



SISTEMA INTELIGENTE DE MONITORAMENTO DE QUADROS ELÉTRICOS PARA DETECÇÃO DE RISCOS

Bruno Bernardes Simão – Graduando em Engenharia Elétrica, Centro Universitário
ENIAC,

Filipe de Araújo Cavalcante – Graduando em Engenharia Elétrica, Centro Universitário
ENIAC,

Lucas Gomes Limeira – Graduando em Engenharia Elétrica, Centro Universitário
ENIAC,

Marcio Tomio Yokohama – Graduando em Engenharia Elétrica, Centro Universitário
ENIAC,

Sergio Akira Yamauti – Graduando em Engenharia Elétrica, Centro Universitário
ENIAC.

Lucas Carlos de Sousa.

Centro Universitário ENIAC.

Guarulhos – São Paulo

2025

1. Introdução

A complexidade crescente das infraestruturas elétricas exige soluções inteligentes. As instalações urbanas modernas apresentam alta demanda por sistemas que garantam segurança e eficiência. Nesse contexto, a engenharia de controle e automação associada à engenharia elétrica possibilita o uso de sensores e atuadores para monitoramento contínuo, assegurando respostas rápidas a falhas e prevenindo acidentes (Pazos, 2002). A aplicação dessas tecnologias revela-se fundamental para reduzir riscos em ambientes críticos.

Os quadros elétricos apresentam elevado risco de incêndio quando submetidos a mau dimensionamento ou curtos-circuitos, podendo ocasionar danos significativos à infraestrutura e à segurança das pessoas. A integração de sensores de fumaça e temperatura em sistemas de automação tem se mostrado eficaz para detecção precoce e redução de incidentes (Rodrigues, 2022). Além disso, projetos modulares com sensores e atuadores têm demonstrado viabilidade técnica e econômica em cenários similares (Silva, 2024).

Este trabalho se justifica pela necessidade de desenvolver inovações na área de segurança em instalações elétricas, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS) da ONU — notadamente o ODS 9, voltado à infraestrutura resiliente e à industrialização sustentável, e o ODS 11, que busca tornar as cidades seguras e inclusivas. A adoção de tecnologias elétricas sustentáveis é vista como estratégia eficaz para prevenir falhas, garantir eficiência energética e apoiar soluções mais robustas na engenharia urbana (ENERGIA E SUSTENTABILIDADE, 2023).

Este trabalho descreve a experiência em andamento de desenvolvimento de um protótipo. O sistema proposto utiliza sensores de temperatura, fumaça e corrente integrados a atuadores sonoros e visuais, compondo uma solução modular de automação. Como relato de experiência, serão apresentadas as etapas de fundamentação teórica, construção do protótipo e resultados preliminares obtidos, reforçando a relevância acadêmica e social da iniciativa. Ressalta-se que o trabalho

encontra-se em fase de desenvolvimento, com perspectivas de ampliação e aperfeiçoamento contínuos.

2. Descrição detalhada da experiência

2.1 Analisar

A análise das variáveis críticas do quadro elétrico constitui etapa inicial da experiência. A avaliação dos riscos associados às instalações elétricas permite identificar parâmetros indispensáveis para monitoramento preventivo. Segundo a ABNT NBR 5410 (2004), a sobrecarga e o mau dimensionamento de condutores são causas recorrentes de incêndios em sistemas elétricos. Além disso, a ABNT NBR 17240 (2010) reforça a importância de mecanismos de detecção e alarme como medidas de segurança essenciais. Com base nesses referenciais, foram estabelecidos três parâmetros prioritários: corrente elétrica: monitorada pelo sensor ACS712, capaz de detectar sobrecargas; temperatura: medida pelos sensores DHT11/DHT 22, eficientes para indicar aquecimento anormal; presença de fumaça: detectada pelo sensor MQ-2, que identifica a presença de gases combustíveis.

Essa etapa possibilitou fundamentar tecnicamente as escolhas do protótipo. A análise inicial evidenciou que o monitoramento dessas grandezas contribui para detectar situações críticas, como sobreaquecimento, sobrecarga e indícios de combustão. Estudos recentes confirmam a relevância da integração desses parâmetros em sistemas de automação voltados à segurança (RODRIGUES, 2022; SILVA, 2024).

