



MONITORAMENTO TERMOGRÁFICO EM AMBIENTES INDUSTRIAIS: UM ENFOQUE NA MANUTENÇÃO ELÉTRICA PREDITIVA

Thiago Targino Marques¹, Guilherme Honório Alves², Aurea Messias de Jesus³, Diego Almeida de Oliveira², Cláudio Abdalla da Cunha², Sebastião Sebastião Alves da Silva²

¹Discente da Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG, Ituiutaba, Brasil
(thiagotargino14@yahoo.com.br)

²Bacharel em Engenharia Elétrica. Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG, Ituiutaba, Brasil

³Docente da Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG, Ituiutaba, Brasil

Resumo: A manutenção preditiva é uma estratégia eficaz para garantir confiabilidade e segurança em sistemas elétricos industriais. A termografia infravermelha permite identificar variações térmicas e detectar falhas precocemente, evitando paradas. Este trabalho analisou seus benefícios por meio de revisão bibliográfica. Os resultados indicaram redução de falhas, retorno financeiro e maior disponibilidade, apesar de desafios como custos e qualificação técnica.

Palavras-chave: Termografia; Manutenção Preditiva; Instalações Elétricas.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o ambiente industrial tem sido marcado por uma crescente busca por eficiência operacional, segurança e redução de custos. Nesse contexto, os métodos tradicionais de manutenção corretiva e preventiva passaram a dividir espaço com estratégias mais avançadas, como a manutenção preditiva. Essa abordagem, baseada na identificação precoce de falhas por meio do monitoramento contínuo ou periódico de condições operacionais, tornou-se essencial para evitar paradas inesperadas e preservar a integridade dos equipamentos. Dentre as tecnologias disponíveis para essa finalidade, destaca-se a termografia infravermelha, que permite a detecção de variações térmicas em componentes elétricos e mecânicos sem a necessidade de contato físico (Muniz; Mendes, 2021).

A aplicação da termografia nas instalações elétricas industriais é especialmente relevante devido à criticidade dos sistemas elétricos para o funcionamento das operações. Componentes como disjuntores, barramentos, cabos e conexões estão sujeitos a sobreaquecimentos causados por sobrecarga, desgaste ou falhas de isolamento. Tais anomalias, quando não detectadas a tempo, podem resultar em falhas catastróficas, riscos de incêndio e prejuízos financeiros significativos. A termografia, ao identificar essas alterações térmicas de forma antecipada, permite que a equipe de manutenção intervenha de maneira planejada, contribuindo para a segurança dos trabalhadores e para a continuidade dos processos industriais (Santana, 2020).

Apesar de as inúmeras vantagens oferecidas por essa técnica, sua aplicação sistemática ainda enfrenta desafios, especialmente em empresas que não possuem uma cultura consolidada de manutenção baseada em condição. Muitas organizações priorizam intervenções corretivas ou realizam manutenções em intervalos fixos, sem considerar o real estado dos equipamentos. Essa prática pode resultar tanto em manutenções desnecessárias quanto em falhas inesperadas. A ausência de políticas bem definidas para o uso da termografia e a carência de profissionais qualificados também limitam sua adoção em larga escala, o que levanta o seguinte questionamento: de que forma a termografia pode ser efetivamente utilizada como ferramenta de manutenção preditiva em instalações elétricas industriais, promovendo eficiência e segurança? (Calado et al., 2016).

Justifica-se, portanto, a realização deste estudo, tendo em vista a crescente demanda por soluções que otimizem os processos de manutenção e reduzam os custos operacionais no setor industrial. A termografia representa uma alternativa promissora nesse cenário, ao permitir o monitoramento de sistemas energizados e a detecção de anomalias térmicas com precisão, contribuindo para a integridade dos ativos e a prevenção de acidentes. Além disso, o avanço tecnológico e a acessibilidade de câmeras infravermelhas tornam essa tecnologia cada vez mais viável do ponto de vista técnico e financeiro, como apontado em diversos estudos aplicados à realidade industrial brasileira (Silva, 2020).



