

Domótica – Projeto detector de gás de cozinha

Home automation – Kitchen gas detector project

Anderson Eduardo de Andrade Agnelo
Jamilly Vitória Franco Nichele
Victor Hugo Manasczek de Souza
Wesley Prestes Pereira

RESUMO

A detecção de gases inflamáveis é uma questão essencial em diversos ambientes, seja para segurança residencial, industrial ou em veículos movidos a gás. Este artigo apresenta o desenvolvimento de um sistema de detecção de gases inflamáveis utilizando uma plataforma Arduino e o sensor MQ-2. O projeto integra indicadores visuais (LEDs), sonoros (buzzer) e programação personalizada para monitorar concentrações de gás no ar. Além disso, o sistema foi projetado para ser acessível e replicável, com custo reduzido e montagem simplificada em protoboard. Durante os testes, foram avaliados o tempo de resposta, a sensibilidade do sensor e a eficiência dos alertas. Os resultados demonstraram que o sistema é funcional e pode ser melhorado com tecnologias de comunicação para alertas remotos, além de sensores mais avançados para aumentar a precisão. O estudo também destaca a versatilidade do Arduino na implementação de soluções práticas e de baixo custo. Este trabalho reforça a aplicabilidade do Arduino na criação de dispositivos de segurança acessíveis e destaca o potencial de aprimoramentos futuros, incluindo integração com sistemas inteligentes e automação avançada.

Palavras-chave: Arduino; Sensor MQ-2; Gases inflamáveis; Monitoramento ambiental; Segurança eletrônica; Protótipo eletrônico; Automação.

ABSTRACT

The detection of flammable gases is an essential issue in various environments, whether for residential or industrial safety or in gas-powered vehicles. This article presents the development of a flammable gas detection system using an Arduino platform and the MQ-2 sensor. The project integrates visual indicators (LEDs), sound indicators (buzzer) and personalized programming to monitor gas concentrations in the air. Furthermore, the system was designed to be accessible and replicable, with reduced cost and simplified assembly on a breadboard. During the tests, response time, sensor sensitivity and alert efficiency were evaluated. The results demonstrated that the system is functional and can be improved with communication technologies for remote alerts, as well as more advanced sensors to increase accuracy. The study also highlights the versatility of Arduino in implementing practical and low-cost solutions. This work reinforces the applicability of Arduino in creating affordable security devices and highlights the potential for future improvements, including integration with smart systems and advanced automation.

Keywords: Arduino; MQ-2 sensor; Flammable gases; Environmental monitoring; Electronic security; Electronic prototype; Automation.

1 INTRODUÇÃO

A segurança contra vazamentos de gases inflamáveis é um tema de grande relevância, especialmente em ambientes domésticos e industriais. Gases como GLP (gás liquefeito de petróleo), metano e hidrogênio são amplamente utilizados, mas representam um alto risco devido à sua inflamabilidade e toxicidade em concentrações elevadas. Segundo dados de órgãos de segurança, incidentes relacionados a vazamentos de gás continuam sendo uma das principais causas de explosões e intoxicações em residências e empresas.

Soluções comerciais para detecção de gases geralmente possuem custos elevados, o que limita seu acesso para muitas pessoas. Nesse contexto, o uso de plataformas de prototipagem como o Arduino oferece uma alternativa acessível e personalizável para o desenvolvimento de sistemas de monitoramento de gás. O sensor MQ-2, amplamente disponível no mercado, é capaz de detectar gases como GLP, metano, butano e hidrogênio, tornando-se uma escolha prática para projetos educativos e funcionais.

O presente trabalho propõe o desenvolvimento de um sistema de detecção de gases inflamáveis baseado em Arduino, com o objetivo de criar um dispositivo funcional, de baixo custo e com fácil replicação. Além de contribuir para a segurança, o projeto busca promover o aprendizado sobre sensores, circuitos eletrônicos e programação, alinhando-se a objetivos acadêmicos e práticos.

