



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

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

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^[2]. 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^[4].

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)^[3] e métodos analíticos do Instituto
51 Adolfo Lutz (IAL)^[10].

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^[8].

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^[18]. 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^[16].

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^[1]. 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^[17].

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^[14].

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^[7].

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 μA da alimentação, ele tem um baixo auto
150 aquecimento de menos de $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$ em ar parado^[11]. 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 100-150uA ^[6]. Este também possui
165 uma boa relação custo-benefício.

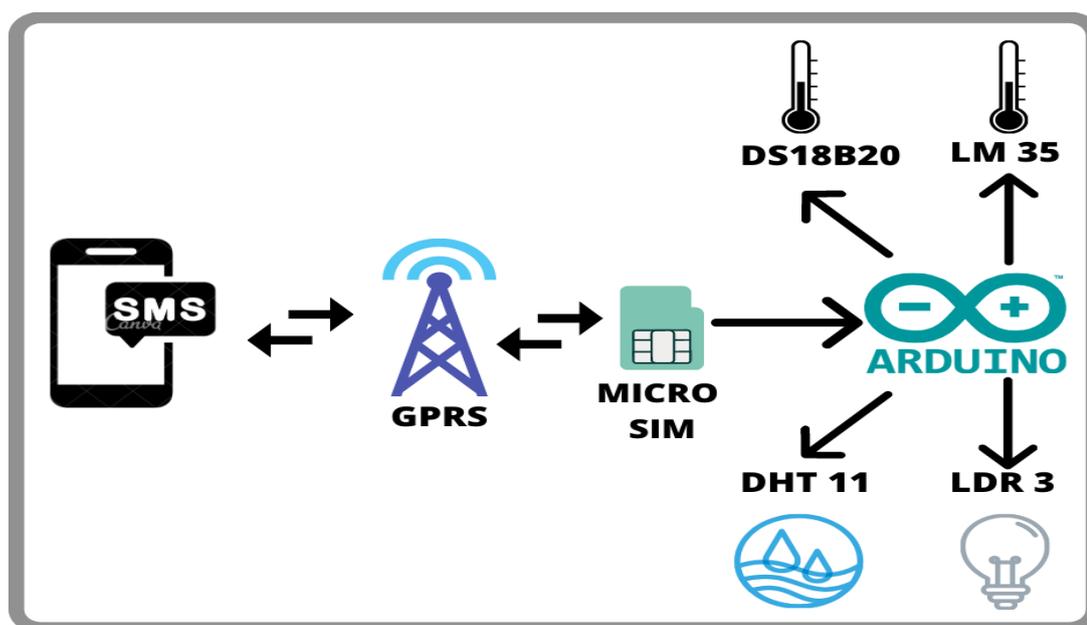
166 E para monitorar a luminosidade, incrementou-se ao projeto o
167 módulo LDR3 que é a sigla para resistor dependente de luz - do inglês
168 *Light Dependent Resistor*- é um componente cuja resistência varia de

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^[15].

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.

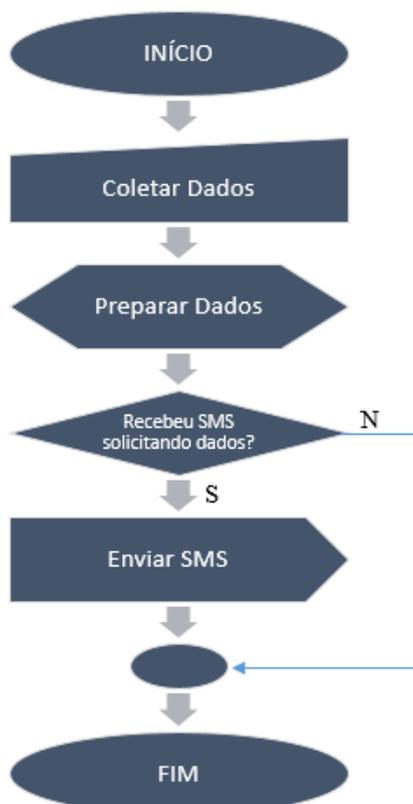
184 A Figura 1 ilustra a metodologia utilizada neste trabalho, desde o
185 protótipo do circuito com o Arduino e os sensores, até a transmissão das
186 informações pela rede GPRS. O sistema está habilitado para enviar SMS
187 ao receber uma solicitação de informação por meio de um SMS, para
188 celulares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

