RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

DETECTOR DE VAZAMENTO DE GÁS DE BAIXO CUSTO

LOW COST GAS LEAK DETECTOR

Wesley Brasil[1], Danilo Carlos Rossetto Minhoni[2]

e211933
https://doi.org/10.47820/recima21.v2i11.933

RESUMO
Devido ao isolamento social em decorrência da pandemia do coronavírus (COVID19) a população precisou permanecer por longos períodos em suas residências, culminando em um aumento significativo no número de acidentes domésticos relacionados ao vazamento de gás de cozinha. Atualmente os sistemas de detecção de vazamento de gás mais modernos e acessíveis à população têm a capacidade de identificar vazamentos de acordo com sua proporção em relação ao oxigênio do ambiente, porém quase todos estes equipamentos somente alertam as pessoas que estão próximas sobre a ocorrência do vazamento, com avisos sonoros e/ou visuais. Neste sentido, o objetivo do trabalho foi desenvolver um dispositivo inteligente integrado no hardware Arduino, que detecte o vazamento de gás GLP (Gás Liquefeito de Petróleo, podendo ser chamado também por Gás Líquido Pressurizado) e que seja capaz de atuar sob o vazamento de gás em três níveis. O sistema terá por finalidade presar pela segurança de seus usuários e dos demais seres humanos presentes nas redondezas do local, visto que acidentes relacionados a vazamentos de gás causam acidentes catastróficos, não somente no local, mas também a sua volta, devido ao alto índice de chance de explosão.

PALAVRAS-CHAVE: Vazamento. GPL. Segurança

ABSTRACT
Due to social isolation due to the coronavirus pandemic (COVID19) the population had to stay for long periods in their homes, culminating in a significant increase in the number of domestic accidents related to cooking gas leaks. Currently, the most modern gas leak detection systems accessible to the population have the ability to identify leaks according to their proportion in relation to the oxygen in the environment, but almost all of these equipment only alert people who are close to the occurrence of the leak, with audible and/or visual warnings. In this sense, the objective of the work was to develop an intelligent device integrated in the Arduino hardware, which detects the leakage of LPG gas (Liquefied Petroleum Gas, which can also be called Pressurized Liquid Gas) and which is capable of acting on the leakage of gas in three levels. The system will aim to ensure the safety of its users and other human beings present in the vicinity of the site, since accidents related to gas leaks cause catastrophic accidents, not only on the site, but also around it, due to the high rate of chance of explosion.

KEYWORDS: *Leak. LPG. Safety*

INTRODUÇÃO

De acordo com a sociedade brasileira de queimaduras, com o isolamento social imposto pelo governo durante a pandemia houve aumento das pessoas dentro de casa e com isso um aumento significativo nos acidentes domésticos. Durante o período mais crítico da pandemia os atendimentos

[1] UNIARA- Universidade de Araraquara
[2] UNIARA- Universidade de Araraquara

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

decorrentes de acidentes domésticos aumentaram em 30%, de modo que, entre todas as ocorrências atendidas, tem-se os acidentes domésticos relacionados ao vazamento de gás (SANTOS, 2021).

Conforme Manuel Reis, os efeitos da exposição a altas concentrações de Gás Liquefeito de petróleo (GLP) por um período maior podem ocasionar a perda de concentrações, tontura, pressão na parte frontal da cabeça, formigamento nas extremidades do corpo, rápida redução de movimentos, incapacidade na fala, perda de sensibilidade, redução da consciência causada pelo efeito narcótico que seria do relaxamento do sistema nervoso central e o contato direto com o GLP através do escape do gás de um cilindro sob alta pressão, por exemplo, pode também causar queimadura por congelamento o chamado frostbite (REIS, 2021).

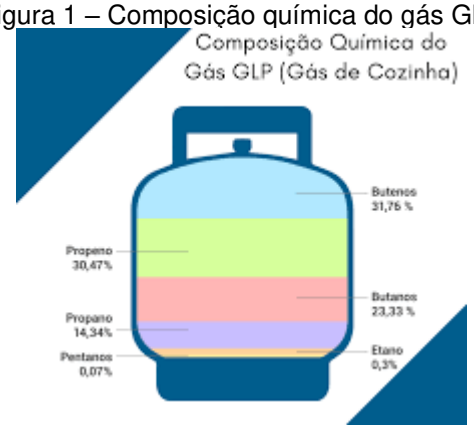
Segundo o governo federal brasileiro, um dos indicadores que também mudou foi o de venda e utilização de gás de cozinha GLP, que teve um aumento de 23% em onze estados brasileiros. Um outro indicador que também cresceu foi o de produção de gás natural que costuma ser utilizado em grandes cidades e prédios. E diferentemente do GLP, que é transportado em um botijão, este é fornecido a partir de encanamentos (GOVERNO FEDERAL BRASILEIRO, 2020).

