

## **TERMOGRAFIA NA INVESTIGAÇÃO DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS**

GIOVANA PEREIRA DOS SANTOS LIMA<sup>1\*</sup>; MARCO ANTONIO FERREIRA FINOCCHIO<sup>2</sup>; JEFERSON GONÇALVES FERREIRA<sup>3</sup>; WAGNER FONTE GODOY<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Acadêmica de Engenharia Elétrica, UTFPR, Cornélio Procópio-PR, giovanalima@alunos.utfpr.edu.br

<sup>2</sup> MSc. em Engenharia Elétrica, UTFPR, Cornélio Procópio-PR, mafinocchio@utfpr.edu.br

<sup>3</sup> Esp. em Segurança do Trabalho, UTFPR, Cornélio Procópio-PR, goncalves\_jeferson@outlook.com

<sup>4</sup> Dr. em Engenharia Elétrica, UTFPR, Cornélio Procópio-PR, wagnergodoy@utfpr.edu.br

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018  
21 a 24 de agosto a de 2018 – Maceió, Brasil.

**RESUMO:** A medição por infravermelho, para verificação das instalações elétricas de baixa e média tensão é parte integrante das inspeções anuais de rotina. Tornando-se um procedimento econômico e versátil. Mas para assegurar a execução de medição confiável, e produzir resultados consistentes. A termografia mostra-se uma ferramenta de gestão importante na manutenção elétrica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Termômetro infravermelho, emissividade, termografia.

## **THERMOGRAPHY IN THE RESEARCH OF ELECTRICAL EQUIPMENT**

**ABSTRACT:** Infrared measurement for verification of low and medium voltage electrical installations is an integral part of routine annual inspections. Becoming an economical and versatile procedure. But to ensure reliable measurement performance, and produce consistent results. Thermography shows itself to be an important management tool in electrical maintenance.

**KEYWORDS:** Infrared thermometer, emissivity, thermography.

## **INTRODUÇÃO**

A técnica de termografia mapea um corpo ou região com o objetivo de analisar áreas de diferentes temperaturas. Possibilitando a visualização artificial da luz no espectro infravermelho.

O infravermelho é uma das componentes do espectro das ondas eletromagnéticas (OE's), que vibram e se propagam pelo espaço, a velocidade da luz. Correspondendo a faixa de frequência eletromagnética emitida por todo corpo à temperatura ambiente, com intensidade proporcional à quarta potência de sua temperatura.

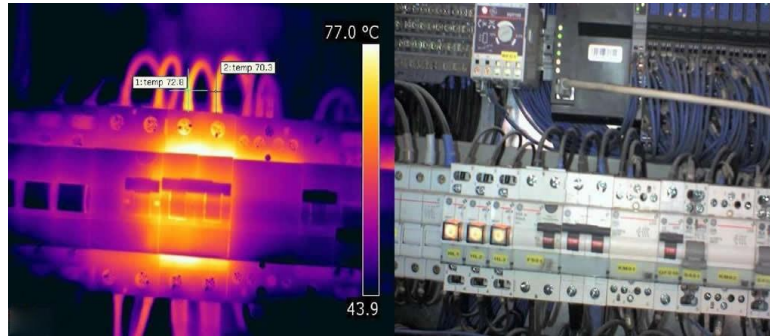
Na Engenharia de Manutenção existe uma área de preocupação, emissão de OE's de corpos aquecidos que é a liberação de radiação de corpo negro, enunciada pela Lei de Planck. O estudo de corpos negros favoreceu o florescimento da mecânica quântica.

A termografia assume destaque na manutenção preditiva. Com sua aplicação, é possível extinguir vários enigmas de produção, impedindo panes elétricas, mecânica e fadiga de materiais. Pode ser empregada para investigar a temperatura dos componentes, com o objetivo de detectar futuras falhas no estagio prematuro, evitando a parada dos equipamentos.

A técnica infravermelha, é realizada com termovisores móveis para detectar e converter, em tempo real, a radiação infravermelha em imagens visíveis facilitando a medição de temperatura, (Santos, 2006).

A termografia não substitui os testes de rotina e nem elimina as necessidades de inspeções visuais, testes funcionais, medição de corrente, etc., que devem ser realizados no escopo dos ensaios de rotina. Porém representa um método muito útil de medição complementar que possibilita o exame e a avaliação do estado do equipamento. Uma das grandes vantagens é a possibilidade de executar as medições com o equipamento em funcionamento (sob tensão) Figura 1.

Figura 1. Imagem térmica.



As vantagens da monitoração dos equipamentos por termografia é poder classificar os componentes elétricos aquecidos por suas temperaturas máximas admissíveis para cada componente.