O artigo é estruturado em seções que detalham os componentes e métodos utilizados, os testes realizados e as conclusões obtidas. Os resultados destacam a eficiência do protótipo desenvolvido e apontam caminhos para aprimoramentos futuros, como a inclusão de tecnologias de comunicação sem fio e o uso de sensores de maior precisão.

2 OBJETIVOS

Objetivo Geral

Desenvolver um sistema de detecção de gases inflamáveis utilizando a plataforma Arduino e o sensor MQ-2, com o objetivo de monitorar concentrações de gás em ambientes fechados e emitir alertas visuais e sonoros em situações de risco, promovendo maior segurança em residências, indústrias e outros locais que utilizem gases inflamáveis.

Objetivos Específicos

1. **Explorar a funcionalidade do sensor MQ-2:** Investigar as capacidades de detecção de gases como GLP, metano e butano, analisando sua precisão e limitações em diferentes condições ambientais.
2. **Integrar componentes eletrônicos:** Montar um circuito eletrônico que inclua LEDs, buzzer e o sensor MQ-2, garantindo que todos os componentes interajam adequadamente.

3. **Desenvolver e otimizar o código-fonte:** Criar o programa necessário para a operação do sistema, utilizando a linguagem C/C++ na IDE do Arduino, com foco em eficiência e clareza.
4. **Avaliar o desempenho do sistema:** Realizar testes em cenários controlados para verificar a eficácia do protótipo na detecção de diferentes concentrações de gases e na emissão de alertas.
5. **Promover a acessibilidade tecnológica:** Projetar um dispositivo de baixo custo que possa ser replicado facilmente por estudantes, profissionais ou entusiastas de tecnologia.
6. **Explorar possibilidades de expansão:** Identificar melhorias futuras, como a adição de conectividade sem fio (Wi-Fi ou Bluetooth) para envio de notificações em tempo real a dispositivos móveis.
7. **Intensão:** Elaborar um artigo técnico detalhado que contribua para o conhecimento acadêmico e técnico na área de sistemas embarcados e segurança

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A aplicação de sensores de gás em sistemas de monitoramento é um tema amplamente discutido na literatura. Segundo estudos recentes, o uso de dispositivos como o MQ-2 tem mostrado eficiência em detectar gases combustíveis, contribuindo para a prevenção de acidentes.

A Plataforma Arduino

O Arduino é uma plataforma de prototipagem que combina hardware de fácil uso com uma interface de programação simplificada. A principal vantagem do Arduino é sua flexibilidade, permitindo integração com sensores, módulos de comunicação e atuadores. Além disso, sua comunidade ativa disponibiliza bibliotecas e tutoriais que facilitam o desenvolvimento de projetos para iniciantes e profissionais.

Sensor de Gás MQ-2

O sensor MQ-2 é amplamente utilizado devido à sua sensibilidade a uma variedade de gases, como propano, butano, metano e GLP. Sua construção robusta e custo acessível o tornam ideal para aplicações em segurança doméstica e industrial. No entanto, ressalta-se a importância de calibrá-lo adequadamente para garantir leituras precisas em diferentes ambientes.

Estudos Relacionados

Pesquisas realizadas por autores como Oliveira (2022) destacam a eficiência do MQ-2 quando integrado ao Arduino em projetos de automação residencial. Em experimentos práticos, o sensor demonstrou respostas rápidas a alterações nas concentrações de gás, sendo uma alternativa competitiva frente a soluções comerciais.

4 METODOLOGIA

A construção do sistema de monitoramento de gases inflamáveis foi realizada seguindo uma abordagem prática e estruturada. Este capítulo detalha os materiais utilizados, os passos para a montagem do circuito eletrônico, o desenvolvimento do código de programação na plataforma arduino e os procedimentos de calibração do sensor MQ-2, buscando garantir a eficácia do protótipo.

Materiais Utilizados

Os componentes selecionados para o projeto foram escolhidos com base na funcionalidade, custo-benefício e disponibilidade no mercado.

