

Biomimética aplicada na detecção de gás com arduino

Andrew G. D. Silva, Gladson J. Bentz, Leidiane L. Freitas, Marcos J. Silva

Sistemas de Informação - Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT)

Sinop – MT – Brasil

andrew.gabriel@unemat.br, gladson.bentz@unemat.br,
leidiane.lima@unemat.br, marcos.junior@unemat.br

Abstract. *This article addresses the topic of biomimicry and detection of toxic gases. Biomimicry is the application of solutions found in nature to solve human problems. An example of this, is the use of canaries as an alarm to detect toxic gases in mines. Canaries have a complex respiratory system that makes them sensitive to gases such as carbon monoxide. Therefore, the canaries were placed in glass boxes with a front grille and a sealable door. In the presence of toxic gases, the canary exhibited signs of discomfort, even falling from its perch in some cases. Currently, there are more advanced technologies for gas detection, but biomimicry can still be a source of inspiration for sustainable solutions.*

Resumo. *Este artigo aborda o tema da biomimética e detecção de gases tóxicos. A biomimética é a aplicação de soluções encontradas na natureza para resolver problemas humanos. Um exemplo disso, é o uso de canários como alarme para detectar gases tóxicos em minas. Os canários possuem um sistema respiratório complexo que os torna sensíveis a gases como o monóxido de carbono. Diante disso, os canários eram colocados em caixas de vidro com uma grade frontal e uma porta lacrável. Na presença de gases tóxicos, o canário exibia sinais de desconforto, chegando a cair do poleiro em alguns casos. Atualmente, existem tecnologias mais avançadas para detecção de gases, mas a biomimética ainda pode ser uma fonte de inspiração para soluções sustentáveis.*

1. Introdução

A biomimética é uma área de estudo que busca soluções sustentáveis para os desafios humanos, observando e emulando os padrões e estratégias da natureza. No contexto da detecção de gás, a plataforma arduino pode ser utilizada juntamente com sensores para detecção de gases, esses sensores podem ser projetados para imitar a maneira como certos organismos detectam e respondem a esses gases no ambiente.

Nesse contexto, a elaboração do projeto deste artigo foi direcionado à detecção de gases tóxicos, baseando-se no sistema respiratório da ave canário, que era utilizada como uma espécie de alarme, ao detectar a presença de monóxido de carbono. Este gás atualmente é utilizado, por exemplo, nas emissões de combustão (carros, caminhões, motores à gasolina, fogões, lanternas, madeira e carvão queimados, fogões a gás e

sistemas de aquecimento), na produção de metais como o ferro, na produção de substâncias orgânicas (ácido acético, metanol, plásticos, entre outros).

Tendo este projeto como base, devido seu custo X benefício e eficiência, a seguir, será especificado seu o desenvolvimento e funcionamento.

2. Biomimética

O eCycle define a biomimética como “a área da ciência que estuda os princípios criativos e estratégias da natureza, visando a criação de soluções para os problemas atuais da humanidade, unindo funcionalidade, estética e sustentabilidade”.

Fundamenta-se na ideia de empregar o ambiente natural e as estruturas biológicas como modelos e fontes de inspiração, em oposição à sua apropriação, como ocorre em práticas associadas à biologia sintética. Ao aprender com a natureza, é crucial considerá-la como uma consultora e não sujeitá-la à domesticação, destacando, assim, o conceito fundamental da sustentabilidade. Essa abordagem inovadora tem encontrado aplicação em diversos setores, incluindo química, biologia, medicina, arquitetura, agricultura e transporte. (ECYCLE).

3. O alarme de canário

Antigamente, os canários eram usados como alerta para monóxido de carbono em minas, devido à falta de sensores eletrônicos de gases. Essa prática persistiu até 1986, com cerca de 200 canários desempenhando esse papel arriscado. (MEGA CURIOSO, 2018).

A ideia era baseada no sistema respiratório dos pássaros, sendo uma resposta a desastres fatais em minas causados pelo monóxido de carbono. Os canários, por sua sensibilidade respiratória, eram colocados em caixas de vidro para indicar a presença de gases tóxicos. (MEGA CURIOSO, 2018).

Em caso de alerta, os canários apresentavam sinais de desconforto e em alguns casos até caíam do poleiro. Os mineiros fechavam a caixa e abriam a válvula do

reservatório de oxigênio para que os canários respirassem ar puro, ao mesmo tempo que evacuavam a mina, sabendo que existia certo tempo hábil para escaparem. Atualmente, reconhecemos a prática como prejudicial aos animais, mas na época, era uma opção limitada para proteger os mineiros, e o tubo de oxigênio estava sempre disponível para preservar vidas. (MEGA CURIOSO, 2018).

