

# Emprego da Termografia na inspeção preditiva

Rafaela de Carvalho Menezes Medeiros\*

## Resumo

A prática de manutenção preditiva corresponde hoje a um meio eficaz de antever uma parada do equipamento por motivo de falhas ou quebra, pelo monitoramento de dados que acusam o estado do equipamento, promovendo ações de corrigir e prevenir possíveis paradas que geram transtornos à empresa. Dentre os processos preditivos, a termografia tem um papel crucial de relatar esses problemas.

**Palavras-chave:** Manutenção preditiva. Termografia. Redução de falhas. Lucro.

## Introdução

Manutenção corresponde ao conjunto de técnicas destinado à conservação das instalações e equipamentos, de forma a obter o máximo de rentabilidade dentro dos requisitos de segurança.

Desde que a maioria das fábricas de manufatura e de processo baseia-se em equipamentos mecânicos para a maior parte de seus processos, a manutenção preditiva baseada em vibração é a técnica dominante usada para a maioria dos programas de gerência de manutenção. Entretanto, a capacidade em monitorar todas as máquinas críticas, equipamentos, e sistemas em uma planta industrial típica não pode se limitar a uma única técnica.

Assim as técnicas de monitoramento na preditiva, ou seja, baseadas em condições, incluem: análise de vibração, ultrassom, ferrografia, tribologia, monitoria de processo, inspeção visual, e outras técnicas de análise não destrutivas. A combinação destas técnicas de monitoramento e de análise oferece os meios de monitoramento direto de todos os equipamentos e sistemas críticos em sua fábrica.

A manutenção preditiva não substitui totalmente os métodos mais tradicionais de gerência de manutenção. Entretanto, esta filosofia é uma valiosa adição para constituir um abrangente programa de gerência de manutenção total da planta industrial. Ao passo que os programas tradicionais de gerência de manutenção se baseiam em serviços de rotina de toda a maquinaria e resposta rápida a falhas inesperadas, um programa de manutenção preditiva programa tarefas específicas de manutenção, somente quando elas forem de fato

necessárias. Ela não elimina totalmente todos os aspectos dos programas tradicionais preventivos e corretivos, porém a manutenção preditiva pode reduzir o número de falhas inesperadas, bem como fornecer uma ferramenta de programação mais confiável para tarefas rotineiras de manutenção preventiva.

A premissa da manutenção preditiva é que o monitoramento regular das condições mecânicas reais das máquinas, e do rendimento operativo dos sistemas de processo, assegurará o intervalo máximo entre os reparos. Ela também minimizará o número e o custo das paradas não programadas criadas por falhas da máquina, e melhorará a disponibilidade global das plantas operacionais.

Os custos de manutenção correspondem à parte principal dos custos operacionais totais de todas as plantas industriais de manufatura e de produção. Dependendo da indústria específica, os custos de manutenção podem representar entre 15% a 30% do custo dos bens produzidos. Por exemplo, em indústrias alimentícias, os custos médios de manutenção podem representar cerca de 15% do custo dos bens produzidos; enquanto que nas indústrias siderúrgicas, de papel e celulose, e outras indústrias pesadas, a manutenção pode representar até 30% dos custos totais de produção.

Os programas bem-sucedidos incluídos no levantamento oferecem uma visão geral dos tipos de melhorias, que podem ser esperadas a partir de um programa de gerência de manutenção preditiva abrangente (Tabela 1). De acordo com resultados do levantamento, as maiores melhorias podem ser obtidas em custos de manutenção, falhas não programadas da máquina, tempo parado para reparo, redução de peças no estoque, e recompensas diretas e indiretas de hora extra. Em complemento, o levantamento indicou uma melhoria substancial na vida da máquina, produção, segurança do operador, qualidade do produto, e lucro global.

