#### 2.1.4 Display LCD 1602A Backlight Azul

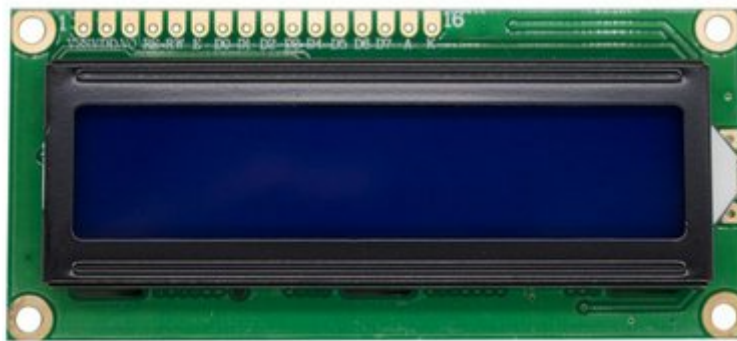
##### Descrição do Material

O Display LCD 1602A Backlight Azul é uma tela de cristal líquido padrão industrial 16x2 com fundo azul iluminado, capaz de exibir 32 caracteres, sendo 16 em cada linha.

O Display LCD 1602 é muito versátil e indispensável para qualquer dispositivo ou projeto eletrônico que necessite exibir informações e dados diversos (Figura 4). Saravati(2021).

### **Especificações Técnicas**

- Display LCD 1602A Backlight Azul
- Fundo Azul Iluminado
- Cor dos Caracteres: Branco
- 16x2 (16 Caracteres por 2 Linhas)
- 32 Caracteres no total
- Área de visualização: 64,5mm x 14,5mm
- Controlador: HD44780
- Tensão: 5V
- Composição: Placa de Fenolite, Placas de Cristal e Componentes Eletrônicos
- Tamanho: 80mm Largura x 36,5mm de Comprimento x 11mm de Altura
- Peso: 29g



**Figura 4. Display LCD 1602A Backlight Azul**

### **2.1.5 Sensor de Temperatura DHT22 Digital**

#### **Descrição do Material**

O Sensor de Temperatura e Umidade Digital DHT22 é um pequeno dispositivo sensor de umidade e temperatura tipo capacitivo com saída digital calibrada. O Sensor de Temperatura e Umidade Digital DHT22 pode ser utilizado com microcontroladores como Arduino, Raspberry Pi, PIC, ARM, etc, em projetos que utilizem detecção de umidade e temperatura, controle de ambientes climatizados, etc.(Figura 5). Saravati(2021).

### **Especificações Técnicas**

- Sensor de Temperatura e Umidade Digital DHT22
- Modelo: Sensor DHT22 / AM2302
- Tensão de Operação: 3.3V ~ 5.5V DC
- Pinagem: VDD - Positivo, SDA - Saída Serial Data, NC (Vazio), GND - Negativo
- Faixa de medição de umidade: 20 a 99% UR

- Faixa de medição de temperatura: -40° a 80°C
- Precisão de umidade de medição:  $\pm 5,0\%$  UR
- Precisão de medição de temperatura:  $\pm 2.0\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Temperatura de operação: -30°C a 70°C
- Resolução: Temperatura e Umidade 16-bit
- Tamanho: 23mm Largura x 12mm Profundidade x 5mm Altura
- Peso: 5g



**Figura 5. Sensor de Temperatura DHT22 Digital**

### **2.1.6 Resistor 330R 1/4W**

#### **Descrição do Material**

O Resistor 330R é um dispositivo muito utilizado em equipamentos elétricos e circuitos eletrônicos já que apresenta funções importantes e diferenciadas, como, por exemplo, gerar calor, limitar a corrente elétrica e produzir queda de tensão. O funcionamento do Resistor 330R baseia-se na resistência que o mesmo apresenta quando da passagem de corrente elétrica, a qual pode ocasionar a criação de calor através do efeito Joule ou a queda da tensão em seus terminais. UsinaInfo(2021).

