



CENTRO PAULA SOUSA
ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL DE TABOÃO DA SERRA
CURSO TÉCNICO EM DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

KAIQUE NORAN FERREIRA LAZZARETTI
MIRIÃ VIVIAN OLIVEIRA NUNES
PEDRO OLIVEIRA BARBOSA
PEDRO SILVA LIMA
VINICIUS FERNANDES PAES

Uso da plataforma Arduino no desenvolvimento de detector de gases industriais

TABOÃO DA SERRA – SP
2024

KAIQUIE NORAN FERREIRA LAZZARETTI

MIRIÃ VIVIAN OLIVEIRA NUNES

PEDRO DE OLIVEIRA BARBOSA

PEDRO SILVA LIVA

VINICIUS FERNANDES PAES

Uso da plataforma Arduino no desenvolvimento de detector de gases industriais

Artigo científico desenvolvido nas disciplinas Estudos Avançados em Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Estudos Avançados em Matemática e suas Tecnologias, do Curso Técnico em Desenvolvimento de Sistemas (3º ano) da Escola Técnica Estadual de Taboão da Serra.

Professora: Ma. Julia Naelly Machado Silva

Professor: Me. Drausio de Castro

TABOÃO DA SERRA – SP

2024

RESUMO

Atualmente, há uma crescente evidência de acidentes relacionados a vazamento de gases, principalmente em zonas industriais, à exemplo do ocorrido em Punjab, na Índia, em 2023, um incidente que ocasionou o óbito de 11 pessoas. Objetivou-se desenvolvimento um detector de gases, com base na plataforma Arduino, visando identificar rapidamente vazamentos de gases potencialmente perigosos em ambientes industriais, protegendo assim os trabalhadores e as instalações. Para isso, desenvolveu-se o protótipo utilizando o Tinkercad...

Palavras-chave: sensor de gases, Arduino, Tinkercad, segurança industrial.

ABSTRACT

The students of the Technical Course in Systems Development at the State Technical School of Taboão da Serra are working on an interdisciplinary project called "Gas Detector." The idea is to create a system that monitors gases using the Arduino platform. The main objective is to quickly detect potentially dangerous gases in industrial environments, thereby protecting workers and facilities. This project was inspired by real incidents, such as the gas leak in Punjab, India, in 2023, which resulted in the death of 11 people. The students aim to provide an affordable and efficient solution by combining the flexibility of Arduino with advanced gas sensors. In developing the project, they are exploring different types of sensors, analyzing common and hazardous gases found in the industry, and studying calibration methods to ensure the accuracy of the collected data.

Keywords: Gas Detector, Arduino, gas monitoring, industrial safety, gas sensors.

SUMÁRIO

1	TEMA	5
2	PROBLEMA DE PESQUISA	5
3	HIPÓTESES	5
4	OBJETIVOS	5
4.1	Objetivo geral	6
4.2	Objetivos específicos	6
5	REFERENCIAL TEÓRICO	6
5.1	Problemáticas relacionadas aos vazamentos de gases em industriais químicas	6
5.1.1	Índices de vazamentos	6
5.1.2	Sistemas de prevenção atual	7
5.1.3	Risco para os trabalhadores	7
5.1.4	Meio ambiente	8
5.2	Gases na indústria química	8
5.2.1	Tipos de gases (combustão, contaminação, expansividade dos gases)	8
5.2.2	Principais gases utilizados na indústria química	9
5.2.3	Grau de periculosidade	11
5.3	Arduino e suas funcionalidades	16
5.3.1	Plataforma Arduino e seu funcionamento	16
5.3.2	Sensor de gás com base na plataforma Arduino	17
6	METODOLOGIA	19
6.1	Desenvolvimento de protótipo no Tinkercad	19
6.1.1	Componentes Utilizados no Protótipo:	20
6.2	Funcionamento do Sensor	20
6.3	Desenvolvimento do website	21
6.3.1	Paleta de Cores	21
6.3.2	Página Home	22
7	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
8	CRONOGRAMA	29
	REFERÊNCIAS	29

TEMA

Nos ambientes industriais, a detecção de gases potencialmente perigosos é crucial para garantir a segurança dos trabalhadores e a sua integridade. A combinação da variabilidade do Arduino com sensores de gás avançados resulta em uma solução acessível e eficiente para o monitoramento de gases em áreas industriais. Diante da problemática apresentada, propõe-se o desenvolvimento de uma ferramenta de detecção rápida e precisa de gases potencialmente perigosos, utilizando-se o Arduino.

2 PROBLEMA DE PESQUISA

De acordo o veículo de notícias Itatiaia (2023) um incidente ocorreu na cidade de Punjab, Índia, sendo responsável pela morte de 11 pessoas. A causa da morte desses indivíduos é referente a um vazamento de gás dentro da zona industrial da cidade, o ocorrido deixou também quatro outras pessoas hospitalizadas. Outro incidente relacionado ao vazamento de gases ocorreu em Itaquaquecetuba, em junho de 2023, no qual os presentes dentro do local foram evacuados rapidamente, porém poderia ser alto o risco caso continuassem naquele ambiente, este não deixou vítimas fatais nem hospitalizadas (G1, 2023). Diante disso, evidencia-se que a problemática associada a vazamentos de gases em indústrias é séria, e que pode culminar em danos aos trabalhadores e às estruturas física e material dos locais de trabalho.

3 HIPÓTESES

Como alternativa para minimizar os impactos relacionados aos vazamentos de gases industriais, evidencia-se que a utilização da plataforma Arduino combinada com sensores de gás, permite a criação de um sistema de monitoramento de gases eficiente e acessível, capaz de detectar rapidamente gases potencialmente perigosos em ambientes industriais, garantindo a segurança dos trabalhadores e a integridade das instalações. Portanto essa hipótese propõe uma solução prática e implementável para o problema de vazamentos de gases em ambientes industriais.

4 OBJETIVOS

4. 1 Objetivo geral

Objetiva-se criar um detector de gases industriais, baseado em um sistema Arduino, que possibilitará a detecção da fumaça e posterior acionamento de um sistema de alerta e de contenção do fluxo de gás nas tubulações.

4. 2 Objetivos específicos

- a) criar um protótipo do detector de gases por meio do Tinkercad.
- b) promover testes de validação de funcionamento do sistema Arduino.
- c) desenvolver um site informativo, sobre...

5 REFERENCIAL TEÓRICO

5.1 Problemáticas relacionadas aos vazamentos de gases em industriais químicas

Identificado a oportunidade de conseguir atuar na resolução do problema de vazamento de gases em indústrias químicas, é possível agir de forma efetiva no problema. Porém, inicialmente, deve-se definir conceitos e conflitos, que possam perturbar o desenvolvimento de alguma solução, portanto, deve-se primeiramente contextualizar a situação presente.

5.1.1 Índices de vazamentos

Em 2020, na Índia, houve o vazamento de gás de uma fábrica de produtos químicos LG Polymers, deixando pelo menos doze mortos e milhares de cidadãos hospitalizados no estado de Andhra Pradesh, região sul. Um dos materiais mais utilizados dentro dessa indústria é o estireno, reconhecido como uma substância cancerígena pela Agência Internacional de Pesquisa do Câncer (IARC). Apesar da causa para o incidente não ter sido definida, conseguiu-se identificar a origem da vazão do gás químico vindo de dois tanques de cinco mil toneladas (5.000 t) que estavam sem a devida vigilância, e se espalhou por um raio de até cinco quilômetros (5 km) (PRAVEEN, 2022).

Tendo isso em mente, é inevitável associar a falta de vigilância do sistema pneumático da fábrica como a causa para este (PRAVEEN, 2022). Considerando os casos de vazamento de gás citados (G1, 2023), fica evidente o aumento do número de

episódios como o referido anteriormente. Aplicando a mesma situação para os outros casos, é possível concluir que a produção de um sistema capaz de garantir a segurança dos trabalhadores, através do monitoramento de gás, é essencial, atualmente.

