Palestrante: Engenheira Eletricista – Tatiane Carvalho

- Engenheira de Aplicação da Fluke do Brasil
- Especialista em Termografia
- Termografista Nivel I pela Snel Group

Moderador – Engeheiro Edson Martinho
Consulltor

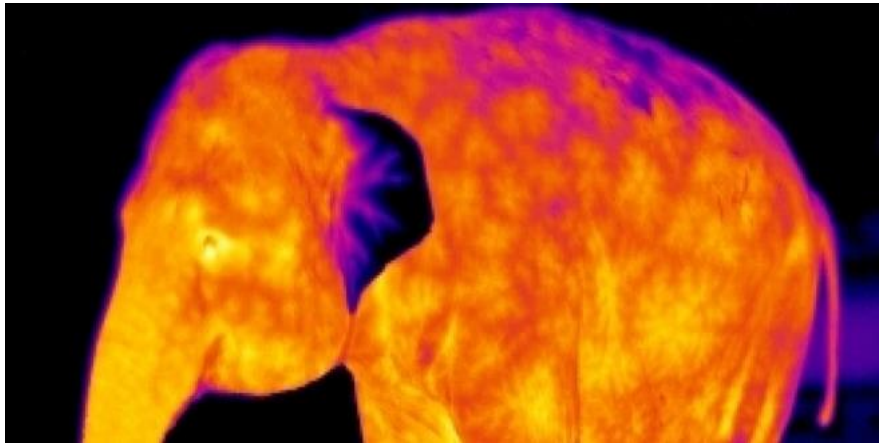
Conceitos de Termografia

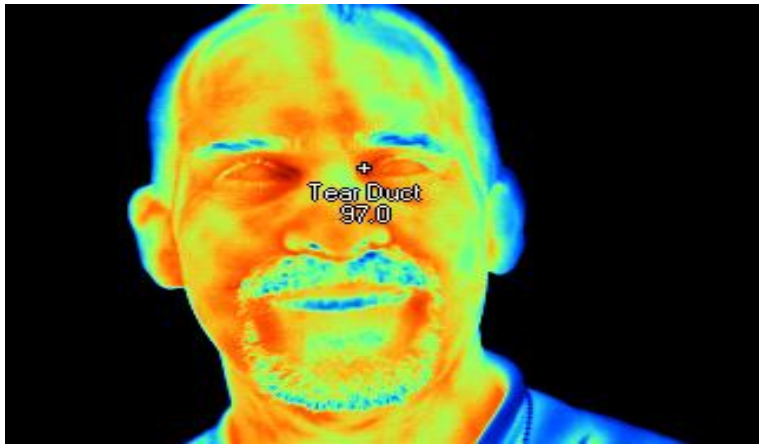
Onde e como você pode se beneficiar

O que é Termografia?

- **Técnica** de sensoreamento remoto que **possibilita** a **medição** de **temperaturas** e a **formação de imagens térmicas** (chamadas termogramas), de um componente, equipamento ou processo, **à partir da radiação infravermelha** (IR), naturalmente **emitida pelos corpos**, **em função de sua temperatura**. (*)

(*) – NBR 15424 - Ensaios não destrutivos - Termografia - Terminologia





Onde podemos utilizá-la?

- Manutenção preditiva:
  - Equipamentos Elétricos
  - Equipamentos Mecânicos
  - Linhas de distribuição e transmissão de energia
- De um modo geral, análises que envolvam:
  - Umidade
  - Espessura
  - Adesão
  - Fricção
  - Termo Capacitância

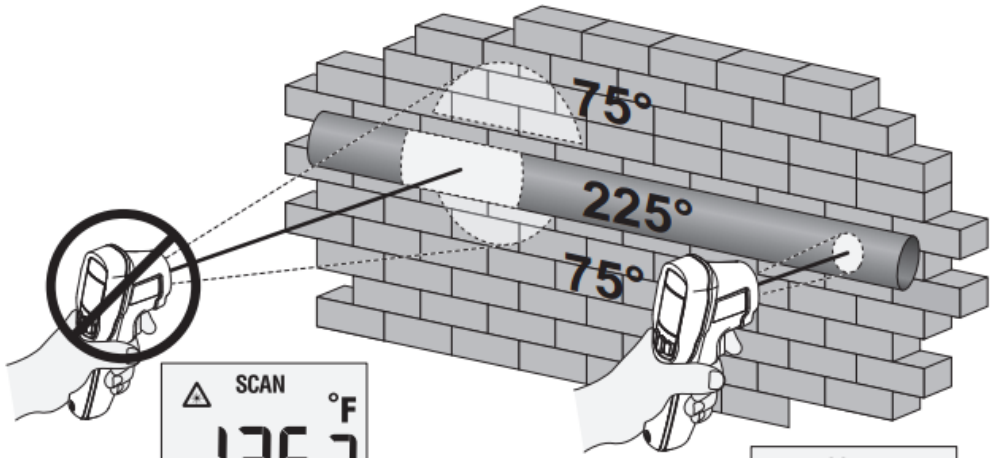
O que ela pode oferecer?

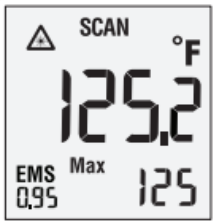
- **Segurança**
  - NR-10 – Elétrica (Medição a uma distância segura - IR)
  - Objetos muito quentes, em rotação ou qualquer outra situação que apresente risco à segurança dos envolvidos no processo.
- **Facilidade**
  - Resultado instantâneo
  - Grandes distâncias com exatidão
- **Simplicidade**
  -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

Diferenciação

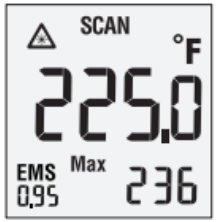
Termômetros infravermelhos

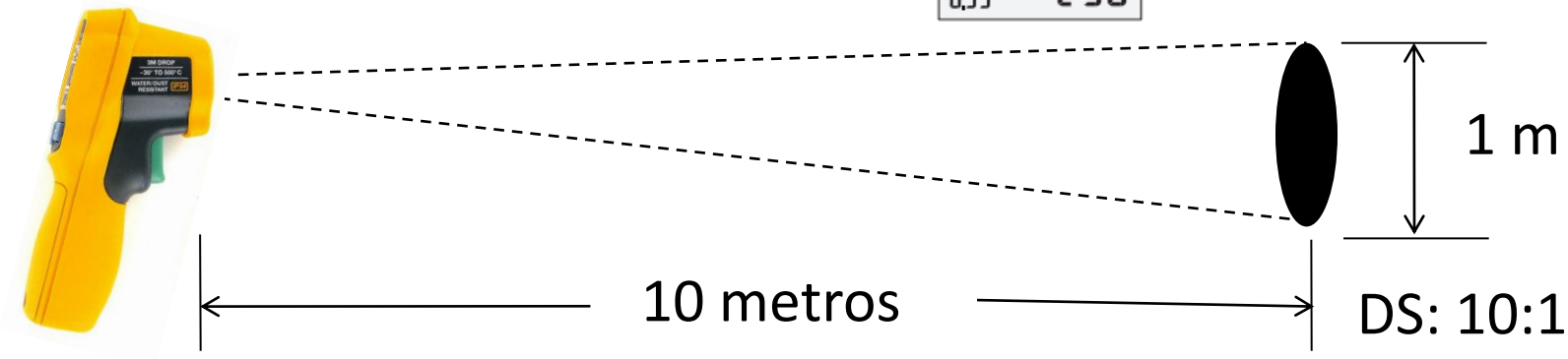
Medição de temperatura pontual





OK

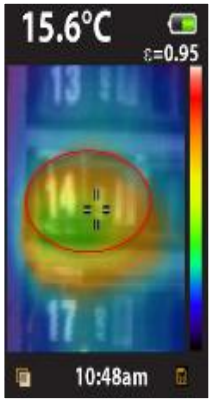


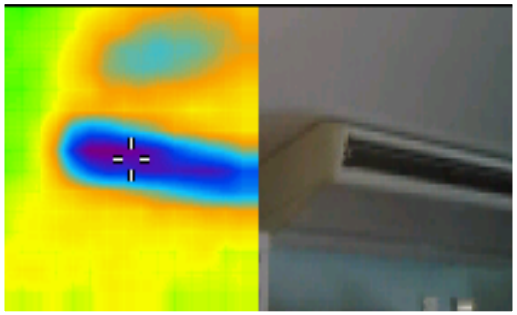


Termômetros infravermelhos Visuais – VTs

Medição de temperatura pontual associada ao imageamento térmico

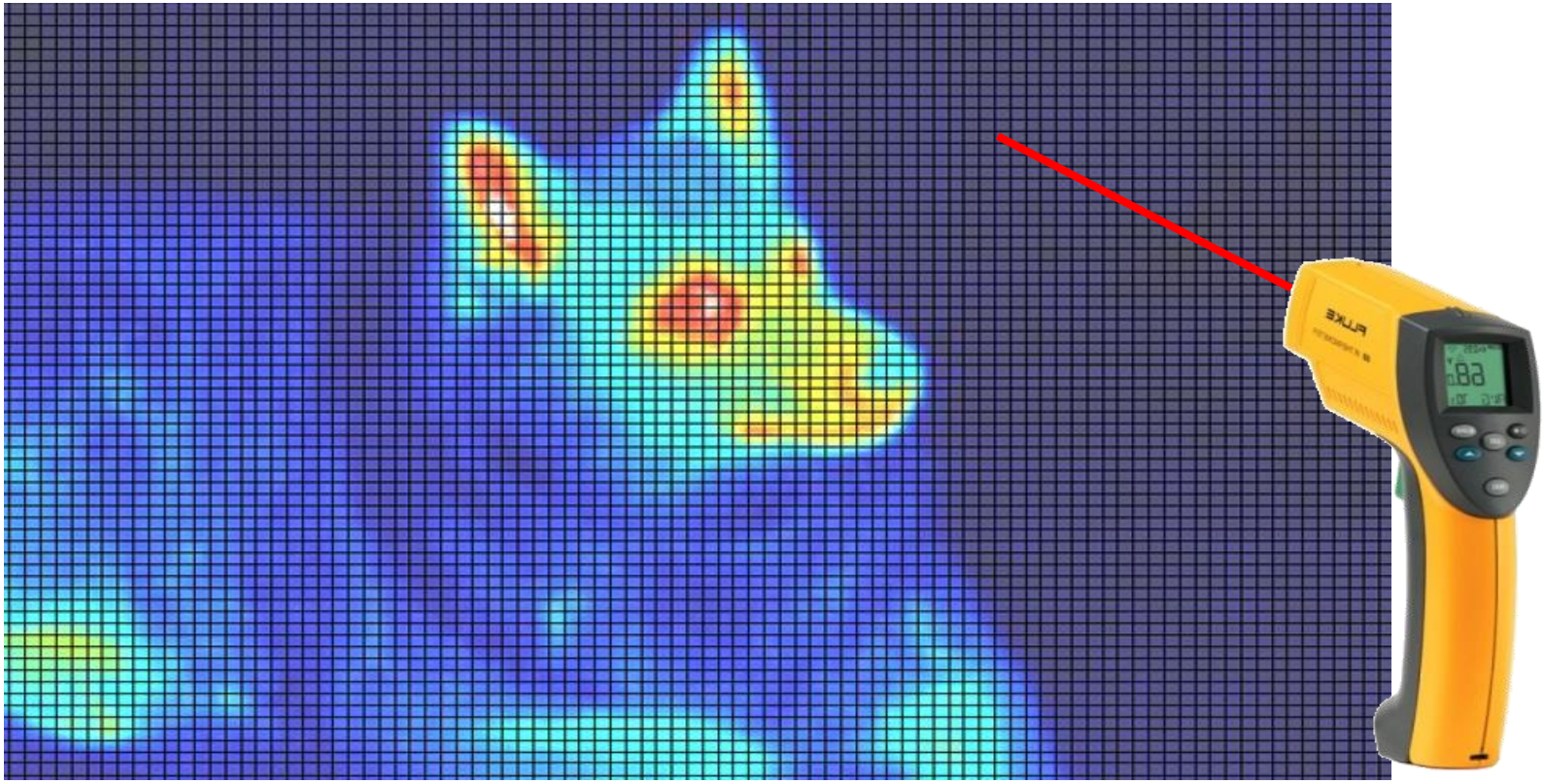
- Elétrica
- Industrial
- HVAC
- Qualidade





Termovisores | Formação da imagem

Características do detector

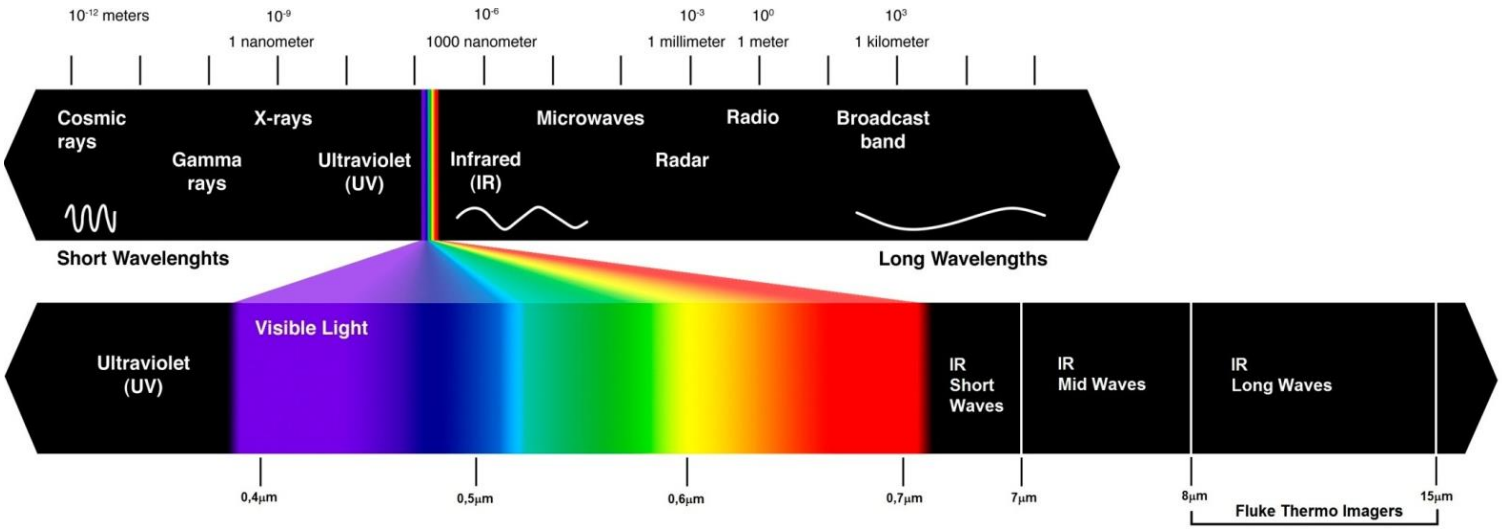


- A Fluke possui em sua linha de produtos, atualmente, termovisores com 4800 à 76800 pontos de detecção de temperatura!

Radiação Infravermelha

Espectro eletromagnético

Radiação Infravermelha



- ✓ A radiação infravermelha é emitida por todos os objetos;
- ✓ A quantidade de radiação aumenta com a temperatura;
- ✓ A radiação detectada se refere a temperatura aparente da superfície!

Componentes da radiosidade

Propriedades dos corpos

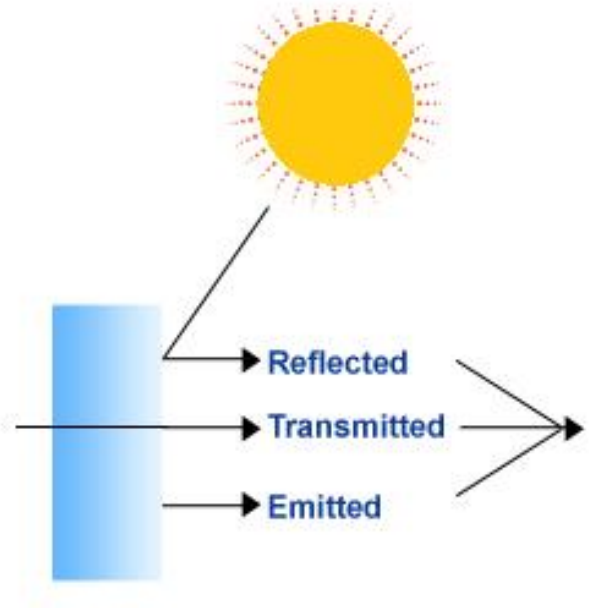
- A radiação transmitida por um material não o afeta
- A radiação refletida por um material não o afeta
- A radiação absorvida por um material transfere a ele um pouco de sua energia e é, então, radiada ou emitida novamente

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

R = Refletividade
(Capacidade de refletir a radiação IR)

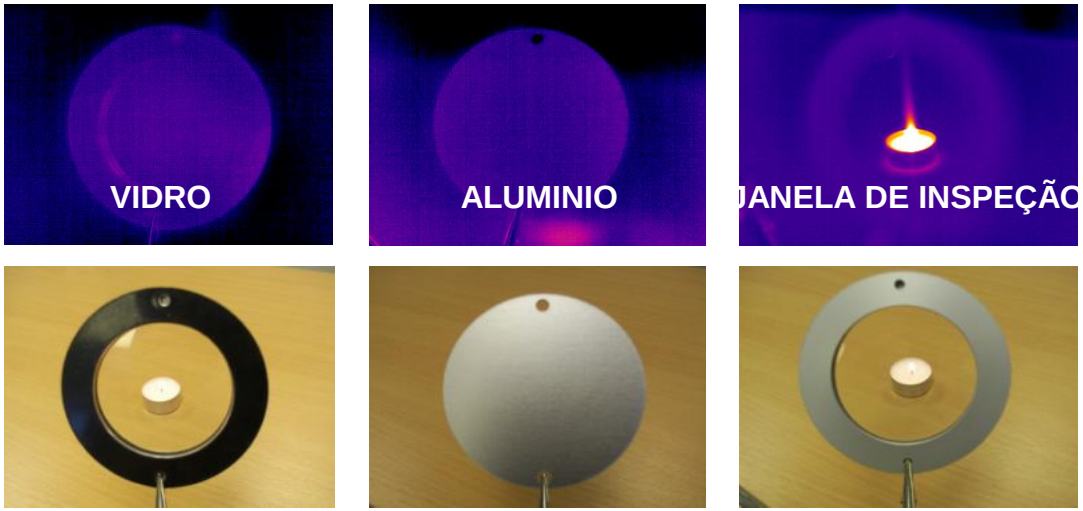
A = Absorção/Emissividade
(capacidade de emitir radiação IR)

