



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO – UFMA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS, SAÚDE E TECNOLOGIA – CCSST**  
**CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**TÚLIO DE CASTRO CANEDO**

**PROTÓTIPO DE UM DISPOSITIVO INTELIGENTE PARA**  
**AFERIÇÃO E MONITORAMENTO DE TEMPERATURA E**  
**UMIDADE**

**IMPERATRIZ**

**2021**

TÚLIO DE CASTRO CANEDO

PROTÓTIPO DE UM DISPOSITIVO INTELIGENTE PARA AFERIÇÃO  
E MONITORAMENTO DE TEMPERATURA E UMIDADE

Monografia apresentada ao curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Maranhão, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

**Orientador:** Prof. Dr. Daniel Duarte Costa

IMPERATRIZ

2021

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Canedo, Túlio de Castro.

Protótipo de um dispositivo inteligente para aferição e monitoramento de temperatura e umidade / Túlio de Castro Canedo. - 2021.

21 f.

Orientador(a): Daniel Duarte Costa.

Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Maranhão, Imperatriz, 2021.

1. Luminosidade. 2. Sensores. 3. SMS. 4. Temperatura. 5. Umidade. I. Costa, Daniel Duarte. II. Título.

TÚLIO DE CASTRO CANEDO

PROTÓTIPO DE UM DISPOSITIVO INTELIGENTE PARA AFERIÇÃO  
E MONITORAMENTO DE TEMPERATURA E UMIDADE

Monografia apresentada ao curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Maranhão, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

APROVADO EM: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

---

Prof. Dr. Daniel Duarte Costa (Orientador) U  
niversidade Federal do Maranhão (UFMA)

---

Prof. Dr. Darlan Bruno Pontes Quintanilha (Membro) U  
niversidade Federal do Maranhão (UFMA)

---

MSc. Vanessa Ellende Sousa Silva (Membro) U  
niversidade Federal do Maranhão (UFMA)

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer a Deus por ter me guiado até aqui e me sustentado todas as milhares de vezes que eu pensei em desistir.

Agradeço imensamente a minha mãe, Maria da Conceição de Castro Caldas, que palavra nenhuma poderá descrever o quão fundamental ela foi para que eu chegasse até aqui. E também, por ter sido a minha base, por sempre me apoiar e acreditar em mim, às vezes até mesmo mais do que eu.

Aos meus amigos, Thays Adryanne Lima Xavier e Elder dos Santos Araújo pela amizade, apoio e por todos os momentos compartilhados entre nós.

À irmã científica de laboratório, Thabata Miranda de Souza, pelo apoio. Ao Matheus dos Santos Miranda, Vitória Virgínia Soares Azevedo e Mauriane Maciel da Silva pelo apoio e amizade. E a todos os amigos que ganhei durante toda a minha trajetória ao longo curso.

Às tias da limpeza, em especial, a Beth, que sempre estava ali para acalmar com suas palavras de paz.

Aos vigilantes que se tornaram amigos quando eu permanecia nos laboratórios até tarde da noite.

Agradeço ao Prof. Dr. Daniel Duarte Costa por ter aceito ser meu orientador.

Ao Prof. Dr. Darlan Bruno e a MSc. Vanessa Ellen por terem aceitado participar da minha banca.

E a todos que de alguma forma, seja diretamente ou indiretamente, me ajudaram e me apoiaram para que eu chegasse ao fim desse ciclo alcançando essa grande conquista em minha vida.

Muito obrigado!

“É na resiliência que nascem as vitórias, porque todos os caminhos são feitos de altos e baixos e é necessário persistir para chegar até o fim”.

-Autor desconhecido

## RESUMO

O correto controle da temperatura e umidade, no recebimento, na produção, no transporte e no armazenamento de produtos alimentícios, farmacêuticos, produtos químicos e etc., tanto na área industrial quanto residencial, visam garantir a qualidade e segurança para seus consumidores e evita prejuízos, perdas e danos aos produtores. A partir da análise, tem-se a necessidade de produzir um dispositivo que realize continuamente, de forma eficiente, o monitoramento desses fatores, disponibilizando de forma fácil e instantânea, a atual situação do ambiente, no qual, este está alocado. Para a produção do protótipo, utilizou-se uma placa Arduino Uno, onde acoplou-se uma *shield* SIM900 GSM/GPRS e uma fonte de alimentação, podendo ser disposto nos mais variados ambientes, juntamente a estas, incrementou-se módulos sensores de temperatura, umidade e luminosidade. O dispositivo recebe torpedo SMS e como resposta, encaminha os dados aferidos pelos sensores. A confecção deste protótipo é viável e segura para a realização da aferição de temperatura, umidade e luminosidade nas mais variadas substâncias, materiais e ambientes.

**Palavras-chave:** Sensores, temperatura, umidade, luminosidade, SMS.

## ABSTRACT

The control of temperature and humidity, in receiving, in production, in transport and in storage of food, pharmaceutical, chemical products and etc., both in the industrial and residential areas, to guarantee the quality and safety for its consumers and avoiding disadvantage, losses and impairment to manufacturers. From the analysis, there is a need to produce a device that execute continuously, efficiently, the monitoring of these factors, that regularly reports, making available, easily and instantly, the current situation of the environment, in which is allocated. For the production of the prototype, an Arduino Uno board was used, where a SIM900 GSM / GPRS protection was coupled and a power supply, it can be on the most varied environments, along with these, sensor modules were increased temperature, humidity and luminosity. The device receives SMS text messages, as a reply, forwards the data measured by the sensors. The making of this prototype is feasible and safe for the measurement of temperature, humidity and luminosity in the most varied substances, materials and environments.