Dentre os materiais utilizados para a produção do Resistor 330R encontra-se o silício, além do carvão e/ou ligas metálicas. O Resistor 330R apresenta grande funcionalidade e na maioria dos casos torna-se um produto indispensável para limitar a

corrente elétrica em projetos eletrônicos, visando proteger os componentes e aumentar a vida útil (Figura 6). UsinaInfo(2021).

#### **Especificações Técnicas**

- Padrão: CR25
- Resistência: 330R
- Tolerância:  $\pm 5\%$
- Potência: 1/4W
- Cores resistência: Laranja, Laranja, Marrom
- Cor tolerância: Dourado
- Comprimento total: 58mm



**Figura 6. Resistor 330R 1/4W**

#### **2.1.7 Potenciômetro Linear 10K**

##### **Descrição do Material**

O potenciômetro é um componente essencial para prototipagem, com terminais que podem ser encaixados em uma protoboard. O Potenciômetro Linear 10K é um componente muito utilizado em circuitos eletrônicos seja para regular a tensão de uma fonte, o contraste de um display LCD ou como um simples divisor de tensão.(Figura 7). Filipeflop(2021).

#### **Especificações Técnicas**

- Resistência: 10Kohms
- Variação: Linear
- Comprimento do eixo: 15 mm
- Diâmetro do eixo: 6 mm
- Profundidade da base: 8,5 mm



- Diâmetro da base: 16 mm
- Peso: 6g



**Figura 7. Potenciômetro Linear 10K**

### **2.1.8 Cabos Jumper Premium Macho / Fêmea 20cm 40 vias**

#### **Descrição do Material**

Os Cabos Jumper Macho/Fêmea são indispensáveis para qualquer projeto de eletrônica, robótica e automação em geral. Muito utilizado em Protoboards ou Breadboards, também conhecidas como Matriz de contatos ou Placa de Ensaio, os Cabos Jumper são ideais para prototipagem e testes práticos.

Os Cabos Jumper facilitam muito nas ligações entre os componentes eletrônicos, microcontroladores, Shields, Arduino e Raspberry, seja para seus projetos eletrônicos pessoais, trabalhos de faculdade ou cursos técnicos.

Os cabos possuem 10 cores diferentes, o que ajuda na hora de identificar seus circuitos no projeto, os terminais são isolados e possuem medida padrão 2,54mm, no kit com 40 unidades eles vêm grudados em paralelo, mas podem ser facilmente destacados para uso individual.

Os Cabos Jumper são ideais para tornar seus projetos bem organizados e atraentes, além de poupar tempo e facilitar o trabalho de montagem.(Figura 8). Saravati(2021).

### **Especificações Técnicas**

- Cabos Jumper Premium Macho/Fêmea 20cm 40 vias
- Modelo: Jumper Macho / Fêmea
- Marca: OEM
- 20 cm de comprimento
- 40 vias destacáveis para uso individual
- Terminais/Conectores: Dupont, padrão 2,54mm (Pino Macho em uma das extremidades e Pino Fêmea na outra ponta)
- Secção do cabo condutor: 24 AWG - 0,2mm<sup>2</sup>
- Cores: Marrom, Vermelho, Laranja, Amarelo, Verde, Azul, Violeta, Cinza, Branco e Preto
- Material: Termoplásticos/Cobre/Estanho
- Origem: China
- Tamanho: 200mm Largura x 65mm Profundidade x 5mm Altura
- Peso: 35g



**Figura 8. Cabos Jumper Premium Macho / Fêmea 20cm 40 vias**

### **2.1.9 Cabo Micro USB 1,2m Multilaser**

#### **Descrição do Material**

Cabo Micro USB 1,2m é ideal para conexão do seu smartphone, câmera digital, tablet, Arduino, Raspberry e outros dispositivos. Ideal para programação e transferência de

dados entre o computador e dispositivos com conexão micro USB.(Figura 9). Filipeflop(2021).