E com este aumento, cresce também a preocupação com os eventuais acidentes e muitos imprevistos que podem vir a ocorrer caso: o manuseio seja feito de forma incorreta, falta de manutenção ou armazenamento inadequado (GOVERNO FEDERAL BRASILEIRO, 2020).

O gás GLP, que é o mais utilizado pela população brasileira e que oferece o maior risco por ser um produto mais pesado que o ar. Uma vez que durante um vazamento em um ambiente fechado, o gás tende a se acumular ao nível do chão, fazendo com que o gás expulse gradualmente o oxigênio do ambiente, causando asfixia em quem permanecer no local ou até mesmo o risco de uma explosão, tendo em vista que com um simples ato de acender uma lâmpada, por exemplo, a mesma pode gerar uma centelha (faísca), que já é suficiente para uma explosão, já que o ambiente teoricamente estaria com gás (ADNORMAS, 2019).

GLP (Gás Liquefeito de Petróleo, podendo ser chamado também por Gás Líquido Pressurizado), trata-se de um gás liquefeito, ou seja, a enorme pressão dentro do recipiente (3 a 15 kgf/cm2) faz com que adquira a forma líquida. Os gases Propano e Butano são os principais componentes da composição do GLP, conforme demonstrado na Figura 1 (SOUZA, 2021).

Figura 1 – Composição química do gás GLP



Fonte: Rede top Gás, 2021.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

A detecção de gás moderna e mais acessível à população tem a capacidade de identificar vazamentos de acordo com sua proporção em relação ao oxigênio do ambiente, porém quase todos estes equipamentos somente alertam as pessoas que estão próximas sobre a detecção do vazamento, com avisos sonoros e/ou visuais.

A pessoa que está próxima pode tomar providências para que o vazamento seja cessado, e causar o problema ainda maior caso não saiba exatamente o que fazer. E no caso de apartamentos, os vizinhos de todas as residências próximas podem não escutar o sinal sonoro.

O objetivo deste trabalho é criar um protótipo de baixo custo para proteção contra acidentes com gás em residências.

Sendo assim, é esperado que ao final do trabalho obtenha-se um sistema de baixo custo capaz de detectar o vazamento de gás GLP e que atue sobre a alimentação principal fazendo com que ele seja cessado e erradicado do ambiente de forma automática e segura para seus usuários.

1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O GLP possui características como: altamente inflamável, incolor e não tem cheiro, ou seja, é inodoro, por isso um composto a base de enxofre, também chamado de mercaptana, é adicionado ao gás para revelar a sua presença caso haja algum tipo de vazamento. Não é tóxico, porém pode ser asfixiante em determinadas condições (DIAS, 2021).

Para ligação do gás nas residências são utilizados alguns itens: mangueira, abraçadeiras, regulador de pressão, válvula de Controle UVC-I, plugue-fusível e o botijão.

De acordo com a Liquigás, uma das maiores distribuidoras de GLP do Brasil e líder de mercado no segmento de botijões de uso doméstico, as especificações destes itens são:

- Mangueira: o tipo padrão é de plástico PVC transparente, trançada, com tarja amarela, exibindo a inscrição NBR 8613, o prazo de validade (5 anos) e o nome do fabricante. Seu comprimento pode ser de 80 cm, 1m ou 1,25m. A mangueira não deve passar (nem encostar) pela parte de trás do fogão, já que a temperatura nessa região é alta (devido ao forno) (LIQUIGAS, 2021).
- Abraçadeiras: servem para fixar a mangueira no fogão e no regulador de pressão de gás do botijão.
- Regulador de pressão de gás: tem como finalidade reduzir a pressão e regular a vazão do gás do botijão para a chama nos queimadores, permitindo a utilização total do produto. No regulador, deve constar a gravação do código do INMETRO e o prazo de validade de 5 anos. Pelo regulador, passam vários elementos químicos presentes no GLP e, por conta disso, pode ocorrer um desgaste natural das suas partes internas (LIQUIGAS, 2021).
- Válvula de Controle UVC-I: é o dispositivo cuja função é permitir que o gás seja liberado somente quando o registro for montado no botijão, é fabricado em latão e conta com O´ring de vedação (VIECELI, 2016).
- Plugue-Fusível: sua função é derreter e permitir que o GLP escape caso a temperatura no botijão se torne muito elevada, de modo a evitar uma explosão pelo aumento de pressão. O núcleo é fabricado em liga de chumbo-bismuto e possui ponto de fusão de 78ºC (VIECELI, 2016).

