

Aplicações termográficas na Manutenção

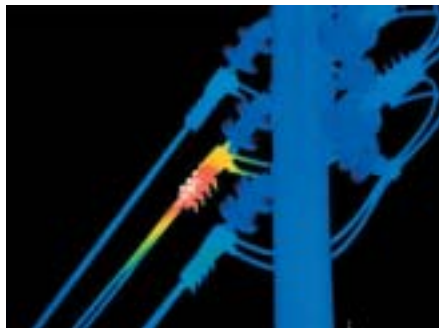
Onde normalmente erramos!

Resumo – Falar da termografia como uma técnica poderosa na predição de falhas funcionais e acidentes da indústria não é uma tarefa tão difícil, pois diferente de outras técnicas tais como análise de vibração, o produto final de uma inspeção termográfica é conceitualmente entendido como auto-explicativo. Mas será que é?

Neste trabalho apresentamos alguns casos onde, nós fornecedores de serviços termográficos, normalmente erramos, e nos propomos analisar a causa destes erros, e principalmente o que deveria ser a ação correta a ser tomada.

O que é termografia? – São técnicas ou métodos que permitem retratar um perfil térmico de forma gráfica. Estes podem ser por contato ou sem contato. As termografias por contato são oriundas de reações químicas sobre a superfície através de tintas, substância fosforescente, papéis, cristais líquidos, e outras substâncias especiais sensíveis à temperatura.

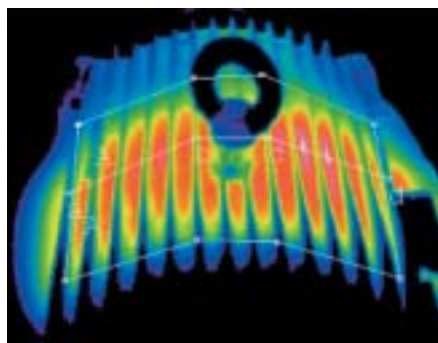
Quanto a termografia sem contato, também conhecida por termografia por infravermelho, é a técnica que através de captação da radiação térmica emitida naturalmente pelos corpos, permite a formação de imagens térmicas (termogramas), e a medição da temperatura do alvo em tempo real.



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 disto, erros de projeto, falhas em montagens e até o excesso e/ou falta de manutenções preventivas podem provocar sobreaquecimento nos sistemas elétricos.



Máquinas elétricas

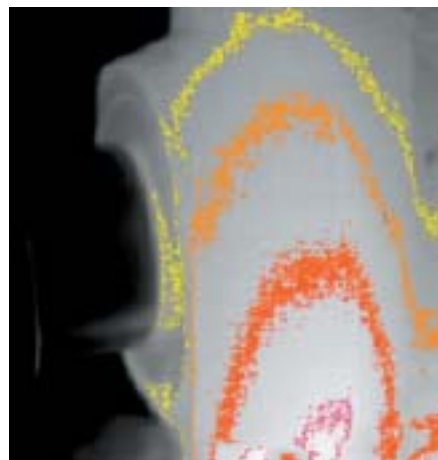
Em motores, geradores e transformadores, a termografia deve ser aplicada de forma correlacionada com outras técnicas. Para os diagnósticos de falhas potenciais elétricas, a termografia infravermelha parte do princípio de que a potência de tais máquinas que não saem na forma de serviço, de alguma maneira está se transformando em perdas e sendo dissipada no meio, através de efeito *joule*. Estas 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

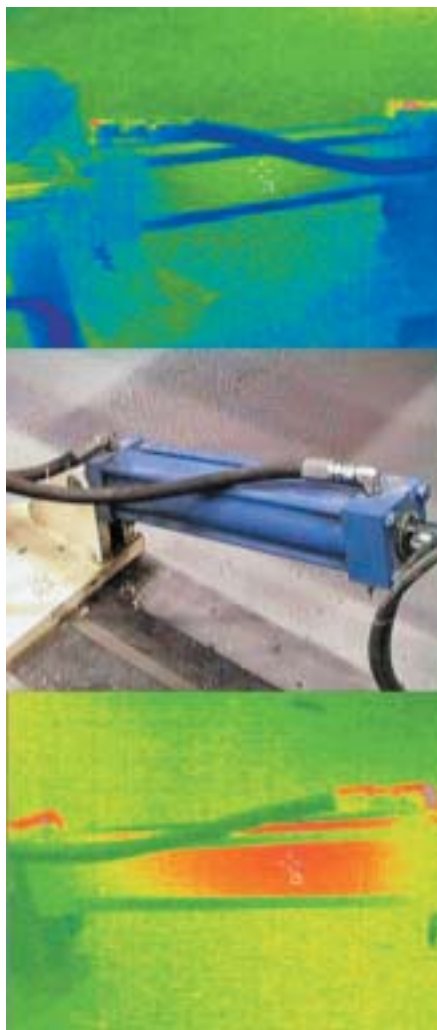
As inspeções em equipamentos rotativos utilizando a termografia infravermelho aplicam-se em todo e qualquer equipamento onde a temperatura é uma variável mensurável num processo de análise de falha.

