



**FLUKE®**

# Seminário online Princípios de Termografia e suas aplicações

Por: **Tatiane Carvalho**  
**Application Specialist**



# Família Danaher

Teste e medição:

**FLUKE®**

*FLUKE*  
*networks™*

 **AMPROBE®**

 **HAWK I.R.**  
A Fluke Company

 **HART  
SCIENTIFIC**  
A Fluke Company

**FLUKE®**

**Biomedical**

 **Raytek®**  
A Fluke Company

 **VEEDER-ROOT**

**Tektronix®**

**KEITHLEY**

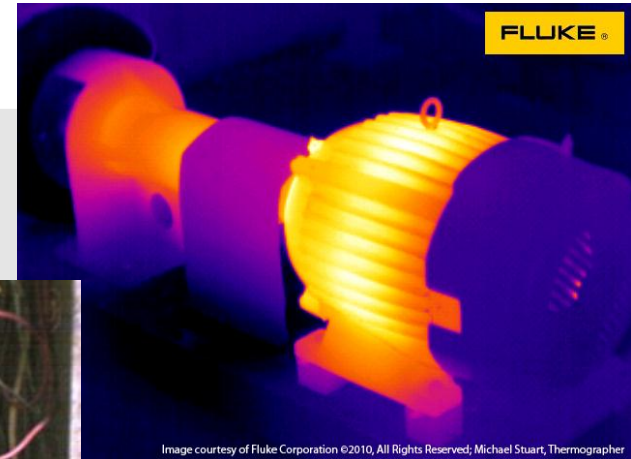
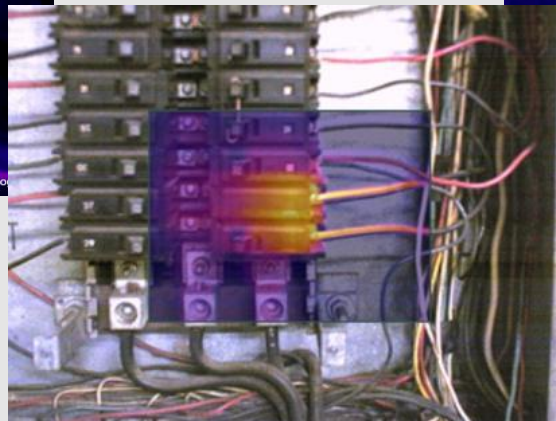
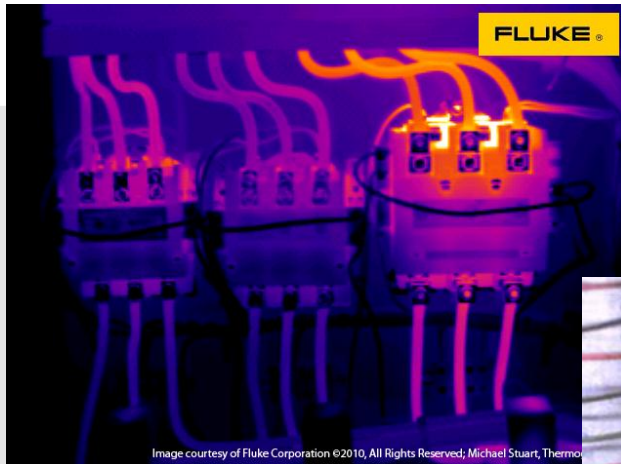
**Pomona®**  
ELECTRONICS

**DHI®** DH Instruments  
A Fluke Company

# 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

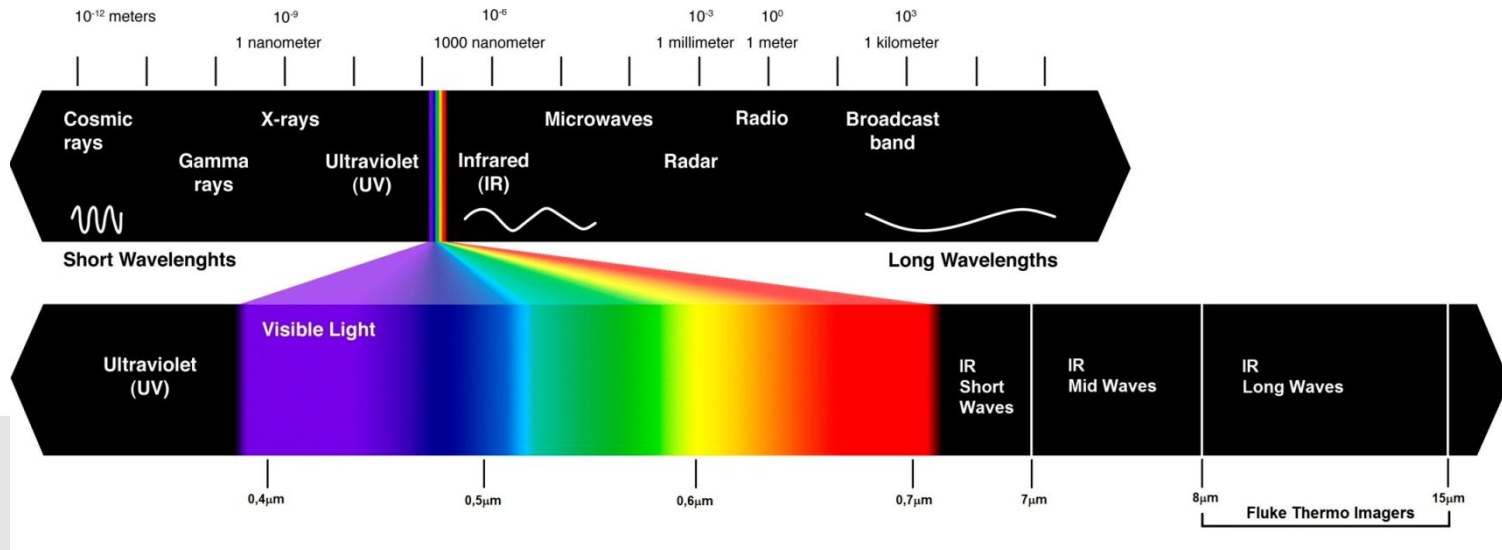
## Medidor de Vibração :

- 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**

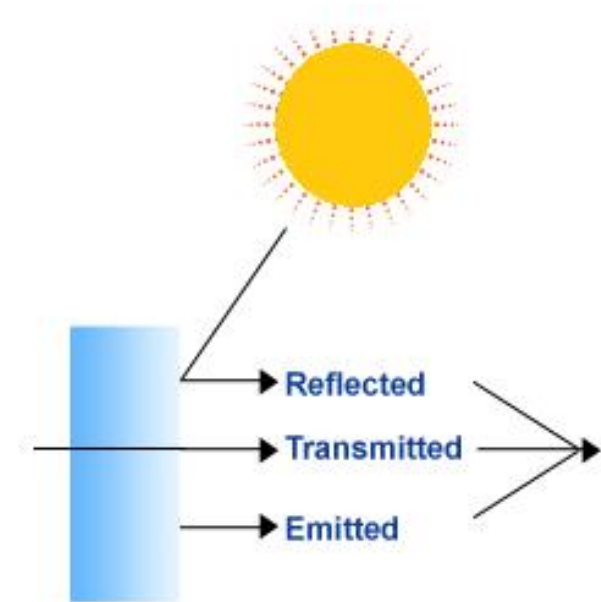
(Capacidade de refletir a radiação IR)

**A = Absorção/Emissividade**

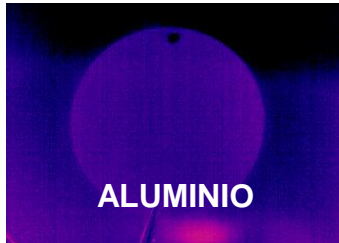
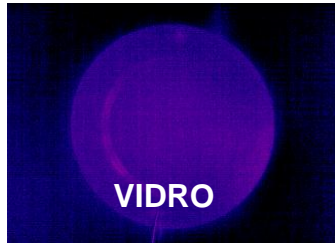
(capacidade de emitir radiação IR)

**T = Transmissividade**

(capacidade de transmitir ou não radiação IR)



# TRANSMISSÃO E OPACIDADE



- **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

$\epsilon$

Emissividade Ideal

1,00

Nenhuma Reflexividade

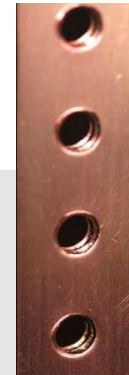
Sem Influência da temperatura  
de fundo

Medições absolutamente  
precisas

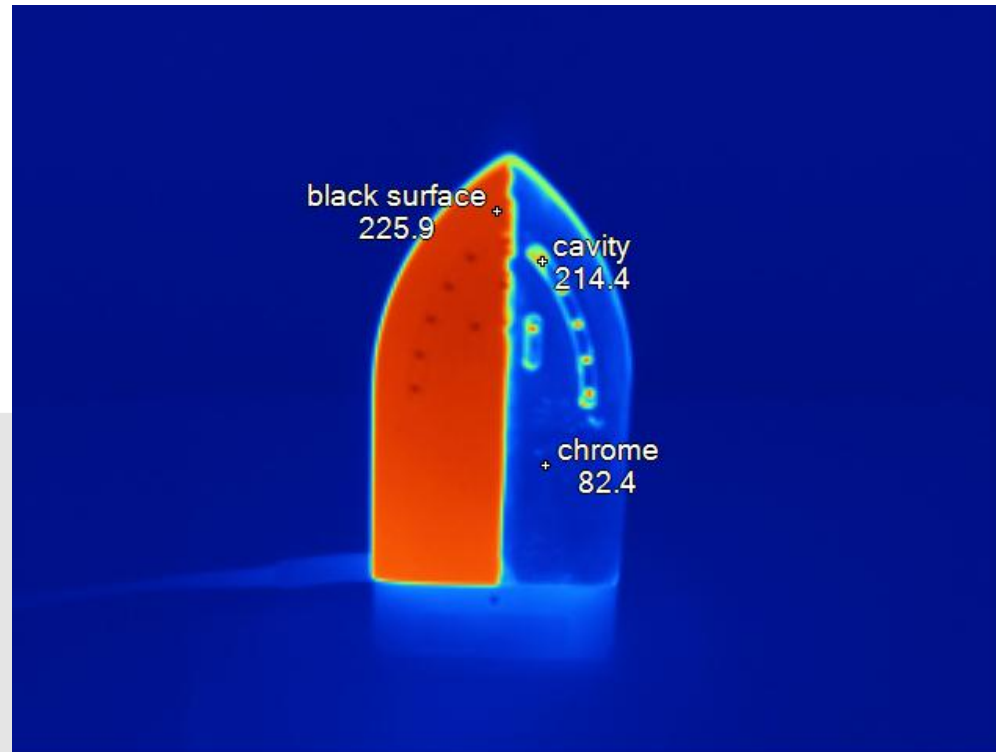
# Baixa emissividade

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

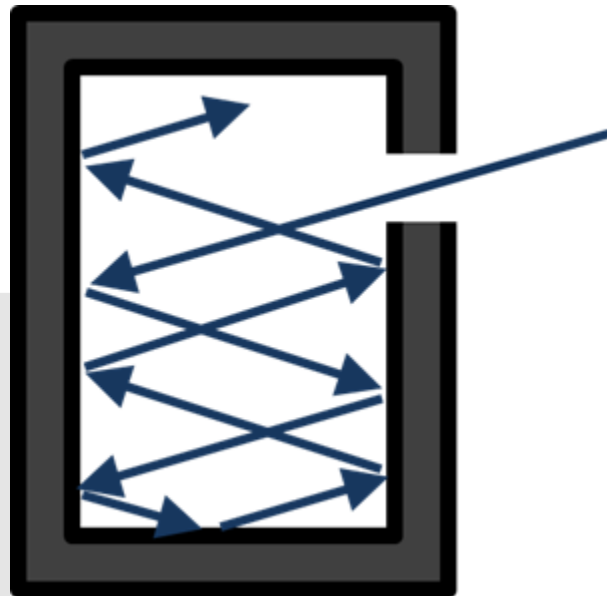
- Fitas e tintas isolantes
- Tinta preta (preferencialmente)
- Cavidades