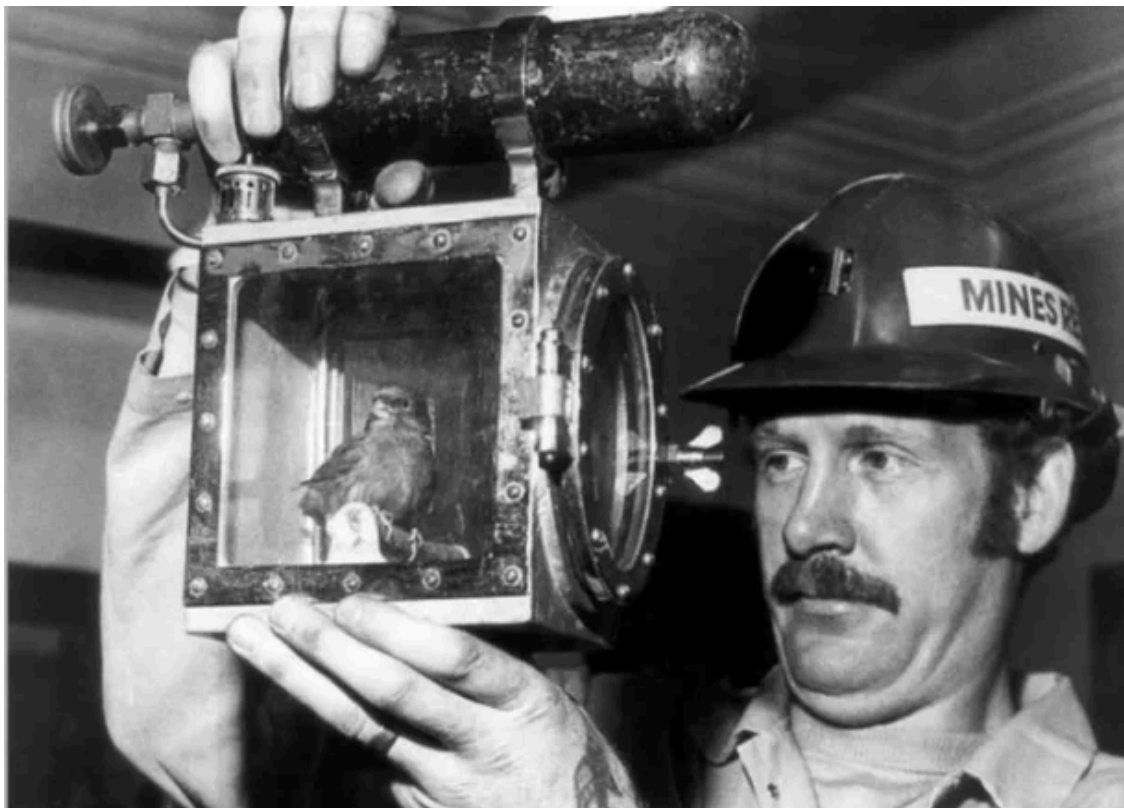


Figura 1.

4. Detector de gás com arduino

O projeto utiliza um sensor de gás MQ-5 para detectar a presença de diferentes gases, como GLP, hidrogênio e metano.

O hardware inclui também um módulo GSM SIM800L para comunicação móvel, permitindo o envio de mensagens SMS para notificar eventos detectados pelo sensor. Um módulo relé é utilizado para acionar cargas, como um exaustor, em resposta à detecção de gases.

A montagem ocorre de forma simples e utiliza a IDE do Arduino para programação. O código fonte controla a leitura do sensor, aciona o relé e envia mensagens SMS quando detecta concentrações de gás acima do limite estabelecido.

Cada componente, como o MQ-5, GSM SIM800L e relé, desempenha um papel crucial no funcionamento do sistema, proporcionando uma solução integrada para detecção de gases e envio de alerta para um número de telefone cadastrado.

4.1. Hardware

Para desenvolver o projeto serão utilizados os seguintes produtos:

- Um módulo MQ-5;
- Um Arduino Uno (pode ser substituído por outro modelo);
- Um buzzer;
- 2 leds;
- 1 relé (aciona um exaustor);
- 1 módulo gsm sim800l;
- 1 protoboard.