T = Transmissividade
(capacidade de transmitir ou não radiação IR)



Transmissão e opacidade

Propriedades dos corpos



- **Transmissivos**

  Deixam passar de forma total ou parcial a radiação IR

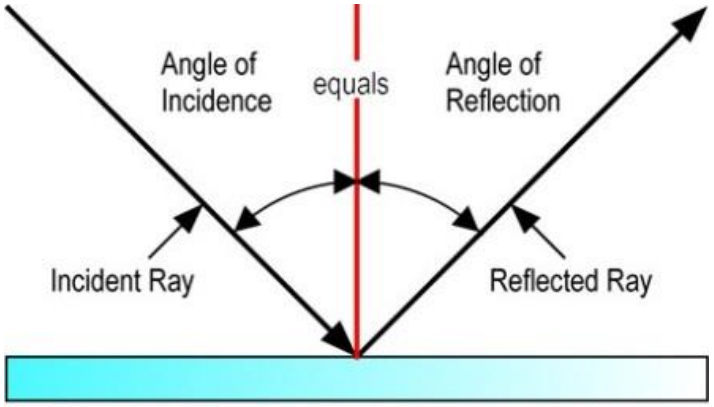
- **Opacos**

  Não deixam passar nenhuma radiação IR

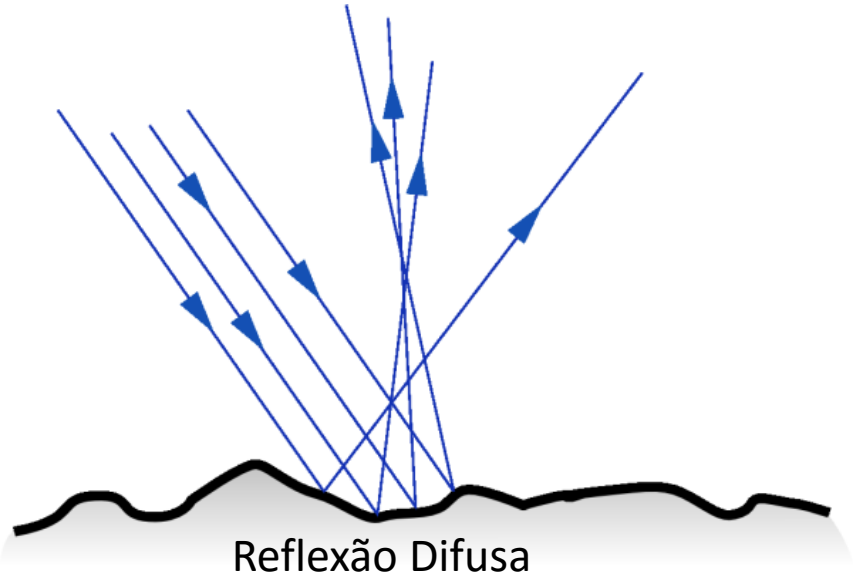
Nota: Filmes plásticos finos, como sacolas de supermercado, são altamente transmissivos

Reflexão

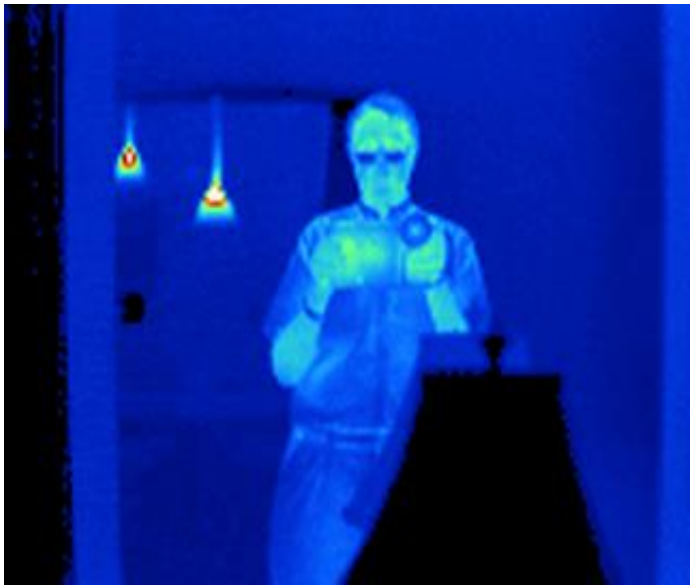
Propriedades dos corpos

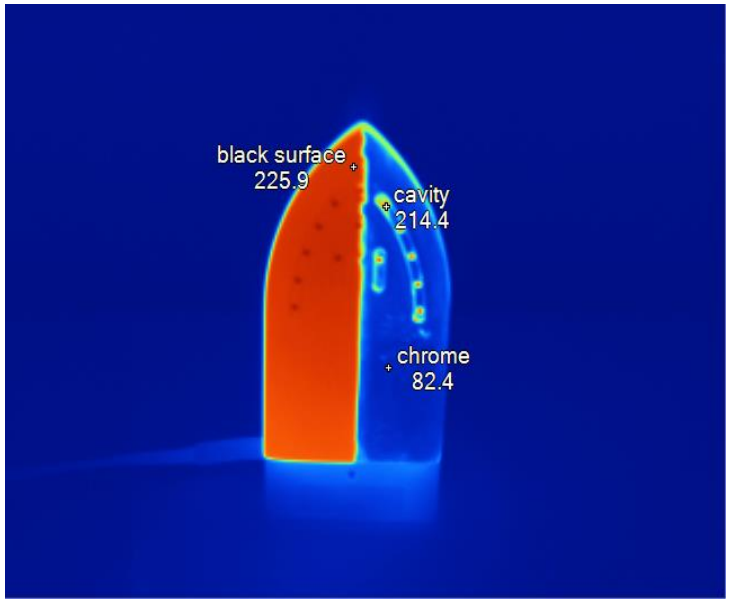


Reflexão Especular



Reflexão Difusa





Inspeção Termográfica

Propriedades dos corpos

R+A =1 (100%)

R = Refletividade

(Capacidade de refletir a radiação IR

A = Absorção/Emissividade

(capacidade de emitir radiação IR)

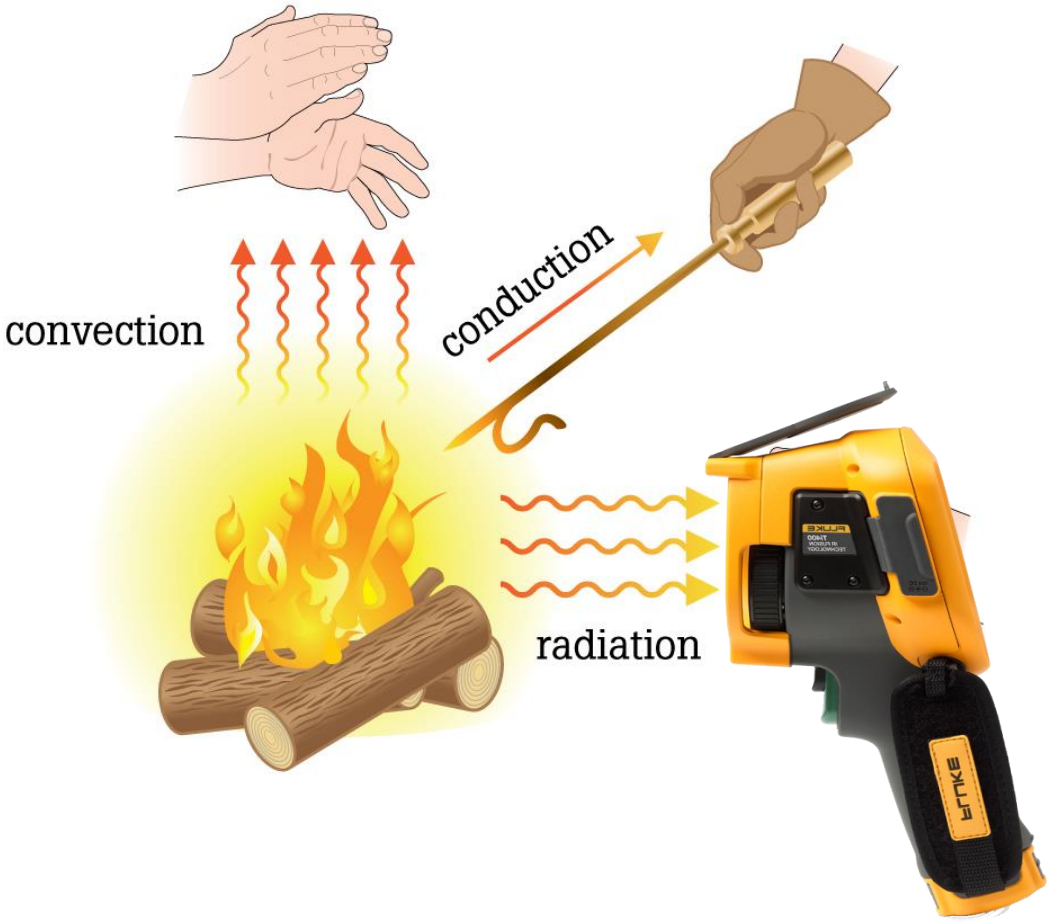
T = 0

(capacidade de transmitir ou não radiação IR)

Existem diversos meios de se resolver os problemas de baixa emissividade (E < 0,6) :

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

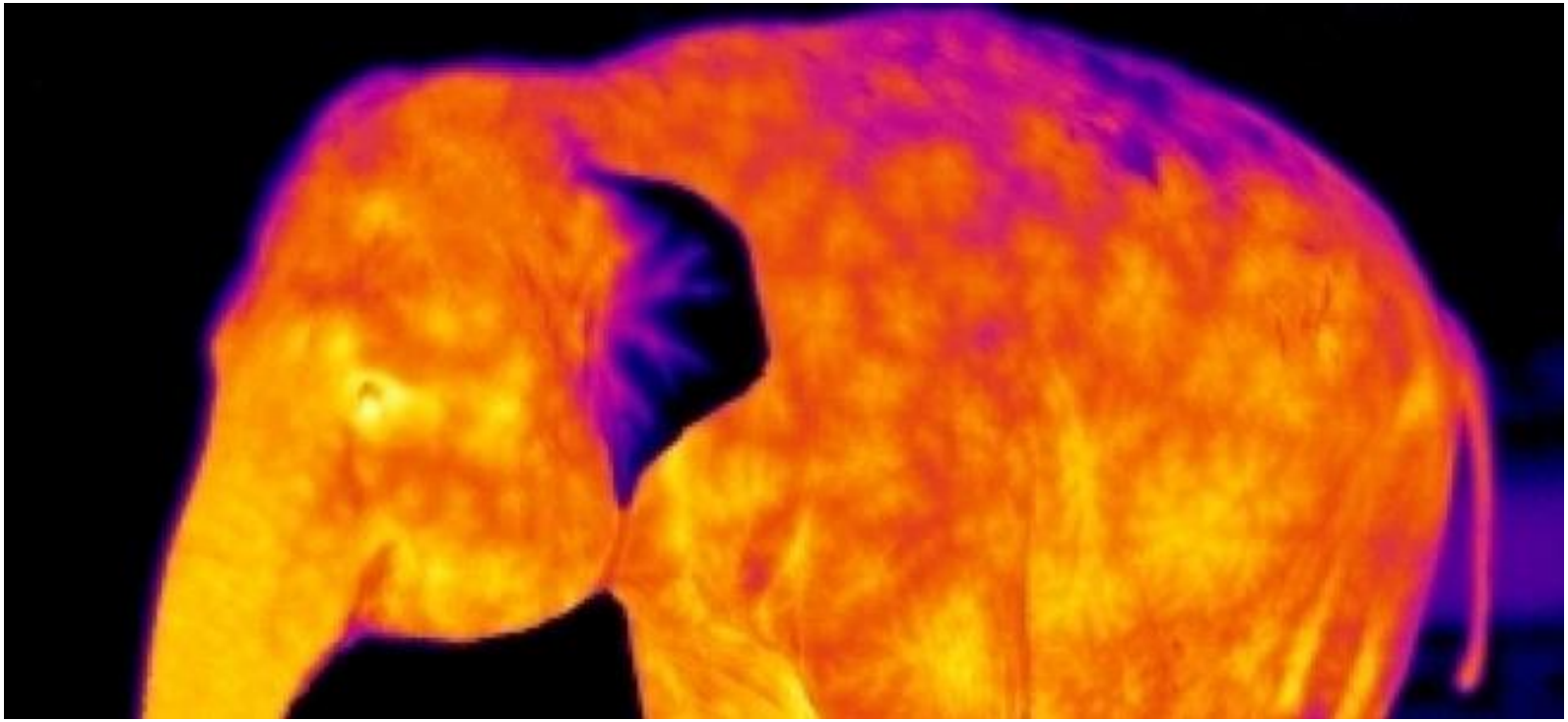
Transferência de calor



Condução

- Transferência de calor entre sólidos

Convecção



- Transferência de calor entre fluídos

Convecção – O Vento

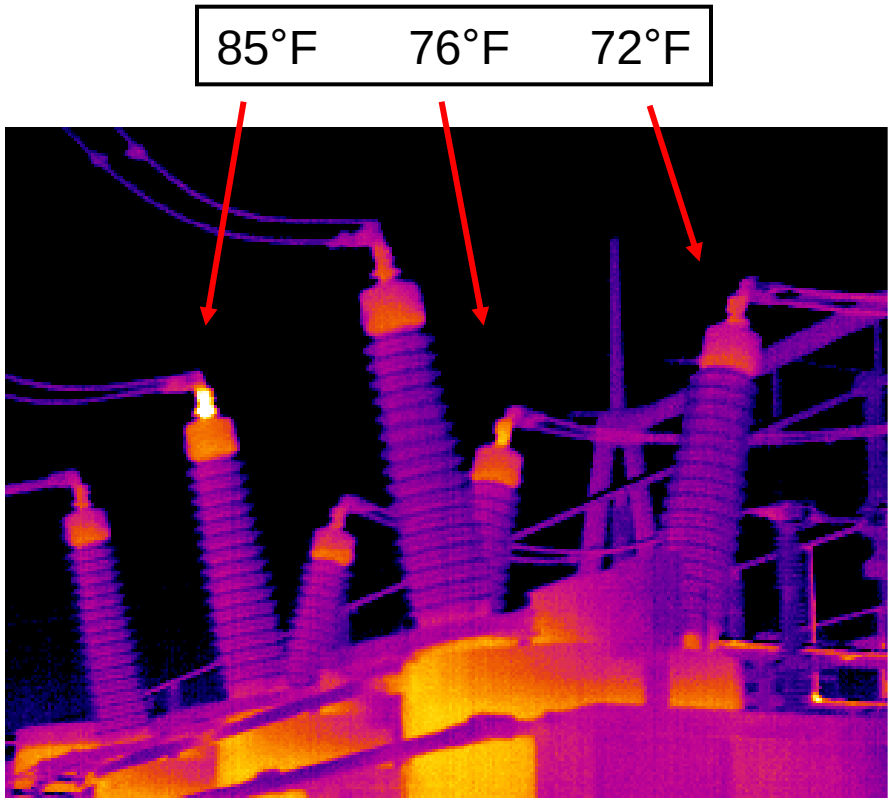
Escala do vento de Beaufort

Velocidade do vento (mph – milhas por hora)		
calmo	<1	calmo, fumaça sobe na vertical
ar leve	1-3	direção do vento pode ser vita 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