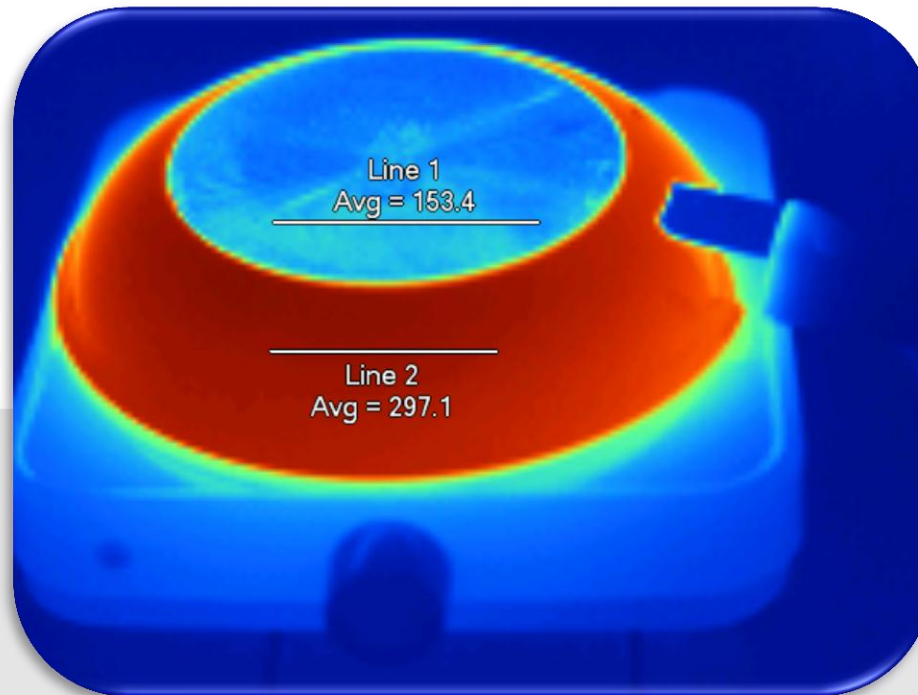
# Cavidades



# Cavidades



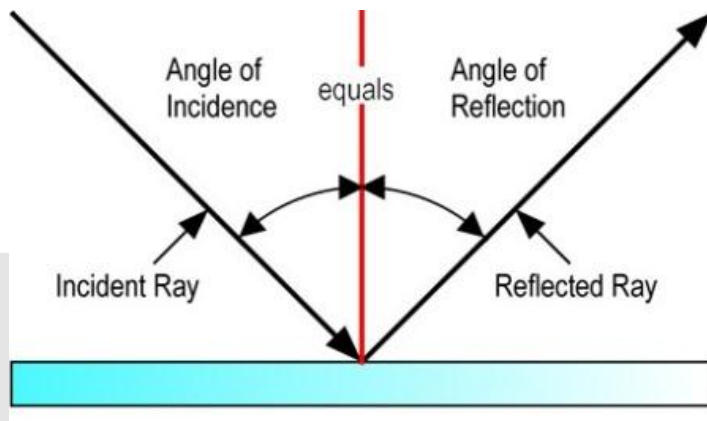
# Determinação da emissividade



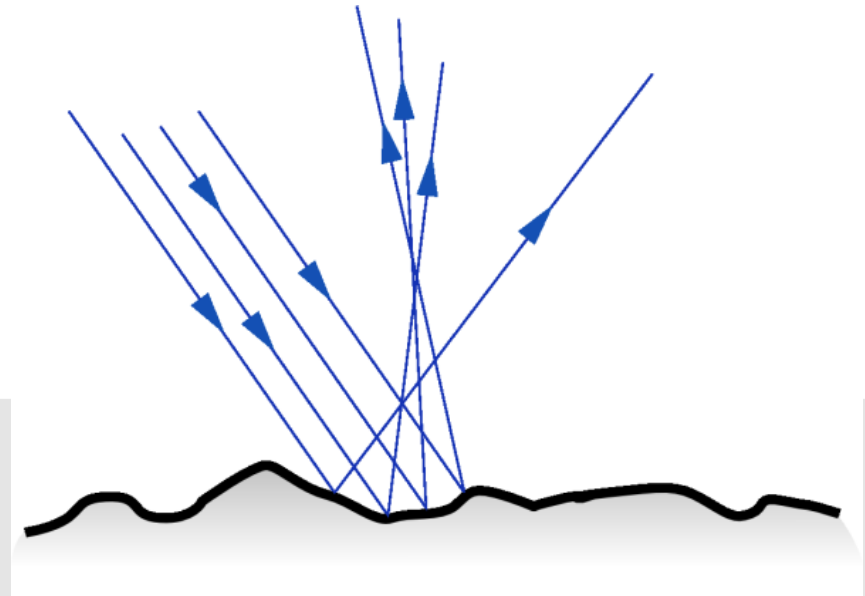
# Reflexão



# Reflexão

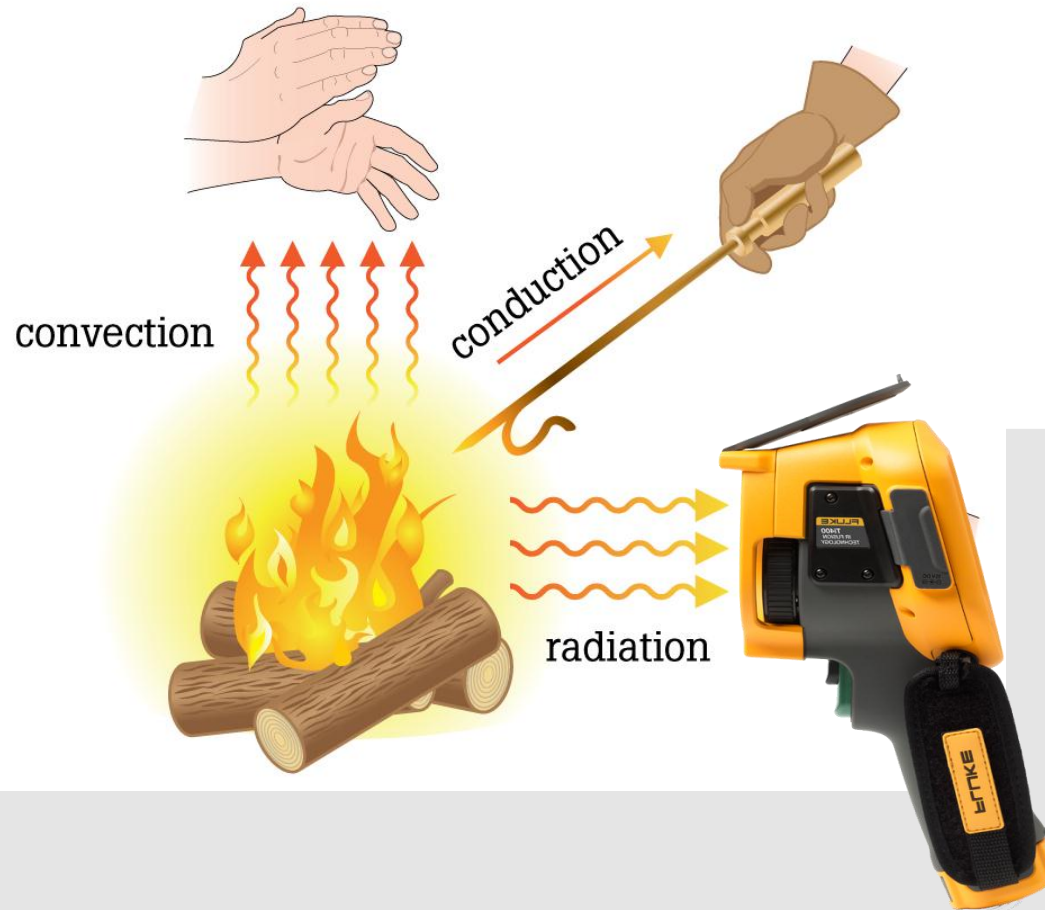


Reflexão Especular



Reflexão Difusa

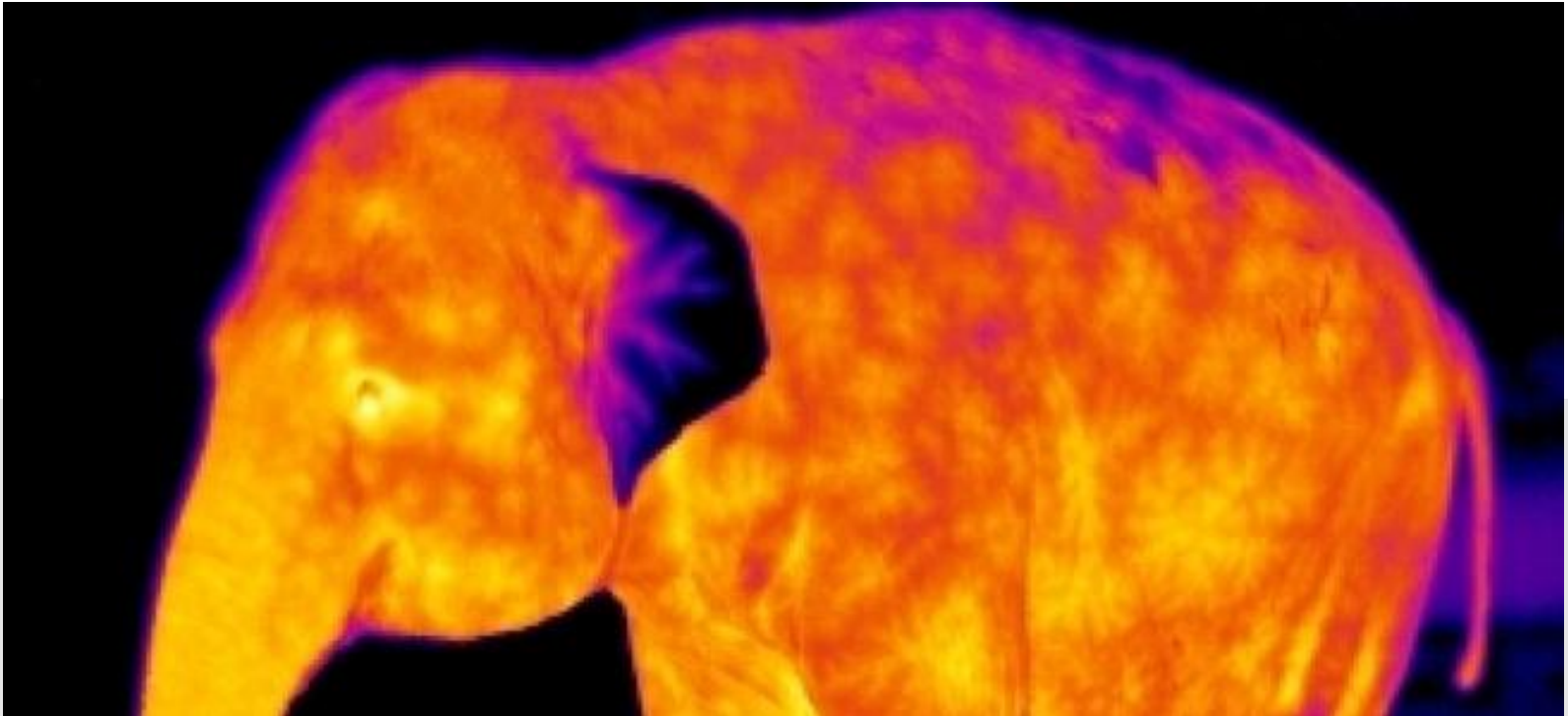
# Transferência de calor



# Condução



# Convecção



# Convecção – O Vento

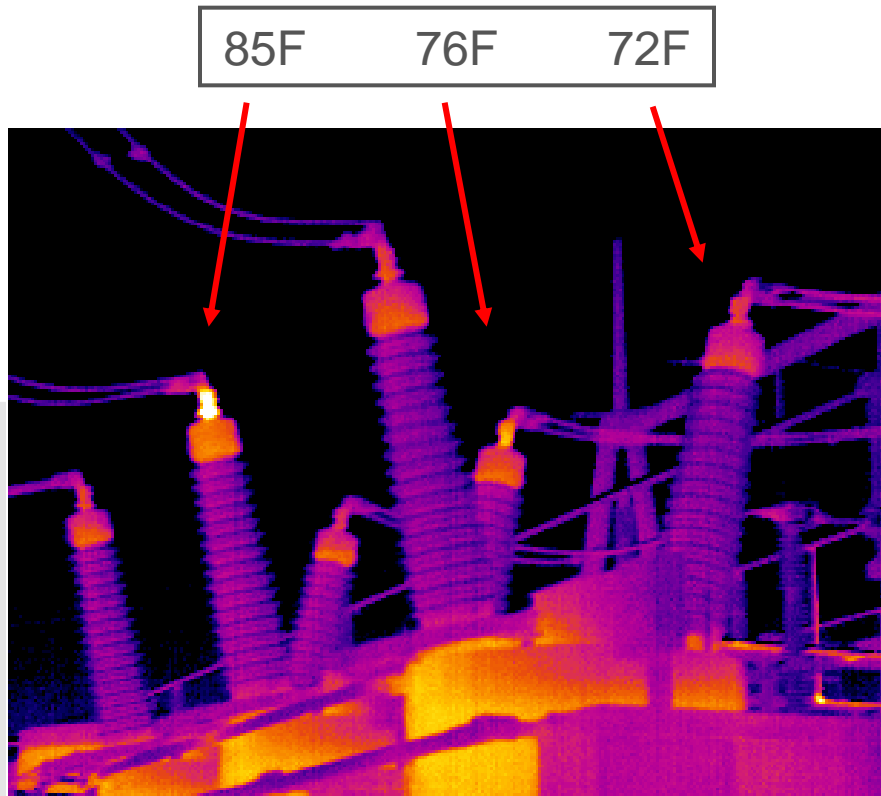
Escala do vento de Beaufort

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

Redução  $\Delta T$  em até  $\frac{1}{2}$

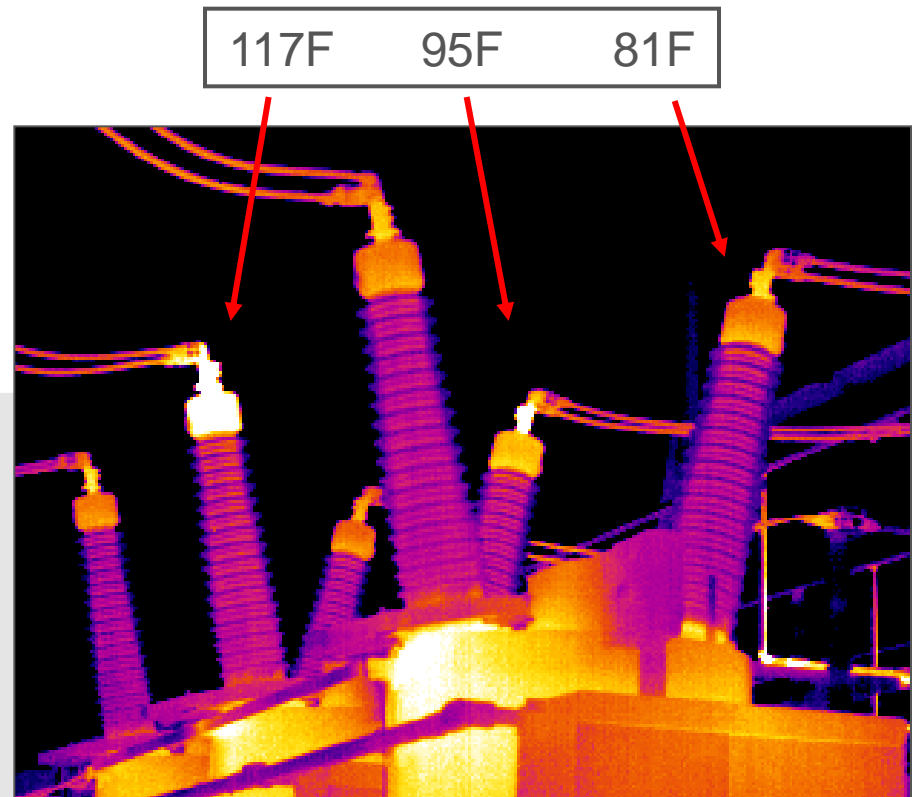
Redução  $\Delta T$  em até  $\frac{2}{3}$

# 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]

$\Delta T$  = variação de temperatura [K]

