

PROTÓTIPO DE MEDIDOR DE OZÔNIO, TEMPERATURA E UMIDADE COM TECNOLOGIA BLUETOOTH DE BAIXO CONSUMO

ÍTALO JOSÉ G. DA SILVA (IFPB, Campus João Pessoa), PAULO IXTÂNIO L. FERREIRA (IFPB, Campus João Pessoa)

E-mails: italo.gomes@academico.ifpb.edu.br, paulo.ferreira@ifpb.edu.br

Área de conhecimento: 3.04.02.05-0 Sistemas Eletrônicos de Medida e de Controle.

Palavras-Chave: medidor; gás; aplicativo; sensores; microcontrolador; esp 32.

1 Introdução

O aumento da poluição a nível global e o agravamento do efeito estufa são fenômenos que afligem a humanidade. De acordo com o Ministério da Saúde as mortes causadas pela poluição aumentaram 14% em 10 anos no Brasil, apontando a poluição do ar como a principal causadora dos óbitos (MENDES, 2019). Esses fenômenos estão diretamente ligados ao aumento dos níveis de gases poluentes nocivos ao ser humano, entre eles destaca-se o ozônio (O₃).

O O₃ é um dos gases que compõem a atmosfera. Sua importância está no fato de ser o único gás que filtra a radiação ultravioleta do tipo B, nociva aos seres vivos (SANÁGUA, 2016), além de atuar como bactericida e viricida, é utilizado em procedimentos médicos e na eliminação de odores, dentre outras utilidades. Entretanto, quando ele está próximo dos seres humanos, pode causar-lhes sintomas como, tosse, dor no peito, irritação na garganta, falta de ar e dispneia. No caso mais grave, pode causar a morte do indivíduo (ANVISA, 2020). No Brasil, apenas nove Estados têm algum monitoramento do ozônio e outros poluentes (IEMA, 2018).

Diante dos fatos supracitados e da relevância desse gás para o ser humano, tanto em seus aspectos positivos quanto negativos, esse trabalho objetiva apresentar um protótipo de medidor, de baixo custo, capaz de detectar a temperatura, umidade e concentração do gás ozônio no ambiente. Além disso, o sistema envia os dados utilizando comunicação *Bluetooth* de baixo consumo para um aparelho celular (*smartphone*), permitindo que o usuário acesse os dados por meio de um aplicativo criado para se comunicar exclusivamente com esse protótipo. O sistema também emite sinais visuais e sonoros quando o nível de O₃ está acima do recomendado, classificando-o como: Seguro, Alerta e Perigo.

Neste protótipo, a detecção de O₃ é feita utilizando um sensor de gás MQ-131, por apresentar uma maior precisão nas leituras e permitir a sua detecção e medição instantânea, diferentemente dos trabalhos de Alisson (2013) e Freitas (2019) que são baseados na reação do O₃ como o indigo (In). Já a temperatura e umidade são obtidos por um sensor DHT11.

2 Materiais e Métodos

2.1 Desenvolvimento do Protótipo Proposto

Na Figura 1 é exposto o diagrama de conexões dos elementos que compõem o protótipo proposto e o fluxograma de interação entre as suas partes, respectivamente.