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

O gás GLP é armazenado e distribuído em botijões e existem diversos tipos e tamanhos. O P13 que é o mais comum em residências que possui capacidade para 13 kg de GLP (SUPER GÁS BRAS, 2021), conforme a Figura 2:

Figura 2– Botijões GLP



Fonte: VIECELI, 2016.

Conforme a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), existe também algumas normas que estabelecem padrões de segurança, como por exemplo a NBR 13103 (ABNT, 2020) que padroniza a instalação de aparelhos a gás para uso residenciais e a NBR 15358 (ABNT, 2021), que padroniza a rede de distribuição interna para gás combustível em instalações de uso não residencial de até 400 kPa.

De acordo com McRoberts (2018), o microcontrolador é um sistema computacional completo em um único CI (circuito integrado), contendo processador, memória e dispositivos I/O's (Input/Output).

A plataforma Arduino é do tipo open-source baseada em hardware e software destinado às áreas de automação e robótica, com entradas analógicas/digitais e saídas digitais, a linguagem de programação utilizada pelo Arduino consiste na linguagem C/C++. É muito utilizado em projetos interativos pela possibilidade da entrada de sinais de diferentes sensores, facilidade de uso e pelo baixo custo (MCROBERTS, 2018). Por estes motivos, após uma análise, foi definido que o microcontrolador utilizado no trabalho seria o Arduino uno.

O material sensível do sensor de gás MQ-2 é o SnO2 (dióxido de estanho), que possui menor condutividade em ar limpo. Quando o gás em questão existir, a condutividade do sensor irá aumentar de acordo com o aumento da concentração de gás absorvido pelo mesmo, de forma a ser proporcional. O MQ-2, conforme Figura 3, utiliza um circuito elétrico simples, onde converte a mudança de condutividade para corresponder ao sinal de saída de concentração de gás (OLIVEIRA, 2021).

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

Figura 3 – Sensor de gás MQ-02



Autor: ARDUINO&CIA, 2015.

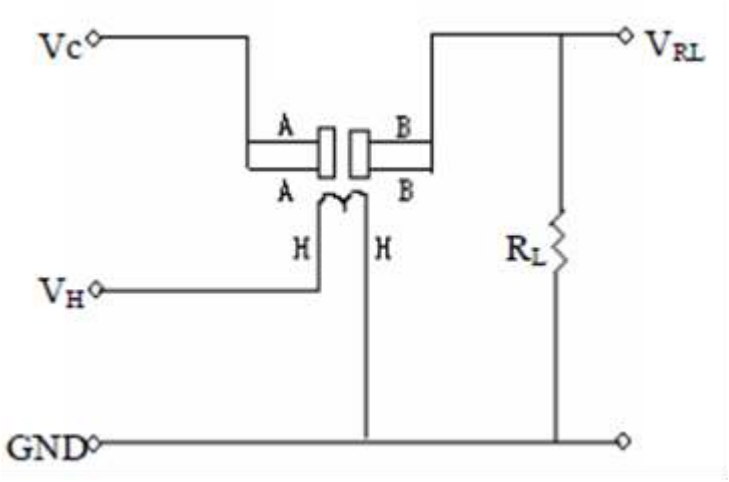
Características do sensor:

- Alta sensibilidade a gases como GLP, Propano, Hidrogênio e fumaça;
- Cerca de 300 - 10000 ppm de concentração;
- Boa sensibilidade a gases combustíveis em média distância;
- Baixo custo, longa vida e desempenho e estabilidade;
- Circuito simples;
- Possibilidade de diferentes aplicações (industriais e residenciais).

Para que o sensor funcione corretamente são necessárias duas tensões, sendo elas a tensão de aquecimento (Vh) e tensão de teste (Vc). O Vh é usado para suprir a temperatura de trabalho certificado para o sensor, enquanto Vc é usado para detectar a tensão (VRL) na carga resistiva (RL), onde que o mesmo está em série com o sensor. Vc precisa de tensão contínua (DC). Vc e Vh podem usar o mesmo circuito elétrico com precondições para assegurar o desempenho do sensor, este sistema pode ser visualizado na Figura 4 (POLOLU, 2021).