Diante desse panorama, o presente trabalho tem como objetivo geral investigar e demonstrar os benefícios da aplicação da termografia como ferramenta de manutenção preditiva em sistemas elétricos industriais. Como objetivos específicos, busca-se apresentar os fundamentos da termografia infravermelha, identificar as principais aplicações da técnica no ambiente industrial, analisar os ganhos operacionais e financeiros decorrentes de sua adoção e discutir os desafios para sua implementação efetiva nas rotinas de manutenção (Alves et al., 2023).

MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi desenvolvida por meio de uma abordagem qualitativa e exploratória, com o objetivo de compreender de forma aprofundada os fundamentos, benefícios e limitações da aplicação da termografia na manutenção preditiva de instalações elétricas industriais. Optou-se por um estudo baseado em revisão bibliográfica, tendo em vista a riqueza de materiais disponíveis sobre o tema, a diversidade de aplicações práticas e o caráter consolidado da técnica em ambientes industriais.

A revisão bibliográfica foi conduzida de maneira sistemática, com a coleta de informações realizada em bases de dados acadêmicas reconhecidas, como Google Acadêmico, SciELO (Scientific Electronic Library Online), PubMed, além de bibliotecas virtuais de universidades brasileiras. Foram utilizados, como critérios de busca, os descritores “termografia infravermelha”, “manutenção preditiva”, “instalações elétricas industriais”, “monitoramento térmico”, “gestão de ativos” e “segurança elétrica”. Os materiais selecionados incluíram artigos científicos, livros técnicos, teses de mestrado, dissertações, trabalhos de conclusão de curso e documentos técnicos de organizações especializadas no tema.

A seleção das fontes levou em consideração a atualidade dos estudos, priorizando publicações dos últimos dez anos (2015–2025), com foco em dados aplicados à realidade industrial. A análise dos conteúdos foi realizada de forma crítica, considerando os fundamentos conceituais, os métodos utilizados pelos autores, os resultados obtidos nos estudos de caso e as recomendações técnicas fornecidas. As obras de autores como Santana (2020), Silva, J. C. (2020), Alves et al. (2023), Muniz e Mendes (2021), entre outros, foram fundamentais para a consolidação da base teórica e comparativa da pesquisa.

Os dados coletados foram organizados em quadros de tabulação temática, que permitiram identificar recorrências conceituais, alinhamentos e divergências entre os autores. Esse processo possibilitou, por exemplo, a identificação dos principais pontos de aplicação da termografia, os ganhos operacionais

relatados, as limitações enfrentadas pelas empresas e as estratégias sugeridas para superar as barreiras técnicas e organizacionais. A tabulação dos dados também permitiu a construção de uma tabela comparativa com os resultados observados nos estudos analisados, fundamentando de forma concreta a discussão dos resultados obtidos.

Por fim, os achados da revisão foram articulados com os objetivos da pesquisa e estruturados em capítulos temáticos, possibilitando a construção de um raciocínio lógico e fundamentado sobre a eficácia da termografia como ferramenta de manutenção preditiva. Embora não tenha sido realizada uma investigação de campo, a robustez e a diversidade das fontes consultadas conferiram à pesquisa consistência teórica suficiente para sustentar as análises desenvolvidas e responder à problemática proposta de forma fundamentada e coerente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A realização deste trabalho envolveu uma revisão bibliográfica sistemática sobre o uso da termografia como ferramenta de manutenção preditiva em instalações elétricas industriais. A pesquisa foi conduzida em quatro etapas principais: levantamento teórico sobre manutenção industrial e preditiva, análise dos fundamentos da termografia infravermelha, estudo das normas técnicas aplicáveis e levantamento dos benefícios e limitações de sua implementação. A partir dessa estrutura, foi possível consolidar resultados objetivos que demonstram a eficácia e os obstáculos associados ao uso da termografia no ambiente industrial.

Com relação ao papel da termografia na redução de falhas, os dados obtidos no estudo de Santana (2020), que investigou a aplicação da técnica em uma indústria de alimentos, apontam para uma redução de 32% nas falhas elétricas após a implementação sistemática de inspeções térmicas. Esse resultado corrobora a função preventiva da termografia ao possibilitar a identificação precoce de anomalias térmicas em componentes críticos, como painéis e conexões. Já o estudo de Alves et al. (2023) evidenciou uma diminuição de 41% nas paradas não programadas em ambientes industriais que passaram a utilizar a técnica como parte integrante de suas rotinas de manutenção.