4.1.1. Arduino Uno

O Arduino é uma plataforma de prototipagem de código aberto, facilitando o desenvolvimento acessível de projetos robóticos. Funciona como uma mente eletrônica programável, fácil de usar, com diversas portas para conexões e interage com ambientes através de hardware e software, podendo ser conectado a computadores ou redes para troca de dados.

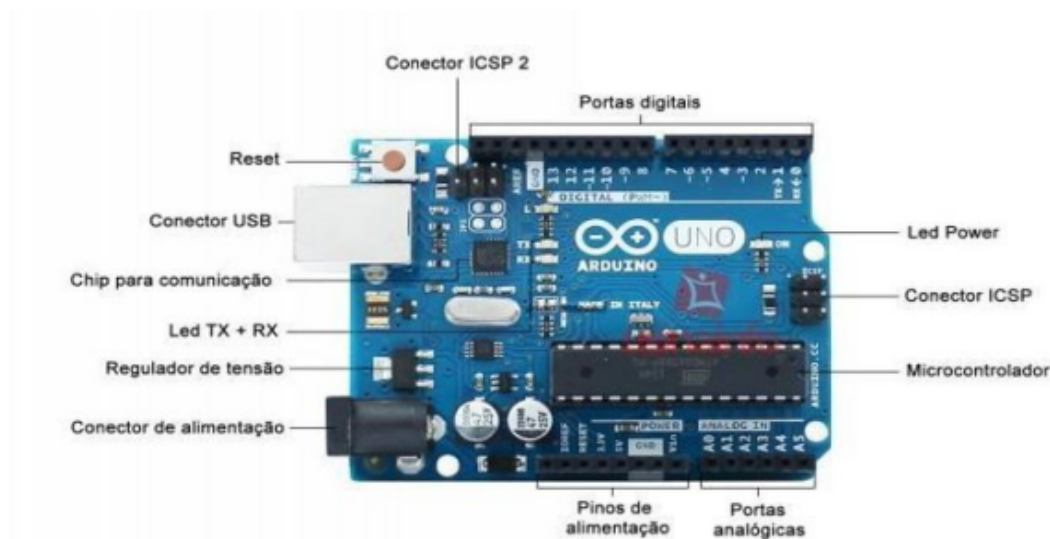


Figura 2.

O objetivo principal é testar produtos em desenvolvimento de forma econômica, identificando falhas e avaliando capacidades durante a fase de prototipagem.

4.1.2. Sensor MQ-5

O Módulo MQ-5 é um sensor de gases que detecta a presença de GLP, hidrogênio, metano, propano e outros gases, medindo em partes por milhão (ppm) de 30 a 10.000. O chip LM393 é responsável pela leitura e envio de informações para o microcontrolador. A pinagem do sensor pode ser vista conforme imagem abaixo:

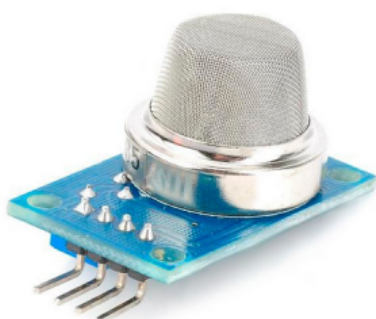


Figura 3.

Existem outros tipos de sensores como o Módulo MQ-2, seguem alguns exemplos:

MQ-2	Detecção de gases inflamáveis: GLP, Metano, Propano, Butano, Hidrogênio, Álcool, Gás Natural, outros inflamáveis e fumaça.
MQ-3	Detecção de Álcool , Etanol e fumaça.
MQ-4	Detecção de Metano, Propano e Butano.
MQ-5	Detecção de GLP e gás natural.
MQ-6	Detecção de gás GLP (Gás de Cozinha), Propano, Isobutano e Gás Natural Liquefeito.
MQ-7	Detecção do gás Monóxido de Carbono.
MQ-8	Detecção do gás hidrogênio.
MQ-9	Detecção de Monóxido de Carbono e gases inflamáveis.
MQ-131	Detecção de ozônio.
MQ-135	Detecção de Gás Amônia, Óxido Nítrico, Álcool, Benzeno, Dióxido de Carbono e Fumaça.
MQ-136	Detecção de Gás Sulfídrico H ₂ S.
MQ-137	Detecção de Gás Amônia
MQ-138	Detecção de n-hexano, benzeno, NH ₃ , álcool, fumaça, CO, etc.

