

ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL FREDERICO GUILHERME SCHMIDT

TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA



**FELIPE BITTENCOURT SILVEIRA
FELIPE SCHERER DE SOUZA
KAUÃ ADRIEL CASTRO PEDROSO**

**SÃO LEOPOLDO
2025**

FELIPE BITTENCOURT SILVEIRA
FELIPE SCHERER DE SOUZA
KAUÃ ADRIEL CASTRO PEDROSO

SPARGA
SISTEMA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES RESIDENCIAIS POR GÁS E
ALAGAMENTOS

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso Técnico apresentado ao Curso de Eletrotécnica da Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt como requisito para aprovação nas disciplinas do curso sob orientação do professor Maicon Spader e coorientação do professor Gilberto Fetzner Filho.

SÃO LEOPOLDO
2025

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema automatizado para prevenção de acidentes domésticos causados por alagamentos e vazamentos de gás, aplicando conceitos de automação residencial e segurança elétrica no âmbito da área técnica de Eletrotécnica. A justificativa para esta pesquisa está na elevada ocorrência de acidentes relacionados à eletricidade e ao GLP em residências brasileiras, que ainda resultam em mortes, perdas materiais e altos custos de recuperação, evidenciando a necessidade de soluções preventivas eficazes. O objeto de estudo é o SPARGA (Sistema de Prevenção de Acidentes Residenciais por Gás e Alagamentos), projetado para integrar sensores de nível de água e de detecção de gás a um microcontrolador ESP32, capaz de identificar situações de risco e acionar medidas automáticas de segurança. A metodologia desenvolvida até o momento contempla a pesquisa sobre riscos residenciais, a elaboração do esquema elétrico do circuito e a construção do fluxograma de funcionamento, que servirão como base para a implementação futura do protótipo. Como se trata de um projeto em andamento, os resultados práticos ainda não foram obtidos, mas espera-se que, depois da montagem e dos testes, o sistema seja capaz de detectar situações de perigo e executar respostas como o desligamento da energia elétrica, o bloqueio da saída de gás por válvula solenoide e o envio de alertas.

Palavras-chave: Automação Residencial; Segurança Elétrica; Vazamento de Gás; Alagamentos; ESP32.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Acidentes de origem elétrica 2024	16
Figura 2 - Sensor MQ-5	18
Figura 3 - Esquema elétrico do sensor MQ-5	19
Figura 4 - Sensor resistivo de água	19
Figura 5 - Válvula solenoide	20
Figura 6 - Funcionamento válvula solenoide	21
Figura 7 - Relé 1 canal	21
Figura 8 - Contator	22
Figura 9 - ESP32	23
Figura 10 - Esquema elétrico	27
Figura 11 - Fluxograma	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estado da Arte	13
Tabela 2 – Cronograma	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
ABRACOPEL	Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
FISPQ	Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos
IoT	Internet of Things (Internet das Coisas)
SMS	Short Message Service (Serviço de Mensagens Curtas)

LISTA DE SÍMBOLOS

V	Volts
Vcc	Tensão contínua
PPM	Partes por milhão
GND	Ground
cm	Centímetros

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO	11
1.2 PROBLEMA	11
1.3 OBJETIVOS	11
1.3.1 Objetivo Geral	11
1.3.2 Objetivos Específicos	11
1.4 JUSTIFICATIVA	12
2. ESTADO DA ARTE	13
2.1 DETECTOR DE VAZAMENTO DE GÁS DE BAIXO CUSTO	13
2.2 WATER SENTINEL: PROTÓTIPO EMBARCADO PARA ALERTA DE ALAGAMENTOS	14
2.3 DETECTOR DE VAZAMENTO DE GÁS E DE PRESENÇA DE CHUVA EM JANELA AUTOMATIZADA	14
2.4 MODELO DE UM DISPOSITIVO DE SEGURANÇA PARA DETECÇÃO DE VAZAMENTO DE GÁS DE COZINHA COM BLOQUEIO DE CIRCUITO ELÉTRICO	15
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
3.1 SEGURANÇA ELÉTRICA E RISCOS EM AMBIENTES RESIDENCIAIS	16
3.1.1 Riscos associados a vazamentos de gás de cozinha	17
3.1.2 Riscos associados a alagamentos	17
3.2 MEDIÇÕES COM SENSORES	18
3.2.1 Sensor de vazamento de gás	18
3.2.2 Sensor de alagamentos	19
3.3 MEDIDAS DE PROTEÇÃO	19
3.3.1 Válvula solenoide	20
3.3.2 Relé	21
3.3.3 Contator modular	21
3.4 COMUNICAÇÃO COM O MICROCONTROLADOR	22
3.4.1 ESP 32	22
4. METODOLOGIA	24
4.1 TIPO DE PESQUISA	24
4.2 FUNÇÃO DOS COMPONENTES	24
4.2.1 Sensor de vazamento de gás (MQ-5)	24
4.2.2 Sensor resistivo de nível de água	25
4.2.3 Válvula solenoide	25
4.2.4 Relé 1 canal	25
4.2.5 Contator	26
4.2.6 ESP32	26
4.3 ESQUEMA ELÉTRICO	27
4.3.1 Descrição do circuito elétrico	28
4.4 PROGRAMAÇÃO	29
4.4.1 Fluxograma de funcionamento	29

4.4.2 Lógica do sistema	30
5. CRONOGRAMA	31
6. RECURSOS	32
7. RESULTADOS ESPERADOS OU PARCIAIS	33
REFERÊNCIAS	34

1. INTRODUÇÃO

Acidentes domésticos envolvendo eletricidade e vazamentos de gás ainda são uma realidade preocupante em muitas residências brasileiras. De acordo com a Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (ABRACOPEL, 2025), somente em 2024 foram registrados 2.263 acidentes de origem elétrica no Brasil, sendo 1.077 por choques elétricos e 1.186 por incêndios, resultando em 809 mortes. O Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Sul (CBMRS) utiliza o sistema E193 para o registro das ocorrências, este sistema em 2024 registrou 274 ocorrências em que o chamado inicial indicava vazamento de GLP. Esses dados evidenciam a necessidade de soluções que atuem de forma preventiva para evitar tragédias.

O vazamento de gás representa um risco silencioso e potencialmente devastador dentro das residências. Segundo o Estratégia MED (2025), a gravidade da intoxicação por gás de cozinha depende diretamente da quantidade de GLP inalado e do tempo de exposição, podendo provocar sintomas como cefaleia, náuseas, taquicardia e taquipneia. Esse tipo de ocorrência está frequentemente associado a problemas como falhas de vedação, utilização de mangueiras fora do prazo de validade, conexões improvisadas e à ausência de sistemas de monitoramento e bloqueio automático.

