

## APLICAÇÃO DA TERMOGRAFIA NA MANUTENÇÃO PREDITIVA PARA MITIGAÇÃO DE FALHAS EM PAINÉIS ELÉTRICOS

Ana Gabriela Reis Pelegrini<sup>1</sup>; Ernani José Anastácio da Silva<sup>2</sup>; Flavio Gomes Oliveira<sup>3</sup>; Marcelo Lucas

<sup>1, 2, 3</sup> Docentes do curso de Engenharia Elétrica, Universidade de Uberaba

<sup>4</sup> Orientador do Curso de Engenharia Elétrica, Universidade de Uberaba

[ernani.jose@hotmail.com](mailto:ernani.jose@hotmail.com); [marcelo.lucas.eng@gmail.com](mailto:marcelo.lucas.eng@gmail.com)

### Resumo

Este estudo tem como objetivo central a avaliação da implementação de um programa de manutenção preditiva com foco na termografia, visando a redução de falhas em painéis elétricos dentro de uma indústria de fertilizantes. Os resultados deste estudo abrangente destacam a eficácia da termografia na redução de falhas e no aprimoramento da confiabilidade dos painéis elétricos.

A termografia se mostra uma técnica valiosa para a engenharia elétrica, quando integrada à equipe de manutenção, devido à sua capacidade de identificar falhas e monitorar as temperaturas dos componentes dos painéis elétricos em tempo real. Sua principal vantagem reside na capacidade de detectar problemas potenciais antes que causem interrupções no sistema elétrico da planta industrial. Variações anormais de temperatura em componentes podem indicar conexões soltas, contatos defeituosos, sobrecargas, desequilíbrio de carga ou problemas de isolamento. A detecção precoce dessas anomalias permite a implementação de medidas corretivas antes que danos significativos ou até mesmo incêndios ocorram.

Além disso, os desafios identificados ao longo deste estudo, juntamente com as melhores práticas estabelecidas, oferecem orientações valiosas para outras empresas do setor que desejam implementar estratégias semelhantes de manutenção preditiva em suas operações.

**Palavras-chave:** Manutenção Preditiva. Termografia. Painéis Elétricos. Indústria de Fertilizantes. Redução de Falhas. Confiabilidade. Engenharia Elétrica. Anomalias de Temperatura. Medidas Corretivas. Estratégias de Manutenção.

### 1 Introdução

Nos últimos anos a crescente complexidade dos sistemas elétricos industriais tem gerado uma demanda significativa por métodos inovadores de manutenção que possam garantir a operacionalidade contínua do sistema e a segurança dos equipamentos.

A manutenção preditiva se destaca como uma abordagem eficaz, que permite a identificação precoce de falhas antes que elas se tornem críticas, reduzindo significativamente os custos

operacionais e minimizando o tempo de inatividade. (OKRASA ET LII, 1997).

Anormalidades térmicas normalmente apontam possíveis falhas nos equipamentos elétricos. A inspeção termográfica possibilita a análise das condições operacionais dos equipamentos através da leitura da temperatura distribuída no componente, mesmo com ele em operação. (FRAGA, 2009).

Executar manutenções preditivas com a câmera termográfica em painéis e gavetas elétricas resulta em uma redução dos impactos de procedimentos corretivos, aumenta a confiabilidade e eficiência do sistema, já que evita paradas emergenciais, e reduz os custos de manutenção, aumentando a disponibilidade de operação dos equipamentos. (MLYNARCZUK, 2018).

### 2 Materiais e Métodos

O presente estudo constitui uma pesquisa de campo de natureza descritiva e qualitativa realizada na cidade de Uberaba, Minas Gerais, nas instalações de uma empresa especializada no setor de fertilizantes. A pesquisa envolve a investigação e seleção de uma amostra de gavetas elétricas presentes em um ambiente industrial, identificadas como suscetíveis a potenciais problemas de aquecimento. A escolha das gavetas para a amostragem será fundamentada em registros de manutenção e precedida por uma análise visual preventiva.

Os dados obtidos foram processados por meio de um software especializado em análise termográfica, permitindo a visualização e análise das imagens térmicas coletadas. O software proporciona a capacidade de comparar as leituras termográficas com os dados das gavetas elétricas, com o intuito de identificar correlações entre o aquecimento excessivo e o desempenho dessas gavetas.

A coleta de dados será realizada por uma câmera termográfica de alta resolução e precisão. Esses dispositivos operam por meio da medição da radiação infravermelha emitida pelos objetos, convertendo-a em uma representação visual na forma de uma imagem térmica. Cada pixel dessa imagem corresponde a uma temperatura específica. A configuração da câmera foi ajustada para coletar dados em intervalos regulares, alinhados com o cronograma de manutenção das gavetas elétricas. As leituras serão conduzidas em

vários pontos das gavetas, abrangendo áreas suscetíveis a aquecimento excessivo, em diferentes condições operacionais.