189 **Figura 1. Esquematização 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) ^[12], 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.**



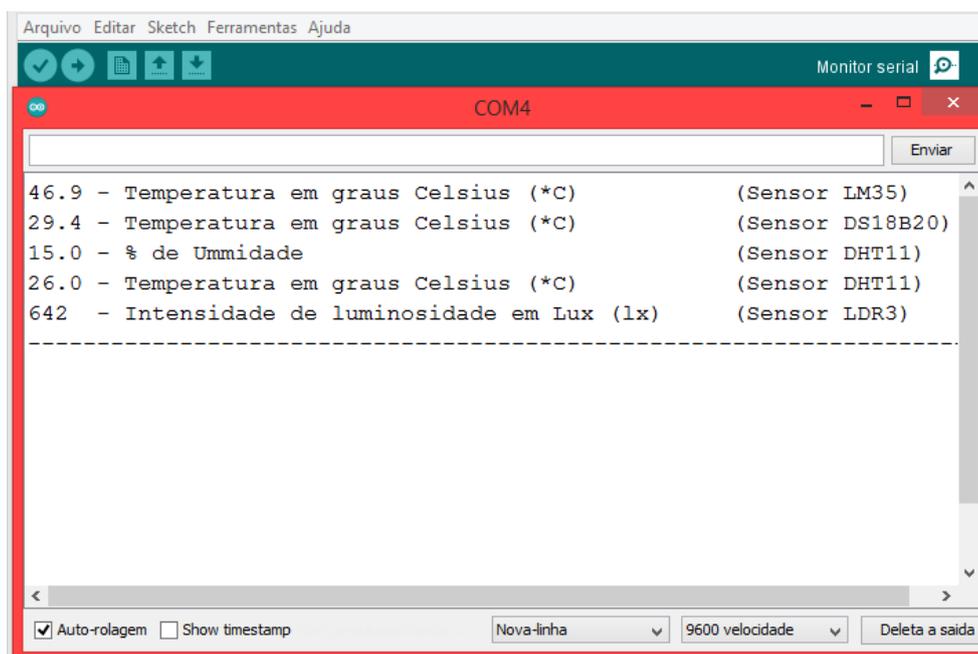
210 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

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 ^[11]	±0.25-075	-55 ° C a 150
Sensor DS18B20 ^[7]	± 0.5	-10 ° C a + 85
Termômetros comerciais ^[13]	±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 ^[13]	4,90
Sensor DS18B20 ^[13]	8,90
Termômetros comerciais ^[13]	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**