De forma semelhante, os alagamentos também constituem um perigo expressivo nas residências. Além dos danos materiais imediatos, como a perda de móveis, eletrodomésticos e a deterioração da estrutura da casa, a água entra em contato com instalações elétricas, o que aumenta significativamente a probabilidade de curtos-circuitos e choques elétricos fatais.

Diante desse cenário, este trabalho propõe o desenvolvimento do SPARGA (Sistema de Prevenção de Acidentes Residenciais por Gás e Alagamentos), que busca integrar tecnologias acessíveis de monitoramento e automação para proteger pessoas e residências. O sistema utiliza sensores de nível de água e de detecção de gás, conectados a um microcontrolador ESP32, capaz de identificar situações de risco e executar medidas de contenção, como o desligamento automático da energia elétrica, o bloqueio da saída de gás por meio de uma válvula solenoide e o envio de alertas via SMS.

Portanto, o objetivo deste projeto é apresentar uma alternativa técnica, prática e de baixo custo para reduzir riscos de curto-circuitos, explosões e choques elétricos, promovendo mais segurança e qualidade de vida para os moradores.

1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO

O tema deste trabalho é o desenvolvimento de um sistema automatizado para prevenção de acidentes residenciais causados por alagamentos e vazamentos de gás. O projeto será aplicado na área técnica de Eletrotécnica, relacionando conceitos de automação residencial e segurança elétrica.

1.2 PROBLEMA

Como reduzir o risco de acidentes domésticos graves, como curtos-circuitos, choques elétricos e explosões, provocados por alagamentos ou vazamentos de gás, por meio de um sistema automatizado capaz de detectar situações de perigo e acionar medidas de segurança preventiva em residências?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver um sistema automatizado que ajude a proteger residências contra riscos de alagamentos e vazamentos de gás, detectando essas situações de forma antecipada para evitar acidentes graves, desligar a energia elétrica, bloquear o fornecimento de gás e avisar os moradores a tempo de agir com segurança.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Investigar quais são os principais riscos elétricos e de vazamentos de gás que colocam em perigo as famílias dentro de casa.
- Planejar e montar um circuito inteligente, usando sensores de água e gás ligados a um microcontrolador, que possa desligar tudo sozinho quando detectar perigo.
- Testar o funcionamento do SPARGA em laboratório da escola, simulando cenários de risco de vazamento de gás e alagamento.

1.4 JUSTIFICATIVA

Acidentes domésticos graves, como choques elétricos, curtos-circuitos e explosões provocadas por vazamentos de gás, ainda representam um desafio significativo à segurança residencial no Brasil. De acordo com a ABRACOPEL (2025), esses incidentes continuam a ocorrer com frequência preocupante, resultando em perdas humanas, danos materiais e altos custos de recuperação. Tal cenário revela a necessidade de soluções preventivas eficazes que atuem antes da ocorrência do acidente.

O projeto propõe o desenvolvimento de um sistema automatizado capaz de identificar vazamento de gás e alagamentos de forma antecipada, prevenindo danos e minimizando consequências. Ao integrar sensores, automação e comunicação em um único dispositivo.

A implementação do SPARGA contribui diretamente para a preservação de vidas, a proteção do patrimônio e o fortalecimento da segurança residencial. Apresenta-se como uma solução de baixo custo e instalação simplificada, viabilizando sua adoção inclusive em comunidades urbanas vulneráveis ou com infraestrutura limitada. Além disso, seu uso pode evitar prejuízos econômicos decorrentes de perdas materiais e danos estruturais ocasionados por curtos-circuitos e explosões.

Assim, o trabalho justifica-se por oferecer uma resposta concreta a um problema real, utilizando a tecnologia como ferramenta para tornar os lares mais seguros e conscientes dos riscos.

2. ESTADO DA ARTE

Ao longo do desenvolvimento deste projeto, buscou-se compreender como outros pesquisadores lidaram com desafios semelhantes.

Tabela 1 – Estado da Arte

Pesquisa	Autoria	Ano de publicação
Modelo de um dispositivo de segurança para detecção de vazamento do gás de cozinha com bloqueio do circuito elétrico	André Luís da Silva Pinheiro, Fabio Guimarães Lourenço	2018
Detector de vazamento de gás de baixo custo	Wesley Brasil, Danilo Carlos Rossetto Minhoni	2021
Detector de vazamento de gás e de presença de chuva em janela automatizada	Maria Eduarda Follmer, Melissa Procópio Pimenta, Nicola Enrique França Lourenço	2024
Water Sentinel: Protótipo Embarcado para Alerta de Alagamentos	Reyner C. S. Alegria, Felipe W. G. Silva, João C. G. Iannuzzi, Aila K. S. Moreira, Ennoile R. M. Ferreira, Heloíse V. C. Brito, Nicolas O. Da Rocha, João P. N. Rebouças, Karen V. R. Pereira, Vandermi J. Da Silva	2025

Fonte: Autores.

2.1 DETECTOR DE VAZAMENTO DE GÁS DE BAIXO CUSTO

Este projeto teve como objetivo desenvolver um dispositivo inteligente, baseado na plataforma Arduino, com a capacidade de detectar vazamentos de gás liquefeito de petróleo. O sistema também possibilita a execução de ações automáticas de segurança, mostrando a importância dos microcontroladores e sensores como ferramentas acessíveis para a proteção residencial.

A pesquisa contribui diretamente para o projeto SPARGA, ao demonstrar a eficácia da integração entre sensores e sistemas embarcados na prevenção de acidentes domésticos. Contudo, enquanto o dispositivo apresentado se concentra na identificação e contenção de vazamentos de gás, o SPARGA propõe uma solução

mais ampla, além de monitorar possíveis alagamentos, ele é capaz de realizar o desligamento automático da rede elétrica e enviar alertas remotos aos moradores.

Assim, o SPARGA representa uma evolução dessa abordagem inicial, ampliando significativamente o escopo de riscos monitorados.

2.2 WATER SENTINEL: PROTÓTIPO EMBARCADO PARA ALERTA DE ALAGAMENTOS

Este projeto trata o desenvolvimento de um protótipo voltado ao monitoramento de alagamentos e enchentes. Ele surge em resposta ao cenário atual, marcado pelo aumento da frequência de eventos climáticos extremos, especialmente chuvas intensas, que têm causado prejuízos significativos tanto em zonas urbanas quanto rurais. O sistema foi criado para realizar o monitoramento em tempo real e emitir alertas preventivos, tal comunicação é realizada com um aplicativo móvel.

