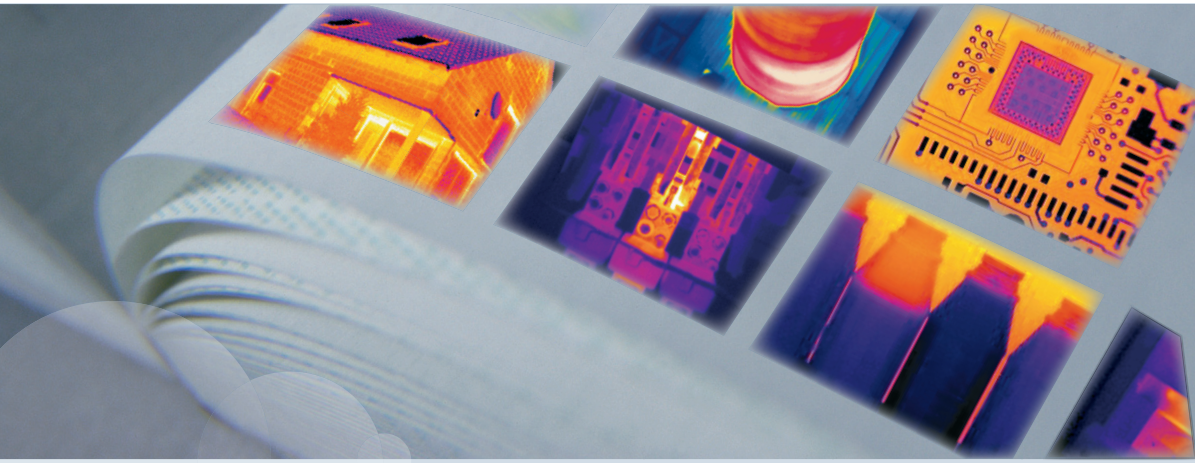
Manual do utilizador



FLIR ix series

Publ. No.	T559733_pt-PT
Revision	a571
Language	Portuguese (PT)
Issue date	November 4, 2011

Manual do utilizador

Publ. No. T559733_pt-PT Rev. a571 – PORTUGUESE (PT) – November 4, 2011

Isenção de responsabilidade legal

Todos os produtos fabricados pela FLIR Systems possuem garantia contra defeitos de material e de fabrico pelo período de 1 (um) ano a contar da data de entrega do equipamento, desde que esses produtos tenham sido conservados em condições normais de armazenamento, utilização e serviço, e em conformidade com as instruções da FLIR Systems.

As câmaras de infravermelhos portáteis não refrigeradas fabricadas pela FLIR Systems possuem garantia contra defeitos de material e de fabrico por um período de dois (2) anos a contar da data de entrega do equipamento, desde que sejam registadas no prazo de 60 dias após a primeira compra e que sejam submetidas a condições de armazenamento, utilização e serviço normais e em conformidade com as instruções da FLIR Systems.

Os detectores para câmaras de infravermelhos portáteis não refrigeradas fabricadas pela FLIR Systems possuem garantia contra defeitos de material e de fabrico por um período de dez (10) anos a contar da data de entrega do equipamento, desde que a câmara seja registada no prazo de 60 dias após a primeira compra e que esses produtos sejam submetidos a condições de armazenamento, utilização e serviço normais e em conformidade com as instruções da FLIR Systems.

Os produtos não fabricados pela FLIR Systems, mas incluídos nos sistemas fornecidos pela FLIR Systems ao comprador original, possuem apenas a garantia, caso exista, emitida pelo fornecedor em questão. A FLIR Systems não assume qualquer responsabilidade por estes produtos.

A garantia abrange apenas o comprador original e não é transmissível. Não se aplica a quaisquer produtos que tenham sido mal utilizados, mal tratados, que tenham sofrido acidentes ou tenham sido utilizados em condições de funcionamento inadequadas. As peças substituíveis não são abrangidas pela garantia.

No caso de se verificarem defeitos num produto abrangido pela presente garantia, esse produto não deve continuar a ser utilizado para evitar que fique mais danificado. O comprador deve comunicar imediatamente quaisquer defeitos à FLIR Systems; caso contrário, a garantia não será aplicável.

A FLIR Systems, de acordo com os seus critérios, reparará ou substituirá quaisquer produtos defeituosos sem custos suplementares caso, após inspeccioná-lo, verifique que o produto apresenta realmente defeitos de material ou fabrico e desde que tenha sido devolvido à FLIR Systems dentro do referido período de um ano.

A FLIR Systems não detém quaisquer outras obrigações ou responsabilidade por outros defeitos para além das acima mencionadas.

Não existe qualquer outra garantia expressa ou implícita. A FLIR Systems rejeita especificamente as garantias implícitas de comercialização e de aptidão para um determinado fim.

A FLIR Systems não será responsável por quaisquer perdas ou danos directos, indirectos, acessórios, não previstos ou imateriais, quer nos termos de contrato, extracontratuais ou com base em qualquer outro documento legal.

A presente garantia será regida pela legislação sueca.

Os litígios, as controvérsias ou reclamações emergentes ou relacionados com a presente garantia serão dirimidos definitivamente por tribunal arbitral em conformidade com as Regras do Instituto de Arbitragem da Câmara de Comércio de Estocolmo. A sede da arbitragem será Estocolmo e o idioma a utilizar no processo de arbitragem será o inglês.

Direitos autorais

© 2011, FLIR Systems. Todos os direitos reservados em todo o mundo. Nenhuma parte do software, incluindo o código-fonte, pode ser reproduzida, divulgada, copiada ou traduzida para outra língua ou linguagem de programação de nenhuma forma ou por nenhum meio, electrónico, magnético, óptico, manual ou outro, sem autorização prévia por escrito da FLIR Systems.

A presente documentação não pode ser, no seu todo ou em parte, copiada, fotocopiada, reproduzida, traduzida ou divulgada por qualquer meio electrónico ou por forma legível por máquina sem autorização prévia, por escrito, da FLIR Systems.

Os nomes e marcas que surgem nos produtos aqui incluídos são marcas comerciais registadas ou marcas comerciais da FLIR Systems e/ou suas filiais. Todas as outras marcas comerciais, nomes comerciais ou de empresa aqui referidos são utilizados apenas para fins de identificação e são propriedade dos respectivos proprietários.

Garantia de qualidade

O Sistema de Gestão de Qualidade ao abrigo do qual estes produtos são desenvolvidos e fabricados foi certificado em conformidade com a norma ISO 9001.

A FLIR Systems mantém uma política de desenvolvimento contínuo; assim, reservamo-nos o direito de fazer alterações e melhorias em qualquer um dos produtos descritos neste manual sem aviso prévio.

Patentes

Uma ou mais das seguintes patentes ou patentes de projecto aplicam-se aos produtos e/ou funcionalidades descritos neste manual:

0002258-2; 000279476-0001; 000439161; 000499579-0001; 000653423; 000726344; 000859020; 000889290; 001106306-0001; 001707738; 001707746; 001707787; 001776519; 0101577-5; 0102150-0; 0200629-4; 0300911-5; 0302837-0; 1144833; 1182246; 1182620; 1188086; 1285345; 1287138; 1299699; 1325808; 1336775; 1365299; 1402918; 1404291; 1678485; 1732314; 200530018812.0; 200830143636.7; 2106017; 235308; 3006596; 3006597; 466540; 483782; 484155; 518836; 60004227.8; 60122153.2; 602004011681.5-08; 6707044; 68657; 7034300; 7110035; 7154093; 7157705; 7237946; 7312822; 7332716; 7336823; 7544944; 75530; 7667198; 7809258; 7826736; D540838; D549758; D579475; D584755; D599,392; DI6702302-9; DI6703574-4; DI6803572-1; DI6803853-4; DI6903617-9; DM/057692; DM/061609; Número de registo; ZL00809178.1; ZL01823221.3; ZL01823226.4; ZL02331553.9; ZL02331554.7; ZL200480034894.0; ZL200530120994.2; ZL200630130114.4; ZL200730151141.4; ZL200730339504.7; ZL200830128581.2; ZL200930190061.9

EULA Terms

- You have acquired a device (“INFRARED CAMERA”) that includes software licensed by FLIR Systems AB from Microsoft Licensing, GP or its affiliates (“MS”). Those installed software products of MS origin, as well as associated media, printed materials, and “online” or electronic documentation (“SOFTWARE”) are protected by international intellectual property laws and treaties. The SOFTWARE is licensed, not sold. All rights reserved.
- IF YOU DO NOT AGREE TO THIS END USER LICENSE AGREEMENT (“EULA”), DO NOT USE THE DEVICE OR COPY THE SOFTWARE. INSTEAD, PROMPTLY CONTACT FLIR Systems AB FOR INSTRUCTIONS ON RETURN OF THE UNUSED DEVICE(S) FOR A REFUND. **ANY USE OF THE SOFTWARE, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO USE ON THE DEVICE, WILL CONSTITUTE YOUR AGREEMENT TO THIS EULA (OR RATIFICATION OF ANY PREVIOUS CONSENT).**
- **GRANT OF SOFTWARE LICENSE.** This EULA grants you the following license:
  - You may use the SOFTWARE only on the DEVICE.
  - **NOT FAULT TOLERANT.** THE SOFTWARE IS NOT FAULT TOLERANT. FLIR Systems AB HAS INDEPENDENTLY DETERMINED HOW TO USE THE SOFTWARE IN THE DEVICE, AND MS HAS RELIED UPON FLIR Systems AB TO CONDUCT SUFFICIENT TESTING TO DETERMINE THAT THE SOFTWARE IS SUITABLE FOR SUCH USE.
  - **NO WARRANTIES FOR THE SOFTWARE.** THE SOFTWARE is provided “AS IS” and with all faults. THE ENTIRE RISK AS TO SATISFACTORY QUALITY, PERFORMANCE, ACCURACY, AND EFFORT (INCLUDING LACK OF NEGLIGENCE) IS WITH YOU. ALSO, THERE IS NO WARRANTY AGAINST INTERFERENCE WITH YOUR ENJOYMENT OF THE SOFTWARE OR AGAINST INFRINGEMENT. **IF YOU HAVE RECEIVED ANY WARRANTIES REGARDING THE DEVICE OR THE SOFTWARE, THOSE WARRANTIES DO NOT ORIGINATE FROM, AND ARE NOT BINDING ON, MS.**
  - No Liability for Certain Damages. **EXCEPT AS PROHIBITED BY LAW, MS SHALL HAVE NO LIABILITY FOR ANY INDIRECT, SPECIAL, CONSEQUENTIAL OR INCIDENTAL DAMAGES ARISING FROM OR IN CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THE SOFTWARE. THIS LIMITATION SHALL APPLY EVEN IF ANY REMEDY FAILS OF ITS ESSENTIAL PURPOSE. IN NO EVENT SHALL MS BE LIABLE FOR ANY AMOUNT IN EXCESS OF U.S. TWO HUNDRED FIFTY DOLLARS (U.S.$250.00).**
  - **Limitations on Reverse Engineering, Decompilation, and Disassembly.** You may not reverse engineer, decompile, or disassemble the SOFTWARE, except and only to the extent that such activity is expressly permitted by applicable law notwithstanding this limitation.
  - **SOFTWARE TRANSFER ALLOWED BUT WITH RESTRICTIONS.** You may permanently transfer rights under this EULA only as part of a permanent sale or transfer of the Device, and only if the recipient agrees to this EULA. If the SOFTWARE is an upgrade, any transfer must also include all prior versions of the SOFTWARE.
  - **EXPORT RESTRICTIONS.** You acknowledge that SOFTWARE is subject to U.S. export jurisdiction. You agree to comply with all applicable international and national laws that apply to the SOFTWARE, including the U.S. Export Administration Regulations, as well as end-user, end-use and destination restrictions issued by U.S. and other governments. For additional information see http://www.microsoft.com/exporting/.

Índice

1 Chamadas de Atenção e Cuidados 1

2 Aviso para o utilizador 4

3 Ajuda ao cliente 5

4 Actualizações da documentação 6

5 Nota importante sobre este manual 7

6 Manual de Iniciação Rápida 8

7 Listas de peças 10
7.1 Âmbito do fornecimento 10
7.2 Lista de acessórios 10

8 Peças da câmara 12

9 Elementos do ecrã 16

10 Conectores e suportes de armazenamento 18

11 Utilizar a câmara 20
11.1 Instalar a bateria 20
11.2 Carregar a bateria 21
11.3 Guardar uma imagem 22
11.4 Recuperar uma imagem 23
11.5 Abrir o arquivo de imagens 24
11.6 Eliminar uma imagem 25
11.7 Eliminar todas as imagens 26
11.8 Medir uma temperatura utilizando o medidor de ponto 27
11.9 Medir uma temperatura utilizando uma área 28
11.10 Marcar todas as áreas acima ou abaixo de um nível de temperatura definido 29
11.11 Alterar a paleta de cores 30
11.12 Alterar as definições 31
11.13 Alterar o modo de imagem 32
11.14 Definir as propriedades de superfície 33
11.15 Alterar a emissividade 34
11.16 Alterar a temperatura aparente reflectida 35
11.17 Reiniciar a câmara 36
11.18 Localizar o número de série da câmara 37

12 Limpeza da câmara 38
12.1 Caixa da câmara, cabos e outros itens 38
12.2 Lente de infravermelhos 39
12.3 Detector de infravermelhos 40

13 Dados técnicos 41
13.1 Dados adicionais 42

14 Dimensões 45
14.1 Câmara (frente) 45

14.2 Câmara (lateral) 46

15 Exemplos de aplicação 47
15.1 Danos provocados por humidade e água 47
15.2 Contacto defeituoso numa tomada 48
15.3 Tomada oxidada 49
15.4 Deficiências de isolamento 50
15.5 Corrente de ar 51

16 Acerca da FLIR Systems 52
16.1 Mais do que apenas uma câmara de infravermelhos 54
16.2 Partilha dos nossos conhecimentos 54
16.3 Assistência aos nossos clientes 54
16.4 Algumas imagens das nossas instalações 55

17 Glossário 57

18 Técnicas de medição termográfica 61
18.1 Introdução 61
18.2 Emissividade 61
18.2.1 Cálculo da emissividade de uma amostra 62
18.2.1.1 Etapa 1: Determinação da temperatura aparente reflectida 62
18.2.1.2 Etapa 2: Determinação da emissividade 64
18.3 Temperatura aparente reflectida 65
18.4 Distância 65
18.5 Humidade relativa 65
18.6 Outros parâmetros 65

19 História da tecnologia de infravermelhos 66

20 Teoria da termografia 71
20.1 Introdução 71
20.2 Espectro electromagnético 71
20.3 Radiação do corpo negro 72
20.3.1 Lei de Planck 73
20.3.2 Lei do deslocamento de Wien 75
20.3.3 Lei de Stefan-Boltzmann 76
20.3.4 Emissores não-corpo negro 77
20.4 Materiais semitransparentes a infravermelhos 79

21 Fórmula de medição 81

22 Tabelas de emissão 87
22.1 Referências bibliográficas 87
22.2 Nota importante acerca das tabelas de emissividade 87
22.3 Tabelas 88

1 Chamadas de Atenção e Cuidados

ATENÇÃO

- (Apenas aplicável a dispositivos digitais de Classe A.) Este equipamento gera, utiliza e pode irradiar energia de radiofrequência e, caso não seja instalado e utilizado de acordo com o manual de instruções, pode causar interferências nas comunicações de rádio. O aparelho foi testado e está em conformidade com os limites para um dispositivo informático de Classe A, de acordo com a Subsecção J da Secção 15 das Regras FCC, concebidos para fornecer protecção suficiente contra tais interferências quando em funcionamento num ambiente comercial. A utilização deste equipamento em zonas residenciais pode provocar interferências. Neste caso, ficará a cargo do utilizador a responsabilidade de tomar as medidas necessárias para corrigir a interferência.
- (Apenas aplicável a dispositivos digitais de Classe B.) Este equipamento foi testado e está em conformidade com os limites para um dispositivo digital de Classe B, de acordo com a Secção 15 das Regras FCC. Estes limites foram concebidos para fornecer protecção suficiente contra tais interferências quando em funcionamento em residências. Este equipamento gera, utiliza e pode irradiar energia de radiofrequência e, caso não seja instalado e utilizado de acordo com o manual de instruções, pode causar interferências nas comunicações de rádio. No entanto, não existe qualquer garantia da não ocorrência de interferências numa instalação em particular. Caso este equipamento interfira na recepção de rádio e televisão, o que pode ser verificado desligando e ligando o equipamento, recomenda-se que o utilizador tente corrigir a interferência tomando uma ou mais das seguintes medidas:
  - Reorientar a antena de recepção ou mudá-la de lugar.
  - Aumentar a distância existente entre o equipamento e o receptor.
  - Ligar o equipamento a uma tomada num circuito diferente daquele a que o receptor se encontra ligado.
  - Em caso de necessidade, contacte o representante ou um técnico especializado em rádio/TV.
- (Apenas aplicável a dispositivos digitais sujeitos a 15.19/RSS-210.) **NOTA**: este dispositivo está em conformidade com a Parte 15 das Regras FCC e com a norma RSS-210 da Indústria do Canadá. O funcionamento está sujeito às duas condições seguintes:

  1 este dispositivo não pode causar interferências prejudiciais e
  2 este dispositivo tem de aceitar qualquer interferência recebida, incluindo interferências que possam causar funcionamento indesejável.
- (Apenas aplicável a dispositivos digitais sujeitos a 15.21.) **NOTA**: quaisquer alterações ou modificações realizadas neste equipamento e não expressamente aprovadas por (nome do fabricante) podem anular a autorização de utilização deste equipamento dada pela FCC.
- (Apenas aplicável a dispositivos digitais sujeitos a 2.1091/2.1093/Boletim OET 65.) **Informações sobre a exposição a radiação de radiofrequência**: a potência de saída irradiada do dispositivo é bastante inferior aos limites de exposição à

radiofrequência impostos pelas Regras FCC. Não obstante, o dispositivo deve ser utilizado de forma a minimizar o potencial contacto de pessoas durante o período de funcionamento normal.