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

**Tabela 1- Tabela de benefícios**

Benefício	Percentual %
Redução dos custos da manutenção	50 a 80%
Redução de falhas nas máquinas	50 a 60%
Redução de estoques sobressalentes	20 a 30%
Redução de horas extra para manutenção	20 a 50%
Redução de tempo de parada das máquinas	50 a 80%
Aumento da vida das máquinas	20 a 40 %
Aumento da produtividade	20 a 30%
Aumento dos lucros	25 a 60%

### Benefício da manutenção preditiva

Até recentemente, a gerência de nível médio e corporativo tinha ignorado o impacto da operação da manutenção sobre a qualidade do produto, custos de produção e, mais importante, no lucro básico. A opinião geral tem sido de que “Manutenção é um mal necessário”, ou “Nada pode ser feito para melhorar os custos de manutenção”. Talvez estas fossem declarações verdadeiras 10 ou 20 anos atrás. Assim sendo, plantas industriais que não utilizam de práticas preditivas de manutenção, hoje em dia correm atrás de empresas que possuem plano de manutenção e obtêm lucros maiores.

### Termografia

A termografia é uma técnica de inspeção não destrutiva e não invasiva que tem como base a detecção da radiação infravermelha emitida naturalmente pelos corpos com intensidade proporcional a sua temperatura. Através desta técnica, é possível identificar regiões, ou pontos, onde a temperatura está alterada com relação a um padrão preestabelecido. É baseada na medida da radiação eletromagnética emitida por um corpo a uma temperatura acima do zero absoluto. A termografia teve sua aplicação inicial dentro da área militar, sendo usada como meio de identificação de pessoas e veículos a partir da radiação infravermelha emitida. O grande público conheceu o potencial da termografia através do filme *Predador*, no qual o Alien tinha visão termográfica e conseguia enxergar na escuridão e através de materiais opacos. A tecnologia de ponta dos termovisores é algo de desejo de todo militar, por isso os termovisores disponíveis para aplicação industrial apesar de sofisticados, se comparados com os militares são bem menos poderosos. Hoje os termovisores ajudam a verificar a integridade de isolamento de tubulações e câmaras refrigeradas,

distribuição de calor em fornos, integridades de equipamentos elétricos e todo sistema que de forma direta ou indireta produz calor. Assim podemos dizer que o limite da aplicação dos termovisores está na criatividade do usuário.

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 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 por meio da termografia.

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

### Materiais e Métodos

Neste projeto, utilizou-se da pesquisa de dados e textos relacionados à manutenção preditiva com foco na prática da análise termográfica na detecção de anomalias no processo industrial, visto que a parada de uma indústria hoje pode acarretar em prejuízos imensuráveis e a análise termográfica se constitui uma alternativa eficaz de prevenir e minimizar tal situação.

### Desenvolvimento

A termografia é uma das técnicas de inspeção chamada de Técnicas de Manutenção Preditiva e 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.

Os melhoramentos nos sistemas de termografia computadorizada e *softwares* específicos para o processamento de dados termográficos facilitarão a aplicação dessa técnica, na medida que os ensaios ficam mais precisos. Considerando-se o numeroso potencial de aplicações do método, o desenvolvimento do ensaio termográfico em todos os níveis industriais pode ser até previsto.

Atualmente, outras técnicas estão sendo pesquisadas e analisadas quanto aos fenômenos térmicos em amostras de laboratórios (misturas, têxteis, compostos), associados com os ciclos de fadiga ou tensões de impacto.

## Exemplo



Figura 1 - Disjuntor a olho nu aparentemente em estado normal de funcionamento

Olhando novamente o mesmo equipamento (Figura 2) com a imagem térmica, verificamos que o disjuntor está com um aquecimento pontual interno, o que identifica um problema de aquecimento por mau contato. Apesar de a temperatura ainda estar dentro de uma faixa segura, deve-se providenciar a troca do equipamento, pois o problema deve se agravar até que o equipamento entre em defeito, ocasionando sérios transtornos à empresa com paradas não programadas e perdas de produção.