**Keywords:** Sensors, temperature, humidity, luminosity, SMS, GSM.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2. METODOLOGIA .....</b>	<b>10</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>4. CONCLUSÕES .....</b>	<b>16</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>18</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>20</b>



## 1. INTRODUÇÃO

O controle de temperatura e umidade são um dos principais fatores para que não ocorra o crescimento microbiano que possa trazer riscos de DTA's (Doenças Transmitidas por Alimentos), já que, o controle desses fatores é primordial na segurança de alimentos. Faz-se necessário conhecer a zona de crescimento de diversos microrganismos, nos mais variados tipos de alimentos para esse controle, mantendo assim, este alimento em umidade e temperatura seguras<sup>[2]</sup>. Segundo Franco e Landgraf, 2005, alguns microrganismos multiplicam-se em amplas faixas de temperaturas, há registros de multiplicação a um mínimo de -35°C e um máximo de 90°C. Microrganismos como *Clostridium Botulinum* (3,5-50 °C), *Escherichia coli* (35-45,5°C), *Staphylococcus aureus* (7-47,8 °C) e *Bacillus cereus* (10-48 °C) podem se multiplicar e provocar algumas DTA's em seus consumidores.

Mediante isto, torna-se fundamental a implementação de pontos controle de temperaturas e umidade em estabelecimentos de alimentos que recebam, preparem, distribuam e armazenem alimentos. Fazendo-se necessário o controle das temperaturas e umidade, tanto dos alimentos quanto dos equipamentos em que os mesmos entre em contato. Se esses fatores estiverem inadequados perante essas aferições e verificações, deve-se realizar correções, podendo ser reaquecido ou resfriado. Conforme os parâmetros da Vigilância Sanitária que contém o Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação estão na RDC n° 216/2004<sup>[4]</sup>.

O principal equipamento para aferição de temperatura em alimentos são os termômetros e no mercado, os mais comuns são: o tipo espeto, termômetros infravermelho e o termômetro descartável de cozimento Pop up®.

Vale ressaltar também a importância da necessidade do controle em veículos de transporte de alimentos para consumo humano, para se ter uma proteção eficaz, a fim de, diminuir ou eliminar os riscos de contaminação.

34 O controle do teor de umidade é um fator essencial, desde a matéria-  
35 prima ao produto final, pois seus valores interferem no processamento,  
36 na vida útil, na qualidade e no uso desses produtos. A determinação do  
37 teor de umidade tem a importante função de garantir a qualidade em  
38 diversos setores, tais como: indústrias alimentícias, farmacêuticas, de  
39 produtos químicos e etc. Sendo que, o teor de umidade máximo permitido  
40 em diversos produtos são ou podem ser especificado por determinadas  
41 legislações.

42 O teor de umidade pode ser determinado por metodologias  
43 termogravimétrica, ou seja, pela comparação da massa úmida com a massa  
44 seca do produto, neste processo, a amostra é aquecida e por meio da  
45 evaporação, ocorre a perda de umidade, podendo-se assim realizar a sua  
46 determinação. Os equipamentos para análises gravimétricas para  
47 determinação de umidade mais utilizadas são: o analisador de umidade  
48 (método direto) ou estufa/forno de secagem combinado com uma balança  
49 (método indireto), de acordo com métodos oficiais da Association of  
50 Official Analytical Chemists (AOAC)<sup>[3]</sup> e métodos analíticos do Instituto  
51 Adolfo Lutz (IAL)<sup>[10]</sup>.

52 A falta de controle da umidade pode trazer problemas na fase de  
53 recepção, produção, preparo, distribuição e estocagem de diversos  
54 produtos. Tendo em vista que devem ser entregues com qualidade ao seu  
55 consumidor final.

56 Pode-se citar como exemplo: Os grãos. Geralmente, antes de sua  
57 comercialização, estes são estocados em armazéns e silos para  
58 posteriormente serem utilizados ou sirvam de matéria-prima na produção  
59 de outros alimentos, gerando produtos de qualidade, íntegros e seguros.  
60 Para uma boa produção de grãos faz-se necessário o seu correto  
61 armazenamento, já que, esse período pode estender-se por vários meses.  
62 Deve-se tomar certas precauções, a fim de controlar com regularidade o  
63 teor de umidade, atentando-se ao fato de que grãos são demasiadamente  
64 higroscópicos, ou seja, sorvem umidade facilmente<sup>[8]</sup>.

65 Uma alta umidade e baixa luminosidade pode contribuir para a  
66 proliferação de alguns microrganismos, como fungos, por exemplo, que

67 são responsáveis pela formação de bolores e mofos. Além dos fungos,  
68 outros microrganismos podem ocasionar grandes danos.

69 A composição dos alimentos não é apenas importante para o  
70 controle de qualidade, mas também para os consumidores, que estão mais  
71 conscientes do que nunca das vantagens dos diferentes produtos. As  
72 vitaminas e antioxidantes são alguns dos principais componentes que os  
73 consumidores procuram em novos produtos alimentares<sup>[18]</sup>. Com a  
74 degradação dos componentes dos alimentos por meio da fotoxidação,  
75 como vitaminas, aminoácidos e lipídeos. O estudo das propriedades de  
76 fotoestabilidade dos alimentos é parte integrante no desenvolvimento de  
77 formulações que garantam a eficácia nutricional, prevendo a vida útil do  
78 produto final. Para confirmação de que os nutrientes não são degradados  
79 ao longo da exposição a luz na prateleira, métodos de investigação  
80 analítica devem ser empregados<sup>[16]</sup>.

