



Seminário online Princípios de Termografia e suas aplicações

Por: Tatiane Carvalho
Application Specialist



Família Danaher

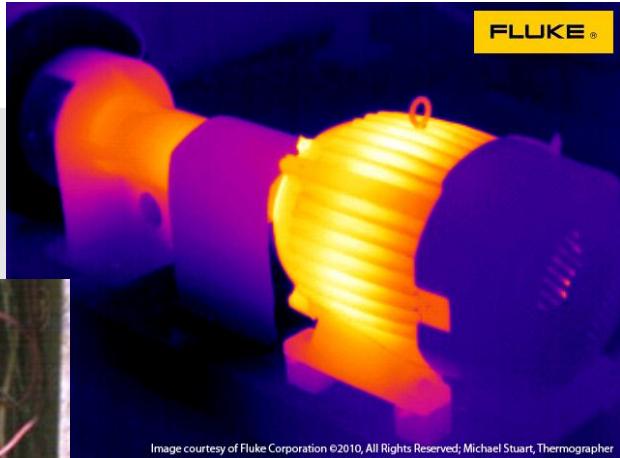
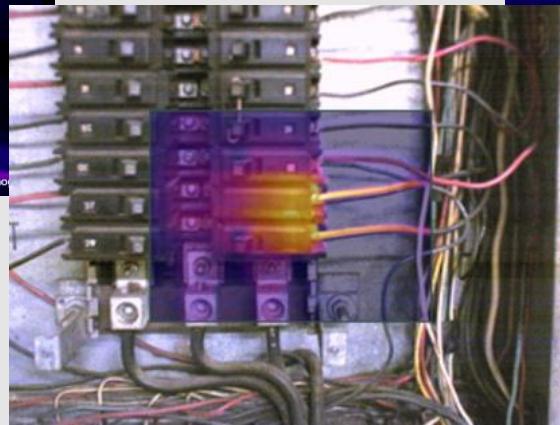
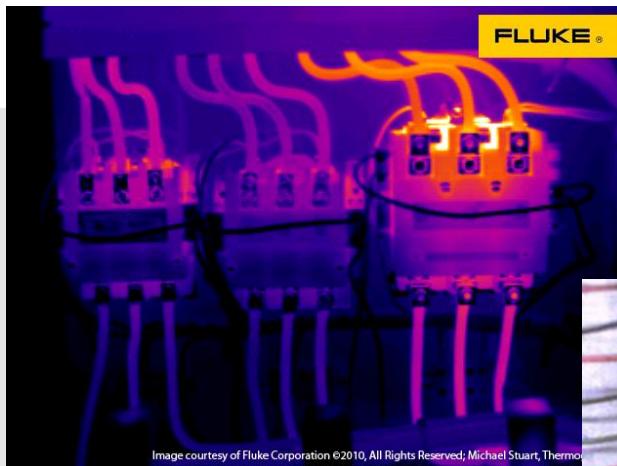
Teste e medição:



Termografia

O que é termografia?

- ✓ É UMA TÉCNICA QUE “ENXERGA” A TEMPERATURA DE UM CORPO, ATRAVÉS DA MEDIÇÃO DA RADIAÇÃO INFRAVERMELHA EMITIDA POR ELE, CONVERTENDO-A EM UM ARQUIVO OU IMAGEM DIGITAL CORRESPONDENTE, CHAMADO *TERMOGRAMA*.



Para que Termografia?



Termografia - Família Ti*:

- Ti90 e Ti95 - até 250° C
 - Ti100, Ti105 e Ti110 – até 250° C
 - Ti125 – até 350° C
 - Ti200 e Ti300 – Até 650° C
 - Ti400 – Até 1200° C
- *Ti = Thermal Imager

Testador de Vibração:

- Fluke-810

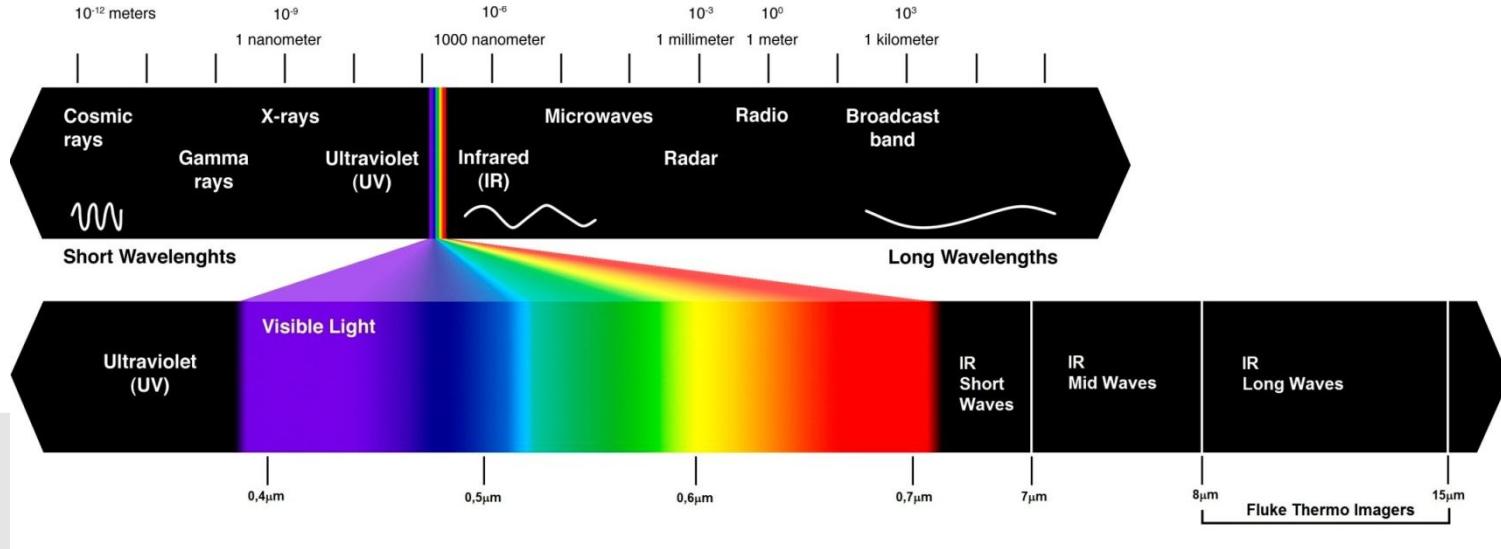
Medidor de Vibração :

- Fluke-805

Por que Termografia?

- **Segurança**
 - NR-10 – Elétrica (Medição a uma distância segura - IR)
 - Objetos muito quentes, em rotação ou qualquer outra situação que apresente risco à segurança dos envolvidos no processo.
- **Facilidade**
 - Resultado instantâneo
 - Grandes distâncias com precisão
- **Simplicidade**
 - Tratamento da imagem radiométrica (*.is2 – Fluke SmartView®)

Espectro Eletromagnético



- ✓ A RADIAÇÃO INFRAVERMELHA É EMITIDA POR TODOS OS OBJETOS;
- ✓ A AMPLITUDE DA RADIAÇÃO AUMENTA COM A TEMPERATURA;
- ✓ A RADIAÇÃO DETECTADA REFERE-SE A TEMPERATURA APARENTE DE UMA SUPERFÍCIE!

Propriedades dos corpos

$$R+A+T=1 \text{ (100%)}$$

R = Refletividade

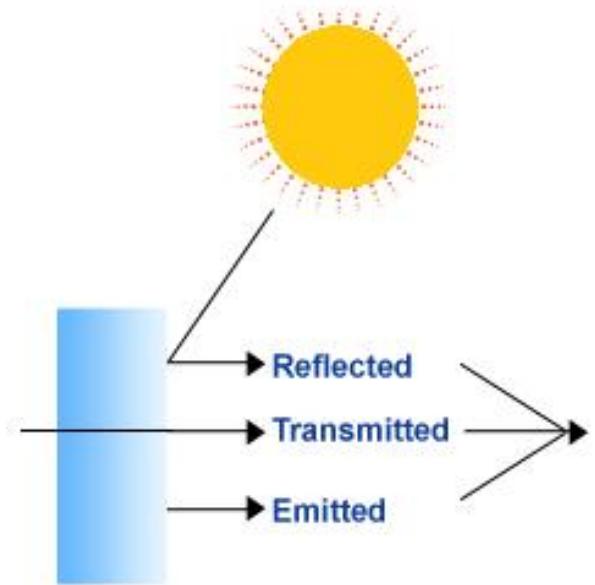
(Capacidade de refletir a radiação IR)

A = Absorção/Emissividade

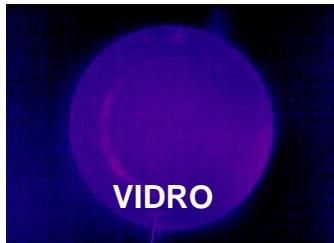
(capacidade de emitir radiação IR)

T = Transmissividade

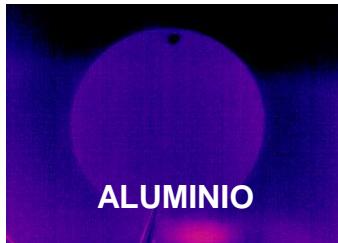
(capacidade de transmitir ou não radiação IR)



TRANSMISSÃO E OPACIDADE



VIDRO



ALUMINIO



JANELA IR HAWK



- **Transmissivos**
Deixam passar de forma total ou parcial a radiação IR
- **Opacos**
Não deixam passar nenhuma radiação IR

Nota: Filmes plásticos finos, como sacolas de supermercado, são altamente transmissivos

Propriedades dos corpos

$$R+A = 1 \text{ (100\%)}$$

R = Refletividade

(Capacidade de refletir a radiação IR)

A = Absorção/Emissividade

(capacidade de emitir radiação IR)

T = 0

(capacidade de transmitir ou não radiação IR)

Emissividade

Baixa Emissividade

0,60

Alta Reflexividade

Alta Influência da temperatura
de fundo (BG)

Medições Imprecisas

ϵ

Emissividade Ideal

1,00

Nenhuma Reflexividade

Sem Influência da temperatura
de fundo

Medições absolutamente
precisas

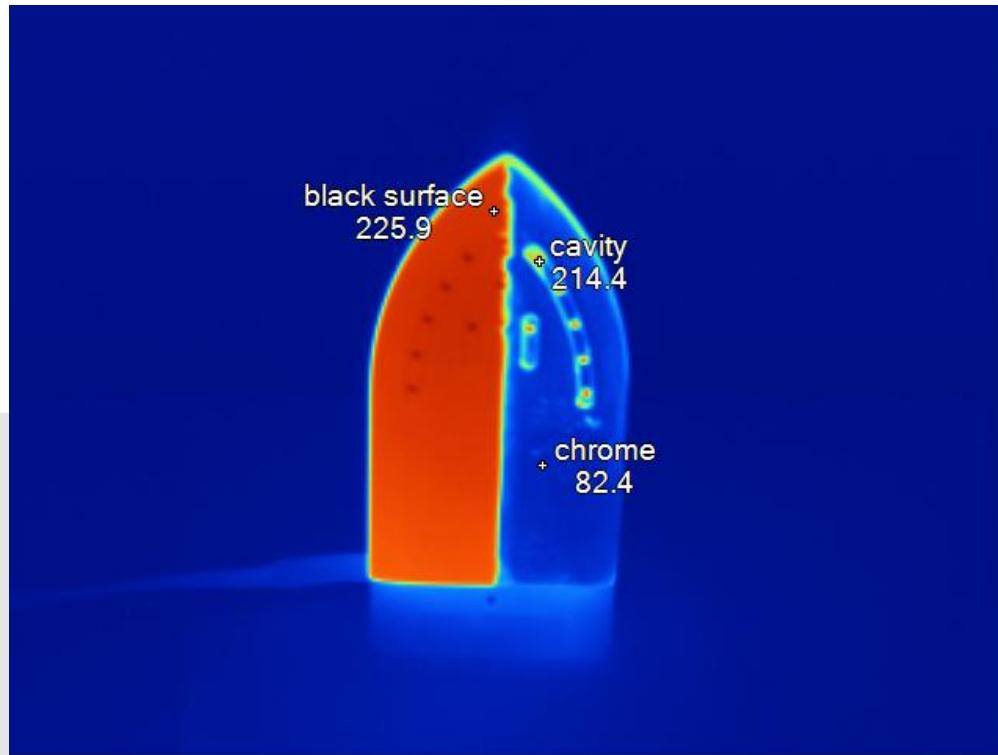
Baixa emissividade

Existem diversos meios de se resolver os problemas de baixa emissividade:

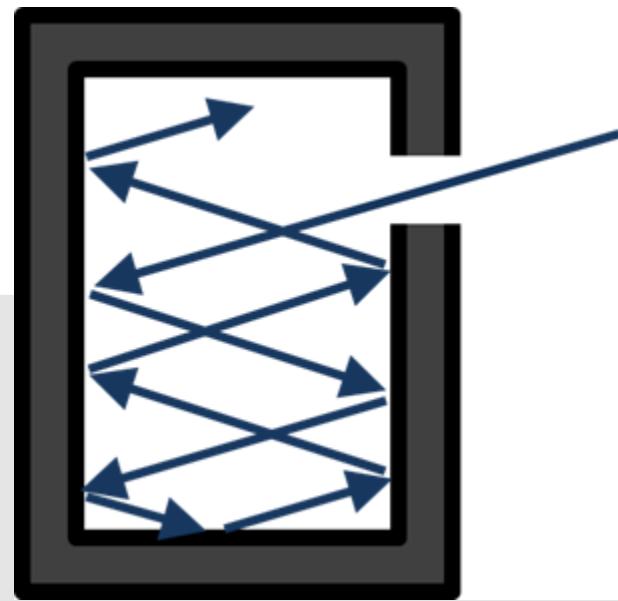
- Fitas e tintas isolantes
- Tinta preta (preferencialmente)
- Cavidades