### **Especificações Técnicas**

- Cabo Micro USB
- Marca: Multilaser
- Conectores: USB x Micro USB
- Comprimento: 1,2m
- Peso: 30g



**Figura 9. Cabo Micro USB 1,2m Multilaser**

## **2.2 Software**

### **2.2.1 Arduino IDE**

Arduino é uma plataforma eletrônica de código aberto baseada em hardware e software fáceis de usar. As placas Arduino são capazes de ler entradas - luz em um sensor, um dedo em um botão ou uma mensagem do Twitter - e transformá-la em uma saída - ativando um motor, ligando um LED, publicando algo online. Você pode dizer à sua placa o que fazer enviando um conjunto de instruções para o microcontrolador da placa. Para fazer isso, você usa a linguagem de programação Arduino (baseada em Wiring), e o Software Arduino (IDE) , baseado em Processing. Arduino(2018).

### **2.2.2 Protocolo MQTT**

Há vários protocolos usados no IoT (Internet of Things) para comunicações D2D (Device to Device) como por exemplo, MQTT, COAP, DDS, AMQP, and XMPP.

MQTT significa Message Queue Telemetry Transport protocol. Basicamente segue a arquitetura de publish/subscribe, e seu sistema é composto por 3 componentes chaves Publisher, Broker, and Subscriber .O Publisher é o sensor usado para aferir os dados e mandá-lo para o broker por motivos de processamento e se não necessários ir para o sleep mode. O broker é responsável por mandar a mensagem adiante ,O subscriber é aplicação baseada e conectada ao broker. Se novos dados vierem ele avisará o subscriber. (PATOLIYA, 2016), (S. S. Solapure e H. Kenchannavar, 2016).

### **2.2.3 MQTT Dash (IoT, Smart Home)**

#### **Descrição do Software**

- Com o aplicativo, você pode criar painéis para seus dispositivos, aplicativos e automação residencial IoT Smart Home habilitados para MQTT.
- Compartilhe métricas entre dispositivos via tópico compartilhado
- Interface do usuário simples e fácil de usar
- Projetado para funcionar 24/7 (memória eficiente, reconecta automaticamente)
- Suporte de script (JavaScript)
- Exclusivo para o aplicativo: métrica de imagem e URLs personalizados para abrir
- Ao contrário do Blynk, este aplicativo usa o protocolo padrão da indústria (MQTT) em vez do personalizado, por isso é muito mais fácil conectar todos os seus dispositivos inteligentes
- Suporte para M2M, Sonoff, Electrodragon, esp8266, Arduino, Raspberry Pi, microcontroladores (MCU), sensores, computadores, bombas, termostatos, controle remoto e outras coisas. (Figura 10). Routix software(2021).

#### **Especificações Técnicas**

- Tamanho: 5,7M
- Versão atual: 4.4
- Requer Android: 4.0.3 ou superior
- Oferecido por: Routix software



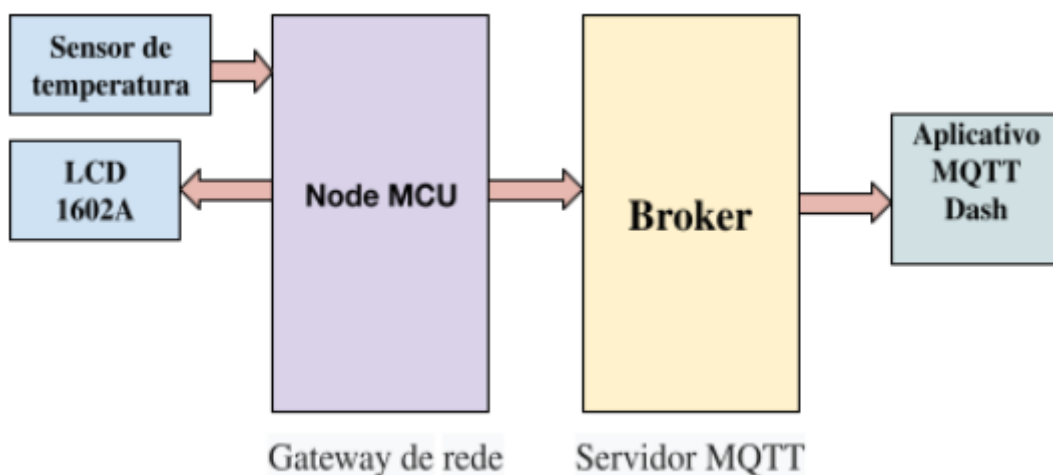
**Figura 10. MQTT Dash (IoT, Smart Home)**