O objetivo deste trabalho é empregar a termografia infravermelha para detectar falhas em máquinas e equipamentos elétricos, que possam comprometer o processo produtivo industrial, mostrando o valor e aplicabilidade da manutenção preventiva como ferramenta para reduzir a probabilidade falha. A maior parte dos equipamentos elétricos apresenta diferenças térmicas, que pode ajudar na localização rápida e precisa em sua fase inicial (Kelch, Seffrin, 1999; Shultz, 2005).

## MATERIAL E METODOS

Com a Manutenção Preditiva teve início a relação entre a fabricação, instalação, projeto e manutenção de equipamentos com a disponibilidade determinada pela tecnologia industrial.

Os presentes sistemas de manutenção exigem altos indicadores de desempenho dos equipamentos, com ênfase em Planejamento e Controle de Manutenção e Técnicas de Inspeção Preditiva (Kardec; Nascif, 2006).

A obrigação de uma operação confiável, segura e contínua dos equipamentos é o motivo principal da realização de uma inspeção termográfica. O bom resultado da inspeção depende em grande parte do conhecimento do profissional.

Para o manejo do treinamento especializado dos operadores. Assim, como as limitações dos equipamentos, os profissionais devem ter noções se as informações coletadas são confiáveis, para balizar as ações da manutenção. Os programas utilizados são eficientes em classificar os componentes elétricos aquecidos considerando as temperaturas máximas admissíveis para cada componente além da influência da carga e do vento (em instalações externas). Tal aplicação permite o envio de relatórios com a classificação exata dos componentes aquecidos em termos da criticidade e risco para o sistema produtivo (Veratti, 2011).

A emissividade determina a capacidade da superfície emitir radiação, sendo um termo usado para descrever as características de emissão da energia do material medido. A Tabela 1 apresentam exemplos da emissividade de alguns materiais.

Tabela 1. Emissividade

| Substância | Emissividade Térmica | Substância     | Emissividade Térmica |
|------------|----------------------|----------------|----------------------|
| Asfalto    | 0,9                  | Oxido de cromo | 0,81                 |
| Concreto   | 0,94                 | Oxido de cobre | 0,78                 |
| Cimento    | 0,96                 | Oxido de ferro | 0,78 a 0,82          |
| Areia      | 0,90                 | Papel          | 0,70 a 0,94          |

Existem diversos métodos para se determinar a emissividade de um objeto. Os fabricantes de termômetros de radiação costumam publicar tabelas para os materiais mais comuns. Elas servem como orientação, mas não pode se esquecer de observar a condição da superfície e o comprimento de onda de operação, que também interferem na emissividade.

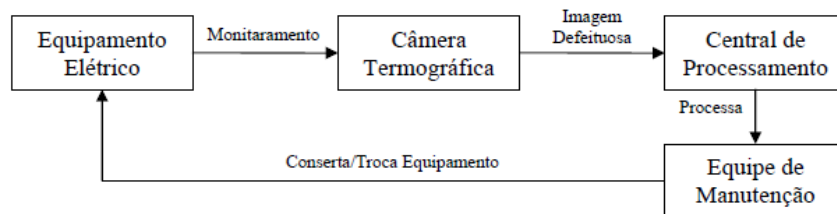
A manutenção preditiva baseia-se nas condições das medições e métodos de processamento de sinais para diagnosticar a condição do equipamento em operação. As técnicas de monitoramento incluem: ultrassom, análise de vibração, tribologia, ferrografia, inspeção visual, monitoria de processo,

e outras técnicas de análise não destrutivas. A combinação destas técnicas oferece os meios de monitoramento direto dos equipamentos e sistemas críticos na indústria (Almeida, 2011).

Através de técnicas preditivas é feito o monitoramento da condição e a ação, quando necessária, é realizada através de manutenção corretiva planejada.

A Figura 2 apresenta um esquemático típico de diagnóstico de falhas.

Figura 2. Diagrama simplificado do diagnóstico de falhas.



## RESULTADO E DISCUSSÃO

A geração de imagens térmicas pode ser empregada no diagnóstico do estado de equipamentos elétricos, como motores, transformadores, seccionadoras, capacitores, quadros de comando e subestações. Dentre suas aplicações, são muito utilizados para inspecionar a integridade de sistemas elétricos (Fluke, 2009).