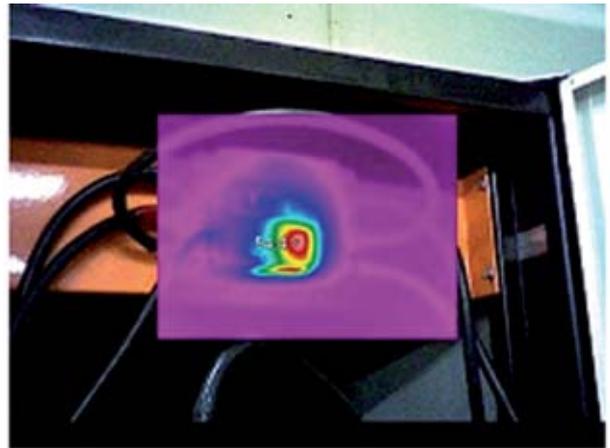


Figura 2 – Imagem de um termossensor

A termografia pode ser utilizada para leituras qualitativas ou quantitativas. A leitura qualitativa permite identificar de forma eficaz a diferença de temperatura entre pontos de um equipamento, podendo ser muito útil para a identificação de vazamentos, entupimentos de tubulações, sobrecarga em circuitos elétricos, falhas de isolamentos elétricos, desgaste em revestimentos refratários, deficiência de funcionamento em mancais e transmissões, deficiência de isolamentos térmicos e outras aplicações relacionados com as diferenças de temperatura.

Outros exemplos:

## Sistemas elétricos

A termografia infravermelha é uma ferramenta essencial na manutenção preditiva de equipamentos elétricos. Uma inspeção termográfica identifica possíveis problemas antes que eles ocorram e possibilita a realização de ajustes ou correções antes da próxima parada programada. Além disso, é uma técnica 100% segura, não oferecendo risco nenhum a equipe que realiza ou acompanha a inspeção, devido à distância de segurança que o trabalho é realizado.