Tabela 1.

Internamente, o sensor possui uma resistência alimentada pelos pinos 5v e GND, sendo que sua resistência diminui com o aumento da presença de gases poluentes. Com leituras entre 30 e 10.000 ppm, a sensibilidade pode ser ajustada por meio de um potenciômetro no módulo.

Para uma operação eficaz, é recomendado um tempo de queima de aproximadamente 3 minutos em testes simples e 24 horas em aplicações reais, durante o qual o sensor pode fornecer leituras divergentes, visando estabilizar as leituras no ambiente.

4.1.3. Módulo GSM SIM800L

O módulo GSM GPRS SIM800L é um mini modem capaz de realizar comunicação de dados através da rede de telefonia móvel celular. Com este dispositivo é

possível enviar mensagens SMS, fazer chamadas telefônicas e, até mesmo, conectar-se à Internet. Desta forma, pode ser usado para notificar o usuário sobre algum evento ou acontecimento pré-definido.



Figura 4.

O módulo GSM GPRS SIM800L é compatível com redes GSM/GPRS quad-band, garantindo funcionamento em locais com cobertura celular. Essa forma de comunicação é adequada para projetos de automação, IoT e robótica, sendo compatível com diversos microcontroladores, como Arduino, ESP8266 e ESP32. Para operar, é necessário inserir um chip Micro SIM no soquete localizado na parte traseira, seguindo a orientação indicada na superfície do soquete.

Apesar do seu pequeno tamanho, o módulo GSM GPRS SIM800L inclui vários recursos, como:

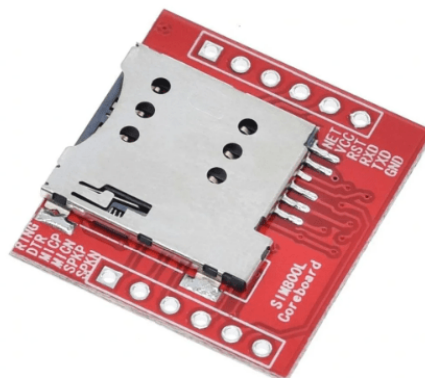


Figura 5.

- Suporte Quad-band: GSM850, EGSM900, DCS1800 e PCS1900;

- Conexão com qualquer rede GSM com qualquer SIM 2G;
- Recebe e faz chamadas de voz (necessário a utilização de um alto-falante e microfone);
- Envia e recebe mensagens SMS;
- Enviar e receber dados GPRS (TCP/IP, HTTP, etc.);
- Digitalizar e receber transmissões de rádio FM;
- Comandos AT baseado em série.

O módulo GSM GPRS SIM800L acompanha uma antena helicoidal e pinos. A antena helicoidal pode ser soldada diretamente no módulo. O módulo GSM GPRS SIM800L possui um total de 12 pinos, ilustrados na Figura 4 e detalhados a seguir:

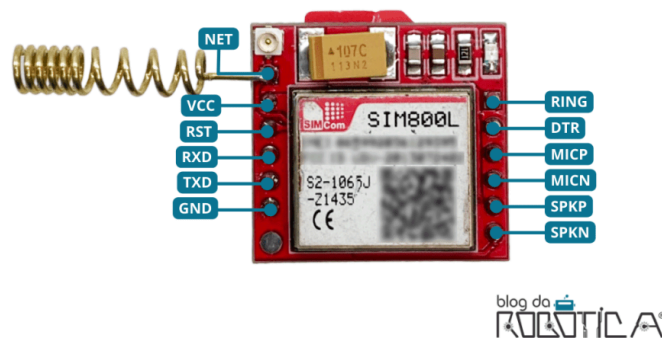


Figura 6.

A funcionalidade de cada pino:

- **NET:** Pino onde solda-se a antena helicoidal;
- **VCC:** Pino de alimentação do módulo. Note que essa alimentação precisa estar entre 3,4V e 4,4 V de tensão. Desta forma, não é possível utilizar o 5V ou 3,3V do Arduino ou ESP. Para ligar o módulo, pode-se usar um divisor de tensão ou um conversor DC-DC;
- **RST:** Pino RESET para reinicialização do módulo. Para reiniciá-lo é necessário colocar esse pino em nível lógico baixo por 100ms;
- **RXD:** Pino usado para receber comandos por meio da comunicação serial;
- **TXD:** Pino usado para enviar dados ao microcontrolador por meio da comunicação serial;

- **GND:** Pino de aterramento do módulo;
- **RING:** Pino de interrupção do módulo. É configurado em nível alto por padrão e fica em nível baixo quando uma ligação ou SMS é recebida;
- **DTR:** Pino que ativa e desativa o modo de hibernação do módulo (Nível alto = ativa a hibernação e nível baixo = desativa a hibernação);
- **MICP e MICN:** Pinos de entrada para microfones;
- **SPKP e SPKN:** Pinos de saída para alto-falantes.

