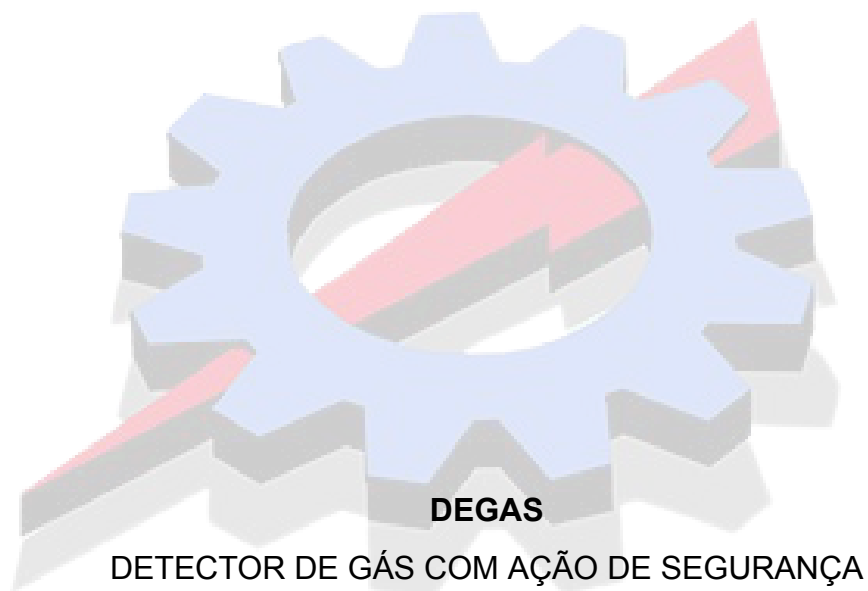


ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL FREDERICO GUILHERME SCHMIDT

TÉCNICO EM ELETROMECAÂNICA



GABRIEL DA SILVA GONÇALVES

JOÃO VICTOR BRAZ TURMINA

LEONARDO SPRENGER MAYCÁ

São Leopoldo

2025

GABRIEL DA SILVA GONÇALVES
JOÃO VICTOR BRAZ TURMINA
LEONARDO SPRENGER MAYCÁ

DEGAS
DETECTOR DE GÁS COM AÇÃO DE SEGURANÇA

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso Técnico apresentado ao Curso de Eletromecânica da Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt como requisito para aprovação nas disciplinas do curso sob orientação do professor André Luis Santos e coorientação do professor Thiago Lucena Schmidt.

São Leopoldo
2025

RESUMO

O projeto visa mitigar eficazmente o risco de explosão por vazamento de GLP em contato com a rede elétrica. Diante do recente aumento de incidentes, a inovação em segurança e prevenção tornou-se crucial. Pesquisas exploratórias e a adição de dispositivos eletrônicos demonstraram a viabilidade de atingir os objetivos propostos. Embora o protótipo esteja em fase de testes, futuras alterações e aprimoramentos estão previstos até sua conclusão, confirmando a possibilidade de alcançar os resultados desejados.

Palavras-chave: GLP; Dispositivos; Segurança.

RESUMO EM INGLÊS

The project aims to effectively mitigate the risk of explosion due to LPG leakage in contact with the electrical grid. Given the recent increase in incidents, innovation in safety and prevention has become crucial. Exploratory research and the addition of electronic devices have demonstrated the feasibility of achieving the proposed objectives. Although the prototype is in the testing phase, future alterations and improvements are planned until its completion, confirming the possibility of achieving the desired results.

Keywords: LPG; Devices; Safety.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelos de diferentes tipos de cilindro de gás.	14
Figura 2 – Detector de gás natural GLP.	15
Figura 3 – Contator de potência trifásico.	16
Figura 4 – Arduino uno.	18
Figura 5 – Representação de microcontrolador.	19
Figura 6 – Representação de comunicação com arduino uno.	20
Figura 7 – Planta baixa de uma cozinha feita no BricsCAD.	22
Figura 8 – Representação do processo de monitoramento do gás.	24
Figura 9 – Representação de protótipo sem emissor e receptor de RF.	25
Figura 10 – Representação simplificada do funcionamento do protótipo.	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estado da Arte	12
Tabela 2 – Cronograma	27
Tabela 3 – Recursos	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GLP	Gás Liquefeito De Petróleo.
RF	Radiofrequência.
TCCT	Trabalho de Conclusão de Curso Técnico.
C ₃ H ₈	Fórmula molecular do Propano.
C ₃ H ₆	Fórmula molecular do Propeno.
C ₄ H ₁₀	Fórmula molecular do Butano.
C ₄ H ₈	Fórmula molecular do Buteno.
PWM	Modulação por Largura de Pulso.
USB	Universal Serial Bus.
3D	Tridimensional.
HID	Dispositivo de Interface Humana.
WI-FI	Wireless Fidelity.
ARM	Advanced RISC Machine (Máquina RISC Avançada).
RISC	Reduced Instruction Set Computing (Computação de conjunto de instruções reduzida).
IoT	Internet das Coisas.
CPU	unidade central de processamento.
LED	light-emitting diode (diodo emissor de luz).
IDE	ambiente de desenvolvimento integrado.
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas.

LISTA DE SÍMBOLOS

V	Volts
MHz	Megahertz
mm	Milímetro
K	Kilo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO	9
1.2 PROBLEMA	9
1.3 OBJETIVOS	10
1.3.1 Objetivo Geral	10
1.3.2 Objetivos Específicos	10
1.4 JUSTIFICATIVA	10
2. ESTADO DA ARTE	12
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
3.1. Gás GLP	14
3.1.1. NBR 14024	14
3.2. DETECTOR DE GÁS GLP	15
3.3. NBR 5410	16
3.4. CONTATOR	16
3.5. ARDUINO	17
3.5.1. Tipos de Arduino	17
3.5.2. Microcontrolador	18
3.5.3. Sistemas de Comunicação sem Fio	19
3.5.4. Comunicação via Rádio Frequência (RF)	20
4. METODOLOGIA	21
4.1 TIPO DE PESQUISA	21
4.2 DETALHAMENTO DO DISPOSITIVO.	22
4.3 FUNÇÃO DOS COMPONENTES	23
4.4 PROGRAMAÇÃO	24
5. CRONOGRAMA	27
6. RECURSOS	28
7. RESULTADOS ESPERADOS OU PARCIAIS	29
7.1 VIABILIDADE E LIMITAÇÕES	30
REFERÊNCIAS	32

1. INTRODUÇÃO

O intuito deste projeto é o desenvolvimento de um detector de vazamento de gás com a finalidade de interromper a rede elétrica do local ao perceber um vazamento de gases na área, prevenindo possíveis explosões acidentais que podem ser ocasionadas a partir da ignição causada pela eletricidade ao entrar em contato com um gás inflamável. Após a análise de casos em que acidentes foram causados pelo vazamento do gás GLP que ao entrar em contato com uma fonte de ignição ocasiona uma explosão, como por exemplo em 04 de janeiro de 2024, quando em Porto Alegre, no bairro Rubem Berta um homem (38) que saiu de casa e esqueceu o bico do fogão aberto, e ao retornar ligou as luzes da casa, o que ocasionou em um acidente que queimou 90% do seu corpo, entre outros 8 feridos que estavam próximos da área (G1, 2024), faz-se necessário desenvolver um dispositivo que interrompa o fluxo da rede elétrica do local após detectar uma vazão de gás.