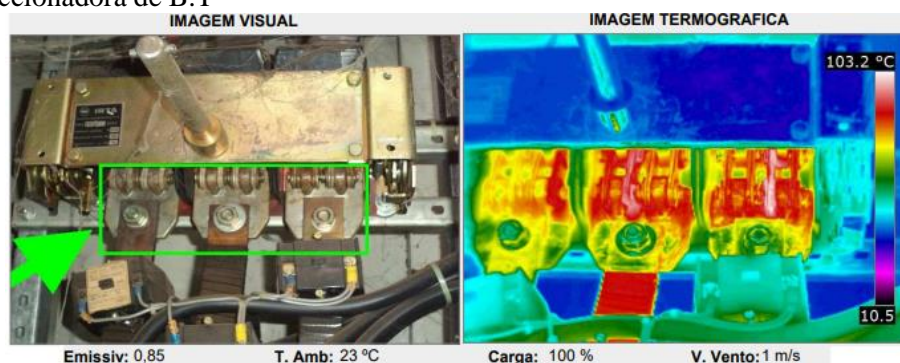
Na arte termografia, os componentes elétricos apresentam maior aplicação, onde se investiga aquecimento em acionamentos, bornes e componentes elétricos. Em eletricidade e eletrônica, o constante acompanhamento e a detecção antecipada de variações na temperatura de certo componente permitem a prevenção de falhas do equipamento e consequentes perdas de produtividade, bem como reduzir os custos com manutenção corretiva por falhas indesejadas dos equipamentos, por conta de falhas em componentes elétricos (Afonso, 2010; Fluke, 2009).

Com esta ideia, em 1972 implantou-se a inspeção por termografia em FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS. Sendo a metodologia aplicada em todas as suas subestações. Tendo como base a prática termográfica. O que acarretou excelentes resultados, dentre os quais maior confiabilidade do sistema de distribuição de energia, detectando problemas na sua fase inicial, evitando paradas indesejadas, e consequentemente mais produtividade e operacionalidade dos sistemas de distribuição de energia (Araújo, 2008).

Por esta técnica é possível identificar regiões onde a temperatura está alterada em relação ao padrão estabelecido. É baseada na medida da radiação eletromagnética emitida por um corpo a uma temperatura acima do zero absoluto (Maldague, 1993).

É uma técnica de manutenção que detecta por radiação infravermelha a temperatura de equipamentos elétricos como chaves seccionadoras, disjuntores, bases, fusíveis, condutores e barramentos. Esta técnica pode ser observada na inspeção da Chave Seccionadora de Baixa Tensão evidenciando a fase R mais carregada e aquecida (Figura 3).

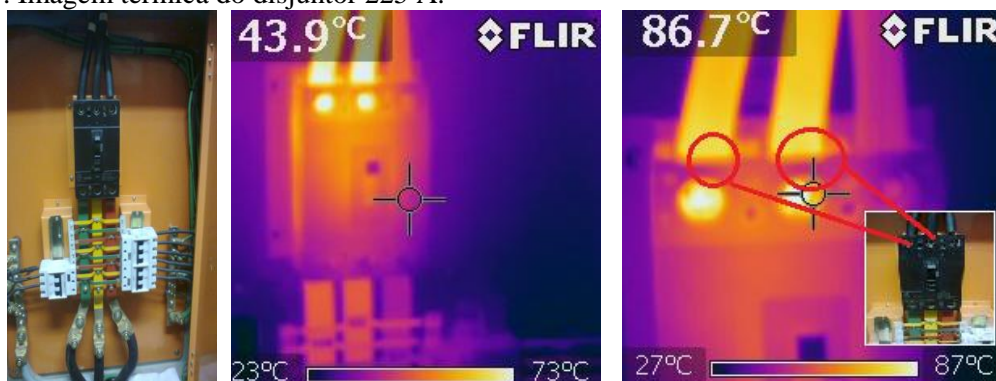
Figura 3. Seccionadora de B.T



A medição de temperatura pode ser realizada por medição sem contato, na qual termômetro de infravermelho e termovisores podem ser empregados, (Holst, 2000).

Analisando a planta elétrica de uma indústria do Norte do Paraná com termografia. Comprovou-se pela da Figura 4, que o disjuntor de 225 A, tripolar do Quadro de Distribuição Geral (QGBT01) apresentava sua temperatura interna elevada, fora dos padrões, gerando o desligamento da máquina de ar condicionado.

Figura 4. Imagem térmica do disjuntor 225 A.



Como observado na Figura 4, a diferença de temperatura do disjuntor variava de 23°C a 73°C, as partes mais escuras das imagens demonstram uma temperatura mais baixa e as partes mais claras demonstram um grande acréscimo de temperatura nesta chave termomagnética. Evidenciando estar acima do padrão normal de funcionamento, que seria abaixo de 40°C admissível (Mamede Filho, 2001). Para Figura 4 ainda seria impossível esta análise, do disjuntor de 225A ligado na sua entrada três cabos condutores de 240mm<sup>2</sup> por fase (R,S,T) e na sua saída contendo três barramentos.