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

Figura 4 – Circuito do sensor MQ-2



Fonte: POLOLU, 2021.

O relé é um componente eletromecânico, no qual é possível acionar um interruptor a partir de um sinal. Levando em consideração que o interruptor e o sinal de comando são totalmente isolados entre si. O interruptor está dentro do relé e geralmente possui uma alta capacidade de tensão e corrente, mesmo em relés pequenos. O relé é um dispositivo que possui uma bobina, e um contato preso a uma mola de rearme, que conecta com os terminais nas posições Normalmente Aberto (NA) e Normalmente Fechado (NF), conforme Figura 5 (VIDAL, 2017).

Figura 5 – Modulo relé 1 canal

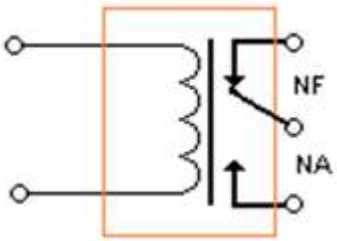


Fonte: ARDUINO&CIA, 2013

Quando a bobina é energizada, ela cria um campo eletromagnético, que funciona como um imã, portanto atrai e desloca o contato. Então o relé passa a desconectar do NF do contato central que passa a estar conectado no NA. Isso acontece sem misturar os sinais, já que à bobina é totalmente isolada dos contatos que serão chaveados, conforme a Figura 6 (VIDAL, 2017).

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

Figura 6 – Esquema elétrico relé



Fonte: Autor, 2021.

O diodo emissor de luz ou como é mais conhecido LED é um componente eletrônico semicondutor, que utiliza a mesma tecnologia nos chips de computador, responsável pela transformação de energia elétrica em luz. Um componente bipolar que possui dois terminais, anodo e catodo e permite ou não a passagem de corrente dependendo de sua polarização. A iluminação LED é isenta de radiação ultravioleta, item importante quando precisamos iluminar sem está incidência (SANTOS, 2021).

Utiliza-se a torre de LED para a sinalização como no caso do protótipo de vazamento de gás, a única função é alertar o usuário.

Os displays são dispositivos que possuem interfaces elétricas padronizadas e recursos internos gráficos e de software que permitem facilmente a permuta por outros de outros fabricantes, sem que seja necessário alterar o programa de aplicação. Por ser altamente padronizado, seu custo é baixo (PUHLMANN, 2015).

Os módulos LCD são especificados principalmente por sua capacidade gráfica de comunicação, ou seja, o número de caracteres por linha e o número de linhas. Outras especificações importantes que devemos considerar são as dimensões físicas do módulo, a tensão de alimentação, a disposição física dos pontos de conexão externa, a posição desses pontos de conexão com relação ao display, do lado esquerdo ou direito, em cima ou embaixo, o tipo de interface eletrônica, paralela (predominante) ou serial, backlight (luz de fundo) e finalmente o controlador do display (PUHLMANN, 2015).

O buzzer funciona a partir do efeito piezoelétrico reverso. O princípio desse efeito é o surgimento de uma tensão elétrica a partir de um esforço mecânico. E para fazer Buzzer funcionar, aplica-se uma tensão em seus terminais com uma determinada frequência. A célula piezoelétrica dentro do buzzer irá vibrar na mesma frequência, produzindo um som. A partir dessa frequência, é possível criar uma infinidade de sons diferentes, mais graves ou mais agudos (BEZERRA, 2018).

2 DESENVOLVIMENTO

Foi desenvolvido um sistema inteligente integrado no microcontrolador arduino, que detecte o vazamento de gás LP (Liquefeito de Petróleo) e que seja capaz de atuar sob o vazamento de gás em três níveis.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

Para que isso ocorra, a ideia é integrar 4 atuadores com respostas para cada nível de gás específico, fazendo com que os três níveis mencionados não apresentassem nenhum tipo de falha.

1) Sensor visual: Led;
2) Sensor sonoro: Buzzer;
3) Válvula solenoide;
4) Exaustor.