5.1.2 Sistemas de prevenção atual

Para a aplicação em uma indústria química, definem-se gases tóxicos e combustíveis como prioridade para o monitoramento. Se uma fábrica estiver interessada em supervisionar os gases tóxicos manuseados nela, ela encontrará opções como UltraRAE 3000, MiniRAE 3000, MultiRAE Lite e QRAE 3 para implementação; já para combustíveis, MultiRAE Lite e MultiRAE Pro. Esses sensores utilizam reações químicas para identificar e mensurar um gás tóxico específico ou uma classe de gases. São ideais para monitoramento de ambientes com risco de explosão ou de incêndio pela ignição de gases inflamáveis (AG SOLVE).

Ainda assim, uma empresa pode decidir não implementar esses sensores por conta do custo desses materiais. Utilizando como exemplo o sensor MultiRAE Lite, indicado para a detecção de ambos os gases tóxicos e combustíveis, este custa em média treze mil reais (R\$13.000,00) (AKSO). Logo, faz-se necessário pensar em soluções de menor custo para implementação, pois o investimento neste tipo de tecnologia se torna inviável, principalmente em empresas de pequeno porte que podem dispor de limitados recursos financeiros.

5.1.3 Risco para os trabalhadores

O manuseio de materiais tóxicos em uma indústria coloca em risco a vida e a saúde de seus trabalhadores. Em casos em que o gás é inflamável, existe a possibilidade que a vazão inicie incêndios e explosões em prédios e áreas com presença humana. Além da possibilidade de inalação que pode gerar intoxicações e provocar danos à saúde dos trabalhadores, à exemplo disso, tem-se a intoxicação causada pelo monóxido de carbono (CO), que resulta em sintomas como tonturas, dificuldade para enxergar, problemas no pulmão, náuseas, cansaço muscular e, em casos avançados, pode levar à morte (DPUNION).

Desse modo, a fim de minimizar a possibilidade da ocorrência de situações como as descritas, surge a necessidade de identificar e alertar previamente quaisquer vazamentos de materiais que possam colocar em risco a saúde dos funcionários mais próximos dos aparelhos.

5.1.4 Meio ambiente

O vazamento de gás não só afeta o ser humano, mas também o meio ambiente. A vazão de determinados tipos de gases tóxicos pode provocar a poluição dos ecossistemas, ocasionando danos a flora e a fauna. A liberação de gases combustíveis aumenta o risco de incêndios e explosões e, em especial, deve-se atentar a gases cuja expansão é rápida no ambiente em que são manuseadas. O cloro, por exemplo, é um elemento químico perigoso, cuja ingestão pode causar pneumonia química, queimaduras e mesmo morte em altas concentrações, além de ser capaz de reagir explosivamente com produtos orgânicos (ELABRATEC).

Felizmente, o gás cloro é facilmente detectável por conta do cheiro e da coloração amarelada (ELABRATEC). Ainda assim, deve-se pensar no risco que gases cujos sentidos do corpo humano não podem ser utilizados como fatores para identificar sua circulação, sendo gases inodoros ou invisíveis. Um sistema se faz útil nesse cenário.

5.2 Gases na indústria química

5.2.1 Tipos de gases (combustão, contaminação, expansividade dos gases)

Os gases são moléculas no estado gasoso da matéria que têm grande compressibilidade e capacidade de se expandirem. Dadas essas características, em vazamentos de gases, estes tendem a se espalhar por todo o ambiente, independentemente de suas densidades em relação ao ar. E com isso, no caso de gases tóxicos e inflamáveis, têm-se locais que são rapidamente infestados por esses compostos, viabilizando a ocorrência de acidentes.

Além dos perigos associados à sua forma física, os gases podem apresentar riscos adicionais, como inflamabilidade, toxicidade, capacidade de oxidação e corrosão, entre outros. Quando expostos a mudanças de pressão e/ou temperatura, os gases são significativamente afetados. A maioria dos gases pode se liquefazer com o aumento da

pressão e/ou a redução da temperatura. Por exemplo, a amônia pode se tornar líquida sob uma pressão de cerca de 8 kgf/cm² ou a uma temperatura de aproximadamente - 33,4° C.

Uma vez liberados, os gases comprimidos pela pressão e/ou temperatura tendem a retornar ao seu estado natural, ou seja, gasoso, nas condições ambientais. Durante a transição de líquido para gasoso, ocorre uma expansão drástica do volume, gerando quantidades gasosas muito maiores do que as ocupadas pelo líquido, o que é conhecido como taxa de expansão. Um exemplo disso é o cloro, que possui uma taxa de expansão de 457 vezes, significando que um volume de cloro líquido se transforma em 457 volumes de cloro gasoso. Já o GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) tem uma taxa de expansão de 270 vezes.

Alguns gases considerados biologicamente inertes, ou seja, que não são metabolizados pelo corpo humano, podem representar riscos em determinadas circunstâncias. Todos os gases, exceto o oxigênio, são asfixiantes. Grandes vazamentos, mesmo de gases inertes, podem reduzir o teor de oxigênio em ambientes fechados, causando danos que podem levar à morte das pessoas expostas.

Outro ponto importante sobre acidentes com gases é a possibilidade de incêndios ou explosões. Mesmo recipientes que armazenam gases não inflamáveis podem explodir durante um incêndio. As chamas geram radiação térmica com energia suficiente para aumentar a pressão dentro do recipiente, levando à sua ruptura abrupta e resultando no lançamento do conteúdo a grandes distâncias, causando danos a indivíduos, estruturas e equipamentos nas proximidades (UOL Educação, s.d.).

5.2.2 Principais gases utilizados na indústria química

- Oxigênio (O₂) é indispensável para as indústrias de vários setores. Na soldagem é utilizado como gás ativo do processo MAG, em queimadores industriais possibilita um menor gasto com combustíveis fósseis, em laboratórios usado utilizado como combustível, agente oxidante e agente de branqueamento, já na medicina, é aplicado no tratamento de insuficiência respiratória e de intoxicação por monóxido de carbono.
- Nitrogênio (N₂) é um componente que está presente na estrutura de muitas moléculas, algumas das quais desempenham papéis na fabricação de fertilizantes, fogos

de artifício e até explosivos. Em aplicações industriais, o N_2 é fundamental na produção de amônia, usada para refrigeração em câmaras de resfriamento, congelamento de alimentos e preservação de sêmen animal.

- Dióxido de carbono (CO_2) é utilizado na indústria em embalagens que promovem atmosfera modificada, bem como no controle de temperatura para o armazenamento e transporte de alimentos. No ramo automobilístico, o CO_2 é empregado em combinação com nitrogênio para ajustes durante testes de motor; na indústria Metalúrgica, é empregado como gás de proteção em procedimentos de soldagem MIG/MAG e Arame Tubular.
- Hélio (He) é empregado em soldagens, na fabricação de semicondutores, cabos de fibra óptica e na produção de airbags.
- Argônio (Ar) é um gás nobre, frequentemente empregado na indústria como gás de proteção em processos de soldagem MIG/MAG e TIG envolvendo materiais não ferrosos. Pode ser utilizado tanto em sua forma pura como em combinação com outros gases industriais.
- Hidrogênio (H_2) é uma molécula amplamente presente na natureza, podendo ser encontrada na água, no ar e em compostos orgânicos. Uma de suas características notáveis é sua capacidade de reagir vigorosamente com o oxigênio.
- Gás natural é um combustível fóssil, resultante da decomposição da matéria orgânica ao longo de milhares de anos, em condições ideais de pressão e temperatura. É composto principalmente por hidrocarbonetos leves, incluindo metano, etano, propano e butano, sendo geralmente encontrado em depósitos de rochas porosas no subsolo terrestre ou marinho, o gás natural é extraído em seu estado gasoso.
- GLP (Gás Liquefeito de Petróleo), conhecido popularmente como gás de cozinha, é produzido a partir da separação das frações mais leves do petróleo durante o processo de refino. Constituído por uma combinação de gases hidrocarbonetos, como propano (C_3H_8), propeno (C_3H_6), butano (C_4H_{10}) e buteno (C_4H_8), juntamente com pequenas quantidades de outros hidrocarbonetos (BR gases, 2022).