No que tange ao impacto financeiro, a análise conduzida por Silva, J. C. (2020) indicou que o retorno sobre o investimento (ROI) da tecnologia é obtido em um período médio de 14 meses, o que reforça a viabilidade econômica da sua adoção, mesmo em organizações com recursos limitados. Esse dado é particularmente relevante quando se considera que a maioria das críticas relacionadas à termografia está associada ao custo inicial de aquisição dos equipamentos. A demonstração prática



de retorno rápido, baseada em economia com paradas e redução de falhas, fortalece os argumentos favoráveis à sua implementação.

Em termos de precisão da técnica, Muniz e Mendes (2021) realizaram um estudo que apontou uma correlação de 95% entre os alertas térmicos detectados por termografia e falhas reais posteriormente confirmadas nos equipamentos. Essa informação valida a confiabilidade da ferramenta, desde que operada por profissionais capacitados e em conformidade com os parâmetros técnicos adequados, como emissividade e distância de leitura. Esse nível de acerto técnico evidencia que, mesmo com variáveis ambientais e operacionais envolvidas, a termografia é altamente eficiente quando bem aplicada.

O estudo de Rodrigues Suzuki e Dos Santos (2023) reforçou a importância da termografia no monitoramento de sistemas de baixa tensão, ao identificar 22 pontos críticos com sobreaquecimento em instalações industriais durante uma única rodada de inspeção. Esses pontos foram considerados potenciais falhas que poderiam evoluir para desligamentos, curtos-circuitos ou incêndios. Tais achados demonstram o valor da termografia como mecanismo de triagem e como ferramenta para estabelecer prioridades dentro de planos de manutenção elétrica.

A comparação entre os dados dos autores permitiu verificar que os benefícios da termografia são consistentes em diferentes tipos de aplicações industriais, abrangendo desde ganhos operacionais até retornos financeiros mensuráveis. Por outro lado, as limitações encontradas reforçam a necessidade de planejamento estratégico, capacitação técnica e integração da técnica ao modelo de gestão da manutenção da empresa. A ausência desses fatores pode reduzir ou até anular os ganhos esperados, conforme apontado por Coelho da Silva (2020).

A seguir, os principais resultados dos estudos citados são apresentados no quadro da Figura 1, com base nas informações extraídas diretamente da literatura.

Estudo/Autor	Aplicação Principal	Resultados Observados
Santana (2020)	Inspeção termográfica em indústria de alimentos	Redução de 32% nas falhas elétricas
Silva, J. C. (2020)	Análise de ROI com uso de câmeras termográficas	Payback em 14 meses de uso
Alves et al. (2023)	Estudo de falhas evitadas em painéis elétricos	Diminuição de 41% em paradas não programadas
Rodrigues Suzuki, Dos Santos (2023)	Avaliação em instalações de baixa tensão	Identificação de 22 pontos críticos
Muniz, Mendes (2021)	Monitoramento contínuo em sistemas elétricos	95% de correlação entre alertas térmicos e falhas reais

Figura 1. Resultados de estudos sobre termografia infravermelha em manutenção preditiva industrial.

Com base nesses dados, observa-se que a termografia apresenta impactos diretos na confiabilidade, segurança e eficiência energética das instalações elétricas industriais, cumprindo o papel que a fundamentação teórica atribuiu à manutenção

preditiva. A comparação entre estudos indica que, apesar de contextos distintos, os resultados convergem quanto à eficácia da técnica na antecipação de falhas e na otimização da gestão de ativos. O cruzamento dessas informações com os conceitos apresentados ao longo da fundamentação teórica confirma que a termografia, quando bem aplicada, representa uma solução robusta e alinhada com os desafios contemporâneos da manutenção industrial.

CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo investigar a aplicação da termografia infravermelha como ferramenta de manutenção preditiva em instalações elétricas industriais, abordando seus fundamentos técnicos, benefícios operacionais e financeiros, bem como os desafios e limitações que envolvem sua implementação. A pesquisa foi conduzida a partir de uma revisão bibliográfica ampla, que permitiu sistematizar conceitos fundamentais sobre a evolução das estratégias de manutenção, os princípios da termografia e sua inserção nas rotinas industriais, especialmente no que se refere à gestão de ativos elétricos.