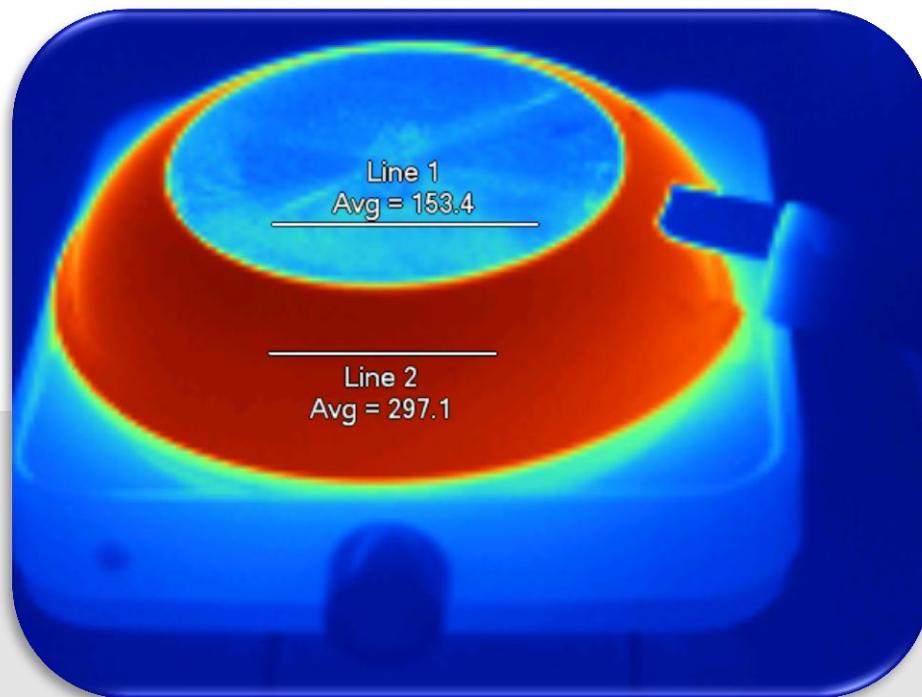
Cavidades



Cavidades



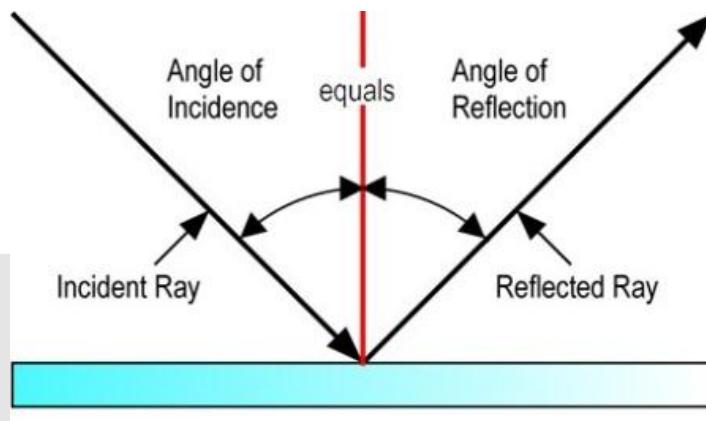
Determinação da emissividade



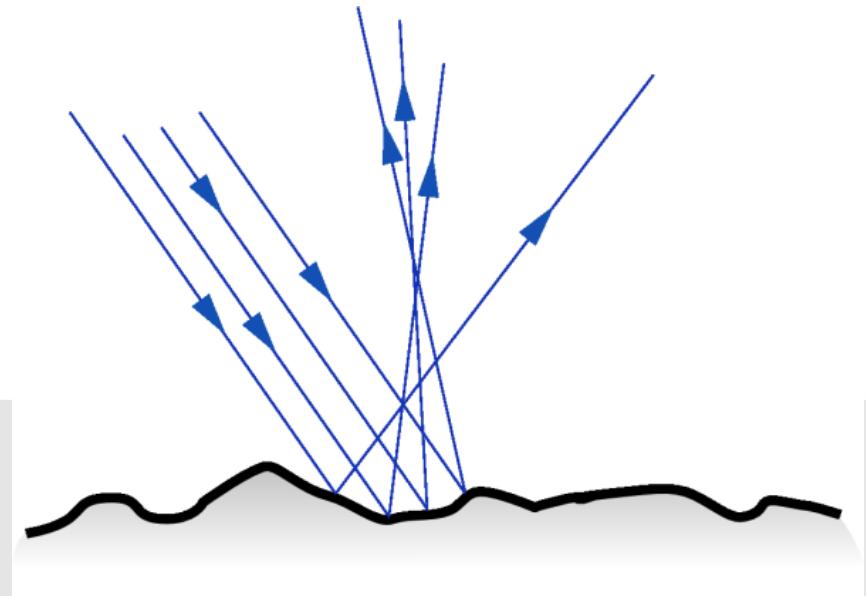
Reflexão



Reflexão

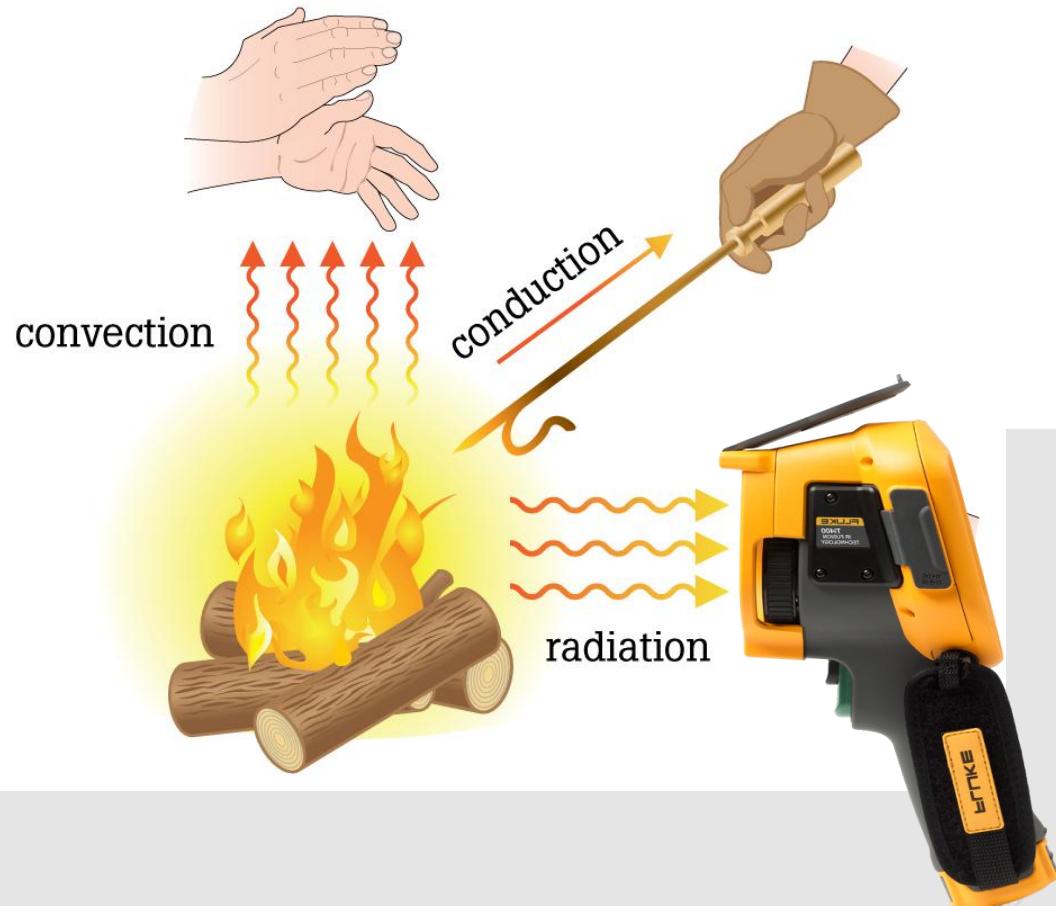


Reflexão Especular

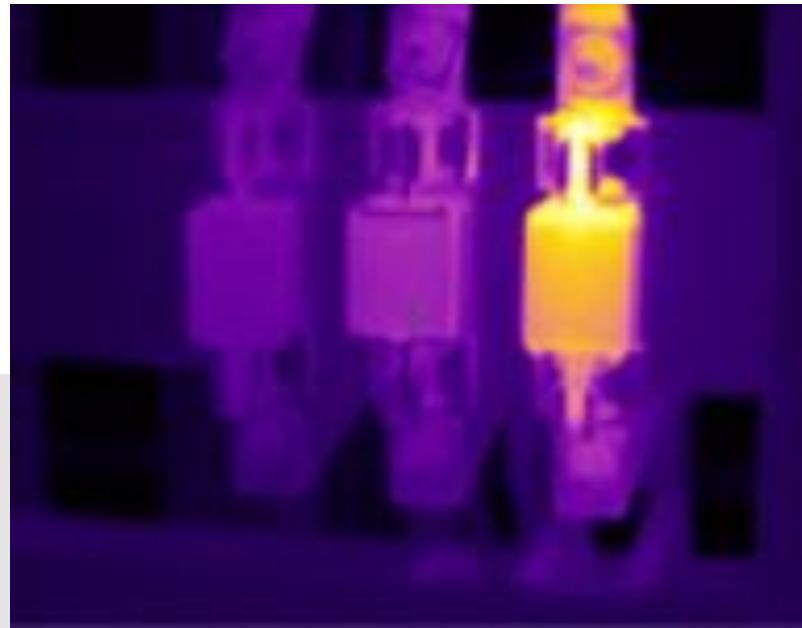


Reflexão Difusa

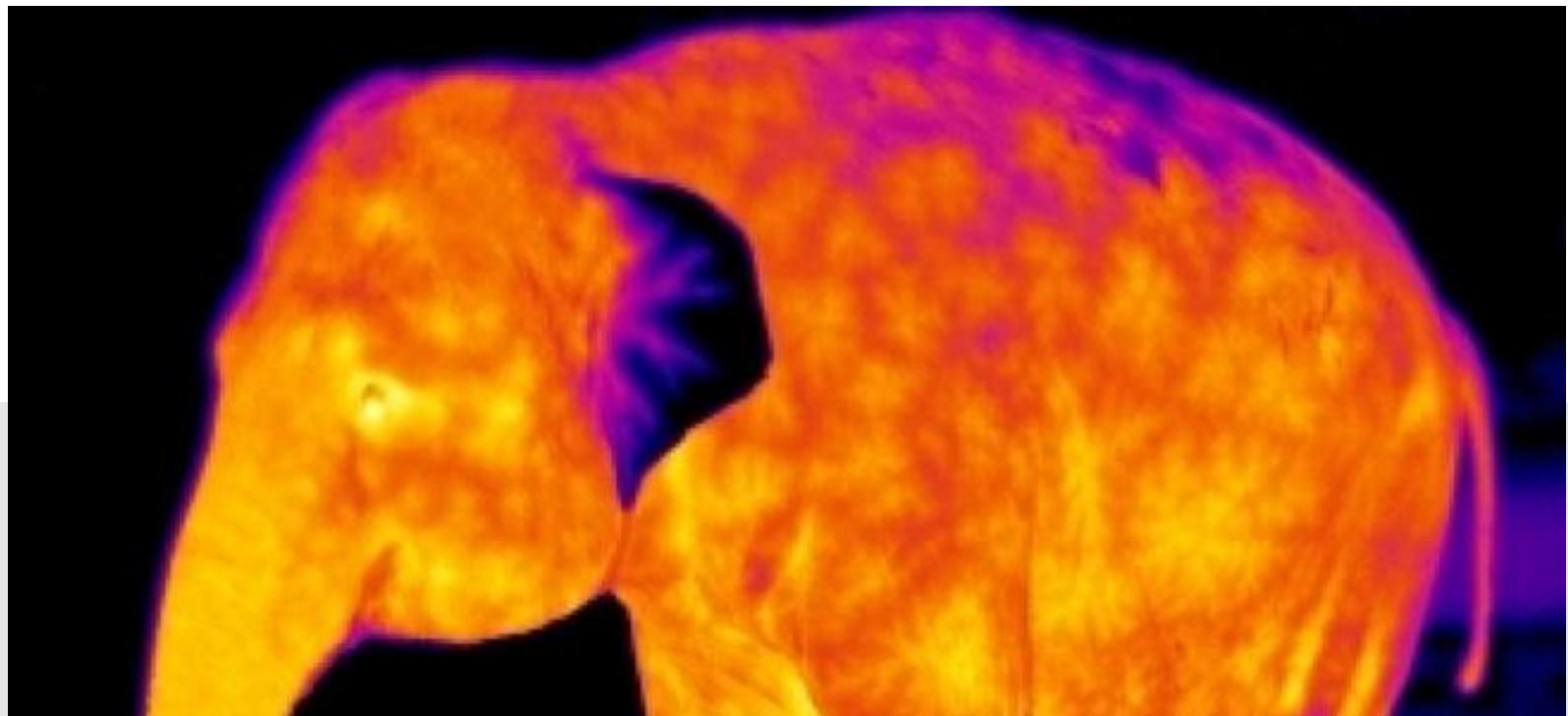
Transferência de calor



Condução



Convecção



Convecção – O Vento

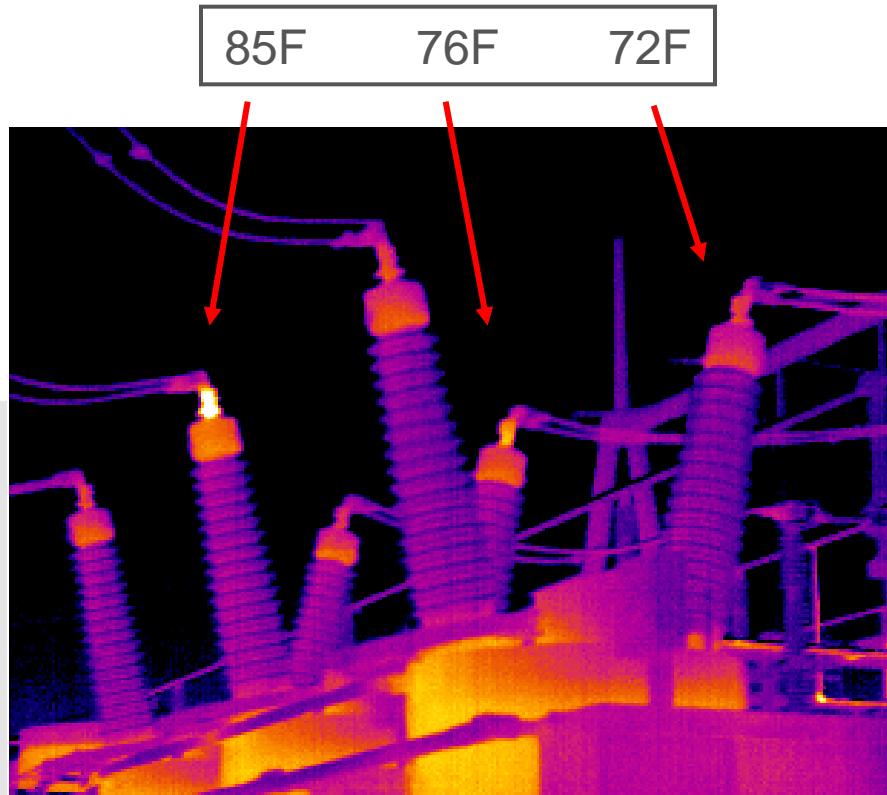
| Velocidade do vento (mph – milhas por hora) | | |
|---|-------|--|
| calmo | <1 | calmo, fumaça sobe na vertical |
| ar leve | 1-3 | direção do vento pode ser vista pela fumaça, mas não em um cata vento |
| brisa leve | 4-7 | vento pode ser sentido no rosto, folhas balançam, cata vento se move |
| brisa suave | 8-12 | folhas e pequenos gravetos em movimento constante, vento estende um sinalizador pequeno |
| brisa moderada | 13-18 | vento levanta poeira e pedaços de papel e movimenta pequenos galhos |
| brisa fresca | 19-24 | árvores pequenas começam a balançar, pequenas ondas começam a se formar em lagos |
| brisa forte | 25-31 | galhos grandes se movem, cabos em postes sibilam e guarda chuvas ficam difíceis de controlar |