Componente	Função
Placa Arduino UNO	Utilizada como unidade de controle para leitura dos dados do sensor e acionamento dos atuadores.
Sensor MQ-2	Responsável pela detecção de gases inflamáveis, como GLP, metano e butano.
Resistores (220 kΩ)	Controle de corrente e tensão no circuito
LEDs (vermelho e verde)	Indicadores visuais para sinalizar condições de segurança e perigo.
Buzzer	Alerta sonoro em caso de concentrações perigosas de gás
Protoboard	É a placa de ensaio, uma ferramenta usada para montar circuitos eletrônicos temporários sem a necessidade de solda.
Jumpers (Fios)	Conexões temporárias para teste e montagem inicial do circuito
Fonte de Alimentação	Para fornecer energia à placa Arduino e aos componentes conectados. Cabo USB A – B.

Montagem do Circuito

O circuito eletrônico foi montado utilizando uma protoboard, um componente essencial para prototipagem de projetos, permitindo ajustes rápidos e melhorias durante a fase de testes. A seguir, são descritos os passos detalhados para a montagem:

Passo 1: Conexão do Sensor MQ-2

O sensor MQ-2 foi conectado à entrada analógica A0 da placa Arduino. Este sensor é responsável por detectar a presença de gases inflamáveis no ambiente, como GLP e metano. Para proteger os pinos do Arduino e garantir uma leitura estável, resistores foram adicionados ao circuito. O pino de saída do sensor foi conectado

diretamente à entrada analógica A0, enquanto os pinos de alimentação (VCC e GND) foram conectados à alimentação e ao terra da placa Arduino, respectivamente.

Passo 2: Integração de LEDs como Indicadores Visuais

Dois LEDs foram utilizados para fornecer uma indicação visual do estado do sistema:

- O LED verde foi conectado à saída digital D8 e configurado para acender quando o nível de gás estiver dentro dos limites seguros.
- O LED vermelho foi conectado à saída digital D9 e configurado para acender quando o nível de gás ultrapassar o limite considerado perigoso. Resistores de 220 ohms foram adicionados em série com os LEDs para limitar a corrente, protegendo-os de danos e garantindo sua durabilidade.

Passo 3: Adição do Buzzer para Alerta Sonoro

Um buzzer foi conectado à saída digital D10 do Arduino, configurado para emitir um alerta sonoro em caso de concentração perigosa de gás. O buzzer funciona como uma medida adicional de segurança, garantindo que o sistema possa alertar os usuários mesmo em situações em que a indicação visual não seja notada, como em ambientes ruidosos ou em momentos de distração.

Organização na Protoboard

Todos os componentes foram montados na protoboard de forma organizada, com jumpers para realizar as conexões entre o sensor, os LEDs, o buzzer e a placa Arduino. Isso permitiu ajustes rápidos durante os testes, como substituição de resistores, troca de pinos e reconfiguração do circuito. Além disso, o uso da protoboard eliminou a necessidade de solda, facilitando a prototipagem e a realização de melhorias ao longo do desenvolvimento do projeto.

Teste e Validação do Circuito

Após a montagem, o circuito foi submetido a uma série de testes para verificar seu funcionamento. Cada componente foi avaliado individualmente para garantir que as conexões estavam corretas e que o sistema respondia conforme o esperado. Os LEDs foram testados com diferentes níveis de entrada analógica simulados, o buzzer foi acionado manualmente e o sensor MQ-2 foi exposto a pequenas concentrações de gás para validar sua resposta.

Com essas etapas, foi possível obter um circuito funcional, modular e pronto para receber melhorias futuras, consolidando a base para o desenvolvimento do sistema de monitoramento de gases inflamáveis.