Este projeto tem como finalidade desenvolver este dispositivo com o objetivo de visar pela segurança de indivíduos, que acabam, por exemplo, saindo de casa sem desligar o fogão ou até mesmo uma criança sem supervisão acabar ligando-o acidentalmente. Para prevenir uma explosão ao gás entrar em contato com a energia elétrica da casa. Este dispositivo será feito utilizando um sensor de gás que irá emitir um sinal de rádio para um receptor na caixa geral do local, assim barrando o fluxo de energia.

1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO

Dispositivo para detectar vazamento de gás e interromper a rede elétrica local, que previne acidentes com explosão.

1.2 PROBLEMA

É possível desenvolver um detector de vazamento de gás que ao identificar uma vazão, automaticamente interrompa a rede elétrica do local, evitando assim uma possível explosão?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Projetar e desenvolver um dispositivo capaz de bloquear a distribuição de energia elétrica do local que está instalado ao detectar um vazamento de gás.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analisar se será possível adaptar um detector de vazamento de gás comum, para que emita um sinal à um receptor no sistema elétrico geral do local.
- Estudar a possibilidade de desenvolver um receptor de ondas de rádio que atue como intermediário entre o detector e o bloqueador.
- Pesquisar sobre o aprimoramento de um bloqueador que impede a passagem de energia elétrica.
- Desenvolver o detector de vazamento com emissor de sinal.

1.4 JUSTIFICATIVA

Os riscos causados pelo vazamento de gás em ambientes fechados, podem resultar em explosões ao entrar em contato com fontes de ignição, como a energia elétrica. Estes acidentes, embora possam parecer impossíveis, possuem um alto potencial destrutivo, tornando-se um risco às pessoas. Pesquisas apontam para um aumento no número de ocorrências envolvendo gases no Brasil: “[...]Ainda conforme o balanço da corporação, em 2022 atendemos 2118 ocorrências com gases, número superior ao de 2021, 2020 e 2019. Quando atendemos 1.624, 1.957 e 2.092 ocorrências respectivamente.[...]” (Corpo de Bombeiros do CE - 2023), reforçando a necessidade de medidas preventivas eficazes.

Este dispositivo será acompanhado de um medidor de gás, que irá mandar um sinal para um bloqueador que vai interromper a passagem de energia acabando com os riscos de ignição por eletricidade.

A divulgação e a conscientização sobre a importância desses dispositivos, juntamente às regras das normas técnicas, podem contribuir significativamente para a redução dos riscos associados a vazamentos de gás.

2. ESTADO DA ARTE

Tabela 1 - Estado da Arte

Detector de vazamento de gás de cozinha.	Ana Júlia de Souza Renger Alvaro Figueiredo Neto Guilherme Marques de Lima João Ândreas Tosto de Azevedo Lucas Diniz Vargas Nicolas Xavier Zanata	2024
Detector de vazamento de gás de baixo custo.	Wesley Brasil Danilo Carlos Rossetto Minhoni	2021
Dispositivo detector de vazamento de gás.	Ailton Farini Alexandre José dos Santos Felipe Marins Vilela	2022

Fonte: os autores.

Atualmente, diversas abordagens têm sido exploradas para aprimorar a detecção de gás. Uma equipe composta por (Renger, et al. 2024) desenvolveu uma adaptação de um detector de gás que emite sinais visuais e alertas via *smartphone*. Essa funcionalidade visa aumentar a atenção do usuário, garantindo que o vazamento seja percebido rapidamente. Embora a premissa do projeto seja similar à do projeto em desenvolvimento, o diferencial desta proposta reside na capacidade de ir além do aviso, integrando um mecanismo de desligamento automático da rede

elétrica do local. Essa medida proativa é essencial para evitar ainda mais o risco de explosões, que podem ser desencadeadas por faíscas elétricas em ambientes com alta concentração de gás.

Outra fonte de pesquisa foca na acessibilidade e custo-benefício dos dispositivos. (Brasil e Minihoni, 2021) apresentaram um detector de vazamento de gás com baixo custo, este projeto, embora não possua grandes diferenciais em comparação aos demais com soluções menos robustas, destaca-se pela sua construção utilizando equipamentos mais acessíveis, mas de boa qualidade. Em contraste, o projeto em questão prioriza a segurança integral dos indivíduos. Enquanto a solução de Brasil e Minihoni, foca primariamente no preço, a proposta atual visa implementar medidas de segurança adicionais, como o corte da energia elétrica, o que, embora possa impactar o custo final, justifica pela minimização drástica dos riscos de acidentes.

A inovação em termos de segurança de riscos também tem sido explorada. (Farini et al., 2022) desenvolveram um dispositivo detector de vazamento de gás com um grande diferencial: a inclusão de uma janela que se abre automaticamente ao detectar gás. Essa funcionalidade obriga a ventilação do ambiente, evitando que o gás fique preso no local, reduzindo assim o risco de exposição para pessoas e animais. Esta função de ventilação automática foi considerada para o projeto atual, reconhecendo seu valor para a segurança. Porém, devido a restrições de custo, essa característica seria adicionada futuramente, mantendo a compatibilidade do sistema para incorporar tal diferencial.

Em suma, enquanto o primeiro trabalho foca na notificação, e o segundo na acessibilidade de custo, e o terceiro na ventilação do ambiente, este projeto se distingue pela abordagem focada em segurança. Ao integrar a detecção de gás com a interrupção da rede elétrica, a proposta oferece uma camada de proteção superior contra explosões, justificando seu preço, originalidade e inovação no campo da segurança residencial e industrial contra vazamentos de gás.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Gás GLP



Figura 1: Modelos de diferentes tipos de cilindro de gás.

Fonte: Água boa news (2016)

O Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), popularmente conhecido como gás de cozinha, é resultado da separação das frações mais leves do petróleo durante o refino. É composto de uma mistura de gases hidrocarbonetos – como Propano (C_3H_8), Propeno (C_3H_6), Butano (C_4H_{10}) e Buteno (C_4H_8), além de pequenas frações de outros hidrocarbonetos – que apresenta grande aplicabilidade como combustível por causa do alto poder calorífico, da excelente qualidade de queima, do fácil manuseio e do baixo impacto ambiental, além da facilidade de armazenamento e de transporte (Consigaz, 2025).

3.1.1. NBR 14024

A norma ABNT NBR 14024 estabelece os requisitos mínimos para o procedimento operacional de abastecimento a granel de centrais de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP). Ela se aplica tanto a recipientes estacionários quanto transportáveis, com capacidade individual a partir de 108 litros. A norma detalha as condições exigíveis para o abastecimento a partir de um veículo específico, garantindo a segurança da operação. Além disso, define as responsabilidades do operador e os procedimentos de inspeção. Seu objetivo é padronizar as operações para minimizar riscos em instalações prediais e industriais.

3.2. DETECTOR DE GÁS GLP



Figura 2: Detector de gás natural GLP

Fonte: DNI (2025)

Em suma, é um aparelho que monitora continuamente o ar para detectar concentrações perigosas de gases tóxicos, inflamáveis ou asfixiantes, como monóxido de carbono e metano. Quando um nível perigoso é atingido, ele emite um alarme sonoro e/ou visual para alertar as pessoas, permitindo ações imediatas para evitar danos à saúde e à segurança.