Esse projeto contribui significativamente para o avanço do SPARGA, principalmente na aplicação de sensores em cenários de alagamento. No entanto, enquanto a solução apresentada se limita ao envio de alertas, o SPARGA propõe uma abordagem mais abrangente, pois o sistema é capaz de executar medidas automáticas de contenção, como o desligamento da rede elétrica e o bloqueio do fornecimento de gás.

2.3 DETECTOR DE VAZAMENTO DE GÁS E DE PRESENÇA DE CHUVA EM JANELA AUTOMATIZADA

Este projeto apresenta um sistema de sensores integrados com o objetivo de detectar vazamentos de gás e a presença de chuva. Para isso, o protótipo emprega dois sensores principais, o MQ-5, voltado à detecção de GLP, propano e metano, e o HL-83, responsável pela identificação de chuva.

Esse projeto contribui diretamente para o projeto SPARGA, pois compartilha a aplicação de sensores acessíveis e tecnologias embarcadas para a redução de riscos domésticos. Entretanto, enquanto a proposta descrita se limita ao controle de aberturas para ventilação e proteção contra infiltrações, o SPARGA amplia a automação, pois seu sistema inclui o desligamento automático da rede elétrica, o bloqueio do fornecimento de gás por meio de válvula solenóide e o envio de alertas remotos aos moradores.

2.4 MODELO DE UM DISPOSITIVO DE SEGURANÇA PARA DETECÇÃO DE VAZAMENTO DE GÁS DE COZINHA COM BLOQUEIO DE CIRCUITO ELÉTRICO

Este projeto tem como propósito destacar os riscos associados ao uso do gás liquefeito de petróleo (GLP), amplamente empregado como gás de cozinha. O projeto integra um sensor de gás sensível ao GLP, um microcontrolador Arduino, um display LCD para indicar o nível de alerta e um relé responsável pelo corte do circuito elétrico. Sempre que um vazamento é detectado, o sistema não só desativa a energia, evitando faíscas, como também exibe mensagens no display e envia notificação ao morador.

Esse projeto relaciona-se diretamente ao SPARGA ao empregar sensores de baixo custo e um microcontrolador Arduino para impedir explosões provocadas por vazamentos de GLP. Ambos utilizam a combinação de detecção e resposta imediata para reduzir riscos em ambientes residenciais.

Entretanto, enquanto o dispositivo descrito concentra-se na atuação sobre o circuito de iluminação, interrompendo a energia para evitar faíscas e notificando o morador, o SPARGA é mais abrangente, pois realiza o bloqueio do fornecimento de gás por válvula solenóide e monitora também condições de alagamento.

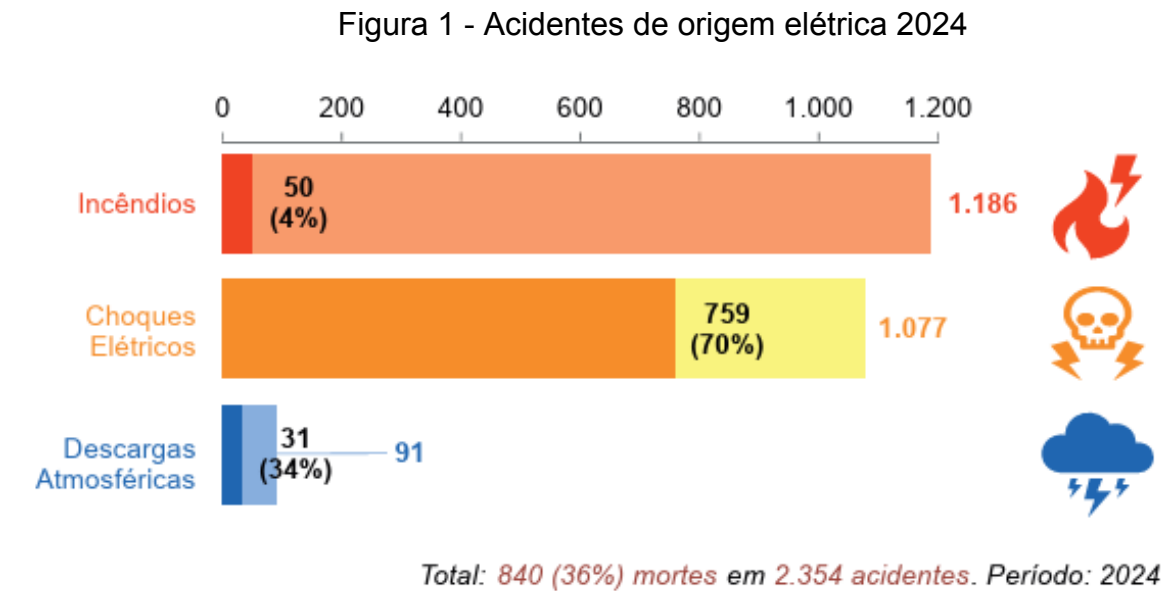
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O projeto SPARGA consiste na elaboração de sistema automatizado de prevenção de acidentes residenciais causados por alagamentos e vazamentos de gás.

3.1 SEGURANÇA ELÉTRICA E RISCOS EM AMBIENTES RESIDENCIAIS

A segurança elétrica em residências constitui um dos pilares fundamentais para a preservação da vida e a proteção do patrimônio. De acordo com a ABRACOPEL (2025), os choques elétricos e os incêndios provocados por falhas em instalações estão entre os acidentes domésticos mais recorrentes no Brasil. Esse risco torna-se ainda mais alto em situações de enchentes e alagamentos, onde a água pode alcançar tomadas, quadros de distribuição e fiações expostas, aumentando significativamente a probabilidade de curtos-circuitos e choques elétricos.

A Figura 1 apresenta os dados referentes aos acidentes de origem elétrica ocorridos em 2024, destacando a alta incidência de choques elétricos e incêndios, também evidencia a gravidade desses eventos, que resultam em mortes.



Fonte: ABRACOPEL, 2025.

A norma ABNT NBR 5410 (2004) estabelece os critérios para instalações elétricas de baixa tensão, incluindo dispositivos de proteção contra choques e curtos-circuitos. O uso de disjuntores diferenciais, aterramento eficiente e sistemas automáticos de desligamento são medidas recomendadas para reduzir riscos. No entanto, essas soluções muitas vezes não são suficientes ou não estão presentes em moradias de baixa renda, especialmente em áreas de risco.

Isto reforça os dados da Figura 1, a elevada incidência de acidentes de origem elétrica demonstra que as medidas normativas ainda não são plenamente aplicadas ou acessíveis a todas as residências.

3.1.1 Riscos associados a vazamentos de gás de cozinha

O gás liquefeito de petróleo (GLP), conhecido popularmente como gás de cozinha, é amplamente utilizado em residências brasileiras. Embora o GLP seja inodoro por si só, sua formulação inclui compostos à base de enxofre justamente para facilitar a detecção de vazamentos. Ainda assim, ocorrem tragédias em todo o país, muitas vezes motivadas pelo simples ato de ligar ou desligar a iluminação ou aparelhos eletrodomésticos, que resultam em explosões.