C = capacitância térmica [J.kg<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>]

Capacitância
Água
Aço
Concreto
Madeira mole
Ar

*C*



# Termovisores

# Lei de Stefan Boltzmann

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

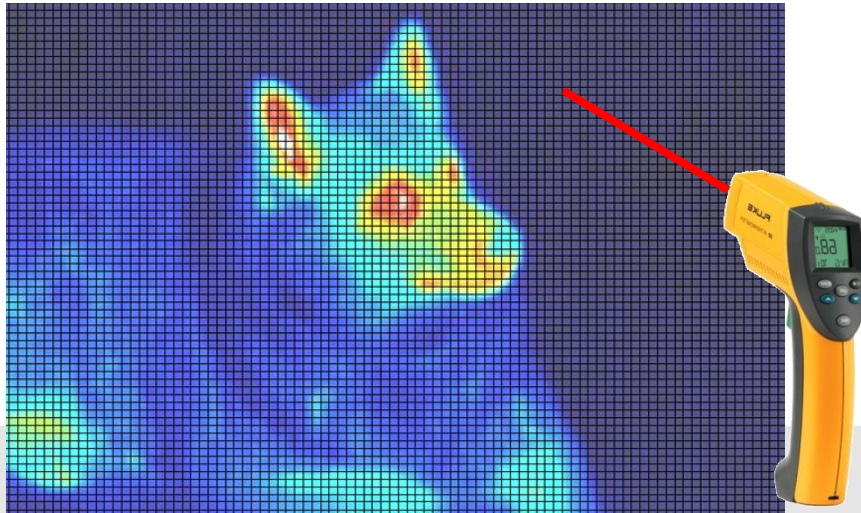
Q = energia transferida por radiação

$\sigma$  = constante de Stefan Boltzmann

$\varepsilon$  = emissividade da superfície

T = temperatura absoluta da superfície

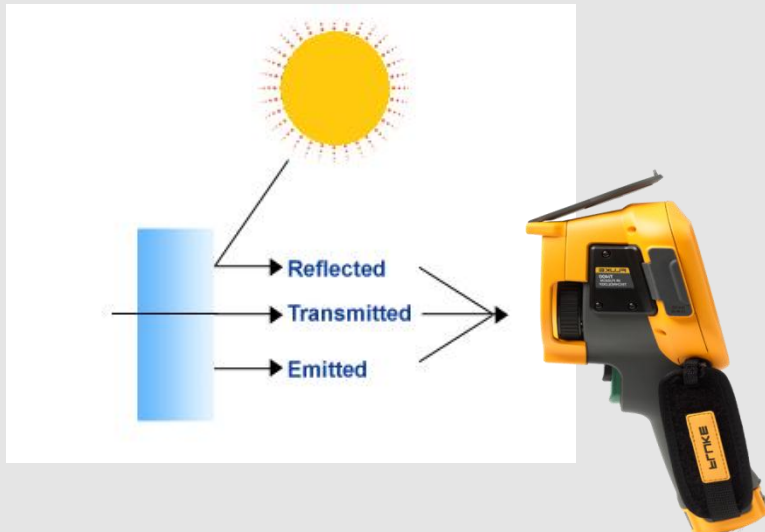
# O Termovisor e formação da imagem térmica



**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!

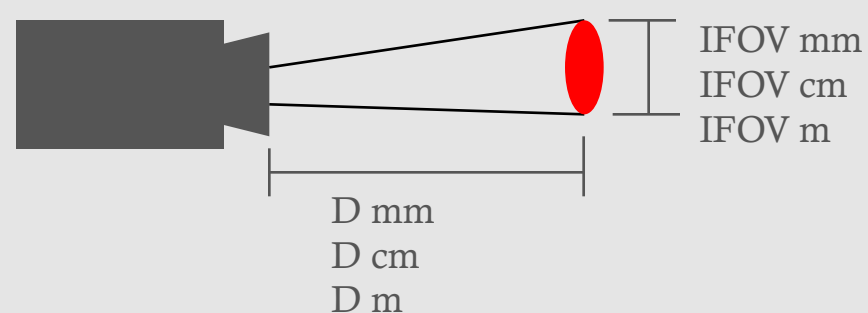
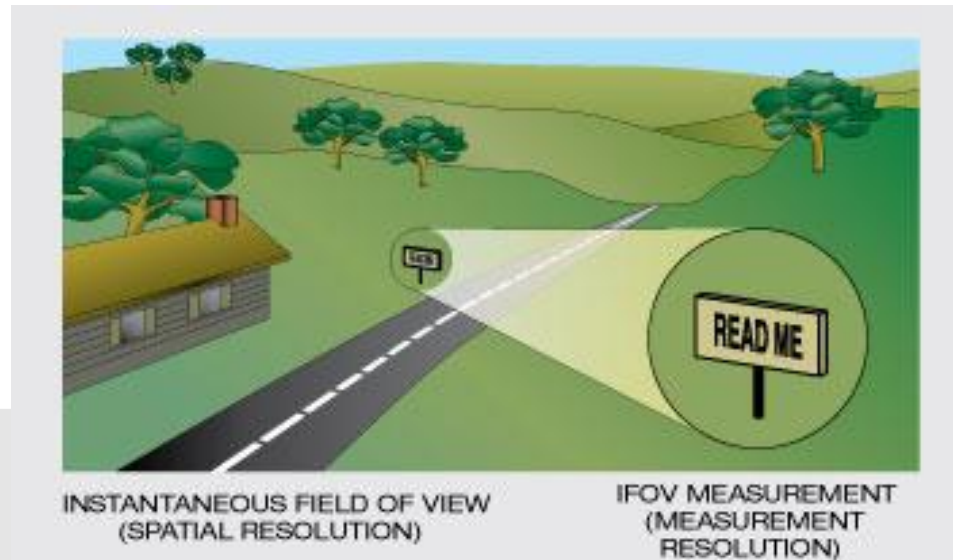