Sua função primordial é monitorar e alertar rapidamente sobre a presença de gases perigosos. Eles desempenham um papel crucial em:

- **Prevenção de Acidentes e Incêndios:** Detectam vazamentos de gases inflamáveis precocemente, prevenindo explosões e incêndios.
- **Proteção da Saúde Ocupacional:** Protegem trabalhadores em ambientes industriais contra a exposição a gases nocivos, prevenindo doenças respiratórias e intoxicações.
- **Monitoramento Contínuo:** Oferecem acompanhamento constante do ambiente, permitindo a identificação de padrões de exposição e a tomada de medidas preventivas. Podem ser integrados a sistemas de controle para interromper processos perigosos.
- **Conformidade com Normas e Regulamentações:** Em muitos setores, seu uso é obrigatório para garantir a segurança e cumprir normas governamentais.

Os detectores utilizam diferentes princípios e tecnologias para detectar gases, variando de acordo com o tipo de gás a ser identificado. Os métodos de funcionamento mais comuns baseiam-se em tecnologias específicas de sensores para identificar a composição do ar e a presença de substâncias gasosas.

3.3. NBR 5410

A norma responsável por instalações elétricas de baixa tensão é a NBR 5410 da ABNT. Ela estabelece os requisitos e condições mínimas para garantir a segurança de pessoas e animais, a preservação de bens materiais e o funcionamento adequado das instalações elétricas em edificações de baixa tensão, ou seja, até 1000V em corrente alternada e 1500V em corrente contínua (Tagout, 2025)

3.4. CONTATOR



Figura 3: Contator de potência trifásico.

Fonte: bluelux (2025)

Contatores são dispositivos eletromecânicos que permitem o acionamento de cargas que exigem correntes maiores, como motores trifásicos e resistências industriais, por exemplo. Semelhantes ao relés, os contatores possuem uma bobina, um núcleo e um conjunto de contatos de força e de comando. Essas partes, em conjunto, são responsáveis pelo funcionamento do dispositivo graças ao eletromagnetismo. O fenômeno é responsável pelo acionamento dos contatos, os quais ligam e desligam os equipamentos elétricos a eles conectados (Bluelux, 2025).

3.5. ARDUINO

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto baseada em hardware e software flexíveis. foi desenvolvido inicialmente na Itália, com objetivo de proporcionar aos estudantes e profissionais da área de tecnologia uma ferramenta prática para desenvolver aplicações interativas. As placas Arduino se popularizaram rapidamente por sua simplicidade, acessibilidade e grande comunidade colaborativa.

3.5.1. Tipos de Arduino

Ao longo do tempo, diversas versões do Arduino foram desenvolvidas para atender a diferentes necessidades de projetos, desde aplicações simples até sistemas embarcados mais robustos.

- **Arduino Uno:** É o modelo mais conhecido e utilizado, especialmente por iniciantes. Baseado no microcontrolador ATmega328P, o Uno possui 14 pinos digitais de entrada/saída (dos quais 6 podem ser usados como saídas PWM), 6 entradas analógicas, uma interface USB para programação e comunicação, e um regulador de tensão. Seu equilíbrio entre funcionalidade e simplicidade torna-o ideal para projetos educacionais e protótipos em geral.
- **Arduino Leonardo:** Semelhante ao Uno, porém com microcontrolador ATmega32u4, o qual já possui a comunicação USB integrada, permitindo que a placa seja reconhecida como dispositivo de entrada (como teclado ou mouse) diretamente pelo computador.
- **Arduino Mega:** Indicado para projetos que demandam maior quantidade de pinos e memória. Com 54 pinos digitais, 16 entradas analógicas e mais memória que o Uno, é bastante usado em aplicações como impressoras 3D, sistemas automatizados e robótica avançada.
- **Arduino Nano e Pro Mini:** Versões compactas, ideais para projetos com restrição de espaço. O Nano possui recursos similares ao Uno, enquanto o Pro Mini é mais enxuto e destinado a usuários com maior experiência.
- **Arduino Micro:** Similar ao Leonardo, com tamanho reduzido e também capaz de se comunicar com o computador como um dispositivo HID.
- **Arduino Yun e Fio:** Destinados a aplicações sem fio, sendo o Yun equipado com conexão Wi-Fi e sistema Linux, enquanto o Fio é compatível com módulos XBee e baterias Li-Po.

- Arduino Due: Utiliza um processador ARM Cortex-M3 de 32 bits, oferecendo maior poder de processamento para aplicações que exigem desempenho.
- Arduino Esplora: Projetado com diversos sensores integrados e layout semelhante a um joystick, voltado a experimentações de interface.
- Arduino Robot: Combina sensores e atuadores integrados, com dois microcontroladores que permitem controle de movimento e leitura de sensores de forma autônoma.
- Arduino TRE: Resultado da parceria com a BeagleBoard.org, é voltado para aplicações avançadas baseadas em Linux, com alto desempenho e foco em IoT, automação e sistemas conectados.

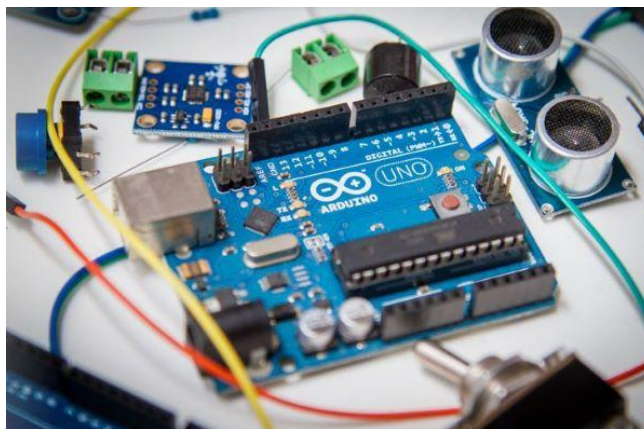


Figura 4: Arduino uno.

Fonte: maker hero (2014)

3.5.2. Microcontrolador

Os microcontroladores são componentes eletrônicos fundamentais no desenvolvimento de sistemas embarcados. Trata-se de circuitos integrados que reúnem, em um único chip, um núcleo de processamento (CPU), memória e periféricos de entrada e saída. Essa integração confere ao microcontrolador a capacidade de executar tarefas específicas de forma autônoma e programável, tornando-o ideal para aplicações que exigem controle preciso e repetitivo de processos (TEXAS INSTRUMENTS, 1970).

Entre os principais tipos de microcontroladores utilizados atualmente podemos destacar os seguintes:

- Microcontroladores Atmel AVR: Como as linhas ATmega e ATTiny, são conhecidos por utilizarem memória flash para armazenamento da programação, sendo bastante utilizado em projetos com Arduino.

- Microcontroladores PIC (Microchip Technology): Com arquitetura Harvard e capacidade de processamento de 8 a 32 bits, se destacam pelo baixo custo e grande número de ferramentas de desenvolvimento.
- Microcontroladores baseados em arquitetura ARM: São reconhecidos por sua performance otimizada e respostas em tempo real. As versões mais utilizadas incluem ARMv4, ARMv5, ARMv6 e ARMv7, comuns em aplicações de maior complexidade, como sistemas embarcados industriais e dispositivos móveis.