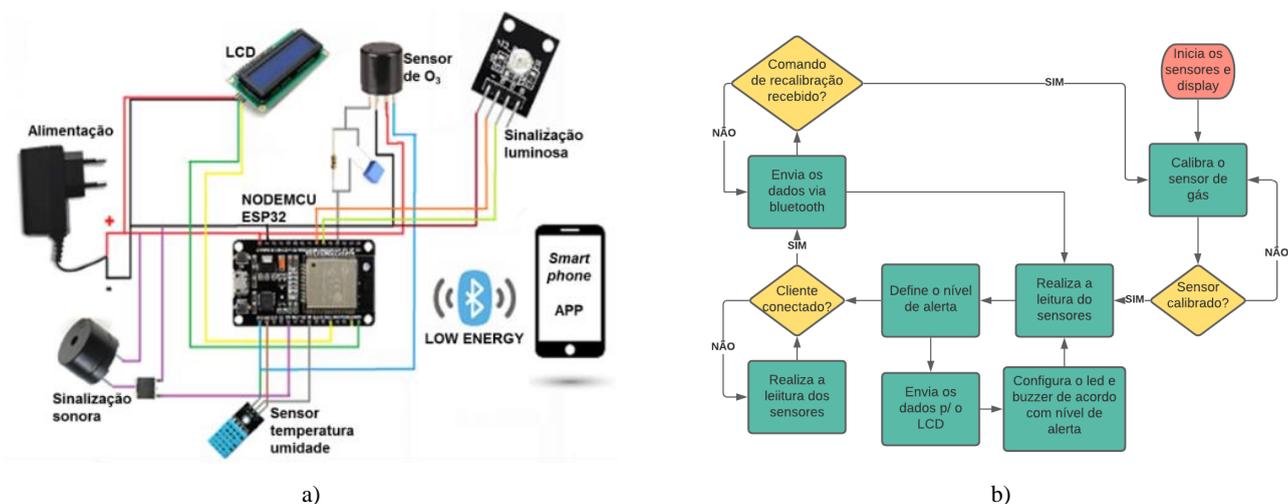


Figura 1: a) Detalhe dos elementos que compõem o protótipo proposto; b) Fluxograma de funcionamento.

O protótipo foi desenvolvido em duas etapas, sendo a primeira parte o *hardware* e a segunda o *software*. Na primeira foram testados os componentes: alimentação, sensores, *display* LCD (*Liquid Cristal Display*), sinalização sonora e luminosa; na segunda, foram desenvolvidos a programação da ESP32, a comunicação *Bluetooth* e o aplicativo para celular.

2.2 Plataforma de Prototipagem NODEMCU-ESP32

Essa plataforma se destaca por permitir conexão sem fio (*Wi-Fi* e *Bluetooth*) por meio do chip ESP32, ser programada pela mesma IDE do Arduino, ser de baixo consumo de energia e ter tamanho reduzido. O ESP32 tem um microprocessador de baixa potência dual core Tensilica Xtensa 32-bit LX6, com características de baixo consumo de energia, alto desempenho de potência, amplificador de baixo ruído, robustez e confiabilidade. Ele já dispõe do *Bluetooth Low Energy* (BLE), que possibilita um menor consumo de energia em comparação ao *Bluetooth* clássico (OLIVEIRA, 2017). Isso favorece aplicações em que se usa bateria, como é o caso do celular.

2.3 Sensores

O Sensor de Gás MQ-131 é um dispositivo de alta sensibilidade para medição do gás ozônio. Ele pode ser encontrado comercialmente em duas versões: baixa e alta concentração. Neste trabalho foi usado o sensor de baixa concentração que é alimentado por tensões de 5V DC, encapsulamento plástico, faixa de detecção 10 a 10.000 ppb (partes por bilhão) (WINSEN, 2014). Internamente ele possui uma substância química sensível ao ozônio e quando na presença do gás, ela é capaz de variar a resistência do resistor do sensor (R_s), que deve estar em série com um resistor de carga (R_L). Em consequência, o nível de tensão fornecido ao microcontrolador também é alterado. Para a medição de temperatura e umidade foi utilizado o sensor DHT11 que permite realizar leituras de temperaturas entre 0 e 50 °C ($\pm 2^\circ\text{C}$) e umidade entre 20 e 90% ($\pm 5\%$) (STEFAN; FERREIRA; SOUSA, 2020).

2.4 Programação

Essa etapa foi realizada utilizando recursos da linguagem de programação C++ e foi dividida em quatro partes: DHT11, *display* LCD, *Bluetooth* e MQ-131. Os sensores têm a função de gerar os dados para a plataforma NODEMCU-ESP32, ou seja, são os dispositivos de entrada. Já o *Bluetooth* e o *display* LCD são as interfaces de exibição dos dados. O *display* exibe diretamente em sua tela e o *Bluetooth* envia os dados para o *smartphone*. Os dados exibidos são resultantes da média de 100 amostras do sensor de gás e a cada 2 segundos uma nova leitura é feita e é exibida no LCD e aplicativo.

