

# Aplicação da Termografia na Manutenção preditiva

Lélis C. Louvain\*  
Lucas G. Cabral\*\*  
Klerio R. Gomes\*\*\*

## Resumo

A manutenção preditiva é o acompanhamento periódico dos equipamentos, baseado na análise de dados coletados através de monitoração ou inspeções em campo, sendo uma das formas de análise a inspeção termográfica (termografia). Esse tipo de inspeção auxilia na detecção de falhas em período inicial, proporcionando, assim, a possibilidade de planejar, de melhor forma, um período para a prevenção de defeitos (manutenção preventiva).

Por ser uma técnica que envolve tecnologia, seu custo se torna alto, porém a relação custo-benefício é satisfatória devido a rapidez com que se realiza o procedimento, a segurança e, principalmente, por não parar a produção.

Essa técnica visa à detecção do defeito em seu estado inicial para que possam ser tomadas as respectivas providências. Sendo assim, a vida útil do equipamento é prolongada, visto que, sendo tomadas as providências necessárias, poderão ser evitadas queimas ou perdas de peça do equipamento.

**Palavras-chave:** Manutenção preditiva. Termografia.

## Introdução

A inspeção termográfica é uma técnica não destrutiva que utiliza os raios infravermelhos, para medir temperaturas ou observar padrões diferenciais de distribuição de temperatura, com o objetivo de propiciar informações relativas à condição operacional de um componente, equipamento ou processo. Em qualquer dos sistemas de manutenção considerados, a termografia se apresenta como uma técnica de inspeção extremamente útil, uma vez que permite: realizar medições sem contato físico com a instalação (segurança); verificar equipamentos em pleno funcionamento (sem interferência na produção); e inspecionar grandes superfícies em pouco tempo (alto rendimento).

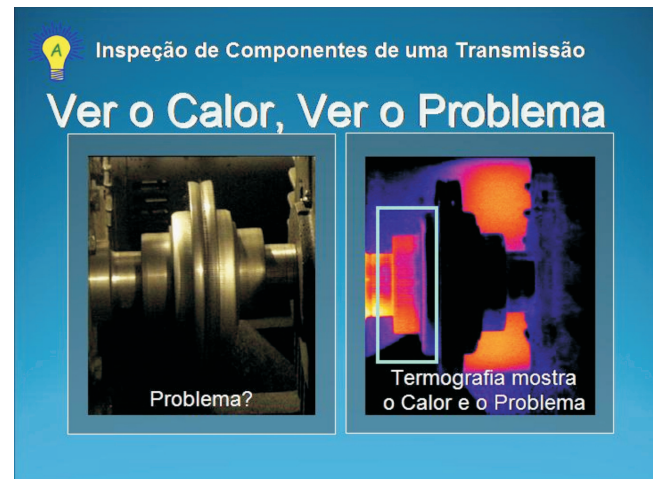


Figura 1 – Inspeção termográfica de componentes de uma transmissão

## O Infravermelho

O infravermelho é uma frequência eletromagnética naturalmente emitida por qualquer corpo, com intensidade proporcional à sua temperatura. São portanto emissores de infravermelho, em irradiações visuais, através de uma tela de TV, produzindo imagens térmicas chamadas de termogramas, que, em resumo, permitem a visualização da distribuição de calor na região focalizada.

Assim, usando um termovisor, fica extremamente fácil a localização de regiões quente ou fria, por meio da interpretação dos termogramas que fornecem uma imagem, com recursos que permitem abranger uma faixa de temperatura que vai de  $-20^{\circ}\text{C}$  a  $1.500^{\circ}\text{C}$ , com opção de filtros especiais, fornecendo uma imagem de qualidade, independente da presença do sol ou outra fonte de calor intensa. Sua leveza, pequeno tamanho e autonomia permitem sua utilização em locais de difícil acesso.

## Aplicações

Atualmente a termografia tem aplicações em inúmeros setores: na indústria automobilística é utilizada no desenvolvimento e estudo do comportamento de pneumáticos, desembaçador do para-brisa traseiro, freios, no sistema de

\* Técnico em Mecânica pelo IF Fluminense, campus Campos-Centro

\*\* Técnico em Mecânica pelo IF Fluminense, campus Campos-Centro

\*\*\* Técnico em Mecânica pelo IF Fluminense, campus Campos-Centro

refrigeração, turbo, etc. Na siderurgia tem aplicação no levantamento do perfil térmico dos fundidos, durante a solidificação, na inspeção de revestimentos refratários dos fornos.