5.2.3 Grau de periculosidade

Ao manusear produtos químicos, a primeira providência é ler as instruções do rótulo, no recipiente ou na embalagem, observando a classificação de risco, considerando danos à saúde (R) e as medidas de segurança para o trabalho (S). De acordo com a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ, [s.d.]), a classificação dos agentes químicos segundo seus graus de risco é feita de acordo com as seguintes tabelas (Tabelas 1, 2, 3 e 4):

Tabela 1 – Grau de risco 1.

GRAU 1 DE RISCO		
	Riscos	Medidas de segurança
Ácido cítrico	36	26 - 26
Ácido crômico	8 - 35	28
EDTA	37	22
Ácido fosfomolibdico	8- 35	22 - 28
Sulfato de cobre II	22	20
Nitrato de prata	34	24 - 25 - 26
Cromato de potássio	36 - 37 - 38	22 - 28

Fonte: FIOCRUZ, s. d.

Tabela 2 – Grau de risco 2.

GRAU 2 DE RISCO		
	Riscos	Medidas de segurança
Ácido nítrico fumegante	8 - 35	23 - 26 - 36
Ácido sulfanílico	20 - 21 - 22	>25 - 28
Amoníaco 25%	36 - 37 -38	26
Anidrido acético	10 - 34	26
Anidrido carbônico	2	3 - 4 - 7 - 34
Sulfato de cádmio	23 - 25 - 33 - 40	13 - 22 - 44
Cianetos	26 - 27 - 28 - 32	1 - 7 - 28 - 29 - 45
Formalina	23 - 24 - 25 - 43	28
Nitrogênio - gás	2	3 - 4 - 7 - 34
O-toluidina	20 - 21	24 - 25
Oxigênio - gás	2 - 8 - 9	3 - 4 - 7 - 18 - 34
Timerosal	26 - 27 - 28 - 33	13 - 28 - 36 - 45

Fonte: fiocruz

Tabela 3 – Grau de risco 3.

GRAU 3 DE RISCO		
	Riscos	Medidas de segurança
Acetato de etila	11	16 - 23 - 29 - 33
Acetato de butila	11	9 - 16 - 23 - 33
Acetona	11	9 - 16 - 23 - 33
Ácido clorídrico	34 - 37	26
Ácido fórmico	35	23 - 26
Ácido láctico	34	26 - 28
Ácido perclórico	5 - 8 - 35	23 - 26 - 36
Ácido sulfúrico	35	26 - 30
Ácido tricloroacético	35	24 - 25 - 26
Acrilamida	23 - 24 - 25 - 33	27 - 44
Álcool etílico	11	9 - 16 - 23 - 33 - 7
Álcool isobutílico	10 - 20	16
Álcool metílico	11 - 23 - 25	7 - 16 - 24
Amoníaco	10 - 23	7 - 9 - 16 - 38
Anilina	23 - 24 - 25 - 33	28 - 36 - 37 - 44
Benzeno	11 - 23 - 24 - 39	9 - 16 - 29
Tetracloroeto de carbono	26 - 27 - 40	38 - 45
Clorofórmio	20	24 - 25
Fenol	24 - 25 - 34	28 - 44
Nitrobenzeno	26 - 27 - 28 - 33	28 - 36 - 37 - 45
Ozônio	9 - 23	17 - 23 - 24
Dicromato de potássio	36 - 37 - 38 - 43	22 - 28
Hidróxido de potássio	35	26 - 37 - 39
Permanganato de potássio	8 - 20 - 21 - 22	23 - 42
Tolueno	11 - 20	16 - 29 - 33
Xileno	10 - 20	24 - 25

Fonte: fiocruz

Tabela 4 – Grau de risco 4.

GRAU 4 DE RISCO		
	Riscos	Medidas de segurança
Acetileno	5 - 6 - 12	9 - 16 - 33
Ácido acético	10 - 35	23 - 26
Ácido fluorídrico	26 - 27 - 28 - 35	7 - 9 - 26 - 36 - 37
Ácido pícrico	2 - 4 - 23 - 24 - 25	28 - 35 - 37 - 44
Ácido sulfídrico	13 - 26	7 - 9 - 25 - 45
Azida sódica	28 - 32	28

Fonte: fiocruz

A segunda coluna das Tabelas 1, 2, 3 e 4, evidencia a classificação de risco, caso uma pessoa entre em contato ou tenha alguma intoxicação pelos gases citados

anteriormente. A numeração se associa aos itens dispostos na Tabela 5, que descreve o risco associado.

Tabela 5 - Códigos de risco - normas "R"

1	Risco de explosão em estado seco.
2	Risco de explosão por choque, fricção ou outras fontes de ignição.
3	Grave risco de explosão por choque, fricção ou outras fontes de ignição.
4	Forma compostos metálicos explosivos.
5	Perigo de explosão pela ação do calor.
6	Perigo de explosão com ou sem contato com o ar.
7	Pode provocar incêndios.
8	Perigo de fogo em contato com substâncias combustíveis.
9	Perigo de explosão em contato com substâncias combustíveis.
10	Inflamável.
11	Muito inflamável.
12	Extremamente inflamável.
13	Gás extremamente inflamável.
14	Reage violentamente com a água.
15	Reage com água produzindo gases muito inflamáveis.
16	Risco de explosão em mistura com substâncias oxidantes.
17	Inflama-se espontaneamente ao ar.
18	Pode formar misturas vapor-ar explosivas.
19	Pode formar peróxidos explosivos.
20	Nocivo por inalação.
21	Nocivo em contato com a pele.
22	Nocivo por ingestão.
23	Tóxico por inalação.
23	Tóxico em contato com a pele.
24	Tóxico por ingestão.
25	Muito tóxico por inalação.

26	Muito tóxico em contato com a pele.
27	Muito tóxico por ingestão.
28	Libera gases tóxicos em contato com a água.
29	Pode inflamar-se durante o uso.
30	Libera gases tóxicos em contato com ácidos.
31	Libera gases muito tóxicos em contato com ácidos.
32	Perigo de efeitos acumulativos.
33	Provoca queimaduras.
34	Provoca graves queimaduras.
35	Irrita os olhos.
36	Irrita o sistema respiratório.
37	Irrita a pele.
38	Risco de efeitos irreversíveis.
39	Probabilidade de efeitos irreversíveis.
40	Risco de grave lesão aos olhos.
41	Probabilidade de sensibilização por inalação.
42	Probabilidade de sensibilização por contato com a pele.
43	Risco de explosão por aquecimento em ambiente fechado.
44	Pode provocar câncer.
45	Pode provocar dano genético hereditário.
46	Pode provocar efeitos teratogênicos.
47	Risco de sério dano à saúde por exposição prolongada.

Fonte: Fiocruz, ano?

A terceira coluna das Tabelas 1, 2, 3 e 4 dispõem das medidas de segurança associadas à exposição aos gases. A sua numeração se correlaciona com a Tabela 6, que aborda os cuidados e meios de prevenção.