Desenvolvimento do Código

O código foi desenvolvido na IDE Arduino, utilizando a biblioteca padrão para facilitar a leitura do sensor MQ-2. Trecho do código principal:

```
const int sensorPin = A0;           // Pino do sensor de gás (entrada analógica)
const int ledVerde = 8;             // Pino do LED verde (sinal de segurança)
const int ledVermelho = 9;         // Pino do LED vermelho (alerta/perigo)
const int buzzer = 10;             // Pino do buzzer (emite som de alerta)
int valorLido;                     // Variável para armazenar a leitura do sensor

void setup() {
  pinMode(ledVerde, OUTPUT);        // Configura o pino do LED verde como saída
  pinMode(ledVermelho, OUTPUT);     // Configura o pino do LED vermelho como saída
  pinMode(buzzer, OUTPUT);          // Configura o pino do buzzer como saída
  Serial.begin(9600);               // Inicia a comunicação serial a 9600 bps
}

void loop() {
  valorLido = analogRead(sensorPin); // Lê o valor do sensor de gás
  Serial.print("Valor lido: ");      // Imprime o texto "Valor lido: " no monitor
  Serial.println(valorLido);         // Imprime o valor lido no monitor serial

  // Verifica a condição do gás baseado no valor lido
  if (valorLido <= 200) {
    digitalWrite(ledVerde, HIGH);    // Acende o LED verde (sinal de segurança)
    digitalWrite(ledVermelho, LOW);  // Apaga o LED vermelho
    digitalWrite(buzzer, LOW);       // Desliga o buzzer
    Serial.println("Condição: Segurança (LED Verde)"); // Imprime no monitor
  } else if (valorLido > 200 && valorLido < 400) {
    digitalWrite(ledVerde, LOW);     // Apaga o LED verde
    digitalWrite(ledVermelho, HIGH);  // Acende o LED vermelho (sinal de alerta)
    digitalWrite(buzzer, LOW);       // Desliga o buzzer
    Serial.println("Condição: Alerta (LED Vermelho)"); // Imprime no monitor
  } else if (valorLido >= 401) {
    digitalWrite(ledVerde, LOW);     // Apaga o LED verde
    digitalWrite(ledVermelho, HIGH);  // Acende o LED vermelho (sinal de perigo)
    digitalWrite(buzzer, HIGH);      // Liga o buzzer (alarme sonoro)
    Serial.println("Condição: Perigo (LED Vermelho + Buzzer)"); // Imprime no monitor
  }

  delay(1000); // Pausa de 1 segundo antes de fazer a próxima leitura
}
```


O que o código faz:

1. Se o valor for (≤ 200), o sistema:
 - Acende o LED verde.
 - Apaga o LED vermelho.
 - Desliga o buzzer.
 - Imprime no monitor serial o valor
2. Lê os dados do sensor de gás (valor da concentração de gás no ar).
3. Mostra esse valor no computador, para monitoramento.
4. Se o valor for alto (> 200 e < 400), o sistema:
 - Desliga o LED verde.
 - Acende o LED vermelho.
 - Desliga o buzzer
 - Imprime no monitor serial o valor
5. Se o valor for lido for (≥ 401)
 - Apaga o LED verde.
 - Acende o LED vermelho.
 - Liga o buzzer.
 - Imprime no monitor serial o valor

Explicação dos termos:

- **digitalWrite**: Liga ou desliga os LEDs e o buzzer.
- **analogRead**: Lê o valor do sensor (número que indica a quantidade de gás).
- **Serial.println**: Envia informações para o computador, exibindo no monitor serial.
- **delay(1000)**: Faz o sistema esperar 1 segundo antes de repetir o processo.

Calibração do Sensor MQ-2

Para garantir leituras precisas, o sensor foi calibrado em um ambiente controlado com diferentes concentrações de gases. O valor-limite de 401 no código foi definido após testes com GLP em uma cozinha residencial.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O sistema desenvolvido foi testado em condições controladas para avaliar sua eficiência na detecção de gases inflamáveis. Os resultados foram analisados com base na sensibilidade do sensor MQ-2, no tempo de resposta do sistema e na clareza dos alertas visuais e sonoros.

Projeto na prática

Os testes foram realizados em um ambiente residencial simulado, utilizando pequenas quantidades de GLP e metano. As condições de teste incluíram:

- Distância variável entre a fonte de gás e o sensor (5 cm a 50 cm);
- Variação na concentração de gás liberada;
- Condições ambientais estáveis, com temperatura de 25°C e umidade de 60%.