Em se tratando da termografia, o aparelho adquirido foi uma câmera termográfica FLIR T530

**Figura 01:** Câmera termográfica – FLIR T530



Fonte: FLIR (2023).

A câmera FLIR T530 apresenta uma série de recursos indispensáveis para que profissionais possam com precisão solucionar problemas relacionados a pontos quentes e possíveis falhas. Equipada com uma plataforma de lente giratória em 180° e uma tela LCD de 4" de alta luminosidade, a FLIR T530 foi desenvolvida para auxiliar os usuários no diagnóstico de componentes de difícil acesso em qualquer ambiente. Suas avançadas ferramentas de medição internas, o autofocus assistido por laser e a qualidade superior de imagem, característica da FLIR, asseguram a identificação e diagnóstico ágil de problemas.

A câmera também possui um modo integrado de rotas de inspeção, permitindo aos usuários baixar e implementar planos de inspeção diretamente na câmera por meio do FLIR Thermal Studio Pro (utilizando o plugin Route Creator). Esses sistemas colaboram na gravação de dados e imagens térmicas de forma sequencial e lógica, acelerando tanto a identificação de problemas quanto os processos de reparo. Com a possibilidade de acoplar a T530 com uma lente de campo de visão duplo FLIR FlexView™, há a conveniência de alternar instantaneamente entre varreduras de área ampla e teleobjetiva sem a necessidade de trocar a lente.

No caso deste estudo são apresentados dois casos da aplicabilidade da manutenção sendo os componentes analisados: 1. Inversor de Frequência fase R/S/T e 2. Transformador de Corrente (TC).

**Figura 02:** Inversor de frequência



Fonte: Autores (2023).

**Figura 03:** Transformador de Corrente (TC)



Fonte: Autores (2023).

Um inversor de frequência é um dispositivo que controla a velocidade de motores elétricos, alterando a frequência e a tensão fornecidas a eles. É usado na indústria para regular a velocidade, torque e direção de rotação dos motores,

contribuindo para a eficiência energética e o controle preciso dos equipamentos.

O Transformador de Corrente (TC) mostrado na figura 03 é um dispositivo utilizado para reduzir a corrente de um circuito elétrico para um valor proporcional e seguro de ser utilizado em instrumentos de medição e proteção. Ele converte correntes elevadas em correntes menores, proporcionando uma representação precisa e proporcional da corrente original para ser usada em equipamentos de medição, como amperímetros e dispositivos de proteção. O TC é essencial em sistemas elétricos para garantir a segurança e a precisão nas medições de corrente, sendo amplamente utilizado em redes de distribuição de energia, sistemas industriais e em diversos equipamentos elétricos.

Os especialistas envolvidos na manutenção elétrica da indústria de fertilizantes empregaram a termografia para realizar uma análise detalhada dos equipamentos, originando um relatório de inspeção termográfica. Este relatório serviu como base para a exposição dos resultados, fornecendo não apenas informações sobre anomalias identificadas, mas também recomendações de ações (manutenção) a serem realizadas para corrigir falhas nos painéis elétricos.

Nos relatórios elaborados, são incluídas imagens termográficas dos equipamentos, tanto antes quanto depois das intervenções, proporcionando registros visuais e permitindo comparações para demonstrar a eficácia na resolução dos problemas identificados.

### 3Resultados

Os resultados apresentados são de dois casos identificados na planta industrial, com equipamentos elétricos, demonstrando a aplicação do uso da termografia para detectar falhas. Nas imagens é possível ver o antes (aquecimento encontrado na inspeção termográfica) e o depois (atuação da equipe elétrica para correção do problema).

O primeiro caso, foi na borneira de entrada dos cabos de potência de um inversor de frequência, equipamento que é utilizado para realizar o controle de velocidade do motor elétrico.

O resultado mostrado pela imagem termográfica (Figura 04) apresenta aquecimento excessivo da borneira de saída do inversor de frequência na fase T, que chegou em uma temperatura de 128°C, a temperatura ideal nesse ponto seria de 70°C.

**Figura 04:** Imagem termográfica – Inversor de frequência (antes).



Fonte: Autores (2023).

Após verificação da anomalia, a recomendação foi realizar a troca do inversor de frequência. Ao parar o equipamento foi visto que devido ao aquecimento, o parafuso do borne não aceitava mais reaperto e sua integridade foi comprometida. O inversor danificado foi enviado para reparo externo para substituir a borneira. A substituição foi programada para ser realizada juntamente com a parada da unidade, onde seria realizado outros serviços programados.

Ao substituir o inversor de frequência, foi analisado que sua temperatura foi normalizada dentro dos parâmetros necessários. Na imagem (figura 05) é possível ver que sua temperatura foi para 49,1°C.

**Figura 05:** Imagem termográfica – Inversor de frequência (depois).



Fonte: Autores (2023).