# Características do termovisor

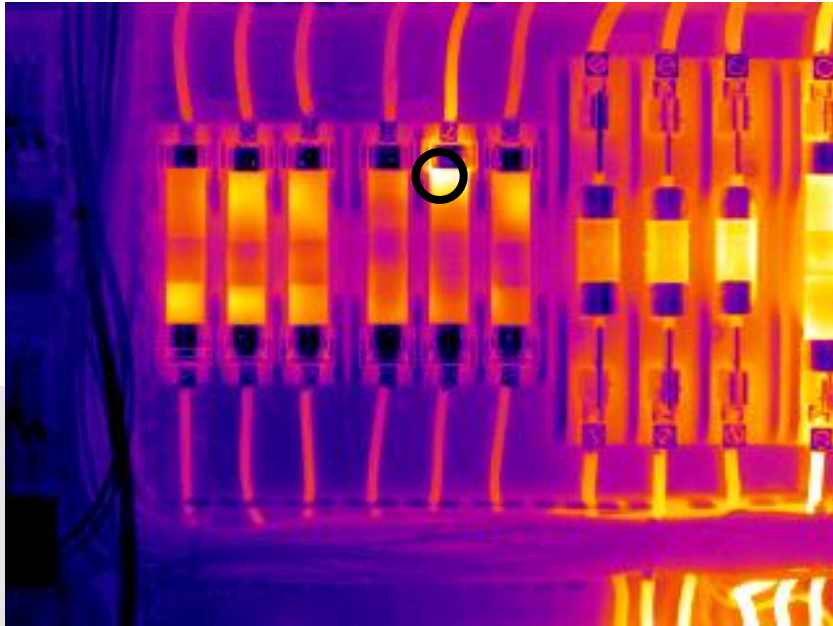
FOV

IFOV

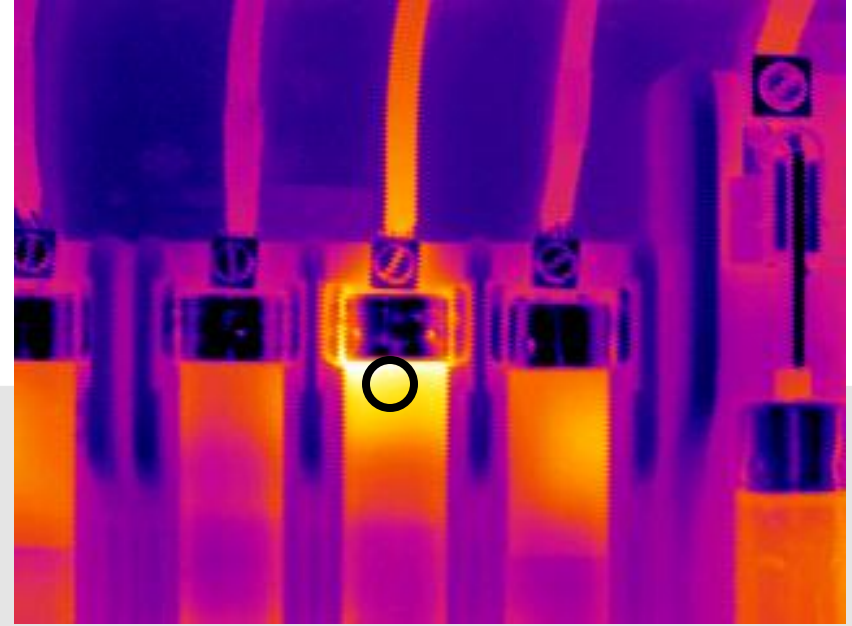
IFOV<sub>meas</sub>



# Formação da imagem IR

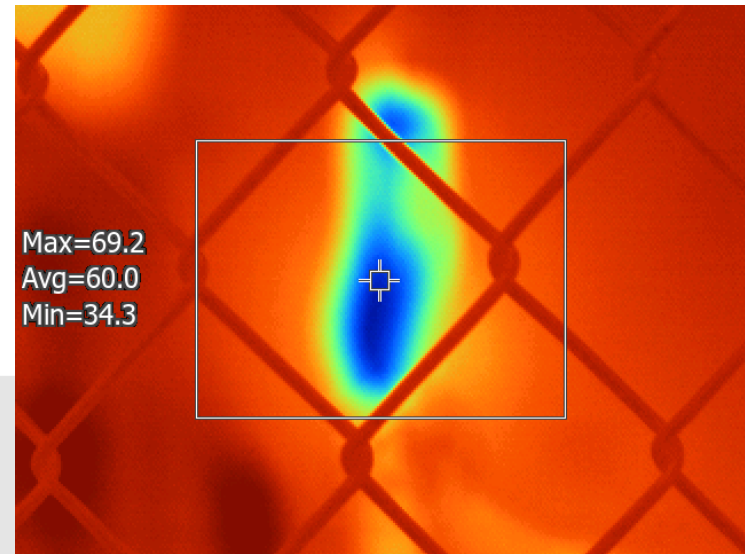
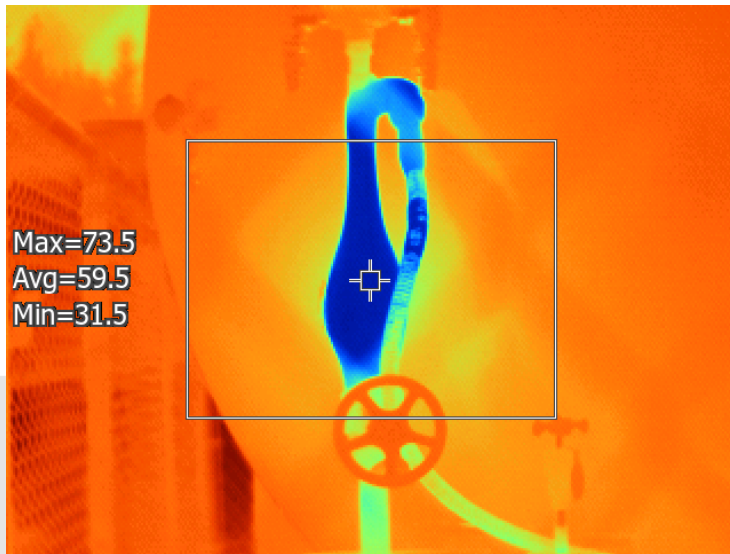


“Identifico um ponto quente, mas não consigo medi-lo”



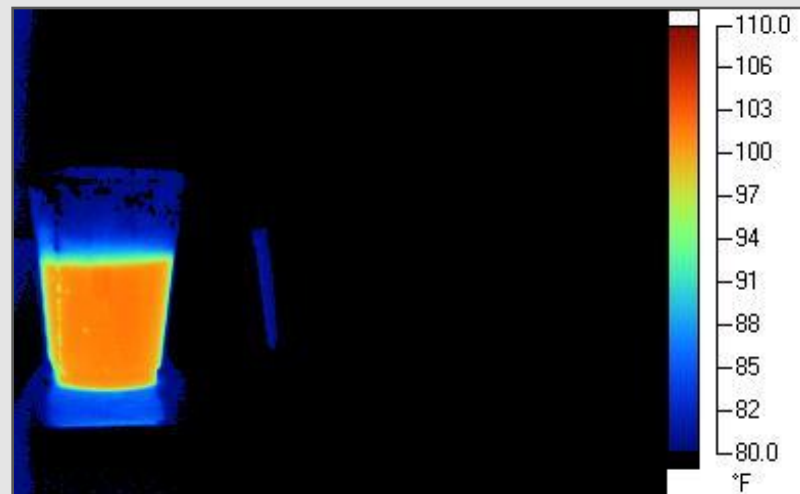
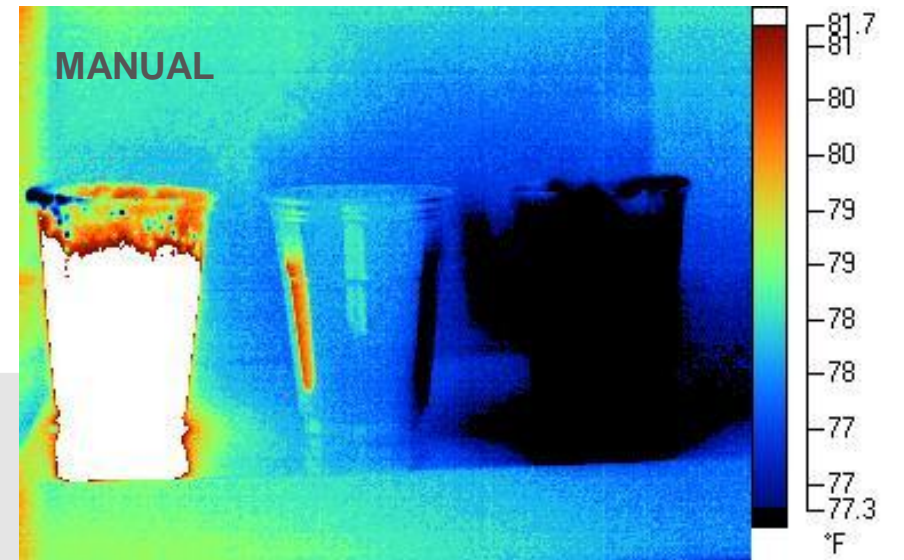
“Se me aproximo mais, consigo medi-lo com precisão”

# Formação da imagem IR



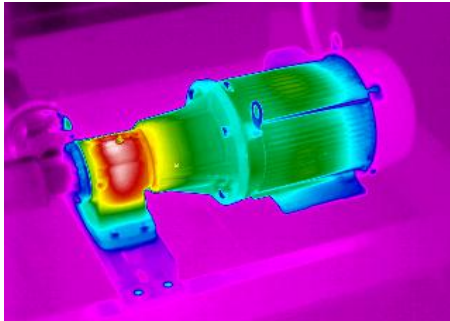
O foco é a única característica da imagem térmica que não pode ser alterada posteriormente (via Software).