- (Aplica-se apenas a câmaras com ponteiro laser:) Não olhe directamente para o raio laser. O raio laser pode provocar irritação nos olhos.
- Aplicável apenas a câmaras com bateria:
  - Não desmonte nem modifique a bateria. A bateria contém dispositivos de segurança e protecção que, caso sejam danificados, podem fazer com que a bateria gere calor, rebente ou se incendeie.
  - Caso se verifique uma fuga de líquido na bateria e caso este entre em contacto com os olhos, não os esfregue. Lave abundantemente com água e procure imediatamente assistência médica. Caso não o faça, o líquido da bateria pode ser prejudicial para os seus olhos.
  - Não continue a carregar a bateria caso ela não fique carregada dentro do período de carregamento especificado. Caso contrário, a bateria pode ficar quente, rebentar ou incendiar-se.
  - Utilize apenas equipamento adequado para descarregar a bateria. Caso contrário, é possível que o desempenho ou o tempo de vida útil da bateria sejam diminuídos. Se não utilizar o equipamento correcto, é possível que se verifique um fluxo de corrente incorrecto para a bateria. Esta situação pode fazer com que a bateria fique quente, rebente e provoque ferimentos.
- Certifique-se de que lê atentamente todas as Folhas de Dados sobre Segurança do Material (MSDS) e informações nas etiquetas dos frascos aplicáveis antes de utilizar as substâncias. Os líquidos podem ser perigosos.

CUIDADO

- Não aponte a câmara de infravermelhos (com ou sem protecção da lente) para fontes de energia intensas, por exemplo, dispositivos que emitam radiação laser, ou para o sol, caso contrário, poderão ocorrer efeitos indesejados na precisão da câmara. Também poderá danificar o detector da câmara.
- Não utilize a câmara a temperaturas superiores a +50°C, a menos que seja especificado o contrário na documentação destinada ao utilizador. As temperaturas altas podem danificar a câmara.
- (Aplica-se apenas a câmaras com ponteiro laser:) Proteja o ponteiro laser com a tampa da lente quando não o utilizar.
- Aplicável apenas a câmaras com bateria:
  - Não ligue a bateria directamente à tomada do isqueiro do automóvel, a menos que seja fornecido pela FLIR Systems um adaptador específico para esse fim.
  - Não ligue o terminal positivo ao terminal negativo com qualquer objecto metálico (como arame, por exemplo).
  - Não deixe a bateria exposta à água ou água salgada, nem permita que fique húmida.
  - Não perfure a bateria. Não dê pancadas na bateria com martelo. Não pise a bateria nem a sujeite a impactos ou choques.
  - Não coloque a bateria próximo de fontes de calor ou sob a luz directa do sol. Se a bateria aquecer, o equipamento de segurança incorporado é activado e poderá interromper o processo de carregamento da bateria. Se a bateria ficar quente, o equipamento de segurança pode ficar danificado, o que poderá provocar sobreaquecimento, mais danos ou incêndio da bateria.
  - Não coloque a bateria próximo de fontes de calor nem aumente a temperatura da bateria através de fonte externa.

- Não coloque a bateria perto de lareiras, fogões ou outros locais de temperaturas elevadas.
- Não solde directamente na bateria.
- Não utilize a bateria se, quando a utilizar, carregar ou armazenar, sentir um cheiro anormal, a bateria ficar quente, mudar de cor, de formato ou apresentar qualquer outra alteração anormal. Contacte o respectivo serviço de vendas se ocorrer um ou mais destes problemas.
- Quando carregar a bateria, utilize apenas o carregador de baterias indicado.
- A amplitude de temperaturas a que a bateria pode ser carregada é de ±0°C a +45°C, a menos que seja especificado o contrário na documentação destinada ao utilizador. Carregar a bateria a temperaturas fora desta amplitude pode fazer com que a bateria aqueça em demasia ou avarie. Também pode fazer diminuir o desempenho ou o tempo de vida útil da bateria.
- A amplitude de temperaturas a que a bateria pode ser descarregada é de −15°C a +50°C a menos que especificado em contrário na documentação destinada ao utilizador. A utilização da bateria fora desta amplitude de temperaturas pode reduzir o desempenho ou o tempo de vida útil da bateria.
- Quando a bateria estiver completamente gasta, isole bem os terminais com fita adesiva ou material similar antes de se desfazer dela.
- Antes de a instalar, retire a água ou humidade que existir na bateria.

- Não utilize diluente ou outro líquido idêntico na câmara, nos cabos ou noutros itens, caso contrário, poderá provocar danos.
- Seja cuidadoso ao limpar a lente de infravermelhos. A lente possui tratamento anti-reflexo.
- Não limpe demasiado a lente de infravermelhos, caso contrário, poderá danificar o tratamento anti-reflexo.
- Em fornos e outras aplicações de alta temperatura, é necessário montar um ecrã térmico na câmara. A utilização da câmara em fornos e outras aplicações de alta temperatura sem um ecrã térmico pode danificar a câmara.
- (Aplique apenas a câmaras com um obturador automático que possa ser desactivado.) Não desactive o obturador automático da câmara durante um período prolongado (normalmente um máx. de 30 minutos). Se o desactivar durante um período superior a 30 minutos poderá danificar o detector ou avariá-lo permanentemente.
- A taxa de encapsulamento só é válida quando todas as aberturas da câmara estão seladas com as respectivas coberturas, escotilhas ou tampas. Isto inclui, entre outros, os compartimentos de armazenamento de dados, das pilhas e dos conectores.

2 Aviso para o utilizador

Convenções tipográficas

Este manual utiliza as seguintes convenções tipográficas:

- **Seminegrito** é utilizado para nomes de menu, comandos de menu e etiquetas e botões nas caixas de diálogo.
- *Itálico* é utilizado para informações importantes.
- `Monospace` é utilizado para amostras de código.
- As MAIÚSCULAS são utilizadas para nomes em teclas e botões.

Fóruns entre utilizadores

Troque ideias, problemas e soluções relacionadas com infravermelhos com utilizadores de termografia em todo o mundo nos nossos fóruns entre utilizadores. Para participar nos fóruns, visite:

http://www.infraredtraining.com/community/boards/

Calibragem

(Este aviso aplica-se apenas a câmaras com capacidades de medição.)

Recomenda-se que envie a câmara para calibrar uma vez por ano. Contacte o serviço de vendas local para obter informações sobre para onde deve ser enviada a câmara.

Precisão

(Este aviso aplica-se apenas a câmaras com capacidades de medição.)

Para obter resultados precisos, recomenda-se que aguarde 5 minutos após ter iniciado a câmara antes de medir uma temperatura.

Para câmaras em que o detector é refrigerado por um refrigerador mecânico, este período de tempo exclui o tempo que demora a refrigerar o detector.

Eliminação de resíduos electrónicos

10742803;a1

Tal como acontece com a maioria dos produtos electrónicos, este equipamento deve ser eliminado de uma forma que respeite o ambiente e de acordo com os regulamentos em vigor para resíduos electrónicos.

Contacte o seu representante FLIR Systems para obter mais informações.

Formação

Para ler mais acerca de formação em infravermelhos, visite:

- http://www.infraredtraining.com
- http://www.irtraining.com
- http://www.irtraining.eu

3 Ajuda ao cliente

Geral

Para obter ajuda ao cliente, visite:

http://support.flir.com

Enviar uma pergunta

Para enviar uma questão à equipa de ajuda ao cliente, tem de ser um utilizador registado. Basta apenas alguns minutos para efectuar o registo online. Se apenas pretender pesquisar perguntas e respostas já existentes na base de dados de conhecimentos, não precisa de ser um utilizador registado.

Quando desejar enviar uma pergunta, certifique-se de que tem à mão a seguinte informação:

- O modelo da câmara
- O número de série da câmara
- O protocolo ou método de comunicação, entre a câmara e o PC (por exemplo, HDMI, Ethernet, USB™, ou FireWire™)
- Sistema operativo do PC
- Versão do Microsoft® Office
- Nome completo, número de publicação e número de revisão do manual

Transferências

No site de ajuda ao cliente, pode também transferir o seguinte:

- Actualizações de firmware para a câmara de infravermelhos
- Actualizações de programas para o software do computador
- Documentação do utilizador
- Histórias da aplicação
- Publicações técnicas

4 Actualizações da documentação

Geral

Os nossos manuais são actualizados várias vezes por ano e também incluímos regularmente notificações de alterações importantes dos produtos.

Para aceder aos manuais e notificações mais recentes aceda ao separador Download em:

http://support.flir.com

Bastam apenas alguns minutos para efectuar o registo online. Na área de transferência encontrará também as mais recentes versões dos manuais dos nossos restantes produtos, bem como os manuais relativos aos nossos produtos mais importantes e obsoletos .

5 Nota importante sobre este manual

Geral

A FLIR Systems publica manuais genéricos que cobrem várias câmaras dentro de uma linha de modelos.

Isto significa que este manual pode conter descrições e explicações que não se aplicam ao modelo especial da sua câmara.

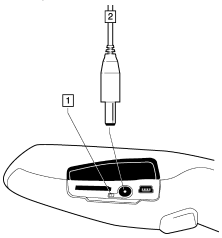
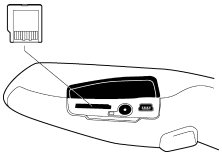
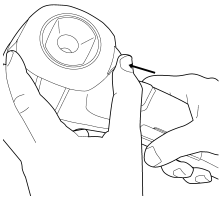
NOTA

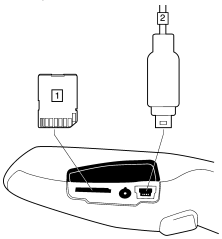
A FLIR Systems reserva-se o direito de suprimir modelos, software, peças ou acessórios e outros artigos ou de alterar especificações e/ou funcionalidades em qualquer altura sem aviso prévio.

6 Manual de Iniciação Rápida

Procedimento

Siga este procedimento para começar imediatamente:

1	Remova a película protectora do LCD.
2	Tem de carregar a bateria no interior da câmara durante quatro horas consecutivas (ou até que o indicador da carga da bateria fique verde) antes de utilizar a câmara pela primeira vez. Para carregar a bateria, ligue a fonte de alimentação ao conector de alimentação da câmara. Assegure-se de que utiliza a ficha CA correcta. **Nota:** quando carregar pela primeira vez uma bateria nova de fábrica, *tem de ligar e desligar a câmara* após ter ligado a fonte de alimentação ao conector de alimentação da câmara. Isto é necessário para iniciar a medição da bateria. T630175;a1  **1** Indicador da carga da bateria **2** Cabo de alimentação
3	Insira um cartão de memória miniSD™ na ranhura respectiva. T630176;a1 
4	Prima o botão **Ligar**/**Desligar** para ligar a câmara.
5	Abra a tampa da lente, premindo a respectiva patilha. T630177;a2 

6	Aponte a câmara na direcção do seu alvo de interesse.
7	Puxe o disparador **Guardar** para guardar a imagem.
8	Para mover a imagem para um computador, proceda de uma das seguintes formas: T630178;a2  ■ (**Item 1 acima**) Remova o cartão de memória miniSD™ e insira-o num leitor de cartões que esteja ligado a um computador. A câmara é fornecida com um adaptador para cartões miniSD™. ■ (**Item 2 acima**) Ligue um computador à câmara utilizando um cabo mini-B USB™.
9	No Windows® Explorer, mova a imagem do cartão ou da câmara através de uma operação de arrastar e largar.

7 Listas de peças

7.1 Âmbito do fornecimento

- Bateria (dentro da câmara)
- Certificado de calibragem
- Brochura de transferências
- CD-ROM do FLIR Tools
- Correia de mão
- Mala de transporte rígida (incluindo cadeado)
- Câmara de infravermelhos
- Alimentação/carregador com fichas UE, RU, EUA e australiana
- Manual de Iniciação Impresso
- Manual de informações importantes impresso
- Brochura de assistência e formação
- cabo USB
- CD-ROM de documentação do utilizador
- Cartão miniSD, com adaptador tipo cartão SD

- Contacte o respectivo serviço de vendas se algum item estiver danificado ou faltar. Os endereços e números de telefone dos serviços de vendas locais encontram-se na contracapa deste manual.
- A FLIR Systems reserva-se o direito de suprimir modelos, peças ou acessórios e outros artigos ou de alterar especificações em qualquer altura sem aviso prévio.

7.2 Lista de acessórios

- 1910423 Cabo USB Std A <-> Mini-B
- ITC-CER-5101 Curso de nível 1 de termografia ITC - participação, 1 pessoa
- ITC-CER-5105 Curso de nível 1 de termografia ITC - aluno adicional para aula no local, 1 pessoa
- ITC-CER-5109 Curso de nível 1 de termografia ITC - grupo de 10 pessoas
- ITC-EXP-1001 Curso de formação ITC 1 dia - participação de 1 pessoa
- ITC-EXP-1009 Curso de formação ITC 1 dia - grupo até 10 pessoas
- ITC-EXP-1011 Curso de curta duração de introdução à termografia ITC - participação de 1 pessoa (1 dia)
- ITC-EXP-1019 Curso de curta duração de introdução à termografia ITC - incluindo 10 pessoas (1 dia)
- ITC-EXP-1021 Formação interna ITC - participação adicional de 1 pessoa (por dia)
- ITC-EXP-1029 Formação interna ITC - grupo até 10 pessoas (por dia)
- ITC-EXP-2001 Curso de formação ITC 2 dias - participação de 1 pessoa
- ITC-EXP-2009 Curso de formação ITC 2 dias - grupo até 10 pessoas
- ITC-EXP-2011 Curso de curta duração de termografia de edifícios ITC - participação de 1 pessoa (2 dias)

- ITC-EXP-2019 Curso de curta duração de termografia de edifícios ITC - incluindo 10 pessoas (2 dias)
- ITC-EXP-2041 Curso de curta duração de termografia eléctrica ITC - participação de 1 pessoa (2 dias)
- ITC-EXP-2049 Curso de curta duração de termografia eléctrica ITC - incluindo 10 pessoas (2 dias)
- ITC-EXP-2061 Curso de curta duração de AVAC e canalização ITC - participação de 1 pessoa (2 dias)
- ITC-EXP-2069 Curso de curta duração de AVAC e canalização ITC - grupo até 10 pessoas (2 dias)
- ITC-EXP-3001 Curso de formação ITC 3 dias - participação de 1 pessoa
- ITC-EXP-3009 Curso de formação ITC 3 dias - grupo até 10 pessoas
- ITC-PRA-2011 Curso prático ITC - inspecção de painéis solares - participação de 1 pessoa (2 dias)
- ITC-PRA-2019 Curso prático ITC - inspecção de painéis solares - grupo até 10 pessoas (2 dias)
- ITC-SOW-0001 Curso de software ITC - participação de 1 pessoa (por dia)
- ITC-SOW-0009 Curso de software ITC - grupo até 10 pessoas (por dia)
- T126024 Bolsa
- T197410 Bateria
- T197619 Mala de transporte rígida para ix
- T197717 FLIR Reporter 8.5 SP3, Professional
- T197717L10 FLIR Reporter 8.5 SP3, Professional, 10 licenças de utilizador
- T197717L5 FLIR Reporter 8.5 SP3, Professional, 5 licenças de utilizador
- T197778 FLIR BuildIR 2.1
- T197778L10 FLIR BuildIR 2.1, 10 licenças de utilizador
- T197778L5 FLIR BuildIR 2.1, 5 licenças de utilizador
- T199806 Garantia alargada de um ano para a série ix
- T199833 Manutenção geral para a série ix
- T910711 Alimentação/carregador com fichas UE, RU, EUA e AU
- T910737 Cartão de memória micro SD com adaptadores

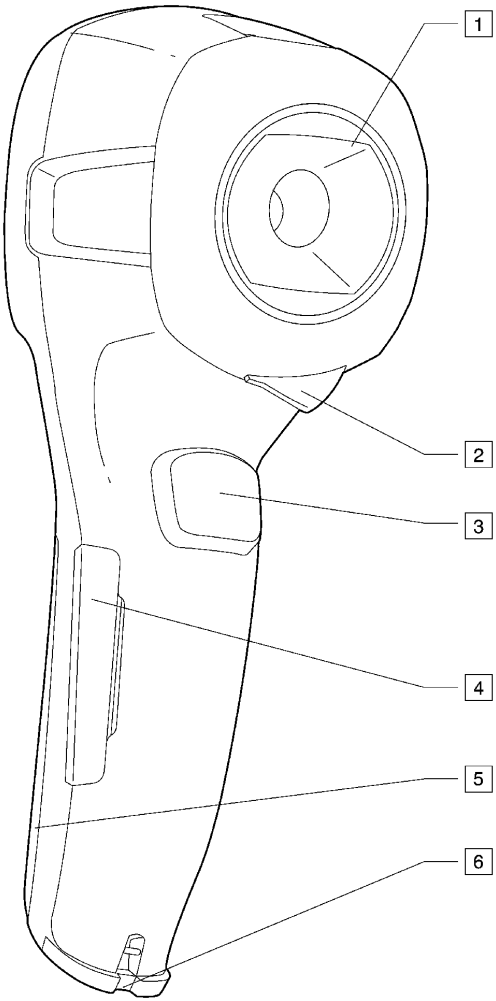
- Contacte o respectivo serviço de vendas se algum item estiver danificado ou faltar. Os endereços e números de telefone dos serviços de vendas locais encontram-se na contracapa deste manual.
- A FLIR Systems reserva-se o direito de suprimir modelos, peças ou acessórios e outros artigos ou de alterar especificações em qualquer altura sem aviso prévio.