Segundo o Corpo de Bombeiros Militar de Alagoas (CBMAL, 2025) O vazamento de gás representa um grande perigo, pois, quando acumulado em um ambiente fechado e em contato com uma fonte de ignição, como faíscas de aparelhos elétricos, interruptores ou até mesmo uma simples lâmpada, pode provocar uma explosão de grandes proporções.

Além disso, ao se espalhar em um espaço fechado, o GLP, tem a capacidade de deslocar o oxigênio presente no ambiente, o que pode levar à asfixia.

3.1.2 Riscos associados a alagamentos

Um alagamento em uma residência representa um grande risco para a parte elétrica, tendo em vista que a água, principalmente quando contaminada por sais e impurezas comuns em enchentes, torna-se condutora de eletricidade. Isso cria condições extremamente perigosas para os moradores e também compromete a integridade da instalação elétrica. Um dos maiores perigos é o risco de choques elétricos fatais. Quando a água entra em contato com tomadas, cabos energizados ou o quadro de distribuição, qualquer pessoa que tenha contato direto ou indireto com essa água pode sofrer acidentes graves por eletrocussão.

3.2 MEDIÇÕES COM SENSORES

Os sensores são os elementos responsáveis por realizar a conexão entre o ambiente e o sistema eletrônico de controle. No projeto, foram utilizados dois sensores principais: um sensor de gás MQ-5 e um sensor resistivo de nível de água. Ambos têm a função de monitorar condições críticas no ambiente e enviar sinais ao microcontrolador ESP32, que interpreta os dados e aciona as medidas de segurança necessárias.

3.2.1 Sensor de vazamento de gás

O sensor MQ-5 é um dispositivo semicondutor projetado para detectar gases combustíveis, como GLP (Gás Liquefeito de Petróleo), amplamente utilizado em residências. Seu princípio de funcionamento baseia-se na variação da resistência elétrica de um material sensível quando em contato com moléculas de gás. Essa variação é convertida em um sinal elétrico que pode ser interpretado pelo microcontrolador.

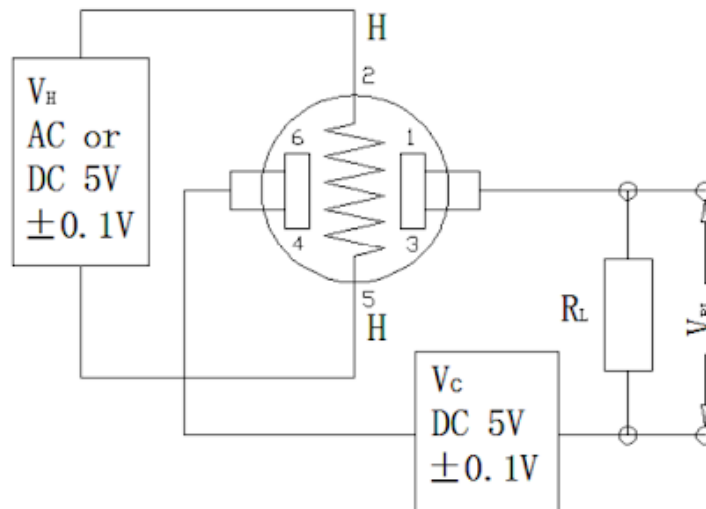
O sensor MQ-5 demonstrado na figura 2 possui um range de detecção de concentrações de gás entre 200 e 10.000 ppm. A figura 3 demonstra em detalhes o esquema de ligação elétrica deste sensor.

Figura 2 - Sensor MQ-5



Fonte: ARDUCORE, 2025.

Figura 3 - Esquema elétrico do sensor MQ-5



Fonte: The Engineering Projects, 2024.

3.2.2 Sensor de alagamentos

O sensor resistivo de nível de água é utilizado para identificar a presença de água em ambientes sujeitos a enchentes. Seu funcionamento ocorre a partir da redução da resistência elétrica entre duas trilhas condutoras quando entram em contato com a água. Na figura 4 é apresentado o sensor resistivo de água.

Figura 4 - Sensor resistivo de água



Fonte: Mercado Livre, 2025.

3.3 MEDIDAS DE PROTEÇÃO

São os componentes responsáveis por executar ações de prevenção e proteção diante de situações de risco, atuando de forma automática para desligar a energia elétrica ou interromper o fornecimento de gás.

3.3.1 Válvula solenoide

A válvula solenoide é um dispositivo eletromecânico desenvolvido para controlar o fluxo de fluidos ou gases de maneira automática. Sua estrutura é composta por um corpo com orifícios de entrada e saída, uma bobina elétrica (solenoide), um êmbolo móvel e uma mola de retorno. O funcionamento se dá por meio da interação entre o campo magnético gerado pela bobina e o movimento do êmbolo. Quando a válvula recebe corrente elétrica, a bobina é energizada e cria um campo magnético capaz de atrair ou afastar o êmbolo. Esse movimento desloca a mola e libera ou fecha o caminho para a passagem do fluido. Assim que o fornecimento de energia elétrica é interrompido, o campo magnético desaparece e a mola retorna para seu estado normal.

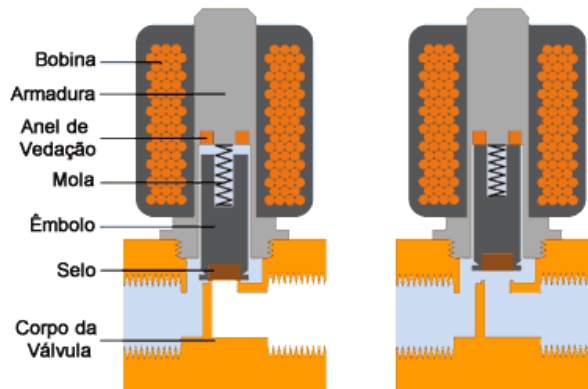
Na figura 5 é apresentado a válvula solenoide e na figura 6 é explicado a estrutura deste tipo de válvula.

Figura 5 - Válvula solenoide



Fonte: Tauana Válvulas, 2025.

Figura 6 - Funcionamento válvula solenoide

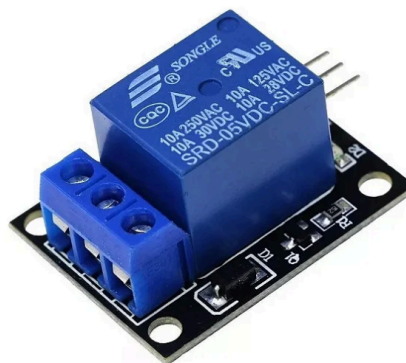


Fonte: Citisystems, 2017.