Os valores lidos pelo sensor foram monitorados via Serial Monitor da IDE Arduino. Os resultados indicaram que o sistema é capaz de detectar concentrações de gás superiores a 401 ppm com consistência.

Tabela 1: Valores lidos pelo sensor MQ-2

Concentração de Gás (ppm)	Valor Lido	Estado do LED	Buzzer
< 200	150	Verde (Ligado)	Desligado
200 – 400	300	Vermelho (Ligado)	Desligado
>401	401	Vermelho (Ligado)	Ligado

Tempo de Resposta

A resposta do sistema ao aumento da concentração de gás foi imediata, com o LED vermelho e o buzzer acionados em menos de 2 segundos. Essa rapidez é crucial para alertar usuários e prevenir acidentes em ambientes domésticos e industriais.

Comparação com Sistemas Comerciais

Em comparação com sistemas comerciais, o protótipo desenvolvido apresenta as seguintes vantagens e limitações:

<u>Critério</u>	<u>Protótipo (Arduino + MQ-2)</u>	<u>Sistema Comercial</u>
<u>Custo</u>	Baixo (< R\$ 150,00)	Médio/Alto (> R\$ 400,00)
<u>Personalização</u>	Alta	Baixa
<u>Confiabilidade</u>	Moderada (Requer Calibração)	Alta
<u>Tempo de Resposta</u>	Rápido (< 2 segundos)	Muito Rápido (< 1 segundo)

Os resultados mostram que o sistema baseado em Arduino é uma alternativa viável e acessível, especialmente para uso educacional ou em aplicações de baixo custo.

Limitações Identificadas

- Durante os testes, foi possível visualizar os dados coletados no software e identificar as transições entre as condições. Por exemplo:
- Quando o valor subia para 203, o LED vermelho acendia, mas ao retornar para 192, o LED verde era acionado novamente.

- Quando o valor ultrapassava 401, o sistema entrava em estado de alerta máximo e ativava o buzzer.
- Essa variação das condições foi bem demonstrada durante o teste com o isqueiro, mostrando a eficácia do projeto em identificar e sinalizar mudanças no ambiente.

Ultragaz: Pioneira na Segurança do Gás de Cozinha no Brasil

A **Ultragaz** é uma empresa que se destaca como referência no setor de distribuição de GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) no Brasil. Fundada em 1937, a companhia foi a primeira a introduzir o botijão de gás no país, revolucionando a forma como os brasileiros acessavam energia para cozinhar. Atualmente, a Ultragaz atende milhões de residências e empresas, sendo conhecida por sua abordagem inovadora e por adotar rigorosos padrões de segurança.

Compromisso com a Segurança

O gás de cozinha, embora seja essencial no dia a dia, apresenta riscos se não for manuseado ou armazenado corretamente. Para evitar acidentes, a Ultragaz investe continuamente em tecnologias avançadas, como sensores de gás e sistemas de monitoramento em tempo real. A empresa adota padrões de segurança que vão além das exigências regulatórias, sendo referência no uso de dispositivos de teste para garantir a qualidade do produto e a segurança de seus clientes.

Testes de Gás na Operação

1. Centros de Envasamento

Nos centros de envasamento, onde os botijões de gás são preparados para distribuição, cada unidade passa por uma série de testes rigorosos. Sensores de gás de alta precisão, semelhantes ao MQ2, são empregados para identificar possíveis vazamentos em botijões antes de serem enviados ao mercado. Esses testes garantem que o consumidor receba um produto seguro e confiável. Caso algum problema seja identificado, o botijão é imediatamente retirado da linha de produção para manutenção ou descarte seguro.

2. Monitoramento Ambiental

Nos depósitos e centros de distribuição, o GLP é armazenado em grandes quantidades, o que exige atenção redobrada. Sensores fixos são instalados em pontos estratégicos para monitorar a presença de gás no ar. Caso uma concentração anormal seja detectada, sistemas automatizados entram em ação:

- Alarmes sonoros e visuais alertam a equipe de segurança.
- O fornecimento de gás na área afetada é interrompido automaticamente.
- Medidas de contenção são aplicadas para evitar que o problema se espalhe.