---

8 Peças da câmara

Figura

10780903;a2



Explicação

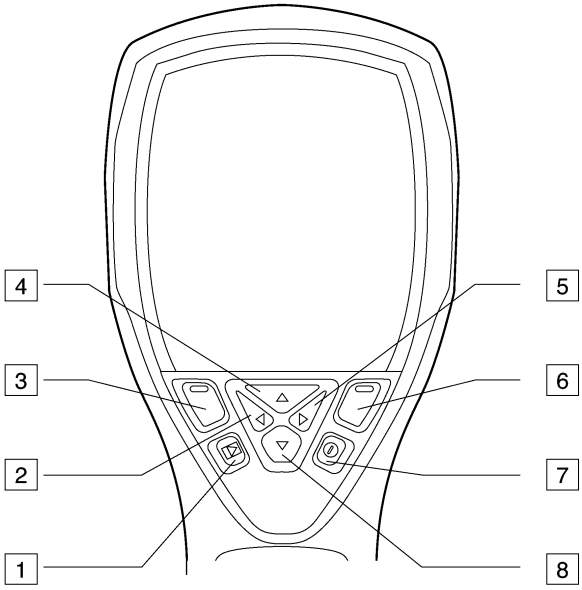
Esta tabela explica a figura acima:

1	Lente de infravermelhos

2	Patilha para abrir e fechar a tampa da lente
3	Disparador para guardar imagens
4	Tampa para conectores e a ranhura do cartão de memória miniSD™
5	Tampa do compartimento da bateria
6	Ponto de fixação da correia de mão

Figura

10781003;a2



Explicação

Esta tabela explica a figura acima:

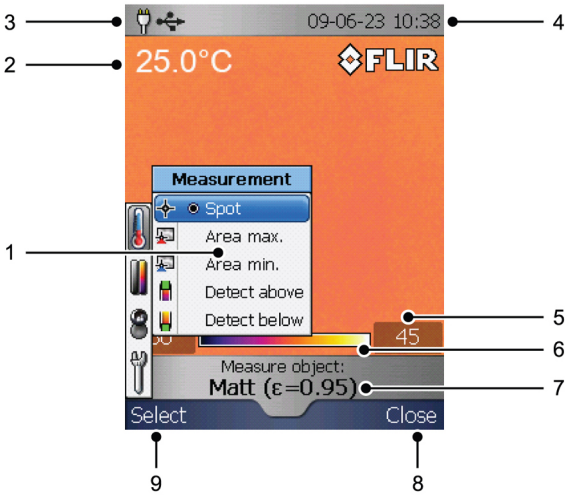
1	Botão **Arquivo** Função: Prima para abrir o arquivo de imagens.
2	Botão da seta para a esquerda (no teclado de navegação) Função: ▪ Prima para ir para a esquerda nos menus, submenus e caixas de diálogo ▪ Prima para navegar no arquivo de imagens
3	Botão de selecção esquerdo. Este botão é sensível ao contexto e a sua função actual é apresentada no ecrã, por cima do botão.
4	Botão da seta para cima (no teclado de navegação) Função: ▪ Prima para ir para cima nos menus, submenus e caixas de diálogo. ▪ Prima para visualizar o arquivo de imagens (depois de ter premido o botão **Arquivo**). ▪ Prima para aumentar/alterar o valor.

5	Botão da seta para a direita (no teclado de navegação) Função: ▪ Prima para ir para a direita nos menus, submenus e caixas de diálogo. ▪ Prima para navegar no arquivo de imagens.
6	Botão de selecção direito. Este botão é sensível ao contexto e a sua função actual é apresentada no ecrã, por cima do botão.
7	Botão **Ligar**/**Desligar** Função: ▪ Prima para ligar a câmara. ▪ Mantenha premido durante mais de um segundo para desligar a câmara.
8	Botão da seta para baixo (no teclado de navegação) Função: ▪ Prima para ir para baixo nos menus, submenus e caixas de diálogo. ▪ Prima para diminuir/alterar o valor.

9 Elementos do ecrã

Figura

10781203;a4



Explicação

Esta tabela explica a figura acima:

1	Sistema de menus
2	Resultado de medição
3	Indicador de alimentação

Ícone	Significado
	Um dos seguintes itens: ▪ A câmara está a ser alimentada através da bateria. ▪ A bateria está a ser carregada (indicado por uma animação de recarregamento da bateria).
	A bateria está completamente carregada e a câmara está a ser alimentada através da fonte de alimentação.

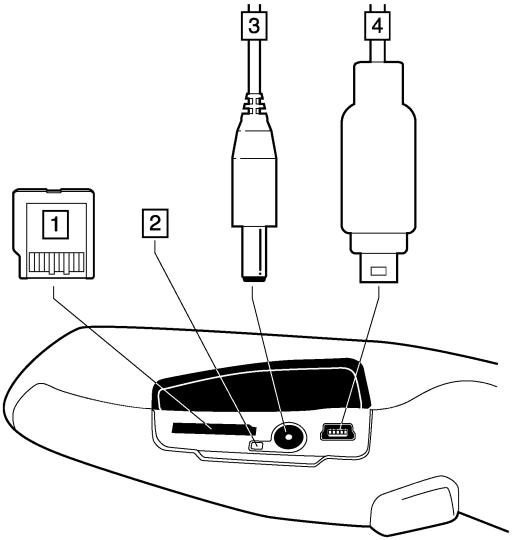
4	Data e hora

5	Valor limite da escala de temperatura
6	Escala de temperaturas
7	Definição actual de valor de emissividade ou propriedades do material
8	Função actual para o botão de selecção direito
9	Função actual para o botão de selecção esquerdo

10 Conectores e suportes de armazenamento

Figura

10780803;a1



Explicação

Esta tabela explica a figura acima:

1	Cartão de Memória miniSD™ Não é aconselhável guardar mais de 5.000 imagens no cartão de memória miniSD™. Embora um cartão possa ter uma capacidade para mais de 5.000 imagens, guardar mais do que essa quantidade de imagens reduz significativamente a eficácia da gestão de ficheiros no cartão de memória miniSD™. **Nota:** Não existe um limite superior para a capacidade de memória do cartão de memória miniSD™.
2	Indicador da carga da bateria: ■ Luz apagada: A fonte de alimentação não está ligada. ■ Luz laranja: a bateria está a ser carregada. ■ Luz verde: A bateria está completamente carregada.
3	Cabo de alimentação

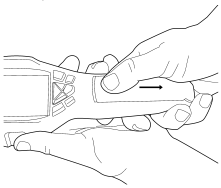
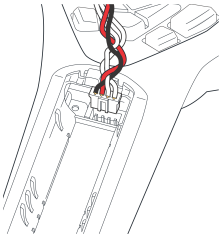
4	Cabo USB com conector Mini-B USB

11 Utilizar a câmara

11.1 Instalar a bateria

Procedimento

Siga este procedimento para instalar a bateria:

1	Retire a tampa do compartimento da bateria. T630174;a2 
2	Ligue o cabo associado à bateria ao conector no interior do compartimento da bateria. **Nota:** Não utilize ferramentas condutivas quando fizer este procedimento. T630173;a2 
3	Empurre a bateria de forma a que esta fique devidamente encaixada.
4	Volte a colocar a tampa para fechar o compartimento da bateria.

11.2 Carregar a bateria

NOTA

- Tem de carregar a bateria no interior da câmara durante quatro horas consecutivas (ou até que o indicador da bateria fique verde) antes de utilizar a câmara pela primeira vez.
- Quando carregar pela primeira vez uma bateria nova de fábrica, *tem de ligar e desligar a câmara* após ter ligado a fonte de alimentação ao conector de alimentação da câmara. Isto é necessário para iniciar a medição da bateria.
- Não substitua a bateria frequentemente. Substitua a bateria apenas quando esta estiver gasta.

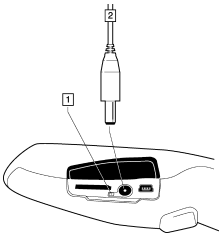
Acerca do indicador da carga da bateria

O indicador da carga da bateria é um LED situado ao lado do conector de alimentação. Apresenta os seguintes sinais:

- Luz apagada: A fonte de alimentação não está ligada.
- Luz laranja: a bateria está a ser carregada.
- Luz verde: A bateria está completamente carregada.

Procedimento

Siga este procedimento para carregar a bateria:

1	Ligue a fonte de alimentação ao conector de alimentação da câmara. T630175;a1  **1** Indicador da carga da bateria **2** Cabo de alimentação
2	Ligue a ficha da fonte de alimentação a uma tomada de alimentação. Assegure-se de que utiliza a ficha CA correcta.
3	Desligue a ficha do cabo da fonte de alimentação quando o indicador da carga da bateria estiver verde.

11.3 Guardar uma imagem

Geral

Pode guardar várias imagens no cartão de memória miniSD™.

Capacidade de imagens

Não é aconselhável guardar mais de 5.000 imagens no cartão de memória miniSD™.

Embora um cartão de memória possa ter uma capacidade para mais de 5.000 imagens, guardar mais do que essa quantidade de imagens reduz significativamente a eficácia da gestão de ficheiros no cartão de memória.

Nota: Não existe um limite superior para a capacidade de memória do cartão de memória miniSD™.

Formatar cartões de memória

Para melhor desempenho, os cartões de memória devem ser formatados para o sistema de ficheiros FAT (FAT16). Utilizar cartões de memória formatados para FAT32 pode provocar um desempenho de qualidade inferior. Para formatar um cartão de memória para FAT (FAT16), proceda da seguinte forma:

1	Insira o cartão de memória num leitor de cartões que esteja ligado ao seu computador.
2	No explorador do Windows®, seleccione **O meu computador** e clique com o botão direito do rato no cartão de memória.
3	Seleccione **Formatar**.
4	Em **Sistema de ficheiros**, seleccione **FAT**.
5	Clique em **Iniciar**.

Convenção para atribuir nome

A convenção para atribuir nome às imagens é **IR_xxxx.jpg**, em que **xxxx** consiste num contador único. Quando selecciona **Restaurar**, a câmara reinicia o contador e atribui o primeiro nome de ficheiro livre mais alto ao novo ficheiro.

Procedimento

Para guardar uma imagem, puxe o disparador **Guardar**.

11.4 Recuperar uma imagem

Geral

Quando guarda uma imagem, esta é guardada no cartão de memória miniSD™ amovível. Para visualizar novamente a imagem, pode recuperá-la a partir do cartão de memória miniSD™.

Procedimento

Siga este procedimento para recuperar uma imagem:

1	Prima o botão **Arquivo**.
2	Efectue uma das seguintes operações: ■ Prima a tecla de navegação para a esquerda/direita para seleccionar a imagem que pretende visualizar. ■ Prima o botão +, utilize o teclado de navegação para seleccionar a imagem que pretende visualizar e, em seguida, prima o botão de selecção direito (**Abrir**).
3	Para regressar ao modo directo, execute uma das seguintes operações: ■ Prima o botão **Arquivo**. ■ Prima o botão de selecção direito (**Fechar**).

11.5 Abrir o arquivo de imagens

Geral

O arquivo de imagens é uma galeria de miniaturas de todas as imagens existentes no cartão de memória miniSD™.

Procedimento

Siga este procedimento para abrir o arquivo de imagens:

1	Prima o botão **Arquivo**.
2	Prima o botão da seta para cima no teclado de navegação. Aparecerá o arquivo de imagens. Agora, pode utilizar a tecla de navegação para navegar no arquivo.
3	Para abrir uma imagem seleccionada, prima o botão de selecção direito (**Abrir**).

11.6 Eliminar uma imagem

Geral

Pode eliminar uma ou mais imagens a partir do cartão de memória miniSD™.

Alternativa 1

Siga este procedimento para eliminar uma imagem:

1	Prima o botão **Arquivo**.
2	Prima o botão da seta para cima. Aparecerá o arquivo de imagens.
3	Seleccione a imagem que pretende eliminar utilizando a tecla de navegação.
4	Prima o botão de selecção esquerdo (**Opções**).
5	Utilize a tecla de navegação para seleccionar **Eliminar imagem**.
6	Prima o botão de selecção esquerdo (**Seleccionar**).
7	Prima o botão de selecção direito para confirmar (**Eliminar**).
8	Para regressar ao modo directo, execute uma das seguintes operações: ▪ Prima o botão **Arquivo**. ▪ Prima o botão de selecção direito (**Fechar**).

Alternativa 2

Siga este procedimento para eliminar uma imagem:

1	Prima o botão **Arquivo**.
2	Seleccione a imagem que pretende eliminar utilizando a tecla de navegação.
3	Prima o botão de selecção esquerdo (**Eliminar**).
4	Prima o botão de selecção direito para confirmar (**Eliminar**).
5	Para regressar ao modo directo, execute uma das seguintes operações: ▪ Prima o botão **Arquivo**. ▪ Prima o botão de selecção direito (**Fechar**).

11.7 Eliminar todas as imagens

Geral

Pode eliminar todas as imagens do cartão de memória miniSD™.

Procedimento

Siga este procedimento para eliminar todas as imagens:

1	Prima o botão **Arquivo**.
2	Prima o botão da seta para cima. Aparecerá o arquivo de imagens
3	Prima o botão de selecção esquerdo (**Opções**).
4	Utilize a tecla de navegação para seleccionar **Eliminar todas as imagens**.
5	Prima o botão de selecção esquerdo (**Seleccionar**).
6	Prima o botão de selecção direito para confirmar (**Eliminar**).

11.8 Medir uma temperatura utilizando o medidor de ponto

Geral

Pode medir uma temperatura utilizando um medidor de pontos. Assim a temperatura será apresentada na posição do medidor de pontos no ecrã.

Procedimento

Siga este procedimento:

1	Prima o botão de selecção esquerdo (**Menu**).
2	Utilize a tecla de navegação para seleccionar **Medição**.
3	Prima o botão de selecção esquerdo (**Seleccionar**).
4	Utilize a tecla de navegação para seleccionar **Ponto**.
5	Prima o botão de selecção esquerdo (**Seleccionar**). A temperatura na posição do medidor de pontos será agora apresentada no canto superior esquerdo do ecrã.

11.9 Medir uma temperatura utilizando uma área

Geral

Pode indicar continuamente a temperatura mais elevada ou mais baixa numa área, utilizando um cursor que se move continuamente.

Procedimento

Siga este procedimento:

1	Prima o botão de selecção esquerdo (**Menu**).
2	Utilize a tecla de navegação para seleccionar **Medição**.
3	Prima o botão de selecção esquerdo (**Seleccionar**).
4	Utilize a tecla de navegação para seleccionar uma das seguintes operações: ▪ **Área máx.** ▪ **Área mín.**
5	Prima o botão de selecção esquerdo (**Seleccionar**). Será agora indicada a temperatura mais elevada e mais baixa na área através de um cursor que se move continuamente. A temperatura será também apresentada no canto superior esquerdo do ecrã.

11.10 Marcar todas as áreas acima ou abaixo de um nível de temperatura definido

Geral

Pode marcar todas as áreas acima ou abaixo de um nível de temperatura definido.

Procedimento

Siga este procedimento:

1	Prima o botão de selecção esquerdo (**Menu**).
2	Utilize a tecla de navegação para seleccionar **Medição**.
3	Prima o botão de selecção esquerdo (**Seleccionar**).
4	Utilize a tecla de navegação para seleccionar uma das seguintes operações: ▪ **Detectar acima** ▪ **Detectar abaixo**
5	Prima o botão de selecção esquerdo (**Seleccionar**).
6	Para alterar o nível de temperatura acima ou abaixo do qual pretende marcar as áreas, utilize a tecla de navegação.

11.11 Alterar a paleta de cores

Geral

É possível alterar as cores da paleta que a câmara utiliza para visualizar temperaturas diferentes. Uma paleta diferente pode tornar mais fácil a análise de uma imagem.

Procedimento

Siga este procedimento para alterar a paleta de cores:

1	Prima o botão de selecção esquerdo (**Menu**).
2	Utilize a tecla de navegação para ir para **Paleta de cores**.
3	Prima o botão de selecção esquerdo (**Seleccionar**). Aparecerá o submenu **Paleta de cores**.
4	Utilize a tecla de navegação para seleccionar a nova paleta de cores.
5	Prima o botão de selecção esquerdo (**Seleccionar**) para confirmar a selecção e sair do submenu.

11.12 Alterar as definições

Geral

Pode alterar várias definições para a câmara. Eis algumas:

- **Encerramento automático**
- **Intensidade do monitor**
- **Idioma**
- **Unidade**
- **Formato da hora**
- **Definir hora**
- **Carimbo de hora**
- **Firmware** (para transferir programas para a câmara. Visite http://flir.custhelp.com para obter mais informações.)
- **Restaurar**

Procedimento

Proceda da seguinte forma para alterar uma definição:

1	Prima o botão de selecção esquerdo (**Menu**).
2	Utilize a tecla de navegação para ir para **Definições**.
3	Prima o botão de selecção esquerdo (**Seleccionar**). Aparecerá o submenu **Definições**.
4	Utilize a tecla de navegação para seleccionar a definição que pretende alterar.
5	Prima o botão de selecção esquerdo (**Seleccionar**) e, em seguida, utilize a tecla de navegação para seleccionar uma nova definição.
6	Prima o botão de selecção esquerdo (**Seleccionar**) para confirmar a selecção e sair do submenu ou prima o botão de selecção direito (**Fechar**) para sair do menu.

11.13 Alterar o modo de imagem

Geral

A câmara pode funcionar em dois modos de imagem diferentes:

Modo de imagem	Ícone	Explicação
Auto	[Nenhum]	No modo **Auto**, a câmara é ajustada automaticamente de forma contínua, para proporcionar o melhor brilho e contraste de imagem.
Bloqueada		No modo **Bloqueada**, a câmara bloqueia o campo de temperatura e o nível de temperatura.

Quando utilizar o modo Bloqueada

Uma situação típica em que utilizaria o modo **Bloqueada** seria para procurar anomalias a nível de temperatura em dois itens de concepção ou construção semelhante.

Por exemplo, se estiver a observar dois cabos e suspeitar que um aqueceu excessivamente, trabalhar no modo **Bloqueada** mostrará claramente se um deles aqueceu excessivamente. A temperatura mais elevada nesse cabo iria gerar uma cor *mais clara* para a temperatura *mais elevada*.

Se, em alternativa, utilizar o modo **Auto**, a cor dos dois itens aparecerá igual.

Procedimento

Para alternar entre o modo **Auto** e o modo **Bloqueada**, prima o botão de selecção direito (**Auto**/**Blo.**). Um ícone de um cadeado ( ) indica o modo Bloqueada.

11.14 Definir as propriedades de superfície

Geral

Para medir temperaturas de forma exacta, a câmara tem de saber que tipo de superfície está a medir.

A forma mais simples de o fazer consiste em definir a propriedade da superfície no menu **Medida**. Pode escolher entre as seguintes propriedades de superfície:

- **Mate**
- **Semimate**
- **Semibrilhante**
- **Brilhante**

Procedimento

Proceda da seguinte forma para definir a propriedade da superfície:

1	Prima o botão de selecção esquerdo (**Menu**).
2	Utilize a tecla de navegação para ir para **Medida**.
3	Prima o botão de selecção esquerdo (**Seleccionar**). Aparecerá o submenu **Medida**.
4	No menu **Medida**, utilize a tecla de navegação para seleccionar uma propriedade da superfície.
5	Prima o botão de selecção esquerdo (**Seleccionar**) para confirmar a selecção e sair do menu.

CONSULTE TAMBÉM

Para obter medições mais exactas, consulte as seguintes secções:

- Secção 11.15 – Alterar a emissividade na página 34
- Secção 11.16 – Alterar a temperatura aparente reflectida na página 35

11.15 Alterar a emissividade

Geral

Para obter medições muito exactas, pode ter de definir a emissividade, em vez de seleccionar uma propriedade da superfície. É igualmente necessário que compreenda como a emissividade e reflectividade afectam as medições, em vez de simplesmente seleccionar uma propriedade da superfície.