81 Mediante disso, o objetivo principal desse trabalho foi a elaboração  
82 de um protótipo de um dispositivo que verifique e monitore,  
83 regularmente, em tempo real, a temperatura, luminosidade e umidade em  
84 ambientes, alimentos e equipamentos, no momento de sua recepção,  
85 produção, distribuição e armazenamento, a fim de realizar tratativas,  
86 caso esses valores estejam fora das referências solicitadas pela legislação  
87 vigente.

88

## 89 2. METODOLOGIA

90

91 Visando atingir o objetivo proposto do projeto, utilizou-se o  
92 Arduino Uno R3, que é uma plataforma de prototipagem de placa única e  
93 o *software* para programá-lo. O código do Arduino Uno é programado  
94 usando o software Arduino (IDE) - do inglês, *Integrated Development*  
95 *Environment* ou Ambiente Integrado de Desenvolvimento - que é um  
96 ambiente de desenvolvimento integrado comum a todas as outras placas  
97 e funciona de forma online e off-line.

98 Arduino é uma plataforma eletrônica de código aberto baseada em  
99 *hardware* e *software* fáceis de usar<sup>[1]</sup>. Com um processador Atmel AVR,  
100 com suporte embutido de entrada/saída e 32 Kb de memória *flash*. O

101 *software* é executado em um ambiente gráfico escrito em Java e o  
102 programa para executar na placa Arduino é desenvolvido em linguagem  
103 C/C++. Ainda possui um *firmware* embutido, que é carregado na memória  
104 ROM da própria placa<sup>[17]</sup>.

105 Ao Arduino acoplou-se a Shield SIM900 GSM/GPRS que exerce a  
106 comunicação com a operadora de telefonia móvel, enviando SMS's com  
107 informações dos dados coletados. Os dados são aferidos pelos sensores:  
108 sensor de temperatura a prova d'água (DS18B20), sensor de temperatura  
109 (LM 35), sensor de umidade (DHT 11) e sensor de luminosidade (LDR 3  
110 mm), exibidos pela inserção de um display LCD 16x2 (APÊNDICE A).

111 A *Shield SIM900 GSM/GPRS* dispensa a utilização de fios e cabos  
112 no protótipo, tornando possível sua instalação em inúmeros pontos. A  
113 Shield necessita de um Cartão SIM Micro para realizar o acesso à rede  
114 de dados da operadora de telefonia móvel e a alimentação da placa pode  
115 ser fornecida por meio de duas pilhas recarregáveis de 3,7 V e 4000 mAh  
116 ligadas em série.

117 O *GPRS (General Packet Radio Service)* é um serviço que permite  
118 que a informação seja transmitida em forma de dados utilizando uma rede  
119 de telefonia móvel. A taxa de transmissão teoricamente chega a 171  
120 Kbps<sup>[14]</sup>.

121 Ao protótipo adicionou-se também um *display* LCD 16x2, que exhibe  
122 16 caracteres em 2 linhas, onde exhibe a leitura da “TEMPERATURA”  
123 (°C) pelo sensor DS18B20, a “UMIDADE” (%) pelo DHT11 e a  
124 “LUMINOSIDADE” (Lux) pelo LDR3, respectivamente, com a  
125 configuração “*scroll display*”, onde exhibe todos os caracteres que se  
126 “movem” da esquerda para a direita e vice-versa (APÊNDICE B).

127 O sensor de temperatura DS18B20 foi escolhido para fazer parte do  
128 trabalho, pois com ele é possível realizar medição de temperatura em  
129 líquidos ou ambientes úmidos, ambientes rígidos, soluções químicas, solo  
130 e etc. Pois o sensor é revestido com um material à prova d'água e sua  
131 ponta é encapsulada com aço inoxidável.

132 Pois o mesmo possui uma boa faixa de temperatura operacional, que  
133 varia de -55°C a +125°C (-67 ° F a + 257 ° F) com uma precisão na faixa  
134 de -10 ° C a + 85 ° C ± 0,5 ° C. É usado principalmente no monitoramento

135 de temperatura de refrigeradores, monitoramento de GMP de fábrica  
136 farmacêutica sistema, monitoramento da sala de telecomunicações,  
137 produção de cerveja, automação predial, monitoramento da temperatura  
138 do armazém, monitoramento ambiental, monitoramento da temperatura do  
139 processo, monitoramento do ar condicionado, controle da temperatura de  
140 incubação, medição da temperatura da aquicultura, monitoramento da  
141 temperatura da estufa<sup>[7]</sup>.