3.3.2 Relé

O relé é um componente eletromecânico que funciona como um interruptor controlado eletricamente, permitindo que um circuito de baixa tensão, como o ESP32, acione de forma segura um circuito de alta tensão. Além de possibilitar o desligamento da energia elétrica em situações de risco, ele fornece isolamento elétrico, protegendo o microcontrolador e os demais circuitos de danos causados por correntes elevadas. Na figura 7 é demonstrado o modelo dos relés utilizado no projeto.

Figura 7 - Relé 1 canal



Fonte: ARDUCORE, 2025.

3.3.3 Contator modular

O contator é um dispositivo eletromecânico utilizado para controlar a passagem de corrente elétrica em circuitos de alta potência, funcionando como um interruptor acionado remotamente por meio de contatos NA (normalmente aberto) e

NF (normalmente fechado). O contator representado na figura 8 ilustra o tipo de dispositivo citado acima.

Figura 8 - Contator



Fonte: Eletrorastro, 2025.

3.4 COMUNICAÇÃO COM O MICROCONTROLADOR

A comunicação entre os sensores e o microcontrolador é a etapa responsável por transformar os sinais elétricos em decisões automáticas. No projeto, o ESP32 atua como unidade central de processamento, recebendo informações dos sensores e acionando os atuadores de acordo com a lógica de proteção estabelecida.

3.4.1 ESP 32

Um microcontrolador é um circuito integrado que funciona como um pequeno computador, reunindo processador, memória e entradas/saídas em um único chip. Pode ser usado para controlar sistemas específicos, recebendo dados de sensores, processando informações e acionando atuadores conforme a lógica programada.

O ESP32 é amplamente utilizado em projetos de automação e internet das coisas (IoT). Ele se destaca por integrar, em um único chip, recursos de processamento, conectividade e múltiplas interfaces de comunicação, o que o torna uma solução versátil e de baixo custo para aplicações tecnológicas diversas.

Uma das principais características do ESP32 é sua capacidade de conexão sem fio. O dispositivo possui módulos integrados de Wi-Fi e Bluetooth, o que permite a comunicação direta com redes domésticas, servidores em nuvem e outros dispositivos inteligentes. Na figura 9 é representado o microcontrolador ESP32.

Figura 9 - ESP32



Fonte: ARDUCORE, 2025.

4. METODOLOGIA

4.1 TIPO DE PESQUISA

Para a elaboração deste projeto, foi empregado o modelo de pesquisa quali-quantitativa. A dimensão qualitativa está presente na análise descritiva dos riscos associados ao uso inadequado de gás GLP e ao perigo de alagamentos em residências, bem como na interpretação das normas técnicas. Já a dimensão quantitativa manifesta-se na coleta e análise de dados obtidos a partir dos sensores (concentração de gás em ppm, presença de água, tempo de resposta do sistema), permitindo avaliar de forma mensurável a eficiência do protótipo desenvolvido.

Quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa de caráter exploratório e descritivo. É exploratória porque busca levantar informações, conceitos e soluções sobre tecnologias de detecção de riscos domésticos e seu nível de aplicação em sistemas de automação residencial. É descritiva, pois descreve e testa o funcionamento do protótipo em situações simuladas de vazamento de gás e alagamento, verificando suas respostas e limitações.

4.2 FUNÇÃO DOS COMPONENTES

4.2.1 Sensor de vazamento de gás (MQ-5)

Responsável por detectar a presença de gases inflamáveis, como GLP (gás de cozinha), propano e butano, no ambiente. Foram definidos dois níveis de risco, nível de pré-alarme e nível de alarme segundo a Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ, 2021):

Nível de pré-alarme: Quando o valor de gás detectado é maior que 1.000 ppm e menor ou igual a 2.000 ppm, no qual a medida de proteção é o envio de uma mensagem SMS para os moradores por meio do microcontrolador ESP32. O conteúdo desta por sua vez será: “Vazamento de gás em nível de alerta preventivo, fique atento!”.

Nível de alarme: quando o valor de gás detectado é maior que 2.000 ppm, no qual a medida de proteção é o envio de uma mensagem SMS para os moradores por meio do microcontrolador ESP32 e o fechamento da válvula solenoide. O conteúdo da mensagem por sua vez será: “Vazamento de gás em

nível de alerta crítico, válvula solenoide foi fechada, ligue para emergência imediatamente!”.

4.2.2 Sensor resistivo de nível de água

Utilizado para identificar a presença de água em determinados pontos. Seu princípio de funcionamento é baseado na variação da condutividade elétrica entre dois eletrodos, possibilitando a detecção de alagamentos. No sistema proposto, o sensor é instalado a 15 cm do solo, valor escolhido considerando a NBR 5410, que estabelece altura mínima de 30 cm para tomadas. Dessa forma, o desligamento automático da energia é realizado antes que as tomadas sejam atingidas, reduzindo significativamente os riscos de choques elétricos e curtos-circuitos.

Ao detectar o alagamento, o sensor envia um sinal elétrico para o microcontrolador que por sua vez desliga a energia da residência e envia uma mensagem SMS para os moradores. O conteúdo desta por sua vez será: “Alagamento detectado, energia da casa desligada!”.

4.2.3 Válvula solenoide

No projeto, a válvula solenoide é fundamental para interromper automaticamente o fornecimento de gás do botijão em caso de vazamento, evitando incêndios e explosões. Ela é acionada por um relé que é comandado pelo ESP32, assim que o sensor MQ-5 detecta concentração de nível de alarme de GLP no ambiente.

4.2.4 Relé 1 canal

Componente eletrônico que atua como um interruptor controlado eletricamente. No projeto são utilizados dois relés.

O primeiro relé é responsável por enviar um sinal elétrico para a válvula solenoide, que por sua vez fecha o fornecimento de gás para o sistema da residência. Este relé é acionado quando o sensor de vazamento de gás detecta uma concentração de gás maior que 2.000 ppm (nível de alerta).

O segundo relé é utilizado em conjunto com o contator modular, que suporta a corrente da rede elétrica residencial. Quando o sensor resistivo de água detecta alagamento, o ESP32 envia um sinal ao relé, que fecha seu contato interno, acionando o contator e interrompendo a energia.