Tabela 6 - Códigos de medidas de segurança - normas "S"

1	Manter fechado.
---	-----------------

2	Manter fora do alcance das crianças.
3	Manter em local fresco.
4	Guardar fora de locais habitados.
5	Manter em ...(líquido inerte especificado pelo fabricante).
6	Manter em ...(gás inerte especificado pelo fabricante).
7	Manter o recipiente bem fechado.
8	Manter o recipiente em local seco.
9	Manter o recipiente em local ventilado.
10	Manter o produto em estado úmido.
11	Evitar o contato com o ar.
12	Não fechar hermeticamente o recipiente.
14	Manter afastado de alimentos.
14	Manter afastado de ...(substâncias incompatíveis).
15	Manter afastado do calor.
16	Manter afastado de fontes de ignição.
17	Manter afastado de materiais combustíveis.
18	Manipular o recipiente com cuidado.
19	Não comer nem beber durante a manipulação.
20	Evitar contato com alimentos.
21	Não fumar durante a manipulação.
22	Evitar respirar o pó.
23	Evitar respirar os vapores.
24	Evitar o contato com a pele.
25	Evitar o contato com os olhos.
26	Em caso de contato com os olhos, lavar com bastante água.
27	Tirar imediatamente a roupa contaminada.
28	Em caso de contato com a pele, lavar com ...(especificado pelo fabricante).
29	Não descartar resíduos na pia.
30	Nunca verter água sobre o produto.
31	Manter afastado de materiais explosivos.

32	Manter afastado de ácidos e não descartar na pia.
33	Evitar a acumulação de cargas eletrostáticas.
34	Evitar choque e fricção.
35	Tomar cuidados para o descarte.
36	Usar roupa de proteção durante a manipulação.
37	Usar luvas de proteção apropriadas.
38	Usar equipamento de respiração adequado.
39	Proteger os olhos e rosto.
40	Limpar corretamente os pisos e objetos contaminados.
41	Em caso de incêndio ou explosão, não respirar os fumos.
42	Usar equipamento de respiração adequado (fumigações).
43	Usar o extintor correto em caso de incêndio.
44	Em caso de mal-estar, procurar um médico.
45	Em caso de acidente, procurar um médico.
46	Em caso de ingestão, procurar imediatamente um médico, levando o rótulo do frasco ou o conteúdo.
47	Não ultrapassar a temperatura especificada.
48	Manter úmido com o produto especificado pelo fabricante.
49	Não passar para outro frasco.
50	Não misturar com ...(especificado pelo fabricante).
51	Usar em áreas ventiladas.
52	Não recomendável para uso interior em áreas de grande superfície.

Fonte: Fiocruz, ano?

5.3 Arduino e suas funcionalidades

5.3.1 Plataforma Arduino e seu funcionamento

O Arduino é uma placa de prototipagem eletrônica com código aberto, desenvolvida em 2005 por um grupo de pesquisadores italianos. É uma plataforma de computação física embarcada, ou seja, um minicomputador dedicado e independente, programado para realizar determinadas funções.

A plataforma Arduino é composta por hardware e software, e seu principal componente é o microcontrolador, que manipula a entrada e saída de dados. O desenvolvimento de trabalho com essa plataforma, é necessário programar por meio do programa IDE Arduino, disponibilizado gratuitamente no site oficial do Arduino. O IDE permite escrever um código em uma linguagem semelhante a C/C++, que é traduzido em um código compreensível pela placa do Arduino.

5.3.2 Sensor de gás com base na plataforma Arduino

Para o desenvolvimento do protótipo de um sensor de detecção de fumaça e gases inflamáveis, utilizou-se uma placa Arduino com programação embutida, associada ao sensor MQ-2 (Figura 1) que é sensível a alguns gases inflamáveis como o butano, o álcool, o metano, propano, fumaça, entre outros.

Figura 1 – Sensor MQ-2



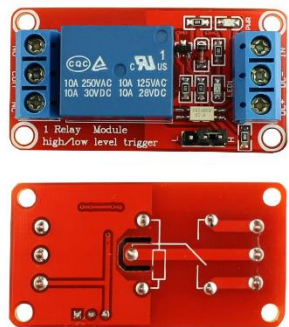
Fonte: Seeed Studio, ano?

O sensor é adequado para a automação de residências e prevenção de incêndios causados por gases de cozinha. Possui a funcionalidade de detectar gases inflamáveis, juntamente com a fumaça presente no local, podendo estar associado a um buzzer, enviando informações para acionamento de sinais de alerta de vazamento de gases. O sensor de Gás Arduino MQ-2 utiliza a tensão DC de 5V (cinco volts), possuindo duas saídas de sinal, uma analógica e uma digital TTL.

A placa Arduino Uno R3 (Figura 2) tem uma plataforma *open source* de programação física, que geralmente é usufruída para criar objetos interativos. Sua

microcontroladores. Permite a integração de um sistema independente, ou seja, pode ser usado para dar o acionamento do alarme. O seu diferencial é a presença de 1 optoacoplador, componente capaz de isolar uma região da outra, como se fosse um sistema de segurança que em casos de descargas elétricas.

Figura 4 - Módulo Relé



Fonte: Osinainfo, ano?

6 METODOLOGIA

6.1 Desenvolvimento de protótipo no Tinkercad

O Tinkercad é uma plataforma online desenvolvida pela Autodesk, que possibilita fazer design de modelos 3D e simulação de circuitos elétricos digitais. É uma plataforma de fácil uso para atividades escolares ou para trabalho e é gratuito, foi utilizado ele para a criação do projeto detector de gás. Para o desenvolvimento do protótipo do detector de gás, utilizou-se os seguintes componentes disponíveis no Tinkercad (Tabela 7).

Tabela 7 - Componentes utilizados para a construção no protótipo no Tinkercad.

Componentes	Quantidade
Arduino Uno R3	1
Jumpers	17
Resistores	4
Sensor MQ2	1
Buzzer	1
Válvula fechamento	1
LED	3

Fonte: Autoria própria (2024).

6.1.1 Componentes Utilizados no Protótipo:

- **Sensor de Gás (MQ-2 ou similar):** É o principal responsável por detectar a presença de gases no ambiente, como GLP, propano, metano, hidrogênio e fumaça. Quando a concentração de gás aumenta, a resistência do sensor diminui, gerando uma variação de tensão que pode ser lida por um microcontrolador.
- **Arduino Uno ou Nano:** O microcontrolador é o cérebro do protótipo. Ele recebe os sinais do sensor de gás, processa as informações e, com base na programação, decide se deve acionar o alarme.
- **Buzzer (Alarme Sonoro):** Um buzzer é utilizado para emitir o alerta sonoro. Quando o microcontrolador detecta que o valor lido pelo sensor de gás ultrapassa um certo limite, o buzzer é acionado.
- **LED (Indicador Visual):** Um LED é usado como um sinal visual adicional. Ele acende quando o gás é detectado ou para indicar o estado de funcionamento do protótipo.
- **Resistores:** São utilizados para limitar a corrente nos LEDs e no buzzer, protegendo-os contra sobrecarga.
- **Jumpers e Protoboard:** Estes são usados para conectar todos os componentes de maneira simples e eficiente. A protoboard permite montar o circuito sem a necessidade de solda.

6.2 Funcionamento do Sensor

O sensor de gás realiza a leitura das concentrações de gases no ambiente, sendo a leitura analógica do sensor enviada ao Arduino, que processa os parâmetros e compara com o limite estabelecido. Ao considerar as concentrações de gases no ambiente, o sensor envia um sinal de alerta sonoro (buzzer) e visual (LED).

Dentro do trabalho, os componentes LED e buzzer estão diretamente relacionados. O primeiro está separado em diferentes cores: verde, amarelo e vermelho. O verde ficará constantemente ativado, indicando que dentro do alcance do sensor, não há nenhum tipo de vazamento; o amarelo tem a função de indicar um estado de atenção, detectando que talvez haja um vazamento naquele local (este é capaz de fazer com que dentro de um contexto industrial, os trabalhadores evacuem a área, a fim de se precaverem, por exemplo); se o vermelho for ativado, é sinal de que certamente está havendo um

vazamento, quando isso acontecer é esperado que não haja mais pessoas nos arredores, exceto responsáveis pela manutenção.