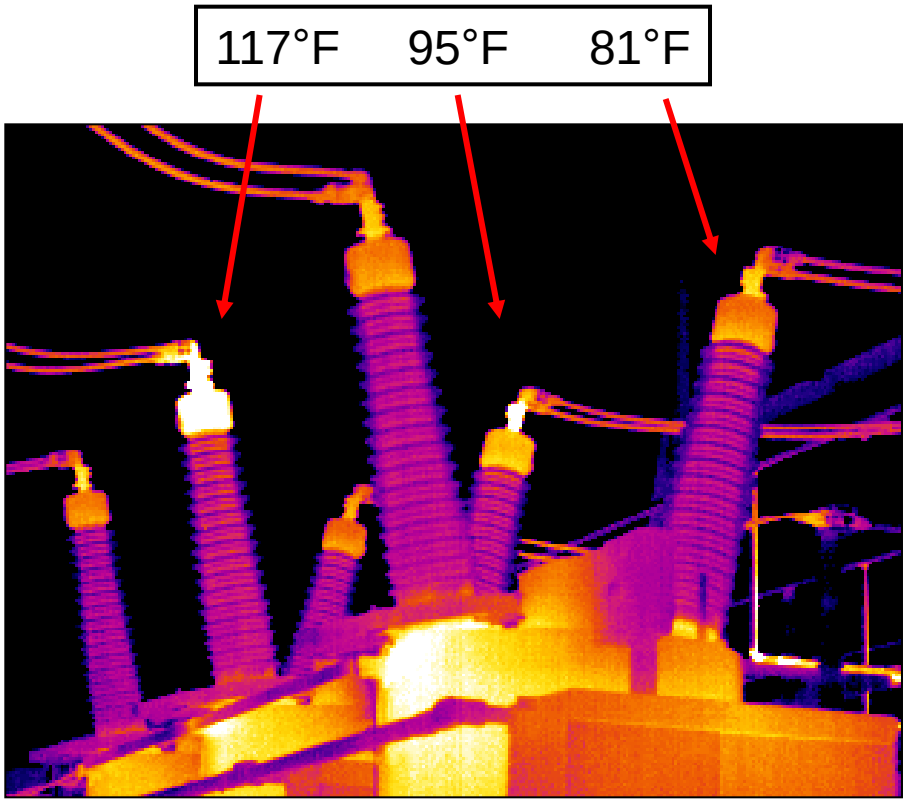
Redução ΔT em até $\frac{1}{2}$

Redução ΔT em até $\frac{2}{3}$

Alguns fatores que influenciam
Vento

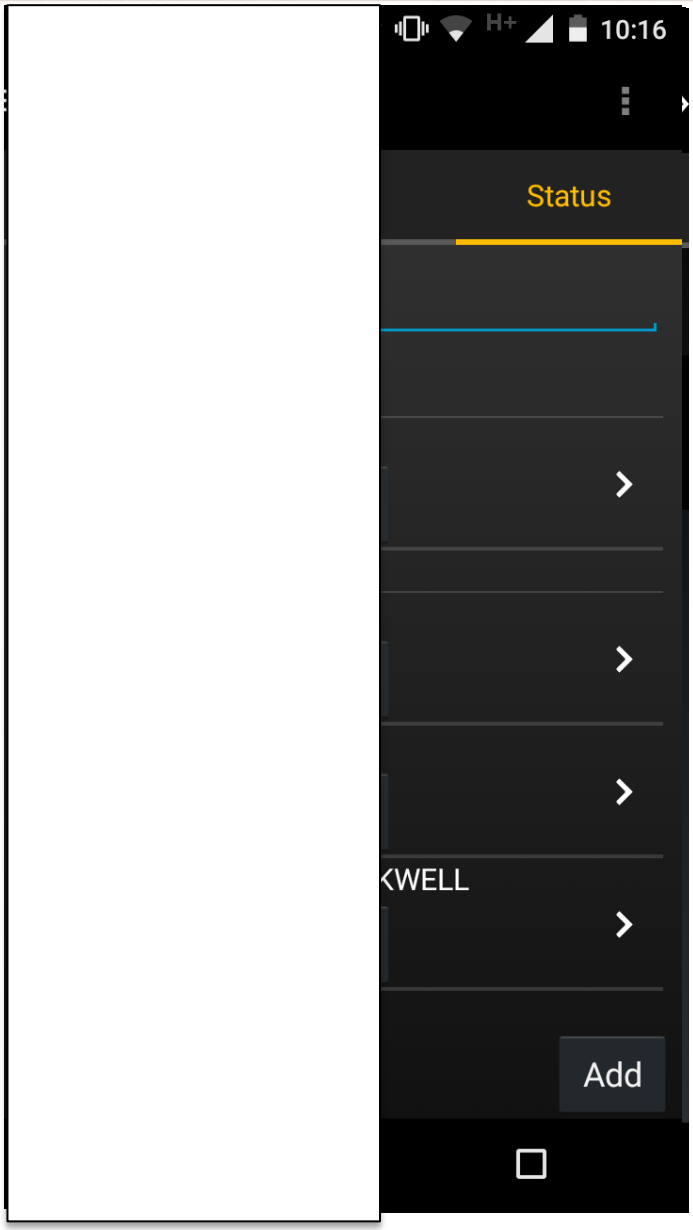


Vento à 15 mph **ΔT = 13°F**



ΔT = 36°F Sem vento

Termografia Qualitativa e Comparativa

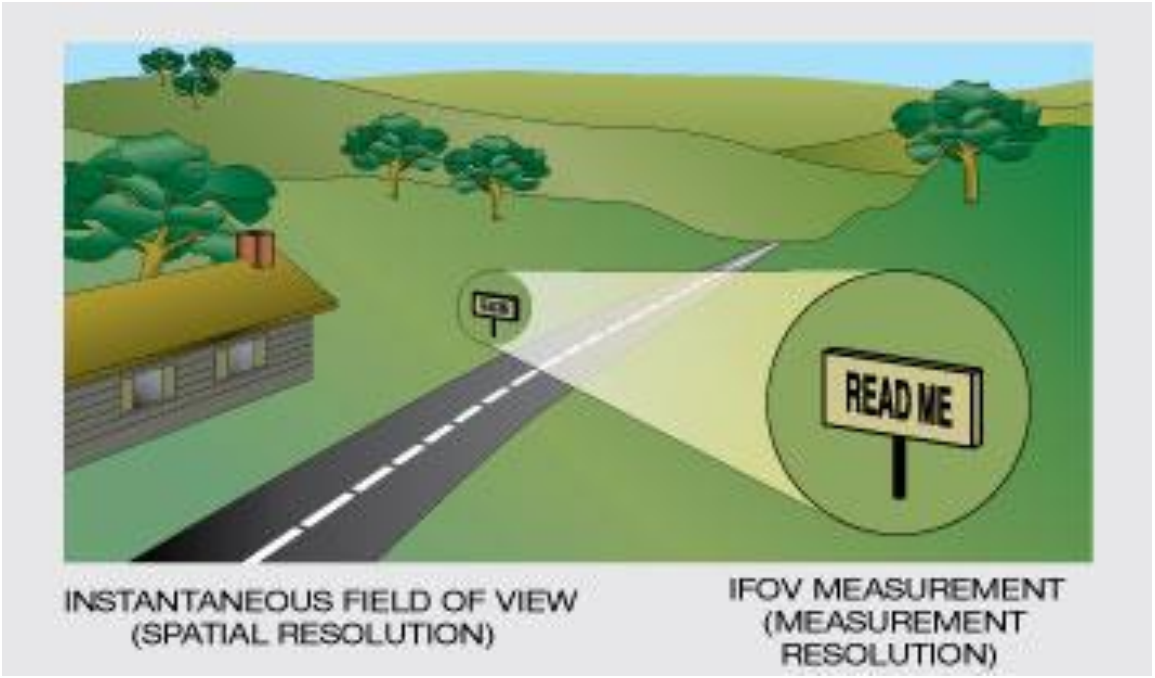


Equipamentos

Termovisores | Resolução espacial

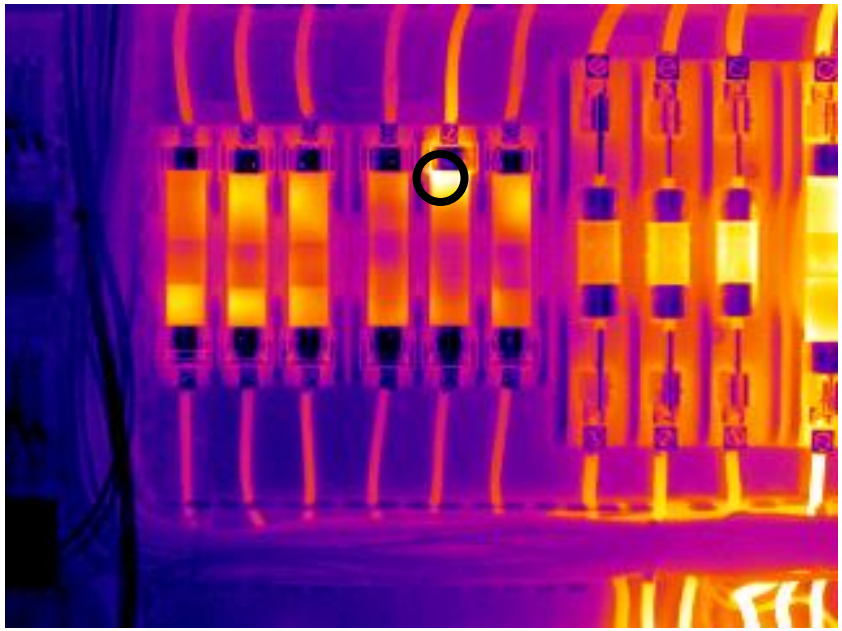
Limites do Sistema de Infravermelho

- FOV
- $IFOV_{TEORICO}$
- $IFOV_{REAL}$
- Sensibilidade térmica

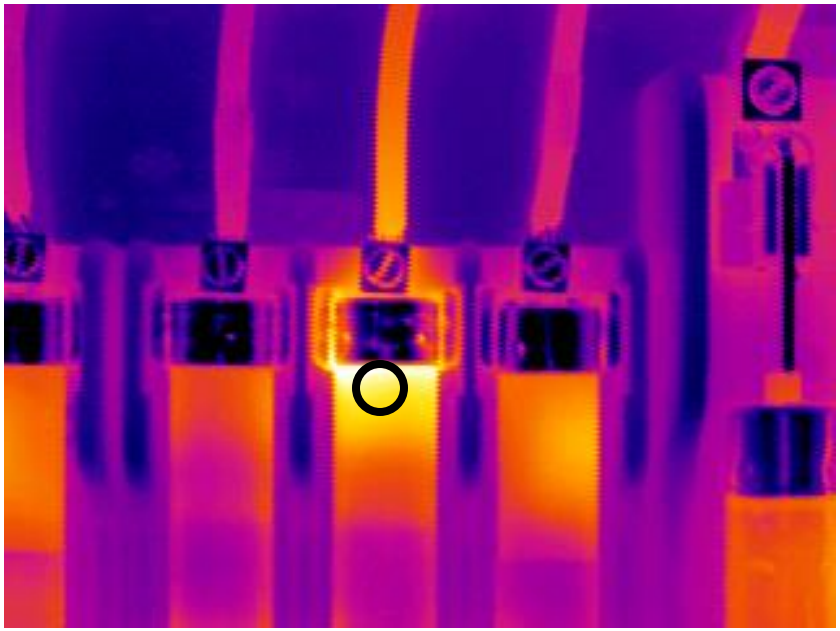


Termovisores | Resolução espacial

Limites do Sistema de Infravermelho



"Identifico um ponto quente,
mas não consigo medí-lo"



"Se me aproximo mais,
consigo medí-lo com precisão"

Termovisores | IFOV Calculator

Limites do Sistema de Infravermelho

Field of View Calculator

Select Camera

Ti400

Select Units

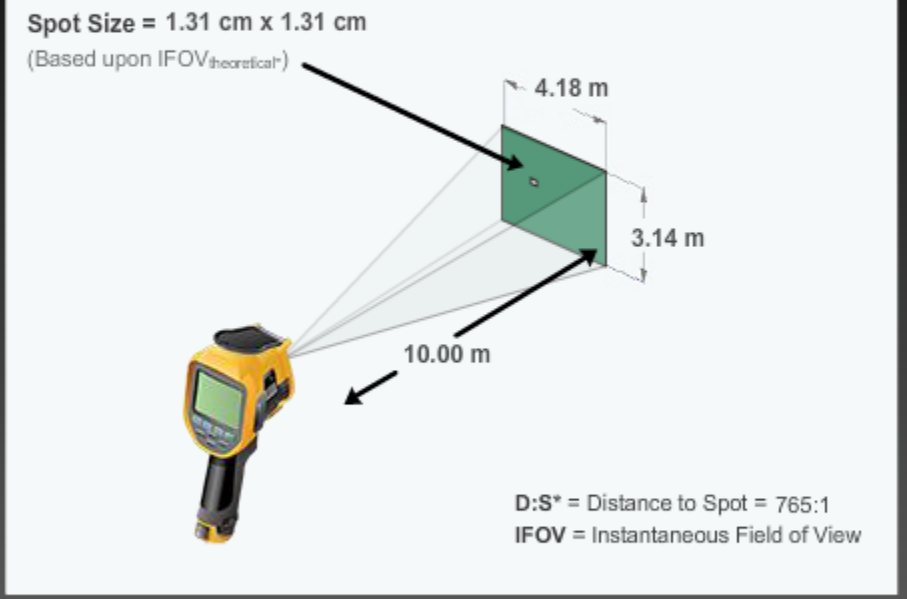
Meters

Select Lens

Standard

Enter distance to Target

10

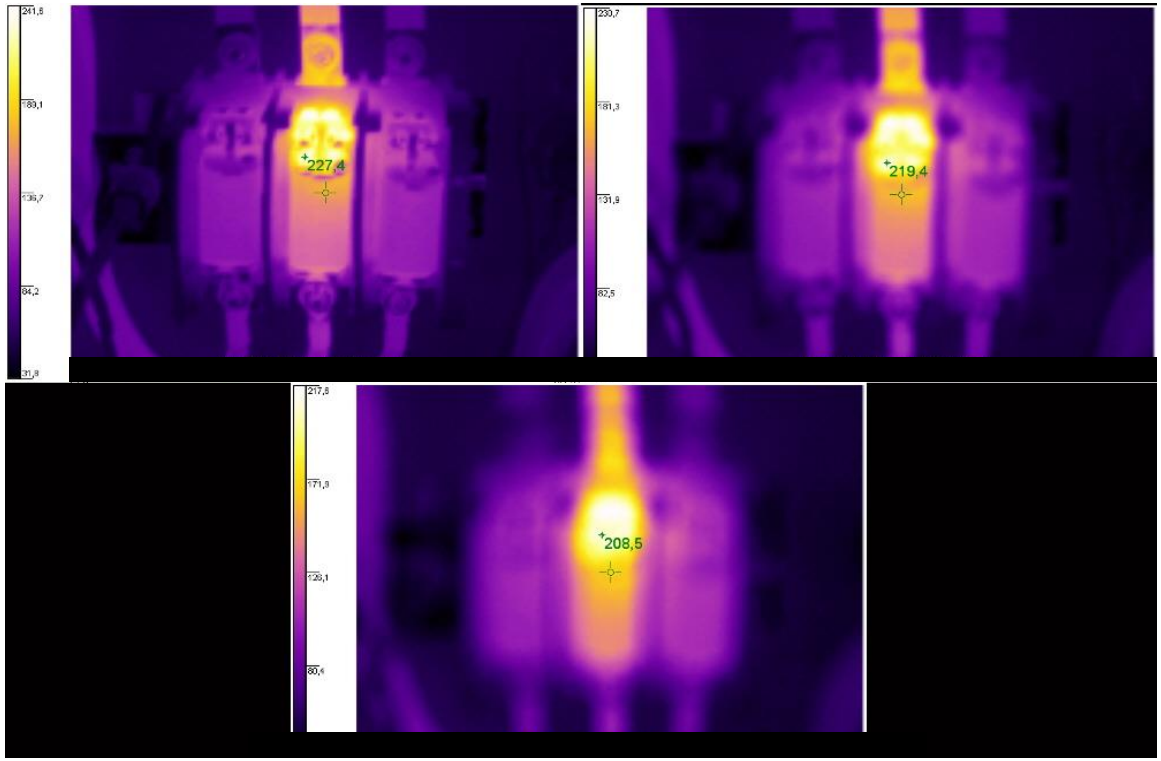


*Note: D:S theoretical (= 1/IFOV theoretical) is the calculated spot size based on the pitch of the camera detector array and lens focal length. D:S measured (= 1/IFOV measured) is the spot size needed to provide an accurate temperature measurement. Typically, D:S measured is 2 to 3 times smaller than D:S theoretical, which means the temperature measurement area of the target needs to be 2 to 3 times larger than that determined by the calculated theoretical D:S.

© 2005-2011 Fluke Corporation. All rights reserved.

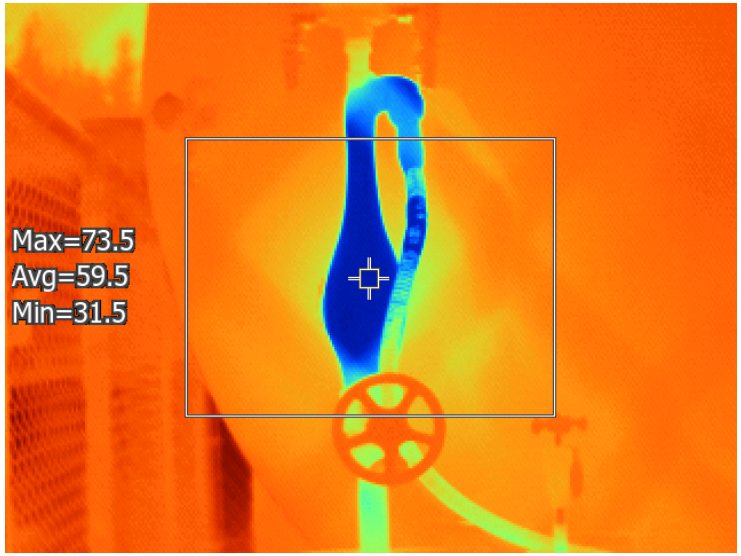
Foco

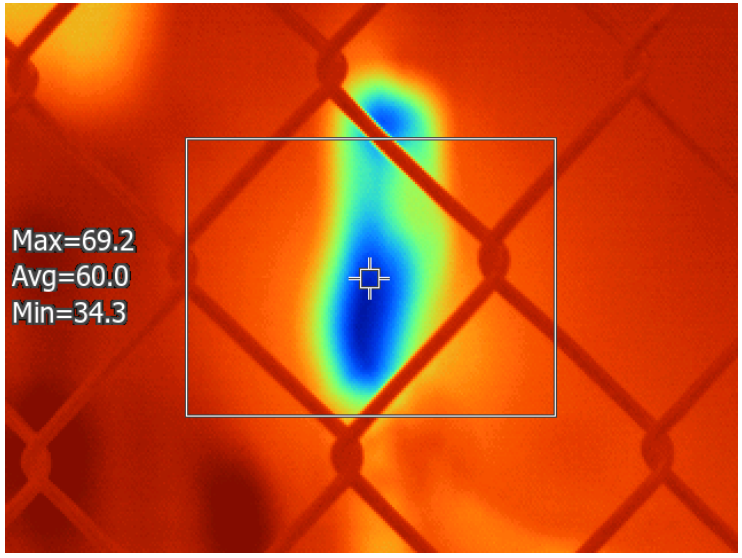
Sistema de Infravermelho



Foco

Sistema de Infravermelho

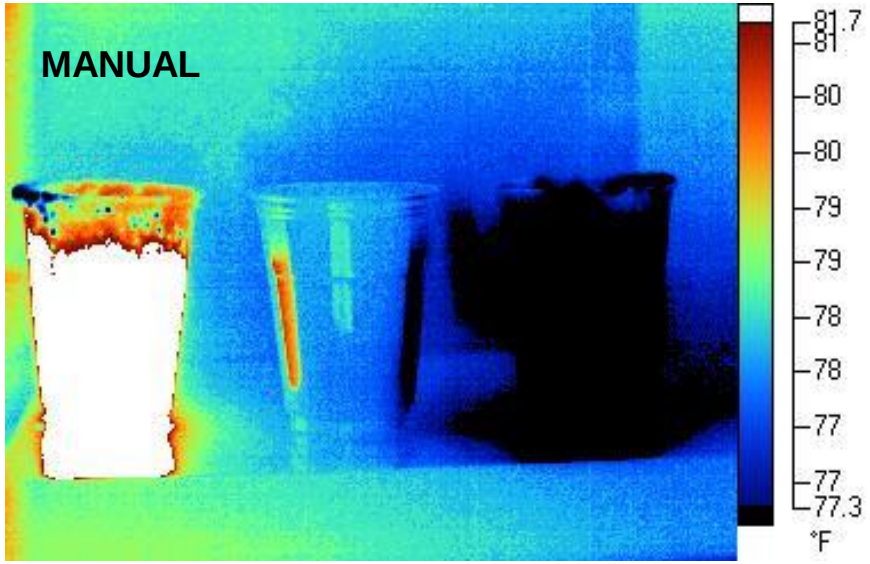


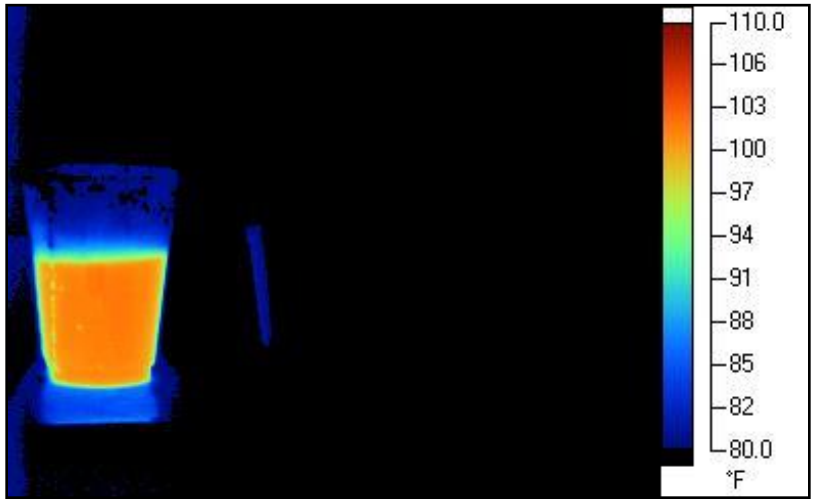


O foco é a única característica da imagem térmica que não pode ser alterada posteriormente (via Software).