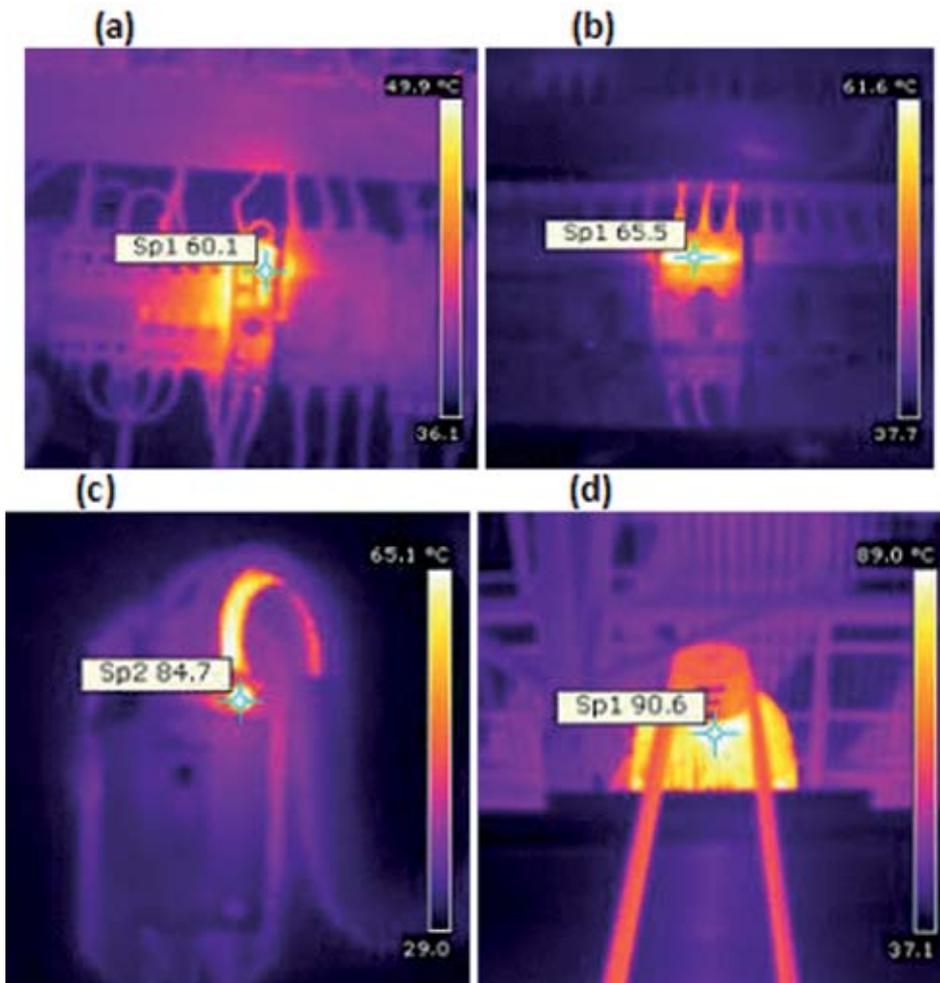


Figura 3 (a), (b), (c), (d) - Imagens de aquecimento dos equipamentos

O uso de termografia infravermelha em subestações, torres de energia, transformadores e linhas de transmissão é uma parte crítica de qualquer programa de manutenção preditiva, identificando potenciais falhas graves e catastróficas antes de elas ocorrerem.

### Sistemas Mecânicos

As aplicações da termografia em equipamentos mecânicos são as mais diversas, incluindo a identificação de problemas em potencial em equipamentos rotativos, caldeiras, sistemas de refrigeração e ventilação. Como parte integrante de um programa de manutenção preditiva, a termografia auxilia na implementação de um programa de manutenção.