O buzzer, como já citado, está interligado com os LEDs, isso significa que diferentes sons serão emitidos quando os LEDs amarelo e vermelho forem acionados. A cor verde não tem som porque fica constantemente ligada, isso geraria um ruído constante. Os sons emitidos são ambos bastante altos e lembram sirenes, para que todos os presentes no local escutem claramente.

A válvula será acoplada às tubulações de gás, estando também vinculada ao sistema Arduino, aos LEDs e ao buzzer. Em caso de detecção de vazamento de gás, as válvulas serão automaticamente fechada, minimizando a emissão de gases no ambiente.

6.3 Desenvolvimento do website

Para fins de divulgação do trabalho, foi desenvolvido um site utilizando JavaScript, uma linguagem de programação dinâmica baseada em orientação a objeto. (MDN Web Docs, 2024) Para a estruturação do site, usou-se a HTML (*Hypertext Markup Language*), e para a estilização, CSS (*Cascading Style Sheet*). Além disso, foram adicionados ícones para alguns elementos do site através do *framework Font Awesome*, uma biblioteca de ícones e ferramentas de trabalho para design. O site foi primariamente desenvolvido sob o ambiente de desenvolvimento web Replit e editores de texto padrão de sistemas operacionais.

6.3.1 Paleta de Cores

Junto com o desenvolvimento do site, passou-se a pensar na criação de uma identidade visual para o negócio. Primeiramente, foi criada a paleta de cores sobre a escolha da cor principal: o azul, a fim de relacionar o sensor com o Arduino (já que a maioria das placas possuem fundo azul). Em específico, foi escolhido tons de azul escuro, já que, de acordo com a Escola Britânica de Artes e Ciência (2023), a cor remete a conceitos de verdade, estabilidade e seriedade, trazendo o aspecto empresarial e menos amador do projeto (Figura 4).

Figura 4 – Paleta de Cores



Para contraste, foi escolhido tons de amarelo, também associada a riqueza, sabedoria e eternidade, fortalecendo a ideia de integridade da ideia e de embasamento para uma implementação da tecnologia (EBAC, 2023) (Figura 4). Ademais, os tons de cinza e o branco foram determinados para o texto, com algumas exceções para o uso de preto. O branco ainda pode remeter a pureza e limpeza, o que pode trazer a ideia de clareza nas palavras e no texto exibidos (Enciclopédia Significados, 2024).

6.3.2 Página Home

A primeira página a ser visualizada pelo usuário será a página *Home* ou Início, que servirá como a página central para o site (Figura 5). É dividida em seções que remetem aos tópicos tratados neste artigo, sendo tratados de forma superficial, proporcionando ao leitor uma visão geral do trabalho e caso o mesmo se interesse pelo produto, nas páginas seguintes poderá ter acesso aos artigos desenvolvidos. A estilização é feita com cartões, ícones, linhas e animações. A navegação é feita links disponibilizados pela página por meio de botões e seções guias no topo.

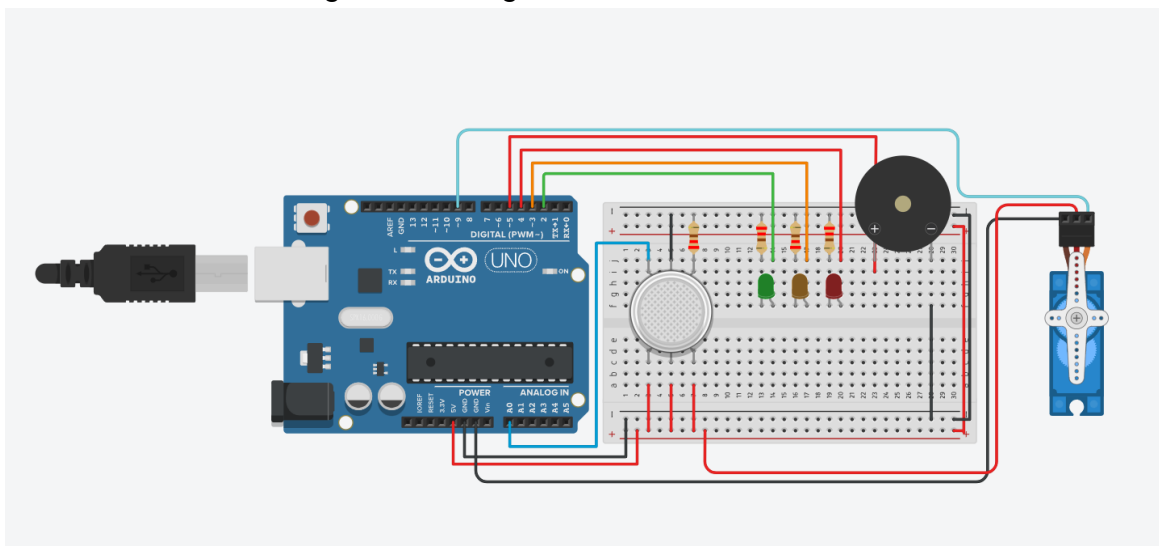
Figura 5 – Página Home



7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir desenvolvimento do protótipo do detector de gás no Tinkercad pode-se realizar a simulação do funcionamento do circuito, com a simulação de gases. A figura 6 apresenta o sistema em funcionamento.

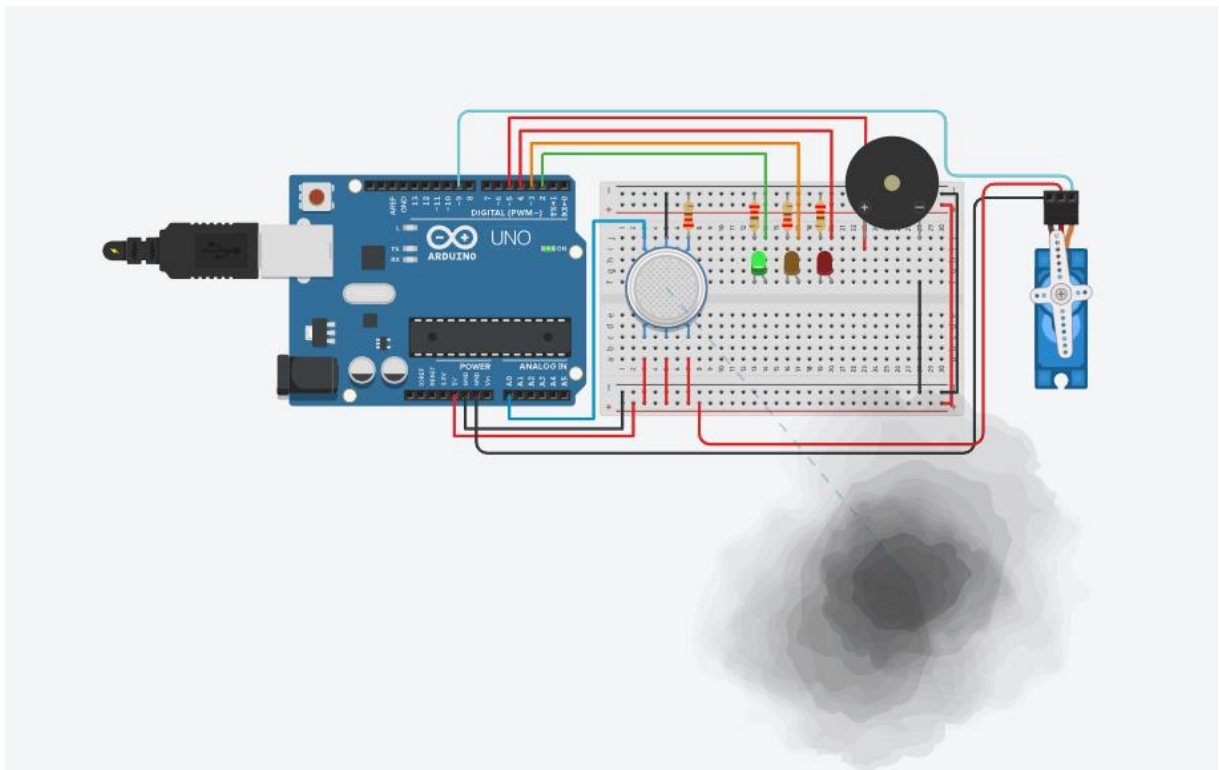
Figura 6 – imagem do sistema montado.