A emissividade é uma propriedade que indica a quantidade de radiação gerada por um objecto comparada com a quantidade reflectida pelo mesmo. Um valor mais baixo indica que está a ser reflectida uma grande proporção, enquanto um valor elevado indica que está a ser reflectida uma proporção inferior.

O aço inoxidável polido, por exemplo, tem uma emissividade de 0,14, enquanto um piso em PVC estruturado, tipicamente, apresenta uma emissividade de 0,93.

Procedimento

Siga este procedimento para definir a emissividade:

1	Prima o botão de selecção esquerdo (**Menu**).
2	Utilize a tecla de navegação para ir para **Medida**.
3	Prima o botão de selecção esquerdo (**Seleccionar**). Aparecerá o submenu **Medida**.
4	Utilize a tecla de navegação para seleccionar **Avançado**.
5	Prima o botão de selecção esquerdo (**Seleccionar**). Aparecerá o submenu **Avançado**.
6	Utilize a tecla de navegação para executar uma das seguintes operações: ▪ Definir um valor para a emissividade ▪ Seleccionar um material na lista de materiais
7	Prima o botão de selecção esquerdo (**Seleccionar**) para confirmar a selecção e sair do menu.

CONSULTE TAMBÉM

Para saber mais sobre emissividade, consulte a secção 18 – Técnicas de medição termográfica na página 61.

11.16 Alterar a temperatura aparente reflectida

Geral

Este parâmetro é utilizado para compensar a radiação reflectida pelo objecto. Se a emissividade for baixa e a temperatura do objecto estiver relativamente afastada da temperatura aparente reflectida, será importante definir e compensar correctamente a temperatura aparente reflectida.

Procedimento

Siga este procedimento para definir a temperatura aparente reflectida:

1	Prima o botão de selecção esquerdo (**Menu**).
2	Utilize a tecla de navegação para ir para **Medida**.
3	Prima o botão de selecção esquerdo (**Seleccionar**). Aparecerá o submenu **Medida**.
4	Utilize a tecla de navegação para seleccionar **Avançado**.
5	Prima o botão de selecção esquerdo (**Seleccionar**). Aparecerá o submenu **Avançado**.
6	Utilize a tecla de navegação para definir a temperatura aparente reflectida.
7	Prima o botão de selecção esquerdo (**Seleccionar**) para confirmar a selecção e sair do menu.

CONSULTE TAMBÉM

Para saber mais sobre a temperatura aparente reflectida, consulte a secção 18 – Técnicas de medição termográfica na página 61.

11.17 Reiniciar a câmara

Geral

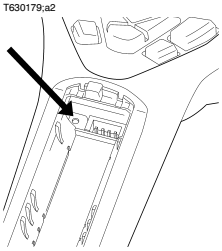
Se precisar de reiniciar a câmara, existe um botão de reinicialização no interior do compartimento da bateria.

NOTA

Não utilize uma ferramenta metálica ou condutora para reiniciar a câmara.

Procedimento

Siga este procedimento para reiniciar a câmara:

1	Abra a tampa do compartimento da bateria.
2	Para localizar o botão de reinicialização, observe a figura abaixo. 
3	Utilize uma ferramenta não condutiva para premir o botão de reinicialização. A câmara será agora reinicializada.

11.18 Localizar o número de série da câmara

Geral

Quando comunicar com os nossos departamentos de assistência, poderá necessitar de indicar o número de série da câmara.

O número de série está impresso numa etiqueta localizada no interior do compartimento da bateria, atrás da bateria.

12 Limpeza da câmara

12.1 Caixa da câmara, cabos e outros itens

Líquidos

Utilize um destes líquidos:

- Água quente
- Uma solução de detergente suave

Equipamento

Um pano macio

Procedimento

Siga este procedimento:

1	Mergulhe o pano no líquido.
2	Torça o pano para eliminar o líquido em excesso.
3	Limpe a peça com o pano.

CUIDADO

Não utilize diluente ou outro líquido idêntico na câmara, nos cabos ou noutros itens, caso contrário, poderá provocar danos.

12.2 Lente de infravermelhos

Líquidos

Utilize um destes líquidos:

- 96% de álcool isopropílico.
- Um líquido comercial para limpeza de lentes com mais de 30% de álcool isopropílico.

Equipamento

Algodão

Procedimento

Siga este procedimento:

1	Mergulhe o algodão no líquido.
2	Torça o pano para eliminar o líquido em excesso.
3	Limpe a lente apenas uma vez e elimine o algodão.

ATENÇÃO

Certifique-se de que lê atentamente todas as Folhas de Dados sobre Segurança do Material (MSDS) e informações nas etiquetas dos frascos aplicáveis antes de utilizar as substâncias. Os líquidos podem ser perigosos.

CUIDADO

- Seja cuidadoso ao limpar a lente de infravermelhos. A lente possui tratamento anti-reflexo.
- Não limpe demasiado a lente de infravermelhos, caso contrário, poderá danificar o tratamento anti-reflexo.

12.3 Detector de infravermelhos

Geral

Mesmo pequenas quantidades de pó no detector de infravermelhos podem provocar grandes manchas na imagem. Para remover o pó do detector, siga o procedimento a seguir indicado.

NOTA

- Esta secção aplica-se apenas a câmaras em que a remoção da lente expõe o detector de infravermelhos.
- Em alguns casos, o pó não pode ser removido seguindo este procedimento: o detector de infravermelhos deve ser limpo mecanicamente. Esta limpeza mecânica deverá ser realizada por um parceiro de assistência autorizado.

CUIDADO

No Passo 2 a seguir, não aplique ar sob pressão de circuitos de ar pneumáticos de uma oficina, etc. uma vez que, normalmente, este ar contém vapor de óleo para lubrificar ferramentas pneumáticas.

Procedimento

Siga este procedimento:

1	Remova a lente da câmara.
2	Utilize ar sob pressão de um recipiente de ar comprimido para soprar o pó.

13 Dados técnicos

Para obter dados técnicos, consulte as folhas de dados existentes no CD-ROM de documentação do utilizador fornecido com a câmara. Também é possível encontrar dados técnicos em *http://support.flir.com*.

13.1 Dados adicionais

Campo de visão & distância (FLIR i3)

10780503;a2

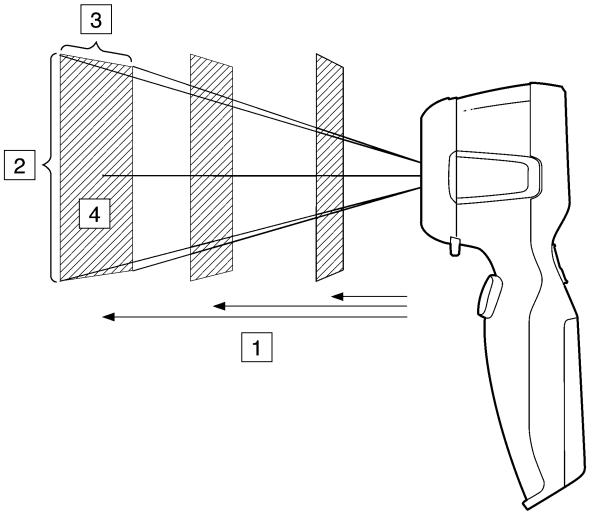


Figura 13.1 Relação entre campo de visão e distância. **1:** Distância até ao alvo; **2:** VFOV = campo de visão vertical; **3:** HFOV = campo de visão horizontal, **4:** IFOV = campo de visão instantâneo (tamanho de um elemento detector).

esta tabela dá exemplos do campo de visão para diferentes distâncias ao alvo. **Nota:** a tabela não tem em conta a distância de focagem mínima.

T639295;a2

Focal length: 6.76 mm									
Resolution: 60 x 60 pixels									
Field of view in degrees: 12.6									
D --->	**0.50**	**1.00**	**2.00**	**5.00**	**10.00**	**25.00**	**50.00**	**100.00**	**m**
HFOV	0.11	0.22	0.44	1.11	2.22	5.55	11.09	22.19	**m**
VFOV	0.11	0.22	0.44	1.11	2.22	5.55	11.09	22.19	**m**
IFOV	1.85	3.70	7.40	18.49	36.98	92.46	184.91	369.82	**mm**
D --->	**1.64**	**3.28**	**6.56**	**16.39**	**32.79**	**81.97**	**163.93**	**327.87**	**ft.**
HFOV	0.36	0.73	1.46	3.64	7.28	18.19	36.38	72.75	**ft.**
VFOV	0.36	0.73	1.46	3.64	7.28	18.19	36.38	72.75	**ft.**
IFOV	0.07	0.15	0.29	0.73	1.46	3.64	7.28	14.56	**in.**
Legend:									
D = Distance to target in meters & feet									
HFOV = Horizontal field of view in meters & feet									
VFOV = Vertical field of view in meters & feet									
IFOV = Instantaneous field of view (size of one detector element) in millimeters & inches									

Campo de visão & distância (FLIR i5)

10780503;a2

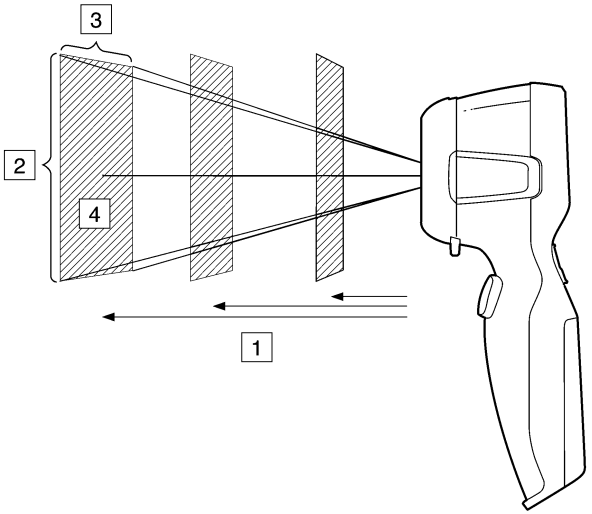


Figura 13.2 Relação entre campo de visão e distância. **1:** Distância até ao alvo; **2:** VFOV = campo de visão vertical; **3:** HFOV = campo de visão horizontal, **4:** IFOV = campo de visão instantâneo (tamanho de um elemento detector).

esta tabela dá exemplos do campo de visão para diferentes distâncias ao alvo. **Nota:** a tabela não tem em conta a distância de focagem mínima.

10781103;a3

Focal length: 6.76 mm									
Resolution: 100 x 100 pixels									
Field of view in degrees: 20.9									
D --->	**0.50**	**1.00**	**2.00**	**5.00**	**10.00**	**25.00**	**50.00**	**100.00**	**m**
HFOV	0.18	0.37	0.74	1.85	3.70	9.25	18.49	36.98	**m**
VFOV	0.18	0.37	0.74	1.85	3.70	9.25	18.49	36.98	**m**
IFOV	1.85	3.70	7.40	18.49	36.98	92.46	184.91	369.82	**mm**
D --->	**1.64**	**3.28**	**6.56**	**16.39**	**32.79**	**81.97**	**163.93**	**327.87**	**ft.**
HFOV	0.61	1.21	2.43	6.06	12.13	30.31	60.63	121.25	**ft.**
VFOV	0.61	1.21	2.43	6.06	12.13	30.31	60.63	121.25	**ft.**
IFOV	0.07	0.15	0.29	0.73	1.46	3.64	7.28	14.56	**in.**
Legend:									
D = Distance to target in meters & feet									
HFOV = Horizontal field of view in meters & feet									
VFOV = Vertical field of view in meters & feet									
IFOV = Instantaneous field of view (size of one detector element) in millimeters & inches									

Campo de visão & distância (FLIR i7)

10780503;a2

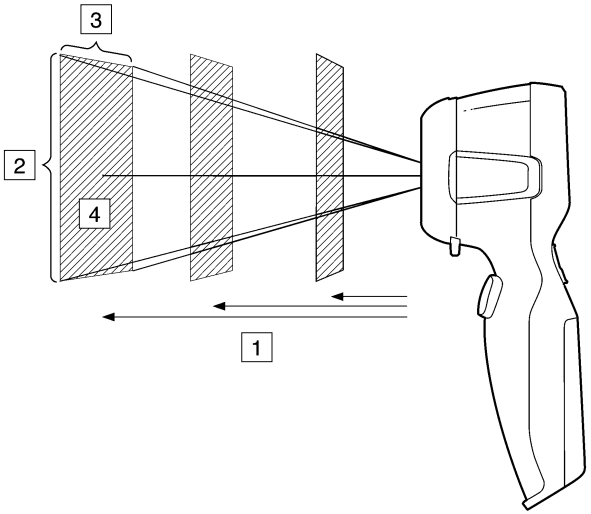


Figura 13.3 Relação entre campo de visão e distância. **1:** Distância até ao alvo; **2:** VFOV = campo de visão vertical; **3:** HFOV = campo de visão horizontal, **4:** IFOV = campo de visão instantâneo (tamanho de um elemento detector).

esta tabela dá exemplos do campo de visão para diferentes distâncias ao alvo. **Nota:** a tabela não tem em conta a distância de focagem mínima.

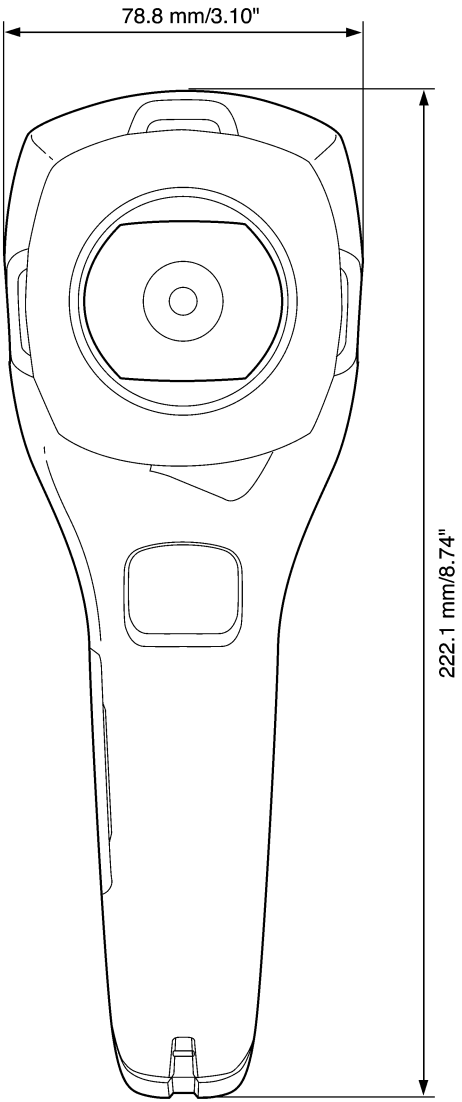
T638201;a3

Focal length: 6.76 mm									
Resolution: 140 x 140 pixels									
Field of view in degrees: 29.0									
D --->	**0.50**	**1.00**	**2.00**	**5.00**	**10.00**	**25.00**	**50.00**	**100.00**	**m**
HFOV	0.26	0.52	1.04	2.59	5.18	12.94	25.89	51.78	**m**
VFOV	0.26	0.52	1.04	2.59	5.18	12.94	25.89	51.78	**m**
IFOV	1.85	3.70	7.40	18.49	36.98	92.46	184.91	369.82	**mm**
D --->	**1.64**	**3.28**	**6.56**	**16.39**	**32.79**	**81.97**	**163.93**	**327.87**	**ft.**
HFOV	0.85	1.70	3.40	8.49	16.98	42.44	84.88	169.75	**ft.**
VFOV	0.85	1.70	3.40	8.49	16.98	42.44	84.88	169.75	**ft.**
IFOV	0.07	0.15	0.29	0.73	1.46	3.64	7.28	14.56	**in.**
Legend:									
D = Distance to target in meters & feet									
HFOV = Horizontal field of view in meters & feet									
VFOV = Vertical field of view in meters & feet									
IFOV = Instantaneous field of view (size of one detector element) in millimeters & inches									

14 Dimensões

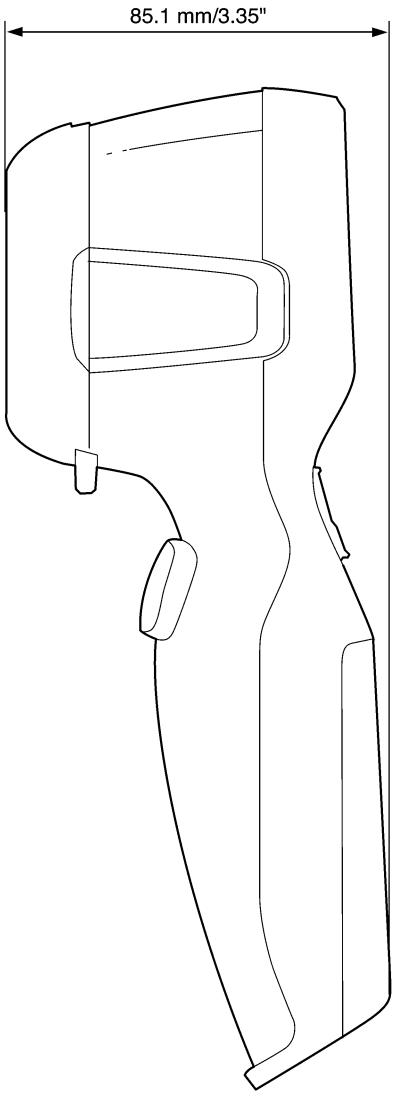
14.1 Câmara (frente)

Figura 10780603;a2



14.2 Câmara (lateral)

Figura 10780703;a2



15 Exemplos de aplicação

15.1 Danos provocados por humidade e água

Geral

É frequentemente possível detectar danos provocados pela humidade e água numa casa utilizando uma câmara de infravermelhos. Isto deve-se, em parte, ao facto de a área danificada possuir uma propriedade de condução de calor diferente e em parte porque tem uma capacidade térmica diferente para armazenar calor da do material que a rodeia.

NOTA

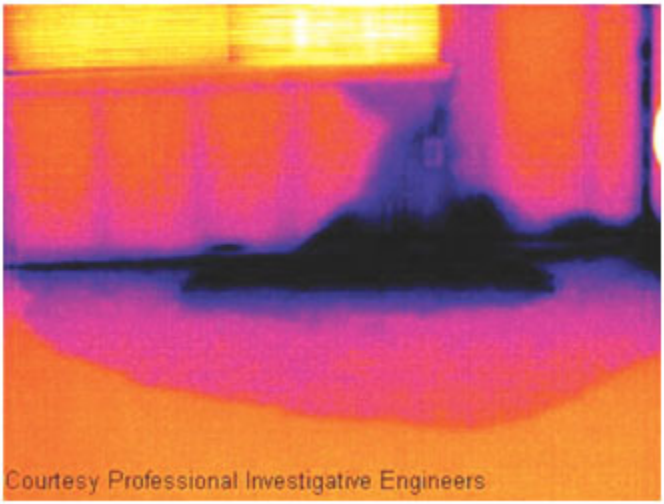
Muitos factores entram em conta na forma como os danos provocados por humidade e água surgem na imagem de infravermelhos.