142 Utilizou-se também o sensor de temperatura LM35, para medir a  
143 temperatura do ambiente no qual o protótipo está alocado, onde esse  
144 possui uma alta precisão e uma alta sensibilidade. Sua tensão de saída  
145 linear é de 10mV/°C. Para cada 10mV de tensão na saída, representa 1°C.  
146 Este módulo sensor não requer nenhuma calibração externa ou corte para  
147 fornecer precisões de  $\pm \frac{1}{4} \text{ }^\circ\text{C}$  à temperatura ambiente e  $\pm \frac{3}{4} \text{ }^\circ\text{C}$  acima de  
148 uma faixa de temperatura completa de  $-55 \text{ }^\circ\text{C}$  a  $150 \text{ }^\circ\text{C}$ . O dispositivo  
149 LM35 retira apenas 60  $\mu\text{A}$  da alimentação, ele tem um baixo auto  
150 aquecimento de menos de  $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$  em ar parado<sup>[11]</sup>. O LM35 possui uma  
151 excelente relação custo-benefício.

152 Para verificar a umidade, utilizou-se o sensor DHT11, este módulo  
153 possui sensor de temperatura e umidade complexo com uma saída de sinal  
154 digital calibrada. Usando a aquisição de sinal digital exclusiva e  
155 tecnologia de detecção, garante alta confiabilidade e excelente  
156 estabilidade a longo prazo. Este sensor inclui uma medição de umidade  
157 do tipo resistivo e um componente de medição de temperatura NTC  
158 (*Negative Temperature Coefficient*) que se conecta a um  
159 microcontrolador de 8 bits de alto desempenho, oferecendo excelente  
160 qualidade, resposta rápida e anti-interferência. Este por sua vez, possui  
161 a faixa de leitura de teor de umidade de 20-90% de  $0-50^\circ\text{C}$ , com precisão  
162 de umidade de  $\pm 5\%$  (Umidade Relativa), mas sua faixa de temperatura  
163 operacional é baixa, que varia de  $0-50^\circ\text{C}$ . O seu consumo médio em uso  
164 varia de 0.2-1mA e em *standby* de 100-150 $\mu\text{A}$  <sup>[6]</sup>. Este também possui  
165 uma boa relação custo-benefício.

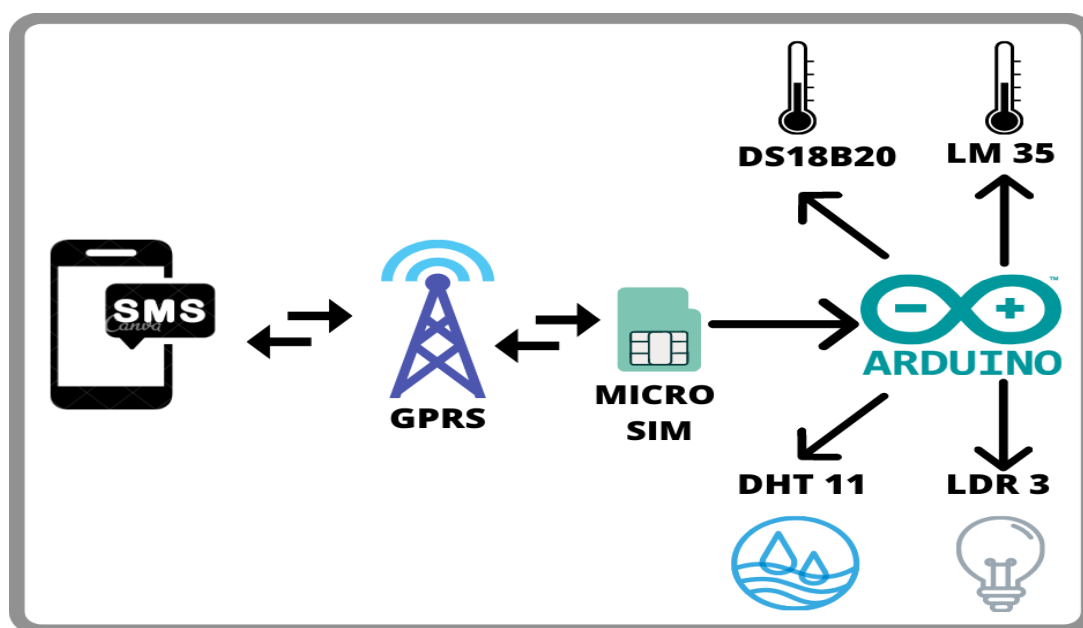
166 E para monitorar a luminosidade, incrementou-se ao projeto o  
167 módulo LDR3 que é a sigla para resistor dependente de luz - do inglês  
168 *Light Dependent Resistor*- é um componente cuja resistência varia de

169 acordo com a intensidade da luz que incide sobre o mesmo. Este sensor  
170 opera em potência máxima de 100mW, com uma tensão de operação de -  
171 30-70°C, espectro de 540nm, resistência no escuro de 1 MΩ (Lux 0) e  
172 resistência na luz de 10-20 KΩ (Lux 10). Quanto mais luz incidir sobre  
173 o componente, menor a resistência. Simplificando, quando está escuro  
174 sua resistência elétrica aumenta e quando está iluminado a resistência  
175 diminui. Estes sensores possuem um alto nível elétrico de resistência,  
176 pois são fabricados com materiais de alta resistência (Sulfeto de Cádmio  
177 (CdS) ou o Sulfeto de Chumbo (PbS)). Este sensor de luminosidade pode  
178 ser utilizado em projetos com Arduino e outros micro controladores para  
179 alarmes, automação residencial, sensores de presença e etc<sup>[15]</sup>.

180 Os LDR's são fotoresistores, que através das células fotocondutoras  
181 que integram esses sensores que os tornam capazes de detectar a luz. São  
182 módulos pequenos, baratos, de baixo consumo de energia, fáceis de usar  
183 e não se desgastam.