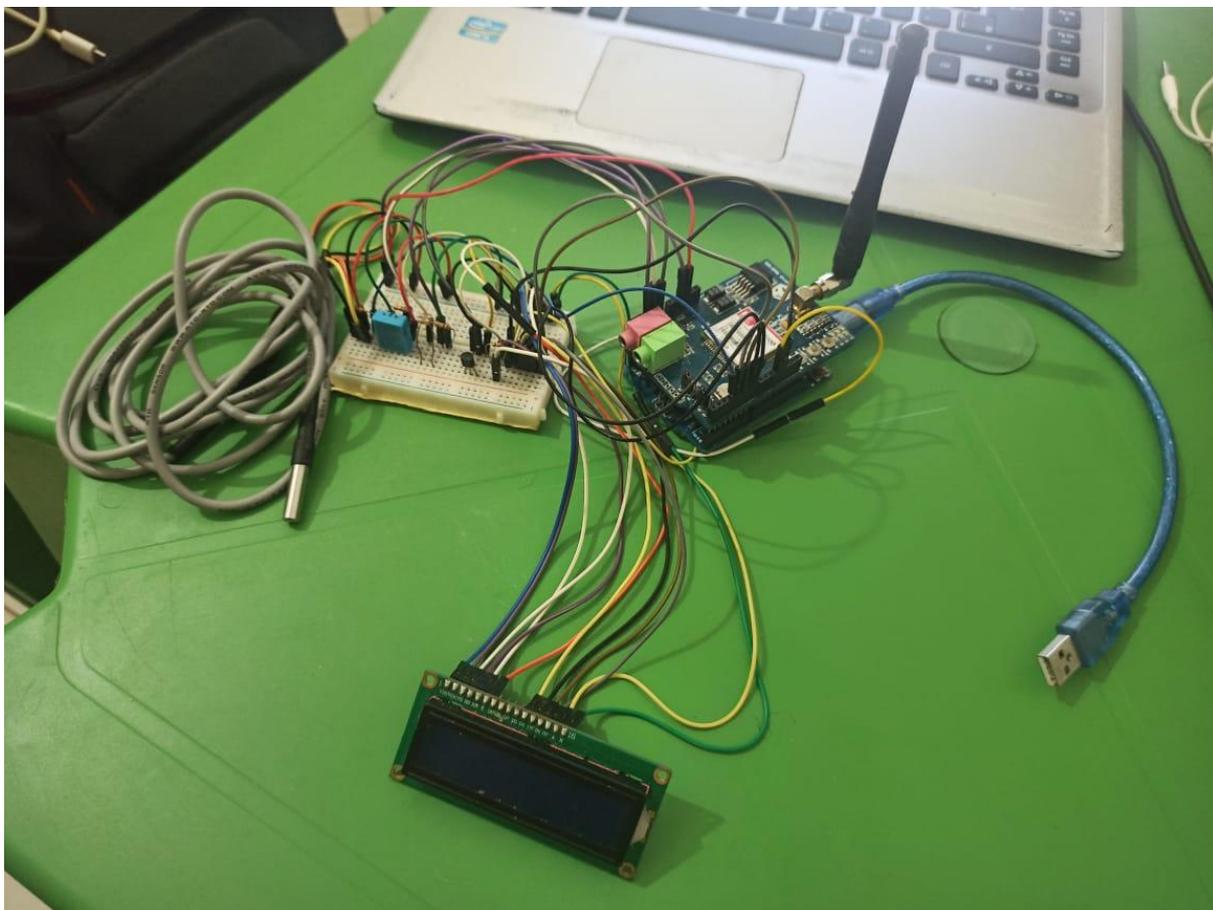
277

- 278 [1.] **ARDUINO**. *Home Page*. Disponível em: <www.arduino.cc>.
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.

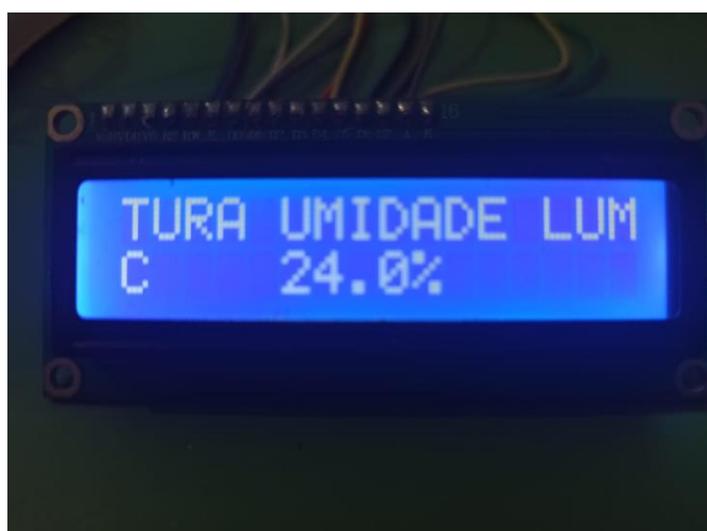
APÊNDICES

APÊNDICE A – Hardware do protótipo



APÊNDICES

APÊNDICE B – Display LCD 16x2



APÊNDICES

APÊNDICE C – Envio e recebimento de SMS