Por exemplo, o aquecimento e arrefecimento destas partes são realizados a níveis diferentes dependendo do material e do momento do dia. Por essa razão, é importante que sejam utilizados também outros métodos para verificar a existência de danos provocados por humidade e água.

Figura

A imagem abaixo mostra extensos danos provocados por água numa parede externa em que a água penetrou na superfície exterior devido a um parapeito de janela incorrectamente instalado.

10739503;a1



15.2 Contacto defeituoso numa tomada

Geral

Dependendo do tipo de ligação de uma tomada, um fio incorrectamente ligado pode resultar num aumento da temperatura local. Este aumento da temperatura é causado pela área de contacto reduzida entre o ponto de ligação do fio de entrada e a tomada, podendo resultar num incêndio de origem eléctrica.

NOTA

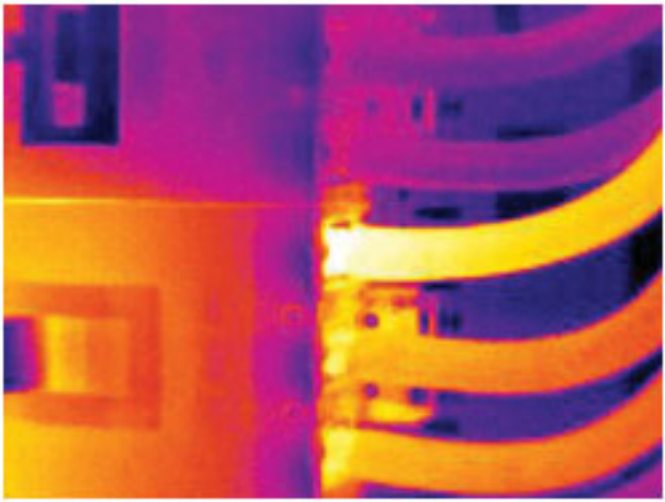
A construção de uma tomada pode ser bastante diferente de fabricante para fabricante. Por esta razão, defeitos diferentes numa tomada podem gerar um aspecto típico idêntico numa imagem de infravermelhos.

O aumento da temperatura no local pode resultar também de um contacto inadequado entre o fio e a tomada, ou de diferenças de carga.

Figura

A imagem abaixo mostra a ligação de um cabo a uma tomada em que o contacto inadequado na ligação teve como resultado um aumento da temperatura local.

10739603;a1



15.3 Tomada oxidada

Geral

Dependendo do tipo de tomada e do ambiente em que a tomada está instalada, podem ocorrer oxidações nas superfícies de contacto da tomada. Estas oxidações podem levar a um aumento da resistência local quando a tomada fica com carga, o que pode ser visto numa imagem de infravermelhos como aumento da temperatura local.

NOTA

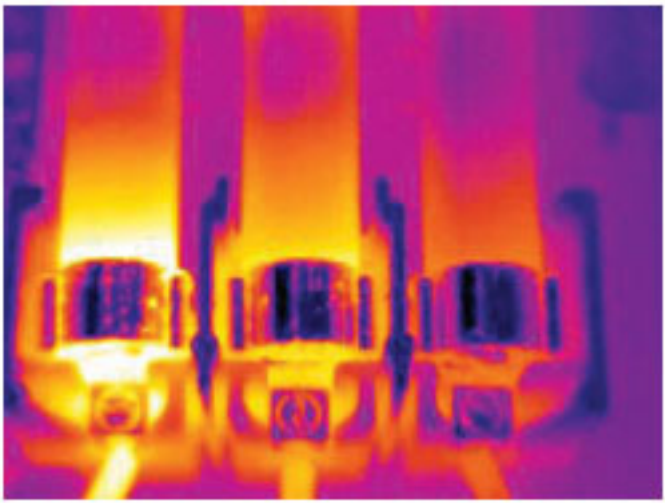
A construção de uma tomada pode ser bastante diferente de fabricante para fabricante. Por esta razão, defeitos diferentes numa tomada podem gerar um aspecto típico idêntico numa imagem de infravermelhos.

O aumento da temperatura no local pode resultar também de um contacto inadequado entre o fio e a tomada, ou de diferenças de carga.

Figura

A imagem abaixo mostra uma série de fusíveis em que um possui uma temperatura aumentada nas superfícies de contacto com o suporte do fusível. Devido ao metal bruto do suporte do fusível, o aumento da temperatura não é visível aí, embora seja visível no material cerâmico do fusível.

10739703;a1



15.4 Deficiências de isolamento

Geral

As deficiências de isolamento podem resultar da perda de volume do isolamento ao longo do tempo, não enchendo assim totalmente a cavidade numa parede de estrutura.

Uma câmara de infravermelhos permite-lhe ver estas deficiências de isolamento porque têm uma propriedade de condução de calor diferente da de secções com isolamento correctamente instalado e/ou mostram a área em que o ar penetra na estrutura do edifício.

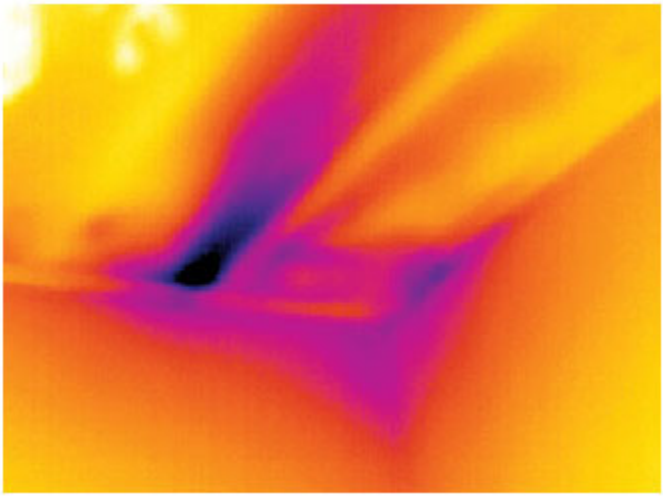
NOTA

Quando se inspecciona um edifício, a diferença de temperatura entre o interior e o exterior deve ser pelo menos de 10°C. Barrotes, tubagens de água, colunas de betão e outros componentes semelhantes podem parecer uma deficiência de isolamento numa imagem de infravermelhos. Podem ocorrer também naturalmente diferenças menores.

Figura

Na imagem abaixo, falta o isolamento na estrutura do telhado. Devido à ausência de isolamento, o ar força a sua entrada na estrutura do telhado, que assim toma uma aparência característica diferente na imagem de infravermelhos.

10739803;a1



15.5 Corrente de ar

Geral

Podem encontrar-se correntes de ar por baixo de rodapés, em volta de caixilhos de portas e janelas e por cima da sanca do tecto. Este tipo de corrente de ar pode, muitas vezes, ver-se numa câmara de infravermelhos, quando um fluxo de ar mais fresco refresca a superfície circundante.

NOTA

Quando se investiga uma corrente de ar numa casa, deverá existir pressão subatmosférica na casa. Feche todas as portas, janelas e condutas de ventilação e deixe que o exaustor da cozinha funcione durante algum tempo antes de captar as imagens de infravermelhos.

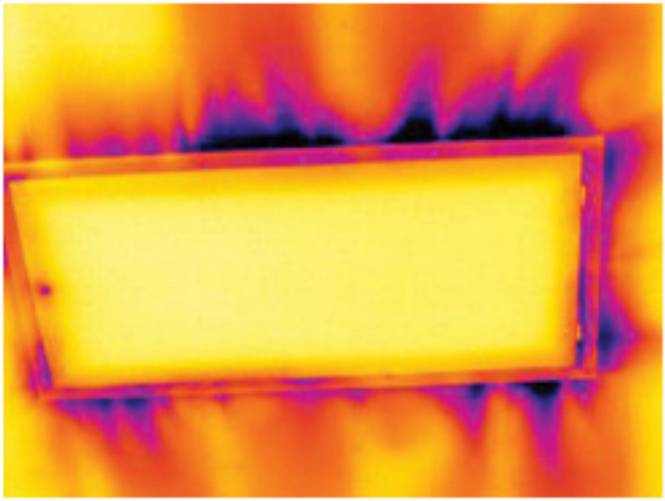
Uma imagem de infravermelhos de uma corrente de ar mostra muitas vezes um padrão de fluxo típico. Poderá ver claramente este padrão de fluxo na imagem abaixo.

Tenha também em mente que as correntes de ar podem ser escondidas pelo calor produzido por circuitos de aquecimento do pavimento.

Figura

A imagem abaixo mostra um alçapão no tecto onde uma instalação defeituosa teve como resultado uma forte corrente de ar.

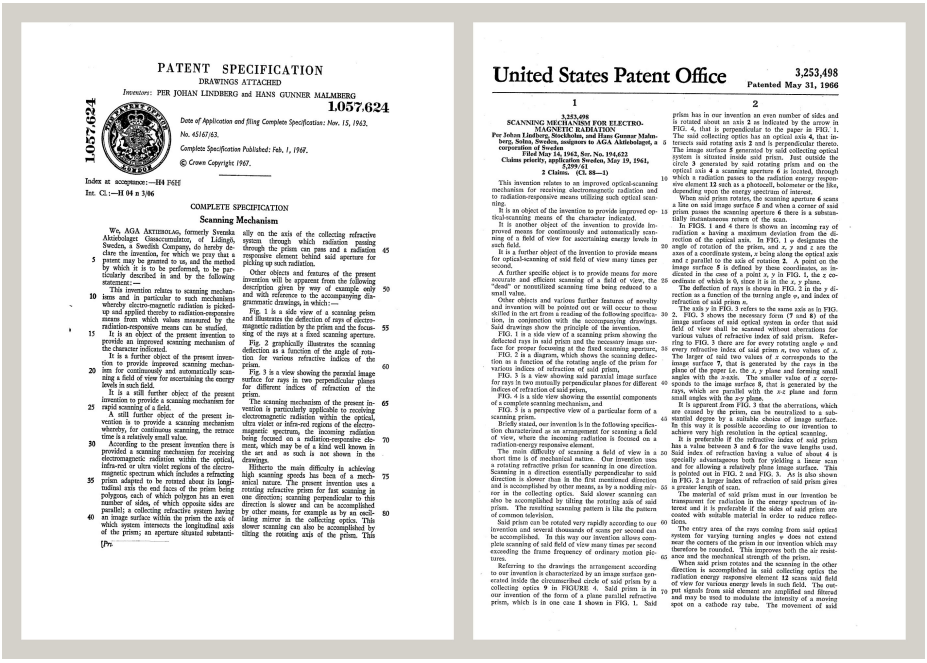
10739903;a1



16 Acerca da FLIR Systems

A FLIR Systems foi fundada em 1978 para ser a pioneira no desenvolvimento de sistemas de imagens de infravermelhos de elevado desempenho, sendo também a líder mundial em design, fabrico e comercialização de sistemas de imagens térmicas para uma variada gama de aplicações comerciais, industriais e governamentais. Actualmente, a FLIR Systems integra cinco grandes empresas com resultados espectaculares em tecnologia de infravermelhos desde 1958 — a sueca AGEMA Infrared Systems (anteriormente AGA Infrared Systems), as três empresas americanas Indigo Systems, FSI e Inframetrics, assim como a empresa francesa Cedip. Em Novembro de 2007, a Extech Instruments foi adquirida pela FLIR Systems.

T638608;a1



PATENT SPECIFICATION

DRAWINGS ATTACHED

Inventors: PER JOHAN LINDBERG and HANS GUNNER MALMBERG

1,057,624

Date of Application and filing Complete Specification: Nov. 15, 1963.

No. 45167/63.

Complete Specification Published: Feb. 1, 1967.

© Crown Copyright 1967.

1,057,624

Index at acceptance:—H04 P6EE

Int. Cl.:—H 04 n 3/06

COMPLETE SPECIFICATION

Scanning Mechanism

We, AGA AKTIEBOLAG, formerly Svenska Aktiebolaget Gasaccumulator, of Lidingö, Sweden, a Swedish Company, do hereby declare the invention, for which we pray that a patent may be granted to us, and the method by which it is to be performed, to be particularly described in and by the following statement:—

This invention relates to scanning mechanisms and in particular to such mechanisms whereby electro-magnetic radiation is picked-up and applied thereby to radiation-responsive means from which values measured by the radiation-responsive means can be studied.

It is an object of the present invention to provide an improved scanning mechanism of the character indicated.

It is a further object of the present invention to provide improved scanning mechanisms for continuously and automatically scanning a field of view for ascertaining the energy levels in such field.

It is a still further object of the present invention to provide a scanning mechanism for rapid scanning of a field.

A still further object of the present invention is to provide a scanning mechanism whereby, for continuous scanning, the retrace time is a relatively small value.

According to the present invention there is provided a scanning mechanism for receiving electromagnetic radiation within the optical, infra-red or ultra violet regions of the electromagnetic spectrum which includes a refracting prism adapted to be rotated about its longitudinal axis the end faces of the prism being polygons, each of which polygon has an even number of sides, of which opposite sides are parallel; a collecting refractive system having an image surface within the prism the axis of which system intersects the longitudinally axis of the prism; an aperture situated substantially on the axis of the collecting refractive system through which radiation passing through the prism can pass and a radiation responsive element behind said aperture for picking up such radiation.

Other objects and features of the present invention will be apparent from the following description given by way of example only and with reference to the accompanying diagrammatic drawings, in which:—

Fig. 1 is a side view of a scanning prism and illustrates the deflection of rays of electromagnetic radiation by the prism and the focusing of the rays at a fixed scanning aperture.

Fig. 2 graphically illustrates the scanning deflection as a function of the angle of rotation for various refractive indices of the prism.

Fig. 3 is a view showing the paraxial image surface for rays in two perpendicular planes for different indices of refraction of the prism.

The scanning mechanism of the present invention is particularly applicable to receiving electromagnetic radiation within the optical, ultra violet or infra-red regions of the electromagnetic spectrum, the incoming radiation being focused on a radiation-responsive element, which may be of a kind well known in the art and as such is not shown in the drawings.

Hitherto the main difficulty in achieving high scanning speeds has been of a mechanical nature. The present invention uses a rotating refractive prism for fast scanning in one direction; scanning perpendicular to this direction is slower and can be accomplished by other means, for example as by an oscillating mirror in the collecting optics. This slower scanning can also be accomplished by tilting the rotating axis of the prism. This

[Pre

United States Patent Office

3,253,498

Patented May 31, 1966

1

3,253,498

SCANNING MECHANISM FOR ELECTRO-MAGNETIC RADIATION

Per Johan Lindberg, Stockholm, and Hans Gunnar Malmberg, Solna, Sweden, assignors to AGA Aktiebolaget, a corporation of Sweden

Filed May 14, 1963, Ser. No. 194,622

Claims priority, application Sweden, May 19, 1961, 5,299/61

2 Claims. (Cl. 88—1)

This invention relates to an improved optical-scanning mechanism for receiving electromagnetic radiation and to radiation-responsive means utilizing such optical scanning.

It is an object of the invention to provide improved optical-scanning means of the character indicated.

It is another object of the invention to provide improved means for continuously and automatically scanning of a field of view for ascertaining energy levels in such field.

It is a further object of the invention to provide means for optical-scanning of said field of view many times per second.

A further specific object is to provide means for more accurate and efficient scanning of a field of view, the "dead" or nonutilized scanning time being reduced to a small value.

Other objects and various further features of novelty and invention will be pointed out or will occur to those skilled in the art from a reading of the following specification, in conjunction with the accompanying drawings. Said drawings show the principles of the invention.

FIG. 1 is a side view of a scanning prism showing the deflected rays in said prism and the concavity image surface for proper focussing at the fixed scanning aperture.

FIG. 2 is a diagram, which shows the scanning deflection as a function of the rotating angle of the prism for various indices of refraction of said prism.

FIG. 3 is a view showing the paraxial image surface for rays in two mutually perpendicular planes for different indices of refraction of said prism.

FIG. 4 is a side view showing the essential components of a complete scanning mechanism, and

FIG. 5 is a perspective view of a particular form of a scanning prism.

Briefly stated, our invention is in the following specification characterized as an arrangement for scanning a field of view, where the incoming radiation is focused on a radiation-energy responsive element.

The main difficulty of scanning a field of view in a short time is of mechanical nature. Our invention uses a rotating refractive prism for scanning in one direction. Scanning in a direction essentially perpendicular to said direction is slower than in the first mentioned direction and is accomplished by other means, as by a nodding mirror in the collecting optics. Said slower scanning can also be accomplished by tilting the rotating axis of said prism. The resulting scanning pattern is like the pattern of common television.

Said prism can be rotated very rapidly according to our invention and several thousands of scans per second can be accomplished. In this way our invention allows complete scanning of said field of view many times per second exceeding the frame frequency of ordinary motion pictures.

Referring to the drawings the arrangement according to our invention is characterized by an image surface generated inside the circumscribed circle of said prism by a collecting optics 9 in FIGURE 4. Said prism is in our invention of the form of a plane parallel refractive prism, which is in one case 1 shown in FIG. 1. Said

2

prism has in our invention an even number of sides and is rotated about an axis 2 as indicated by the arrow in FIG. 4, that is perpendicular to the paper in FIG. 1. The said collecting optics has an optical axis 4, that intersects said rotating axis 2 and is perpendicular thereto. The image surface 3 generated by said collecting optical system is situated inside said prism. Just outside the circle 3 generated by said rotating prism and on the optical axis 4 a scanning aperture 6 is located, through which a radiation passes to the radiation energy responsive element 12 such as a photocell, bolometer or the like, depending upon the energy spectrum of interest.

When said prism rotates, the scanning aperture 6 scans a line on said image surface 3 and when a corner of said prism passes the scanning aperture 6 there is a substantially instantaneous return of the scan.

In FIGS. 1 and 4 there is shown an incoming ray of radiation a having a maximum deviation from the direction of the optical axis. In FIG. 1 φ designates the angle of rotation of the prism, and x, y and z are the axes of a coordinate system, x being along the optical axis and z parallel to the axis of rotation 2. A point on the image surface 5 is defined by these coordinates, as indicated in the case of a point x, y in FIG. 1, the z coordinate of which is 0, since it is in the x, y plane.