# Nível e Span

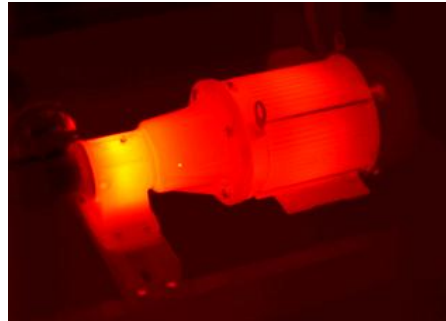


# Foto Térmica - Paletas:

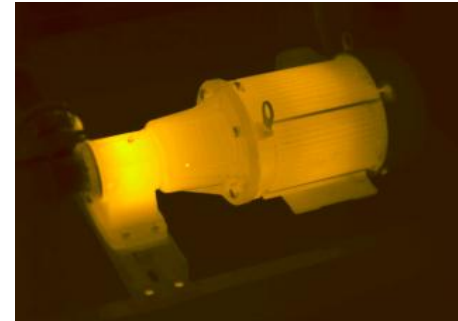
Ultra constraste



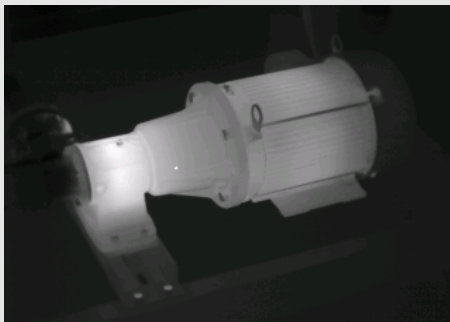
Metal Aquecido



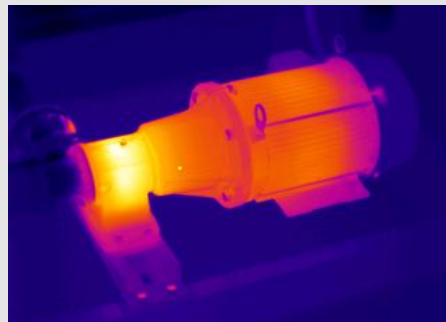
Âmbar



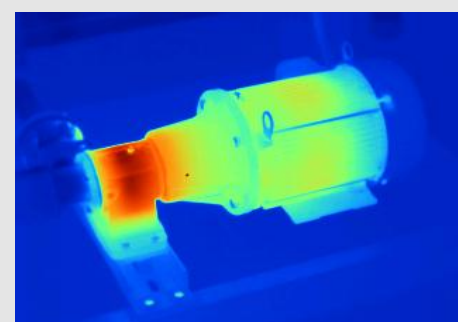
Escala de Cinza



Iron

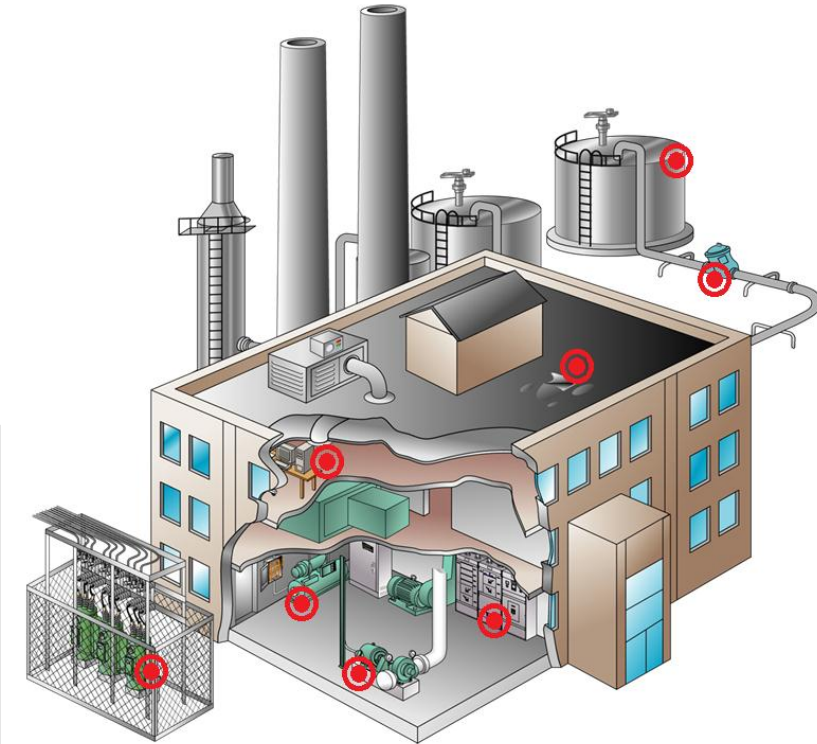


Vermelho/Azul



# 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

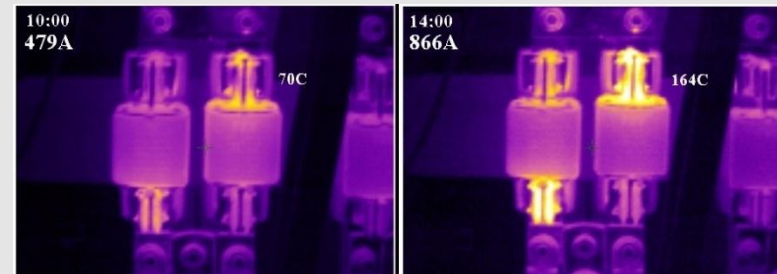
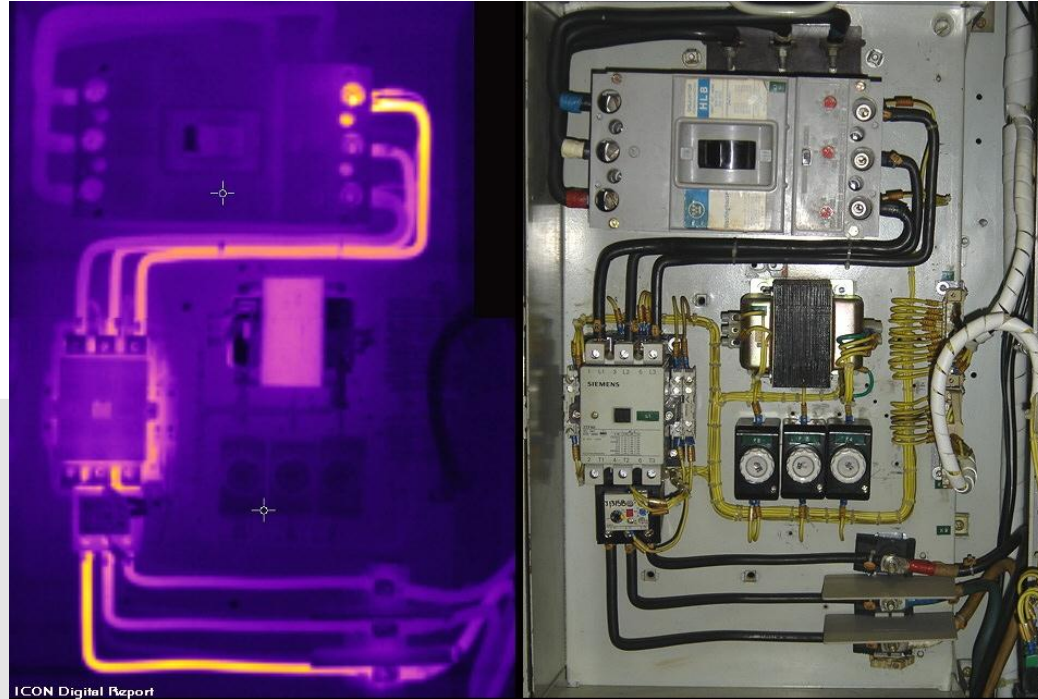
R = Resistência

- 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.

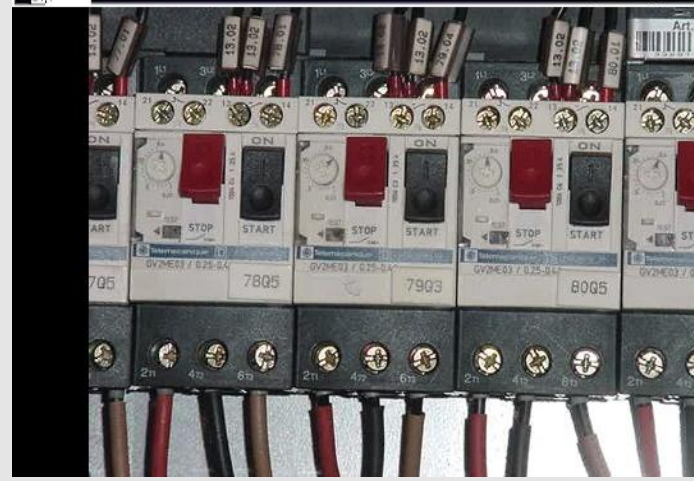
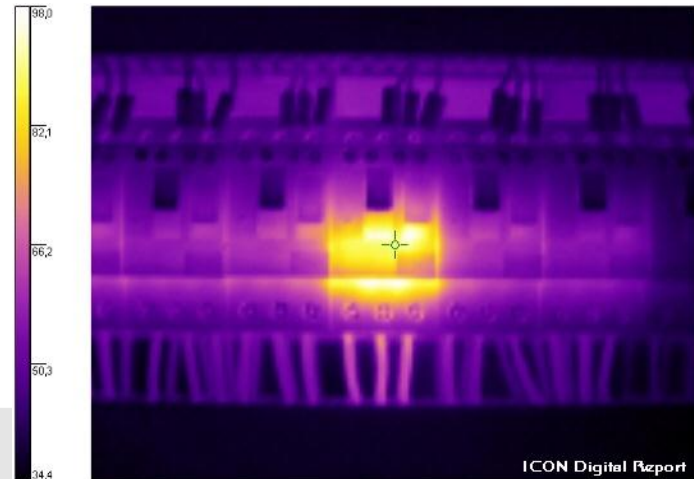
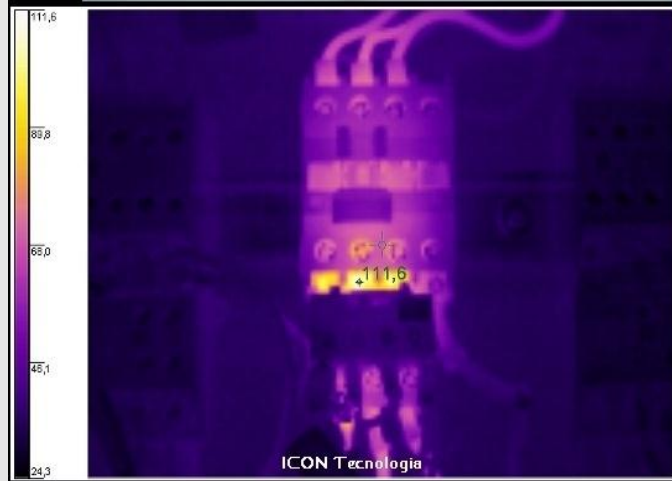
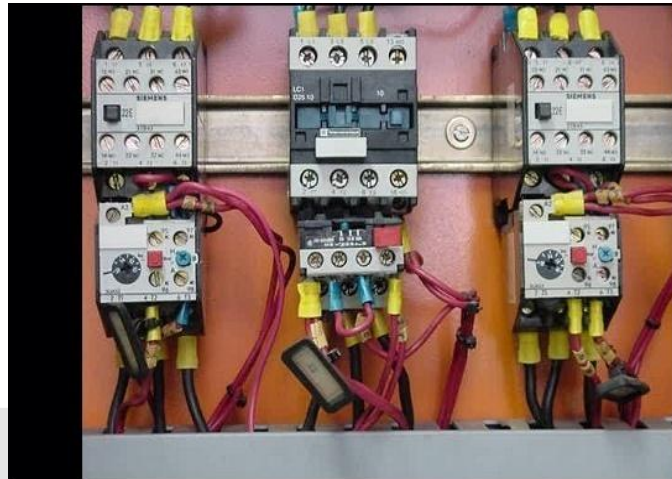
# Inspeções em sistemas elétricos – Boas práticas

- 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;
- Inspeccionar o equipamento no momento da entrega.