Escala do vento de Beaufort

Redução ΔT em até $\frac{1}{2}$

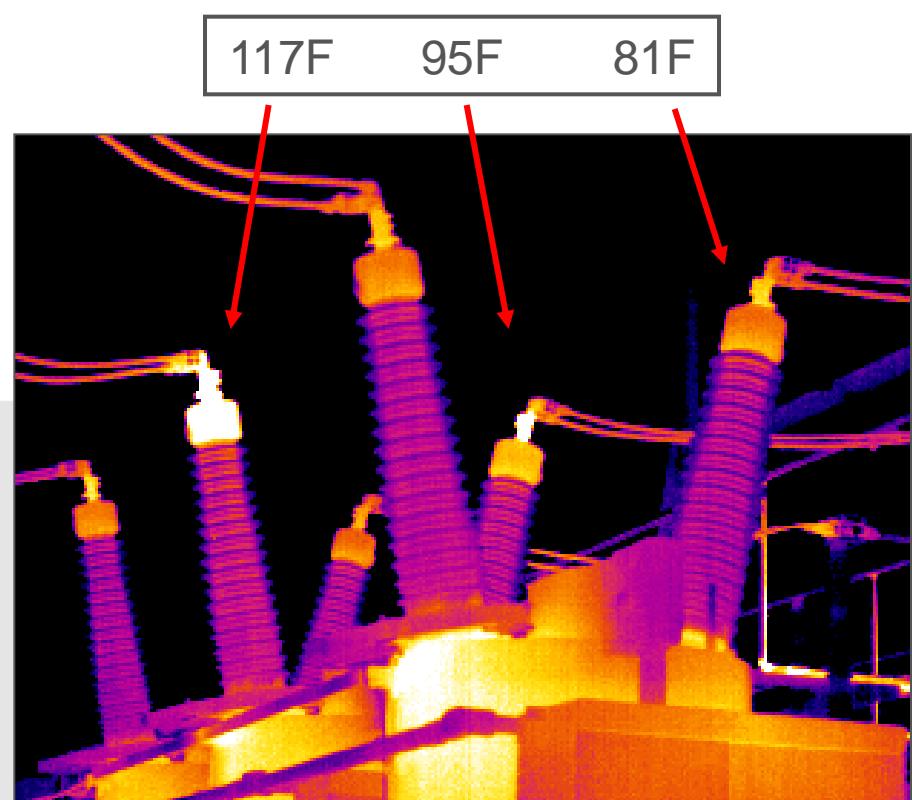
Redução ΔT em até $\frac{2}{3}$

Convecção – O Vento



15 mph vento

$$\Delta T = 13F$$



$$\Delta T = 36F$$

Sem vento

Capacitância térmica

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

Q = quantidade de energia [J]
 ΔT = variação de temperatura [K]
C = capacidade térmica [$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$]

| Capacitância |
|--------------|
| Água |
| Aço |
| Concreto |
| Madeira mole |
| Ar |



Termovisores

Lei de Stefan Boltzmann

$$Q = \sigma * \varepsilon * T^4$$

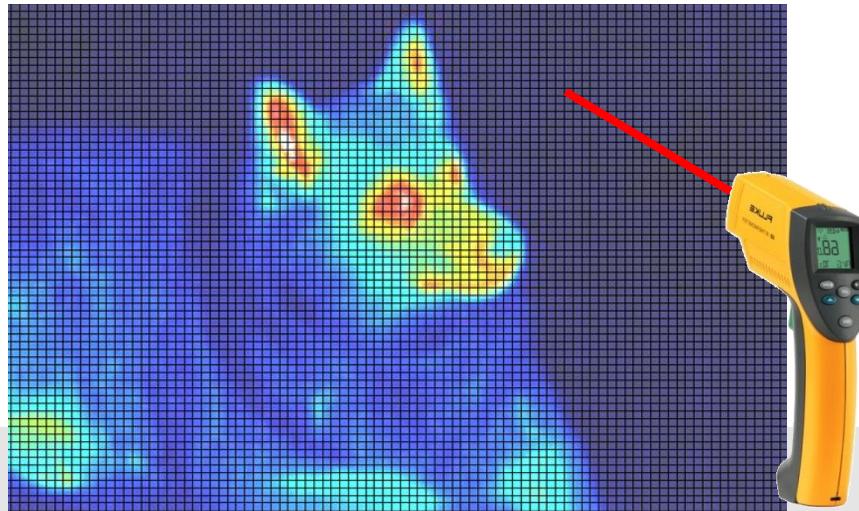
Q = energia transferida por radiação

σ = constante de Stefan Boltzmann

ε = emissividade da superfície

T = temperatura absoluta da superfície

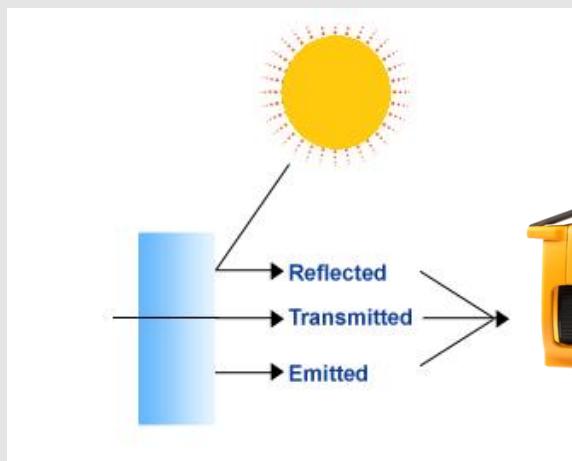
O Termovisor e formação da imagem térmica



Ti400 – 320x240 elementos.
(76.800 pontos de detecção de temperatura)

Ti105 – 160x120 elementos (19.200 pontos de detecção de temperatura)

É como ter até 76.800 termomentos infravermelho em um só equipamento!

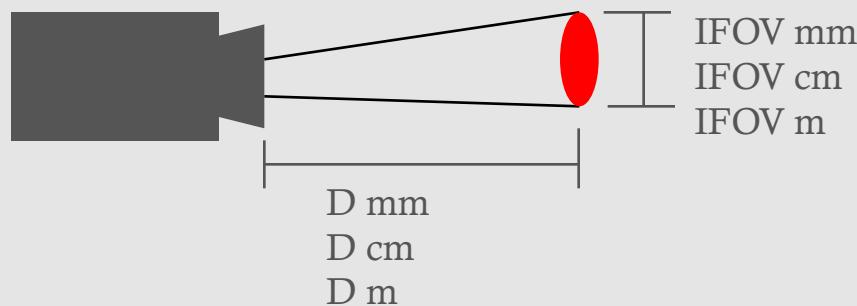
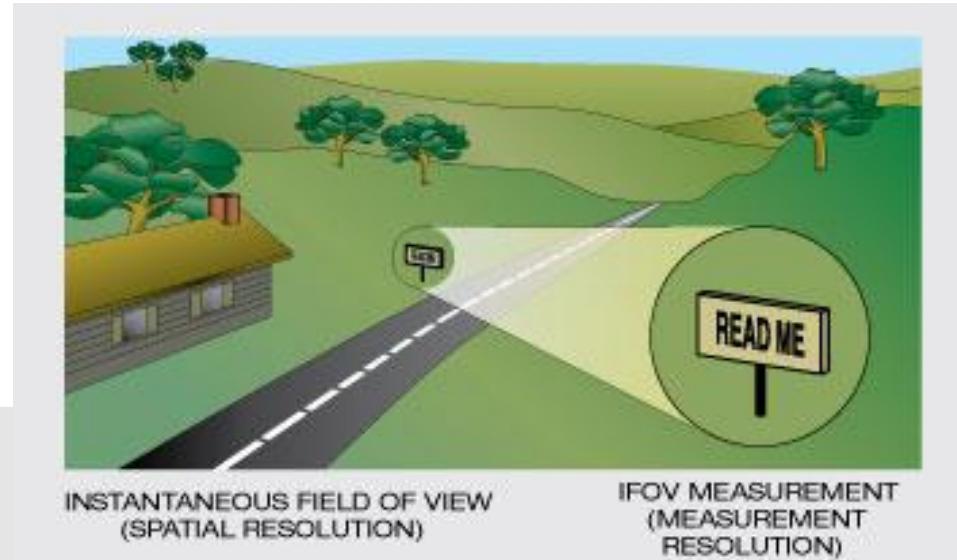