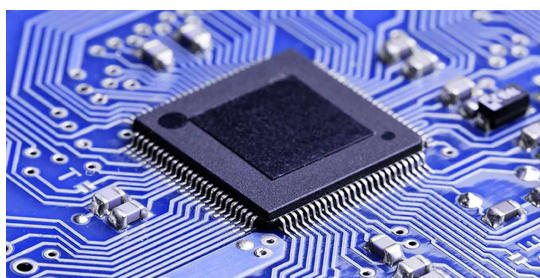


Figura 5: Representação de microcontrolador.

Fonte: victor vision (2022)

3.5.3. Sistemas de Comunicação sem Fio

A comunicação sem fio vem se consolidando como uma alternativa eficaz na transmissão de dados entre dispositivos sem a necessidade de conexões físicas. Este tipo de comunicação utiliza sinais eletromagnéticos, como ondas de rádio, infravermelho e micro-ondas, para permitir a troca de informações entre emissores e receptores em diferentes distâncias. Dentre as suas aplicações mais comuns estão os sistemas de automação residencial, controle de acesso, robótica, redes de sensores, entre outros (TANENBAUM, 2011).

A principal vantagem dos sistemas sem fio é a mobilidade e a flexibilidade na instalação dos dispositivos, assim permitindo o desenvolvimento de projetos com maior alcance e menor dependência de infraestrutura cabeada. No entanto, enfrenta os desafios relacionados à interferência, segurança e estabilidade da conexão.

3.5.4. Comunicação via Rádio Frequência (RF)

A comunicação por rádio frequência (RF) é uma das tecnologias sem fio mais utilizadas em projetos de automação e controle remoto devido ao seu baixo custo, simplicidade e eficiência energética. Essa tecnologia opera em diferentes faixas de frequência, sendo a faixa de 433MHz uma das mais populares por estar livre de licenciamento em muitos países, inclusive no Brasil (ANATEL, 2023).

Os módulos RF 433MHz são compostos por um transmissor e um receptor. O transmissor STX882, por exemplo, é um módulo compacto e de baixo consumo, capaz de enviar sinais digitais a distâncias consideráveis quando utilizado com antenas apropriadas. O receptor correspondente, como o SRX882, é responsável por captar o sinal enviado e repassá-lo ao microcontrolador, que por sua vez pode interpretá-lo e realizar uma ação pré-programada, como acionar um relé ou enviar uma resposta.

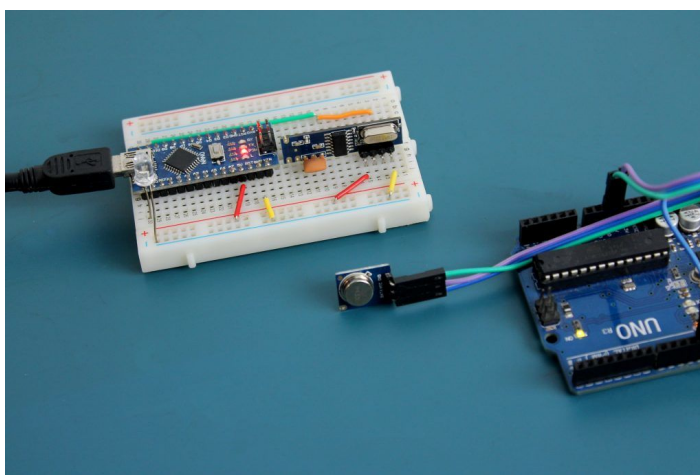


Figura 6: Representação de comunicação com arduino uno.

Fonte: usinainfo (2018)

4. METODOLOGIA

O desenvolvimento e a validação de um sistema inteligente para a detecção de vazamentos de gás que interrompe automaticamente a rede elétrica são os objetivos centrais deste projeto. A metodologia usada combina a criação de um protótipo, que utiliza uma variedade de componentes eletrônicos para monitorar e atuar sobre a rede elétrica, com uma pesquisa exploratória baseada na análise de casos e na compreensão das necessidades de segurança. Para garantir o melhor funcionamento, aplicação e a segurança, este protótipo apresentará um sensor de gás, um transmissor de sinal, um receptor de sinal, um microcontrolador, uma contatora e um indicador visual. As etapas específicas da abordagem empregada são descritas a seguir.

4.1 TIPO DE PESQUISA

A pesquisa para o desenvolvimento deste projeto adota uma abordagem quali-quantitativa. A fase qualitativa envolveu a análise de casos de acidentes com vazamento de gás, como o incidente em Porto Alegre em 2024 já citado anteriormente, para compreender a urgência e a relevância do objetivo principal. Essa análise permitiu identificar as necessidades da segurança e das funções do dispositivo. A abordagem quantitativa será aplicada na fase de testes do protótipo, onde serão coletados dados sobre a sensibilidade do sensor de gás, o tempo de resposta do sistema e a eficácia da interrupção da rede elétrica. Isso inclui, a medição de concentrações de gás e a verificação da desativação da contatora.

Quanto aos objetivos, a pesquisa é predominantemente exploratória pois busca inovar ao ligar um detector de gás a um sistema de corte de energia elétrica local, uma solução que visa prevenir explosões acidentais causadas pela ignição elétrica em ambientes com vazamento de gás.

4.2 DETALHAMENTO DO DISPOSITIVO.

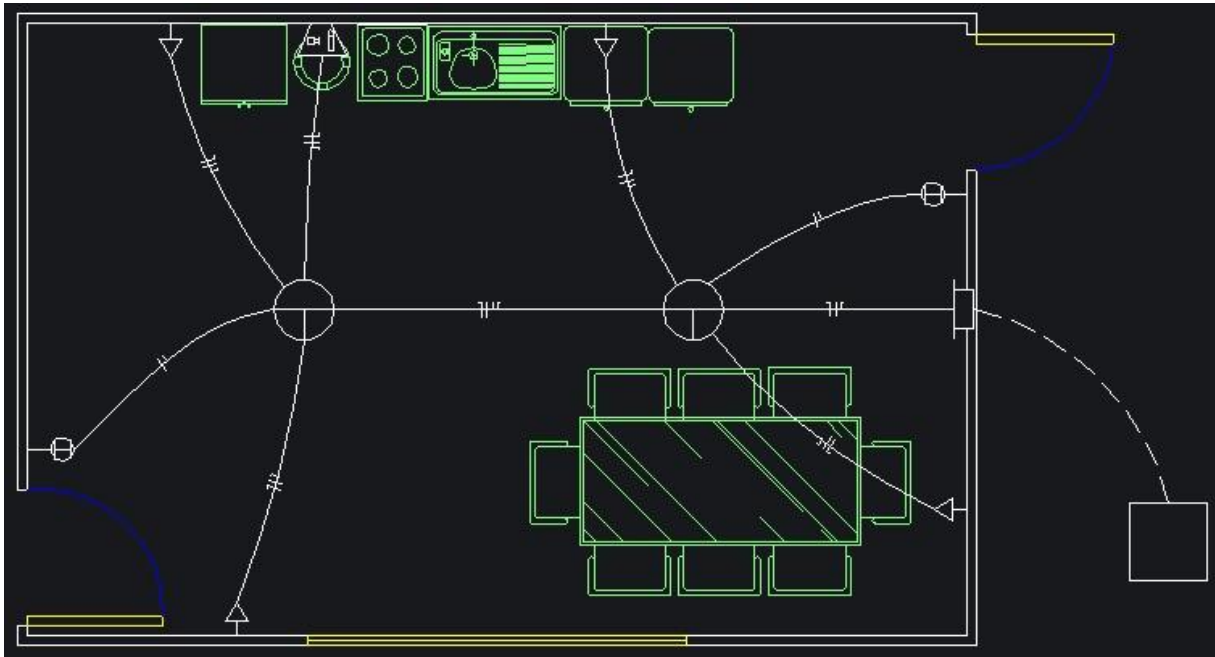


Figura 7: Planta baixa de uma cozinha feita no BricsCAD.