Na indústria aeronáutica é utilizada no ensaio de materiais compostos para detectar dupla laminação ou outros tipos de rupturas. Pontos quentes assim como falhas de coesão em componentes elétricos e eletrônicos podem ser determinados através da termografia.

A indústria química emprega a termografia para a otimização do processo e no controle de reatores e torres de refrigeração.

As aplicações na engenharia civil incluem a avaliação do isolamento térmico de edifícios e a possibilidade de se determinar detalhes construtivos das construções, etc. Nas artes, o método tem se mostrado de grande valia na detecção de descascamento de pintura e de massas reconstituíntes bem como no diagnóstico geral para conservação e restauração.

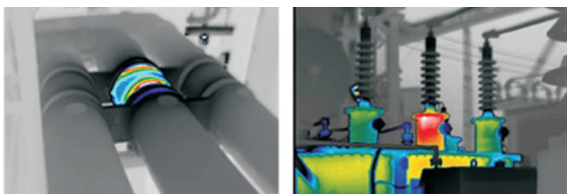


Figura 2 – Aplicações da termografia

## Métodos de aplicação da termografia

A termografia por infravermelho pode ser somente qualitativa ou qualitativa/ quantitativa dependendo da aplicação. Vamos conceituar estes dois métodos:

### Termografia qualitativa

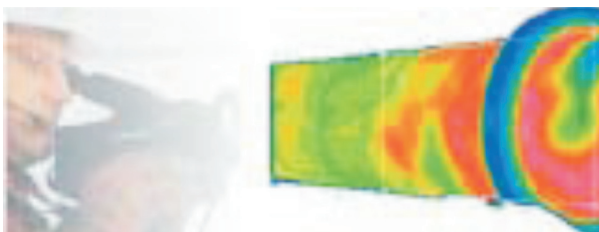


Figura 3 – Termografia qualitativa

Quando o que interessa é o perfil e não os valores térmicos apresentados. Essa é a característica que classifica a termografia infravermelha como uma técnica que fornece laudos instantâneos.

### Termografia quantitativa

É por meio deste método que se define o nível de gravidade de uma anomalia. Vale salientar que

esse método é sempre o segundo a ser aplicado, pois incondicionalmente, a primeira análise sempre tem de ser a qualitativa. Caso contrário, é bem provável que o termografista (inspetor) não esteja fazendo nada além de análise comparativa.

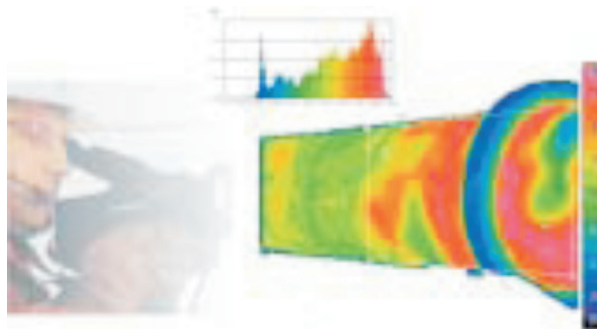


Figura 4 – Termografia quantitativa

## Processos industriais

Em processos industriais, a termografia por infravermelho tem sido aplicada tanto através de sistemas *on-line* quanto *off-line*, em fabricação de papel, vidro, lingotamento/laminação de siderurgia, pelotização de minério de ferro.

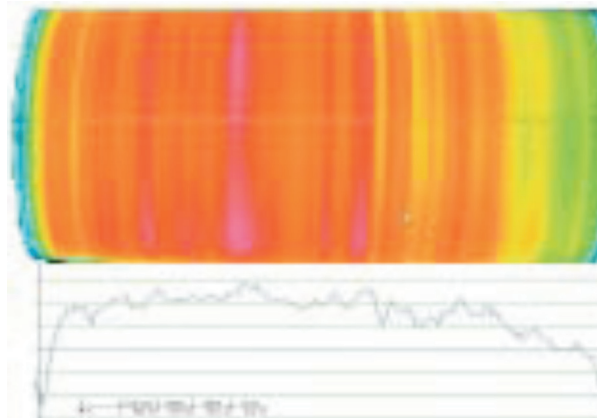


Figura 5 – Termografia aplicada no processo de fabricação do papel

Em todas estas aplicações a termografia busca essencialmente as perdas qualitativas da assimetria térmica desses processos. Na figura 5 apresentamos a termografia sendo aplicada no processo de fabricação de papel, onde as temperaturas apresentadas no perfil transversal da folha têm uma relação inversamente proporcional à umidade e gramatura.