Características do termovisor

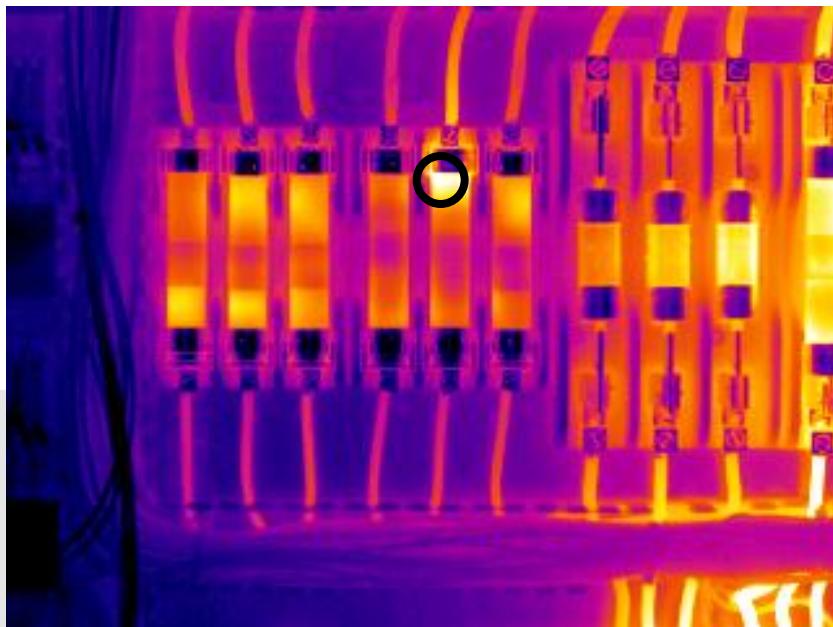
FOV

IFOV

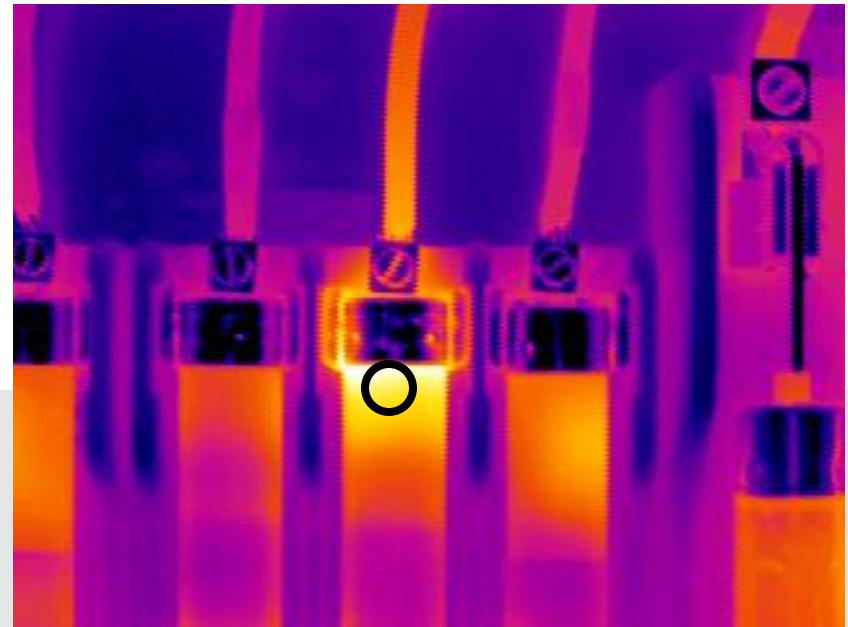
IFOV_{meas}



Formação da imagem IR

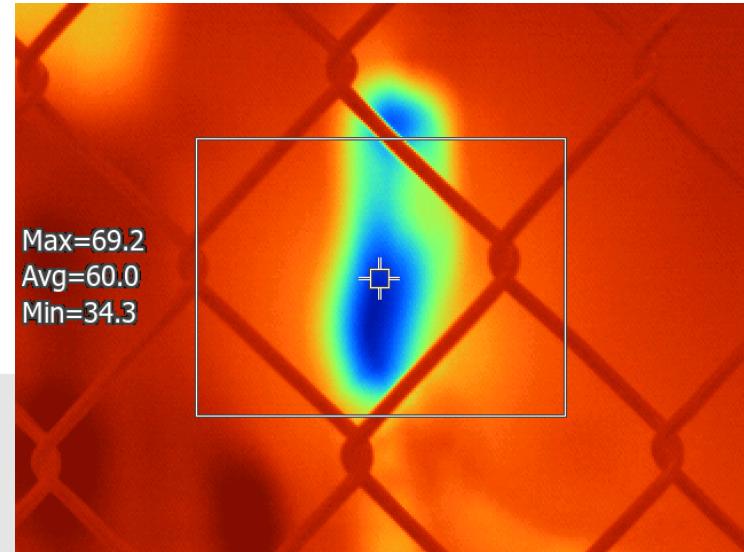
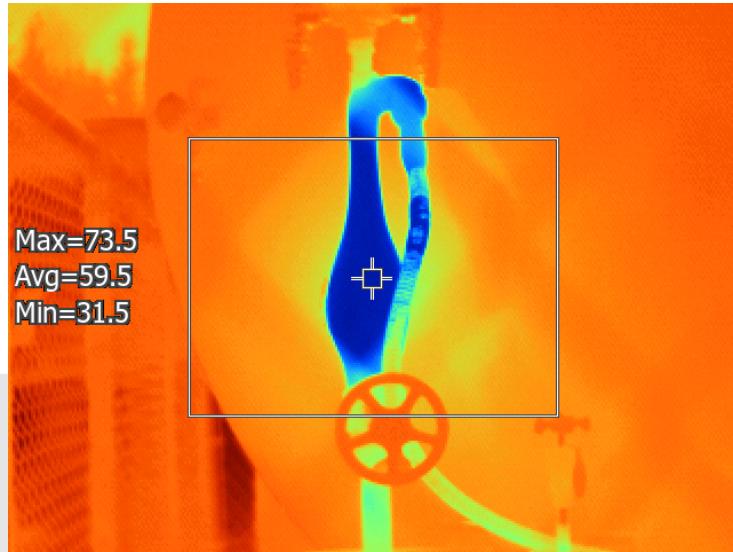


“Identifico um ponto quente,
mas não consigo medi-lo”



“Se me aproximo mais,
consigo medi-lo com precisão”

Formação da imagem IR



O foco é a única característica da imagem térmica que não pode ser alterada posteriormente (via Software).

Nível e Span

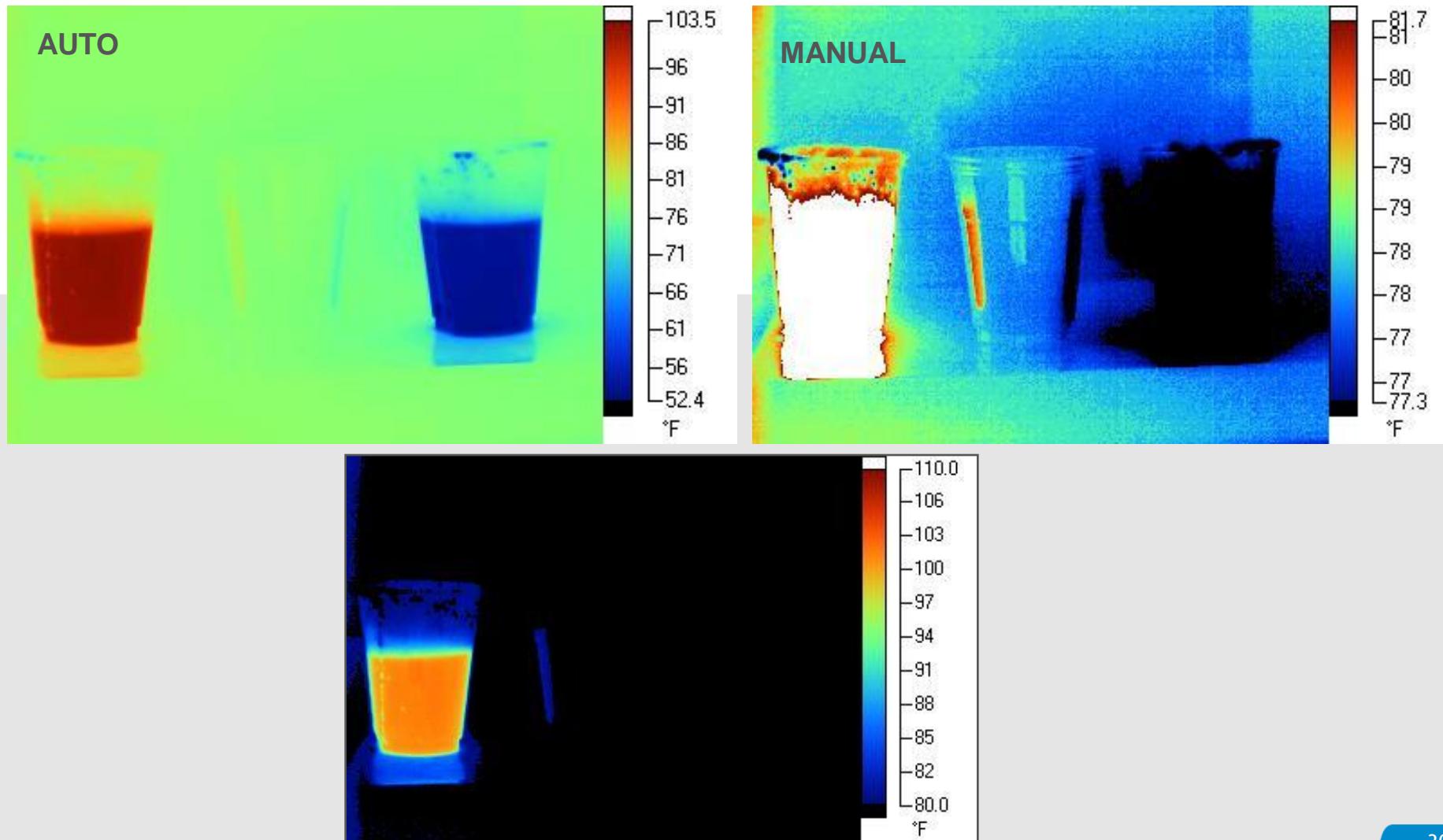
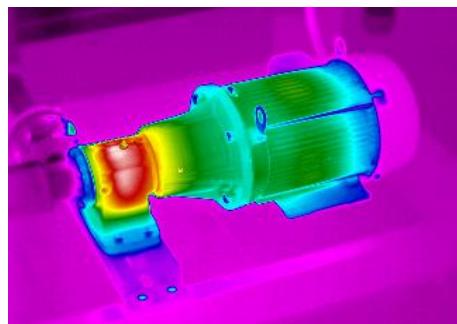
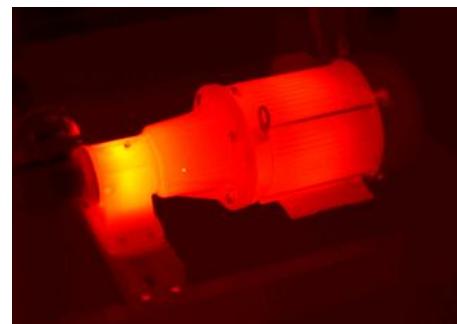


Foto Térmica - Paletas:

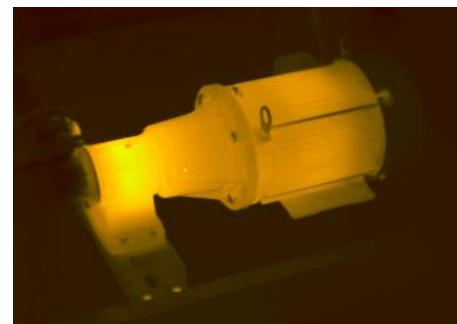
Ultra contraste



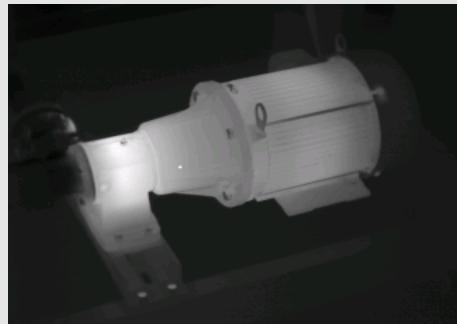
Metal Aquecido



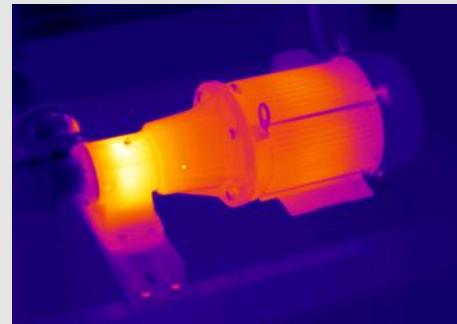
Âmbar



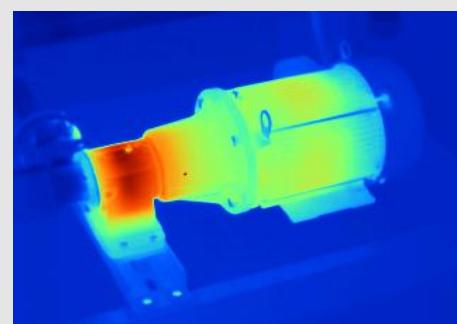
Escala de Cinza



Iron

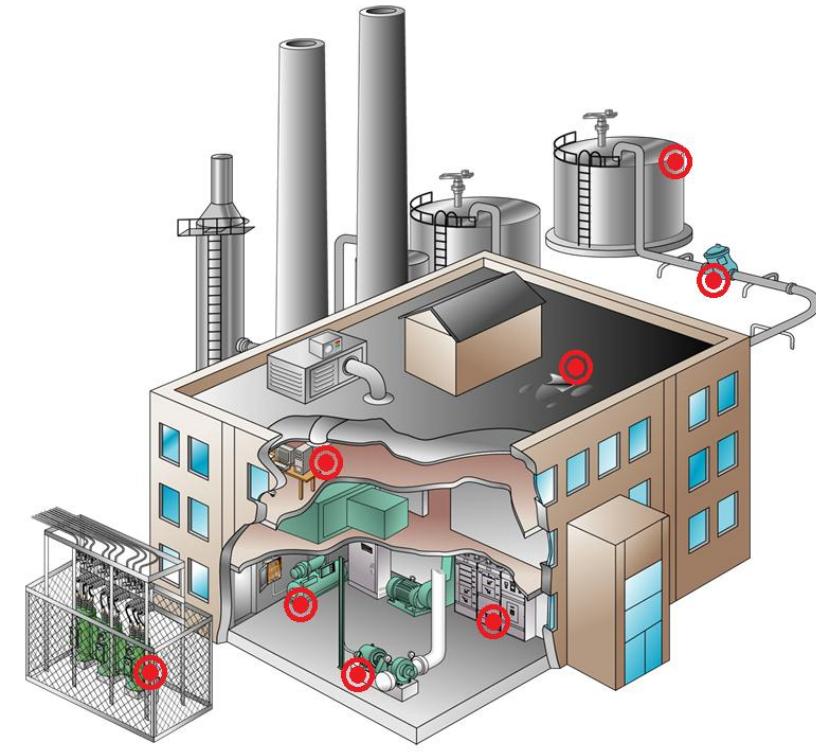


Vermelho/Azul



Aplicações

Onde usar termografia?