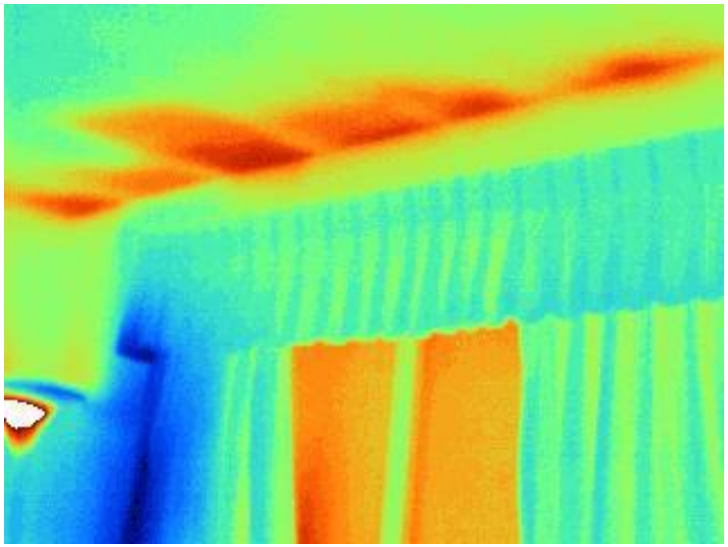
Sistema de Foco LaserSharp™

Faixa e amplitude da temperatura



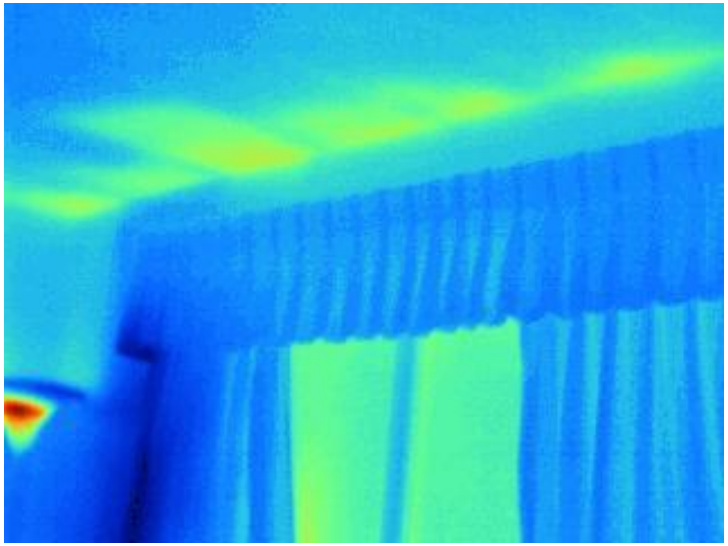


Faixa e amplitude da temperatura

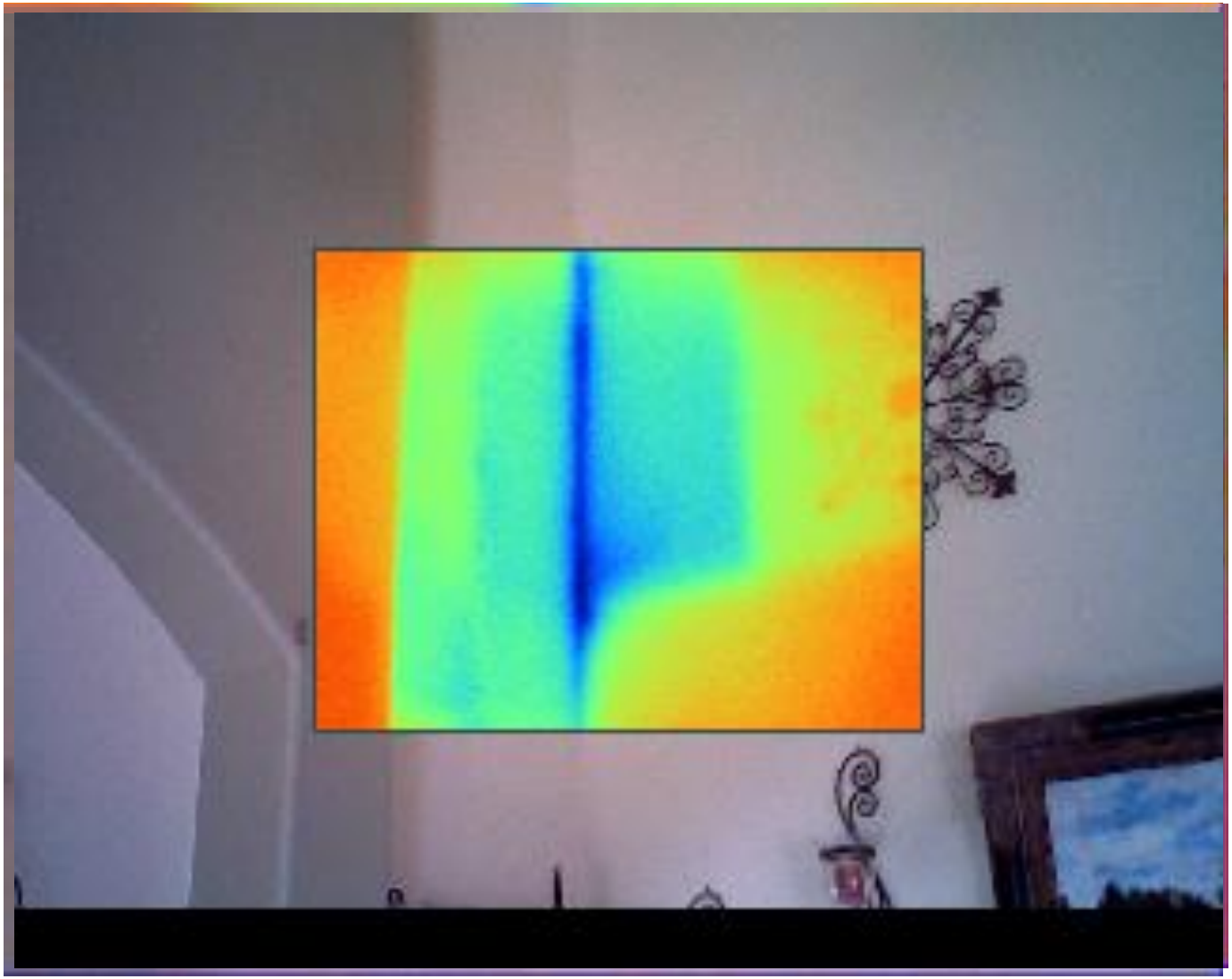


Ajustado manualmente

Automático



Perspectiva



IR Photo Notes, Arquivos de áudio e texto*

“O que este equipamento pode oferecer de recursos adicionais para minha inspeção?”

- Informações adicionais podem ser gravadas diretamente na imagem infravermelha, através da inserção de arquivos de áudio (até 60s), imagens de luz visível (até 5 para cada arquivo radiométrico) e textos*.

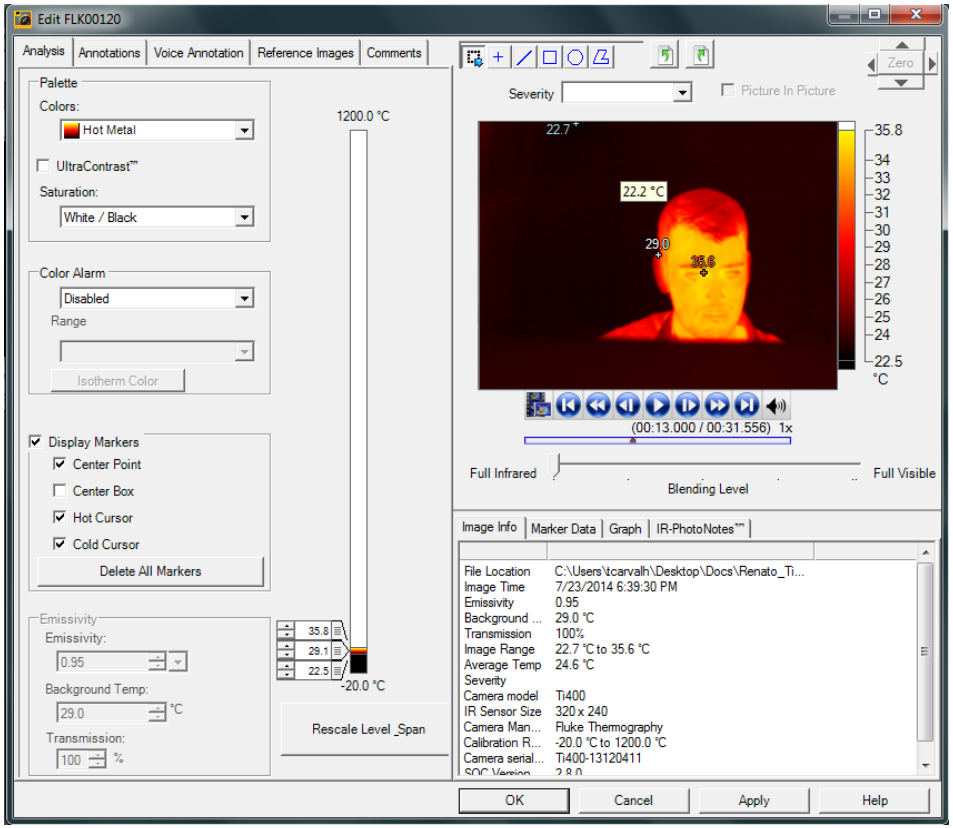
“Durante uma inspeção, não se preocupe em levar folhas de papel para anotações. Grave um comentário, um texto ou acrescente fotos de luz visível à imagem radiométrica que você desejar, propiciando economia de tempo, aumento da organização e padronização de rotinas durante a inspeção.”

Geração de vídeos radiométricos

“Por que a gravação deste tipo de vídeo pode ser importante para mim?”

- A análise temporal de um evento pode ser necessária para mapeá-lo e definir ações para corrigir problemas.
- Você pode extrair arquivos radiométricos a qualquer momento que você pausar o vídeo, além de conseguir ajustar também seus parâmetros;

“Você abre este vídeo no software e consegue analisá-lo em qualquer momento que desejar, até mesmo durante sua reprodução ou exportando cada “pausa” em uma imagem radiométrica, arquivo .is2”

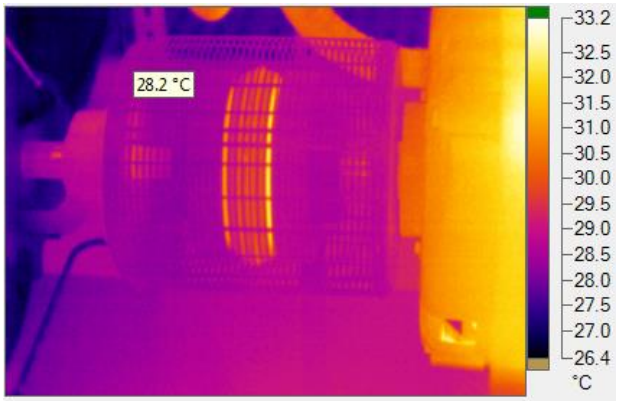


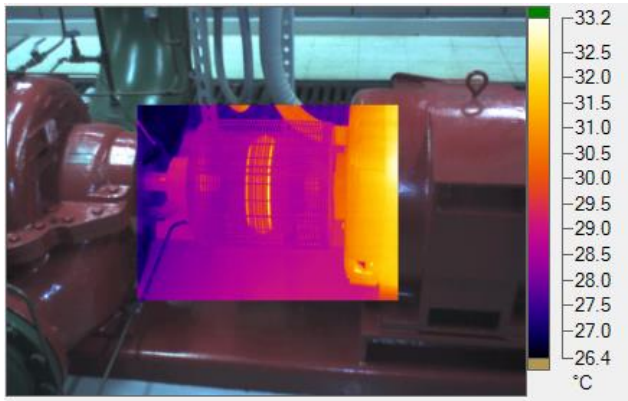
Arquivos gerados pelo equipamento

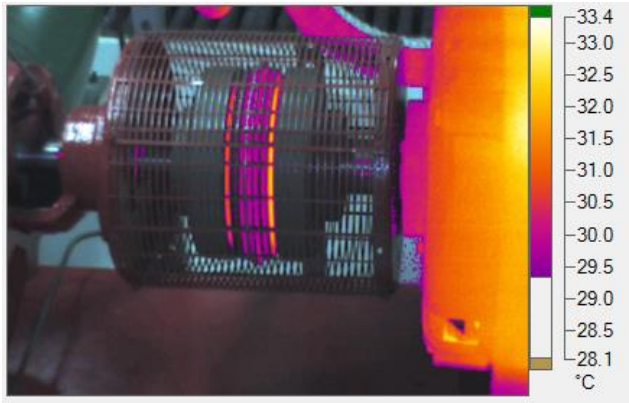
“Qual o formato de arquivo que essa câmera grava?”

- Ele grava arquivos radiométricos (extensão .is2), .jpg, entre outros.
- Quando você salva o arquivo .is2 é possível exportá-lo posteriormente para várias outras diferentes extensões.

“ O arquivo radiométrico possibilita uma estruturada análise via software para elaboração de relatórios objetivos e completos, além da análise na própria câmera. Sendo possível criar inúmeras variações de uma mesma imagem, como nestes exemplos:”





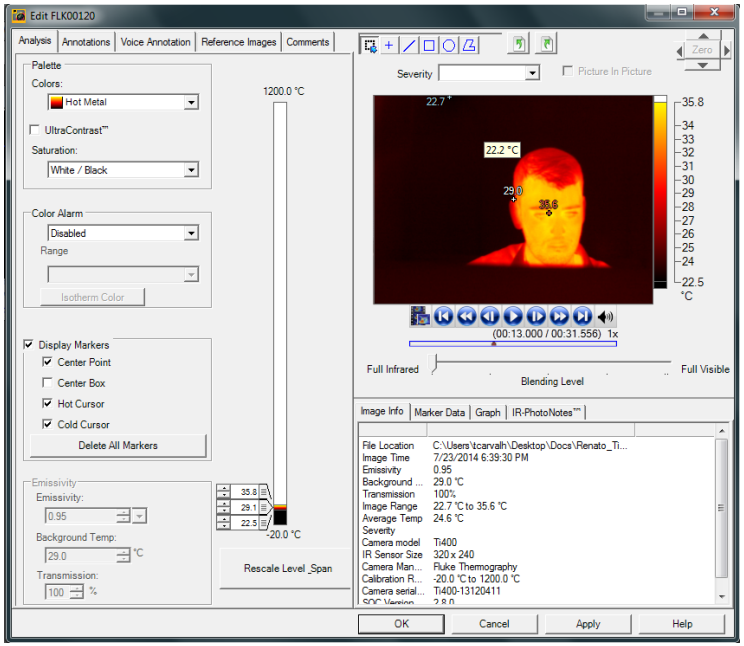


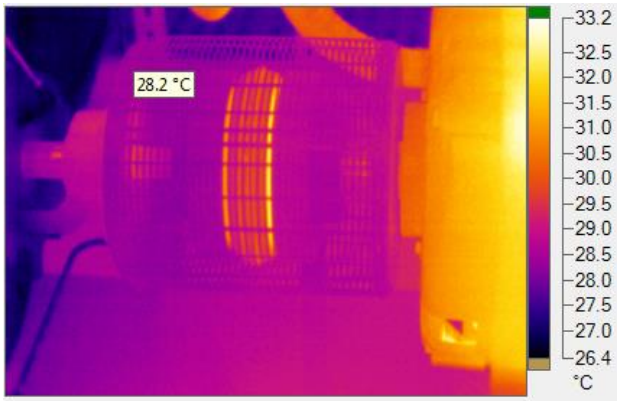
Obs.: Automaticamente, a imagem de luz visível é armazenada com a foto radiométrica.