Com base nos dados e análises apresentados, constatou-se que a termografia se mostra altamente eficaz como método de antecipação de falhas em sistemas elétricos, contribuindo significativamente para o aumento da confiabilidade operacional, a segurança dos trabalhadores e a redução de custos associados a paradas não programadas. A técnica demonstrou capacidade de detectar com precisão aquecimentos anormais em painéis, conexões, disjuntores e transformadores, permitindo intervenções programadas antes que ocorressem falhas críticas. Os estudos analisados apontaram, em média, reduções expressivas nos índices de falhas e paradas produtivas, além de retorno financeiro favorável, com payback inferior a dois anos na maioria dos casos.

O objetivo geral da pesquisa foi plenamente alcançado, na medida em que foi possível demonstrar, com embasamento técnico e exemplos práticos, os benefícios da aplicação da termografia como aliada à manutenção preditiva. Além disso, os objetivos específicos foram atendidos ao se apresentar os fundamentos teóricos da termografia, identificar suas principais aplicações em ambientes industriais, examinar os ganhos tangíveis proporcionados por seu uso e refletir criticamente sobre os entraves que ainda limitam sua disseminação nas organizações.

A hipótese inicial, de que a termografia representa uma ferramenta eficiente e economicamente viável para a manutenção preditiva de instalações elétricas industriais, foi confirmada pelos resultados obtidos.



As evidências extraídas da literatura, especialmente aquelas publicadas nos últimos cinco anos, demonstram que empresas que adotaram a técnica obtiveram melhora significativa na gestão de seus ativos, reduziram o número de falhas inesperadas e elevaram a segurança das operações. No entanto, também ficou evidente que esses resultados só são plenamente atingidos quando a implementação é acompanhada de capacitação técnica, planejamento estratégico e integração da ferramenta ao sistema de gestão da manutenção da empresa.

Entre as limitações da pesquisa, destaca-se a ausência de estudo de caso prático, o que teria permitido uma análise mais aprofundada dos dados operacionais e financeiros em ambiente real. Além disso, a diversidade de cenários e níveis de maturidade das empresas abordadas nos estudos analisados pode influenciar na generalização dos resultados. A pesquisa também esbarrou na escassez de publicações nacionais com dados quantitativos atualizados sobre o uso da termografia em segmentos industriais específicos, o que reforça a necessidade de mais investigações empíricas no campo.

Em conclusão, a termografia infravermelha se apresenta como uma solução tecnológica consolidada, que pode transformar a forma como as empresas realizam a manutenção de seus sistemas elétricos. Sua adoção, embora desafiadora sob certos aspectos, oferece benefícios substanciais que justificam o investimento e o esforço organizacional. O avanço contínuo da tecnologia, aliado à disseminação do conhecimento técnico, tende a tornar essa ferramenta cada vez mais acessível e indispensável para empresas que buscam excelência operacional e segurança em suas instalações industriais.

REFERÊNCIAS

- Alves, Allison Felipe Ferreira et al. Manutenção preditiva por meio de termografia para redução de falhas em painéis elétricos. *Revista de Engenharia, Tecnologia e Inovação*, v. 1, n. 1, 2023.
- Calado, Artur Geronimo da Silva et al. Análise da aplicação da inspeção termográfica preditiva nos sistemas elétricos industriais. *ResearchGate*, 2016.
- Muniz, Pablo Rodrigues; MENDES, Mariana Altoé. Termografia infravermelha aplicada à manutenção elétrica. Vitória: Editora do Ifes, 2021.
- Rodrigues Suzuki, Lucas Akila; Dos Santos, Khassius Costa Eugenio. Avaliação termográfica de instalações elétricas de baixa tensão. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia

Elétrica) – Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2023.

Silva, Juliano Coelho da. Termografia na manutenção: fundamentos e aplicações. [S.l.]: Agbook, 2020.

Santana, Tadeu. A termografia aplicada à manutenção de instalações elétricas industriais: estudo de caso em uma indústria de alimentos. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Industrial) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2020.