### **3. Metodologia**

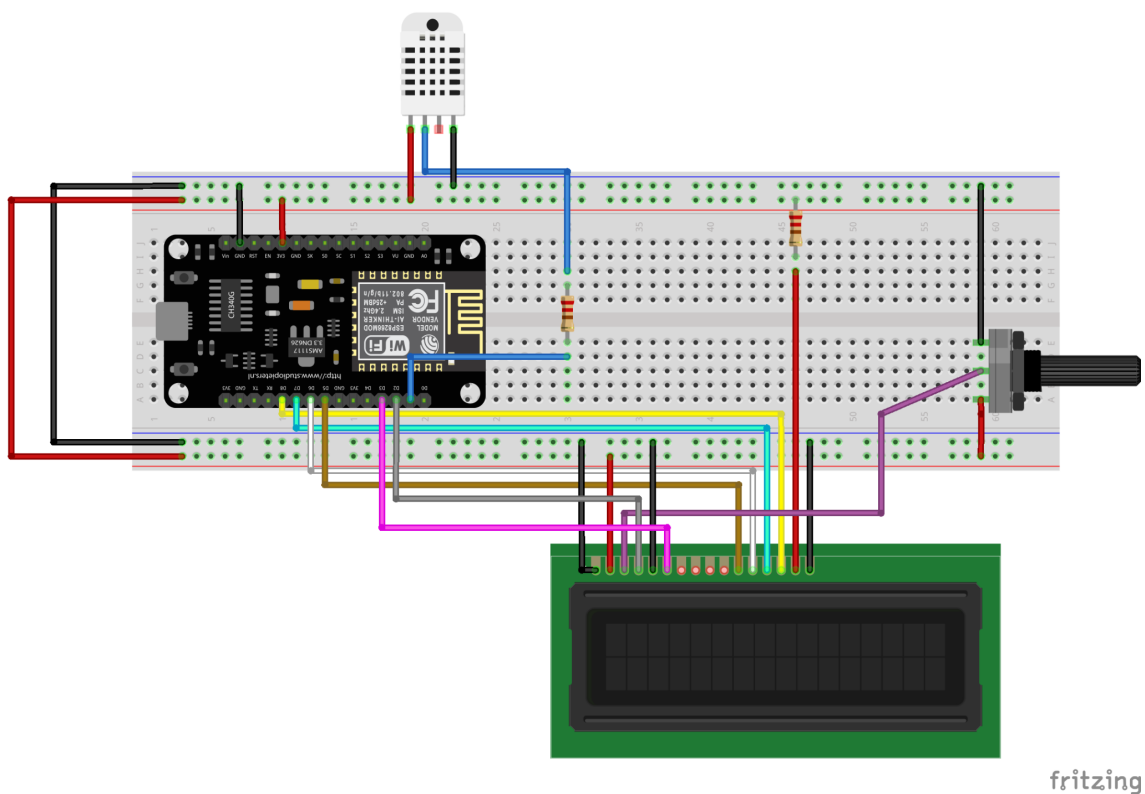
O Módulo NodeMcu ESP-12E WiFi ESP8266 CP2102 é conectado à rede via TCP/IP que, por sua vez, permite conectar a um broker via protocolo MQTT, enviando os valores de temperatura e umidade captadas pelo sensor DHT22.

Cada medição é apresentada de dois modos:

- Publicando cada medição em seu respectivo tópico e apresentando no aplicativo MQTT Dash, configurando os subscribes para cada tópico (Figura 11);
- Mostrando no display LCD, uma linha para cada medição (Figura 12).



**Figura 11. Descrição arquitetural**



**Figura 12. Ilustração de montagem**

#### **4. Resultados**

Como resultado temos a visualização das medidas de temperatura e umidade, tanto no local da medição, quanto remotamente (Figuras 13 e 14).