3. Inspeção de Equipamentos de Transporte

A segurança durante o transporte de GLP também é uma prioridade. Antes que os caminhões-tanque deixem os depósitos, eles passam por uma inspeção completa. Sensores portáteis de gás são utilizados para verificar válvulas, conexões e o tanque em si, garantindo que não haja vazamentos durante o trajeto.

Campanhas de Conscientização

Além dos testes e monitoramentos tecnológicos, a Ultragaz acredita que a educação do consumidor é um pilar essencial para a segurança. A empresa promove campanhas educativas que ensinam a população a identificar vazamentos de gás em casa. Entre as dicas compartilhadas, destacam-se:

- **Teste com água e sabão:** Aplicar uma solução de água com sabão nas conexões do botijão e verificar se há formação de bolhas.
- **Atenção ao cheiro:** O GLP possui um odor característico (adicionado durante a produção para facilitar a detecção). Caso seja identificado, recomenda-se desligar imediatamente o registro e ventilar o ambiente.
- **Evitar fontes de ignição:** Em caso de vazamento, é essencial não acender fósforos ou ligar aparelhos elétricos na área afetada.

Inovação Tecnológica

A Ultragaz também investe em tecnologias de ponta para melhorar seus serviços. Sensores modernos, capazes de detectar até pequenas concentrações de gás no ar, são integrados ao sistema logístico da empresa. Além disso, a Ultragaz explora o uso de IoT (Internet das Coisas) para monitorar o nível de gás em botijões industriais, permitindo que os clientes recebam reposições automáticas antes de ficarem sem gás.

Essa combinação de inovação tecnológica e compromisso com a segurança consolidou a Ultragaz como uma das empresas mais confiáveis no setor energético do Brasil.

Contribuição para a Sociedade

Além de seu papel no mercado, a Ultragaz é uma empresa socialmente responsável. Ela apoia projetos voltados para o desenvolvimento sustentável e a redução do impacto ambiental. Um exemplo é a reciclagem de botijões antigos, garantindo que materiais sejam reaproveitados de forma responsável. A presença da Ultragaz no Brasil vai além do fornecimento de gás; é uma demonstração de como a tecnologia e a segurança podem caminhar juntas para atender milhões de pessoas com eficiência e tranquilidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo demonstrou a viabilidade de desenvolver um sistema funcional de detecção de gases inflamáveis utilizando a plataforma Arduino e o sensor MQ-2. A pesquisa explorou não apenas a integração entre hardware e software, mas também as possibilidades de aplicação prática em contextos onde a segurança contra vazamentos de gás é essencial. O protótipo desenvolvido apresentou resultados satisfatórios, destacando sua eficiência em detectar concentrações perigosas de gases inflamáveis e emitir alertas rápidos por meio de indicadores visuais e sonoros. Apesar do sucesso alcançado, algumas limitações foram observadas, como a necessidade de maior precisão em condições ambientais variáveis e o tempo de estabilização inicial do sensor.

Uma das principais contribuições deste trabalho foi mostrar que soluções de segurança acessíveis e de baixo custo podem ser desenvolvidas com ferramentas educacionais e plataformas abertas, tornando a tecnologia mais inclusiva e democratizada. Esse projeto tem potencial para inspirar estudantes, profissionais e entusiastas de tecnologia a criar dispositivos similares e adaptá-los para diferentes necessidades.