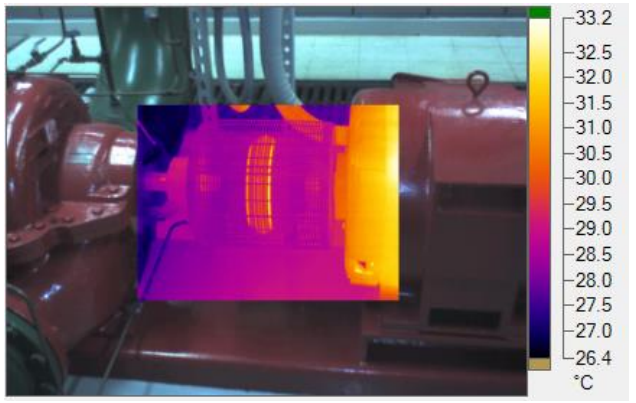
Software para análise de Imagens

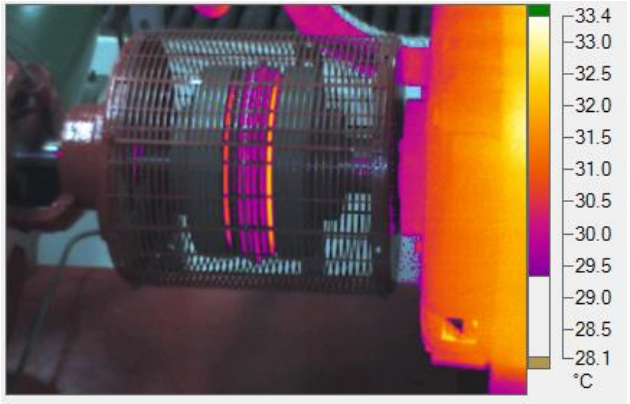
Freeware | Smartview

- Software completo e gratuito;
- Ferramentas para gerenciamento da manutenção;
- É possível alterar todos os parâmetros, com exceção do foco da imagem;
- Elaboração de relatórios completos de maneira otimizada;
- Organização e confiabilidade graças ao armazenamento de informações em um mesmo arquivo.



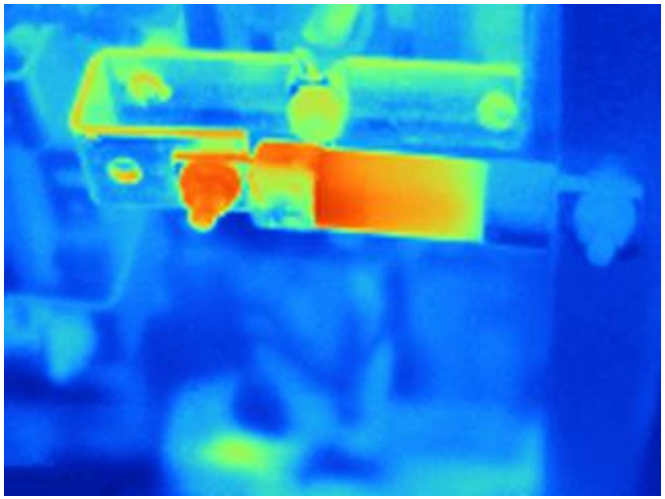


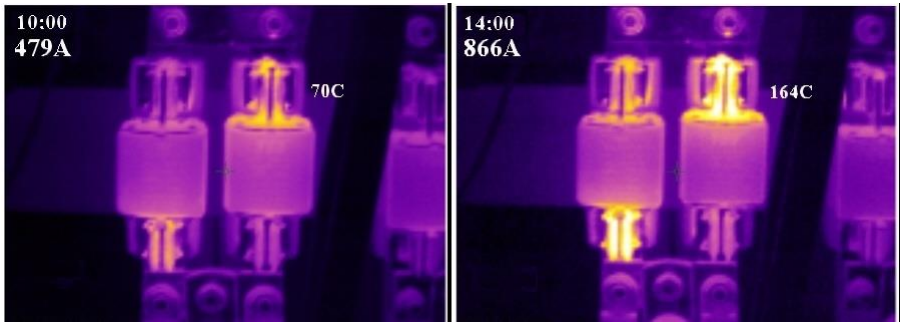


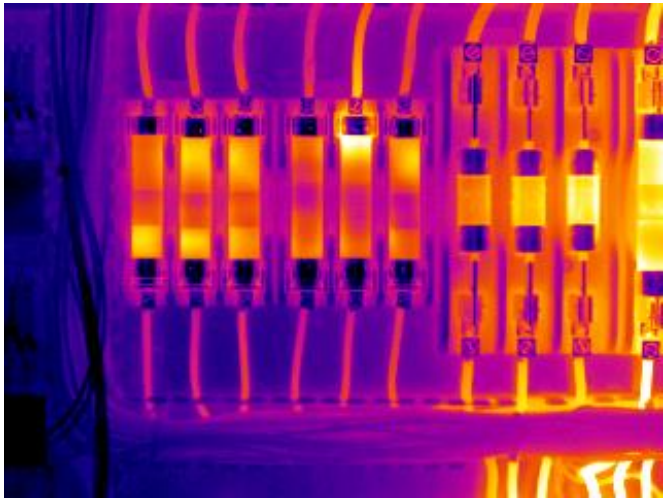


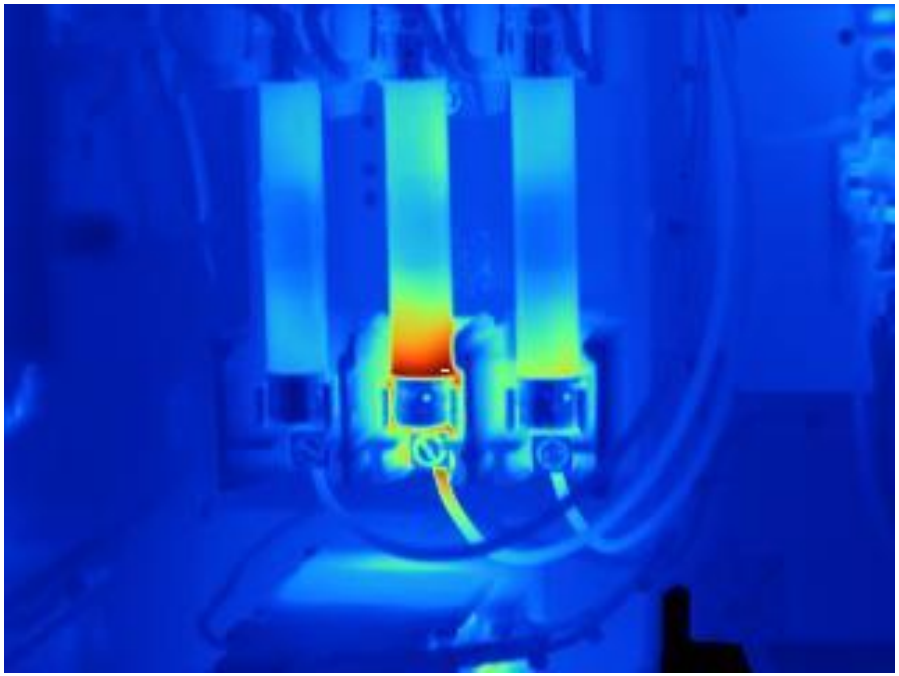
Aplicações

Superfície de contato

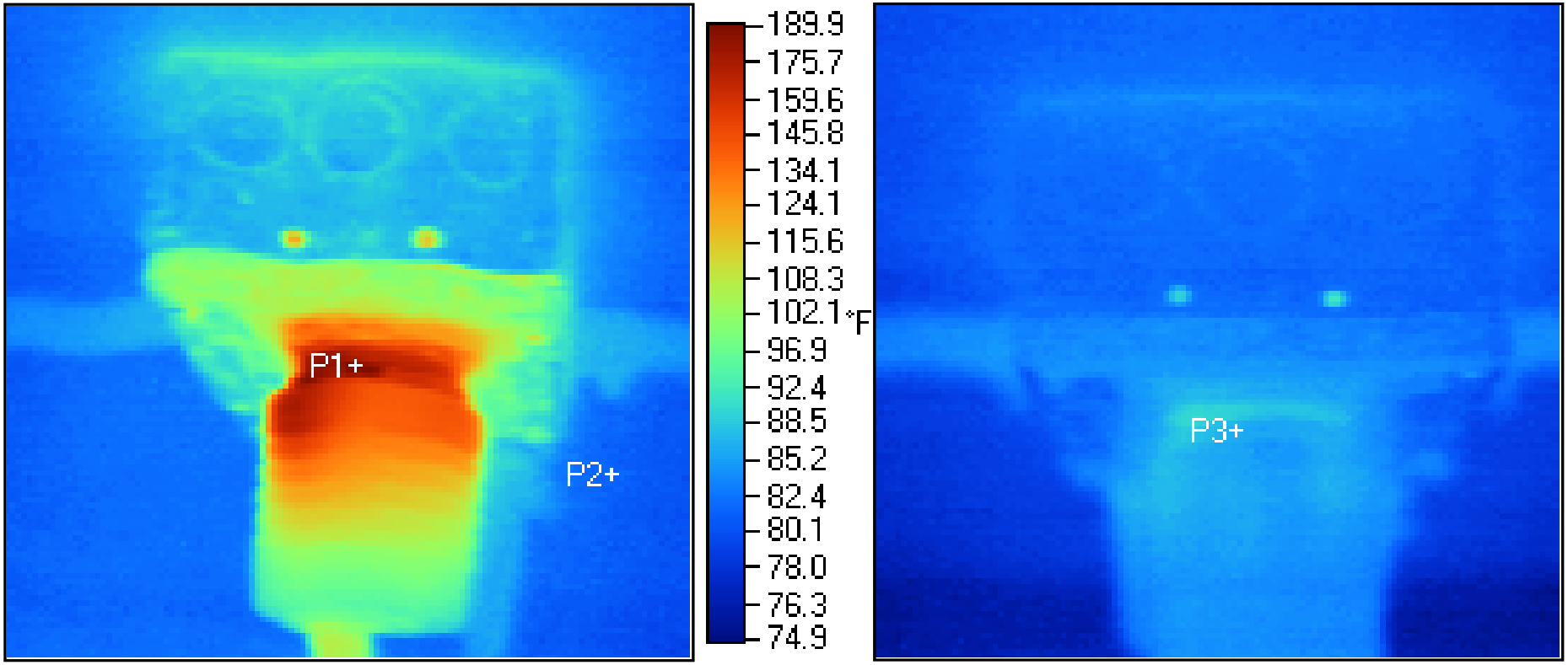








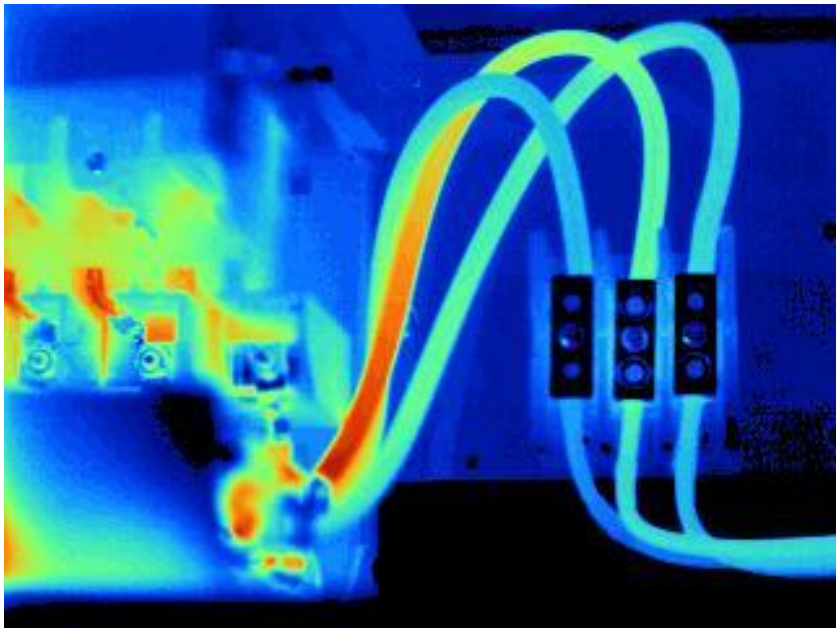
Superfície de contato



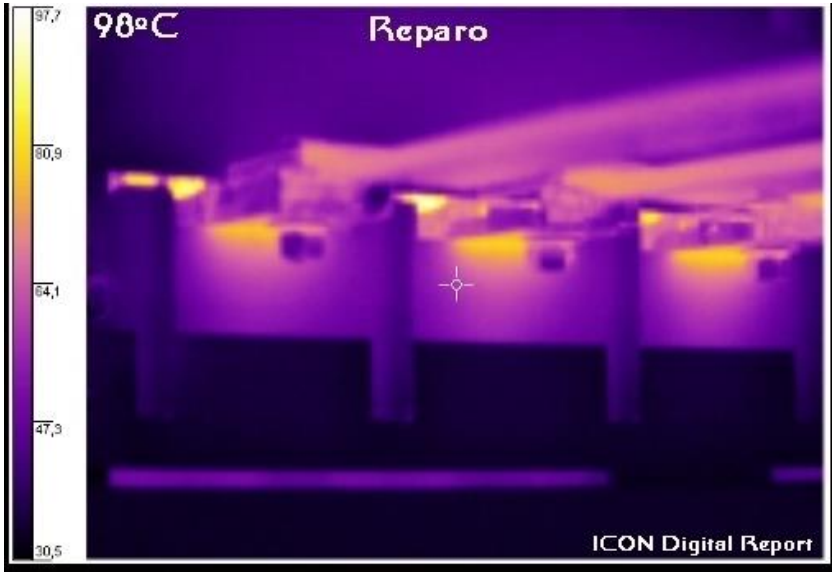
Before Repair

After Repair

Problemas de sobrecarga e desbalanceamento

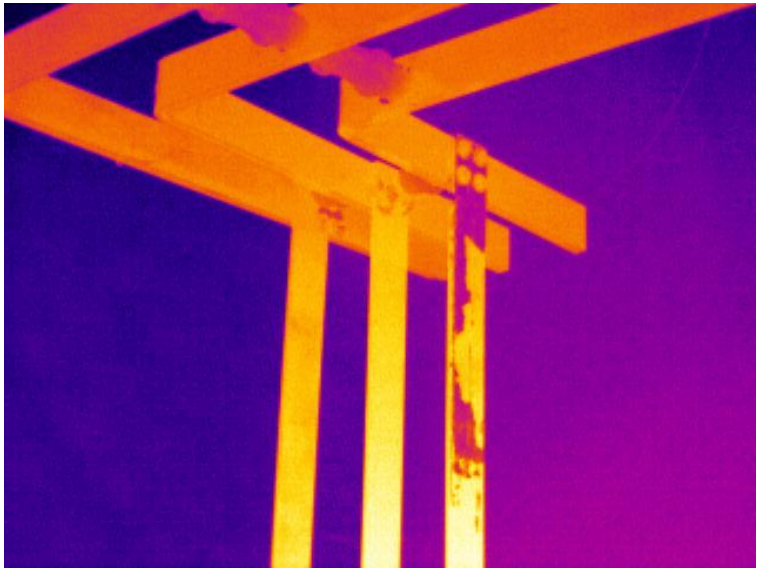


Barramentos

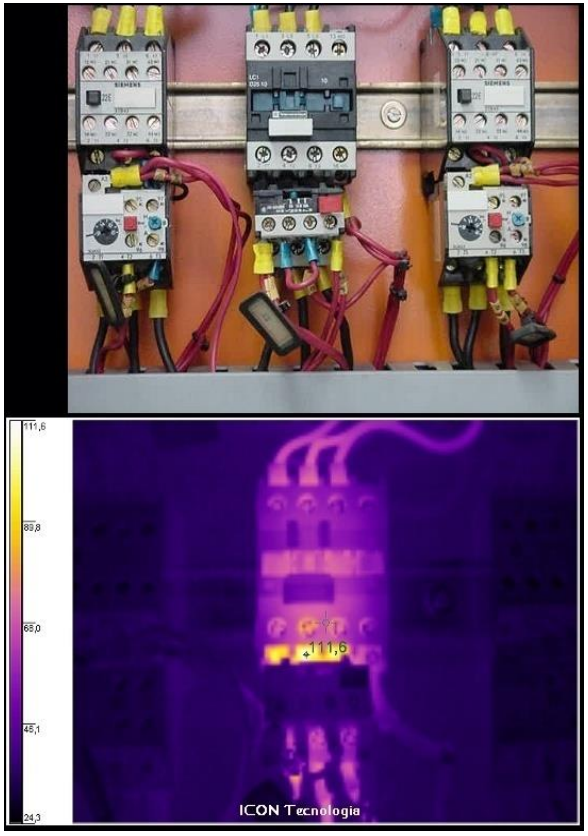


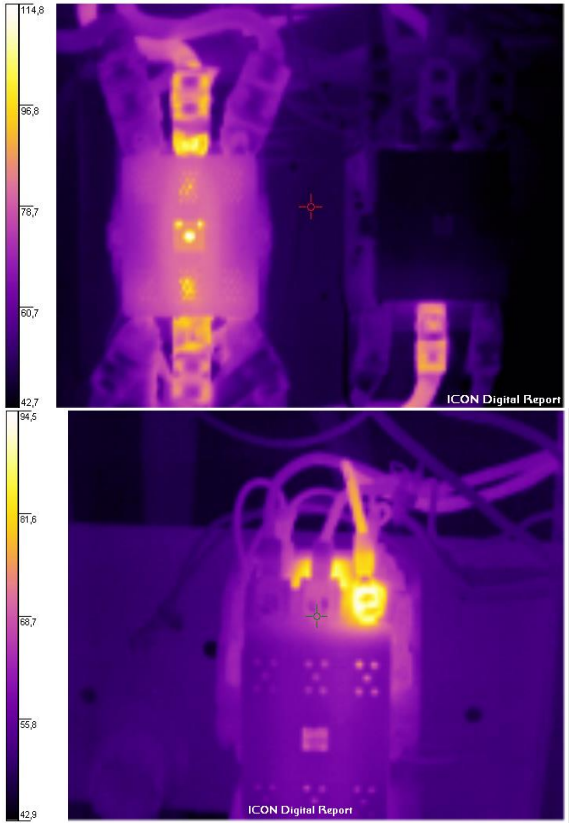
- Para corpos que apresentem baixa emissividade, é importante ter outros com emissividade similar para base de comparação na identificação de falhas.