- Painéis e instalações elétricas
- Cabines Elétricas
- Motores e acoplamentos
- Tanques e tubulações
- Edifícios
- Onde mais?

Inspeções em sistemas elétricos

$$P = RI^2$$

P = Potência

I = Corrente

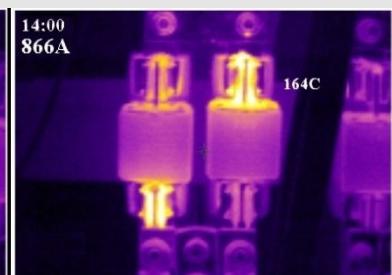
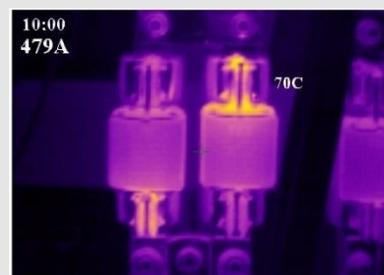
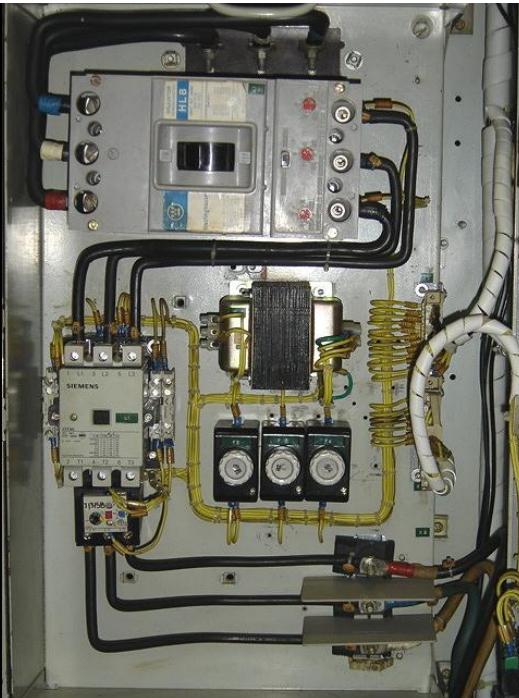
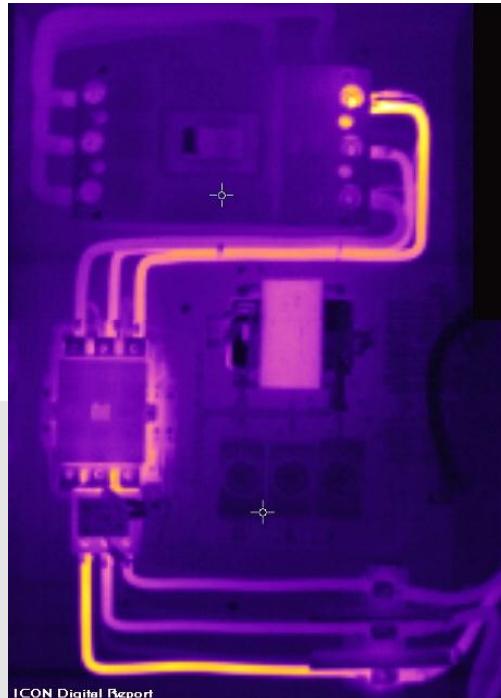
R = Resistência

- Verificação de sobrecargas e desbalanceamento;
- Contatos frouxos, tortos, corroídos, sujos ou apertados demais;
- Verificação de aquecimentos mesmo com carga reduzida;
- A Norma NFPA 70B sugere que o teste seja feito ao menos com 40% da carga prevista para o sistema.

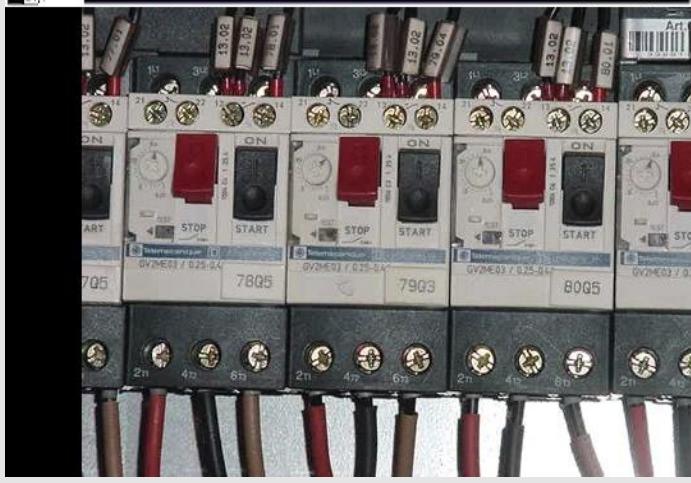
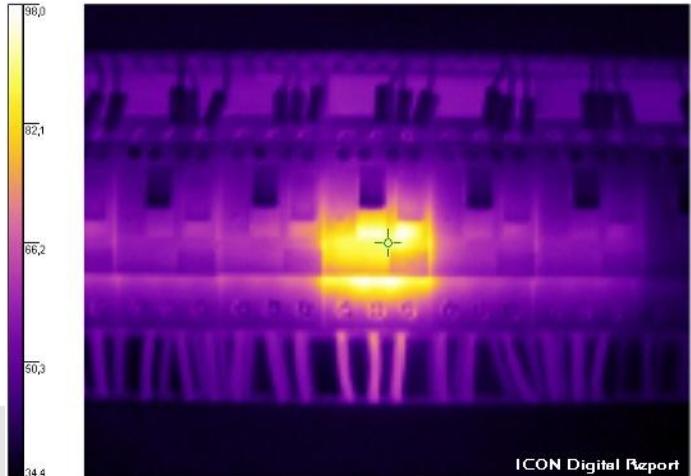
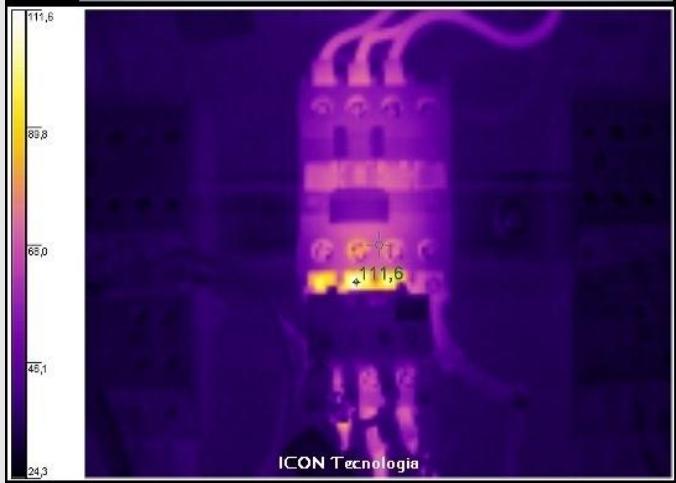
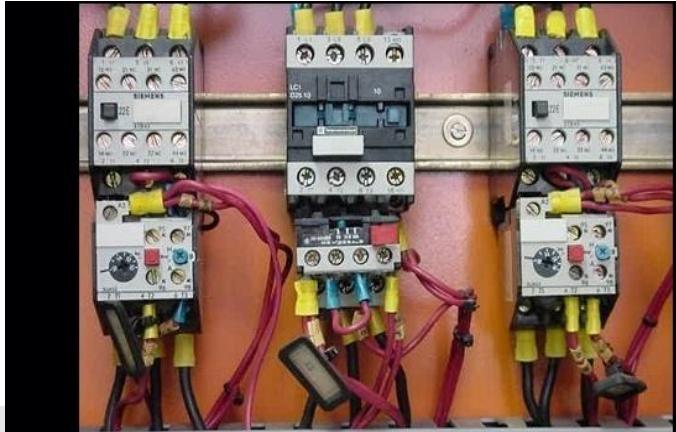
Inspeções em sistemas elétricos – Boas práticas

- Evitar trabalhar sob a luz direta;
- Levar em conta as condições do vento;
- Só é possível detectar as temperaturas de superfície;
- Não ignorar pequenos aumentos de temperatura;
- Procure áreas de alta emissividade para ter indicações mais precisas;
- Procure diferenças anormais de temperatura, tanto frias quanto quentes;
- Ispencionar o equipamento no momento da entrega.

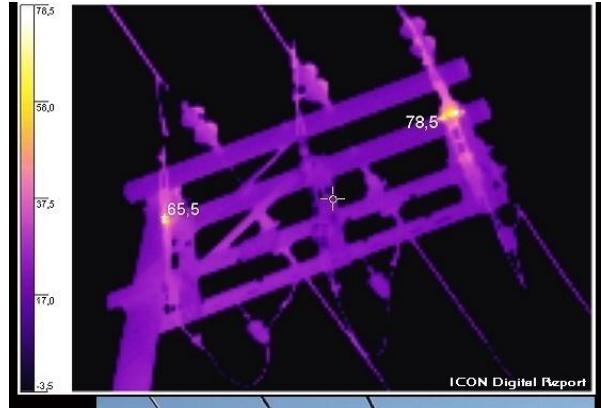
Painéis Elétricos



Contatores e disjuntores



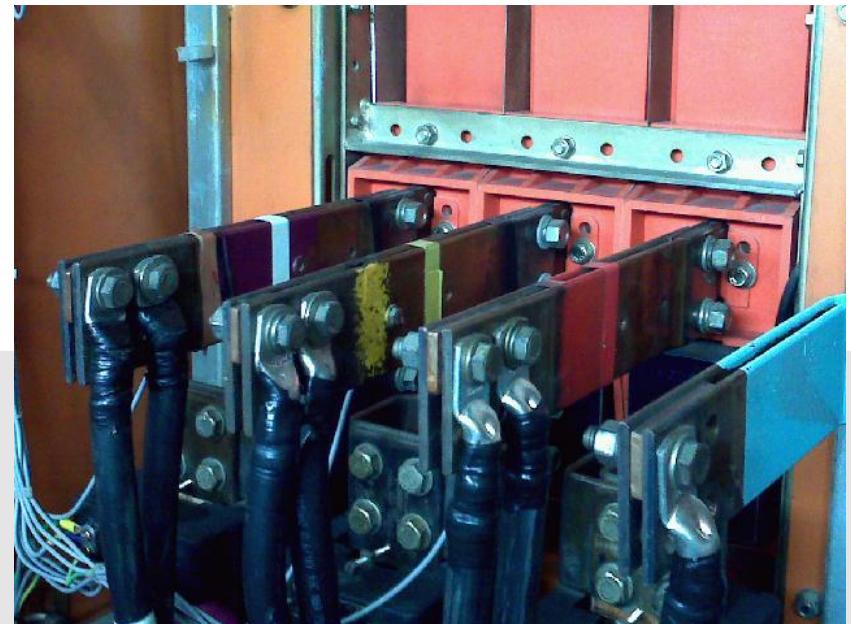
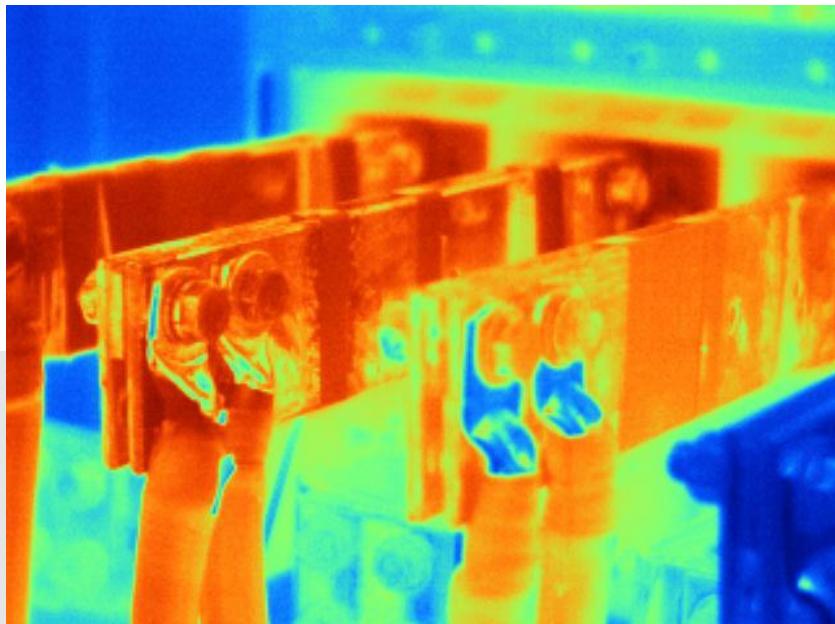
Instalações aéreas



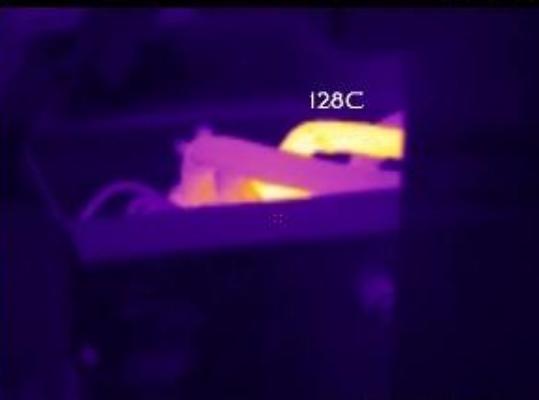
Linhas de Transmissão



Barramentos



Painéis Fechados



Painel trancado, e agora?