Futuramente, o sistema poderá ser significativamente aprimorado por meio de algumas melhorias:

- **Integração com tecnologias de comunicação sem fio:** A adição de módulos como Wi-Fi ou Bluetooth permitirá o envio de notificações em tempo real para dispositivos móveis, ampliando a funcionalidade do sistema e permitindo uma resposta mais ágil a situações de risco.
- **Sensores de maior precisão:** A substituição ou complementação do sensor MQ-2 por modelos mais avançados, como o MQ-7, trará maior sensibilidade para gases específicos e menor influência de fatores ambientais, aumentando a confiabilidade do sistema.
- **Interface gráfica interativa:** A criação de uma interface gráfica, seja em software ou aplicativos móveis, permitirá o monitoramento contínuo das condições ambientais e dos dados capturados pelo sistema, proporcionando uma experiência de uso mais intuitiva.
- **Alimentação por fontes alternativas:** O uso de baterias recarregáveis ou fontes de energia solar pode tornar o dispositivo mais autônomo e sustentável, ampliando sua aplicabilidade em locais remotos ou em situações de emergência.
- **Automação e controle de ambientes:** A integração do sistema com outros dispositivos inteligentes, como válvulas de corte de gás ou sistemas de ventilação, pode torná-lo uma solução proativa e completa para a prevenção de acidentes.

Com esses avanços, o sistema poderá atender a um público mais amplo, desde residências e pequenas empresas até instalações industriais de maior porte. Além disso, sua adaptabilidade o posiciona como uma solução prática tanto para ensino técnico quanto para uso comercial e profissional.

Por fim, este trabalho destaca a importância de projetos como este no avanço do conhecimento técnico e no desenvolvimento de soluções práticas e acessíveis. A aplicação de tecnologias abertas e de baixo custo, como o Arduino, tem o potencial de transformar áreas diversas, desde a segurança até a automação doméstica, promovendo inovação e bem-estar social.

REFERÊNCIAS

SOARES, ALEX VIEIRA; SIQUEIRA, MARCOS VINICIUS; DE, MAGALHÃES. DOMÓTICA: PROJETO DE CASA INTELIGENTE COM ARDUINO. 2021.

ROCHA, Igor Dantas et al. Domótica via dispositivos móveis utilizando a plataforma Arduino. 2016.

BASTOS, Cristiano da Silva et al. A domótica proporcionando segurança, conforto e praticidade no ambiente de cozinha. 2018.

DE OLIVEIRA, Lucas; PINTO, Silva; MATHIAS, Rodrigo D.'Angelo. Uma abordagem de domótica utilizando Rede Mesh/ZigBee e Short Message Service (SMS).

BRAGA, Andreson Pereira; QUEIROZ, Jonathan Araújo. MONITORAMENTO DO NÍVEL DE GÁS DE COZINHA: DETECÇÃO DE VAZAMENTO COM BLOQUEIO DO GÁS, E ACESSIBILIDADE VISUAL COM SINALIZAÇÃO LUMINOSA. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 4, p. 1949-1964, 2022.

MACHADO, Daniel Somerlate Pereira; SANTANA, Daniel Junior Rodrigues; MATOS, Gabriel Sousa. AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL PARA PESSOAS COM NECESSIDADES ESPECIAIS. 2023.

ABRANTES, Marcelo António Fidalgo. **Projeto e instalação de sistemas domóticos em edifícios: estágio na MKTi-Sistemas de Domótica, Energia e Iluminação Lda**. 2017. Tese de Doutorado.

TEZA, Vanderlei Rabelo et al. **Alguns aspectos sobre a automação residencial: domótica**. 2002. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação.

LOUZADA, Elson Alves et al. Habitação eficiente e modernizada: conceituação domótica para habitação de interesse social. 2023.

TISCHER–CELSON, Celso Becker et al. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (PBL) NO DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL.

SACRAMENTO, Pedro Nuno da Costa. **Conceção/Desenvolvimento de aplicações de domótica**. 2015. Tese de Doutorado.

Sacramento, P. N. D

MAIA, Marcelo Augusto Freire et al. PLANEJAMENTO LOGÍSTICO DA DISTRIBUIÇÃO DE GLP NO CENTRO DE BELO HORIZONTE. **LOGÍSTICA URBANA BRASILEIRA**, p. 134.

MACIEL, Ademilton Pires. Entraves na distribuição urbana de gás LP: um estudo de caso aplicado na região central de Belo Horizonte. 2013.