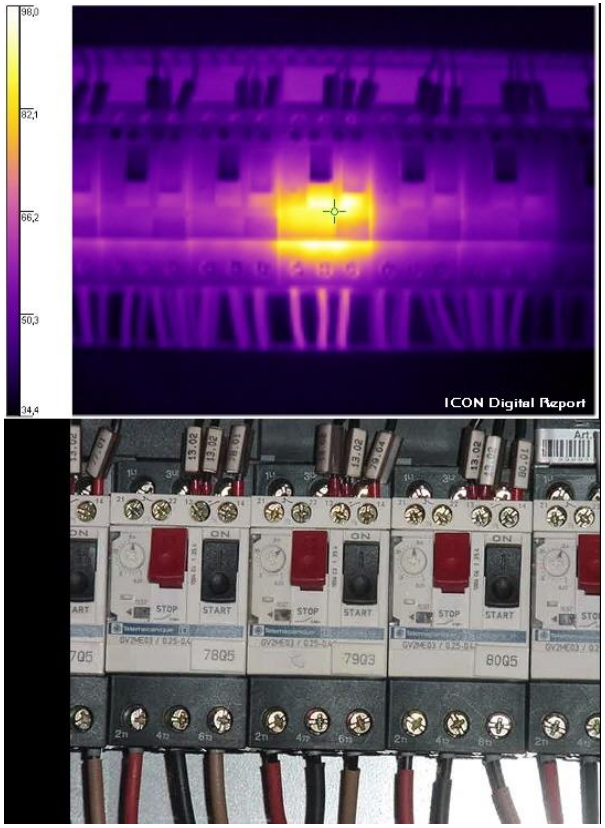
Barramentos



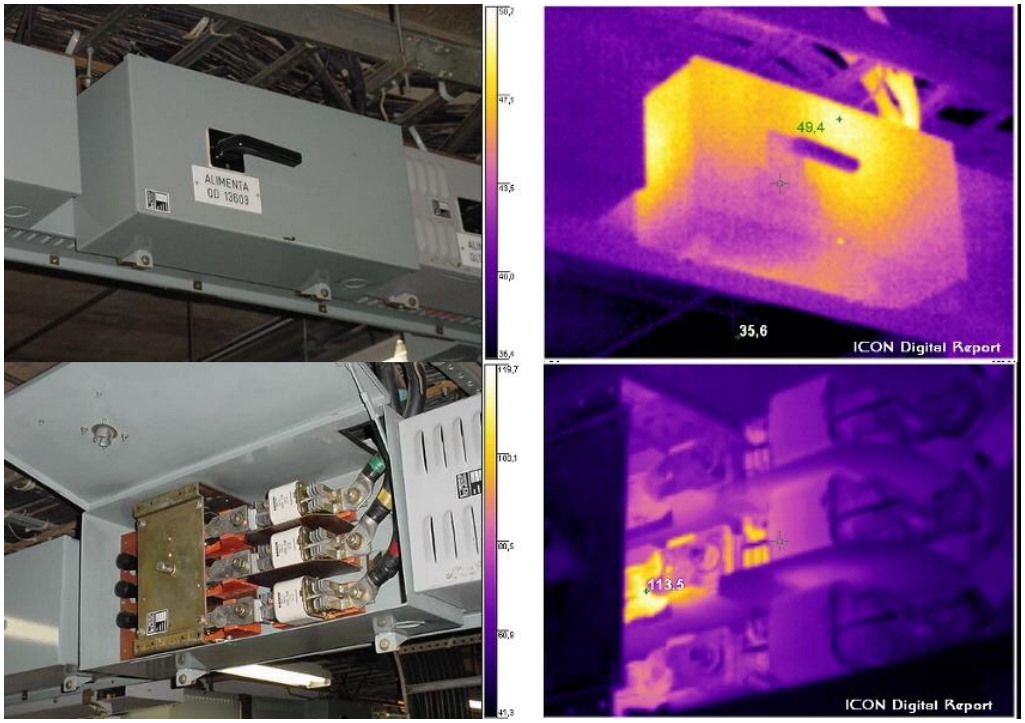
Contatores e disjuntores





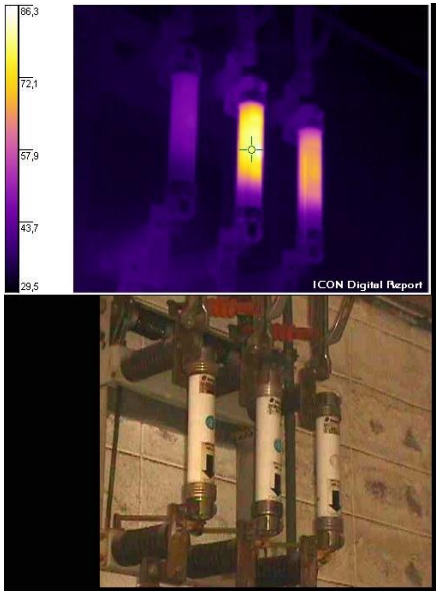


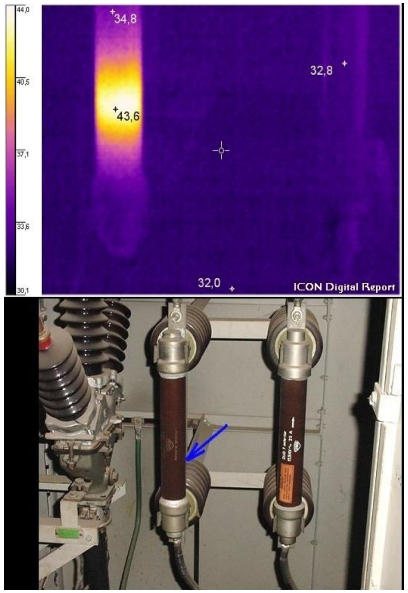
Seccionadoras

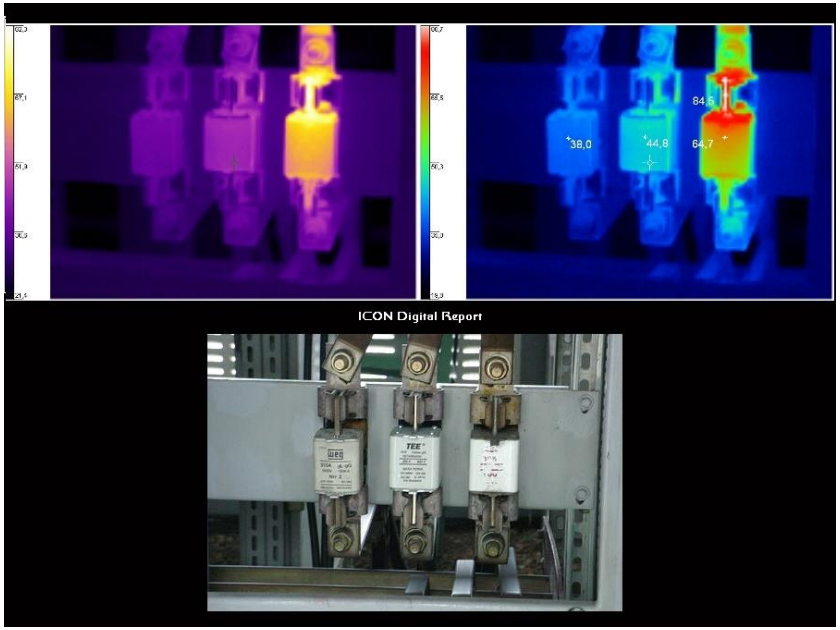


- É possível verificar aquecimento excessivo em caixas fechadas (aquecimento por convecção).

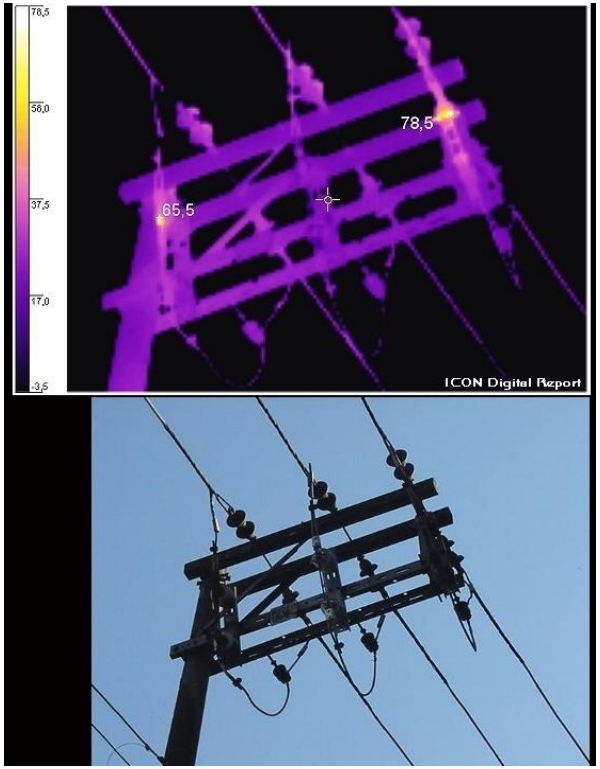
Fusíveis


86,3
72,1
57,9
43,7
29,5
ICON Digital Report


34,8
32,8
43,6
32,0
ICON Digital Report

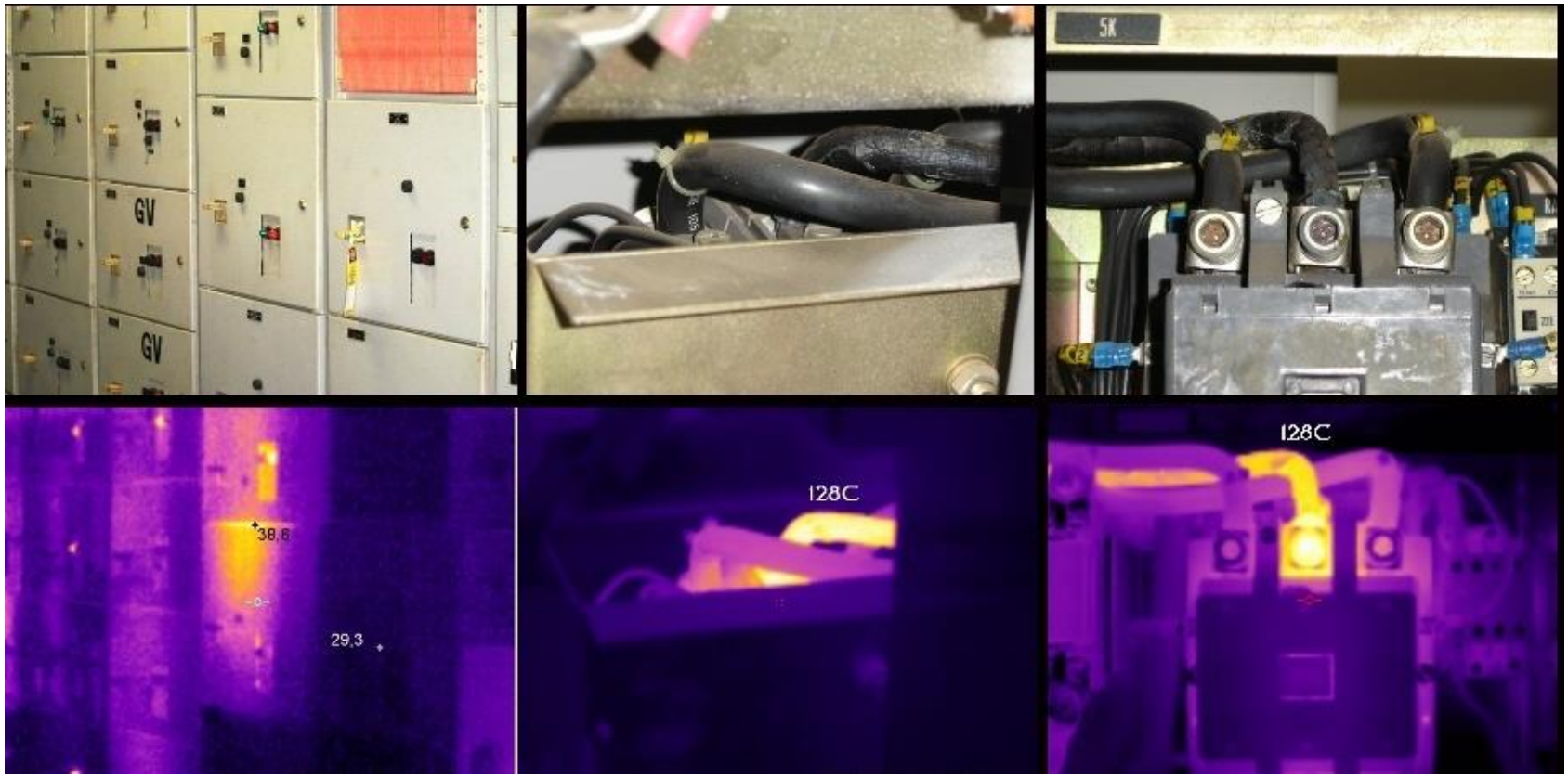

38,0
44,8
64,7
84,5
ICON Digital Report

Instalações aéreas

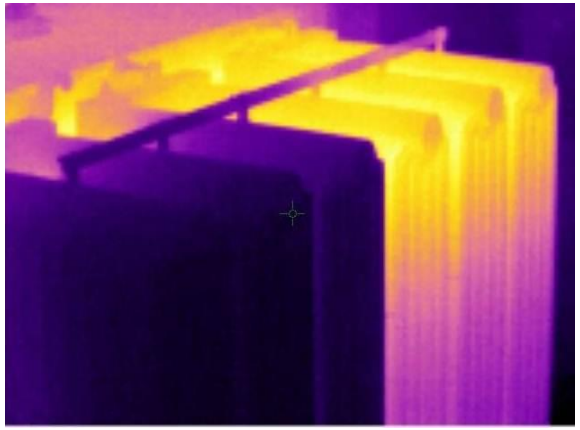


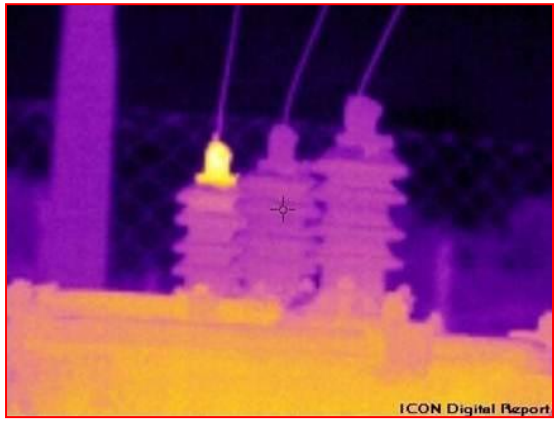
Linhas de Transmissão

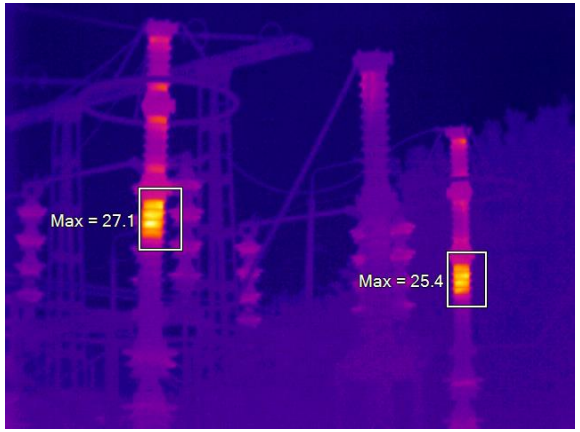
Painéis Fechados (Janelas de Inspeção!)



