

SISTEMA DE ILUMINAÇÃO INTELIGENTE COM SENSORIAMENTO INTEGRADO PARA DETECÇÃO DE GÁS, TEMPERATURA E INCÊNDIO EM AMBIENTES RESIDENCIAIS E COMERCIAIS

SMART LIGHTING SYSTEM WITH INTEGRATED SENSING FOR GAS, TEMPERATURE, AND FIRE DETECTION IN RESIDENTIAL AND COMMERCIAL ENVIRONMENTS

**Cristiano dos Santos Pereira,
Edvalberth Nunes dos Santos
Rodney Marcel Januário dos Santos,
Wesley de Freitas Saraiva
Orlando Rosa Junior**

RESUMO

O trabalho propõe o desenvolvimento de um sistema integrado para monitoramento de gás, temperatura, fumaça e umidade, voltado à prevenção de incêndios e vazamentos em ambientes residenciais e comerciais. Motivado pelas limitações dos métodos tradicionais, que dependem da percepção humana ou da presença de pessoas, o projeto utiliza sensores MQ-2, DHT11 e detector de fumaça conectados ao microcontrolador ESP32, com emissão de alertas visuais e notificações via Wi-Fi. A metodologia incluiu pesquisa bibliográfica, definição dos requisitos, montagem do protótipo e testes em ambiente controlado. Espera-se que o sistema detecte vazamentos de gás e variações anormais de temperatura com tempo médio de resposta inferior a três segundos, reforçando alertas por iluminação inteligente. As principais limitações previstas envolvem sensibilidade reduzida do sensor em alta umidade e dependência de conexão estável à internet. Os resultados devem validar a viabilidade do sistema como solução de baixo custo, eficiente e escalável, com potencial para aumentar a segurança e reduzir riscos em ambientes domésticos e comerciais.

Palavras-chave: Iluminação inteligente, detecção de gás, sensores ambientais, ESP32, automação residencial, prevenção de incêndios.

ABSTRACT

This work proposes the development of an integrated system for monitoring gas, temperature, smoke, and humidity to prevent fires and leaks in residential and commercial environments. Motivated by the limitations of traditional methods, which rely on human perception or the presence of people, the project uses MQ-2, DHT11, and smoke detection sensors connected to an ESP32 microcontroller, issuing visual alerts and notifications via Wi-Fi. The methodology included a literature review, requirements definition, prototype assembly, and controlled environment testing. The system is expected to detect gas leaks and abnormal temperature variations with an average response time of less than three seconds, reinforced by smart lighting alerts. Anticipated limitations include reduced sensor sensitivity in high-humidity environments and dependence on a stable internet connection. The results should

validate the feasibility of the system as a low-cost, efficient, and scalable solution with the potential to enhance safety and reduce risks in residential and commercial settings.

Keywords: Smart lighting, gas detection, environmental sensors, ESP32, home automation, fire prevention.

1 INTRODUÇÃO

Residências e comércios estão sujeitos a riscos como vazamentos de gás, aumento excessivo de temperatura e princípios de incêndio, que podem causar prejuízos materiais e ameaçar vidas. Braga (2022) e Almeida (2010) tratou que a detecção de vazamentos de gás atualmente depende do olfato do usuário, o que não é um método eficiente ou confiável, especialmente para indivíduos com sensibilidade olfativa reduzida. Há normas brasileiras que também definem regras de operação quanto a prevenção de incêndios, que é o caso da NR-23 (BRASIL, 2022).

Oliveira, Pereira e Fonseca (2012) enfatiza que os detectores tradicionais de gás e fumaça só são eficazes quando há pessoas presentes, o que limita sua utilidade na prevenção de incêndios quando não há ninguém em casa.