184 A Figura 1 ilustra a metodologia utilizada neste trabalho, desde o  
185 protótipo do circuito com o Arduino e os sensores, até a transmissão das  
186 informações pela rede GPRS. O sistema está habilitado para enviar SMS  
187 ao receber uma solicitação de informação por meio de um SMS, para  
188 celulares pré-cadastrados durante a programação na própria IDE Arduino.

189 **Figura 1. Esquemática de envio e recebimento de dados.**



191 Fluxograma 1 encontra-se a demonstração do funcionamento do  
192 sistema. Inicialmente, em “Coletar Dados” ocorre a aquisição dos dados  
193 a partir da aferição dos sensores de temperatura, umidade e luminosidade.  
194 Os sensores são aqui utilizados devido a sua capacidade de serem  
195 resistores e a partir da resistência medida por estes, pode-se realizar  
196 cálculos para obter o valor da temperatura e a condição de luminosidade  
197 (escuro ou claro) <sup>[12]</sup>, e de umidade. Em seguida, tem-se o bloco “Preparar  
198 Dados” onde o *software* transforma os valores de resistência de seu  
199 respectivo sensor em: temperatura, umidade e luminosidade. No bloco  
200 “Recebeu SMS solicitando dados?”, é onde ocorre a estrutura de decisão  
201 do dispositivo. Se o solicitante envia para o dispositivo o pedido  
202 (TEMPERATURA, UMIDADE OU LUMINOSIDADE), automaticamente o  
203 dispositivo realiza a leitura da variável solicitada pelo usuário e  
204 responde enviando um SMS, caindo na condição “Enviar SMS”, se não,  
205 finaliza o programa, caindo na condição “FIM”, posteriormente realiza o  
206 *loop* novamente, entrando em *delay* até que seja recebido um novo  
207 comando.

208 **Fluxograma 1. Funcionamento da placa Arduino UNO.**



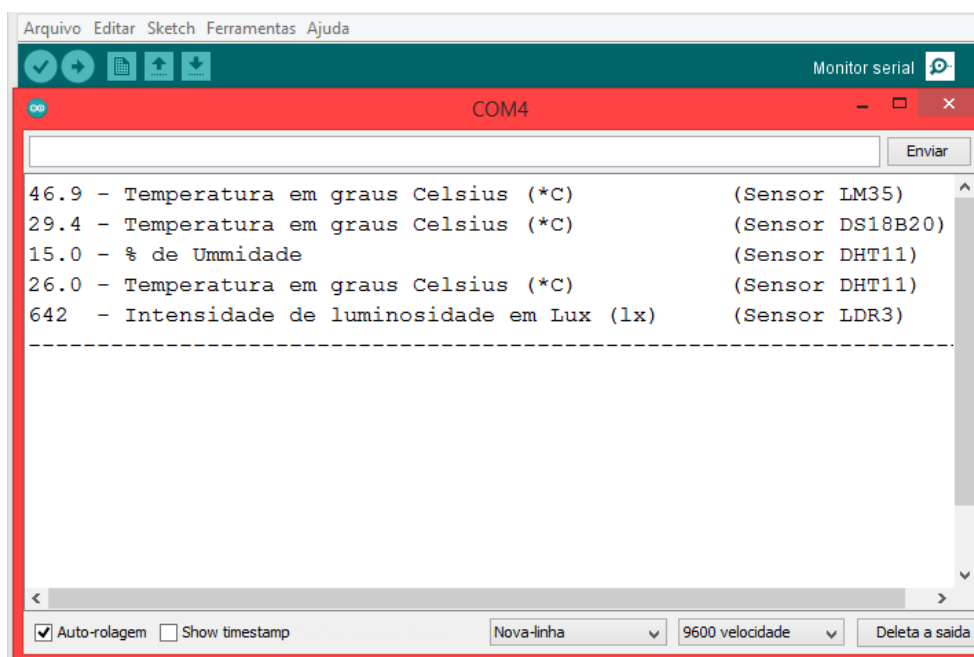
### 210 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

211

212 Montou-se protótipo utilizando um Arduíno R3, uma *Shield SIM900*  
213 e o *Micro SIM*, com os sensores DS18B20 (temperatura), LM35  
214 (temperatura), DHT11 (umidade e temperatura) e LDR3 (luminosidade),  
215 com um *display* LCD 16x2. Todos os componentes funcionaram de acordo  
216 com o esperado na leitura e aquisição dos dados.

217 No Protótipo foi utilizada a função de envio e recebimento de *SMS*.  
218 O envio e recebimento de *SMS* transcorreu conforme o esperado. Quando  
219 ao receber a solicitação de dados, o Arduino prontamente enviou o *SMS*  
220 contendo as aferições realizadas pelos sensores (APÊNDICE C).

221 Na Figura 2 Encontra-se a forma no qual os dados são exibidos no  
222 “*Monitor serial*” pelo próprio *software* Arduino (IDE), quando o Arduino  
223 está conectado ao Computador via USB. Contendo as informações dos  
224 dados aferidos pelos respectivos sensores.



225

226 **Figura 2. Dados do “*Monitor serial*” do *software* Arduino (IDE).**

227

228 Uma das grandes vantagens de se utilizar esses sensores, é a alta  
229 precisão que eles dispõem em comparação a outros termômetros  
230 comerciais. Conforme mostrado no Quadro 1.