Temos também um vídeo explicativo, no Youtube (<https://youtu.be/SBpBM5X9GnY>), mostrando o hardware, o software e as medições sendo apresentadas como esperado e sua documentação no GitHub (<https://github.com/GuipiodeCarrato/Smartgraos>)



**Figura 13. Imagem do resultado das medições no aplicativo**



**Figura 14. Imagem do resultado das medições no display**

Os principais obstáculos enfrentados no projeto foram a montagem e configuração do display LCD, sendo necessário consultar vários exemplos de projetos até chegar no ideal para o nosso e a parte do código, alguns problemas com conversão de tipos de dados (float para char) e uso correto dos protocolos.

## **5. Conclusões**

Os objetivos propostos para o projeto foram alcançados com sucesso. Como vantagens temos a facilidade de implantar o produto da maneira proposta e o custo benefício,

como desvantagens temos a utilização de um aplicativo de terceiros para seu uso remoto e a falta de um módulo GPS para acompanhar a localização do produto, quando estiver em trânsito.

Para finalizar, algumas melhorias poderiam ser realizadas para os próximos protótipos, como um módulo GPS para acompanhar o produto, acrescentar uma alimentação de energia que seja móvel e leve, como uma bateria e também, um compartimento para organizar e proteger os componentes do projeto.

## 6. Bibliografia

“What is Arduino?”, **Arduino**, 5 fev. 2018. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>>. Acesso em: 6 abr. 2021.

PATOLIYA, "Cost effective digitization of home appliances for home automation with low-power WiFi devices," 2016 2nd International Conference on Advances in Electrical, Electronics, Information, Communication and Bio-Informatics (AEEICB), Chennai, 2016, pp. 643-648.

Módulo NodeMcu ESP-12E WiFi ESP8266 CP2102, **Saravati**, 2021. Disponível em: <<https://www.saravati.com.br/Modulo-NodeMcu-ESP12E-WiFi-ESP8266-CP2102>>. Acesso em: 6 abr. 2021.

Cabos Jumper Premium Macho / Macho 10cm, **Saravati**, 2021. Disponível em: <<https://www.saravati.com.br/cabos-jumper-premium-macho-macho-10cm-40-vias>>. Acesso em: 6 abr. 2021.

Cabos Jumper Premium Macho / Fêmea 20cm 40 vias, **Saravati**, 2021. Disponível em: <<https://www.saravati.com.br/cabos-jumper-premium-macho-femea-20cm-40-vias>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

Protoboard 830 Pontos MB-102 Solderless Breadboard, **Saravati**, 2021. Disponível em: <<https://www.saravati.com.br/Protoboard-830-Pontos-MB-102-Solderless-Breadboard>>. Acesso em: 6 abr. 2021.

Display LCD 1602A Backlight Azul, **Saravati**, 2021. Disponível em: <<https://www.saravati.com.br/display-lcd-16x2-azul>>. Acesso em: 6 abr. 2021.

Sensor de Temperatura DHT22 Digital, **Saravati**, 2021. Disponível em: <<https://www.saravati.com.br/sensor-de-temperatura-e-umidade-digital-dht22>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

S. S. Solapure e H. Kenchannavar, "Internet of Things: A survey related to various recent architectures and platform available", 2016 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI), Jaipur, 2016, pp. 2296-2301.

Resistor 330R 1/4W, **UsinaInfo**, 2021. Disponível em: <<https://www.usinainfo.com.br/resistor/resistor-330r-14w-kit-com-10-unidades-2977.html>>. Acesso em: 6 abr. 2021.



PÉRA, Thiago Guilherme. Pesquisa quantificar perdas logísticas de soja e milho no Brasil. **Jornal da USP**, São Paulo, 25/08/2017. Ciências Agrárias. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/?p=109614>>. Acesso em: 04 abr. 2021.

Potenciômetro Linear 10K, **Filipeflop**, 2021. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/produto/potenciometro-linear-10k/>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

Cabo Micro USB 1,2m Multilaser, **Filipeflop**, 2021. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/produto/cabo-micro-usb-12m-multilaser/>>. Acesso em: 10 jun. 2021.