4.1.4. Relé

O Módulo Relé é ideal para acionar uma lâmpada ou outra carga que exija até no máximo 10A contínuos utilizando o Arduino ou qualquer outro microcontrolador.

Ele funciona exatamente como uma chave (interruptor). No borne cinza há 3 conexões: NA (Normalmente Aberto), C (Comum) e NF (Normalmente Fechado), ou seja, quando o Módulo Relé estiver "desligado", C estará conectado à NF. Quando estiver ligado, C estará conectado à NA.



Imagem meramente ilustrativa

Figura 7.

4.1.5. LED



Figura 8.

Esse componente eletrônico emite luz visível ao converter energia elétrica em luminosa. Portanto, essa tecnologia possui uma ampla variedade de aplicações, que vão desde lâmpadas até telões utilizados em produções cinematográficas.

4.1.6. Buzzer

Componente eletrônico que converte um sinal elétrico em onda sonora. Este dispositivo é utilizado para sinalização sonora, sendo aplicado em computadores, despertadores, carros, entre outros.



Figura 9.

4.2. Software

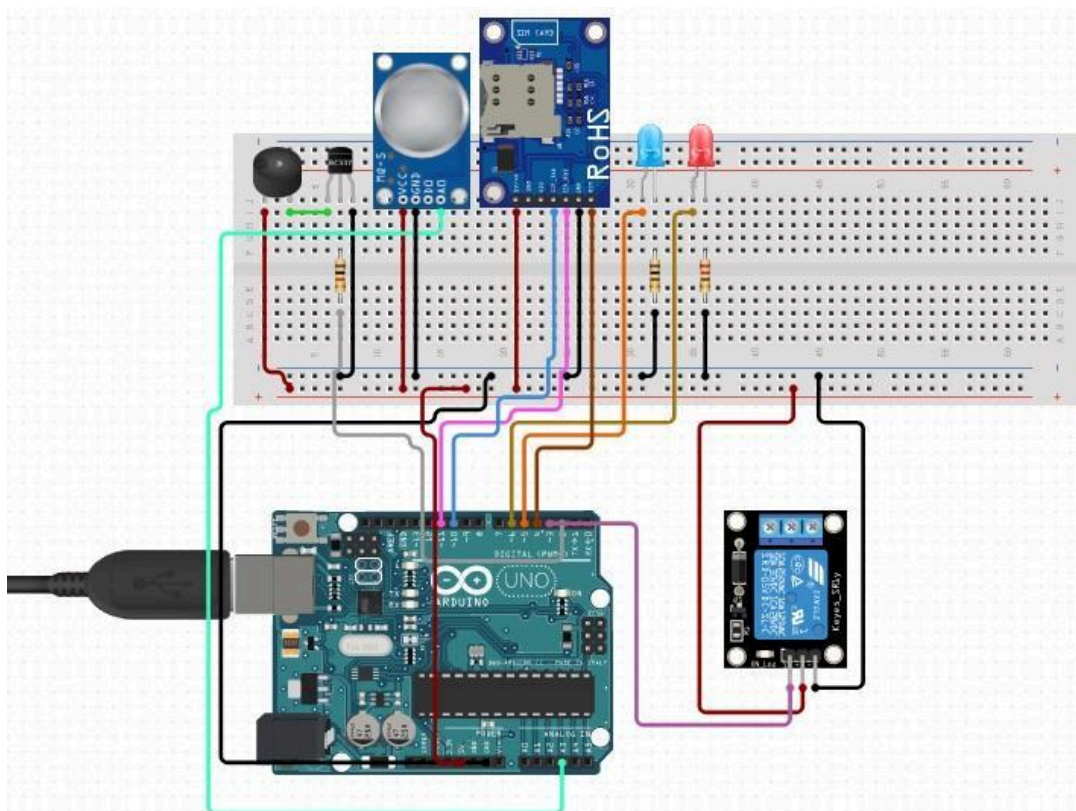


Figura 10.