Fonte: Os Autores (2025)

O esquema elétrico é projetado para garantir a funcionalidade de detecção e interrupção de energia de forma segura e eficiente. O sistema é dividido em duas partes principais: a unidade de detecção e transmissão, e a unidade de recepção e interrupção. A unidade de detecção, que inclui o sensor de gás e o microcontrolador, é alimentada por uma fonte de energia independente para garantir seu funcionamento mesmo em caso de falha da rede elétrica principal. O sensor de gás envia um sinal para o microcontrolador, que o interpreta. Se a concentração de gás exceder um limite pré estabelecido, o microcontrolador ativa o módulo de radiofrequência(RF).

O módulo transmissor de RF envia um sinal sem fio para a unidade de recepção. Esta unidade, localizada no quadro de distribuição elétrica da residência, é composta pelo módulo receptor de RF, um circuito de controle (que pode incluir um relé para acionamento) e a contatora. Ao receber o sinal do transmissor, o receptor ativa o circuito de controle. A contatora, que está em série com o disjuntor geral da residência, possui contatos normalmente fechados que se abrem ao serem energizados, interrompendo o fluxo de corrente elétrica para toda a casa. Um LED em estado piscante no dispositivo de detecção após o corte de energia, indicando o estado de alerta. A robustez do esquema elétrico é crucial para o funcionamento do

sistema em situações de emergência, garantindo que a energia seja cortada antes que uma fonte de ignição possa causar uma explosão.

4.3 FUNÇÃO DOS COMPONENTES

O protótipo é feito a partir da integração de componentes eletrônicos que, em conjunto, formam um sistema de segurança automático. A seleção e a função de cada componente são cruciais para o bom funcionamento do dispositivo:

•**Sensor de Gás:** a peça principal do sistema de detecção, responsável por identificar a presença de gases no ambiente, como o GLP. A escolha do sensor será baseada em sua sensibilidade, tempo de resposta e capacidade de operar em diferentes concentrações de gás. Ao atingir um limiar pré-definido de concentração de gás, o sensor enviará um sinal elétrico para o microcontrolador do dispositivo principal.

•**Módulo Transmissor de RF:** Acoplado ao dispositivo principal, este módulo será ativado pelo microcontrolador após a detecção de gás. Ele emitirá um sinal de rádio codificado, garantindo que apenas o receptor correspondente atue. A frequência e o alcance do sinal serão dimensionados para cobrir uma residência padrão, minimizando interferências e garantindo a comunicação eficaz.

•**Módulo Receptor de RF:** Posicionado estrategicamente na caixa de disjuntores ou próximo ao ponto de entrada da rede elétrica do local, este módulo fará a ligação entre o dispositivo de detecção e o sistema de corte de energia. Ao receber o sinal codificado do transmissor, o receptor acionará um relé ou um circuito de controle que, por sua vez, ativará a contatora.

•**Contatora Eletromecânica:** Este componente será instalado no circuito elétrico principal da área. Sua função é interromper fisicamente o fluxo de corrente elétrica para toda a instalação. A contatora será dimensionada para suportar a carga elétrica da residência e garantir um corte seguro e imediato da energia ao ser ativada pelo receptor. A escolha de uma contatora com rearme manual é fundamental para evitar o restabelecimento acidental da energia antes que a causa do vazamento seja nula.

•**Microcontrolador (Arduino ou similar):** Atuará como a unidade central de processamento do dispositivo principal. Ele será responsável por ler os dados do

sensor de gás, processar a lógica de detecção, controlar o módulo transmissor de RF e gerenciar o alerta visual. A programação do microcontrolador garantirá a precisão na detecção e a agilidade na resposta do sistema.

•**Indicador Visual (LED):** Integrado ao dispositivo principal, este componente emitirá um sinal visual imediato ao usuário sobre o status do sistema e a ocorrência de um vazamento de gás. Após o corte da energia, o indicador permanecerá ativo, alertando o usuário para a situação de emergência e a necessidade de não religar a energia.

4.4 PROGRAMAÇÃO

Foi desenvolvido no canva um fluxograma demonstrando o processo lógico de funcionalidade da programação do dispositivo

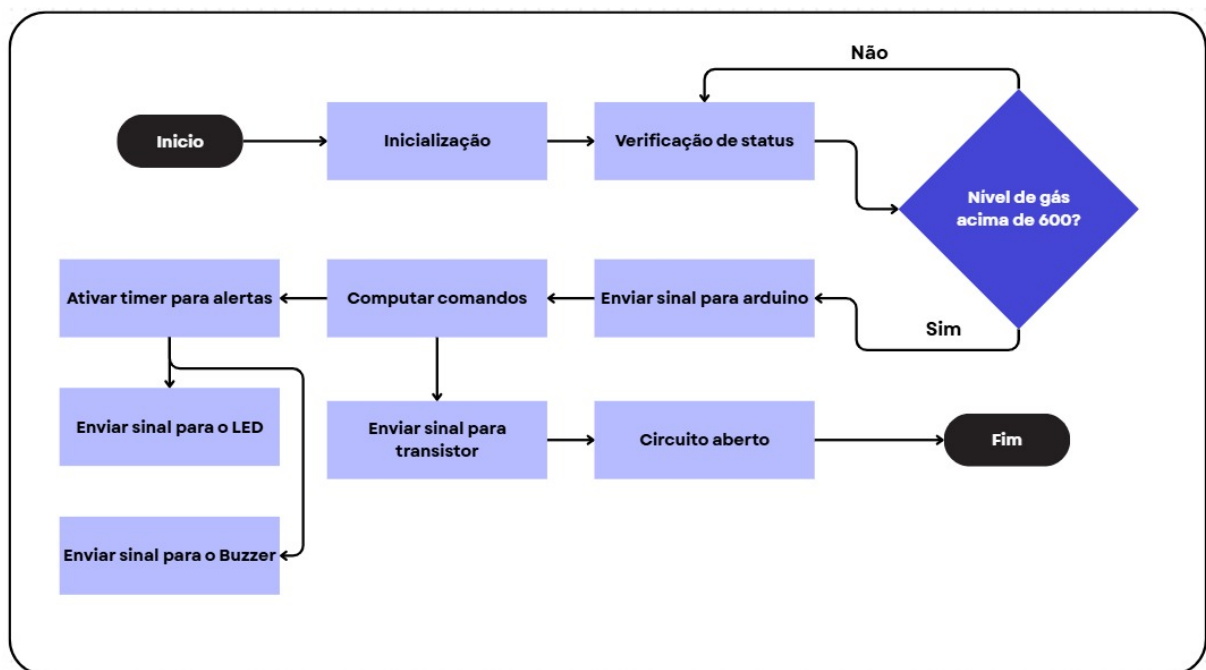


Figura 8:Representação do processo de monitoramento do gás.