Fonte: Autoria própria (2024).

A figura 7, demonstra a simulação realizada, em que a nuvem de fumaça represente o gás a ser detectado pelo Sensor MQ2. No primeiro momento, o sensor não detecta os gases, apresentando LED verde ligado. Com isso, implica-se que a concentração de gases detectáveis no local está branda, não apresentando vazamento consideráveis e nem riscos iminentes.

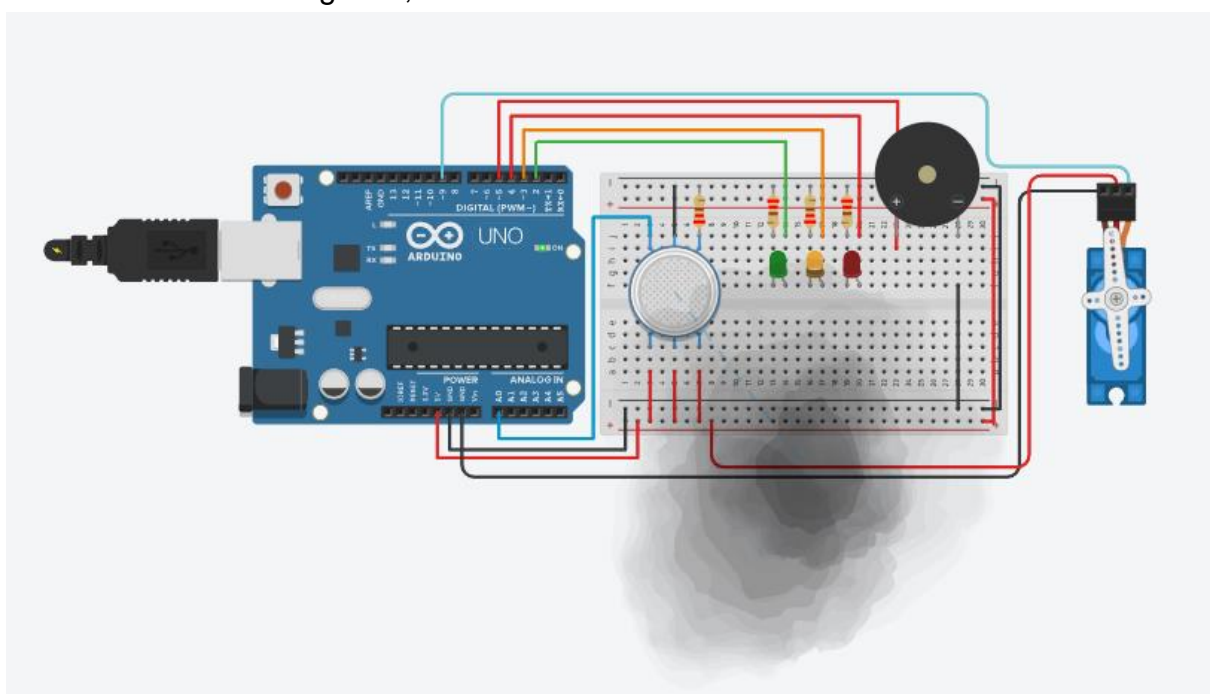
A figura 7 – Funcionamento do detector, frente a concentrações aceitáveis de gases, apresentando LED verde ligado.



Fonte: Autoria própria (2024).

Na figura 8, se observa o acionamento do LED amarelo, indicando a incidência de gases tóxicos no ambiente, servindo como sinal de alerta para verificação de locais de vazamento ou até mesmo evacuação da área. A nuvem de fumaça próxima ao detector indicar que os gases estão se expandindo pelo ambiente, mas ainda em concentrações regulares.

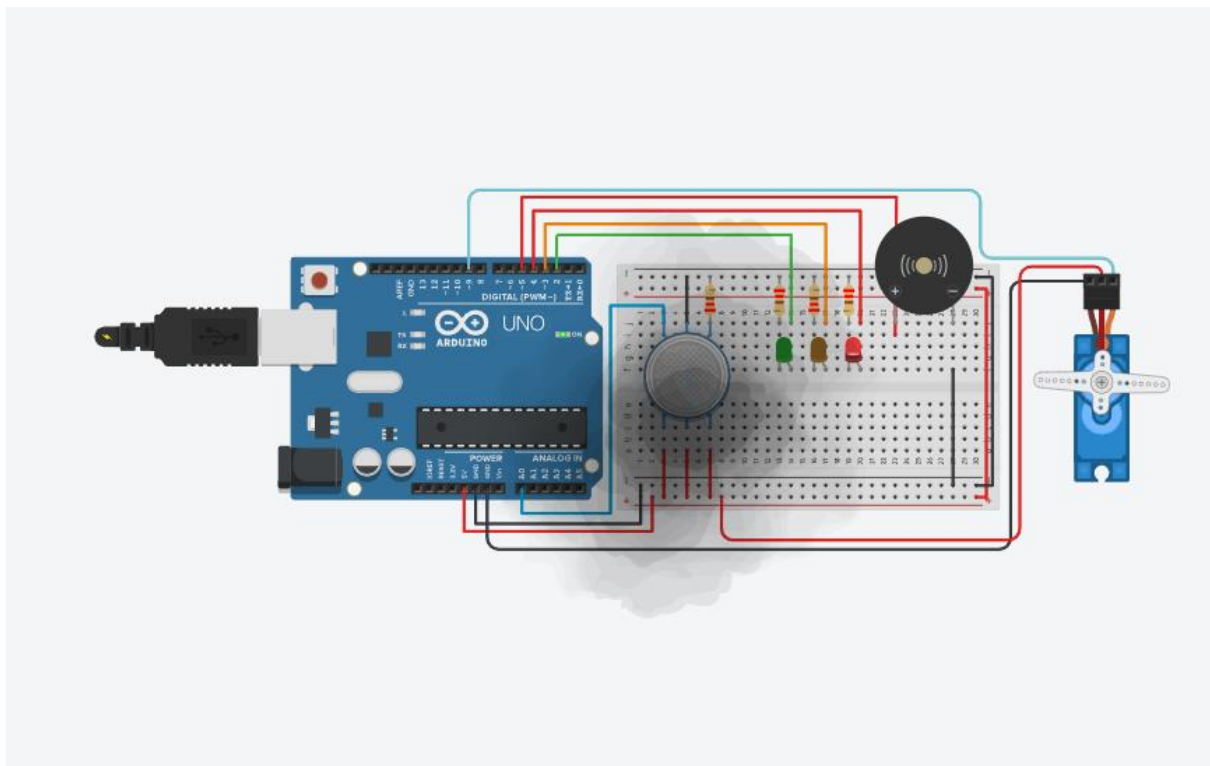
Figura 8 – Funcionamento do sistema a partir da detecção de pequenas concentrações de gases, com o acendimento do LED amarelo.



Fonte: Autoria própria (2024).