A Solução



JANELAS IR Fluke.

SEGURO

Permitem realizar inspeções livre de
ARCOS ELÉTRICOS

RÁPIDO

INSPECIONA MAIS PONTOS, NÃO
É NECESSÁRIO DESENERGIZAR O
PAINEL

EFICIENTE

REDUÇÃO DE MÃO-DE-OBRA

Janelas de Inspeção

- CLKT Series

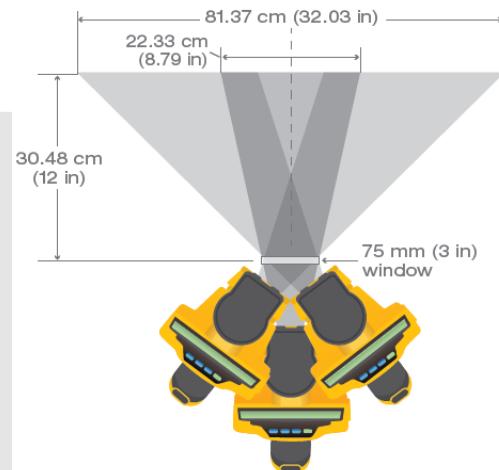
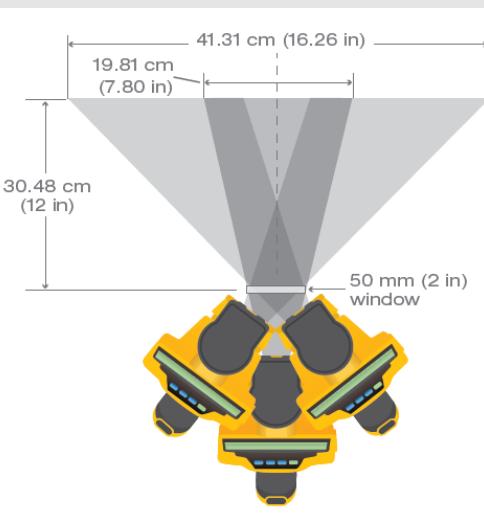
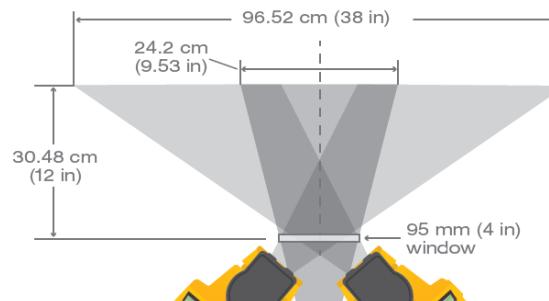


- Corrente de curto-circuito 50kA e 63kA
- Grau de proteção IP55 e IP67

- CV Series



Janelas de Inspeção

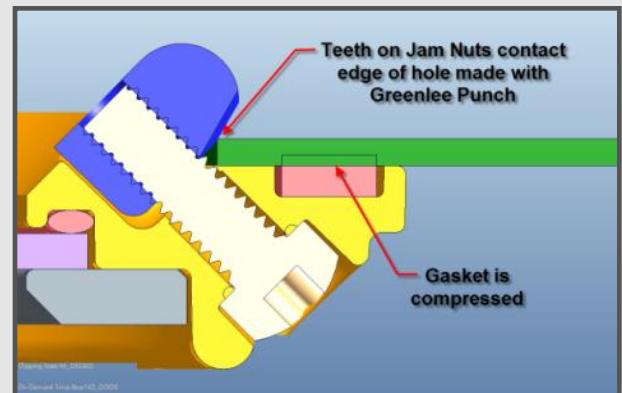
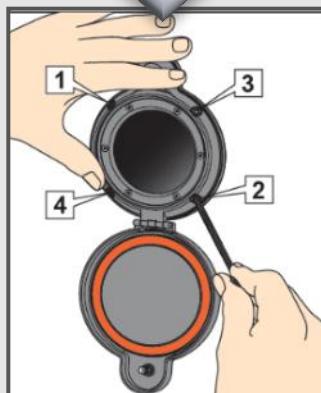
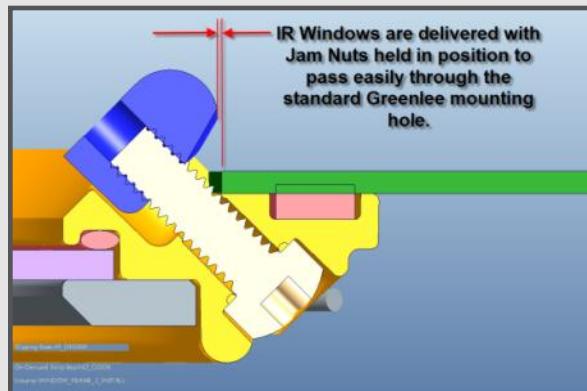


IR 75mm
80% das aplicações

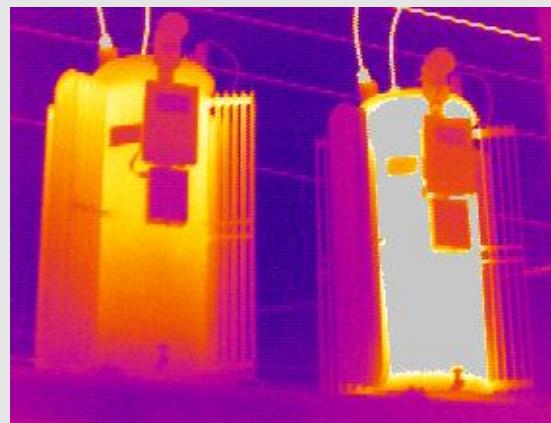
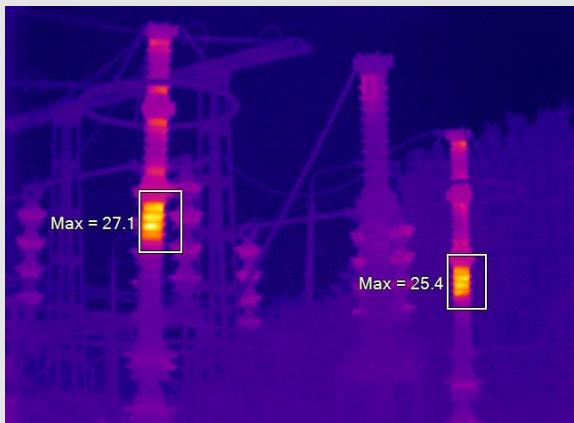
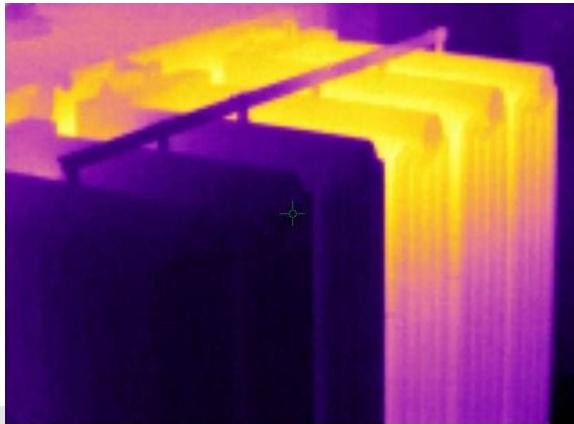
IR 100/95mm
15% das aplicações

IR 50mm
5% das aplicações

Instalação CV Series

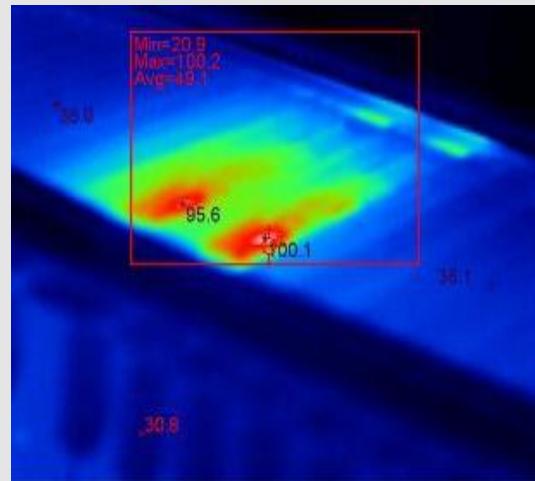
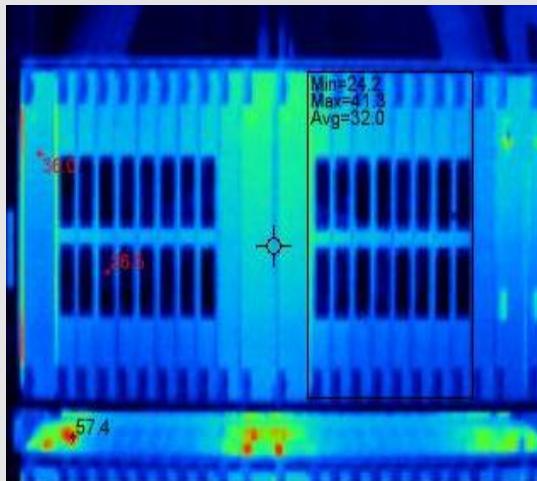
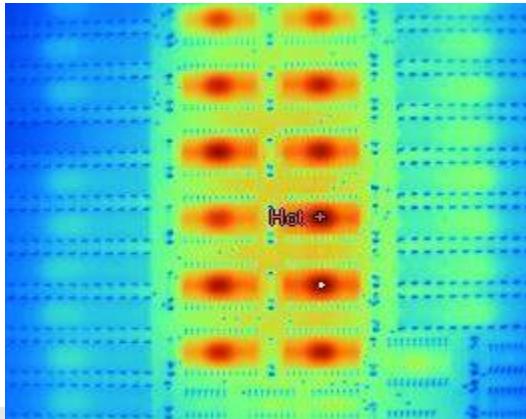
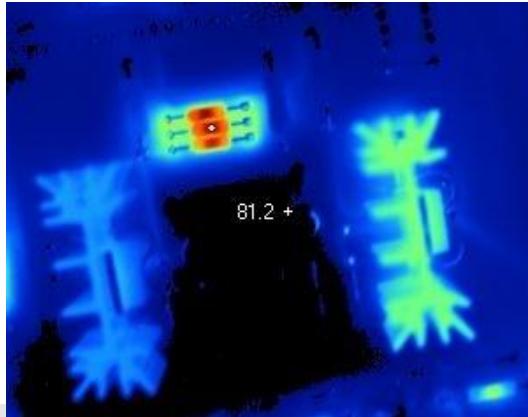


Subestações



- Componentes frios também podem indicar problemas, como por exemplo baixo fluído ou fluxo restrito nos dutos dos radiadores de um transformador ou regulador.

Eletrônica e Telecom

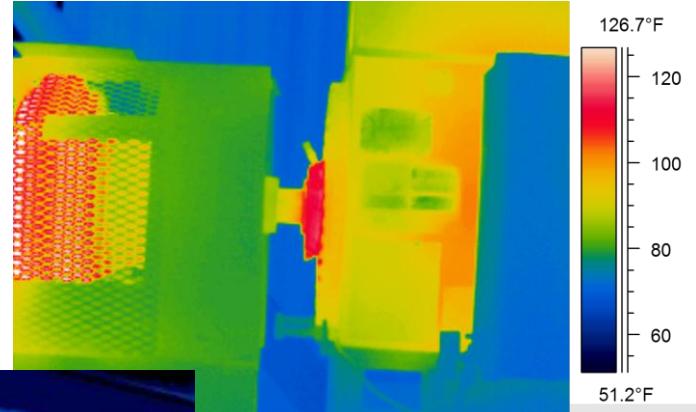
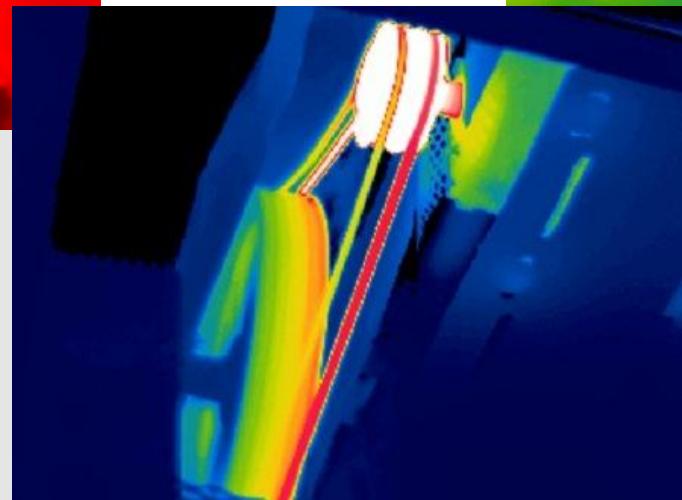
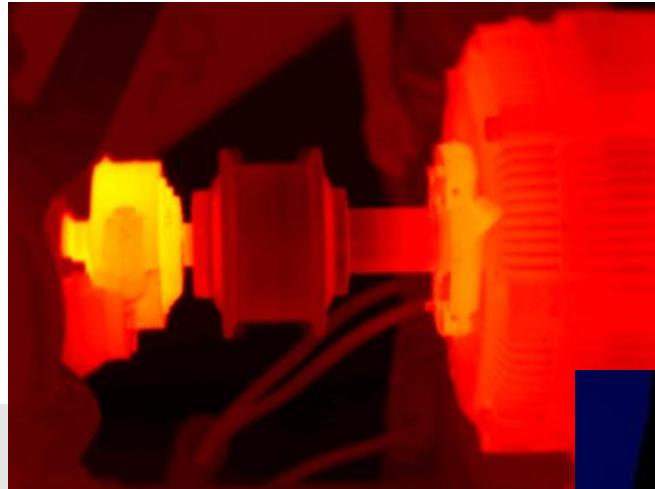


- O mesmo se aplica para eletrônica e telecom.
Pontos com aquecimento excessivo ou falta de aquecimento podem representar falhas.