Fonte:Os Autores (2025)

Foi desenvolvido no programa TInkerCad um modelo de como irá funcionar o protótipo do projeto, Neste modelo foi utilizado dois protoboards para organizar os componentes, um Arduino Uno para realizar a parte lógica do funcionamento, uma bateria 9V para realizar a alimentação do sistema enquanto simula a alimentação de uma residência, uma lâmpada simulando visualmente a rede elétrica de uma

residência, um transistor agindo como uma chave é substituindo a contatora no modelo, um led e um buzzer emitindo os alertas sonoros e visuais e um módulo sensor mq-02 agindo como detector.

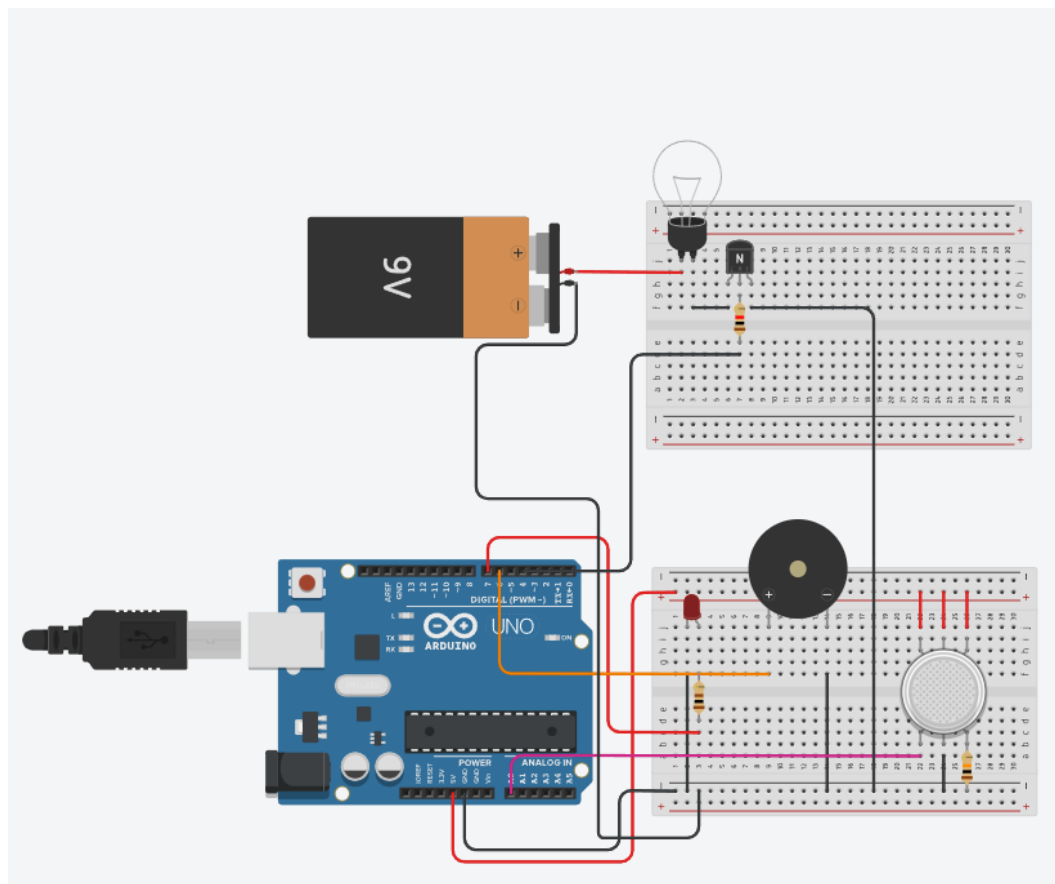


Figura 9: Representação de protótipo sem emissor e receptor de RF.

Fonte: Os Autores (2025)

Link do modelo em funcionamento nos anexos.

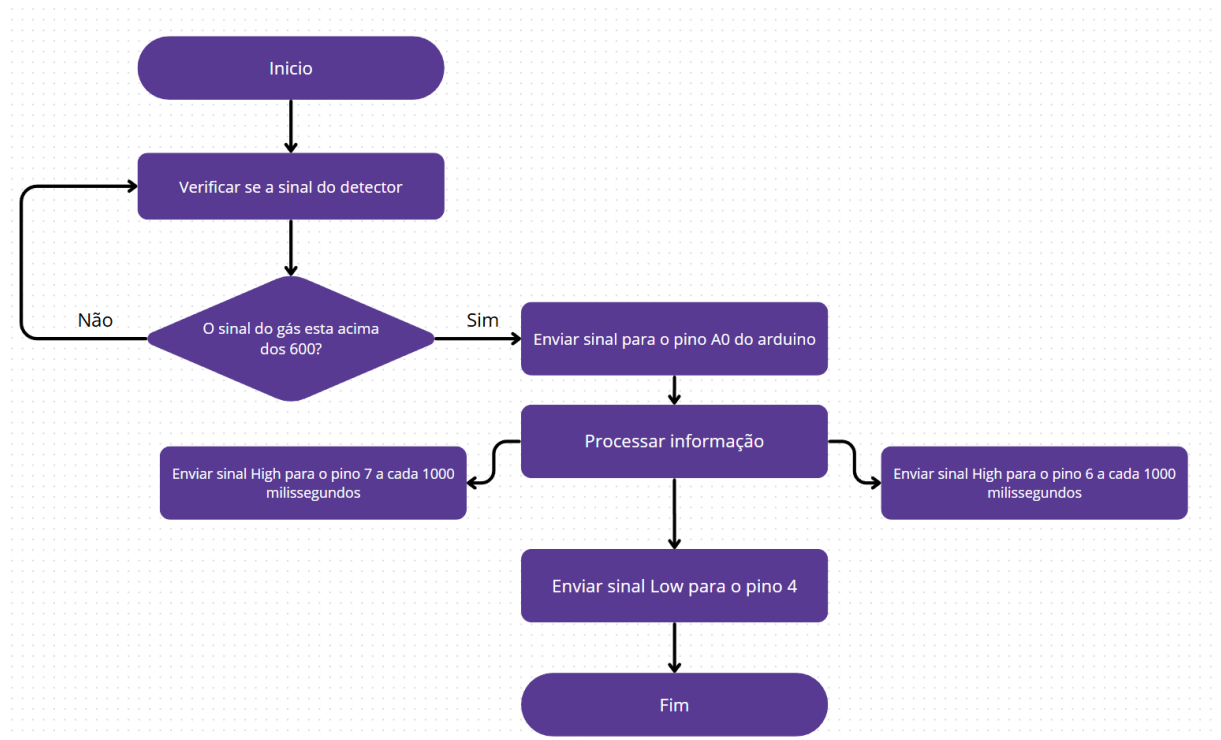


Figura 10: Representação simplificada do funcionamento do protótipo.