Esta 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. Desta 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 su-



periores 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 ultra-som ou ferrografia devem ser utilizadas num processo integrado de análise por multi-parâmetros, com o objetivo de se encontrar e/ou comprovar a causa do problema.



Equipamentos estáticos – A utilização da termografia infravermelha em planos de inspeções de equipamentos estáticos visa a detecção de falhas em potencial em seus estágios iniciais, quando ainda não são perceptíveis pelos sensores dos respectivos equipamentos. Dentre as diversas aplicações, citamos:

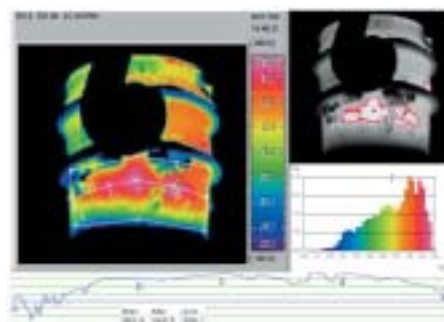
- **Detecção e quantificação de obstruções de trocadores de calor;**
- **Detecção de válvulas com passagem interna de óleo pela sede;**
- **Filtros em processo inicial de obstrução;**
- **Cilindros hidráulicos com passagem interna de óleo pela sede;**
- **Purgadores de vapor estancados.**

Na ilustração ao lado vemos acima um cilindro hidráulico em perfeito estado de funcionamento, e abaixo um outro similar em processo de iniciação da falha.

Revestimentos estruturais (térmico e anti-ácido)

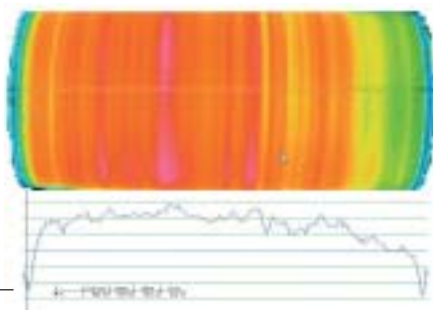
A aplicação de serviços termográficos em revestimentos estruturais baseia-se no princípio de que, existindo uma temperatura em regime contínuo dentro de um recipiente, a temperatura superficial externa é uma função direta da condução de calor através do composto cerâmico da respectiva parede.

Assim, tanto a degradação do isolante térmico como um desgaste do refratário são apresentados na forma de mapa termográfico. Com o mapa termográfico pode-se planejar, de forma racional, a reforma e/ou reparos localizados do composto cerâmico.



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, pelletização de minério de ferro.

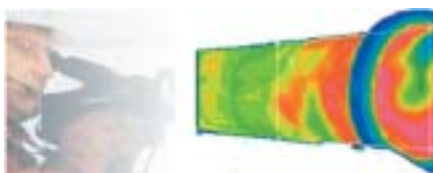


Em todas estas aplicações a termografia busca essencialmente as perdas qualitativas da assimetria térmica destes processos.

Na ilustração acima 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.

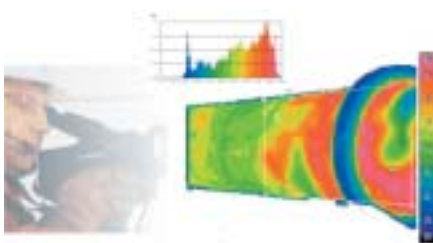
Métodos de aplicação da termografia – A termografia por infravermelho pode ser somente qualitativa ou qualitativa/quantitativa dependendo da aplicação. Vamos conceituar estes dois métodos:

Termografia qualitativa



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

Termografia quantitativa



É através deste método que se define o nível de gravidade de uma anomalia. Vale salientar que este 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 está fazendo nada além de análise comparativa.

Os termógrafos (termovisores)

São câmeras equipadas com detectores especiais que transformam leituras de campos de temperaturas em imagens de vídeo.

A cada temperatura é designada uma cor ou tom de cinza, de tal maneira que em uma cena se pode detectar as diferenças de temperaturas entre os vários componentes. Os sistemas de gravação de tais câmaras são normalmente em fita cassete (VHF) ou sinais digitalizados gravados em disquetes, PC card ou memória interna.

A figura abaixo ilustra na linha do tempo o desenvolvimento e portabilidade dos termógrafos para aplicação no campo civil (AGA/AGEMA/FLIR). Vale salientar que junto a todo este desenvolvimento temos também uma significativa redução no custo destes equipamentos.



ONDE NORMALMENTE ERRAMOS!

Qual o argumento que estamos utilizando para medir o retorno de investimento com serviços termográficos? – Ainda é comum tratar a detecção de um ponto sobreaquecido como retorno do investimento, utilizando-se o argumento de que se o mesmo não fosse detectado a tempo, poderia ter provocado uma falha e/ou acidente.