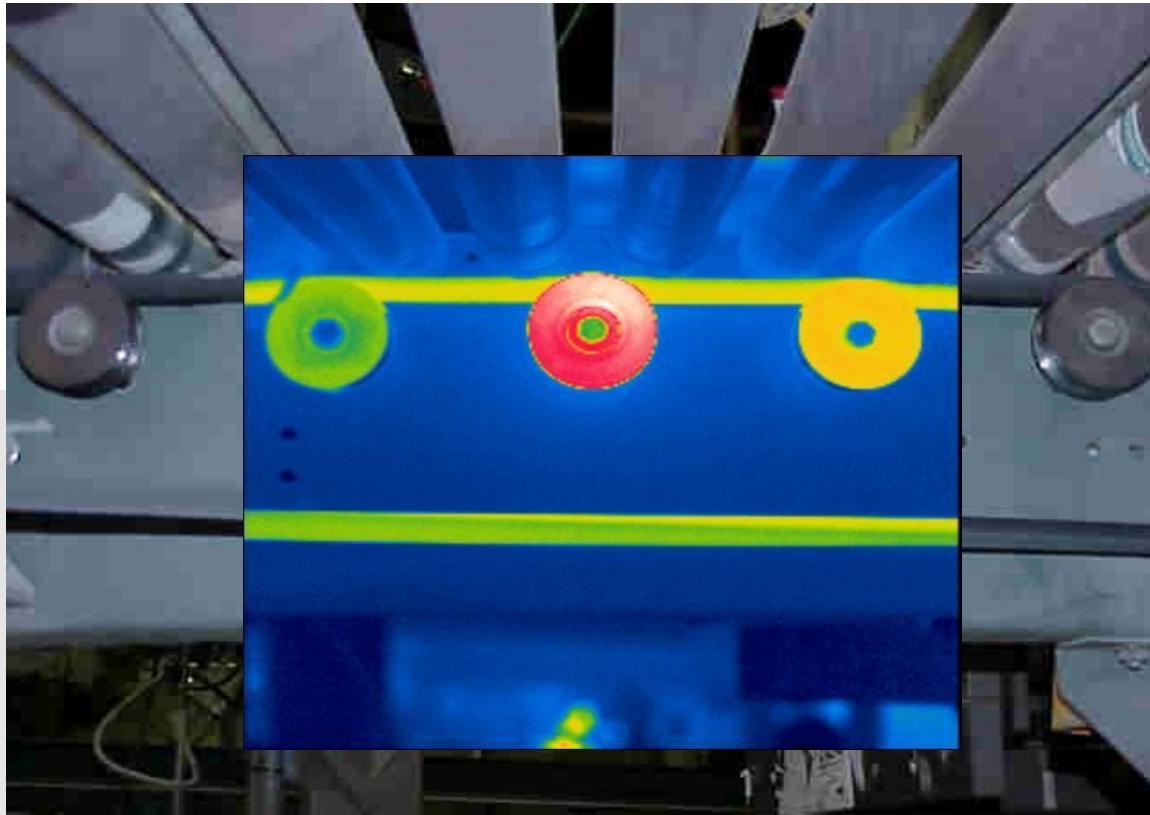
Inspeções em sistemas mecânicos

- Atrito excessivo (rolamentos e engranagens);
- Fluxo térmico não uniforme (operações de molde);
- Refrigeração ou aquecimento inadequado (trocadores de calor);
- Diferenças de termo capacidade;
- Vazamento de ar

Mancais e Acoplamentos

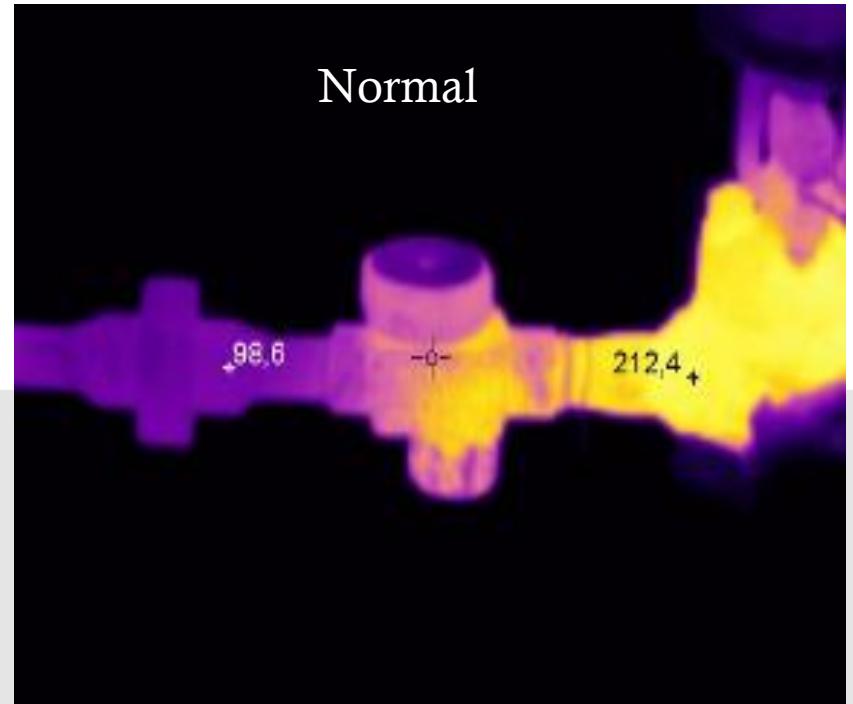
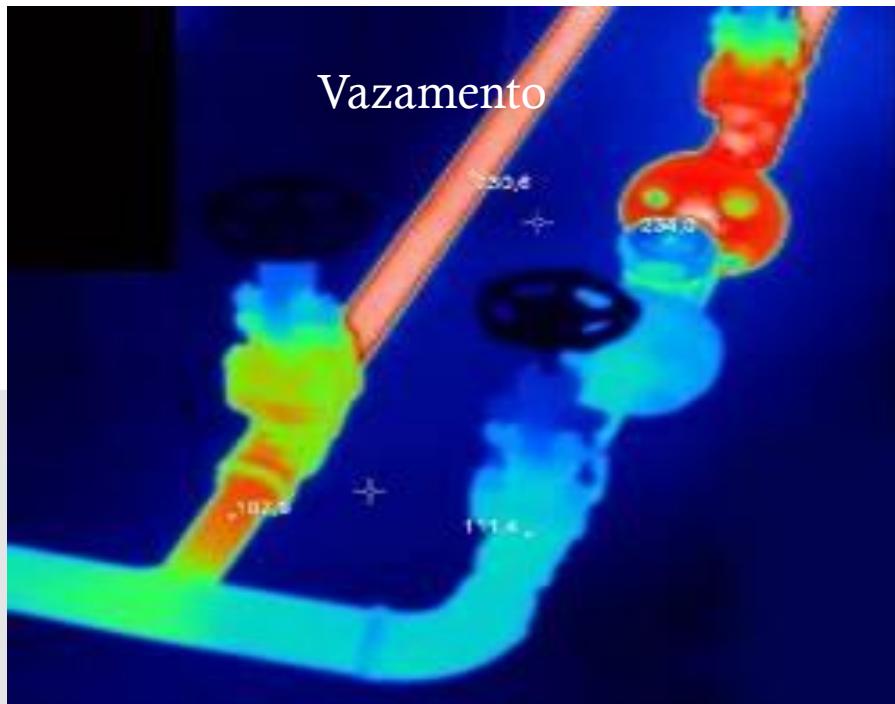


Rolamentos



- Falhas de rolamentos podem resultar em desgastes mecânicos e por consequência aumento de cargas elétricas.