4.2.5 Contator

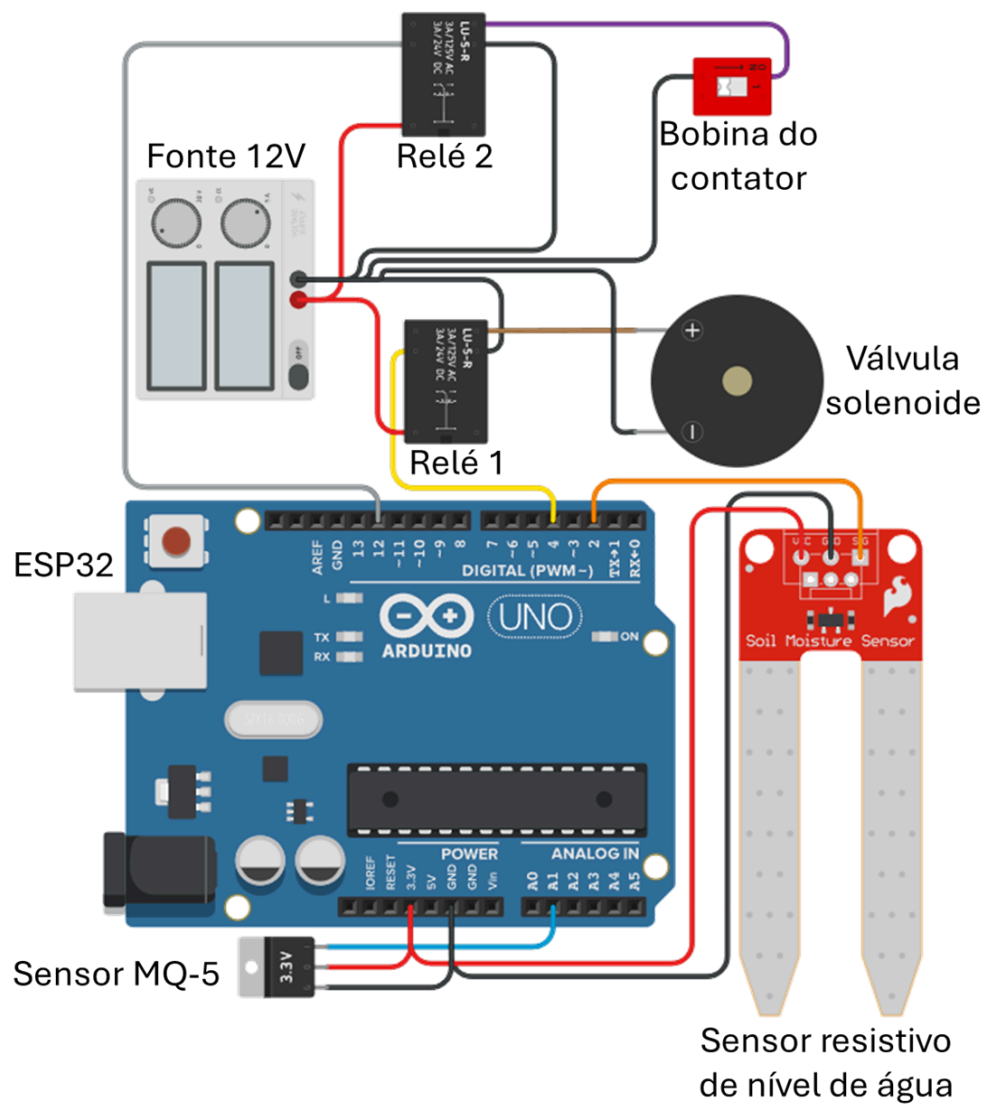
Dispositivo eletromecânico de comutação destinado ao desligamento da energia elétrica da residência em situações de emergência. É dimensionado para suportar correntes mais elevadas, atuando como chave de proteção contra choques e curtos-circuitos em caso de vazamento de gás ou alagamento. No projeto, ele é essencial para interromper a energia elétrica da residência de forma segura em situações de alagamento, já que o relé, que recebe o comando do ESP32, sozinho não suporta a corrente total da instalação. Quando o sensor de alagamento detecta água acima do limite seguro, o microcontrolador envia um sinal ao módulo relé ligado com o contator, que aciona o contator modular. Este, por sua vez, interrompe a corrente elétrica que alimenta a residência, prevenindo choques elétricos e curtos-circuitos.

4.2.6 ESP32

Microcontrolador central do sistema, responsável por processar os sinais recebidos dos sensores e tomar decisões automatizadas, como acionar os relés, desligar a energia elétrica em caso de alagamentos, acionar a válvula solenoide em caso de vazamento de gás e enviar alertas via SMS nas situações de risco.

4.3 ESQUEMA ELÉTRICO

Figura 10 - Esquema elétrico



Fonte: Autores.

4.3.1 Descrição do circuito elétrico

Utiliza-se o microcontrolador ESP32 para receber os dados dos sensores (sensor MQ-5 e sensor resistivo de nível de água) e comandar os relés que são responsáveis pelo acionamento da válvula solenoide e do contator. O microcontrolador é alimentado por uma bateria de 9V

Para a ligação do sensor MQ-5 é utilizado as saídas VCC 3,3V e GND do ESP32, que são conectadas aos pinos positivo e negativo do sensor respectivamente, o pino de dados do sensor é ligado na entrada analógica 1 do microcontrolador.

Na ligação do sensor resistivo de nível de água a saída VCC 3,3V do microcontrolador é ligada ao pino positivo do sensor, já a saída GND é ligada ao pino negativo do sensor. E o pino de dados do sensor é conectado na entrada digital 2 do ESP32.

Do pólo positivo da fonte de 12V partem dois condutores, para a alimentação do primeiro e do segundo relé do circuito. Da mesma forma, do polo negativo da fonte de 12V saem dois condutores que são conectados aos terminais negativos das bobinas dos relés.