The deflection of rays is shown in FIG. 2 in the y direction as a function of the turning angle φ, and index of refraction of said prism n.

The axis y in FIG. 3 refers to the same axis as in FIG. 2. FIG. 3 shows the necessary form (Y and R) of the image surfaces of said optical system in order that said field of view shall be scanned without aberrations for various values of refractive index of said prism. Referring to FIG. 3 there are for every rotating angle φ and every refractive index of said prism n, two values of z. The larger of said two values of z corresponds to the image surface 7, that is generated by the rays in the plane of the paper i.e. the x, y plane and forming small angles with the y-axis. The smaller value of z corresponds to the image surface 8, that is generated by the rays, which are parallel with the x-z plane and form small angles with the x-y plane.

It is apparent from FIG. 3 that the aberrations, which are caused by the prism, can be neutralized to a substantial degree by a suitable choice of image surface. In this way it is possible according to our invention to achieve very high resolution in the optical scanning.

It is preferable if the refractive index of said prism has a value between 3 and 4 for the wave lengths used. Said index of refraction having a value of about 4 is specially advantageous both for yielding a linear scan and for allowing a relatively plane image surface. This is pointed out in FIG. 2 and FIG. 3. As is also shown in FIG. 2 a larger index of refraction of said prism gives a greater length of scan.

The material of said prism must in our invention be transparent for radiation in the energy spectrum of interest and it is preferable if the sides of said prism are coated with suitable material in order to reduce reflections.

The entry area of the rays coming from said optical system for varying turning angles φ does not extend near the corners of the prism in our invention which may therefore be rounded. This improves both the air resistance and the mechanical strength of the prism.

When said prism rotates and the scanning in the other direction is accomplished in said collecting optics the radiation energy responsive element 12 scans said field of view for various energy levels in such field. The output signals from said element are amplified and filtered and may be used to modulate the intensity of a moving spot on a cathode ray tube. The movement of said

Figura 16.1 Documentos de patente do início dos anos 60 do século XX

A empresa vendeu mais de 140,000 câmaras de infravermelhos em todo o mundo para aplicações como, por exemplo, manutenção condicional, Investigação e Desenvolvimento, testes não destrutivos, controlo de processamento e automatização, visão de maquinaria e muitas outras aplicações.

A FLIR Systems possui três fábricas nos Estados Unidos (Portland, Oregon; Boston, Massachusetts; Santa Barbara, Califórnia) e uma na Suécia (Estocolmo). Desde 2007 que dispõe igualmente de uma instalação de fabrico em Tallin, Estónia. Os serviços de venda directa existentes na Alemanha, na Bélgica, no Brasil, na China, na Coreia, nos Estados Unidos, em França, em Hong Kong, em Itália, no Japão, no Reino Unido e na Suécia — juntamente com uma rede internacional de agentes e distribuidores — suportam a nossa base internacional de clientes.

A FLIR Systems está na vanguarda da inovação na indústria de câmaras de infravermelhos. Antecipamos as necessidades do mercado, melhorando continuamente as nossas câmaras já existentes e desenvolvendo novos modelos. A empresa estabeleceu marcos no design e desenvolvimento de produtos, tais como a introdução da primeira câmara portátil de funcionamento com bateria para inspecções industriais e a primeira câmara de infravermelhos não refrigerada, para mencionar apenas duas das inovações.

10722703;a2

Figura 16.2 ESQUERDA: Thermovision® Modelo 661 de 1969. A câmara pesava cerca de 25 kg, o osciloscópio 20 kg e o tripé 15 kg. O operador necessitava ainda de um conjunto de geradores de 220 VCA e de um recipiente de 10 litros de nitrogénio líquido. À esquerda do osciloscópio, é possível ver-se a ligação à Polaroid (6 kg). **DIREITA:** FLIR i7 de 2009. Peso: 0,34 kg, incluindo bateria.

A FLIR Systems fabrica todos os componentes electrónicos e mecânicos vitais dos próprios sistemas da câmara. Todas as etapas de produção são feitas e supervisionadas pelos nossos próprios engenheiros, desde o design e fabrico de detectores até lentes e sistemas electrónicos, testes finais e calibragem. A experiência profunda destes especialistas em infravermelhos assegura a precisão e fiabilidade de todos os componentes vitais que equipam a câmara de infravermelhos.

16.1 Mais do que apenas uma câmara de infravermelhos

Na FLIR Systems sabemos que a nossa função é ir mais além do que apenas produzir os melhores sistemas de câmara de infravermelhos. Estamos empenhados em proporcionar a todos os utilizadores dos nossos sistemas de câmaras de infravermelhos maior produtividade no seu trabalho, fornecendo-lhes a combinação câmara-software mais potente. Desenvolvemos a nível interno software especialmente concebido para manutenção condicional, Investigação e Desenvolvimento e monitorização de processamento. A maioria do software encontra-se disponível em vários idiomas.

Disponibilizamos uma vasta gama de acessórios de suporte para as nossas câmaras de infravermelhos para adaptar o seu equipamento às aplicações de infravermelhos mais exigentes.

16.2 Partilha dos nossos conhecimentos

Muito embora as nossas câmaras sejam concebidas para serem extremamente fáceis de utilizar, há muito mais a saber sobre termografia do que saber apenas como manusear a câmara. Por este motivo, a FLIR Systems fundou o Infrared Training Center (ITC), uma unidade comercial independente, que disponibiliza cursos de formação certificados. Frequentar um dos cursos do ITC proporciona uma experiência de aprendizagem prática real.

A equipa do ITC também está preparada para lhe fornecer qualquer assistência relativamente à aplicação, que possa ser necessária para aplicar na prática a teoria relativa aos sistemas de infravermelhos.

16.3 Assistência aos nossos clientes

A FLIR Systems opera uma rede de assistência mundial para que possa manter a sua câmara sempre em funcionamento. Se detectar algum problema na câmara, os centros de assistência locais têm todo o equipamento e conhecimentos para o resolver no mínimo de tempo possível. Assim, não será preciso enviar a sua câmara para outra parte do mundo ou ter de falar com alguém que não fala o seu idioma.

16.4 Algumas imagens das nossas instalações

10401303;a1

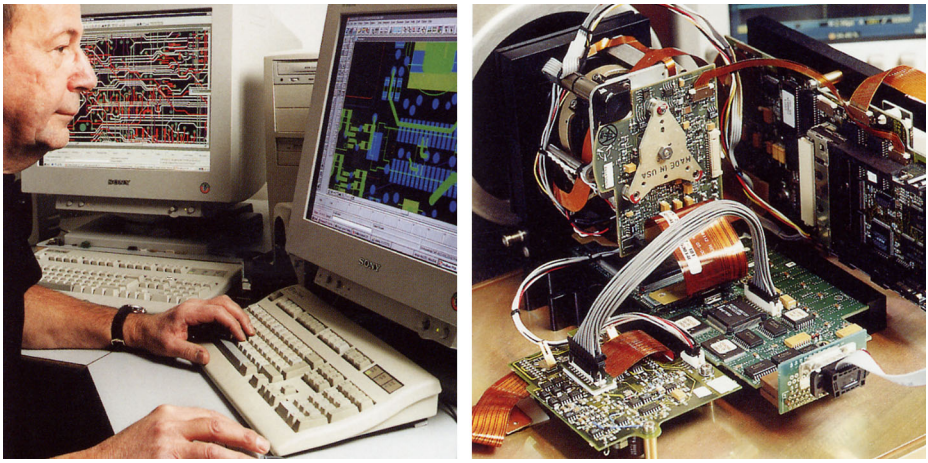


Figura 16.3 ESQUERDA: Desenvolvimento da electrónica do sistema; **DIREITA:** Teste de um detector FPA

10401403;a1

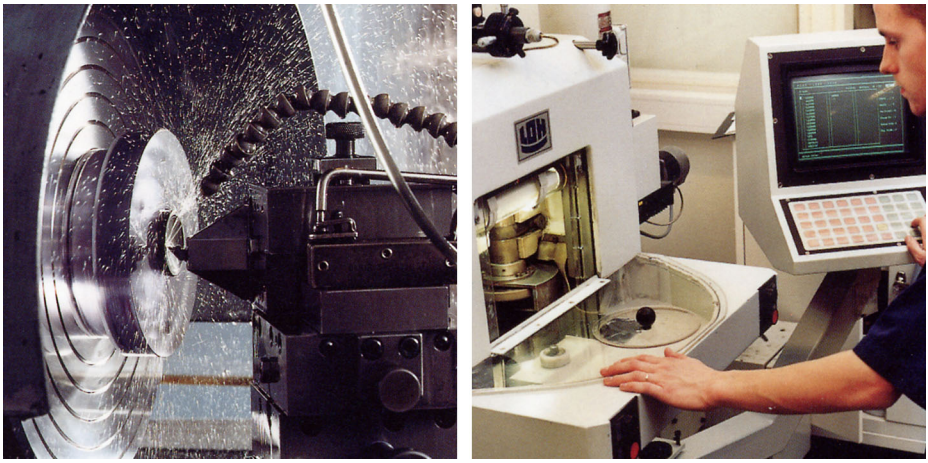


Figura 16.4 ESQUERDA: Torno para trabalhar diamantes; **DIREITA:** Polimento da lente

10401503;a1

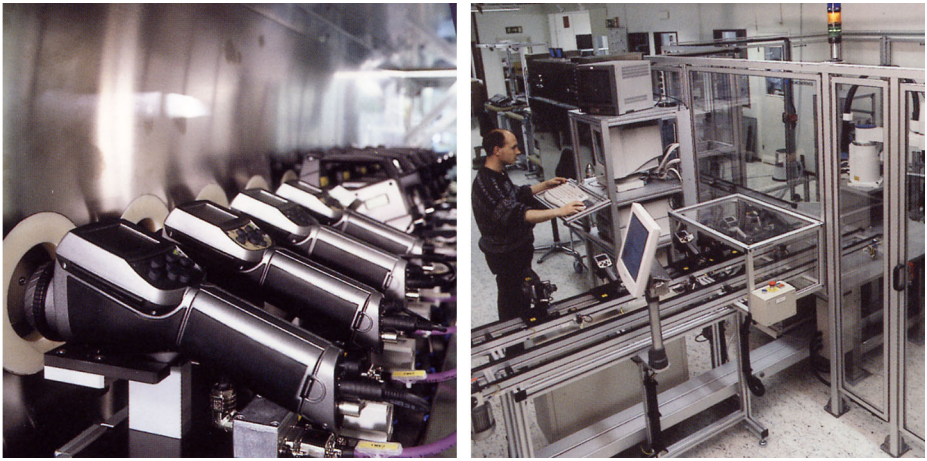


Figura 16.5 ESQUERDA: Teste das câmaras de infravermelhos na câmara climática; **DIREITA:** Robô para testar e calibrar as câmaras

17 Glossário

Termo ou expressão	Explicação
absorção (factor de absorção)	A quantidade de radiação absorvida por um objecto em relação à radiação total recebida. Representada por um algarismo entre 0 e 1.
ajuste automático	Uma função que faz com que a câmara execute uma correcção interna da imagem.
ajuste contínuo	Função que ajusta a imagem. A função está sempre activa, ajustando continuamente a luminosidade e o contraste, consoante o conteúdo da imagem.
ajuste manual	Forma de ajustar a imagem alterando manualmente certos parâmetros.
ambiente	Objectos e gases que emitem radiações para o objecto a ser medido.
amplitude	O limite de medição de temperatura geral actual de uma câmara de infravermelhos. As câmaras podem possuir várias amplitudes. São expressas como duas temperaturas de corpos negros que limitam a calibragem actual.
amplitude de temperaturas	O limite de medição de temperatura geral actual de uma câmara de infravermelhos. As câmaras podem possuir várias amplitudes. São expressas como duas temperaturas de corpos negros que limitam a calibragem actual.
atmosfera	Os gases que existem entre o objecto a ser medido e a câmara, tratando-se normalmente de ar.
auto paleta	A imagem de infravermelhos é composta por manchas cromáticas irregulares, apresentando em simultâneo objectos frios e quentes.
campo	É o intervalo da escala de temperatura, expresso normalmente como um valor de sinal.
Campo de visão	Campo de visão (Field of view): Consiste no ângulo horizontal que pode ser visto através de uma lente de infravermelhos.
cavidade isotérmica	Um radiador em forma de garrafa, com temperatura uniforme, visto através do orifício de entrada.
condução	O processo que faz com que o calor se difunda num determinado material.
convecção	A convecção é um modo de transferência do calor em que o fluido é colocado em movimento, por gravidade ou por outra força, transferindo assim o calor de um local para o outro.

Termo ou expressão	Explicação
cor de saturação	As áreas que contêm temperaturas fora das definições de nível/campo são coloridas com cores de saturação. As cores de saturação incluem uma cor para o 'excesso' e uma cor para a 'capacidade excedida inferiormente'. Existe ainda uma terceira cor de saturação vermelha que marca tudo o que for saturado pelo detector, indicando que a amplitude deve, provavelmente, ser alterada.
corpo cinzento	Consiste num objecto que emite uma fracção fixa da quantidade de energia de um corpo negro para cada comprimento de onda.
corpo negro	Objecto totalmente não reflector. Toda a sua radiação é devida à sua própria temperatura.
correcção de imagem (interna ou externa)	Forma de compensar as diferenças de sensibilidade nas várias partes das imagens em directo e também de estabilizar a câmara.
diferença de temperatura, ou diferença na temperatura.	Valor que resulta da subtracção entre dois valores de temperatura.
emissividade (factor de emissividade)	A quantidade de radiação emitida por um dado objecto em comparação com a de um corpo negro. Representada por um algarismo entre 0 e 1.
emitância	Quantidade de energia emitida por um objecto por unidade de tempo e área (W/m^2)
emitância espectral (radiante)	Quantidade de energia emitida por um objecto por unidade de tempo, área e comprimento de onda ($W/m^2/\mu m$)
energia radiante	Quantidade de energia emitida por um objecto por unidade de tempo (W)
escala de temperaturas	Consiste na forma como uma imagem de infravermelhos é visualizada. É expressa como dois valores de temperatura, que limitam as cores.
filtro	Material transparente apenas para alguns dos comprimentos de onda de infravermelhos.
FPA	Matriz de plano focal (Focal plane array): Tipo de detector de infravermelhos.
humidade relativa	A humidade relativa representa a razão entre a massa actual do vapor de água no ar e o máximo que o ar pode conter em condições de saturação.
IFOV	Campo de visão instantâneo (Instantaneous field of view): Medida da resolução geométrica de uma câmara de infravermelhos.

Termo ou expressão	Explicação
infravermelhos	Radiação invisível, possuindo um comprimento de onda de cerca de 2–13 µm.
isotérmica	Função que realça as partes da imagem que estão acima, abaixo ou entre um ou mais intervalos de temperatura.
isotérmica dupla	Uma isotérmica com duas bandas de cor, em vez de uma.
isotérmica transparente	Uma isotérmica que apresenta uma dispersão de cores linear, em vez de cobrir as partes realçadas da imagem.
IV	infravermelhos
Laser LocatIR	Consiste numa fonte de luz eléctrica, existente na câmara, que emite radiação laser num raio fino e concentrado para apontar a certas partes do objecto posicionado em frente à câmara.
NETD	Diferença de temperatura de ruído equivalente (Noise equivalent temperature difference). Medida do nível de ruído da imagem de uma câmara de infravermelhos.
nível	Valor central da escala de temperatura, expresso normalmente como um valor de sinal.
óptica externa	Lentes extra, filtros, ecrã térmico, etc. que podem ser colocados entre a câmara e o objecto a ser medido.
paleta	Consiste no conjunto de cores utilizadas para apresentar uma imagem de infravermelhos.
parâmetros do objecto	Conjunto de valores que descrevem as circunstâncias em que foi feita a medição de um objecto, assim como o próprio objecto (por exemplo: emissividade, temperatura aparente reflectida, distância, etc.)
pixel	Significa *elemento de imagem*. Um único ponto numa imagem.
ponteiro laser	Consiste numa fonte de luz eléctrica, existente na câmara, que emite radiação laser num raio fino e concentrado para apontar a certas partes do objecto posicionado em frente à câmara.
radiação	Processo através do qual é emitida energia electromagnética por um objecto ou por um gás.
radiador	Peça de equipamento de radiação de infravermelhos.
radiador de cavidade	Um radiador em forma de garrafa com interior absorvente, visto através do orifício de entrada.
radiador de corpo negro	Trata-se de um equipamento de radiação de infravermelhos com características de corpo negro, utilizado para calibrar câmaras de infravermelhos.

Termo ou expressão	Explicação
radiância	Quantidade de energia emitida por um objecto por unidade de tempo, área e ângulo ($W/m^2/sr$)
reflexão	A quantidade de radiação reflectida por um objecto em relação à radiação total recebida. Representada por um algarismo entre 0 e 1.
ruído	Pequena perturbação indesejada na imagem de infravermelhos.
sinal do objecto	Valor não calibrado relacionado com a quantidade de radiação recebida pela câmara a partir do objecto.
temperatura de cor	A temperatura para a qual a cor de um corpo negro corresponde a uma cor específica.
temperatura de referência	Temperatura com a qual é possível comparar os valores medidos normalmente.
termograma	imagem de infravermelhos
transmissão (ou transmitância) (factor)	Os gases e os materiais podem ser mais ou menos transparentes. Por transmissão entende-se a quantidade de radiação de infravermelhos que passa através deles. Representada por um algarismo entre 0 e 1.
transmissão atmosférica calculada	Um valor de transmissão calculado a partir da temperatura, da humidade relativa do ar e da distância até ao objecto.
transmissão atmosférica estimada	Valor de transmissão, fornecido por um utilizador, para substituir um valor calculado.
visual	Refere-se ao modo vídeo de uma câmara de infravermelhos, em oposição ao modo termográfico normal. Quando uma câmara está em modo vídeo capta imagens de vídeo normais; quando se encontra em modo de infravermelhos, a câmara capta imagens termográficas.

18 Técnicas de medição termográfica

18.1 Introdução

Uma câmara de infravermelhos mede e reproduz em imagens a radiação de infravermelhos emitida pelos objectos. O facto de a radiação resultar da temperatura de superfície do objecto, possibilita que a câmara calcule e mostre essa temperatura.

No entanto, a radiação medida pela câmara não depende apenas da temperatura do objecto, mas varia também em função da emissividade. A radiação resulta também do meio exterior e reflecte-se no objecto. A radiação do objecto e a radiação reflectiva serão também influenciadas pelo efeito de absorção da atmosfera.