O segundo resultado refere-se ao Transformador de Corrente (TC), equipamento usado para medir a corrente elétrica de máquinas, na termografia apresentada ele é utilizado em uma gaveta elétrica de partida direta de um motor. O TC realiza a medição da corrente, e seu valor é apresentado no supervisor de operações, assim, é possível monitorar o motor e ver se está operando dentro dos valores nominais.

Pelo relatório obtido pela inspeção termográfica, foi visto uma variação de temperatura muito grande entre o primário e o secundário do TC, como pode ser visto na Figura 06, o SP1 (primário) apresenta temperatura de 34,6°C, e o SP2 (secundário) 57,1°C, quando há uma variação entre dois pontos

acima de 50% é indicado que haja intervenção para solucionar a anomalia.

**Figura 06:** Imagem Termográfica – TC (antes)



Fonte: Autores (2023).

Devido a essa variação superior a 50%, recomendou-se substituir o terminal pois o mesmo apresentava estar ressecado e realizar o reaperto da conexão. Após a intervenção da equipe na gaveta, houve redução da temperatura no ponto citado (31,5°C), conforme a figura 07, portanto, variação da temperatura abaixo de 50%.

**Figura 07:** Imagem Termográfica – TC (depois)



Fonte: Autores (2023).

O aquecimento dos pontos de conexão do TC é um indicativo de problemas ou condições anormais. De acordo com equipe que atuou nessa atividade, esse aquecimento foi proveniente de falta de aperto no ponto de conexão e pelo terminal estar mal prensado.

Os casos apresentados demonstram que o monitoramento da temperatura por parte da inspeção termográfica desempenha um papel crucial dentro da indústria, sendo possível encontrar anomalias antes que haja perda de equipamentos e paradas de plantas não programadas.

#### 4Conclusão

O projeto apresenta a eficácia da aplicação da manutenção preditiva com as câmeras termográficas para mitigar as falhas em painéis e gavetas elétricas e a sua contribuição para a segurança operacional e confiabilidade do sistema elétrico.

O estudo proporcionou um crescimento técnico em diversos aspectos, tendo em vista que para ser realizado exigiu conhecimento sobre termodinâmica, elétrica, segurança do trabalho e gestão de recursos.

A termografia na manutenção preditiva emerge como uma ferramenta indispensável nas indústrias por aumentar a eficiência operacional, minimizando as paradas para manutenção, preservando a vida útil dos componentes do sistema elétrico.

#### 5Referência

BRASIL, Normas Brasileiras Regulamentadoras. Instalações elétricas de baixa tensão. 2004. Rio de Janeiro: Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/jeangaldino/disciplinas/2015.1/instalacoes-eletricas/nbr-5410>>. Acesso em: 05 junho.2023.

CANADA, Guia de aplicações da termografia à manutenção industrial. In: Fluke. CANADA,2005. Disponível em: <[https://www.voltimum.com.br/sites/www.voltimum.com.br/files/pdflibrary/introducao\\_termografia\\_a\\_manutencao\\_industrial\\_2013.pdf](https://www.voltimum.com.br/sites/www.voltimum.com.br/files/pdflibrary/introducao_termografia_a_manutencao_industrial_2013.pdf)>. Acesso em: 05 junho.2023.

CANADA, Guia de aplicações da termografia à manutenção industrial. In: Fluke. CANADA,2023: Disponível em: <<https://www.fluke.com/ptbr/produto/termovisor/termovisores/camerasinfravermelhas-montadas/fluke-rse300>>. Acesso em: 05 junho.2023.

CURITIBA-PR, 3Dmais. Quais são as obrigadoriedades da Termografia? In: 3Dmais. CURITIBA, 2023: Disponível Em: <<https://3dmais.eng.br/inspecao-termografia-nr10/>> Acesso em: 01 junho.2023.

CAETANO, MARIO. Cor e Coloração: Disponível em <<https://www.ctborracha.com/borracha-sintese-historica/propriedades-das-borrachas-vulcanizadas/propriedades-fisicas/propriedades-opticas/cor-e-coloracao/>> Acesso em: 15 maio.2023.

BEGA, Egídio Alberto; DELMÉE, Gerard Jean; COHN, Pedro Estéfano; BULGARELLI, Roberval;

---

KOCH, Ricardo; FINKEL, Vitor Schmidt.  
Instrumentação Industrial. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2011.

FOGLIATO, Flávio S.; RIBEIRO, José Luis Duarte.  
Confiabilidade e Manutenção Industrial. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

OKRASA, Richard. Preventive maintenance handbook. Second Edition, Ontario Hydro. Dezembro, 1997.

FRAGA, Anderson S. Ensaios não destrutivos – Termografia. Faculdades integradas de São Paulo. São Paulo. 2009.

MLYNARCZUK, Lucas Borges. Aplicação de termografia para manutenção preditiva em painéis elétricos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa. Dezembro, 2018.