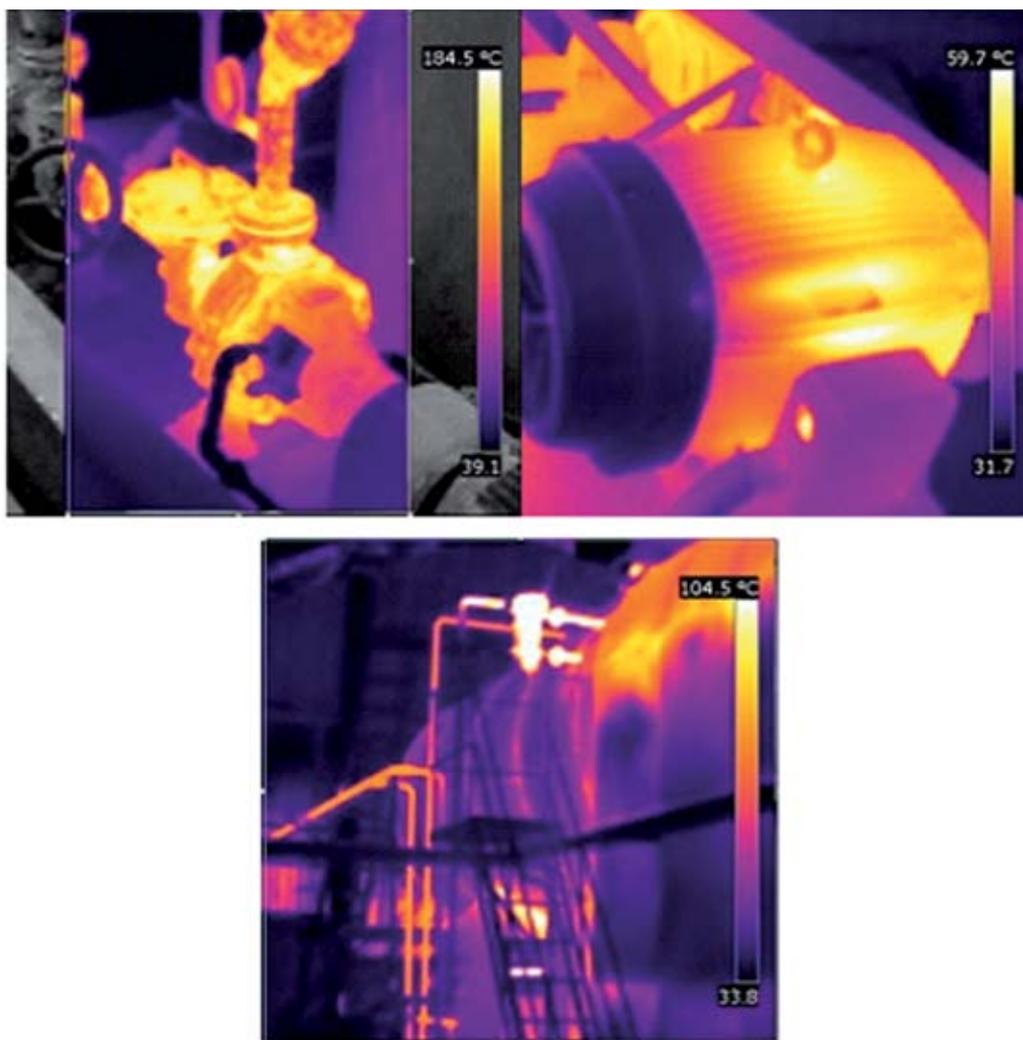


Figura 4 (a), (b), (c) – Imagens de aquecimento de equipamentos mecânicos

### Outros Materiais usados

A câmera de termovisão transforma uma radiação infravermelha invisível ao olho humano em uma imagem visível. Detecta a energia emitida por um objeto, modifica esta energia e nos mostra a imagem infravermelha. Assim, a termografia infravermelha é o mapeamento sem contato e análise dos padrões térmicos da superfície de um objeto. Para formação de uma imagem térmica, devemos ter diferenças de temperatura. Se tivermos uma superfície com temperatura constante, não se formará nenhuma imagem.



Figura 5 – Imagem de uma câmera infravermelha

- A termografia é uma técnica de manutenção preditiva através de inspeção por instrumento, para identificar pontos críticos e vulneráveis de circuitos elétricos (de telecomunicações) baseados na emissão de calor de seus componentes e partes

como disjuntores, chaves seccionadoras, fusíveis, contadores, conexões, barramentos etc.

- O instrumento utilizado é a câmara termográfica, constituída de sensores de radiação na faixa do espectro do infravermelho e que registra em tonalidades de cores diferenciadas em escala gradativa as emissões de calor dos “pontos quentes” em função da temperatura de cada um deles.

- A inspeção termográfica pode ser realizada com os equipamentos em operação normal, não

acarretando qualquer risco ao funcionamento ou a segurança da infraestrutura ou do pessoal.

- A motivação principal da aplicação dessa ferramenta preditiva é a identificação de pontos de possíveis falhas, para possibilitar ações, antes que elas ocorram e, sobretudo para direcionar a intervenção da manutenção corretiva de forma programada, ponderada ao grau de criticidade do “ponto quente”, na importância estratégica de cada circuito, bem como na disponibilidade requerida para cada circuito considerando o impacto provocado pela sua paralisação, no contexto empresarial.

**Quadro 1 – Risco de um componente falhar se não houver manutenção**

<b>Grau de criticidade do “ponto quente” quanto ao risco de o componente falhar</b>	<b>Intervenção da manutenção</b>
Baixo	Rotina de manutenção
Médio	Intermediária (avaliar o componente)
Alto	Urgência (reparar o mais rápido possível)
Falha iminente	Emergencial (reparar imediatamente)

### Vantagens

Em quaisquer sistemas de gerenciamento de manutenção considerados, a termografia se apresenta como uma técnica de inspeção extremamente útil.

A aplicação desta técnica permite a execução “SEM QUE HAJA INTERRUPÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO” e:

- \* Não precisa de contato direto (Pois utiliza sensor remoto)
- \* Obtém imagens em tempo real
- \* Reduz a manutenção corretiva (Reativa)
- \* Reduz o consumo de energia elétrica
- \* Reduz o custo de manutenção
- \* Aumenta a VIDA ÚTIL das partes e dos componentes das máquinas
- \* Aumenta a confiabilidade do sistema elétrico.

- \* Reduz o estoque de peças sobressalentes;
- \* Reduz o tempo de manutenção e de parada das máquinas.