Na programação do sensor DHT11 foi usada a biblioteca DHT.h. Para o LCD foram incluídas as bibliotecas *wire.h* e *LiquidCrystal_I2C.h*. Na comunicação BLE foram usadas as bibliotecas *BLEDevice.h*, *BLEServer.h*, *BLEUtils.h* e *BLE2902.h*. Já para o sensor MQ-131 foi usada a biblioteca *mq131.h*. Antes de aplicar a função de concentração de O_3 , na programação, é preciso realizar a calibração do sensor em ar limpo. Essa etapa foi implementada conforme descrito por Stefan, Ferreira e Sousa (2020).

Os avisos luminoso e sonoro foram programados levando em consideração as informações do site Myozone (2020). Sendo emitida a mensagem de SEGURO (led verde) se a concentração de ozônio for inferior a 0,1 ppm; de ALERTA se estiver entre 0,1 e 0,3 ppm (LED amarelo) e; um alerta de PERIGO, caso seja maior do que 0,3 ppm (led vermelho + bipe sonoro). Todas essas informações também são mostradas no aplicativo desenvolvido no protótipo.

No desenvolvimento do aplicativo, do tipo Android, foi usada a plataforma gratuita Kodular, que usa programação em blocos. O aplicativo possui quatro telas: uma para conexão e comando de calibração do sensor; uma para exibir os dados de concentração, temperatura e umidade e; outras duas para exibir a concentração instantânea e média de O_3 em diferentes unidades.

3 Resultados e Discussão

3.1 Medidor Proposto Final

Para acomodar o protótipo foi utilizada uma caixa de madeira do tipo MDF (*Medium Density Fiberboard*) de dimensão 12 X 12 X 12 cm. Além de servir de suporte para o NODEMCU-ESP32, o LCD, o MQ-131 e o DHT11, ela possui a interface de alimentação. Visando maior ventilação do sistema foram criadas aberturas, no corpo da caixa, para melhor circulação de ar no seu interior. Na Figura 3 é exibido o protótipo final, parte interna (Figura 3.a), externa e a tela do aplicativo (Figura 3.b).

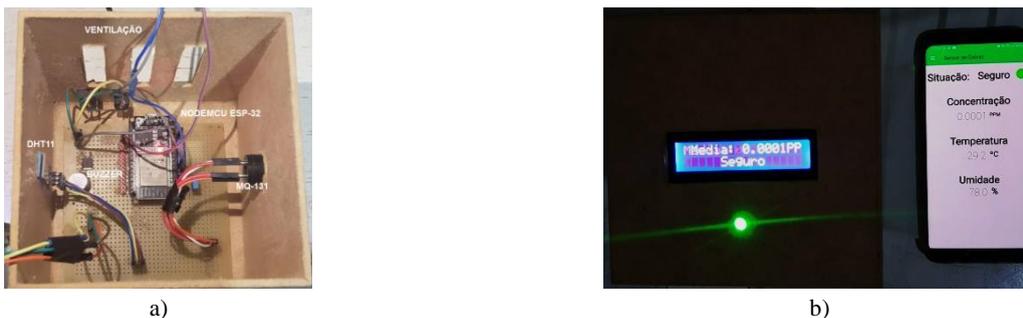


Figura 3: Protótipo final.

O protótipo desenvolvido apresenta os valores das grandezas medidas tanto no LCD quanto no celular, via comunicação BLE, conforme esperado, além de exibir mensagens de alerta sobre o nível de concentração do ozônio. A funcionalidade de permitir a leitura via *Bluetooth* e aplicativo é um diferencial em relação a medidores comerciais que, em geral, não tem essa funcionalidade, a exemplo do modelo *Dienmern Air Quality Monitor* (DAQM). Essa funcionalidade traz mais segurança para o usuário, já que não precisa estar inserido no mesmo ambiente em que se deseja realizar a medição. Nos testes em espaço livre, ou seja, sem obstáculos, conseguiu-se medir a uma distância de até 26 metros do ambiente em que o protótipo se encontrava. O custo para montagem de todo o protótipo foi de aproximadamente R\$ 293,00.