Silva (2024) destacou a importância da detecção precoce de tais incidentes para minimizar as perdas, sugerindo que um sistema de notificação mais rápida poderia reduzir o número de vítimas e danos estruturais durante um incêndio. Também destaca a questão crítica dos vazamentos de gás, particularmente em ambientes como restaurantes, onde a combinação de sensores de temperatura e gás (DHT11 e MQ2) é empregada para detectar esses perigos desde o início. O autor implementa um sistema que utiliza o microcontrolador ESP32 para monitorar os níveis de temperatura e fumaça, enviando alertas aos brigadistas por meio de mensagens móveis, abordando assim a necessidade de comunicação rápida em caso de incêndio.

Entretanto, existem problemas nas pesquisas dos autores não solucionados. Carvalho (2015) e Ferreira (2013) mencionam que a identificação rápida de vazamentos de gás e incidentes de incêndio é crucial, e a implementação de um algoritmo de decisão é sugerida para mitigar esses riscos. No entanto, a eficácia de tais algoritmos na prevenção de soluções erradas não é totalmente explorada. Braga (2022) cita os perigos associados a vazamentos de gás e o potencial de incêndios, enfatizando que incidentes podem ocorrer devido ao uso indevido ou negligência com os recursos de gás, que são essenciais na sociedade.

1.1 Problema de pesquisa

Vazamentos de gás, incêndios e variações anormais de temperatura representam sérios riscos à segurança em ambientes residenciais, comerciais e industriais (BARRETO, 2008). Vazamentos de gases inflamáveis, como o GLP, podem causar explosões e intoxicações graves, especialmente quando ocorrem em locais fechados e sem ventilação adequada. A detecção baseada apenas no olfato humano é ineficaz e pode resultar em atrasos críticos na identificação do perigo.

Além disso, temperaturas elevadas e variações bruscas são indicativos importantes de potenciais incêndios, e a presença de fumaça agrava ainda mais esses riscos, dificultando a evacuação e aumentando os danos materiais e humanos. A umidade do ambiente também influencia a propagação do fogo e o desempenho de

sensores tradicionais

O objetivo desta pesquisa é o desenvolvimento de um equipamento de monitoramento integrado, utilizando sensores de gás, temperatura, fumaça e umidade. Essa solução permitirá a detecção precoce de condições perigosas, possibilitando alertas em tempo real e ações preventivas rápidas. O sistema visa aumentar a segurança, reduzir os riscos de acidentes e oferecer uma alternativa acessível e eficiente para residências e pequenas instalações comerciais ou industriais.

Incêndios e vazamentos de gás representam riscos graves à segurança de ambientes residenciais, comerciais e industriais, muitas vezes agravados pela detecção tardia e pela ausência de sistemas de monitoramento contínuo. Os métodos tradicionais, além de caros, são frequentemente ineficazes ou inacessíveis para grande parte da população. Diante disso, justifica-se o desenvolvimento de um dispositivo de baixo custo, com sensores integrados de gás, temperatura, fumaça e umidade, capaz de monitorar o ambiente em tempo real e emitir alertas automáticos. A proposta visa aumentar a segurança, prevenir acidentes e ampliar o acesso a tecnologias de monitoramento eficientes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A indústria é caracterizada por operações de alta complexidade que envolvem substâncias inflamáveis e processos sujeitos a elevadas pressões e temperaturas, fatores que aumentam consideravelmente o risco de incêndios e explosões. Conforme destaca Gauto (2016), desde a etapa de exploração até o refino de petróleo, a manipulação de hidrocarbonetos exige rigorosos sistemas de controle para evitar acidentes de grandes proporções. Esses eventos podem causar danos ambientais severos, comprometer a integridade das instalações e colocar vidas em risco, tornando indispensável a adoção de medidas preventivas. Entre as principais estratégias, destacam-se a manutenção periódica de equipamentos, o monitoramento contínuo de vazamentos de gases e líquidos inflamáveis e a implementação de planos de emergência que envolvem brigadas treinadas e procedimentos padronizados.