Fonte:Os Autores (2025)

5. CRONOGRAMA

Tabela 2 – Cronograma

[illegible]

[illegible]

6. RECURSOS

Tabela 3 – Recursos

Material	Valor unitário	Quantidade	Valor total	Fonte	Data
Módulo sensor Mq-2	R\$19,90	1	R\$19,90	Magazine Luiza	27/08/2025
Arduino UNO	R\$20,35	1	R\$20,35	Shoope	28/08/2025
Buzzer 5V	R\$2,79	1	R\$2,79	Baú da eletrônica	28/082025
KIT fio jumper	R\$0,37	40	R\$15,00	Shoope	28/08/2025
KIT Módulo transmissor e receptor RF 433mhz	R\$8,50	1	R\$8,50	AliExpress	28/08/2025
Transistor NPN 2N2222	R\$0,50	1	R\$0,50	Baú da eletrônica	28/08/2025
Lâmpada led E27 branca	R\$3,00	1	R\$3,00	Leroy Merlin	28/08/2025
Resistor 1K	R\$0,08	3	R\$0,24	Baú da eletrônica	28/08/2025
Bateria alcalina 9V	R\$11,25	1	R\$11,25	Magazine Luiza	28/08/2025
KIT Led 5mm vermelho	R\$0,97	10	R\$9,78	Mercado Livre	28/08/2025
Botijão de gás NTK campgas 227g	R\$14,52	1	R\$14,52	Magazine luiza	13/09/2025
Valor final:R\$118,31					

7. RESULTADOS ESPERADOS OU PARCIAIS

O produto final deste protótipo, é um sistema inovador de detecção de vazamento de gás com capacidade de interrupção automática da rede elétrica. Este dispositivo representa uma solução concreta para o problema de segurança pública e doméstica relacionado a acidentes com gás GLP, conforme evidenciado pelo aumento de ocorrências no Brasil. A principal contribuição do projeto reside na capacidade de atuar preventivamente, minimizando o risco de explosões acidentais que podem ser ocasionadas pela ignição elétrica em ambientes com acúmulo de gás. Ao cortar o fluxo de energia, o sistema elimina uma das principais fontes de ignição, protegendo vidas e patrimônios.

No sentido socioeconômico, o trabalho contribui para a segurança dos indivíduos, reduzindo o número de acidentes, hospitalizações e perdas materiais. Isso se traduz em uma melhoria na qualidade de vida e uma diminuição dos custos associados a emergências e reconstruções. Do ponto de vista técnico-científico, o projeto avança no campo da automação residencial/industrial e da segurança, integrando tecnologias de medição, comunicação sem fio e controle de forma eficaz. A documentação detalhada do protótipo e da metodologia de desenvolvimento servirá como base para futuras pesquisas e aprimoramentos na área. Em termos ambientais, embora indiretamente, a prevenção de explosões de gás contribui para a redução de impactos ambientais decorrentes de incêndios e destruição de infraestruturas, que podem liberar poluentes e exigir recursos para sua recuperação.

As expectativas referente aos testes que serão realizados com o protótipo são:

- Detecção Precisa de Gás: O sensor de gás deverá ser capaz de detectar concentrações de gás abaixo dos limites de explosividade, com um tempo de resposta rápido para acionar o sistema de segurança antes que a situação se torne crítica. A calibração do sensor será fundamental para garantir a precisão das leituras.

- Comunicação Sem Fio Confiável: O módulo transmissor de RF e o receptor deverão estabelecer uma comunicação robusta e livre de interferências, garantindo que o sinal de corte de energia seja transmitido e recebido com sucesso em

qualquer ponto da área, mesmo através de paredes e outros obstáculos comuns (O alcance mínimo esperado é de 20 metros em ambiente interno).

- Interrupção Imediata da Energia Elétrica:** A contatora, ao ser acionada pelo receptor, deverá interromper o fornecimento de energia elétrica para todo o local em um tempo mínimo, garantindo a eliminação da fonte de ignição elétrica de forma quase instantânea após a detecção do gás.

- Alerta Visual Claro:** O indicador visual no dispositivo principal deverá fornecer um alerta claro sobre a ocorrência do vazamento de gás e o corte de energia, orientando o usuário a não restabelecer a energia até que a situação seja resolvida. Este alerta será persistente até o reset manual do sistema.

- Robustez e Durabilidade:** Embora seja um protótipo, ele será construído com componentes de qualidade que garantam sua durabilidade e resistência a condições ambientais típicas como chuva, vento e sujeira. O design será pensado para facilitar manutenções e possíveis atualizações futuras.

7.1 VIABILIDADE E LIMITAÇÕES

A viabilidade do projeto é sustentada por diversos fatores. Em termos de custos, a utilização de componentes eletrônicos de mercado, como sensores de gás e microcontroladores baseados em plataformas de código aberto (Exemplo: Arduino), torna o desenvolvimento do protótipo economicamente mais acessível. A estimativa de custos para a construção do protótipo será detalhada no capítulo de Recursos, demonstrando a relação custo-benefício favorável em comparação com os potenciais danos de um acidente com gás. Quanto aos prazos, o cronograma do projeto (apresentado no Capítulo 5) foi elaborado de forma realista, considerando as etapas de pesquisa, desenvolvimento, testes e validação, garantindo que o protótipo possa ser concluído dentro do período estabelecido para o TCCT. Os recursos materiais necessários são amplamente disponíveis no mercado de eletrônicos e automação, não apresentando gargalos significativos para a construção.

No entanto, é importante reconhecer as limitações e os desafios inerentes ao desenvolvimento de um protótipo. A principal limitação reside no fato de que, em sua fase de TCC, será um protótipo de bancada, não um produto final certificado para comercialização. A certificação e a conformidade com todas as normas técnicas e regulamentações de segurança (como as da ABNT) exigiram testes adicionais e um

processo de engenharia mais aprofundado. Outro desafio pode ser a otimização do consumo de energia do dispositivo, especialmente se for projetado para operar com baterias por longos períodos. A interferência de outros dispositivos de radiofrequência no ambiente também pode ser um fator a ser melhor analisado, embora a codificação do sinal ajude a minimizar esse risco. Apesar dessas limitações, o projeto demonstra uma boa viabilidade e serve como um ponto de partida para futuras pesquisas e o desenvolvimento de um produto comercialmente viável.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Gás liquefeito de petróleo - GLP**. Publicado em 09 de novembro de 2020; atualizado em 25 de fevereiro de 2021.

Disponível em:

gov.br/anp/.../gas-liquefeito-de-petroleo-glp.

Consigaz – Distribuidora de Gás. GLP – Gás Liquefeito de Petróleo: fonte de energia eficiente, econômica e ecologicamente correta.

Disponível em:

<https://consigaz.com.br/gas-glp/>.

Instrubras Instrumentos de Medição. **Detectores de gases.**

Disponível em:

<https://www.instrubras.com.br/detector-de-gases>.

Instrutemp. **Detectores de gases.**

Disponível em:

https://www.instrutemp.com.br/detectores-de-gases?gad_source=1&gad_campaignid=60127244&gclid=CjwKCAjwvO7CBhAqEiwA9q2YJVXQymTFCIcG_DLcD1zx_k_9ZuBPOBY7HX6gnlXhRVsWkViJN1dZIRoCkVoQAvD_BwE.

SafetyTrab. **Detector de gás: o que é e como funciona.**

Disponível em:

<https://safetytrab.com.br/detector-de-gas-o-que-e-como-funciona/#:~:text=Detec%C3%A7%C3%A3o%20por%20Catalisador%3A%20Alguns%20detectores,que%20%C3%A9%20detectada%20pelo%20sensor>.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE GOIÁS. **NT 28/2014 – Gás Liquefeito de Petróleo – Parte 1: Manipulação, Utilização e Central de GLP**. Goiânia, 2014.

Disponível em:

https://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2014/03/nt-28_2014-gas-liquefeito-de-petroleo-parte-1_manipulacao-utilizacao-e-central-de-glp.pdf.

DANI CONDUTORES ELÉTRICOS LTDA. *DNI/6918 – Detector de Gás Natural e GLP Bivolt – 127/220V*.