4. Considerações Finais

Neste trabalho demonstrou-se o desenvolvimento de um protótipo de medidor de ozônio, temperatura e umidade, utilizando comunicação *Bluetooth* e aplicativo para celular. O protótipo permitiu receber, enviar e exibir os dados medidos, tanto localmente via LCD, quanto a distância via BLE e aplicativo. Dessa forma considera-se que o protótipo apresentou resultados promissores. Entretanto, os dados advindos do sensor de O_3 apresentaram inconsistência com os dados obtidos por um medidor comercial (modelo DAQM), portanto, requer uma revisão sobre as condições de funcionamento deste sensor em particular. O protótipo poderá ser ampliado para medição de outros gases, que usam sensores da família MQ, de forma relativamente fácil, já que toda estrutura de leitura dos sensores, transmissão dos dados e aplicativo funcionaram conforme esperado. O protótipo desenvolvido pode ser aplicado em ações de pré-conformidade e sendo detectados níveis elevados de ozônio, um equipamento profissional, que é mais caro, deverá ser utilizado para um melhor diagnóstico do ambiente.

Referências

- ALISSON, E. Agência FAPESP. Sensor químico indica concentração de ozônio no ambiente, 2013. Disponível em: <<http://bit.ly/sensorquimico>>. Acesso em: 19 Abril 2021.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Nota técnica nº 108/2020/SEI/COSAN/DIRE3/ANVISA. Ementa: o uso do ozônio como produto desinfetante durante a pandemia causada pelo novo coronavírus (Sars-CoV-2)., 27 out. 2020. Disponível em: <<http://bit.ly/anvisa-NT>>. Acesso em: 03 Junho 2021.
- FREITAS, C. S. D. Desenvolvimento de Sensor Portátil para Monitoramento de Ozônio Gasoso Utilizando μ Pads, Impressão 3D e Smartphones. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial). UF de Uberlândia. Minas Gerais, p. 52. 2019.
- IEMA. IEMA-Instituto de Energia e Meio Ambiente. Apenas nove estados brasileiros monitoram a qualidade do ar, 2018. Disponível em: <<http://bit.ly/estadosbrasileiros-qualidadedoar>>. Acesso em: 11 novembro 2020.
- MENDES, A. Ministério da Saúde do Brasil. Mortes devido à poluição aumentam 14% em dez anos no Brasil, 2019. Disponível em: <<https://bit.ly/Mortesdevidoàpoluição>>. Acesso em: 03 Junho 2021.
- MYOZONE. MyOzone. Dosagens Seguras de Ozônio em Ambientes de Trabalho, 2019. Disponível em: <<http://bit.ly/ozoniodosagens>>. Acesso em: 10 março 2021.
- OLIVEIRA, Euler. Conhecendo o NodeMCU-32S ESP32. Disponível em: encurtador.com.br/mtGS4. Acesso em: 11 dez. 2020. Blog MasterWalker.
- SANÁGUA. Sanágua - Análises Químicas e Ambientais. Proteção da Camada de Ozônio, 2016. Disponível em: <<http://bit.ly/protecao-camada-de-ozonio>>. Acesso em: 11 Dezembro 2020.
- STEFAN, I. A.; FERREIRA, P. I. L.; SOUSA, A. S. D. Protótipo de medidor de gases poluentes usando tecnologia de baixo custo. Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB, João Pessoa, n. 49, p. 31-42, Jun. 2020.
- WINSEN. Manual: Ozone Gas Sensor (Model: MQ131Low Concentration). Zhengzhou Winsen ElectronicsTechnology Co. China, p. 6. 2014.