No primeiro nível foi indicado o nível de segurança do ambiente, ou seja, é constatado que não há presença de uma quantidade que possa ser prejudicial ao ambiente. Para isso foi determinado um limite no sistema, para que não atrapalhe o usuário na hora de acender o fogão por exemplo, pois para acendê-lo inicialmente ocorre um pequeno vazamento do gás.

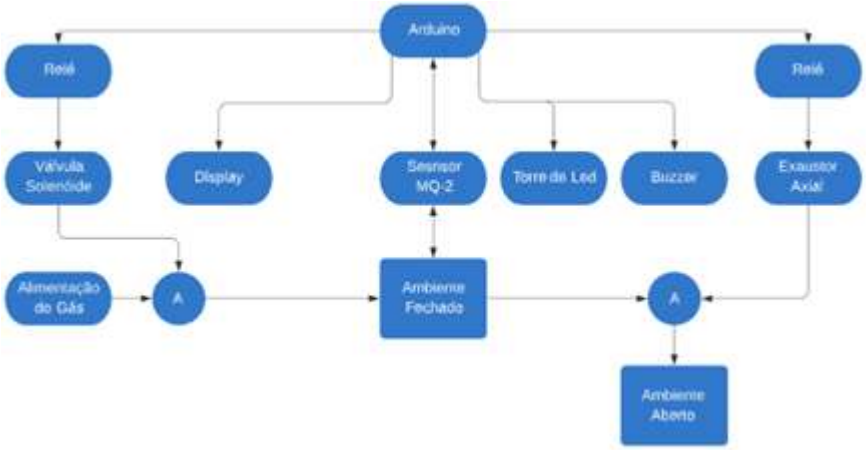
No segundo nível, caso a quantidade de gás lida pelo sensor seja maior que um determinado valor, o controlador irá enviar um comando para a torre de indicação que automaticamente irá mudar seu status e irá acionar um alarme sonoro (segundo atuador).

E por fim, no terceiro e último nível, ao detectar um alto indicie de gás no ambiente o controlador irá enviar um sinal para a válvula solenoide (terceiro atuador) cortar a alimentação do gás e para o exaustor (quarto atuador) que foi responsável por retirar o gás do ambiente. Além disso, os outros dois atuadores (led e buzzer) também enviarão um sinal de perigo.

Em cada um dos níveis, uma determinada mensagem foi reproduzida no display para alertar o usuário, indicando os níveis de vazamento: baixo, médio, alto.

Após escolher e entender o funcionamento de todos os componentes que foram utilizados no projeto foi realizado um fluxograma para identificar quais seriam as interligações necessárias dentro do sistema para atingir o objetivo proposto. Como o microcontrolador Arduino foi responsável por realizar toda a parte de comando do sistema, praticamente tudo foi interligado a ele, conforme fluxograma da Figura 7.

Figura 7 – Fluxograma de controle



Fonte: Autor, 2021.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

Nele estão ligados os dois relés que são responsáveis por realizar a atuação do exaustor e da válvula solenoide no sistema, o sensor de gás que fará a detecção no ambiente, o display que ficará atualizando o usuário com mensagens, a torre de led e o buzzer que emitirá um alarme sonoro que deixará o usuário em alerta.

Como o microcontrolador escolhido para o projeto foi o arduíno, a programação foi realizada na linguagem C++ com algumas modificações.

C++ é uma linguagem de alto nível, ou seja, seu nível de abstração é maior e ela está mais próxima da linguagem humana do que da dos computadores. Neste tipo de linguagem não é necessário manipular a memória e os recursos de hardware diretamente pois existem bibliotecas e alguns recursos previamente disponíveis, que facilitam programação para o usuário (ELETROGATE, 2017).

No contexto de programação, compilar um código significa verificar toda a sintaxe do código e, caso esteja tudo escrito dentro das regras da linguagem, criar o chamado código objeto, que é um outro programa, semanticamente idêntico o que você escreveu, mas que está escrito na linguagem do microcontrolador (ELETROGATE, 2017).

Neste caso, para compilar o programa é necessário utilizar a plataforma IDE do Arduino, que está representada na Figura 8, e é open-source.

Figura 8 – Compilador



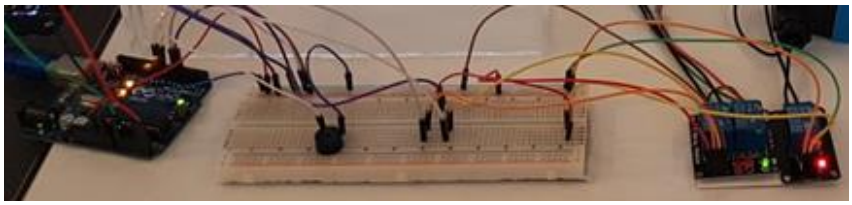
Fonte: Autor, 2021.