## Técnicas de Ensaio

A termografia é uma das técnicas de inspeção chamada de: Técnicas de Manutenção Preditiva definida por alguns como uma atividade de monitoramento capaz de fornecer dados suficientes para uma análise de tendências.

As técnicas termográficas geralmente consistem na aplicação de tensões térmicas no objeto, medição da distribuição da temperatura da superfície e apresentação da mesma, de tal forma que as anomalias que representam as descontinuidades possam ser reconhecidas. Duas situações distintas podem ser definidas:

- Tensões térmicas causadas diretamente pelo próprio objeto durante a sua operação: equipamento elétrico, instalações com fluido quente ou frio, isolamento entre zonas de diferentes temperaturas, efeito termoelástico, etc.

- Tensões térmicas aplicadas durante o ensaio através de técnicas especiais (geralmente aquecimento por radiação ou condução) e certas metodologias a serem estabelecidas caso a caso, para que se possa obter boa detecção das descontinuidades.

Em ambas situações é necessário haver um conhecimento prévio da distribuição da temperatura superficial (ou pelo menos que possa ser assumida com uma certa segurança), como um referencial comparativo com a distribuição real obtida durante o ensaio. O caso mais simples ocorrerá quando a distribuição da temperatura for uniforme e as descontinuidades se manifestarem como áreas quentes (por exemplo: componentes com maior resistência elétrica em uma instalação), ou áreas frias (fluxo interno de ar nos materiais).

## Vantagens e Desvantagens

### *Vantagens:*

- Facilidade de operação
- Segurança, inspeção sem contato físico com o equipamento a ser inspecionado
- Não interfere na produção, verificação de equipamentos em pleno funcionamento
- Alto rendimento e economia, inspeção de grandes superfícies em pouco tempo
- Permite antecipar danos que possam causar elevados custos de manutenção corretiva
- Permite corrigir problemas que causam perda e consumo de energia
- Prolongamento da vida útil evitando queimas ou perdas desnecessárias das peças
- Informação numérica e visual

### *Desvantagens (Limitações):*

- As variações na distribuição das temperaturas podem ser muito pequenas para serem detectadas
- Discrepâncias muito pequenas podem ser mascaradas, pelo “ruído de fundo”, e permanecer sem detecção
- As principais organizações de normalização ainda não reconhecem a termografia como

um método confiável de END (Ensaio Não Destrutivo) para avaliação e certificação dos produtos ensaiados

Onde aplicar a termografia na indústria

## Instalações elétricas

Pelo fato de ser a temperatura a principal variável detectável no processo de falha de uma instalação elétrica, é onde está concentrada a maior aplicação da termografia na área industrial.

Uma inspeção termográfica em instalações elétricas identificará problemas causados pelas relações corrente/resistência, normalmente provocados por conexões frouxas, corroídas, oxidadas ou por falhas do componente em si. Além disso, erros de projeto, falhas em montagens e até o excesso e/ou falta de manutenções preventivas podem provocar sobreaquecimento nos sistemas elétricos.

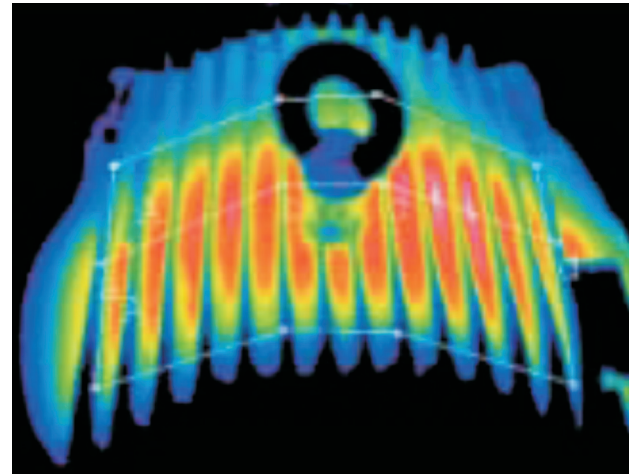


Figura 6 – Inspeção termográfica em sistema elétrico

## Máquinas elétricas

Em motores, geradores e transformadores, a termografia deve ser aplicada de forma correlacionada com outras técnicas. Para os diagnósticos de falhas potenciais elétricas, a termografia infravermelha parte do princípio de que a potência de tais máquinas que não saem na forma de serviço, de alguma maneira está se transformando em perdas e sendo dissipada no meio, através de efeito Joule. Essas análises termográficas são tanto qualitativas quanto quantitativas e permitem ao usuário acompanhar o envelhecimento da máquina, bem como diagnosticar outras falhas decorrentes de curto-circuito parcial entre espiras, falha parcial de isolamento, refrigeração, etc.