231 Quadro 1. Precisão dos medidores de temperaturas.

Mecanismo de aferição	Precisão (°C)	Faixa de Temperatura (°C)
Sensor LM35 <sup>[11]</sup>	±0.25-075	-55 ° C a 150
Sensor DS18B20 <sup>[7]</sup>	± 0.5	-10 ° C a + 85
Termômetros comerciais <sup>[13]</sup>	±1	-20°C a +80

232

233 Outra grande vantagem é o custo-benefício, enquanto os  
 234 termômetros comerciais utilizados em indústrias ou estabelecimentos de  
 235 serviços de alimentação são mais caros, os sensores são mais baratos e  
 236 fornecem uma precisão bem maior. Conforme mostrado no Quadro 2.

237 Quadro 2. Preço dos medidores de temperatura.

Mecanismo de aferição	Preço mínimo (R\$)
Sensor LM35 <sup>[13]</sup>	4,90
Sensor DS18B20 <sup>[13]</sup>	8,90
Termômetros comerciais <sup>[13]</sup>	11,00

238

239 Porém deve-se pensar que o protótipo ainda precisa de alguns  
 240 ajustes em relação a funções e armazenamento para uma melhor eficácia  
 241 do dispositivo. Mesmo com os ajustes em software e hardware o  
 242 dispositivo não sofrerá grandes alterações no seu valor, o que é  
 243 extremamente importante para a viabilidade econômica do dispositivo.

244 Estes módulos sensores podem ser operados, além do Arduino, com  
 245 Raspberry, PIC e várias outras plataformas embarcadas.

246 Todos os módulos sensores funcionaram perfeitamente e supriram  
 247 todas as necessidades do trabalho, na obtenção das informações desejadas  
 248 de umidade, temperatura e luminosidade.

249

## 250 4. CONCLUSÕES

251

252 O protótipo produzido funcionou conforme o esperado, em acordo  
 253 com o que foi proposto pelo trabalho. Pode-se intervir com algumas  
 254 melhorias, em termos de adições de outras funcionalidades para um  
 255 melhor aproveitamento do sistema como um todo.

256 As propostas para melhoramento no sistema consistem em enviar  
 257 mensagens SMS de avisos assim que a temperatura, umidade e

258 luminosidade excederem o limite máximo permitido pré-definidos via  
259 *software* para um determinado produto ou ambiente. Também adicionar  
260 alguns elementos que notifiquem o usuário para valores máximos e  
261 mínimos.

262         Pode-se também realizar a conexão com a *Internet* através da  
263 telefonia móvel, para armazenamento de dados em nuvem, podendo ser  
264 consultado por qualquer pessoa que tenha acesso ao sistema, por meio da  
265 internet.

266         Uma das grandes vantagens desse dispositivo é a sua alta precisão  
267 na aferição das temperaturas em comparação a outros termômetros  
268 comerciais.

269         Conclui-se, então, que o protótipo é um dispositivo viável e seguro  
270 para a realização da aferição de temperatura de fluidos e sólidos,  
271 temperatura, umidade e luminosidade de ambientes abertos ou fechados,  
272 com um baixo custo. Assim, consegue-se dispor de mais uma opção de  
273 equipamento eficaz na verificação e monitoramento destes fatores,  
274 podendo ser replicado em grande escala, desde o uso doméstico ao uso  
275 industrial.