O primeiro passo realizado foi começar as ligações utilizando um protoboard conforme Figura 9, que é uma placa com conexões condutoras. Foram realizadas as ligações entre arduíno, protoboard e o modulo.

Já foram segregados os fios que irão para cada componente do projeto e feita a ligação do buzzer.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

Figura 9 – Início montagens Protoboard

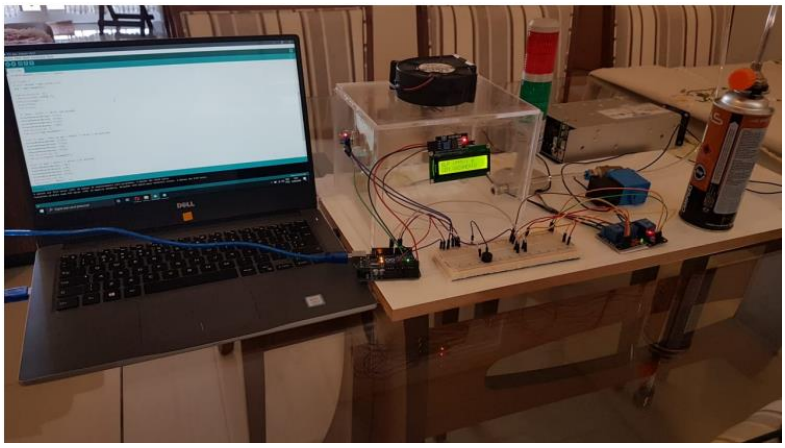


Fonte: Autor, 2021.

Para simular o ambiente fechado de um apartamento e verificar o funcionamento do exaustor axial, foi utilizada uma caixa de acrílico presa a uma base de madeira (MDF).

Em seguida, foram feitas as ligações de todos os componentes que faltavam, realizados os últimos ajustes da programação e por fim, foram executados os testes do protótipo conforme Figura 10.

Figura 10 – Protótipo completo



Fonte: Autor, 2021.

RESULTADOS

Como o sensor MQ-02 funciona com um range de detecção de 300 a 10000 ppm, a lógica do protótipo funcionou da seguinte maneira: a) quando o valor de gás detectado é menor ou igual a 1000 ppm, é considerado que não há vazamento, sendo assim o buzzer manteve-se desligado, o led verde ficou aceso e no display foi mostrada a mensagem “AMBIENTE SEGURO”. b) quando o valor de gás esteve entre 1002 e 4300 ppm, foi considerado como se houvesse um leve vazamento no ambiente, então foi acionando o buzzer, o led amarelo, e display foi exibida a mensagem “BAIXO VAZAMENTO, ATENÇÃO”. c) quando o nível de vazamento ficou superior ou igual a 4302 ppm foi considerado que já se estava em um ambiente de risco, sendo assim o buzzer continuou ligado e o led vermelho foi acionado, no display foi exibida a mensagem de alerta “ALTO VAZAMENTO, PERIGO” e por fim foi acionada a válvula solenoide e o exaustor, bloqueando a alimentação de gás no sistema e ventilando o ambiente.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O protótipo desenvolvido atingiu as expectativas se mostrando eficiente naquilo que foi proposto, sendo possível fazer uma leitura eficiente de um ambiente fechado e, conforme os níveis de gás fossem se elevando no ambiente, os sinais visuais e sonoros salientariam o problema do vazamento. Com isso ficará mais seguro a implementação de gás tubulado em residências e estabelecimentos, tornando o ambiente mais seguros tanto para as pessoas que estão perto quanto para as que estão mais longe, como por exemplo: vizinhos. Pois, além de avisar como os demais sistemas de proteção já fazem, caso ninguém note os sinais ou não tenha acesso para extinguir o vazamento, ele irá bloquear o suplemento de gás e agirá para dispersão do gás já presente no ambiente acionando o exaustor.

Mas é importante ressaltar que é um sistema que auxilia na proteção, tentando minimizar os impactos possíveis desse vazamento quando há algum comportamento anormal no ambiente que ele está instalado, como explosões ou a inalação desse gás em grande quantidade por indivíduos, mas é necessário que sejam tomadas todas as prevenções para instalar uma tubulação de gás, para que esse vazamento nem chegue a ocorrer. Com as novas tecnologias está cada vez mais fácil manter um ambiente mais seguro.