O processo de análise configurou-se como base para o desenvolvimento do sistema. Esse mapeamento de riscos direcionou a seleção dos sensores utilizados, garantindo aderência às normas técnicas e à literatura científica. Ressalta-se que se trata de um trabalho em desenvolvimento, no qual a etapa de análise continua a orientar ajustes futuros.

2.2 Projetar

O projeto do sistema foi estruturado em arquitetura modular para facilitar a integração de componentes. A divisão em blocos de sensoriamento, controle e atuação favoreceu a organização das funções e simplificou a implementação.

O microcontrolador Arduino Uno foi adotado como núcleo de processamento das informações. Esse dispositivo realiza a leitura contínua dos sensores ACS712 (corrente), DHT11/DHT22 (temperatura) e MQ-2 (fumaça), comparando os valores obtidos com limites de referência definidos segundo normas de segurança. Apesar de suas limitações em comparação a plataformas mais avançadas, o Arduino Uno é amplamente utilizado em ambientes acadêmicos e didáticos, facilitando a prototipagem e a integração de sensores em projetos de segurança

A etapa inicial de validação do projeto ocorreu por meio de simulações no Tinkercad. Esse ambiente virtual possibilitou testar previamente a integração. O processo de projeto consolidou as bases técnicas do protótipo. A associação entre arquitetura modular e testes preliminares no Tinkercad viabilizou a construção de uma solução de baixo custo e caráter didático. Ressalta-se que se trata de um trabalho em desenvolvimento, sujeito a ajustes na lógica de controle e aprimoramentos voltados à confiabilidade em cenários reais.

2.3 Avaliar

A avaliação do protótipo foi realizada por meio de testes práticos em bancada. Foram simulados cenários de risco, incluindo sobrecarga elétrica, aquecimento excessivo e presença de fumaça. Os testes demonstraram resposta rápida e coerente dos sensores e atuadores. O sensor MQ-2 registrou presença de fumaça em menos de cinco segundos; os sensores DHT11/DHT22 acusaram aquecimento imediato acima de 90 °C; e o ACS712 identificou sobrecarga de corrente com acionamento simultâneo da sirene e do LED. Esses resultados preliminares estão em consonância com estudos que ressaltam a eficácia de sensores de baixo custo em protótipos acadêmicos (RODRIGUES, 2022).

A etapa de avaliação indicou viabilidade técnica e relevância social da proposta. Os resultados sugerem que o sistema pode funcionar como recurso complementar de segurança em ambientes didáticos ou de pequeno porte. Ressalta-se que a experiência ainda se encontra em desenvolvimento, e novos ciclos de testes serão necessários para ampliar a confiabilidade.

A comparação do protótipo com sistemas comerciais permitiu dimensionar seu potencial e suas limitações. Empresas como Honeywell e Siemens oferecem soluções de detecção de incêndio com certificações internacionais, ampla integração e alta confiabilidade. Contudo, essas soluções apresentam custo elevado de aquisição e manutenção, o que restringe seu uso em instituições de pequeno porte.

O protótipo desenvolvido representa uma alternativa de baixo custo e caráter didático. Estudos apontam que sistemas baseados em Arduino Uno e sensores acessíveis oferecem viabilidade técnica em contextos acadêmicos e educacionais (SILVA, 2024). Nesse sentido, a solução proposta busca equilibrar simplicidade de implementação e eficiência de detecção, reforçando sua aplicabilidade em ambientes de ensino e pequenos laboratórios.

A análise comparativa evidenciou a contribuição do projeto para a democratização da tecnologia. Ainda que não alcance os níveis industriais de confiabilidade, o protótipo constitui uma ferramenta de aprendizado e prevenção acessível. Ressalta-se que se trata de um trabalho em desenvolvimento, sujeito a aprimoramentos que ampliem sua robustez e replicabilidade.