Esta variação da temperatura ocorreu devido a aproximação do termovisor à chave termomagnética. Isto diminuiu o campo visual do equipamento. Assim, foram criadas Tabelas contendo as grandezas elétricas necessárias para análise e comparação. As medições elétricas e térmicas coletadas da chave termomagnética constam na Tabela 2.

Tabela 2. Medições elétricas e térmicas.

| Fase | Tensão [V] | Corrente [A] | Potência Aparente [kVA] | Potência Ativa [kW] | Potência Reativa [kVAr] | Temperatura [°C] |
|------|------------|--------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|------------------|
| R    | 124        | 81,3         | 10,08                   | 9,8                 | 2,4                     | 72               |
| S    | 126        | 79,2         | 9,97                    | 8,9                 | 4,5                     | 86               |
| T    | 125        | 80,5         | 10,06                   | 9,6                 | 3,05                    | 63               |

Depois da análise dos dados e imagens termográficas, ficou imperativa a substituição da chave termomagnética. Portanto, concluiu-se que a mesma encontrava-se desgastada e com fadiga. Devido ao tempo de uso e operação da chave, optou-se pela substituição. Com a substituição deste disjuntor a temperatura interna retornou aos níveis aceitáveis, abaixo de 40°C. Isto é observado na Tabela 3.

Tabela 3. Medições elétricas e térmicas.

| Fase | Tensão [V] | Corrente [A] | Potência Aparente [kVA] | Potência Ativa [kW] | Potência Reativa [kVAr] | Temperatura [°C] |
|------|------------|--------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|------------------|
| R    | 127        | 79,3         | 10,07                   | 9,7                 | 2,7                     | 28               |
| S    | 127        | 79,2         | 9,97                    | 8,9                 | 4,5                     | 32               |
| T    | 127        | 79,4         | 10,08                   | 9,6                 | 3,07                    | 29               |

As medições foram realizadas com os circuitos energizados a plena carga. Não ocorreram alterações na temperatura, na tensão, no isolamento, na corrente nominal. Caracterizando que a chave termomagnética disjuntor terá uma longa vida útil.

#### **4. CONCLUSÃO**

A manutenção preditiva é um excelente instrumento de gerenciamento da manutenção. São metodologias de monitoramento apoiadas na investigação visual, que colabora com uma melhor gestão do setor de manutenção. Assim, contribui para confiabilidade dos equipamentos.

No setor elétrico, a termografia consolida a cada dia sua importância. A manutenção por termovisão em equipamentos elétricos e mecânicos possibilita a redução da manutenção corretiva. Além de reduzir o preço das manutenções, o desperdício de energia, e contribui para o aumento da eficiência operacional dos sistemas avaliados.

#### **REFERÊNCIAS**

- Afonso, João. Termografia: teoria, procedimentos e vantagens. 2010.
- Almeida, Márcio Tadeu. Manutenção preditiva: confiabilidade e qualidade. 2016.
- ARAÚJO, R. A.; BARBOSA, L. C.; SINISCALCHI, R. T. Impactos da Aplicação da Termografia na Operação do Sistema Elétrico de FURNAS. X EDAO – Encontro para debates de assuntos de operação. São Paulo, 2008.
- Holst, Gerald C. Common Sense approach to thermal imaging Winter Park. (FL): JCD Publishing, 2000.
- Fluke. Introdução aos princípios da termografia. Ed. ATP, 2009.
- Kardec, A.; Nascif, N. Manutenção Função Estratégica. 2.ed.3.reimp. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006.
- Kelch, Craig K.; Seffrin, James R.. Infrared Thermography for PPM. Maintenance Technology, [S.1], may. 1999.
- Maldague, X. Avaliação não destrutiva de materiais por termografia infravermelha – Verlag, p. 207, 1993.
- Mamede Filho, João. Instalações Elétricas Industriais. 6.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.
- Mendonça, Luis Viegas. Termografia por Infravermelhos Inspeção de Betão. Spybuilding: 10 jun. 2016.
- Schultz, Carl. Desenvolvimento e Implementação de um Programa de Manutenção Preditiva de Infravermelhos. Tecnologia de Manutenção. [S.1.], mai. 2004.
- Santos, Laerte dos. Termografia infravermelha em subestações de alta tensão desabrigadas. Itajubá: unifei, 2006.
- Veratti, Atílio Bruno. Sistema Básico de Inspeção Termográfica. CEAE: programa TPM 8pilares-manutenção. 2016.