Para medir a temperatura com precisão é, portanto, necessário compensar os efeitos de um determinado número de diferentes fontes de radiação. Isto é feito online e automaticamente pela câmara. Os seguinte parâmetros do objecto devem, todavia, ser introduzidos na câmara:

- A emissividade do objecto
- A temperatura aparente reflectida
- A distância entre o objecto e a câmara
- A humidade relativa
- Temperatura da atmosfera

18.2 Emissividade

O principal parâmetro do objecto a definir correctamente é a emissividade que, sintetizando, consiste na medição da gama de radiação emitida pelo objecto, comparativamente à que é emitida por um corpo negro perfeito com a mesma temperatura.

Normalmente, os materiais dos objectos e os tratamentos de superfície possuem uma gama de emissividade compreendida entre 0,1 e 0,95. A emissividade de uma superfície extremamente polida (espelho) é inferior a 0,1, enquanto que uma superfície oxidada ou pintada possui uma emissividade mais elevada. Tinta à base de óleo, independentemente da cor no espectro visível, possui uma emissividade superior a 0,9 em infravermelhos. A pele humana possui uma emissividade entre 0,97 e 0,98.

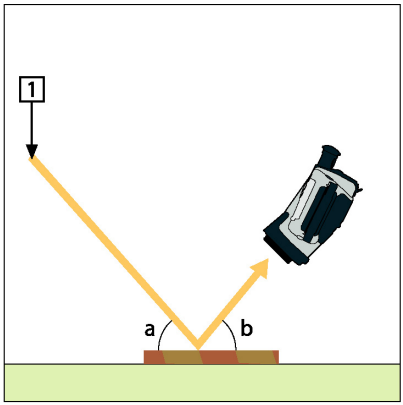
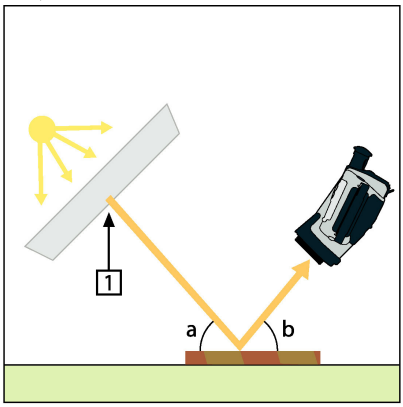
Os metais não oxidados representam um caso extremo de perfeita opacidade e de elevada reflexividade, o que não varia muito com o comprimento de onda. Consequentemente, a emissividade dos metais é baixa – aumentando apenas com a temperatura. Nos não-metais, a emissividade tende a ser elevada e diminui com a temperatura.

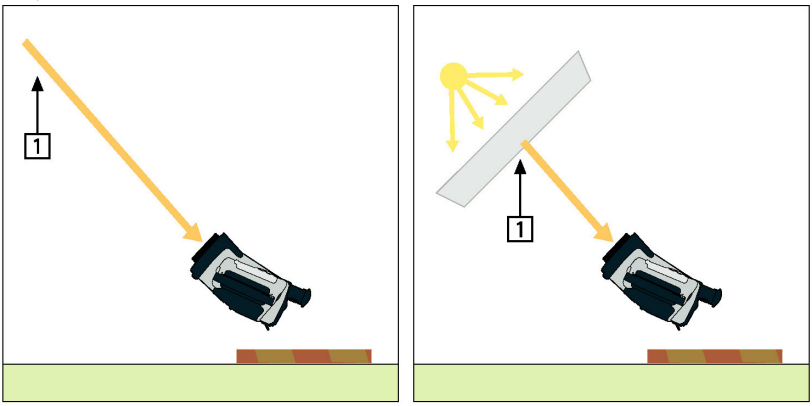
18.2.1 Cálculo da emissividade de uma amostra

18.2.1.1 Etapa 1: Determinação da temperatura aparente reflectida

Utilize um dos dois métodos seguintes para determinar a temperatura aparente reflectida:

18.2.1.1.1 Método 1: Método directo

1	Procure fontes de reflexão possíveis, considerando que o ângulo de incidência = ângulo de reflexão (a = b). 10588903;a1  **Figura 18.1** 1 = Fonte de reflexão
2	Se a fonte de reflexão for um ponto fonte, modifique a fonte obstruindo-a com um pedaço de cartão. 10589103;a2  **Figura 18.2** 1 = Fonte de reflexão

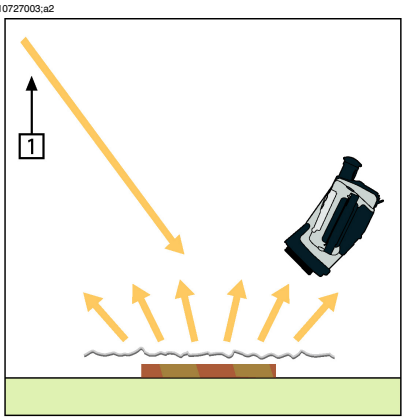
3	Meça a intensidade da radiação (= temperatura aparente) da fonte de reflexão utilizando as seguintes definições: ▪ Emissividade: 1.0 ▪ D_{obj}: 0 É possível medir a intensidade da radiação através de um dos dois métodos seguintes: 10589003;a2  **Figura 18.3** 1 = Fonte de reflexão

Nota: A utilização de um par termoeléctrico para medir a temperatura aparente reflectida não é aconselhável por duas razões importantes:

- Um par termoeléctrico não mede a intensidade da radiação
- Um par termoeléctrico requer um contacto térmico muito bom com a superfície, normalmente através da colagem ou da cobertura do sensor com um isolador térmico.

18.2.1.1.2 Método 2: Método reflector

1	Amarrote uma porção grande de uma folha de alumínio.
2	Alise a folha de alumínio e cole-a a um pedaço de cartão do mesmo tamanho.
3	Coloque o pedaço de cartão à frente do objecto que pretende medir. Certifique-se de que o lado com a folha de alumínio aponta para a câmara.
4	Defina a emissividade para 1,0.

5	Meça e tome note da temperatura aparente da folha de alumínio.  **Figura 18.4** Medir a temperatura aparente da folha de alumínio

18.2.1.2 Etapa 2: Determinação da emissividade

1	Seleccione um local para colocar a amostra.
2	Determine e defina a temperatura aparente reflectida em conformidade com o procedimento anterior.
3	Coloque um pedaço de fita eléctrica com uma emissividade elevada na amostra.
4	Aqueça a amostra, no mínimo, 20 K acima da temperatura da divisão. O aquecimento deve ser razoavelmente uniforme.
5	Foque e ajuste automaticamente a câmara e imobilize a imagem.
6	Ajuste o **Nível** e o **Campo** para obter o melhor brilho e contraste para a imagem.
7	Defina a emissividade para a da fita (normalmente 0,97).
8	Meça a temperatura da fita utilizando uma das seguintes funções de medição: ▪ **Isotérmica** (ajuda-o a determinar a temperatura e quão uniforme foi o aquecimento da amostra) ▪ **Ponto** (mais simples) ▪ **Caixa Méd.** (boa para superfícies com emissividade variável).
9	Anote a temperatura.
10	Desloque a função de medição para a superfície da amostra.
11	Altere a definição da emissividade até conseguir ler a mesma temperatura da medição anterior.
12	Anote a emissividade.

Nota:

- Evite a convecção forçada
- Procure uma área circundante termicamente estável que não gere pontos de reflexão
- Utilize fita de alta qualidade não transparente e com elevada emissividade
- Este método assume que as temperaturas da fita e da superfície da amostra são as mesmas. Caso contrário, a medição da emissividade será incorrecta.

18.3 Temperatura aparente reflectida

Este parâmetro é utilizado para compensar a radiação reflectida no objecto. Se a emissividade for baixa e a temperatura do objecto for relativamente diferente da reflectida, será importante definir e compensar correctamente a temperatura aparente reflectida.

18.4 Distância

A distância consiste na distância entre o objecto e a lente frontal da câmara. Este parâmetro é utilizado para compensar os dois factos seguintes:

- Que a radiação do alvo seja absorvida pela atmosfera entre o objecto e a câmara.
- Que a radiação da própria atmosfera seja detectada pela câmara.

18.5 Humidade relativa

A câmara também pode compensar o facto de a transmitância depender também da humidade relativa da atmosfera. Para o fazer, defina a humidade relativa para o valor correcto. Para distâncias curtas e humidade normal, a humidade relativa pode, normalmente, ser deixada num valor predefinido de 50%.

18.6 Outros parâmetros

Adicionalmente, algumas câmaras e programas de análise da FLIR Systems permitem-lhe compensar os seguintes parâmetros:

- Temperatura atmosférica – *ou seja* a temperatura da atmosfera entre a câmara e o alvo
- Temperatura óptica externa – *ou seja* a temperatura de quaisquer lentes externas ou janelas utilizadas em frente da câmara
- Transmissão óptica externa – *ou seja* a transmissão de quaisquer lentes externas ou janelas utilizadas em frente da câmara

19 História da tecnologia de infravermelhos

Antes de 1800, nem sequer se suspeitava da existência da porção de infravermelhos no espectro electromagnético. O significado original do espectro de infravermelhos (ou simplesmente 'infravermelhos', como é geralmente conhecido) como forma de radiação térmica é talvez menos óbvio actualmente do que na data da sua descoberta por Herschel, em 1800.

10398703;a1

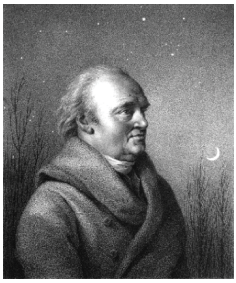


Figura 19.1 Sir William Herschel (1738–1822)

A sua descoberta foi obra do acaso, durante a procura de um novo material óptico. Sir William Herschel – astrónomo real do rei Jorge III da Inglaterra e já famoso por ter descoberto o planeta Urano – procurava um filtro óptico para reduzir o brilho da imagem do Sol nos telescópios, durante as observações solares. Ao testar várias amostras de vidro de cor que permitiam reduções semelhantes do brilho, ficou intrigado quando se apercebeu de que algumas das amostras deixavam passar muito pouco calor do Sol, enquanto outras deixavam passar tanto calor que, após alguns segundos de observação, os olhos corriam o risco de sofrer lesões.

Herschel imediatamente se convenceu da necessidade de proceder a uma experiência sistemática, com o objectivo de descobrir um único material que permitisse obter a redução de brilho pretendida, bem como uma redução máxima do calor. Iniciou a sua experiência repetindo a experiência de Newton sobre o prisma, tentando, no entanto, estudar o efeito térmico em vez da distribuição visual da intensidade no espectro. Começou por escurecer com tinta o bolbo de um termómetro de mercúrio em vidro sensível e, utilizando-o como detector de radiações, procedeu ao teste do efeito térmico das várias cores do espectro formado sobre a superfície de uma mesa, fazendo passar a luz do Sol através de um prisma de vidro. Outros termómetros, colocados fora do alcance dos raios solares, serviram de controlo.

À medida que o termómetro escurecido era lentamente deslocado através das cores do espectro, as leituras da temperatura registavam um aumento contínuo desde o violeta até ao vermelho. Este resultado não era totalmente inesperado, uma vez que o cientista italiano, Landriani, durante uma experiência semelhante, em 1777, já tinha observado mais ou menos o mesmo efeito. Todavia, foi Herschel o primeiro a reconhecer que deveria existir um ponto onde o efeito térmico atingia um valor máximo e que as medições limitadas à porção visível do espectro não tinham conseguido localizar.

10398903;a1

Figura 19.2 Marsilio Landriani (1746–1815)

Ao mover o termómetro para a região escura, para além da extremidade vermelha do espectro, Herschel teve a confirmação de que o calor continuava a aumentar. Quando encontrou o ponto máximo, este encontrava-se muito para além da extremidade vermelha – no que actualmente conhecemos por "comprimentos de onda infravermelhos".

Quando Herschel revelou a sua descoberta, referiu-se a essa nova porção de espectro electromagnético como "espectro termométrico". Quando se referia à radiação propriamente dita, utilizava por vezes a expressão "calor escuro" ou simplesmente "os raios invisíveis". Ironicamente, e contrariamente à crença geral, não foi Herschel quem deu origem ao termo "infravermelho". A palavra só começou a aparecer impressa cerca de 75 anos mais tarde, e ainda não se sabe muito bem a quem pertence o mérito da sua origem.

O facto de Herschel ter utilizado vidro no prisma da sua primeira experiência envolveu-o em algumas controvérsias com os seus contemporâneos acerca da existência real dos comprimentos de onda infravermelhos. Alguns cientistas, na tentativa de comprovar a sua descoberta, utilizaram indiscriminadamente vários tipos de vidro, com diferentes transparências nos infravermelhos. Através de experiências posteriores, Herschel constatou as limitações na transparência do vidro relativamente à recém-descoberta radiação térmica, vendo-se obrigado a concluir que a óptica de infravermelhos estaria provavelmente condenada à utilização exclusiva de elementos reflec-

tores (ou seja, espelhos planos e curvos). Felizmente, isto apenas foi verdade até 1830, data em que o cientista italiano, Melloni, fez a sua grande descoberta de que o sal-gema de ocorrência natural (NaCl) – disponível em cristais naturais suficientemente grandes para serem transformados em lentes e prismas – é invulgarmente transparente aos infravermelhos. Como resultado desta descoberta, o sal-gema tornou-se no principal material óptico de infravermelhos e assim se manteve durante os cem anos seguintes, até ser dominada a arte de criar cristais sintéticos, nos anos 30 do século XX.

10399103;a1

Figura 19.3 Macedonio Melloni (1798–1854)

Os termómetros, enquanto detectores de radiações, mantiveram-se insubstituíveis até 1829, ano em que Nobili inventou o par termoeléctrico. (O termómetro utilizado por Herschel permitia leituras até aos 0,2 °C e os modelos posteriores permitiam efectuar uma leitura até aos 0,05 °C). Assistiu-se então a um avanço notável, quando Melloni ligou vários pares termoeléctricos em série para formar a primeira termopilha. O novo dispositivo era, pelo menos, 40 vezes mais sensível do que o melhor termómetro da altura para detecção de radiação térmica – capaz de detectar o calor libertado pelo corpo de uma pessoa a uma distância de três metros.

A primeira imagem térmica tornou-se possível em 1840, resultado do trabalho efectuado por Sir John Herschel, filho do descobridor dos infravermelhos e,também ele, um astrónomo famoso. Baseando-se na evaporação diferencial de uma película fina de petróleo quando exposta a um padrão térmico incidindo nela, era possível ver-se a imagem térmica através da luz reflectida onde os efeitos de interferência da película de petróleo tornavam a imagem visível a olho nu. Sir John conseguiu ainda obter um registo rudimentar da imagem térmica em papel, a que chamou "termógrafo".

10399003;a2

Figura 19.4 Samuel P. Langley (1834–1906)

O aperfeiçoamento do detector de infravermelhos progrediu lentamente. Outra descoberta importante, feita porLangley em 1880, foi a invenção do bolómetro. Este consistia numa tira fina e enegrecida de platina ligada a um braço de um circuito de ponte de Wheatstone sobre o qual incidiam as radiações infravermelhas e ao qual respondia um galvanómetro sensível. Diz-se que este aparelho permitiu detectar o calor libertado pelo corpo de uma vaca que se encontrava a uma distância de 400 metros.

Um cientista inglês, Sir James Dewar, utilizou pela primeira vez gases liquefeitos como agentes de refrigeração (tais como nitrogénio líquido com uma temperatura de -196 °C) em pesquisas a baixa temperatura. Em 1892, inventou um contentor isolado por vácuo único, no qual é possível armazenar gases liquefeitos durante dias seguidos. A vulgar "garrafa-termo", utilizada para conservar bebidas quentes e frias, baseia-se neste invento.

Entre 1900 e 1920, os inventores de todo o mundo "descobriram" os infravermelhos. Foram emitidas muitas patentes para dispositivos de detecção de pessoas, artilharia, aviões, barcos e até icebergues. O primeiro sistema operativo, no sentido actual do termo, começou a ser desenvolvido durante a Primeira Guerra Mundial (1914–18), em que ambas as partes beligerantes possuíam programas de investigação vocacionados para a exploração militar dos infravermelhos. Estes programas incluíam sistemas experimentais para intrusão/detecção do inimigo, detecção de temperatura à distância, comunicações seguras e orientação de "torpedos aéreos". Um sistema de procura por infravermelhos testado durante este período permitia detectar um avião em aproximação a uma distância de 1,5 km ou uma pessoa a mais de 300 metros.

Os sistemas mais sensíveis até essa altura baseavam-se todos em variantes da ideia do bolómetro, mas o período entre as duas grandes guerras assistiu ao desenvolvimento de dois novos e revolucionários detectores por infravermelhos: o conversor de imagens e o detector de fotões. Inicialmente, o conversor de imagens recebeu

maior atenção por parte dos militares, dado que, pela primeira vez na história, permitia que um observador visse, literalmente, no escuro. Porém, a sensibilidade do conversor de imagens limitava-se aos comprimentos de onda próximos de infravermelhos e os alvos militares de maior importância (como, por exemplo, os soldados inimigos) tinham de ser iluminados por feixes infravermelhos de detecção. Uma vez que isto envolvia o risco de denunciar a posição do observador a um observador inimigo com o mesmo equipamento, é compreensível que o interesse dos militares pelo conversor de imagens tenha desvanecido.

As desvantagens táctico-militares dos chamados sistemas "activos" de formação de imagens térmicas (ou seja, equipados com feixes de detecção) incentivaram, após a Segunda Guerra Mundial (1939–45), programas militares secretos abrangentes de pesquisa de infravermelhos para estudarem a possibilidade de desenvolverem sistemas "passivos" (sem feixes de detecção) com base no extremamente sensível detector de fotões. Durante esse período, as regras de sigilo militar proibiam terminantemente a divulgação do estado de desenvolvimento da tecnologia de formação de imagens de infravermelhos. O véu só começou a ser levantado em meados dos anos cinquenta do século XX e, a partir daí, começaram finalmente a estar à disposição das comunidades industrial e científica civis dispositivos apropriados de formação de imagens térmicas.

20 Teoria da termografia

20.1 Introdução

As especificidades da radiação de infravermelhos e a respectiva técnica de termografia continuam desconhecidas para muitos dos utilizadores de uma câmara de infravermelhos. Nesta secção será apresentada a teoria da termografia.

20.2 Espectro electromagnético

O espectro electromagnético é dividido arbitrariamente em diversas regiões de comprimento de onda, designadas por *bandas*, distinguidas pelos métodos utilizados para produzir e detectar a radiação. Não existe nenhuma diferença fundamental entre a radiação nas diferentes bandas do espectro electromagnético. Gerem-se todas pelas mesmas leis e as únicas diferenças devem-se às diferenças no comprimento de onda.