Entretanto, se fizermos uma análise crítica da anomalia, possivelmente vamos concluir que o que prevaleceu foi o fator sorte, pois as temperaturas já estavam acima de uma zona de previsibilidade de degradação do objeto.

Nestes casos o recomendado é caracterizar esta anomalia como perdas evitadas e não retorno de investimento, e tratar de estudar o que mudou e quando mudou para ter provocado este sobreaquecimento.

Se porventura algum dia a sorte não estiver do seu lado, e vier a ocorrer a falha e/ou acidente, qual o argumento que você usará para justificá-lo?... pois com certeza, alguém que aprovou o investimento em termografia acredita incondicionalmente que está protegido... Pense nisso!!

Agora, se você quer de fato retorno de investimento com termografia, trabalhe sobre o risco em potencial, que assim terá argumento técnico convincente para negociar a redução do custo anual com a seguradora!

Como estamos medindo a eficácia dos planos de inspeção termográfica? – Organizações que utilizam a quantidade de pontos detectados ao final de cada inspeção termográfica como fator de medição de eficácia dos planos de inspeção termográfica, estão trabalhando sob dados vulneráveis e facilmente manipuláveis.

Dúvida?... Então faça um teste de repetibilidade com 2 termografistas numa mesma rota de inspeção termográfica e veja as discrepâncias... O porquê nós veremos mais à frente.

Voltando ao tema como medir a eficácia dos planos de inspeção termográfica, sugerimos que você trabalhe sob Risco em Potencial, ou seja, a probabilidade de um ponto quente (falha potencial) se tornar uma falha funcional antes de ser reparado. Veja o caso a seguir:

Este modelo foi inspirado no intervalo PF do RCM e desenvolvido sob o terceiro princípio do gerenciamento termográfico da Pred-Service, que diz: "As atividades termográficas quando bem aplicadas devem evitar os sobreaquecimentos, ao invés de simplesmente relatá-los".

A equipe de termografistas e analistas foram treinados ou qualificados?

– As duas alternativas podem a princípio parecer redundantes, mas o fato de um profissional participar de um curso sobre termografia não garante a qualificação do mesmo. Termografistas não qualificados fazem o papel do "retratista de casamento", que nada mais lhe interessa a não ser a noiva!

Recomendamos que a capacitação de termografistas e de analistas sejam formalmente mensuráveis nos aspectos de abstração do conhecimento (teoria), e nas habilidades demonstradas (prática). Para a medição do conhecimento abstraído é simples fazer. Entretanto, as habilidades devem ser subdivididas nos seguintes requisitos:

(Ver tabela pág. 32)

Observe que a agilidade é o último requisito e também o de menor peso, pois ele deve ser nada mais que consequência dos dois primeiros, e só virá com o exercício.



ITEM DE CONTROLE	DEFINIÇÃO DO ITEM	PESO RELATIVO
Sensibilidade	É a capacidade do termografista em perceber e relatar qualitativamente perdas de assimetria no objeto inspecionável, bem como condições circunvizinhas e/ou de processo que podem provocar a anomalia.	4.5
Precisão	É o nível de acurácia dos laudos termográficos emitidos.	4.5
Agilidade	É de fato a produtividade do termografista.	1

Existem procedimentos formalmente implementados e rastreáveis para as suas aplicações termográficas?

– Mais do que outras rotinas da Manutenção, as técnicas especialistas exigem formalização de procedimentos, pois caso contrário, o cliente final sempre estará na dependência daquele especialista, mesmo que o especialista seja algum Colaborador da própria empresa.

Caso você ainda não possua ou não esteja tão satisfeito com o que possui, recomendamos que os desenvolva sob os critérios da ISO 9001:2000, conforme a seguir apresentado:

Gerência da rotina – Implemente regras que garantam rastreabilidade sobre os seus planos de inspeção, análise e avaliações termográficas;

Melhorias – Sempre que se detectar alguma anomalia com grau de risco acima do previsível, maior que a TMA (temperatura máxima admissível), trate-a como NC (não-conformidade), implementando medidas táticas no sentido de conter ou minimizar a probabilidade de novas incidências similares;

Rompimento/Inovação – Aplique sempre que houver uma falha funcio-

nal em algum ponto onde poderia ter sido evitado pelos planos termográficos, revise todo o modelo de forma racional, tendo em mente que a rastreabilidade tem de ser incondicional.

Conclusão – Citamos neste trabalho somente alguns exemplos de onde normalmente nós que trabalhamos com termografia erramos, e acabamos colocando em jogo a principal ferramenta da engenharia de Manutenção, que é a credibilidade. Vale salientar que a Pred-Service em respeito aos seus Clientes, possui dois laboratórios de ensaios termográficos (siderurgia e celulose e papel), que tem como premissa básica o ensaio e validação de modelos de análise e avaliações termográficas.

O AUTOR

Ozório Rezende C. Filho, consultor técnico da Pred-Service Infrared Thermography com 30 anos de experiência em Manutenção industrial.