## Conjuntos rotativos

As inspeções em equipamentos rotativos, utilizando a termografia infravermelha aplicam-se em todo e qualquer equipamento cuja temperatura é uma variável mensurável num processo de análise de falha. Essa aplicação parte do princípio de equilíbrio dinâmico e térmico dos conjuntos de peças girantes e fixas, e é explicada pelas leis da mecânica de fluidos e de transmissão de calor. O aquecimento normal resultante do funcionamento de um equipamento rotativo é função da pressão de trabalho, da velocidade de deslizamento, do coeficiente de atrito das superfícies e da viscosidade do lubrificante. O calor assim gerado é dissipado pelos processos de condução, convecção e radiação.

Dessa forma, numa condição normal de funcionamento, o conjunto trabalha em equilíbrio térmico entre o calor gerado e o retirado. Caso haja desequilíbrio térmico ou um equilíbrio em níveis superiores ao de projeto, numa situação em que o sistema de refrigeração esteja normal, é possível, através de análises termográficas qualitativas e/ou quantitativas, associar tal irregularidade a uma geração maior de calor, o que de forma geral, representa um provável problema. Como exemplo de aplicação, temos mancais, acoplamentos, polias, transportadores, roletes, bombas, ventiladores, compressores, etc.

O valor agregado na aplicação da termografia em inspeções de equipamentos rotativos está basicamente na indicação instantânea, clara e exata da área com problemas. Outras técnicas de inspeções, tais como análise de vibração e ultrassom ou ferrografia devem ser utilizadas num processo integrado de análise por multiparâmetros, com o objetivo de se encontrar e/ou comprovar a causa do problema.

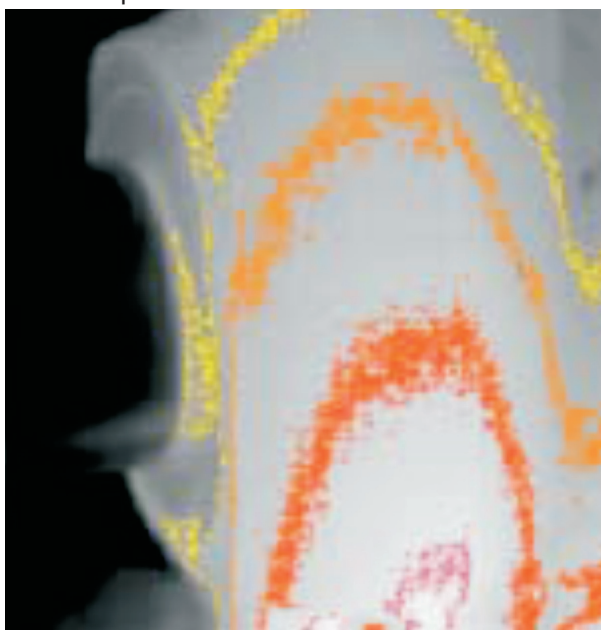


Figura 7 – Inspeção termográfica em equipamento rotativo

## Referências

APLICAÇÕES termográficas na manutenção: onde normalmente erramos! Nova Manutenção y Qualidade, v. 62, p. 28-32. Seção Técnica. Disponível em: <<http://myq.com.br/html/revistas/62/MyQ62ter.pdf>>. Acesso em: dez. 2010.

A CAUSA oculta... Thermoglob: Termografia em estado da arte!. 10 dez. 2008. Disponível em: <<http://termografia-em-estado-de-arte.blogspot.com/>>. Acesso em: dez. 2010.

SERVIÇO de termografia. MGS Tecnologia. Disponível em: <<http://www.mgstecnologia.com.br/termografia.html>>. Acesso em: dez. 2010.

TERMOGRAFIA. Associação Brasileira de Ensaios Não Destrutivos e Inspeção. Disponível em: <[http://www.abende.org.br/info\\_end\\_oquesao\\_termografia.php?w=1024&h=768](http://www.abende.org.br/info_end_oquesao_termografia.php?w=1024&h=768)>. Acesso em: dez. 2010.

TERMOVISÃO. Brasília, DF: Alencar Instalações. Disponível em: <[http://www.alencarinstalacoes.com.br/?page\\_id=21](http://www.alencarinstalacoes.com.br/?page_id=21)>. Acesso em: dez. 2010.