REFERÊNCIAS

ABNT. **ABNT NBR 13103:2020 - Instalação de aparelhos a gás — Requisitos**. São Paulo: Associação de Normas Técnicas, 2020. Disponível em: https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=448329. Acesso em: 12 nov. 2021.

ABNT. **ABNT NBR 15358:2021 - Rede de distribuição interna para gás combustível em instalações de uso não residencial de até 400 kPa — Projeto e execução.** São Paulo: Associação de Normas Técnicas, 2021. Disponível em: https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=474864. Acesso em 12 nov. 2021.

ADNORMAS. Evite os riscos do gás de cozinha (GLP). **Revista Digital**, 2019. Disponível em: https://revistaadnormas.com.br/2019/04/02/evite-os-riscos-do-gas-de-cozinha-glp. Acesso em: 12 nov. 2021.

ARDUINO&CIA. **Alarme sensor de gás com o módulo MQ-2**. [*S. l.*]: Arduino, 2015. Disponível em: https://www.arduinoecia.com.br/alarme-sensor-de-gas-modulo-mq-2/. Acesso em: 16 nov. 2021.

ARDUINO&CIA. **Ligando uma lâmpada com modulo relé Arduino**. [*S. l.*]: Arduino, 2013. Disponível em: https://www.arduinoecia.com.br/ligando-uma-lampada-com-modulo-rele-arduino/. Acesso em: 16 nov. 2021.

BEZERRA, V. H. I.; **Buzzer ativo ou passivo. Qual é o ideal para o seu projeto?**. Palmas: ADRobotica, 2018. Disponível em: https://www.adrobotica.com/buzzer-ativo-ou-passivo-qual-e-o-ideal-para-o-seu-projeto/. Acesso em: 12 nov. 2021.

DESHMUKH, A. V. **Microcontrollers – Theory And Applications.** Noida, UP, India: Tata McGraw Hill, 2005. Disponível em: http://www.electronica-pt.com/robotica-app/arduino. Acesso em: 20 maio 2021.

DIAS, D. L. O que é GLP?. **Brasil Escola**. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/o-que-e/quimica/o-que-e-glp.htm. Acesso em: 12 nov. 2021.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

ELETROGATE. **Programação com Arduino**. Belo Horizonte: Blog Eletrogate, 2017. Disponível em: https://blog.eletrogate.com/programacao-arduino-parte-1/. Acesso em: 09 jun. 2021.

GOVERNO FEDERAL BRASILEIRO. **Governo Federal Reforça o Fornecimento de Gás de cozinha**. Brasília: Casa Civil, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/casacivil/pt-br/assuntos/noticias/2020/abril/governo-federal-reforca-o-fornecimento-de-gas-de-cozinha. Acesso em: 04 abr. 2021.

GOVERNO FEDERAL BRASILEIRO. Consolidado dos Dados de Produção. **Boletim da Produção de Petróleo e Gás Natural**, n. 124, dez. 2020. Disponível em: https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins-anp/bmp/2020/2020-12-boletim.pdf. Acesso em: 04 abr. 2021.

LIQUIGÁS. **Manual de Segurança para Consumidores de GLP**. São Paulo: Liquigás, 20[--]. Disponível em: http://www.liquigas.com.br/wps/portal/!ut/p/z1/jY_BCoJAEIafxSeYccytjtbaukqmC5bOJTxECKkdInr8tkMQRVtzGb7_p8Bhhp4aK_dsb1049Ce7N6w2Gc5EiWKELdpjJRvaFloEazLCeygeb3LFSEZU8zLRPqZEWDt1JQqLCShWkQCdaymcSC1nwr_YbNDD4F_tlsAv0yE__kOgN3xeTL2B5vCb0Wff7iAmX4CjqpzX1VVfdNd5Hl3zhcwKg!!/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/p0/IZ7_KN022HG200VJE02NO2CPI63MQ3=CZ6_KN022HG200VJE02NO2CPI63MQ4=MECTX!QCPwebQCAcontentQCPliquigasQCPmenuQCPprodutosQCAeQCAservicosQCPbotijoesQCAparaQCAresidenciasQCPdicasQCAdeQCAsegurancaQCPmanualQCAdeQCAseguranca==/. Acesso em: 04 abr. 2021.