276 **REFERÊNCIAS**

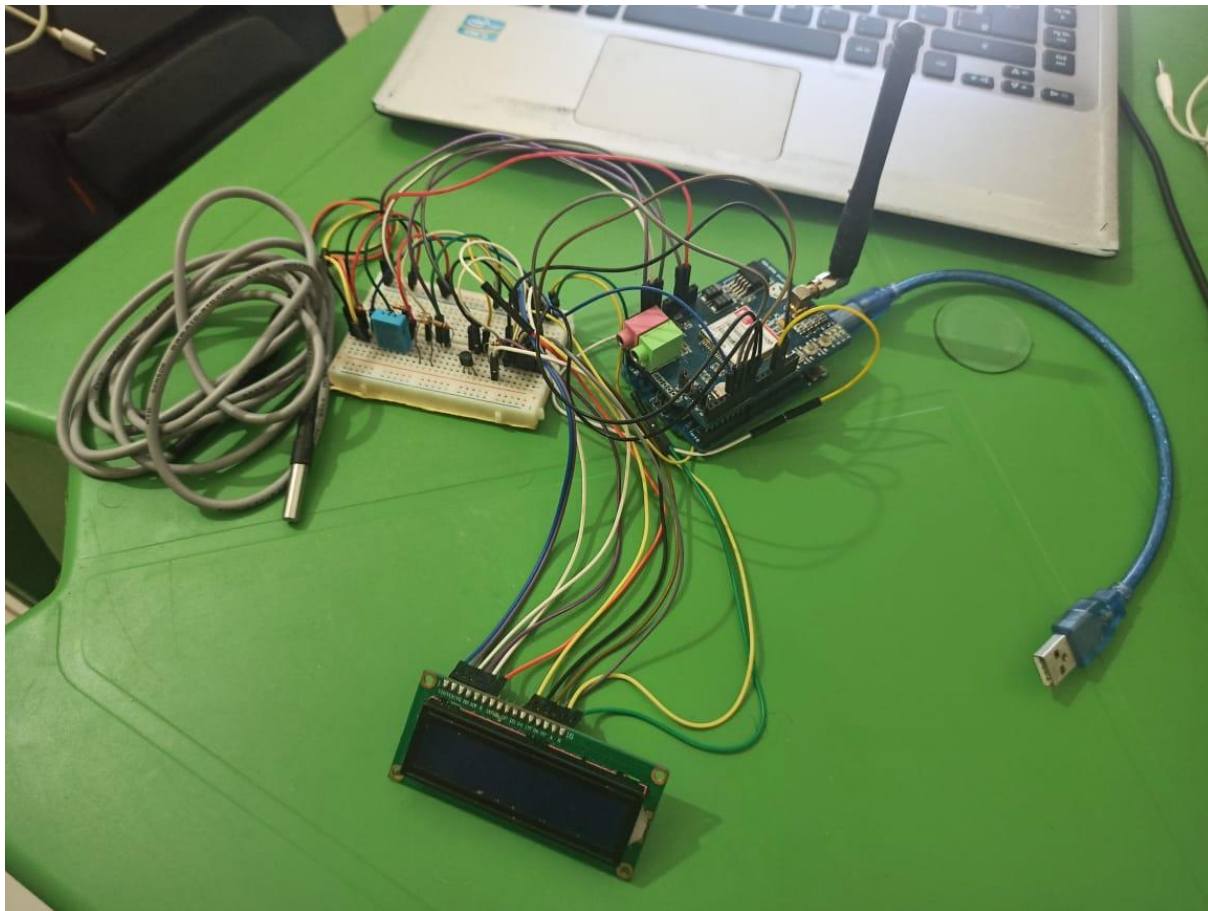
277

- 278 [1.] **ARDUINO**. *Home Page*. Disponível em: <[www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)>.  
279 Acesso em: 28/02/2021.  
280
- 281 [2.] **As boas práticas no controle de temperatura dos alimentos em**  
282 **restaurantes**. Disponível em: <[https://foodsafetybrazil.org/as-](https://foodsafetybrazil.org/as-boas-praticas-no-controle-de-temperatura-para-qualidade-alimentar-em-restaurantes/)  
283 [boas-praticas-no-controle-de-temperatura-para-qualidade-](https://foodsafetybrazil.org/as-boas-praticas-no-controle-de-temperatura-para-qualidade-alimentar-em-restaurantes/)  
284 [alimentar-em-restaurantes/](https://foodsafetybrazil.org/as-boas-praticas-no-controle-de-temperatura-para-qualidade-alimentar-em-restaurantes/)>. Acesso em: 28/02/2021.  
285
- 286 [3.] Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of**  
287 **analysis of AOAC international**. 17a ed . Gaithersburg: AOAC  
288 International; 2000.  
289
- 290 [4.] BRASIL. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária- ANVISA.  
291 **Resolução – RDC Nº 216**, de 15 de Setembro de 2004. Estabelece  
292 procedimentos de boas Praticas para serviço de alimentação,  
293 garantindo as condições higiênico-sanitárias do alimento  
294 preparado. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 setembro de  
295 2004.  
296
- 297 [5.] BRASIL. **Portaria CVS-15**, de 7.11.91 - Normatiza e padroniza o  
298 transporte de alimentos para consumo humano. SECRETARIA DE  
299 ESTADO DA SAÚDE DE SÃO PAULO. COORDENAÇÃO DOS  
300 INSTITUTOS DE PESQUISA CENTRO DE VIGILÂNCIA  
301 SANITÁRIA. Disponível em:  
302 <[http://www.mds.gov.br/webarquivos/legislacao/seguranca\\_alimen-](http://www.mds.gov.br/webarquivos/legislacao/seguranca_alimentar/_doc/portarias/1991/Portaria%20CVS-15-%20de%2007%20de%20novembro%20de%201991.pdf)  
303 [tar/\\_doc/portarias/1991/Portaria%20CVS-15-](http://www.mds.gov.br/webarquivos/legislacao/seguranca_alimentar/_doc/portarias/1991/Portaria%20CVS-15-%20de%2007%20de%20novembro%20de%201991.pdf)  
304 [%20de%2007%20de%20novembro%20de%201991.pdf](http://www.mds.gov.br/webarquivos/legislacao/seguranca_alimentar/_doc/portarias/1991/Portaria%20CVS-15-%20de%2007%20de%20novembro%20de%201991.pdf) >. Acesso  
305 em: 30/02/2021  
306
- 307 [6.] **DHT11 Humidity & Temperature Sensor features a**  
308 **temperature & humidity sensor complex with a calibrated**  
309 **digital signal output**. Disponível em: <  
310 [https://www.mouser.com/datasheet/2/758/DHT11-Technical-Data-](https://www.mouser.com/datasheet/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf)  
311 [Sheet-Translated-Version-1143054.pdf](https://www.mouser.com/datasheet/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf)>. Acesso em: 10/04/2021.  
312
- 313 [7.] **DS18B20 Temperature Sensor**. Disponível em: <  
314 [https://www.gaimc.com/Uploads/Download/Temperature/GTS200.](https://www.gaimc.com/Uploads/Download/Temperature/GTS200.pdf)  
315 [pdf](https://www.gaimc.com/Uploads/Download/Temperature/GTS200.pdf)>. Acesso em: 28/03/2021.  
316
- 317 [8.] **Excesso de umidade interfere no armazenamento de grãos**.  
318 Disponível em: <[https://www.terra.com.br/noticias/dino/excesso-](https://www.terra.com.br/noticias/dino/excesso-de-umidade-interfere-no-armazenamento-de-graos,a2abd195be8f5ba87d23dd36d9be1b772ielhiyz.html)  
319 [de-umidade-interfere-no-armazenamento-de-](https://www.terra.com.br/noticias/dino/excesso-de-umidade-interfere-no-armazenamento-de-graos,a2abd195be8f5ba87d23dd36d9be1b772ielhiyz.html)  
320 [graos,a2abd195be8f5ba87d23dd36d9be1b772ielhiyz.html](https://www.terra.com.br/noticias/dino/excesso-de-umidade-interfere-no-armazenamento-de-graos,a2abd195be8f5ba87d23dd36d9be1b772ielhiyz.html)>. Acesso  
321 em: 28/02/2021.