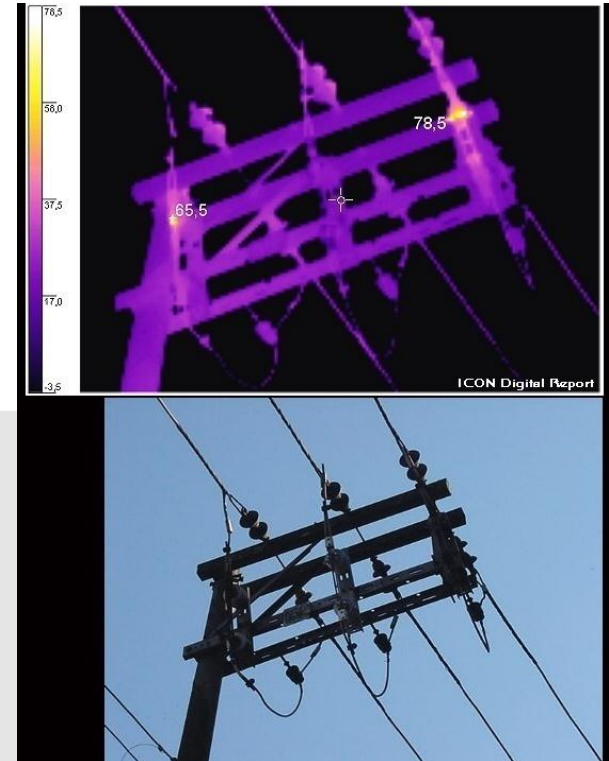
# Painéis Elétricos



# Contatores e disjuntores



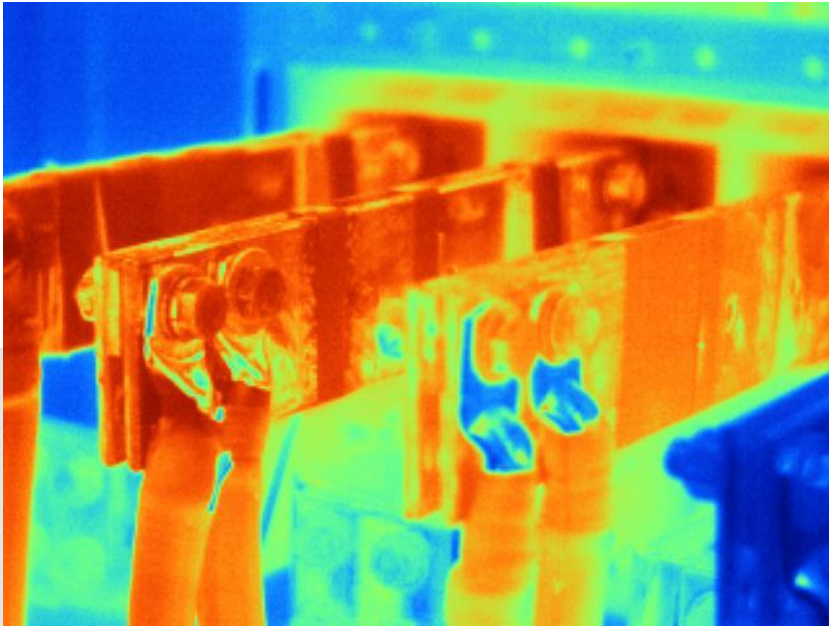
# Instalações aéreas



# Linhas de Transmissão



# Barramentos



# Painéis Fechados



# Painel trancado, e agora?



# A Solução



**JANELAS IR Fluke.**

## **SEGURO**

Permite 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**

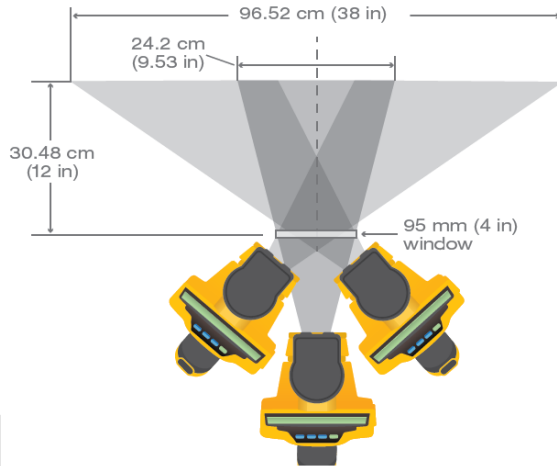


- Corrente de curto-circuito 50kA e 63kA
- Grau de proteção IP55 e IP67

- **CV Series**

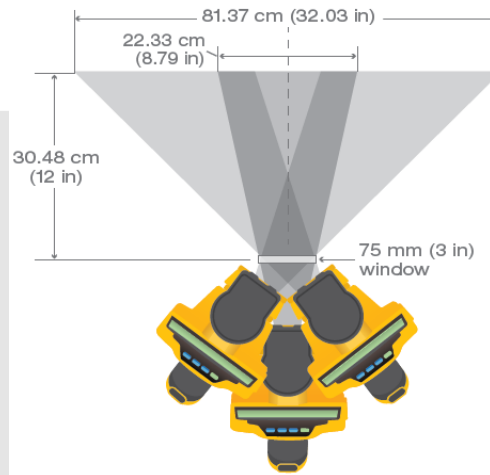


# Janelas de Inspeção



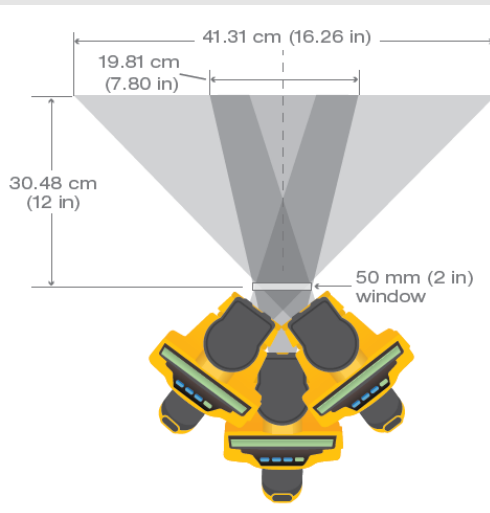
**IR 75mm**

80% das aplicações



**IR 100/95mm**

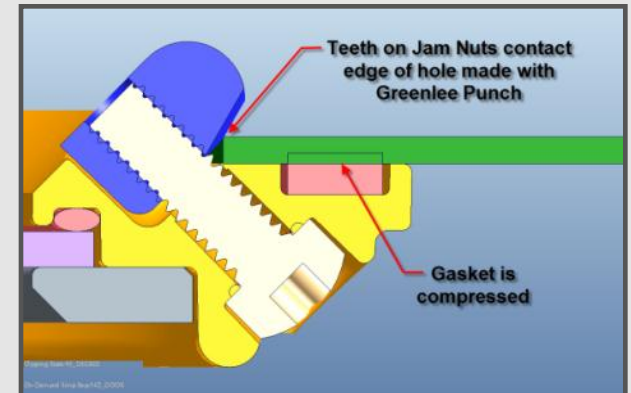
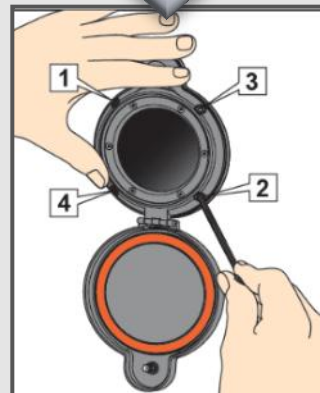
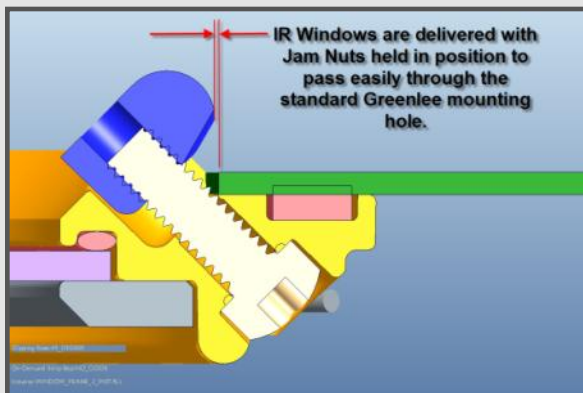
15% das aplicações



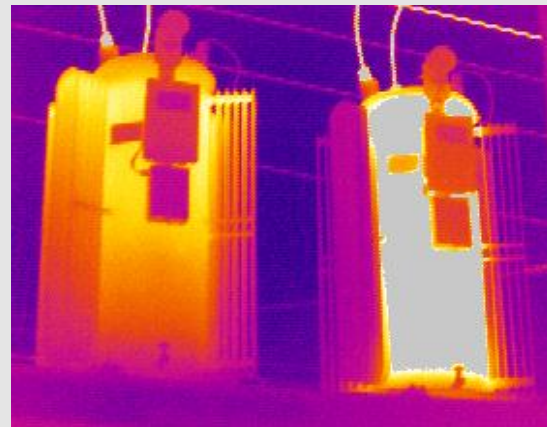
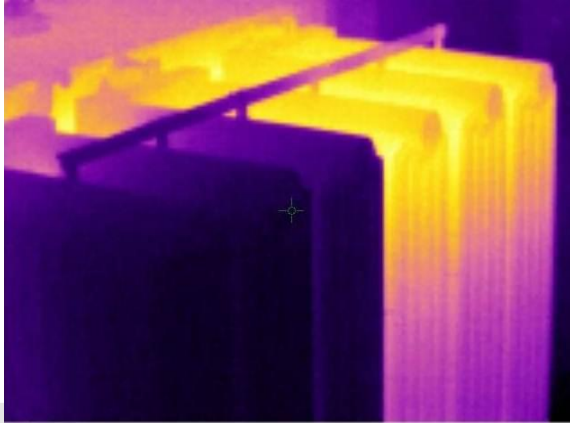
**IR 50mm**

5% das aplicações

# Instalação CV Series

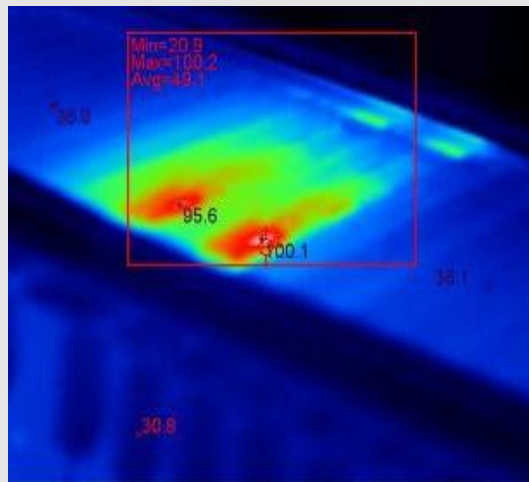
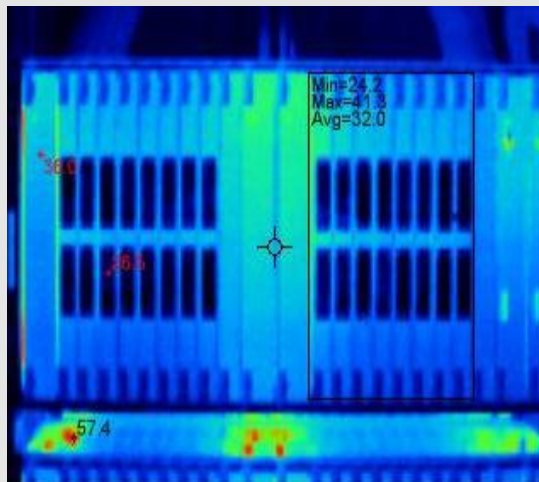
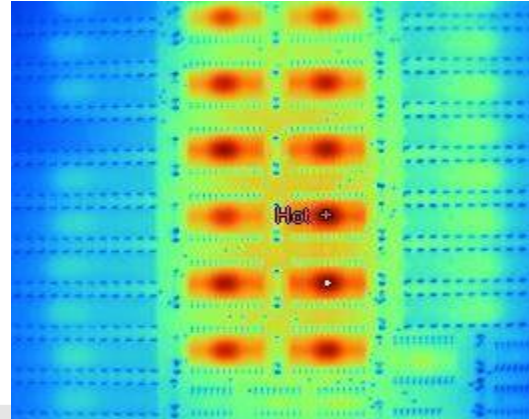
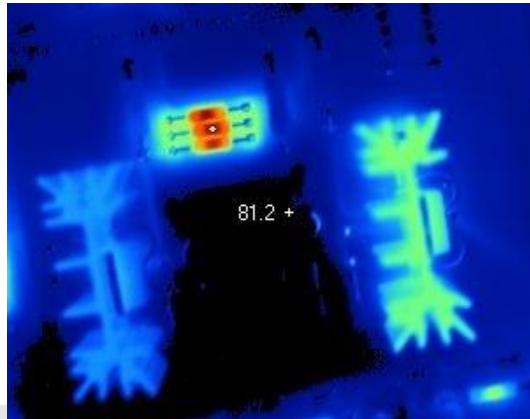


# Subestações



- 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

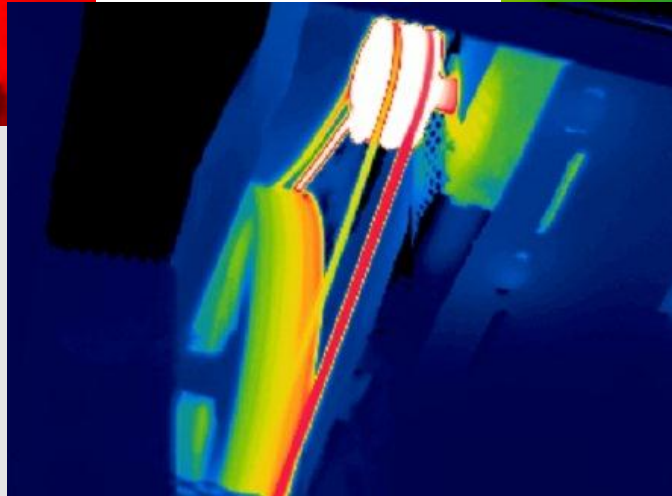
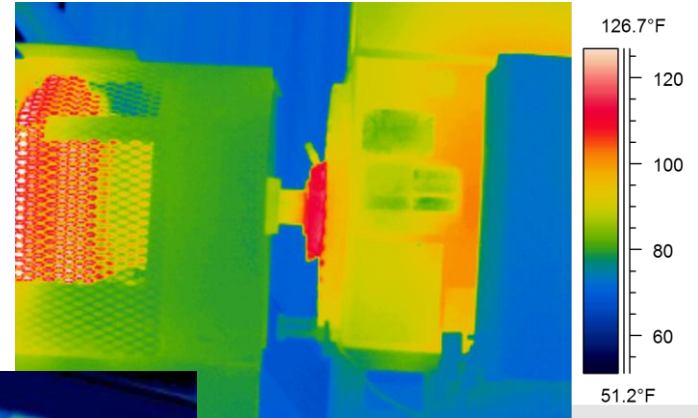


- O mesmo se aplica para eletrônica e telecom. Pontos com aquecimento excessivo ou falta de aquecimento podem representar falhas.