Subestações

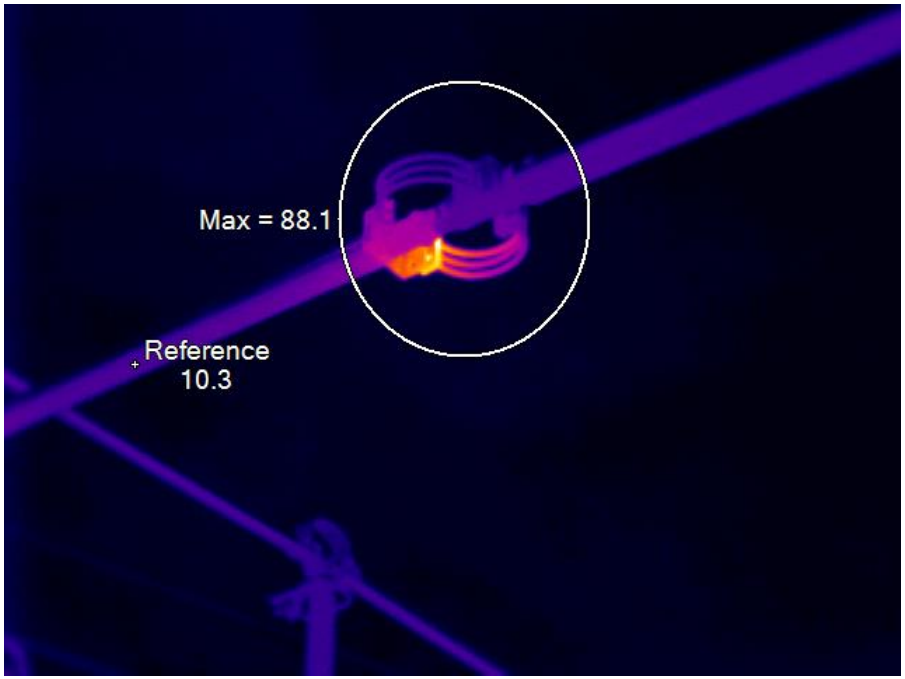


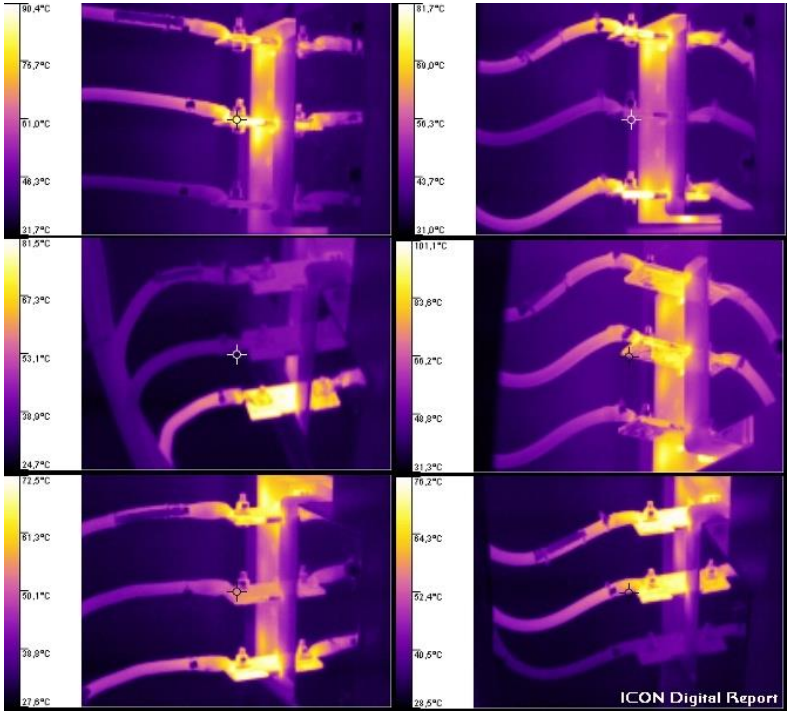




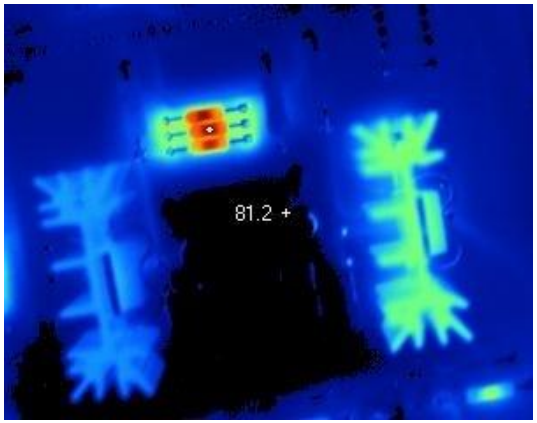
- Componentes frios também podem indicar problemas, como por exemplo baixo fluído ou fluxo restrito nos dutos dos radiadores de um transformador ou regulador.

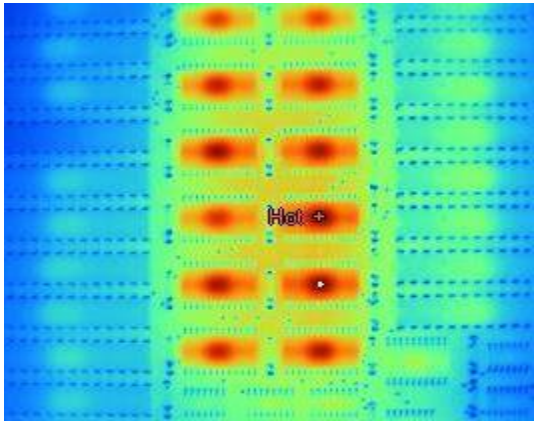
Conexões

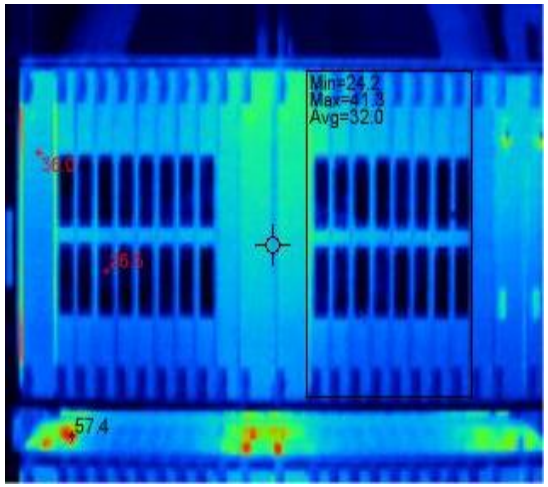


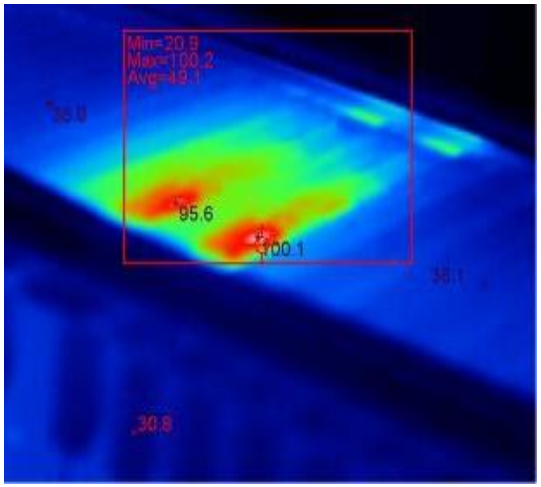


Eletrônica e Telecom



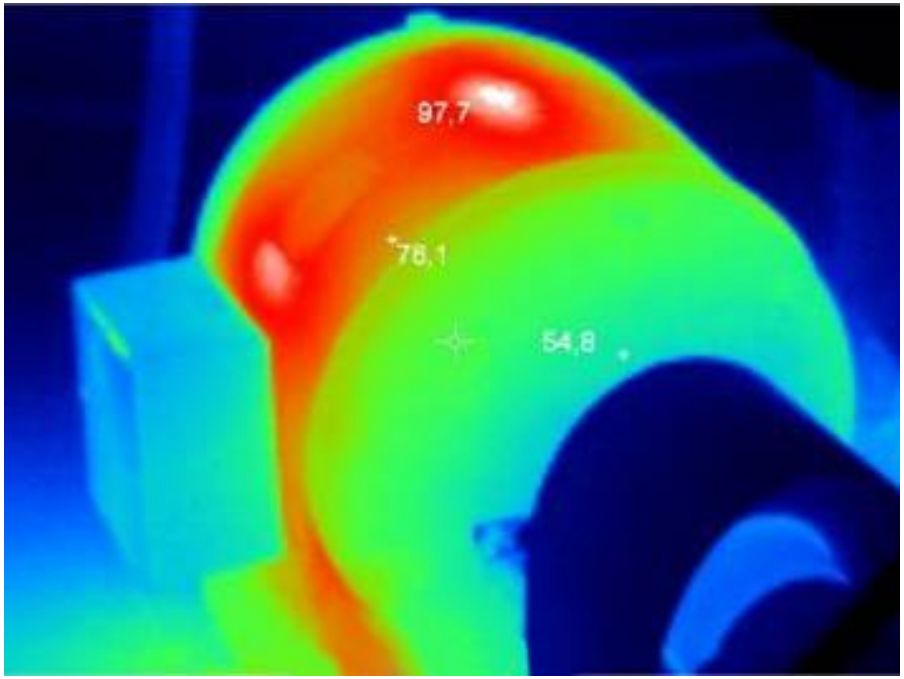






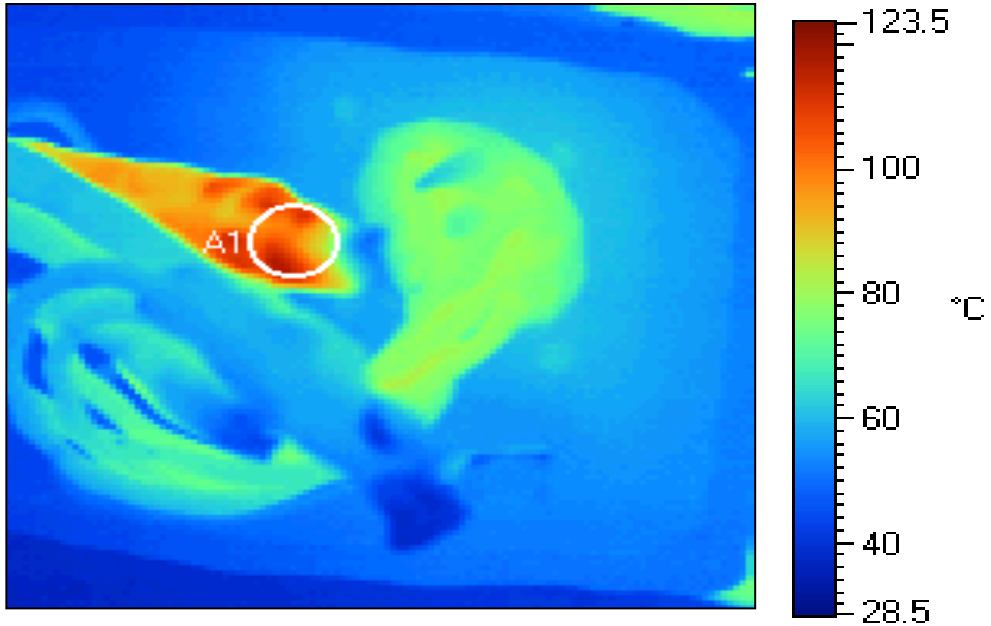
- O mesmo se aplica para eletrônica e telecom. Pontos com aquecimento excessivo ou falta de aquecimento podem representar uma falha.

Motores



- Para cada acréscimo de 10ºC além da máxima temperatura, cerca de ½ a vida de um motor é perdido devido à falha de isolamento!

Motores

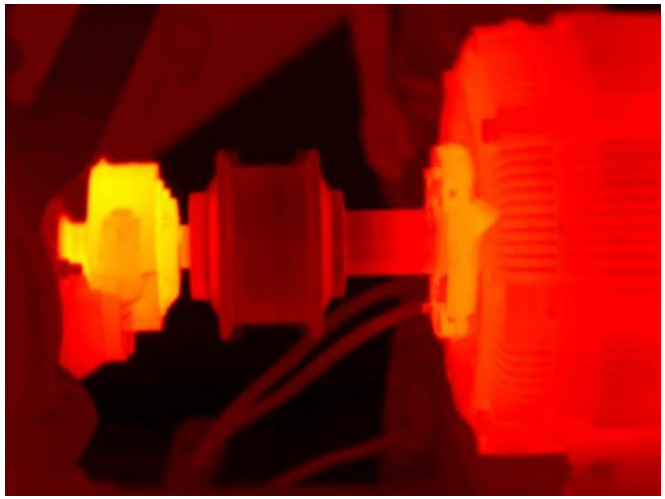


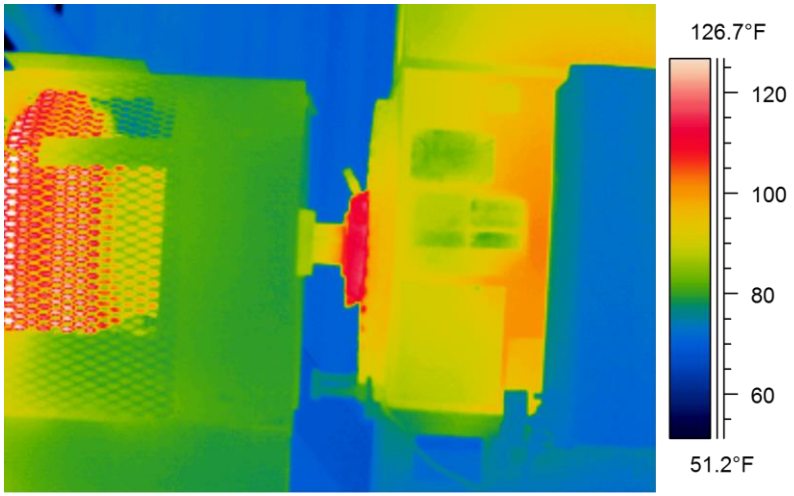
Conector trifásico antes do reparo

Conector trifásico após o reparo

- Remova a tampa elétrica antes do teste

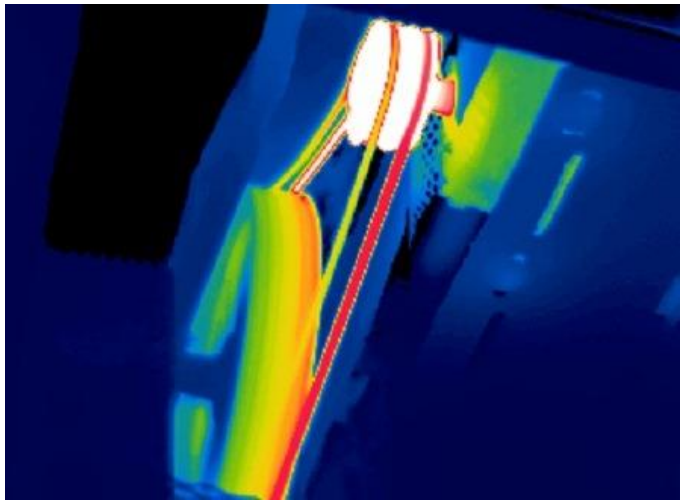
Mancais e Acoplamentos

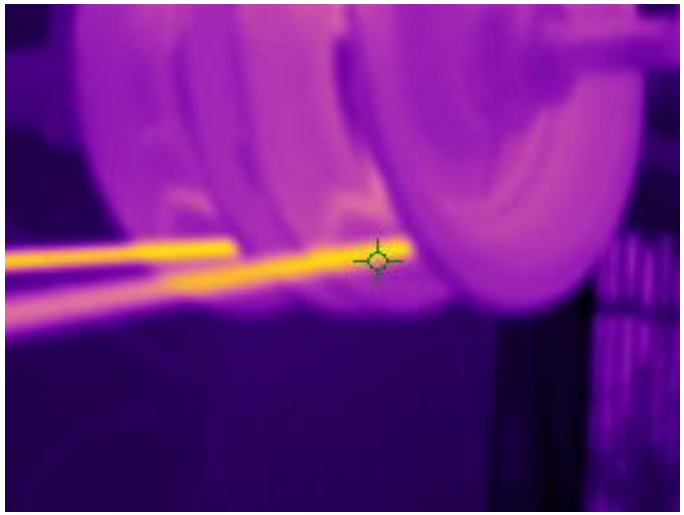




- Proteções para restringir o acesso ao dispositivo podem dificultar a medição (IFOV).

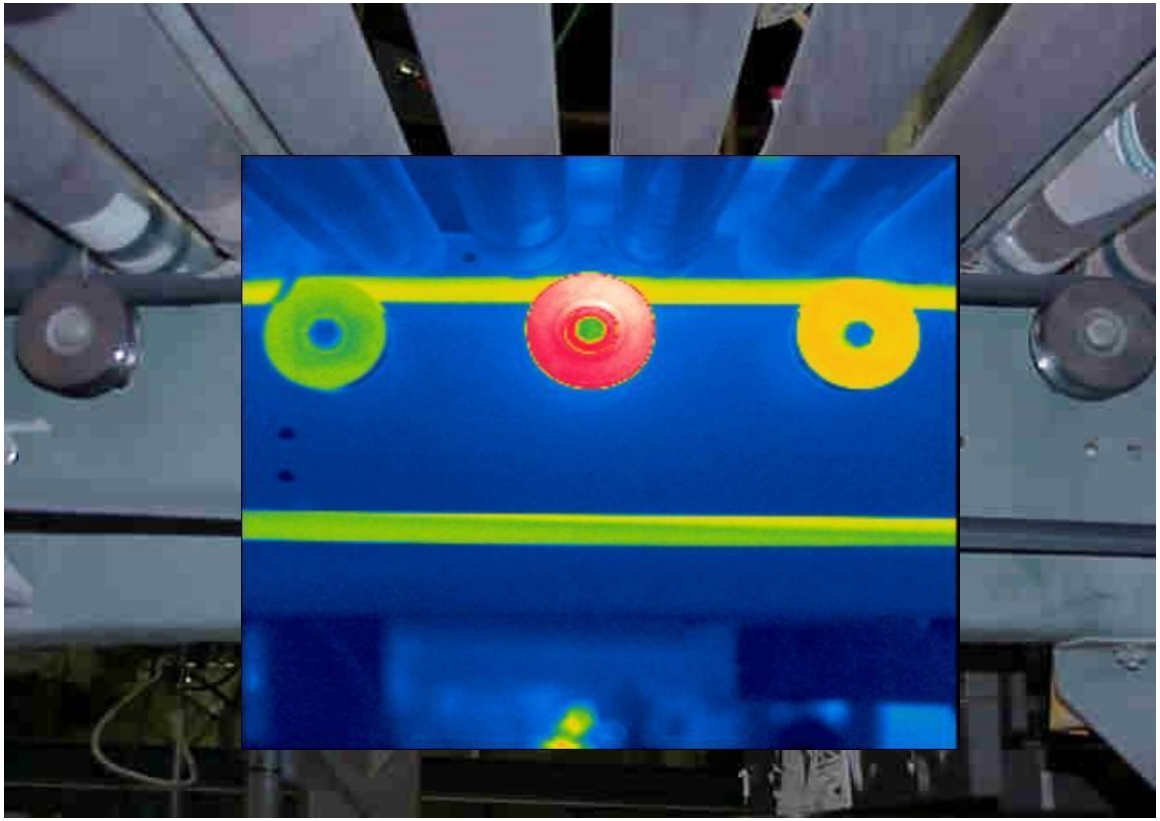
Correias





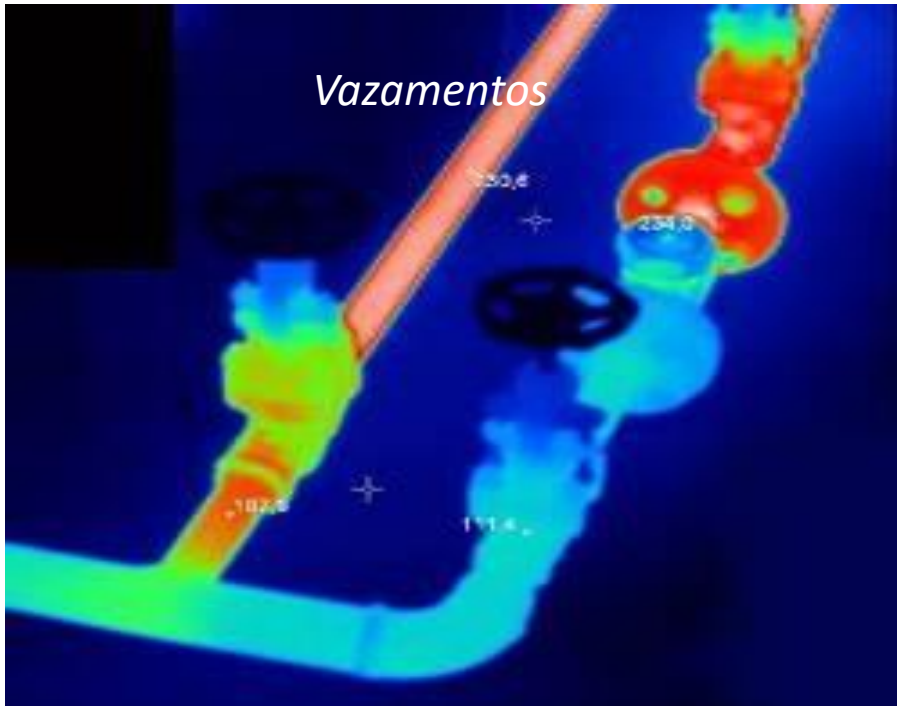
- Desgaste da correia ou da polia;
- Desalinhamento;
- Jogos de correias gastos ou incompatíveis.