Além das ações preventivas, é fundamental que as unidades operacionais contem com sistemas eficientes de mitigação para casos de incidentes, reduzindo os impactos sobre pessoas, patrimônio e meio ambiente (OLIVEIRA, PEREIRA e FONSECA, 2012). Nesse sentido, Gauto (2016) ressalta a importância de tecnologias como detectores automáticos de gases e temperatura, sistemas de alarme integrados e dispositivos de supressão de chamas, que podem atuar rapidamente para conter a propagação do fogo. Complementarmente, a gestão de riscos deve incluir treinamentos contínuos, auditorias internas e conformidade com normas regulamentadoras nacionais e internacionais, assegurando que a proteção contra incêndios seja tratada como um componente essencial da segurança operacional (ALMEIDA, 2010). Tais práticas não apenas reduzem a probabilidade de ocorrência de acidentes, mas também contribuem para a sustentabilidade do setor, garantindo operações mais seguras e confiáveis. Este uso pode se dar tanto no âmbito industrial, quanto nas casas inteligentes, no estudo da domótica (STEVAN JÚNIOR e FARINELLI, 2019).

3 METODOLOGIA

Este projeto foi desenvolvido de forma a permitir a criação de um sistema de iluminação inteligente com integração de sensores para detecção de gás, temperatura, fumaça e umidade, visando aumentar a segurança em ambientes residenciais e comerciais. A metodologia adotada é dividida em diversas etapas, como a revisão bibliográfica, seleção de componentes, desenvolvimento do protótipo, implementação do algoritmo de monitoramento e, finalmente, os testes de validação.

4 RESULTADOS ESPERADOS

É esperado que a implementação do protótipo de iluminação inteligente com sensores integrados apresente resultados positivos durante os testes em ambientes simulados. O sistema, baseado no microcontrolador ESP32, deverá monitorar continuamente os níveis de gás, temperatura, umidade e presença de fumaça, emitindo alertas visuais (por meio de LEDs) e notificações via Wi-Fi sempre que condições de risco forem identificadas. O sensor MQ-2 deverá detectar vazamentos de gás GLP de forma eficiente, com tempo médio de resposta estimado inferior a três segundos. O sensor DHT11 será responsável por registrar variações de temperatura e umidade, enquanto o detector de fumaça deverá responder rapidamente à presença de partículas no ar, simulando o início de um incêndio. A iluminação inteligente será integrada para reforçar os alertas visuais e facilitar a identificação dos riscos, principalmente em situações de baixa visibilidade.

Contudo, é previsto que algumas limitações possam ser observadas, como a sensibilidade reduzida do sensor MQ-2 em ambientes com alta umidade, o que poderá comprometer a precisão da detecção de gás. Além disso, a dependência de uma conexão Wi-Fi estável poderá limitar a funcionalidade do sistema em locais com infraestrutura de rede precária. Tais desafios indicarão a necessidade de futuras melhorias, como a adoção de sensores mais robustos e a integração com redes alternativas de comunicação, como LoRa ou GSM. Ainda assim, espera-se que os resultados confirmem a viabilidade da proposta, validando os apontamentos da literatura sobre a importância da detecção precoce de riscos e da automação acessível para ambientes residenciais e comerciais. O sistema deverá se mostrar promissor como solução de baixo custo, eficiente e adaptável, com potencial para reduzir significativamente os riscos de acidentes e ampliar o acesso a tecnologias preventivas.

5 CONCLUSÃO

Com a finalização e os testes do protótipo, será possível comprovar a viabilidade de um sistema de iluminação inteligente integrado a sensores de gás, temperatura, fumaça e umidade como uma solução acessível e eficaz para a prevenção de acidentes em ambientes residenciais e comerciais. Espera-se que o sistema contribua significativamente para a redução de riscos, oferecendo monitoramento contínuo e alertas em tempo real, mesmo na ausência de pessoas no local. Além disso, será previsto que o projeto sirva como base para futuras melhorias tecnológicas e adaptações em larga escala, promovendo maior segurança e acessibilidade ao uso de tecnologias preventivas no cotidiano.