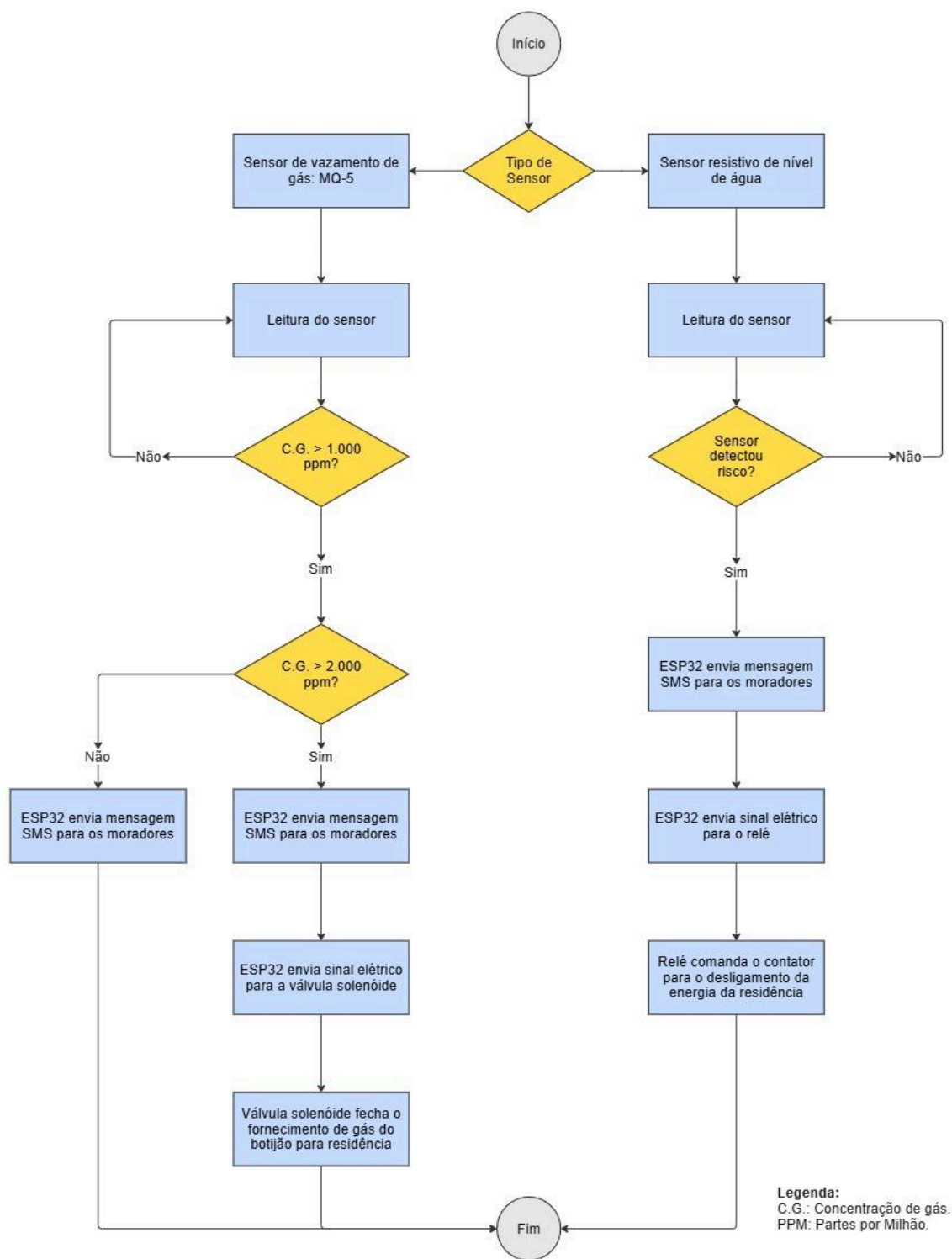
A saída digital 4 do ESP32 é utilizada para acionar o polo positivo da bobina do relé responsável pela válvula solenoide, enquanto a saída digital 12 do microcontrolador é conectada ao polo positivo da bobina do relé que comanda o contator.

Dois condutores partem do pólo negativo da fonte de 12V, um é ligado na bobina do contator e o outro na válvula solenoide. O contato normalmente aberto (NA) do primeiro relé é conectado à válvula solenoide, enquanto o contato NA do segundo relé é conectado ao contator.

4.4 PROGRAMAÇÃO

4.4.1 Fluxograma de funcionamento

Figura 11 - Fluxograma



Fonte: Autores.

4.4.2 Lógica do sistema

A lógica implementada no projeto segue um fluxo de monitoramento contínuo, detecção de risco, tomada de decisão e ação corretiva. O microcontrolador ESP32 atua como unidade central, processando as informações recebidas dos sensores de alagamento e de vazamento de gás, e acionando automaticamente os dispositivos de proteção quando necessário.

No caso de alagamento, o sensor resistivo de nível de água é responsável por monitorar a presença de líquido próximo ao solo. Quando a água atinge o nível pré-definido (15 cm do chão), o sensor envia um sinal ao ESP32. O microcontrolador interpreta esse dado como condição de risco e aciona o módulo relé, que por sua vez energiza o contator modular. Esse contator realiza o desligamento imediato da rede elétrica da residência, prevenindo choques elétricos e curtos-circuitos.

Já em situações de vazamento de gás, o sensor MQ-5 detecta concentrações de GLP no ambiente. Caso o valor ultrapasse o limite de segurança estabelecido (nível crítico), o sensor envia um sinal ao ESP32, que aciona o relé que comanda a válvula solenoide acoplada ao botijão de gás. Com isso, o fornecimento de gás é interrompido de forma automática, evitando riscos de explosões.

Em ambos os cenários, o sistema também é programado para gerar um alerta customizado via SMS, notificando os moradores sobre a ocorrência. Essa etapa garante que a família seja informada em tempo real, mesmo quando não estiver em casa, possibilitando uma resposta rápida e adequada à situação.

6. RECURSOS

Neste capítulo consta os materiais usados no projeto:

Material	Valor unitário	Quantidade	Valor total	Fonte	Data
ESP32	R\$ 48,89	1	R\$ 48,89	Mercado Livre	27/08/2025
Válvula solenoide	R\$ 105,00	1	R\$ 105,00	Tauana Válvulas	27/08/2025
Sensor de gás MQ-5	R\$ 17,01	1	R\$ 17,01	Arducore	27/08/2025
Sensor resistivo de nível de água	R\$ 9,31	1	R\$ 9,31	Mercado Livre	27/08/2025
Contator bipolar	R\$ 129,85	1	R\$ 129,85	Eletrorastro	27/08/2025
Relé 1 canal	R\$ 7,45	2	R\$ 14,90	Arducore	27/08/2025
Jumpers	R\$ 19,01	40	R\$ 19,01	Mercado Livre	27/08/2025
Fonte de alimentação 12V	R\$ 37,54	1	R\$ 37,54	Mercado Livre	27/08/2025
Bateria 9V	R\$ 11,72	1	R\$ 11,72	Mercado Livre	27/08/2025
Valor final: R\$ 402,92					

7. RESULTADOS ESPERADOS OU PARCIAIS

Espera-se ao final desta pesquisa um protótipo de automação residencial projetado para integrar sensores de vazamento de gás e de nível de água a um microcontrolador ESP32, programado para identificar situações de risco e executar ações preventivas, como o desligamento automático da energia elétrica, o bloqueio do fornecimento de gás por válvula solenoide e o envio de alertas aos moradores.

Também prevê-se uma pesquisa detalhada dos principais riscos domésticos relacionados a curtos-circuitos, choques elétricos e vazamentos de gás. A análise permitirá identificar situações mais frequentes e perigosas, contribuindo para o planejamento do sistema SPARGA com fim de atuar de forma preventiva e eficiente.