Tubulações e válvulas



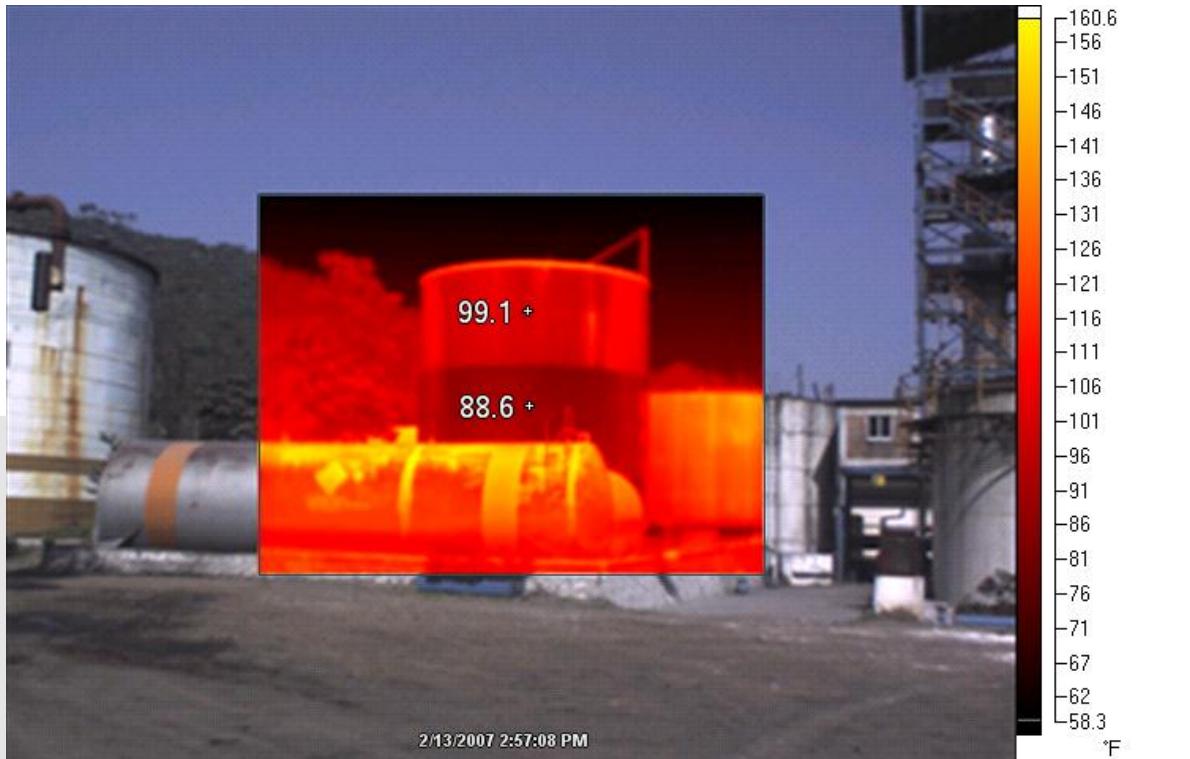
Tubulações e válvulas



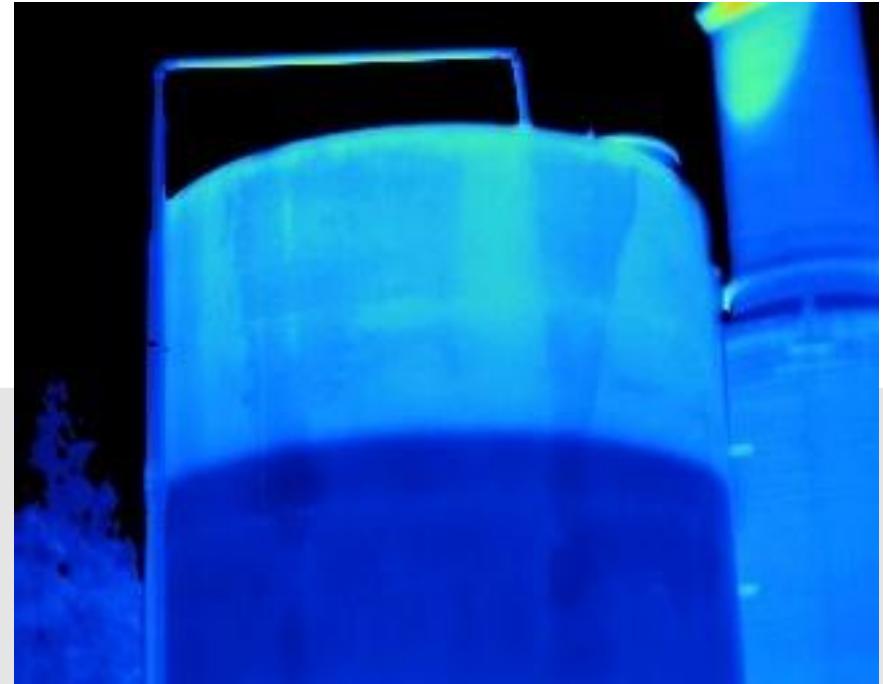
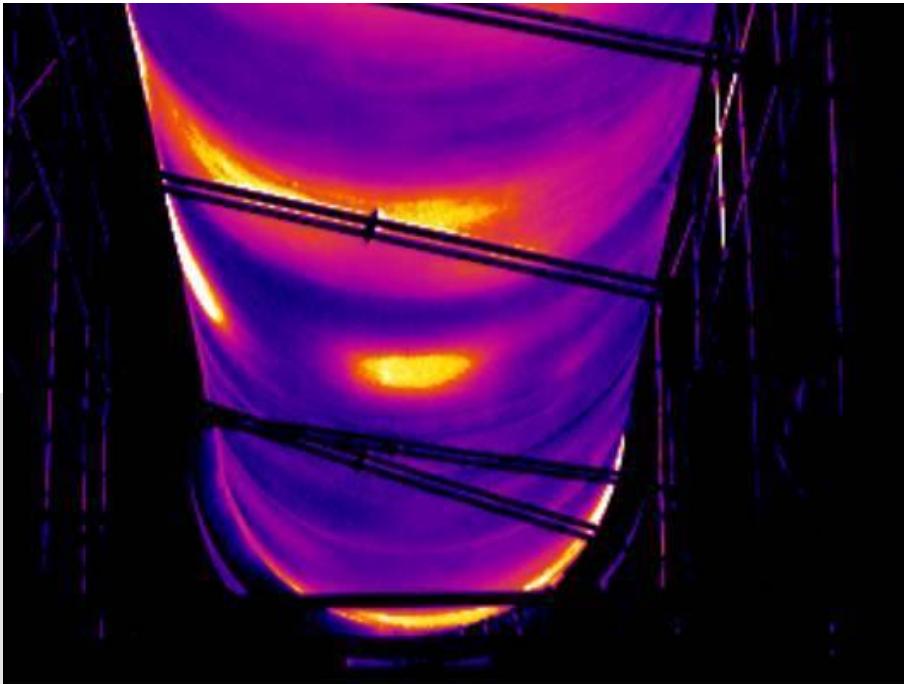
Tubulações e válvulas



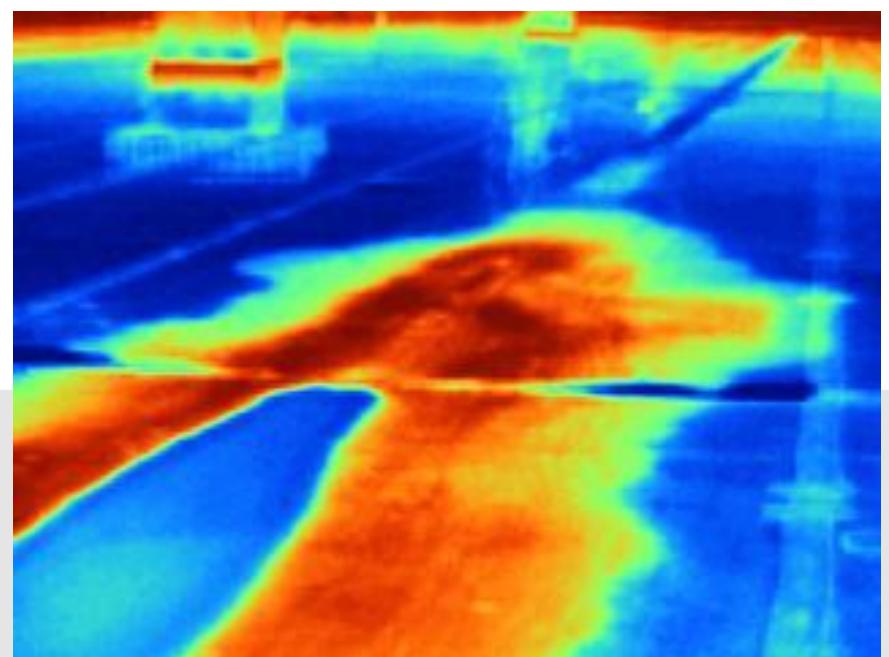
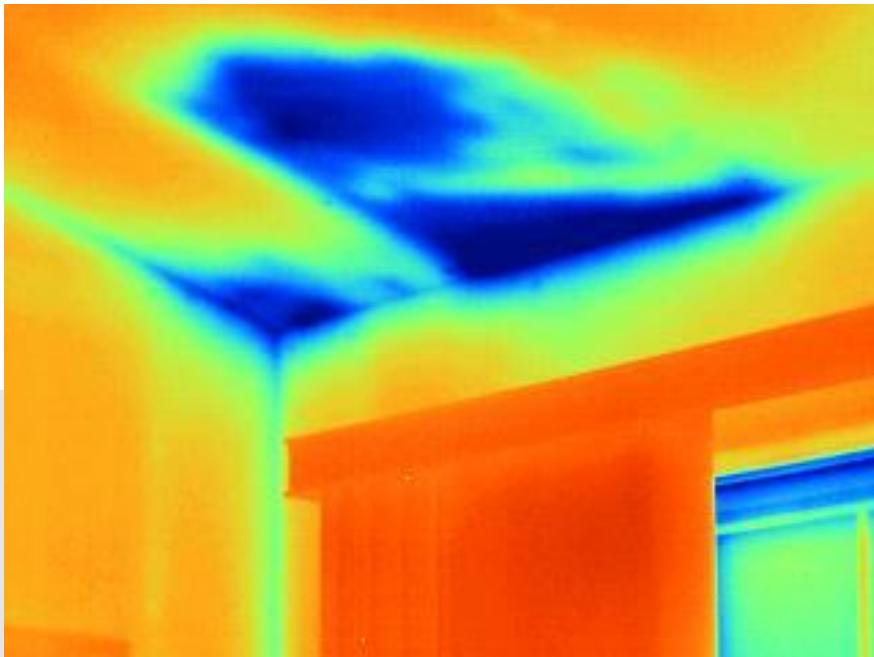
Medida de nível



Isolamentos e tanques



Inspeções prediais

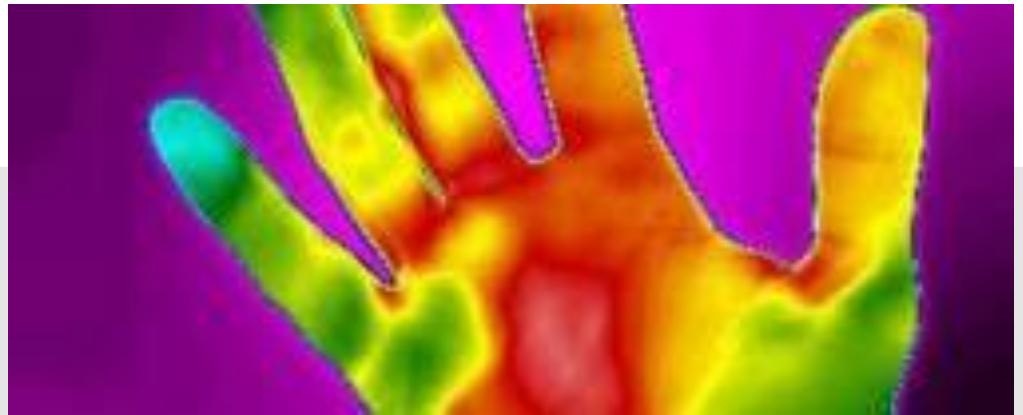


Outras aplicações



Inflamação em um joelho com artrite tirada em 1962 (primeira câmera apareceu em 1942)

A ponta do dedo mostrando uma temperatura muito baixa pode representar problemas crônicos de circulação



Boas Práticas em Inspeções termográficas

Inspeções Termográficas

- As inspeções devem sempre ser realizadas em equipe
- Traje de proteção contra arcos elétricos de acordo com a classificação do risco
- Áreas onde são feitas as inspeções devem ser isoladas (fitas e avisos)
- Usar sempre a proteção natural oferecida pela porta do painel na abertura e no fechamento
- Nunca abrir painéis opostos ao mesmo tempo (os participantes da inspeção podem ser arremessados contra eles)

Inspeções Termográficas

- Deve-se sempre verificar ferramentas e objetos soltos (como chaves de painel), sempre posicioná-los em lugar seguro
- Para aberturas dos painéis e possíveis intervenções usar sempre ferramentas isoladas
- Anéis e alianças são vetados, e relógios se utilizados devem ser fixados no cinto (de preferência use relógios com pulseiras plásticas)
- Evite abrir os painéis, use Janelas IR

Soluções FLUKE em Termografia

Família Fluke Ti



Ti90 Ti95



Ti100



Ti105



Ti110



Ti125



Ti200



Ti300



Ti400



Características Ti



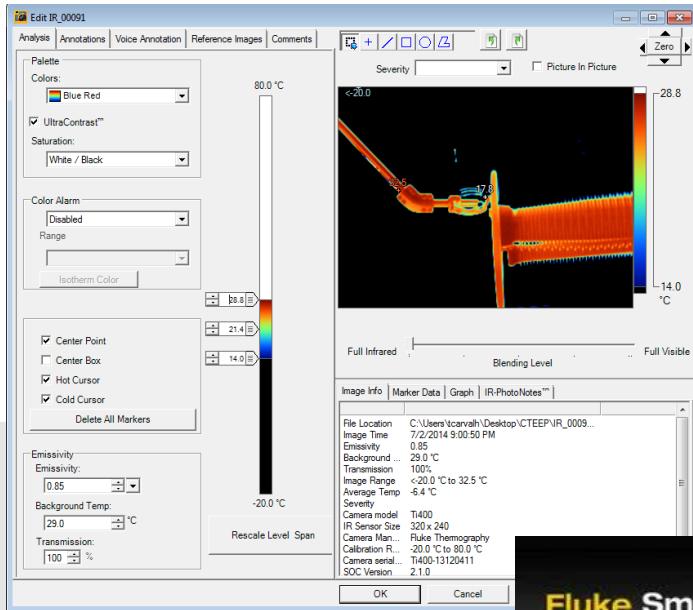
- Tecnologia IR-Fusion®
- Exclusivo sistema de Foco LaserSharp™ (Ti200, Ti300 e Ti400)
- Fácil de usar
- Bateria com duração de mais de 4 horas em uso contínuo
- Anotação de voz (60seg) e imagens de luz visível
- Software gratuito
- 2 anos de garantia

Características Ti

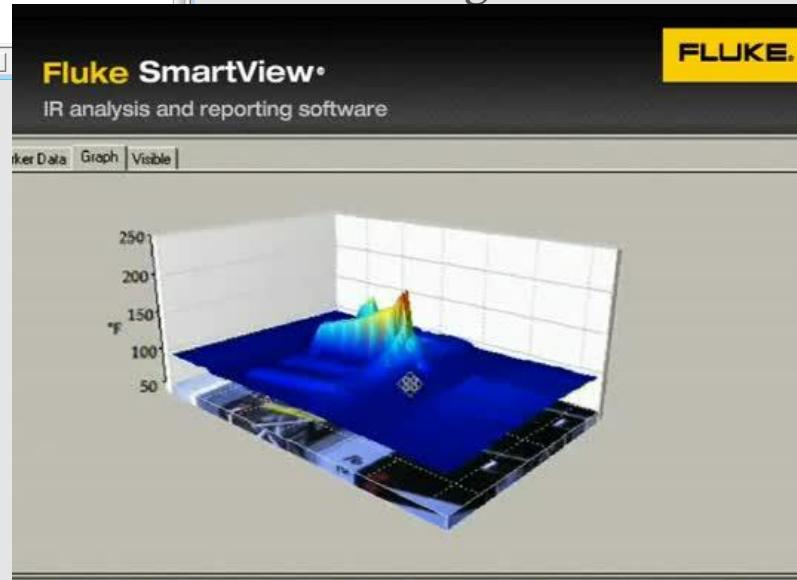


- Projetado e testado para resistir a quedas de até 2m
- Resistente a pó e água - IP54
- Proteção da lente Standard incorporada ao produto
- Sem alça de tampa, evitando um risco de acidente durante inspeção
- Trabalha em ambientes de -10°C até 50°C e mede até 1200°C

Software completo Gratuito!



- Download gratuito disponível em nosso site
- Oferece recursos completos para análise de arquivos radiométricos
- Possui ferramentas para a geração de relatórios padronizados em poucos segundos



Calibrador IR

Corpo Negro



- Duas soluções Fluke:

Família 418X : -15° C a 500° C

4180: -15° C até 120° C

4181: 30° C até 500° C

Obrigado



Contato:

Tatiane Carvalho
Fluke do Brasil
Application Specialist
Telefone: (11) 4058-0213
(11) 96438-9400
Email: tatiane.carvalho@fluke.com

FLUKE®