LIQUIGÁS. **O Botijão e o GLP**. São Paulo: Liquigás, 20[--]. Disponível em: https://www.liquigas.com.br/wps/portal/!ut/p/z1/zVLBcoIwFPyVXDw6CRhETx2KVqxWIKpALk6AYOOYgIDY9usbOu30BJ3emlvydvdtdhYSGEAiac2PtOKZpGd1D8nwsFghXXdmOkKTBx3pnrceb5yJZk8x9D8BqOVYCJJu_h4SSGJZ5dULDG8sAnEmKyarHjrzy1UZKXtIMHntobzIkmuVIYCBkhU1jzM1irKKnzJWgpwWFBSs5AmTMW9YOT1ySUFecPWQ0zOo2YkCQXkJ-qCV19jJY57AkBqJqc0RwpGG0xTjKDWGUYpSgyU0SvG4Qfr202G2dO-t5cF2V9tpsIXhnZaIt69cOj5OumPzG_I2hYVndANG829Ax5JQmTR_FNz9HCPdRFt3MrA0d2hCv-bsBncyK4Qgw_Pfw9nspp7a0p6Tg-Djbx1RJeSny4VYqilNO14rGPyHquRiJ0YD0Q8QXws7encwCT8ATg4irg!!/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/p0/IZ7_KN022HG20OVI40270TOD3A1O67=CZ6_KN022HG200DF202RRP9QHD1CE4=MEWCM_QFBUERY!WCM_GLOBAL_CONTEXT!QDP1dmy=CTX!QCPWebQCAContentQCPLiquigasQCPMenuQCPProdutosQCAeQCAServicosQCPBotijoesQCAparaQCAresidenciasQCPOQCABotijaoQCAeQCAoQCAGLPQCP==/. Acesso em: 28 abr. 2021.

MCROBERTS, M.; **Arduino Básico**. 2. ed. São Paulo: Novatec, 2018.

OLIVEIRA, E. **Como usar com Arduino – Sensor (Detector) de Gás Inflamável / Fumaça – MQ-2**. Disponível em: https://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/como-usar-com-arduino-sensor-detector-de-gas-inflamavel-fumaca-mq-2. Acesso em: 12 nov. 2021.

POLOLU. **Datasheet: MQ-2 semiconductor sensor for combustible gas**. Las Vegas: Pololu, 20[--]. Disponível em: https://www.pololu.com/file/0J309/MQ2.pdf. Acesso em: 12 nov. 2021.

PUHLMANN, H. F. W. **Módulo de Display LCD**. [*S. l.*]: Embarcados. 2015. Disponível em: https://www.embarcados.com.br/modulo-de-display-lcd/. Acesso em: 12 nov. 2021.

SABOIA, R. H. Encarte de consolidação da produção 2020. **Boletim da Produção de Petróleo e Gás Natural**, n. 124, dez. 2020. Disponível em: https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins-anp/bmp/2020/2020-12-boletim.pdf. Acesso em: 04 abr. 2021.

SANTOS, D. M. LED - Diodo Emissor de Luz. **Brasil Escola**. Disponível em: https://www.infoescola.com/eletronica/led-diodo-emissor-de-luz/. Acesso em: 12 nov. 2021

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

SANTOS, R. M. N. **Acidentes domésticos nas férias e na pandemia:** o que fazer? Como prevenir? Juiz de Fora: Hospital Monte Sinai, 2021. Disponível em: https://www.hospitalmontesinai.com.br/noticias/dicas-de-saude/acidentes-domesticos-nas-ferias-e-na-pandemia-o-que-fazer-como-prevenir. Acesso em: 12 nov. 2021.

SOUZA, L. A. Gás GLP. **Brasil Escola**. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/quimica/gas-glp.htm. Acesso em: 12 nov. 2021.

VIDAL, V. **Módulo Relé para automação residencial com Arduino**. Belo Horizonte: Blog Eletrogate, 2017. Disponível em https://blog.eletrogate.com/modulo-rele-para-automacao-residencial-com-arduino/. Acesso em: 12 nov. 2021.

VIECELI, D. **Engenharia das coisas – Botijão de gás**. [*S. l.: S. n.*], 2016. Disponível em: https://nivelandoaengenharia.com.br/pt/blog/2016/06/06/engenharia-das-coisas-botijao-de-gas/. Acesso em: 12 nov. 2021.