A partir desta premissa, observa-se com a pesquisa bibliográfica, bem como com as lacunas observadas dos autores já citados que o tema se desenvolve em desafios ainda não resolvidos pela academia ou pelo ecossistema industrial. É observável, com as ações preliminares deste estudo, que o desenvolvimento de sistemas como estes, que visam a proteção das pessoas, ainda se encontram em fase de aperfeiçoamento e melhoria contínua. É um campo de alto valor agregado e que avança junto com o avanço tecnológico de outras áreas, como a Inteligência Artificial e a própria Automação.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. H. et al. Sistema de segurança residencial com sensores infravermelhos, de gás e de temperatura, microcontrolador e módulo GSM. **Revista Científica da Faminas**, v. 6, n. 1, p. 76–85, 2010.

BARRETO, J. M. Automação residencial: aplicações e conceitos. **Revista Técnico-Científica da Engenharia Elétrica**, v. 6, n. 1, p. 12–18, 2008.

BRASIL. **NR 23 – Proteção contra incêndios**. Redação dada pela Portaria MTP nº 2.769, de 5 de setembro de 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-23-atualizada-2022.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2025.

FERREIRA, A. J. et al. Sistema de detecção de vazamento de gás de cozinha e alerta via SMS. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE AUTOMAÇÃO INTELIGENTE**, 1., 2013, Salvador. Anais [...]. Salvador: UFBA, 2013.

GAUTO, Marcelo Antunes. **Petróleo e gás: princípios de exploração, produção e refino**. Porto Alegre: Bookman, 2016.

OLIVEIRA, J. C.; PEREIRA, V. P.; FONSECA, J. M. Sistema de detecção e alerta de vazamento de gás. In: **ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFAL**, 15., 2012, Maceió. Anais [...]. Maceió: UFAL, 2012.

STEVAN JÚNIOR, Sergio Luiz; FARINELLI, Felipe Adalberto. **Domótica: automação residencial e casas inteligentes com Arduino e ESP8266**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2019.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Faculdade SENAI Taubaté – Félix Guisard pelo suporte técnico, acadêmico e estrutural oferecido durante o desenvolvimento deste projeto. A instituição proporcionou o ambiente necessário para a realização das pesquisas,

testes e validações do sistema proposto.

Reconhecemos a importância dos conhecimentos adquiridos nas disciplinas de Internet das Coisas (IoT), Eletrônica e Automação, que foram essenciais para a construção do protótipo e para a compreensão prática dos conceitos abordados.

Agradecemos também aos docentes e colegas envolvidos pelas contribuições nas discussões técnicas e pela colaboração nos testes experimentais. Por fim, destacamos a relevância das fontes bibliográficas e plataformas utilizadas, que fundamentaram o embasamento teórico e auxiliaram na implementação do sistema de monitoramento e automação residencial.

SOBRE O(S)AUTOR(ES)

Sobre os autores:

CRISTIANO DOS SANTOS PEREIRA



Discente do curso de Tecnologia em Mecatrônica Industrial, Faculdade SENAI Taubaté – Félix Guisard, Taubaté/SP, Brasil.
csphp1000@yahoo.com.br

EDVALBERTH NUNES DOS SANTOS



Discente do curso de Tecnologia em Mecatrônica Industrial, Faculdade SENAI Taubaté – Félix Guisard, Taubaté/SP, Brasil.
eedvalberth@gmail.com

RODNEY MARCEL JANUÁRIO DOS SANTOS



Discente do curso de Tecnologia em Mecatrônica Industrial, Faculdade SENAI Taubaté – Félix Guisard, Taubaté/SP, Brasil.
rodmarcelpsn@gmail.com

WESLEY DE FREITAS SARAIVA



Discente do curso de Tecnologia em Mecatrônica Industrial, Faculdade SENAI Taubaté – Félix Guisard, Taubaté/SP, Brasil.
weseletric@gmail.com

ORLANDO ROSA JUNIOR



Professor e pesquisador no SENAI de Taubaté, mestre em Inovação Tecnológica, com atuação em Automação Industrial, Inteligência Artificial e Tecnologias Educacionais. Mentora a equipe de robótica Sharks #9199 e desenvolve projetos voltados à indústria

4.0, eficiência energética e sustentabilidade.
orlando.junior@sp.senai.br