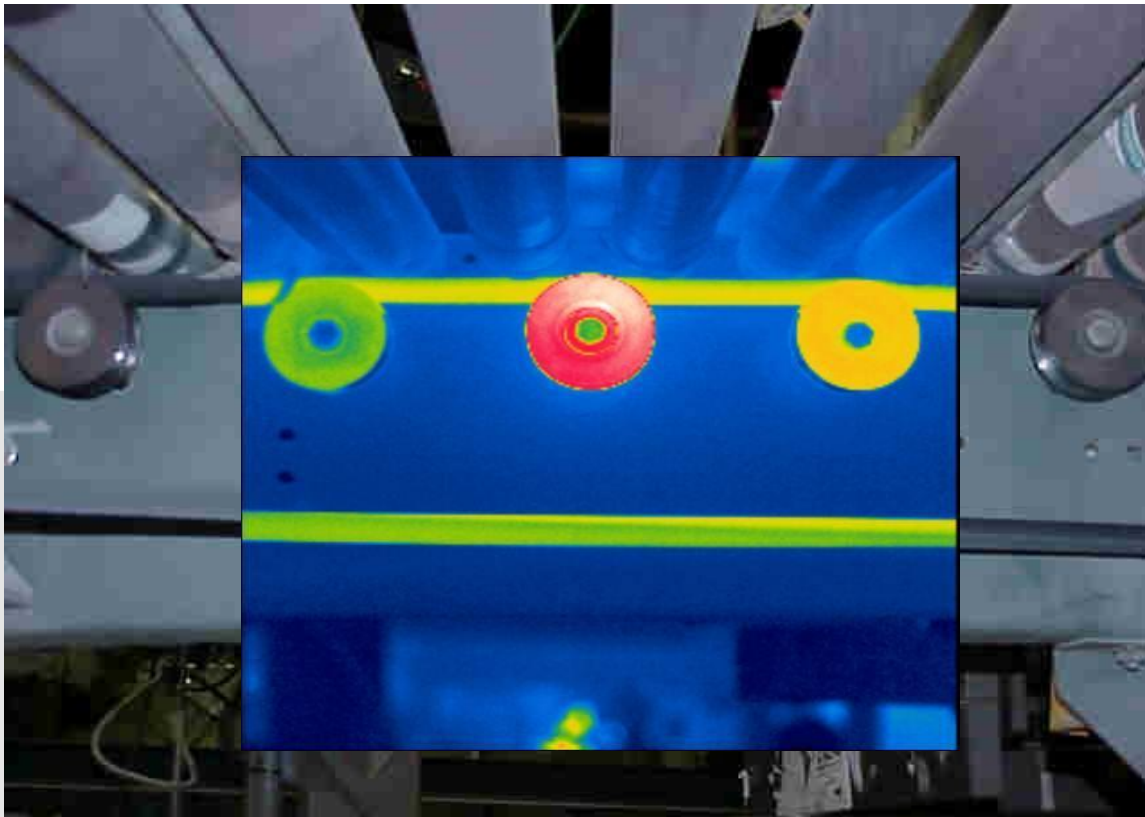
# Inspeções em sistemas mecânicos

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

# Mancais e Acoplamentos

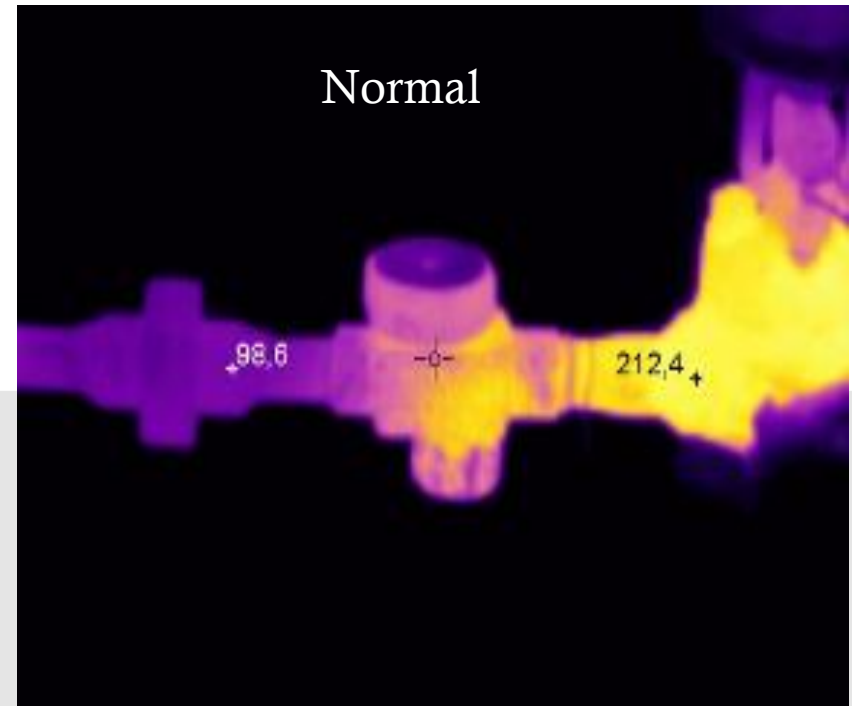
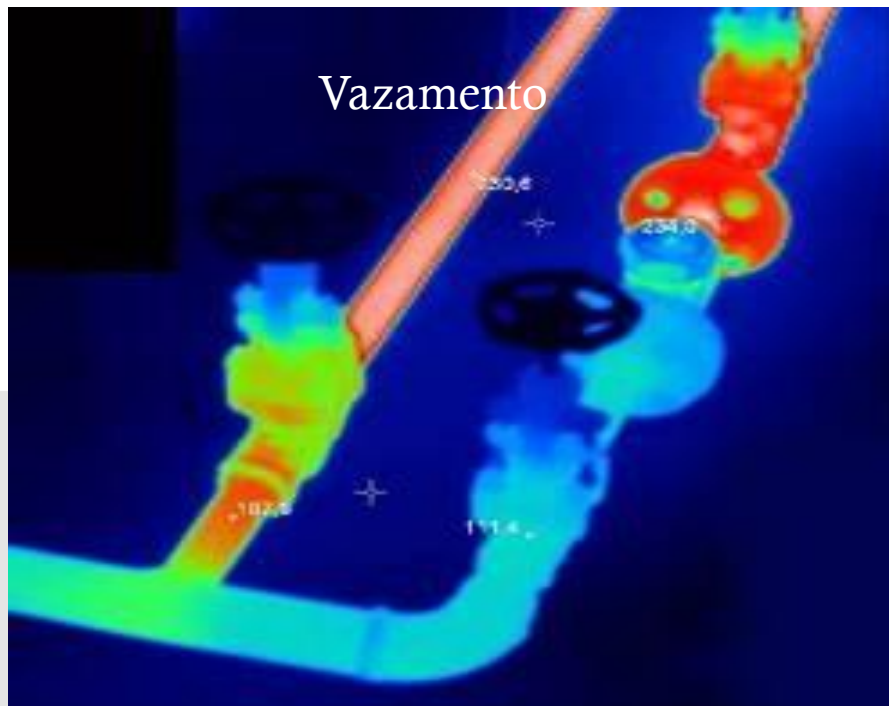