Por fim, serão realizados testes de funcionamento em ambiente controlado no laboratório da escola, simulando cenários de risco, como o vazamento de gás e alagamentos. Nesses testes, os sensores serão avaliados de forma isolada, a fim de verificar sua precisão e tempo de resposta. O resultado esperado é demonstrar que o SPARGA responde rapidamente às situações de perigo, reduzindo significativamente a probabilidade de acidentes e oferecendo alertas aos moradores em tempo hábil para ações preventivas.

REFERÊNCIAS

ALEGRIA, Reyner C. S. et al. **Water Sentinel: Protótipo Embarcado para Alerta de Alagamentos**. In: CONFERÊNCIA DE TECNOLOGIA DO ICET (CONNECTECH), 2. , 2025, Itacoatiara/AM. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2025. p. 1-12.
Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/connect/article/view/36485>. Acesso em: 21 de julho. 2025.

Arducore. **Sensor de Gás MQ-5 para Arduino - GLP (Gás de Cozinha) e Gás Natural**. Disponível em:
https://www.arducore.com.br/sensor-de-gas-mq-5-para-arduino-glp-gas-de-cozinha-e-gas-natural?srsId=AfmBOoobIJCcFRGFvG4HDvomR1QddvuKIJOVDV7w42j_EnQd6Df_q37c. Acesso em: 26 de agosto. 2025.

Arducore. **MÓDULO RELÉ CURTO 1 CANAL 5V**. Disponível em:
<https://www.arducore.com.br/modulo-rele-curto-1-canal-5v?srsId=AfmBOoomOVfoiA5zo531JyvMpXZIRbHP1LJpjzdEAEZ-wmVcaoZyXJZ>. Acesso em: 26 de agosto. 2025.

Arducore. **MÓDULO WIFI + BLUETOOTH ESP32 NODEMCU 30 pinos**. Disponível em:
<https://www.arducore.com.br/esp32-esp-wroom-32-wi-fi-bluetooth-esp-32-nodemcu>. Acesso em: 26 de agosto. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro, 2004. 14 de julho. 2025.

CONSIGAZ. **Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos – Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)**. Versão 16, 2024. Disponível em:
https://consigaz.com.br/wp-content/uploads/2024/09/DL.COR_.003.r07_FISPQ_GLP-16.pdf. Acesso em: 24 de agosto. 2025.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR ALAGOAS. **Corpo de bombeiros atendeu 70 ocorrências envolvendo vazamento de gás em 2024**. Alagoas, 2025. Disponível em:
<https://www.cbm.al.gov.br/noticias/view/3694/corpo-de-bombeiros-atendeu-70-ocorrencias-envolvendo-vazamento-de-gas->. Acesso em: 13 de agosto. 2025.

DETECTOR DE VAZAMENTO DE GÁS DE BAIXO CUSTO . **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar** - ISSN 2675-6218, [S. l.], v. 2, n. 11, p. e211933, 2021.

Disponível em: <https://recima21.com.br/recima21/article/view/933>. Acesso em: 21 de julho. 2025.

Eletrorastro. **Contator Modular 2 Pólos 2na 63a 220v CM63-H5-220 Metaltex**.

Disponível em:

https://www.eletrorastro.com.br/produto/contator-modular-2-polos-2na-63a-220v-cm63-h5-220-metaltex-92144?srsId=AfmBOoqW-jPNebtyg34VMfy38hy0I_JYnb38cERE4K3mll3cLZUCdj2x. Acesso em: 26 de agosto. 2025.

FERNANDES, Pablo. **Resumo de Intoxicação por Gás de Cozinha: sintomas e mais! Estratégia MED**. 29 abr. 2025. Atualizado em 30 abr. 2025. Disponível em:

<<https://med.estrategia.com/portal/conteudos-gratis/doencas/resumo-de-intoxicacao-por-gas-de-cozinha-sintomas-e-mais/>>. Acesso em: 03 de agosto. 2025.

FOLLMER, Maria Eduarda; PIMENTA, Melissa Procópio; LOURENÇO, Nicola

Enrique França. **Detector de vazamento de gás e de presença de chuva em**

janela automatizada. 2024. 16 p. Artigo. Trabalho de conclusão de curso (Curso

Técnico em Eletromecânica) - Etec Prof. Alfredo de Barros Santos, Guaratinguetá,

SP, 2024. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/28587>. Acesso

em: 24 de julho. 2025.

MARTINHO, Edson. DE SOUZA, Danilo Ferreira; MARTINHO, Meire Biudes;

MORITA, Lia Hanna Martins; MAIONCHI, Daniela de Oliveira (Org.). **ANUÁRIO**

ESTATÍSTICO DE ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA 2025 – Ano base 2024.

Salto-SP: Abracopel, 2025. Disponível em:

<https://abracopel.org/wp-content/uploads/2025/08/Anuario-2025-11-03-2025-LIVRET-O.pdf>. Acesso em: 08 de julho. 2025.

Mercado Livre. **Modulo Sensor De Nivel De Agua Arduino - Fd10**. Disponível em:

<https://www.mercadolivre.com.br/modulo-sensor-de-nivel-de-agua-arduino-fd10/p/MLB39380871>. Acesso em: 26 de agosto. 2025.

Pinheiro, André & Lourenço, Fabio. (2020). **Modelo de um Dispositivo de**

Segurança para Detecção de Vazamento do Gás de Cozinha com Bloqueio do Circuito Elétrico. Projectus. 3. 15-35. 10.15202/25254146.2018v3n1p15.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/343132506_Modelo_de_um_Dispositivo_de_Seguranca_para_Deteccao_de_Vazamento_do_Gas_de_Cozinha_com_Bloqueio_do_Circuito_Eletrico. Acesso em: 24 de julho.2025.

SILVEIRA, Cristiano Bertolucci. **Como Funciona a Válvula Solenóide e Quais os Tipos?** 2017. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/valvula-solenóide/>. Acesso em: 26 de agosto. 2025.

Tauana Válvulas. **Válvula Solenoide Elétrica 2 Via 1/4" Gás Água Ar Óleo 220v.** Disponível em:

https://www.tauanavalvulas.com.br/MLB-3132630265-valvula-solenóide-eletrica-2-via-14-gas-agua-ar-oleo-220v-_JM#polycard_client=search-nordic-mshops&search_layout=stack&position=1&type=item&tracking_id=4e642d13-f786-4f34-98eb-db04c0d382e0&wid=MLB3132630265&sid=search. Acesso em: 26 de agosto. 2025.

WATSON, David. **MQ-5 Natural LPG Sensor: Datasheet, Pinout & Working**, 2024. Disponível em: <https://www.theengineeringprojects.com/2024/02/mq-5-natural-lpg-sensor.html>. Acesso em: 26 de agosto. 2025.