Disponível em:

<https://dni.com.br/pt/dni6918-detector-de-gas-natural-e-glp-bivolt-127-220v>

Tagout. **NBR 5410: principais exigências da norma brasileira de instalações elétricas de baixa tensão**.

Disponível em:

<https://www.tagout.com.br/blog/nbr-5410-principais-exigencias-da-norma-brasileira-d-e-instalacoes-eletricas-de-baixa-tensao/#:~:text=A%20principal%20fun%C3%A7%C3%A3o%20e%20import%C3%A2ncia,a%20seguran%C3%A7a%20dos%20trabalhadores%20envolvidos>.

MAGAZINE LUIZA. **Módulo Sensor MQ-2 Gás Metano, Butano, GLP, Fumaça Roxo**.

Disponível em:

https://www.magazineluiza.com.br/modulo-sensor-mq-2-gas-metano-butano-glp-fumaca-roxo/p/ghh93kb2ek/ci/ssgi/?&seller_id=mixtou&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_term=80674&utm_campaign=google_eco_per_ven_pla_ca_sor_3p_ci-ci-csp&utm_content=&partner_id=80674&gclid=CjwKCAjw2brFBhBOEiwAVJX5GGIPICTXdoa_Yoe-y6chZLRqXheXKbZD9fouyy_G8wbeaJfDGpx_ZRoC1cQQA_vD_BwE.

ALIEXPRESS. **Sensor de Gás MQ-2 para Metano, Butano, GLP e Fumaça**.

Disponível em:

https://pt.aliexpress.com/item/1005008843709683.html?src=google&pdp_npi=4%40dis!BRL!18.22!8.38!!!!%40!12000046915987492!ppc!!!&snps=y&snpsid=1&src=google

[e&albch=shopping&acnt=752-015-9270&isdl=y&slnk=&plac=&mtctp=&albbt=Google_7_shopping&aff_platform=google&aff_short_key=oDeeeiG&gclsrc=aw.ds&&albagn=888888&&ds_e_adid=768548202651&ds_e_matchtype=search&ds_e_device=c&ds_e_network=g&ds_e_product_group_id=2432726605827&ds_e_product_id=pt1005008843709683&ds_e_product_merchant_id=5551326180&ds_e_product_country=BR&ds_e_product_language=pt&ds_e_product_channel=online&ds_e_product_store_id=&ds_url_v=2&albcpr=22874896035&albag=187250438041&isSmbAutoCall=false&needSmbHouyi=false&gad_source=1&gad_campaignid=22874896035&gclid=CjwKC_Ajw2brFBhBOEiwAVJX5GI_LMV1uccAur9FeBIZNXMI0ikzIZlq5PKPFiK-UqlCk1hsFhunl8RoCytIQAvD_BwE](https://www.google.com/shopping/acnt=752-015-9270&isdl=y&slnk=&plac=&mtctp=&albbt=Google_7_shopping&aff_platform=google&aff_short_key=oDeeeiG&gclsrc=aw.ds&&albagn=888888&&ds_e_adid=768548202651&ds_e_matchtype=search&ds_e_device=c&ds_e_network=g&ds_e_product_group_id=2432726605827&ds_e_product_id=pt1005008843709683&ds_e_product_merchant_id=5551326180&ds_e_product_country=BR&ds_e_product_language=pt&ds_e_product_channel=online&ds_e_product_store_id=&ds_url_v=2&albcpr=22874896035&albag=187250438041&isSmbAutoCall=false&needSmbHouyi=false&gad_source=1&gad_campaignid=22874896035&gclid=CjwKC_Ajw2brFBhBOEiwAVJX5GI_LMV1uccAur9FeBIZNXMI0ikzIZlq5PKPFiK-UqlCk1hsFhunl8RoCytIQAvD_BwE).

MAGAZINE LUIZA. **Bateria Alcalina 9V Elgin Blister 1 unidade.**

Disponível em:

https://m.magazineluiza.com.br/bateria-alcalina-9v-elgin-blister-1-unidade/p/jadg5617g1/cj/batr/?seller_id=bfttechchapeco&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_term=80674&utm_campaign=google_eco_per_ven_pla_ca_sor_3p_ci-cj-csp&partner_id=80674&gclsrc=aw.ds&gad_source=1&gad_campaignid=22825521530&gclid=Cj0KCQjw_L_FBhDmARIsAltqgt4Ysb6icDRDQ_rwRIVMZ5MgHR95nqq_cxzsTn7mIXkp4wLlr7FQgPoaAnoyEALw_wcB?partner_id=64853&utm_source=pdp_desk&utm_medium=share.

MERCADO LIVRE. **Kit LED 5mm Difuso, 10 unidades, vermelho.**

Disponível em:

https://www.mercadolivre.com.br/kit-led-5mm-difuso-10-vermelho/p/MLB39027228?pdp_filters=item_id%3A%5B5434395594%5D#origin%3Dshare%26sid%3Dshare%26wid%3D%5B5434395594%5D.

SHOPEE. **Produto não especificado.** Disponível em:

<https://br.shp.ee/qyFfqWE>.

MERCADO LIVRE. **Botijão de Gás NTK Campgas 227g Inflamável.**

Disponível em:

<https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-3944463871-botijo-de-gas-ntk-campgas-227g-inflamavel- JM#origin%3Dshare%26sid%3Dshare>.

SHOPEE. **Produto não especificado.**

Disponível em:

https://shopee.com.br/product/534679327/11848646772?gads_t_sig=VTJGc2RHVmtYMTlxTFVSVVRrdENkVHQ3ZkZSUTMrR3pBWmZZNzdrcnRBMSs0Mm9tcFdmMmtKZGxERGIXWXJHNHcvOVhTb3Q5bysrVlpuM0tIRnMrSWWhYa1M0WGF3bWNVa085NTZjN1d3ZlpIU9zcHpdXFSTlhRMEIxWExxMIJuN1NNWWxGTThldXIYS2I5cE1MaGF3PT0.

BAÚ DA ELETRÔNICA. **Buzzer 5V sem oscilador interno.**

Disponível em:

https://www.baudaeletronica.com.br/produto/buzzer-5v-sem-oscilador-interno.html?utm_source=Site&utm_medium=GoogleMerchant&utm_campaign=GoogleMerchant&gad_source=4&gad_campaignid=20292490697&gbraid=0AAAAADonfB3Ns-Grxq_Av1wx4ZWq3tVsx&gclid=Cj0KCQjw_L_FBhDmARIsAltqgt5vfbzlv1Jz6Pd68Kqq145CDMi1eusE32I25avZ_NW8vKZDTAMqA2QaAr8xEALw_wcB.

BLUELUX. *Contatores: o que são e para que servem.*

Disponível em:

<https://www.bluelux.com.br/contatores-o-que-sao-e-para-que-servem/>.

USINAINFO. *Comunicação sem fio Arduino: transferindo dados com transmissor e receptor RF 433MHz.*

Disponível em:

<https://www.usinainfo.com.br/blog/comunicacao-sem-fio-arduino-transferindo-dados-com-transmissor-receptor-rf-433mhz/>.

MAKERHERO. *O que é Arduino?*

Disponível em:

<https://www.makerhero.com/blog/o-que-e-arduino/>.

ANEXOS

Link do vídeo do modelo do protótipo em funcionamento:

<https://youtu.be/sPvhPJuDpdo>