Já na figura 9, tem-se uma alta concentração de gases no ambiente, sendo representada pela nuvem de fumaça próxima ao sensor, o que provoca o acionamento do sinal sonoro (buzzer), e da válvula de segurança das tabulações de gases, além do aviso visual com o LED vermelho.

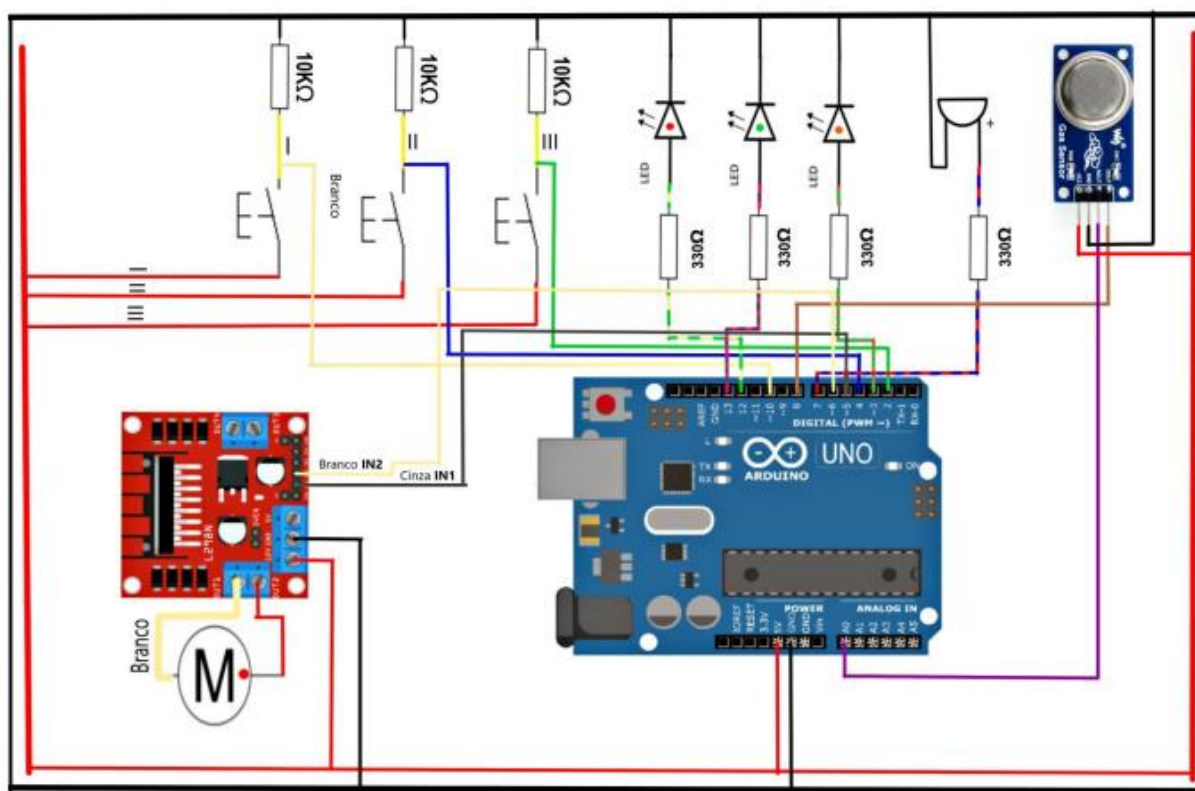
Figura 9 – Funcionamento do detector frente a altas concentrações de gases, com o acionamento do buzzer e da válvula de segurança, e acendimento do LED vermelho.



Fonte: Autoria própria (2024).

A simulação realizada no Tinkercad validou o funcionamento do protótipo, demonstrando a viabilidade da utilização do sistema. Diante disso, observa-se na literatura a ocorrência de trabalhos similares. Na figura 10, verifica-se o modelo de um projeto de detecção de vazamento de gases, visando prevenir acidentes que possam resultar em incêndios. O sistema autônomo detecta a presença de gás inflamável e aciona um alarme sonoro, enquanto um motor abre automaticamente uma janela para ventilação. Quando o vazamento é controlado, a janela se fecha novamente, aumentando a segurança das pessoas.

Figura 10 – Dispositivo detector de vazamento de gás.



Fonte: TCC DISPOSITIVO DETECTOR VAZAMENTO DE GÁS.pdf (2022).

Ambos os trabalhos utilizam como base a plataforma Arduino e um buzzer para desenvolvimento dos detectores. A diferença se encontra nas soluções oferecidas após a detecção do vazamento de gás. O trabalho citado ([referência aqui](#)), possui o mecanismo de abertura de janelas para diminuir as concentrações de gases no ambiente, o que minimiza as chances de ocorrência de incêndios.

Por outro lado, o presente trabalho propõe além dos avisos sonoros e visual, o acionamento de válvulas de segurança, para cessar com a emissão de gases no meio. Também com o enfoque de diminuir as concentrações de gases no meio e evitar possíveis casos de intoxicação dos trabalhadores.

Além disso, é importante verifica-se a viabilidade econômica para desenvolvimento de tais dispositivos. As figuras 11 e 12 apresentam os custos dos dois projetos, levando em consideração a utilidade e objetivo de cada proposta. Verifica-se que o presente trabalho possui menor custo, em razão do uso de uma menor quantidade de peças.

Figura 11 – Custos do projeto dispositivo detector de vazamento de gás

Planilha de custos DDVG			
Item	Quantidade	Valor	Valor Total
Ponte H L298N	1	R\$ 30,00	R\$ 30,00
Sensor de gás MQ-2	1	R\$ 25,00	R\$ 25,00
Botão pulsador verde	1	R\$ 25,00	R\$ 25,00
Arduino Leonardo R3	1	R\$ 115,00	R\$ 115,00
Módulo Buzzer Ativo	1	R\$ 12,00	R\$ 12,00
Kit Protobord/Jumpers	1	R\$ 36,00	R\$ 36,00
Led Alto brilho	3	R\$ 1,50	R\$ 4,50
Placa Virgem	1	R\$ 18,50	R\$ 18,50
Chave comutadora 2p com trava	1	R\$ 25,00	R\$ 25,00
Leitor de CD	1	R\$ 0,00	
Resistores 10 k/ 330 ohms	10	R\$ 0,00	
Chave tátil 4 terminais	1	R\$ 0,00	
Valor Final			R\$ 291,00
Legenda			
Itens comprados	Itens ganhos		

Figura 12 – Custos para desenvolvimento do presente trabalho.

Planilha de custos do detector de gás			
Item	Quantidade	Valor	Valor total
Sensor de gás MQ-2	1	R\$11,65	R\$11,65
Válvula fechamento	1	R\$61,55	R\$61,55
Arduino Uno R3	1	R\$ 46,46	R\$ 46,46
Modulo Buzzer 5v	1	R\$2,30	R\$2,30
Kit Protobord/Jumpers	1	R\$38,65	R\$38,65
LEDS	3	R\$0,76	R\$2,53
Resistores 220ohms	4	R\$0,10	R\$0,40
Valor final			R\$163,54

Fonte: Autoria própria (2024).