A montagem do projeto é de simples implementação e pode ser facilmente seguida com o esquemático. Por boas práticas de programação, foram definidas as portas que serão utilizadas com o comando `#define` e logo depois as variáveis para os valores recebidos das entradas analógica e digital. O código fonte comentado com todas as suas funções pode ser acessado através do *link* de acesso.

5. Resultados encontrados

O desenvolvimento do sistema de detecção de gás baseado na biomimética, utilizando o sensor MQ-5 associado ao Arduino e ao módulo GSM, apresentou resultados significativos justamente pelo baixo custo no desenvolvimento e a simplicidade do projeto. Ao simular um ambiente com a presença de gases tóxicos, o sensor MQ-5 demonstrou eficácia na detecção de GLP (gás de cozinha), hidrogênio, metano, propano, e outros tipos de gases, conforme especificado nas características do sensor.

A implementação do sistema eletrônico permitiu a detecção precisa dos níveis de gases, ativando o alerta sonoro (buzzer) e visual (LEDs) quando identificado um vazamento. Além disso, o envio imediato de mensagens por meio do módulo GSM proporciona uma resposta rápida às situações de risco, contribuindo para a segurança dos ambientes monitorados.

O funcionamento contínuo do sensor MQ-5, aliado à capacidade do Arduino de processar e interpretar os dados, demonstrou ser uma solução eficiente para a detecção precoce de gases perigosos. A integração do módulo GSM proporciona a comunicação remota, permitindo que os usuários recebam alertas em tempo real, independentemente da localização.

Os resultados obtidos confirmam a viabilidade e eficácia da abordagem biomimética na detecção de gases, inspirada na sensibilidade dos canários ao monóxido de carbono. A utilização de tecnologias avançadas, como o sensor MQ-5, demonstra a evolução das soluções de detecção de gases, proporcionando maior precisão e rapidez na identificação de potenciais riscos.

A aplicação prática do sistema desenvolvido revela sua relevância em ambientes diversos, desde residências até ambientes industriais ou até mesmo em ambiente de mata, onde a detecção precoce de vazamentos de gases e fumaça é crucial para a segurança. O uso responsável da biomimética, aliado às tecnologias modernas, destaca a importância da inovação sustentável na resolução de desafios contemporâneos.

Referências

ECYCLE. **BIOMIMÉTICA: CIÊNCIA INSPIRADA NA NATUREZA**. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/biomimetica/>>. Acesso em: 14/11/2023.

MEGA CURIOSO. **VOCÊ JÁ OUVIU FALAR EM UM DETECTOR DE GÁS MOVIDO A CANÁRIO?**. Disponível em: <<https://www.megacurioso.com.br/ciencia/107355-voce-ja-ouviu-falar-em-um-detector-de-gas-movido-a-canario.htm>>. Acesso em: 14/11/2023.

SCHREINER, W. **BIOMIMÉTICA: UMA HISTÓRIA**. Disponível em: <<https://ehistory.osu.edu/exhibitions/biomimicry-a-history#:~:text=1950s%3A%20The%20term%20%E2%80%9Cbiomimetics%E2%80%9D,designers%20all%20over%20the%20world>>. Acesso em: 14/11/2023.

HEALEY, J. **CANARIES IN MINES - THE USE OF BIRDS IN MINES FOR DETECTION OF TOXIC GASES**. Disponível em: <www.healeyhero.co.uk>. Acesso em: 14/11/2023.

ARDUINO OMEGA BLOG. **AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL COM ARDUINO – DETECÇÃO DE GASES E INCÊNDIO COM MÓDULO MQ-2**. Disponível em: <<https://blog.arduinoomega.com/automacao-residencial-com-arduino-deteccao-de-gases-e-incendio-com-modulo-mq-2/>>. Acesso em: 14/11/2023.

POLOLU ROBOTICS & ELECTRONICS. **MQ-2 SEMICONDUCTOR SENSOR FOR COMBUSTIBLE GAS**. Disponível em: <<https://www.pololu.com/file/0J309/MQ2.pdf>>. Acesso em: 14/11/2023.

SOUZA, J. **COMO ENVIAR SMS PARA CELULAR UTILIZANDO O MÓDULO GSM GPRS SIM800L E ARDUINO**. Disponível em: <<https://www.blogdarobotica.com/2022/12/21/como-enviar-sms-para-celular-utilizando-um-sim800l-e-arduino/>>. Acesso em: 14/11/2023.