3. Relação com a teoria

A experiência relatada evidencia a conexão entre prática e fundamentos da engenharia elétrica, automação e segurança em sistemas de monitoramento, demonstrando a importância de aplicar conceitos teóricos consolidados. O desenvolvimento do protótipo seguiu normas técnicas e trabalhos recentes, aproximando teoria e prática experimental.

Estudos recentes reforçam essas decisões: detecção precoce de riscos elétricos (Rodrigues, 2022), uso de Arduino Uno com sensores de baixo custo (Silva, 2024), eficácia de sensores de fumaça e fogo (Allison, Johnston e Wooster, 2021) e integração de proteção elétrica e monitoramento de carga (Rizqi e Hartoyo, 2025).

Em síntese, a experiência valida os conceitos teóricos, mostrando baixo custo, aplicabilidade didática e potencial de replicação, embora novos ciclos de análise e ajustes sejam necessários para fortalecer a relação entre teoria e prática.

4. Conclusões

Este relato de experiência descreve o desenvolvimento de um, Sistema Inteligente de Monitoramento de Quadros Elétrico, sendo este um trabalho em desenvolvimento. A iniciativa é justificada pela crescente complexidade das infraestruturas elétricas e a necessidade de reduzir o risco de incêndios em quadros elétricos. O projeto busca inovar em segurança em instalações elétricas, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU (ODS 9 e ODS 11).

O sistema foi estruturado em uma arquitetura modular com base na engenharia de controle e automação. A análise inicial (2.1) definiu o monitoramento de três variáveis críticas, de acordo com as normas ABNT NBR 5410 e ABNT NBR 17240.

Os testes práticos (2.3) simularam cenários de sobrecarga, superaquecimento e fumaça. Os resultados preliminares confirmaram a resposta rápida do protótipo: detecção imediata para riscos elétricos e térmicos e menos de 5 segundos para fumaça. Esse desempenho valida a viabilidade técnica do sistema como ferramenta de detecção precoce e redução de incidentes.

Embora soluções comerciais de grandes empresas apresentem alta confiabilidade e certificações, o protótipo se destaca como uma alternativa acessível e replicável. O trabalho demonstra a aplicação de conceitos teóricos e valida a eficácia do uso de componentes de baixo custo em um contexto acadêmico e didático. Novos ciclos de testes e ajustes serão necessários para ampliar a confiabilidade e robustez do sistema em cenários reais. Considerações finais, aprendizados e recomendações.

5. Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 17240: Sistemas de detecção e alarme de incêndio. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

ALLISON, R. S.; JOHNSTON, J. M.; WOOSTER, M. J. Sensors for fire and smoke monitoring. *Sensors*, v. 21, n. 16, p. 5402, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/s21165402>.

BAI, Y.; SUN, W. Research and application of current following electrical fire monitoring technology. In: CHEN, Y. (org.). *Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence and Security*. Singapore: Springer, 2023. p. 264-273. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-99-3455-3_22.

KUMARI, A. et al. IoT-based industrial monitoring and protection system. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, v. 12, n. 5, p. 1630-1636, 2024. DOI: <https://doi.org/10.22214/ijraset.2024.61613>.

PAZOS, F. *Automação de sistemas e robótica*. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2002.

RIZQI, M. A.; HARTOYO, F. Design and development of an IoT-based electrical disturbance protection and load monitoring system using Arduino Uno microcontroller. *Journal of Applied Electrical Engineering and Informatics (JAEI)*, v. 7, n. 2, p. 115-122, 2025. DOI: <https://doi.org/10.21831/jaei.v7i2.1350>.

RODRIGUES, T. G. Estudo de caso de sistema de detecção e alarme de incêndio voltado para o laboratório de Eletrotécnica da Escola de Minas da UFOP. 2022. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2022.

SILVA, A. C. Automação em sistemas de detecção e alarme usando Arduino Uno, sensores de temperatura, fumaça e gás. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso

(Tecnologia em Automação Industrial) – Faculdade de Tecnologia de São Paulo (FATEC), São Paulo, 2024.

Concordância com o regulamento

Declaro que concordo em ter meus dados coletados e armazenados de acordo com a declaração de privacidade e afirmo ter conhecimento e leitura do regulamento vigente.