# Rolamentos



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

# Tubulações e válvulas



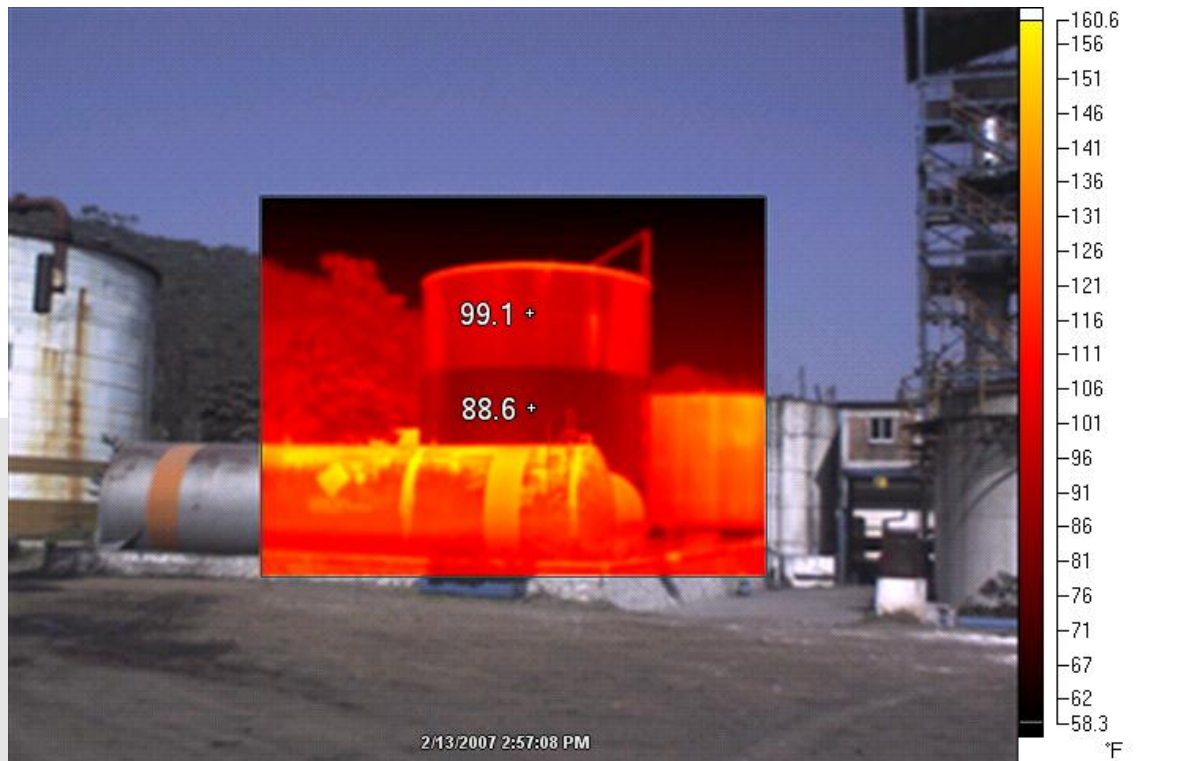
# Tubulações e válvulas



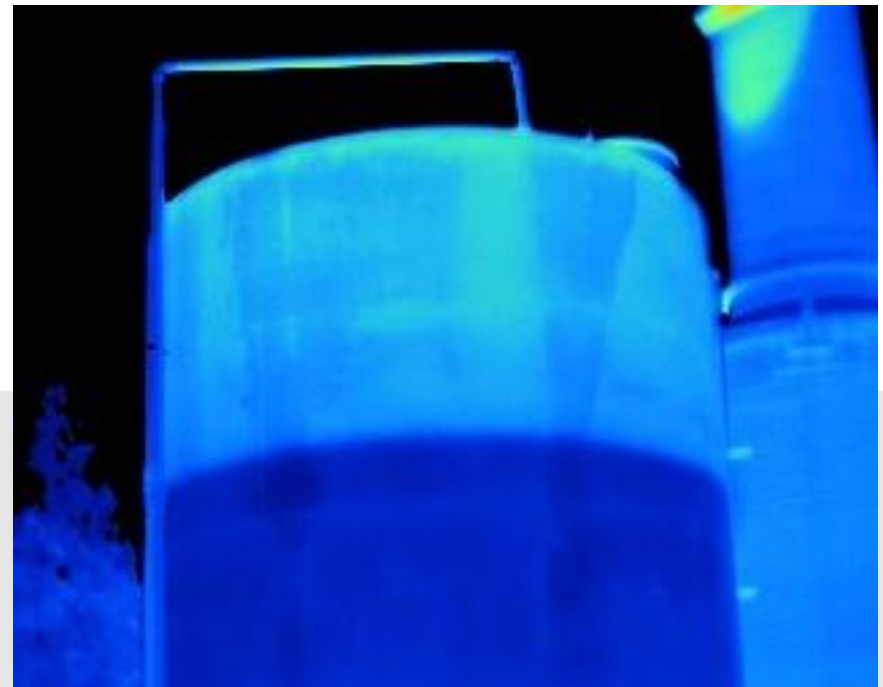
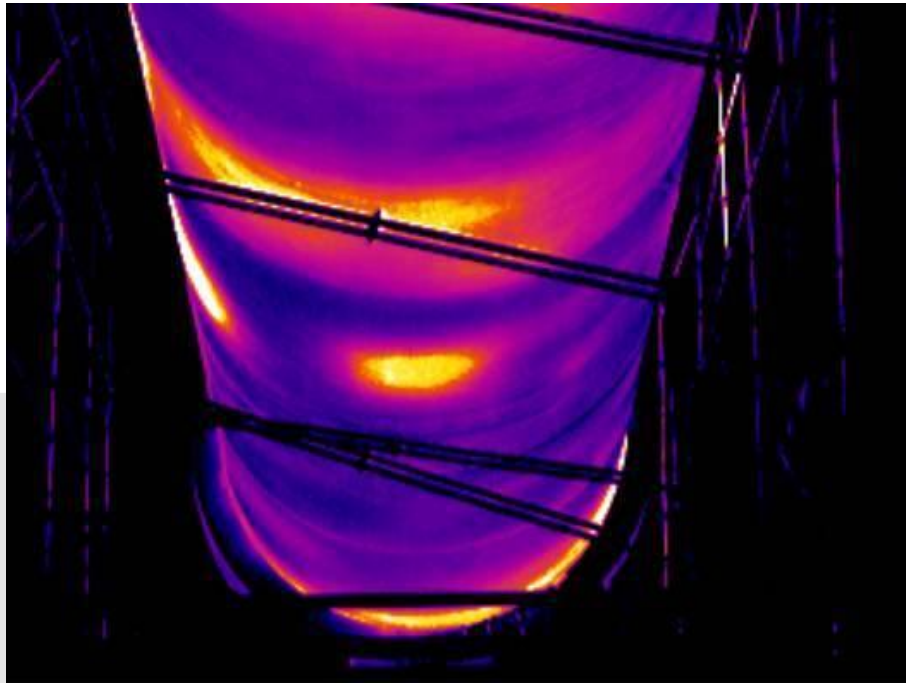
# Tubulações e válvulas



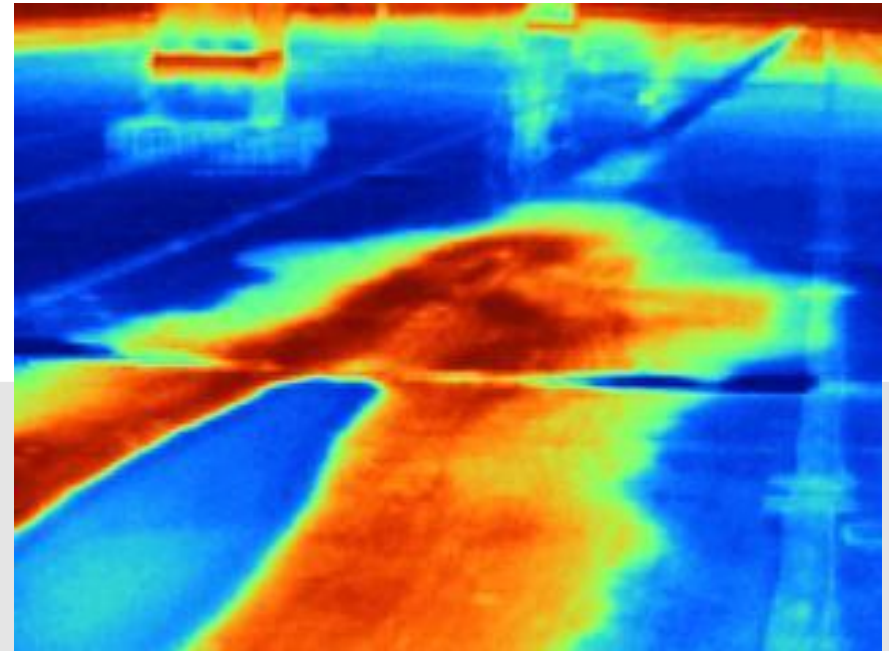
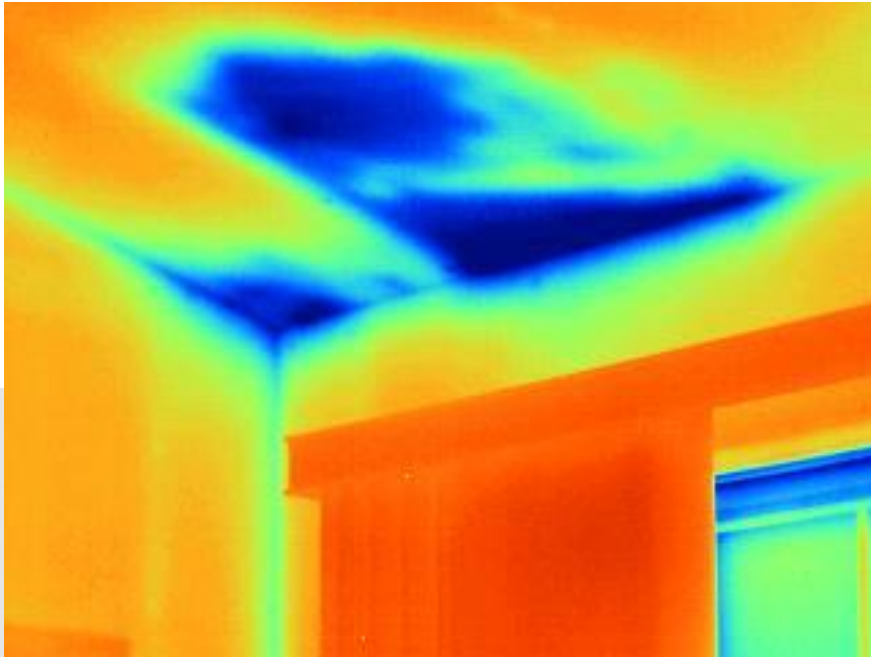
# Medida de nível



# Isolamentos e tanques



# Inspeções prediais

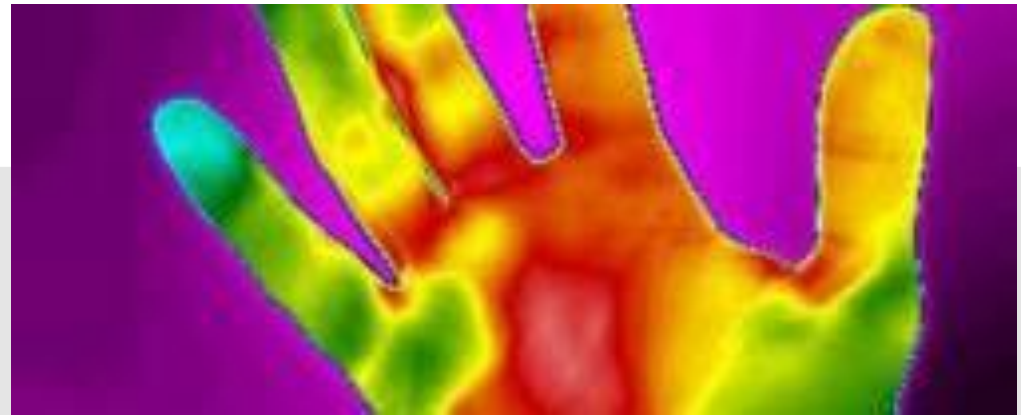


# Outras aplicações



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

Novos  
modelos

**Ti90**



**Ti95**



**Ti100**



**Ti105**



**Ti110**



**Ti125**



**Ti200**



**Ti300**



**Ti400**



# Características Ti



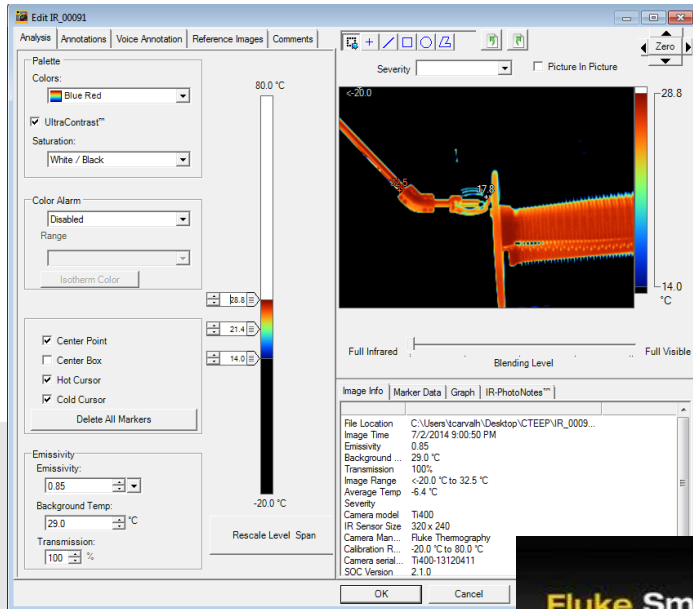
- Tecnologia IR-Fusion®
- Exclusivo sistema de Foco LaserSharp™ (Ti200, Ti300 e Ti400)
- Fácil de usar
- Bateria com duração de mais de 4 horas em uso contínuo
- Anotação de voz (60seg) e imagens de luz visível
- Software gratuito
- 2 anos de garantia

# Características Ti

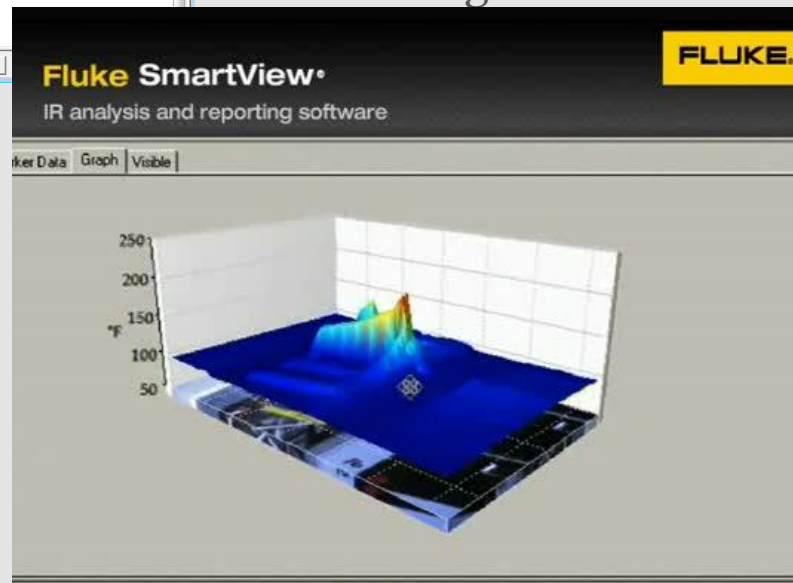


- Projetado e testado para resistir a quedas de até 2m
- Resistente a pó e água - IP54
- Proteção da lente Standard incorporada ao produto
- Sem alça de tampa, evitando um risco de acidente durante inspeção
- Trabalha em ambientes de -10°C até 50°C e mede até 1200°C

# 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 :**  $-15^{\circ}\text{ C}$  a  $500^{\circ}\text{ C}$

4180:  $-15^{\circ}\text{ C}$  até  $120^{\circ}\text{ C}$

4181:  $30^{\circ}\text{ C}$  até  $500^{\circ}\text{ C}$

# Obrigado



## Contato:

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

**FLUKE®**