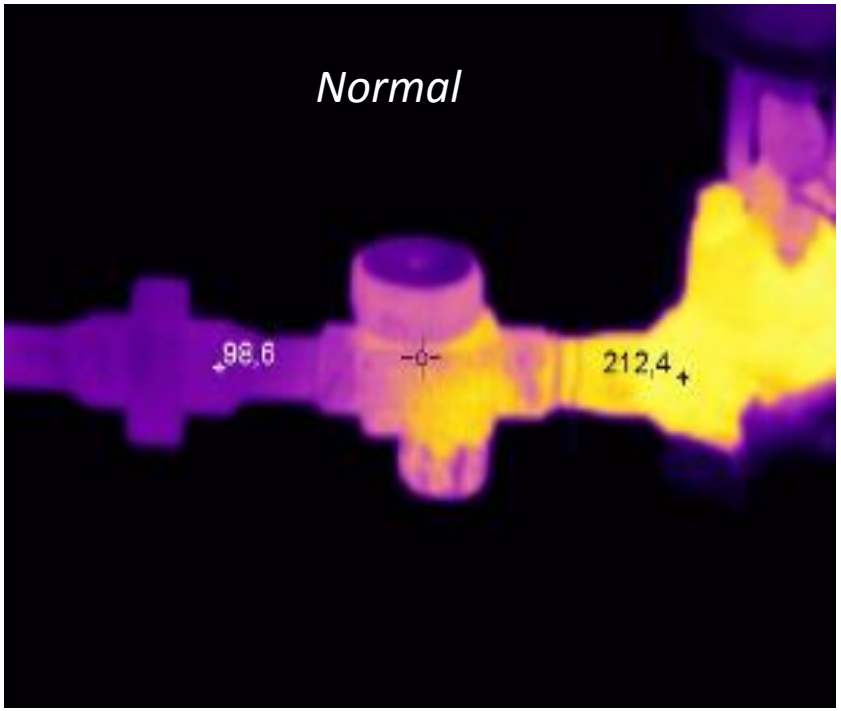
Rolamentos



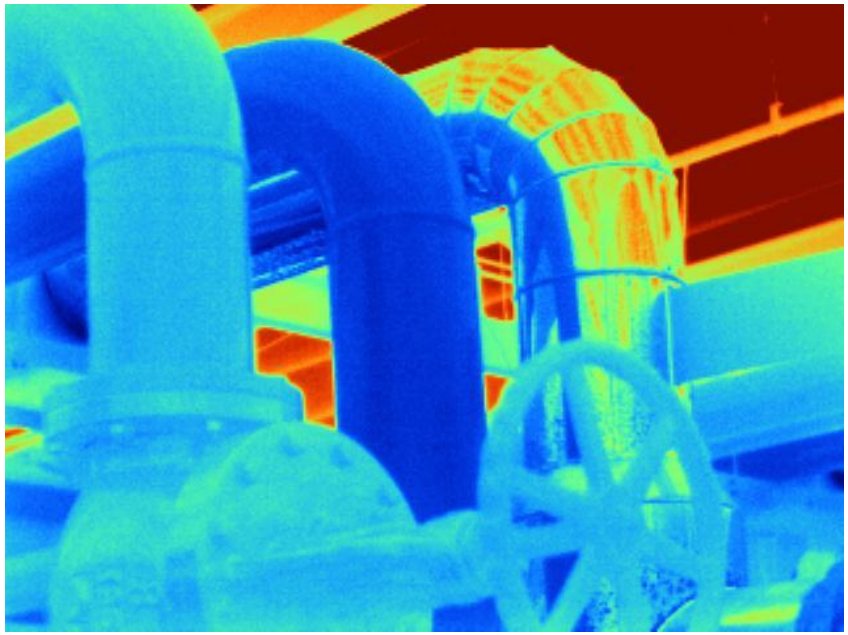
- Não há outro método tão eficiente ou rápido para rolamentos.
- Falhas de rolamentos podem resultar em desgastes mecânicos e por consequência aumento de cargas elétricas.

Tubulações e válvulas

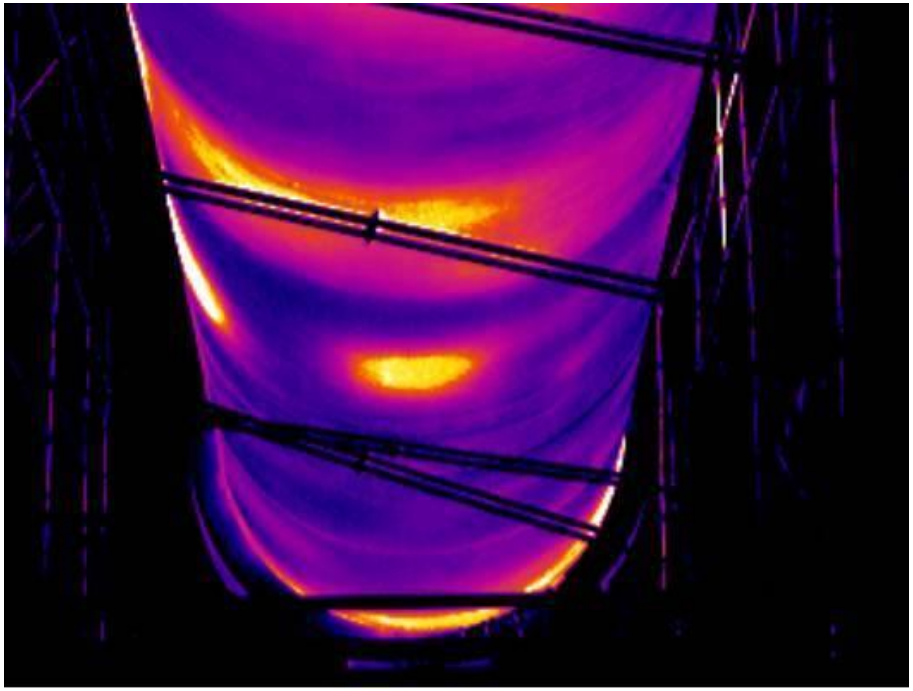


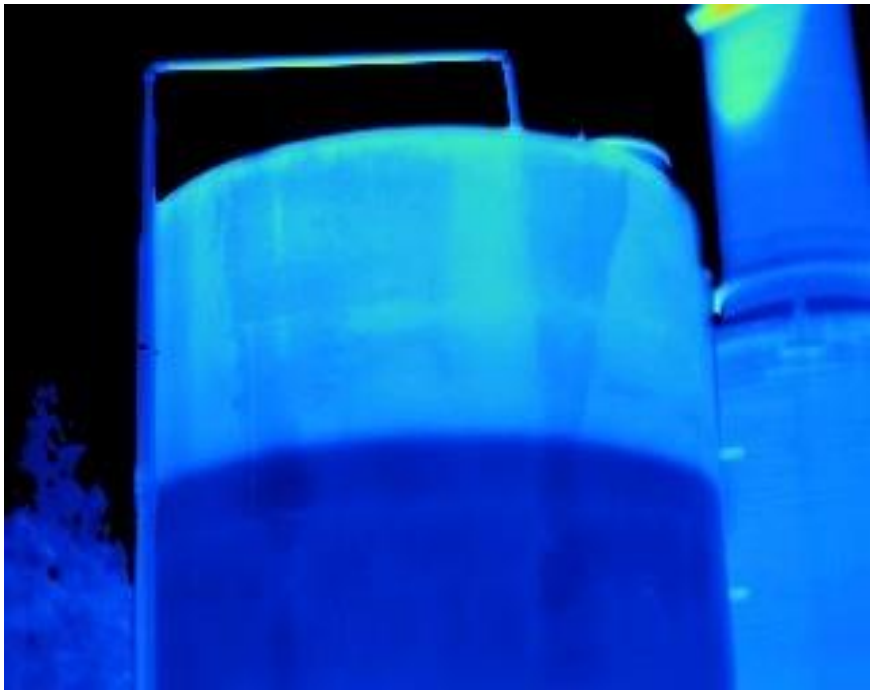


Tubulações e válvulas

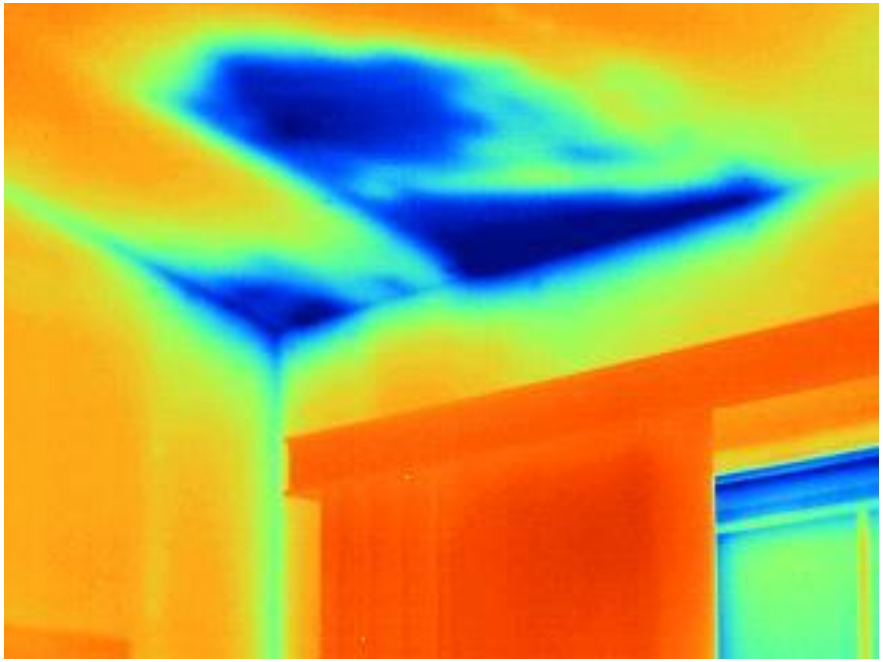


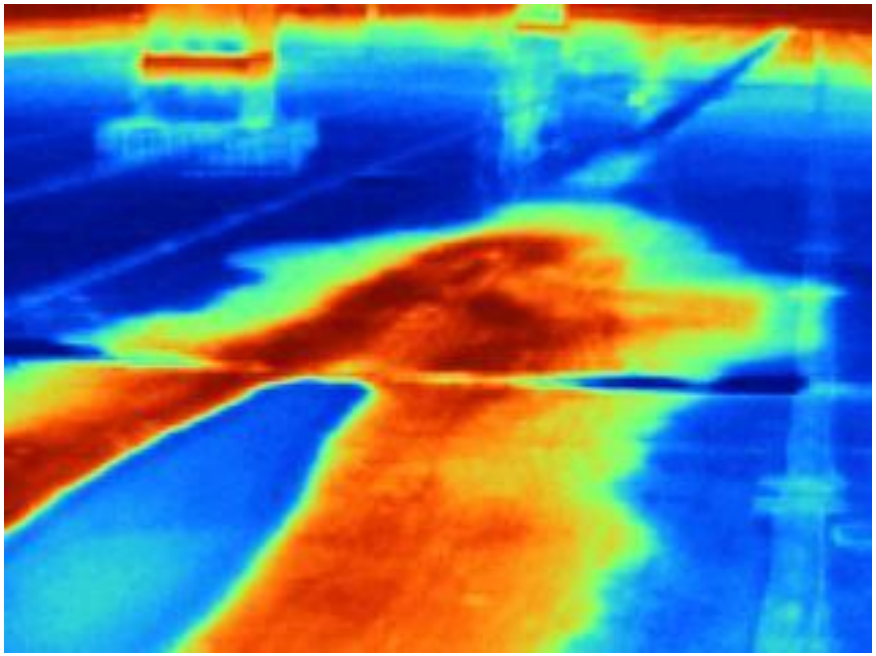
Isolamentos e tanques



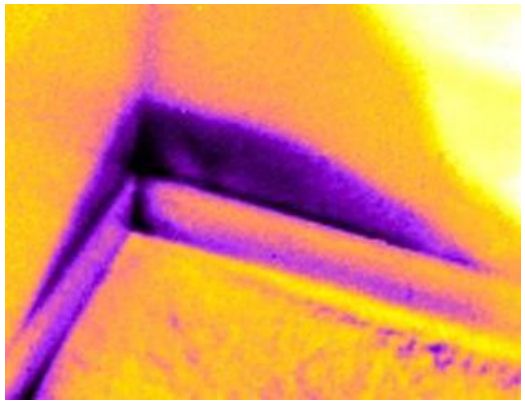


Inspeções prediais

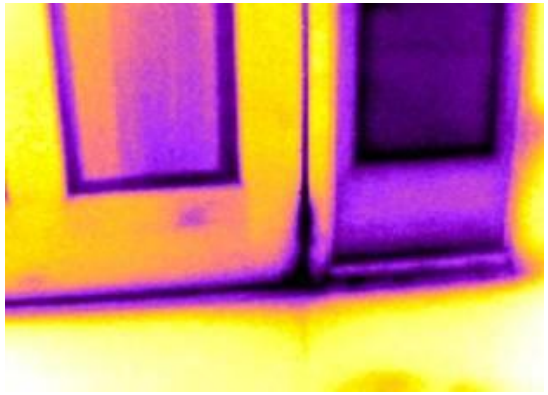




Inspeções prediais

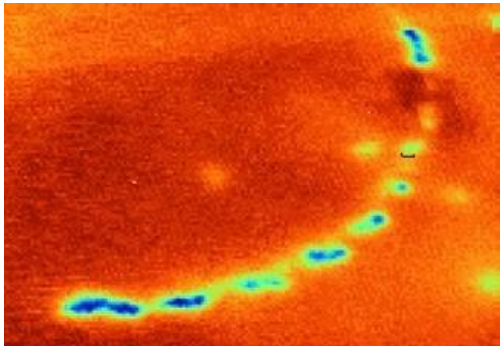


Umidade

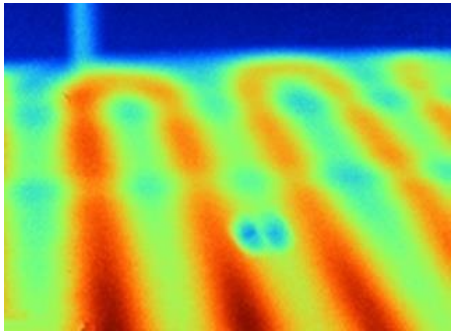


Passagem indesejada de Ar

Gotas de água após uma chuva



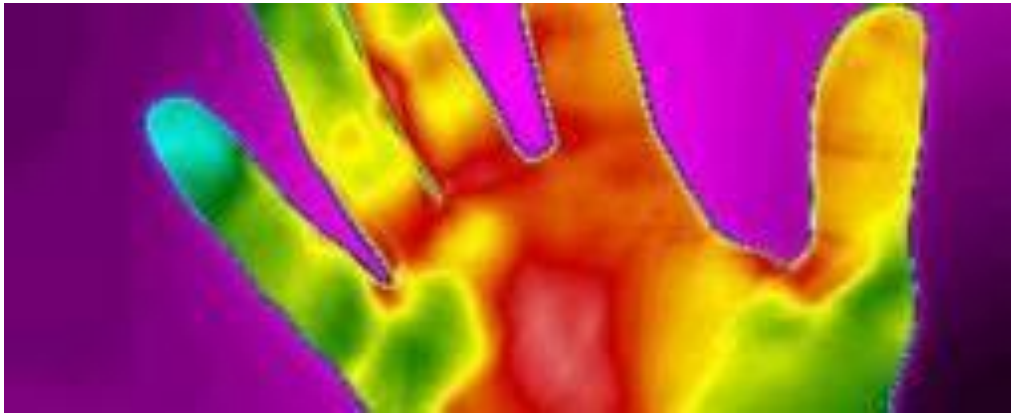
Sistema de Aquecimento interno



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



MANUTENÇÃO

...não se pode administrar o que não se pode medir.

Família Danaher

Teste e medição:

FLUKE®

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

Dúvidas?

Questione!