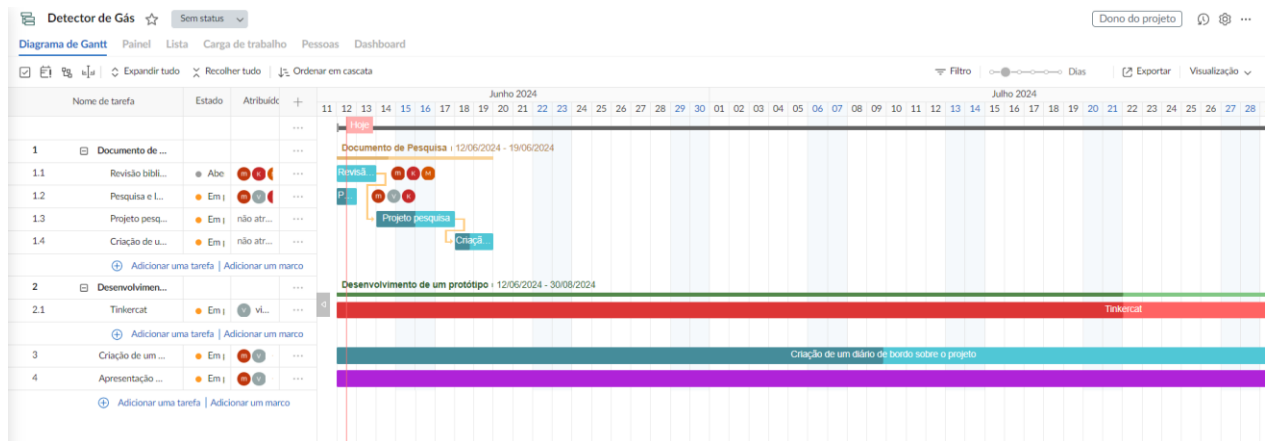
Por fim, ao analisar as duas propostas, é notório a importância do funcionamento deles, mesmo possuindo propostas um pouco diferentes, possuem o mesmo objetivo de evitar acidentes. Entretanto suas divergências levam a uma comparação de qual é mais

útil, ao se comparar as duas propostas e suas utilidades primordiais, a presente proposta possui maior viabilidade, por suprir a necessidade proposta e ainda ter menor custo.

APRESENTAR ARGUMENTAÇÃO ACERCA DO DESENVOLVIMENTO DO SITE. QUAL A SUA IMPORTÂNCIA PARA A SOCIEDADE? COMO VOCÊS PODERIAM VENDER O PRODUTOR DE VOCÊS NESSE MEIO?

8 CRONOGRAMA

O cronograma de Gantt do projeto foi desenvolvido através do site “ganttpro”, e abrange as etapas de cada tarefa e as datas de entrega de cada uma delas de uma maneira simples e organizada. Assim, mantendo a equipe organizada.



REFERÊNCIAS

Itatiaia. Vazamento de gás em área industrial deixa 11 mortos na Índia. Disponível em: <https://www.itatiaia.com.br/mundo/2023/04/30/vazamento-de-gas-em-area-industrial-deixa-11-mortos-na-india>. Acesso em: 3 de junho de 2024.

G1. Indústria metalúrgica é evacuada em Itaquaquecetuba após vazamento de gás. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/mogi-das-cruzes-suzano/noticia/2023/06/15/industria-metalurgica-e-evacuada-em-itaquaquecetuba-apos-vazamento-de-gas.ghtml>. Acesso em: 3 de junho de 2024.

GONÇALVES, Cláudia; DIAS, Adriano. TRÊS ANOS DE ACIDENTES DO TRABALHO EM UMA METALÚRGICA: CAMINHOS PARA SEU ENTENDIMENTO. SciELO, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/fRdH4PKbwNPsrQ5jXkLrBct/#:~:text=A%20propor%C3%A>

[7%C3%A3o%20de%20incid%C3%Aancia%20anual,caldeireiros%20\(48%2C2%25.](#)

Acesso em: 25 mar. 2024.

Fundação Oswaldo Cruz. Classificação dos agentes químicos segundo seus graus de risco. Biossegurança em Laboratórios Virtuais. Disponível em:

https://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab_virtual/classificacao_dos_agentes_quimicos_segundo_seus_graus_de_risco.html. Acesso em: 05 mar. 2024.

CETESB. Perigos associados às substâncias químicas: gases. CETESB. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/aspectos-gerais/perigos-associados-as-substancias-quimicas/gases/>. Acesso em: 05 jun. 2024.

UOL Educação. Aspectos gerais do estado gasoso e a equação de estado. Disponível em: <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/quimica/gases-1-aspectos-gerais-do-estado-gasoso-e-a-equacao-de-estado.htm>. Acesso em: 5 jun. 2024.

VIDAL, Márcia Soares; CARVALHO, Julita Maria Frota C. Segurança química em laboratórios de pesquisa. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003. 50 p. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 75).

Consigaz. Vantagens do Gás GLP. <https://www.consigaz.com.br/>. Por Consigaz. Acessado em 7 de junho de 2024. p. 2.

SARMAS, E. A. S. Tragédia anunciada. Brasil de Fato, 7 mai. 2020. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/internacional/vazamento-de-gas-toxico-deixa-doze-mortos-e-milhares-hospitalizados-na-india>. Acesso em: 05 jun. 2024.

COLASSO, C. Toxicologia dos gases irritantes: riscos de exposição e efeitos prejudiciais à saúde. Chemical Risk, 2019. Disponível em: <https://chemicalrisk.com.br/toxicologia-dos-gases-irritantes-riscos-de-exposicao-e-efeitos-prejudiciais-a-saude/>. Acesso em: 03 jun. 2024.

Messer. Gases Industriais. <https://www.messer-br.com/blog/gases-industriais/>. Acessado em 7 de junho de 2024.

AKSO. Detector de 6 gases - MultiGás Ultra (Ex + CO + O₂ + H₂S + VOC + NH₃). Disponível em: https://loja.akso.com.br/produtos/detectores-de-gases/detector-de-6-gases-multigas-ultra-ex-co-o2-h2s-voc-nh3?parceiro=7763&variant_id=403&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=shopping&gad_source=4&gclid=CjwKCAjw65-zBhBkEiwAjrQRMG8ulc6u9DQC1jE-ZgZfuP2jmiMTTWPCtwzO1Dsghf7PP6HyZhFRFBoCiDgQAvD_BwE. Acesso em: 11 de junho de 2024.

Ag Solve. Detecção de Gases. Disponível em:

<https://www.agsolve.com.br/aplicacoes/deteccao-de-gases>. Acesso em: 11 de junho de 2024.

ELABRATEC. Gás Cloro. Disponível em: <https://www.elebratec.com.br/caracteristicas-tecnicas-dos-gases/gas-cloro/>. Acesso em: 11 de junho de 2024.

dpUNION. Vazamento de gás na indústria: quais são os riscos e como evitar. Disponível em: <https://dpunion.com.br/vazamento-de-gas-na-industria-quais-sao-os-riscos-e-como-evitar/>. Acesso em: 11 de junho de 2024.

MDN WEB DOCS. JavaScript. MDN Web Docs. Disponível em: <https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/JavaScript>. Acesso em: 28 ago. 2024.

EBAC. O que significa a cor azul na psicologia, marketing e design de interiores?. EBAC, 2023. Disponível em: <https://ebaonline.com.br/blog/significa-a-cor-azul-seo#:~:text=Azul%20escuro%3A%20%C3%A9%20associado%20aos,criatividade%20e%20o%20equil%C3%ADbrio%20emocional>. Acesso em: 28 ago. 2024.

EBAC. Qual o significado da cor amarela na Psicologia e no Marketing?. EBAC, 2023. Disponível em: <https://ebaonline.com.br/blog/qual-o-significado-da-cor-amarela-na-psicologia-e-no-marketing-seo#:~:text=Essa%20cor%20est%C3%A1%20associada%20com,%2C%20fertilidade%2C%20eternidade%20e%20sabedoria>. Acesso em: 28 ago. 2024.

ENCICLOPLÉDIA SIGNIFICADOS. Cor Branco: significado. Enciclopédia Significados. Disponível em: <https://www.sigcom.br/cor-branca/#:~:text=A%20cor%20branca%20significa%20paz,da%20inoc%C3%Aancia%20e%20da%20virgindade>. Acesso em: 28 ago. 2024.