- 322 [9.] FRANCO, Bernadette Dora Gombossy de Melo & LANDGRAF,  
323 Mariza. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Ed. Atheneu,  
324 2005.  
325
- 326 [10.] Instituto Adolfo Lutz. **Normas analíticas do Instituto Adolfo**  
327 **Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. Vol  
328 1. 3ed. São Paulo: IAL; 1985. 533 p  
329
- 330 [11.] **LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors**. Disponível  
331 em: <  
332 [https://blogmasterwalkershop.com.br/arquivos/datasheet/Datasheet](https://blogmasterwalkershop.com.br/arquivos/datasheet/Datasheet%20LM35.pdf)  
333 [%20LM35.pdf](https://blogmasterwalkershop.com.br/arquivos/datasheet/Datasheet%20LM35.pdf)>. Acesso em: 31/02/2021.  
334
- 335 [12.] M. BANZI **Getting Started with Arduino**. O'Reilly Media Inc.,  
336 1ª. Ed., Sebastopol, CA, 2008.  
337
- 338 [13.] Mercado Livre. Disponível em: <  
339 <https://www.mercadolivre.com.br/> >. Acesso em: 31/02/2021.  
340  
341
- 342 [14.] R. P. PIROTTI, M. ZUCCOLOTTO. Transmissão dos dados  
343 através de telefonia celular: arquitetura das redes GSM e GPRS.  
344 **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v. 10 n. 13, p. 81-89, jan/jun.  
345 2009.  
346
- 347 [15.] Sensor de Luminosidade LDR. **Vida de Silício**. Disponível em: <  
348 [https://www.vidadesilicio.com.br/sensor-de-luminosidade-ldr-](https://www.vidadesilicio.com.br/sensor-de-luminosidade-ldr-5mm)  
349 [5mm](https://www.vidadesilicio.com.br/sensor-de-luminosidade-ldr-5mm)>. Acesso em: 31/02/2021.  
350
- 351 [16.] SHUKLA, R.; SINGH, R.; ARFI, S.; TIWARI, R.; TIWARI, G.  
352 Degradation and its forced effect: A trenchant tool for stability  
353 studies. *International Journal of Pharmacy & Life Sciences*, v. 7,  
354 n. 4, 2016.  
355
- 356 [17.] SILVA, Vanessa Ellen de Sousa. **Protótipo de um dispositivo**  
357 **inteligente para monitoramento do nível do Rio Tocantins em**  
358 **Imperatriz-MA**. 2016, 14p. Monografia (Bacharelado em  
359 Engenharia de Alimentos). Centro de Ciências Sociais, Saúde e  
360 Tecnologia, Universidade Federal do Maranhão, Imperatriz, 2016.  
361
- 362 [18.] SPINOLA, V.; LLORENT-MARTÍNEZ, E. J.; CASTILHO, P. C.  
363 Determination of vitamin C in foods: Current state of method  
364 validation. **Journal of Chromatography A**, v. 1369, p. 2–17,  
365 2014.

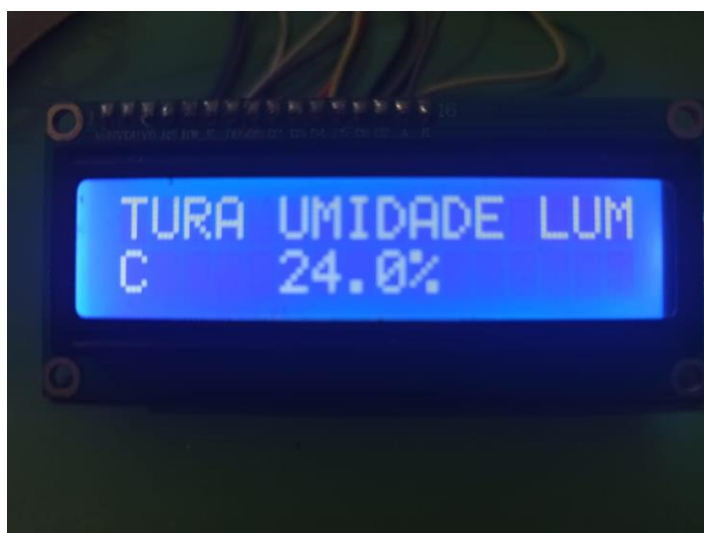
## APÊNDICES

### APÊNDICE A – Hardware do protótipo



## APÊNDICES

### APÊNDICE B – Display LCD 16x2



## APÊNDICES

## APÊNDICE C – Envio e recebimento de SMS