### Conclusão

Conclui-se que a manutenção preditiva dos equipamentos compreende um processo que:

- \* Reduz custos nas empresas;
- \* Melhora a segurança do operador;
- \* Aumenta a produção;
- \* Aumenta a vida útil do equipamento;
- \* Reduz o tempo de parada das empresas;

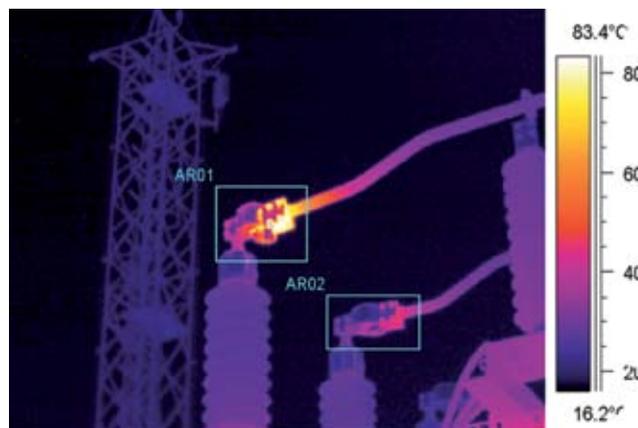


Figura 6 – Aquecimento em torre de transmissão

A elevação anormal das temperaturas de funcionamento de alguns componentes elétricos se deve, principalmente, a um aumento de resistência ôhmica provocado por oxidação, corrosão, falta de contato em conexões e acoplamentos, ou pelo subdimensionamento de condutores e ou componentes (sobrecarga). Isto faz com que os componentes sobreaquecidos (defeituosos) destaquem-se na imagem térmica como “pontos quentes”, pois se encontram numa temperatura

que, além de superior à temperatura ambiente, situa-se também, acima daquela esperada para componentes idênticos em boas condições de funcionamento.

TERMOVISORES. Disponível em: <[http://www.fluke.com.br/brpt/products/category.htm?category=THG\(FlukeProducts\)](http://www.fluke.com.br/brpt/products/category.htm?category=THG(FlukeProducts))>. Acesso em: 2011.

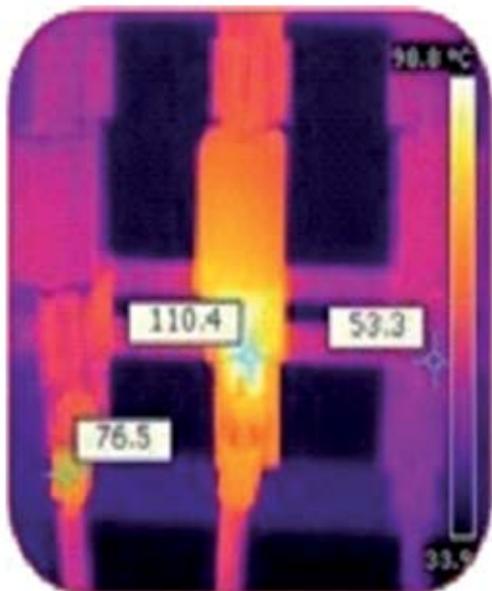


Figura 7 – Pontos de aquecimento e temperaturas diferentes

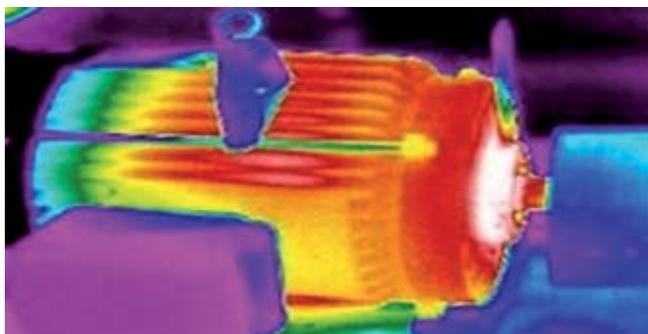


Figura 8 – Disjuntor aquecido

## Referências

METALLUM: Eventos técnicos e científicos. Disponível em: <<http://www.metallum.com.br>>. Acesso em: 2011

TERMOGRAFIA Brasil. Disponível em: <<http://termografiabrasil.blogspot.com/>>. Acesso em: 2011.

TERMOGRAFIA. Disponível em: <<http://www.compoende.com.br/termografia.doc>>. Acesso em: 2011.

TERMOGRAFIA. Disponível em: [http://www.engeletrica.com.br/anexo\\_termografia.pdf](http://www.engeletrica.com.br/anexo_termografia.pdf). Acesso em: 2011.