10067803;a1

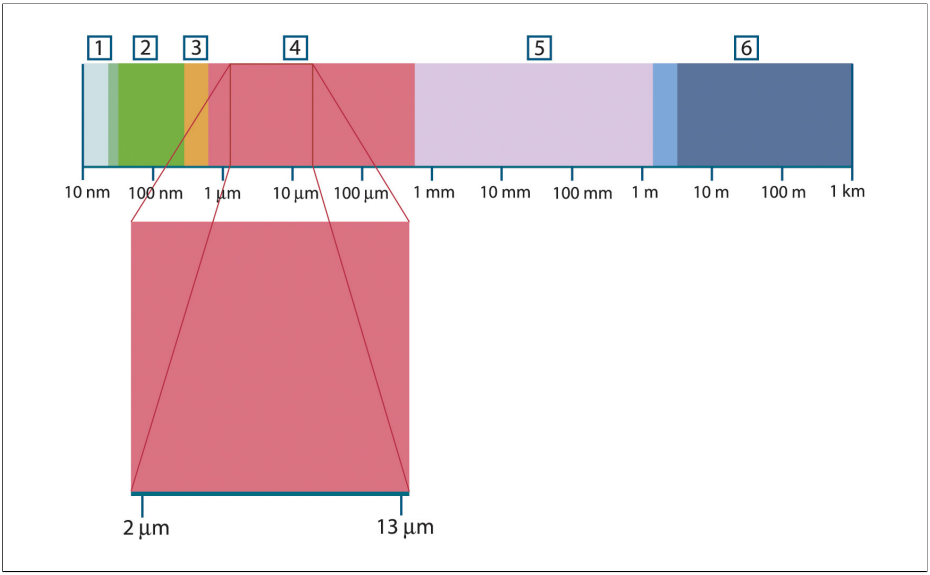


Figura 20.1 Espectro electromagnético. **1:** raio X; **2:** UV; **3:** Visível; **4:** Infravermelhos; **5:** Microondas; **6:** Ondas radioeléctricas

A termografia utiliza a banda espectral de infravermelhos. Na extremidade da onda curta a fronteira situa-se no limite da percepção visual, na área a vermelho. Na extremidade de onda longa, funde-se com os comprimentos de onda das microondas e radioeléctricas, em termos de milímetros.

A banda de infravermelhos é frequentemente subdividida em quatro bandas mais pequenas, cujos limites são também escolhidos de forma arbitrária. Incluem: a *próxima de infravermelhos* (0,75–3 µm), a *média de infravermelhos* (3–6 µm), a *afastada de infravermelhos* (6–15 µm) e a *extrema de infravermelhos* (15–100 µm). Muito embora os comprimentos de onda sejam fornecidos em µm (mícrons), são ainda frequentemente utilizadas outras unidades para medir o comprimento de onda nesta região espectral, *por exemplo* o nanómetro (nm) e o Ångström (Å).

As relações entre as diferentes medições de comprimento de onda são as seguintes:

$$10\ 000\ \text{Å} = 1\ 000\ \text{nm} = 1\ \mu = 1\ \mu\text{m}$$

20.3 Radiação do corpo negro

Um corpo negro consiste num objecto que absorve toda a radiação de que é alvo, em qualquer comprimento de onda. A aparente utilização imprópria de *negro* para um objecto que emite radiação é explicada pela Lei de Kirchhoff (segundo *Gustav Robert Kirchhoff*, 1824–1887), que determina que um corpo capaz de absorver toda a radiação em qualquer comprimento de onda é igualmente capaz na emissão de radiações.

10398803;a1

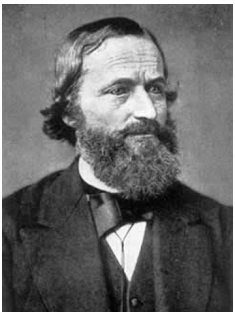


Figura 20.2 Gustav Robert Kirchhoff (1824–1887)

A construção de uma fonte de corpo negro é, em princípio, muito simples. As características de radiação de uma abertura numa cavidade isotérmica, feita de um material absorvente opaco, representa quase exactamente as propriedades de um corpo negro. Uma aplicação prática do princípio para a construção de um absorvente perfeito de radiação consiste numa caixa que é impermeável à luz, excepto numa abertura que existe num dos lados. Qualquer radiação que entre pelo orifício é dispersa e absorvida por reflexões repetidas e, assim, apenas uma fracção infinitesimal pode, eventualmente, escapar. A escuridão conseguida na abertura é quase igual à de um corpo negro e quase perfeita para todos os comprimentos de onda.

Instalando um elemento de aquecimento adequado a tal cavidade isotérmica, consegue-se o que é designado por *radiador de cavidade*. Uma cavidade isotérmica aquecida a uma temperatura uniforme gera radiação de corpo negro, cujas características são determinadas exclusivamente pela temperatura da cavidade. Estes radiadores de cavidade são, normalmente, utilizados como fontes de radiação em padrões de referência de temperatura em laboratório para calibrar instrumentos termográficos, tais como a câmara da FLIR Systems por exemplo.

Caso a temperatura de radiação do corpo negro aumente para um valor superior a 525°C, a fonte começa a tornar-se visível, de forma que, a olho nu, deixa de parecer negro. Esta é a temperatura de aquecimento vermelho incipiente do radiador, que depois se transforma em laranja ou amarelo à medida que a temperatura aumenta. De facto, a definição da chamada *temperatura de cor* de um objecto é a temperatura à qual um corpo negro teria de ser aquecido para conseguir a mesma aparência.

Tenha agora em consideração três expressões que descrevem a radiação emitida por um corpo negro.

20.3.1 Lei de Planck

10399203;a1

Figura 20.3 Max Planck (1858–1947)

Max Planck (1858–1947) conseguiu descrever a distribuição espectral da radiação emitida por um corpo negro através da seguinte fórmula:

$$W_{\lambda b} = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 \left(e^{hc/\lambda kT} - 1\right)} \times 10^{-6} [Watt / m^2, \mu m]$$

em que:

$W_{\lambda b}$	Emitância radiante espectral do corpo negro a comprimento de onda λ.

c	Velocidade da luz = 3×10^8 m/s
h	Constante de Planck = $6{,}6 \times 10^{-34}$ Joule seg.
k	Constante de Boltzmann = $1{,}4 \times 10^{-23}$ Joule/K.
T	Temperatura absoluta (K) de um corpo negro.
λ	Comprimento de onda (µm).

➲ O factor 10^{-6} é usado uma vez que a emitância espectral nas curvas é expressa em Watt/m^2, µm.

A fórmula de Planck, quando representada graficamente para várias temperaturas, produz uma família de curvas. Seguindo qualquer curva Planck específica, a emitância espectral é de zero a $\lambda = 0$, depois aumenta rapidamente para uma máxima a um comprimento de onda λ_{max} e, depois de o ultrapassar, aproxima-se novamente do zero a comprimentos de onda muito longos. Quanto mais elevada for a temperatura, mais curto é o comprimento de onda ao qual a máxima é registada.

10327103;a4

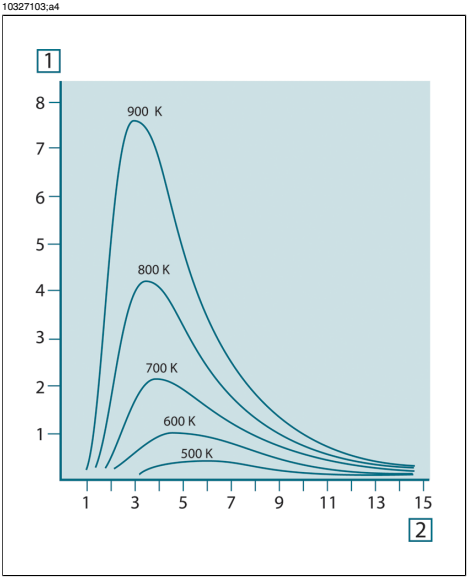


Figura 20.4 Emitância radiante espectral do corpo negro segundo a lei de Planck, representada graficamente para várias temperaturas absolutas. **1:** Emitância radiante espectral (W/$cm^2 \times 10^3$(µm)); **2:** Comprimento de onda (µm)

20.3.2 Lei do deslocamento de Wien

Ao diferenciar a fórmula de Planck no que respeita a λ, e descobrindo a máxima, temos:

$$\lambda_{\max} = \frac{2898}{T}[\mu m]$$

Esta é a fórmula de Wien (segundo *Wilhelm Wien*, 1864–1928), que exprime matematicamente a observação comum de que as cores variam de vermelho até laranja ou amarelo à medida que a temperatura de um radiador térmico aumenta. O comprimento de onda da cor é o mesmo que o calculado para λ_{max}. É conseguida uma boa aproximação ao valor de λ_{max} para uma determinada temperatura de corpo negro se se aplicar a regra do polegar 3 000/T µm. Assim, uma estrela tão quente como a Sírio (11 000 K), que emite uma luz branca-azulada, irradia com o pico de emitância radiante espectral que ocorre dentro do espectro ultravioleta invisível, a um comprimento de onda de 0,27 µm.

10399403;a1

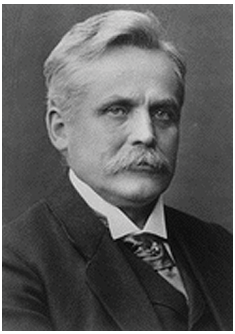


Figura 20.5 Wilhelm Wien (1864–1928)

O Sol (aprox. 6 000 K) emite luz amarela, regista o pico a cerca de 0,5 µm no centro do espectro de luz visível.

A uma temperatura ambiente (300 K) o pico de emitância radiante regista-se a 9,7 µm, na banda afastada de infravermelhos, enquanto que à temperatura de nitrogénio líquido (77 K), a máxima da quase insignificante quantidade de emitância radiante regista-se a 38 µm, nos comprimentos de onda extremos de infravermelhos.

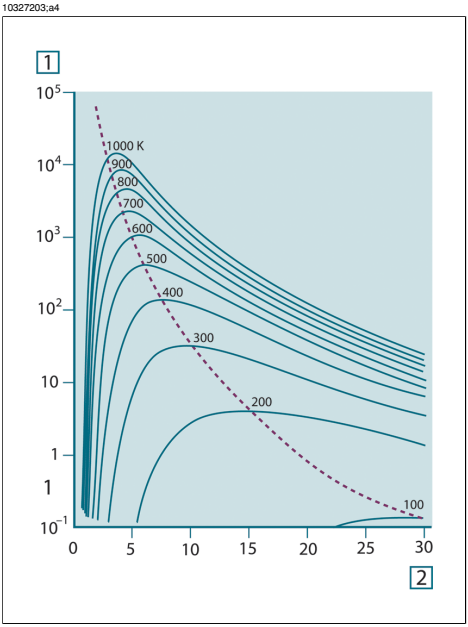


Figura 20.6 Curvas de Planck registadas graficamente em escalas semi-log de 100 K to 1000 K. A linha pontilhada representa o lugar geométrico da emitância radiante máxima a cada temperatura, conforme descrito na Lei do deslocamento de Wien. **1:** Emitância radiante espectral (W/cm^2 (µm)); **2:** Comprimento de onda (µm).

20.3.3 Lei de Stefan-Boltzmann

Ao integrar a fórmula de Planck de $\lambda = 0$ a $\lambda = \infty$, obtemos a emitância radiante total (W_b) de um corpo negro:

$$W_b = \sigma T^4 \ [\mathrm{Watt/m^2}]$$

Esta é a fórmula Stefan-Boltzmann (segundo *Josef Stefan*, 1835–1893, e *Ludwig Boltzmann*, 1844–1906), que determina que a energia emissiva total de um corpo negro é proporcional à quarta energia da sua temperatura absoluta. Graficamente, W_b representa a área abaixo da curva de Planck para uma temperatura específica. Pode ser demonstrado que a emitância radiante no intervalo $\lambda = 0$ a λ_{max} é de apenas 25% do total, o que representa, aproximadamente, a quantidade de radiação do Sol que é registada dentro do espectro de luz visível.

10399303;a1

Figura 20.7 Josef Stefan (1835–1893), e Ludwig Boltzmann (1844–1906)

Utilizando a fórmula Stefan-Boltzmann para calcular a energia irradiada pelo corpo humano, a uma temperatura de 300 K e numa área de superfície externa de aproximadamente 2 m^2, obtemos 1 kW. Esta perda de energia não poderia ser suportada se não fosse a absorção de radiação de compensação das superfícies adjacentes, a temperaturas ambiente que não variam drasticamente da temperatura do corpo - ou, naturalmente, tendo em conta o vestuário.

20.3.4 Emissores não-corpo negro

Até agora, apenas foram considerados os radiadores e a radiação de corpo negro. No entanto, os objectos reais quase nunca estão em conformidade com estas leis numa região de comprimento de onda alargada – muito embora possam apresentar um comportamento próximo do corpo negro em determinados intervalos espectrais. Por exemplo, um determinado tipo de tinta branca pode aparecer perfeitamente *branca* no espectro de luz visível, mas torna-se nitidamente *cinzenta* a cerca de 2 µm e, ultrapassando os 3 µm, torna-se quase *preta*.

Podem ocorrer três processos que evitam que um objecto real se comporte como um corpo negro: pode ser absorvida uma fracção da radiação incidente α, pode ser reflectida uma fracção ρ e pode ser transmitida uma fracção τ. Uma vez que todos estes factores são mais ou menos dependentes do comprimento de onda, o índice λ é utilizado para representar a dependência espectral das suas definições. Assim:

- A absorção espectral α_λ= à relação da energia radiante espectral absorvida por um objecto com a que incide sobre si.
- A reflexão espectral ρ_λ = à relação da energia radiante espectral reflectida por um objecto com a que incide sobre si.
- A transmissão espectral τ_λ = à relação da energia radiante espectral transmitida através de um objecto com a que incide sobre si.

A soma destes três factores devem sempre resultar no total a qualquer comprimento de onda, para obtermos a relação:

$$\alpha_\lambda + \rho_\lambda + \tau_\lambda = 1$$

Para materiais opacos $\tau_\lambda = 0$ e a relação simplifica-se para:

$$\alpha_\lambda + \rho_\lambda = 1$$

Outro factor, designado por emissividade, é necessário para descrever a fracção ε da emitância radiante de um corpo negro produzida por um objecto a uma temperatura específica. Deste modo, temos a seguinte definição:

A emissividade espectral ε_λ = à relação de energia radiante espectral de um objecto com a de um corpo negro à mesma temperatura e no mesmo comprimento de onda.

Expresso em termos matemáticos, isto pode ser escrito como a relação da emitância espectral do objecto com a de um corpo negro da seguinte forma:

$$\varepsilon_\lambda = \frac{W_{\lambda o}}{W_{\lambda b}}$$

Em termos gerais, existem três tipos de fontes de radiação, que se distinguem pelas formas como a emitância espectral de cada uma varia com o comprimento de onda.

- Um corpo negro, para o qual $\varepsilon_\lambda = \varepsilon = 1$
- Um corpo cinzento, para o qual $\varepsilon_\lambda = \varepsilon$ = constante inferior a 1
- Um radiador selectivo, para o qual ε varia com o comprimento de onda

Segundo a lei de Kirchhoff, para qualquer material, a emissividade espectral e a absorção espectral de um corpo são iguais em quaisquer temperaturas e comprimentos de onda especificados. Ou seja:

$$\varepsilon_\lambda = \alpha_\lambda$$

A partir disto obtemos, para um material opaco (visto que $\alpha_\lambda + \rho_\lambda = 1$):

$$\varepsilon_\lambda + \rho_\lambda = 1$$

Para materiais extremamente polidos ε_λ aproxima-se de zero, de forma que para um material perfeitamente reflector (*ou seja* um espelho perfeito) temos:

$$\rho_\lambda = 1$$

Para um radiador de corpo cinzento, a fórmula Stefan-Boltzmann transforma-se em:

$$W = \varepsilon \sigma T^4 \, [\mathrm{Watt/m^2}]$$

Isto determina que a energia emissiva total de um corpo cinzento é a mesma de um corpo negro à mesma temperatura reduzida proporcionalmente ao valor de ε do corpo cinzento.

10401203;a2

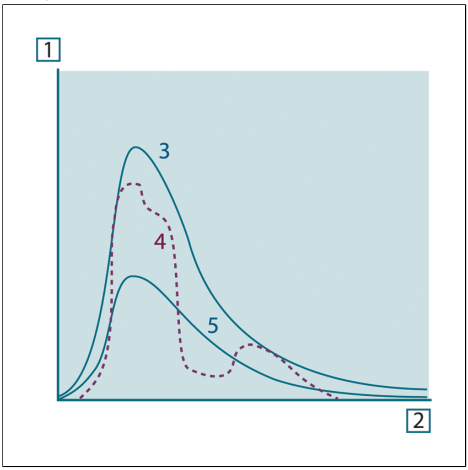


Figura 20.8 Emitância radiante espectral de três tipos de radiadores. **1:** Emitância radiante espectral; **2:** Comprimento de onda; **3:** Corpo negro; **4:** Radiador selectivo; **5:** Corpo cinzento.

10327303;a4

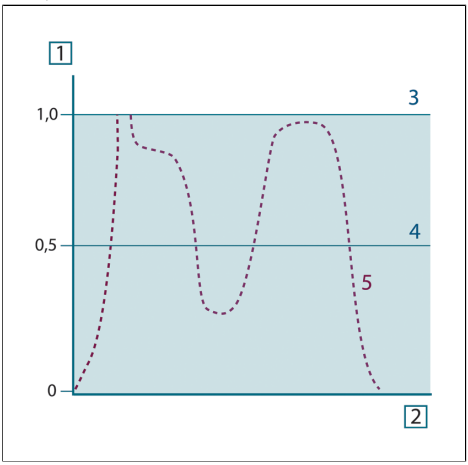


Figura 20.9 Emissividade espectral de três tipos de radiadores. **1:** Emissividade espectral; **2:** Comprimento de onda; **3:** Corpo negro; **4:** Corpo cinzento; **5:** Radiador selectivo.

20.4 Materiais semitransparentes a infravermelhos

Considere agora um corpo semitransparente, não metálico – digamos, na forma de uma placa espessa e plana de material plástico. Quando a placa é aquecida, a radiação gerada no seu volume deve expandir-se até às superfícies através do material em que é parcialmente absorvida. Além disso, quando chega à superfície, alguma dessa radiação é reflectida novamente para o interior. A radiação reflectida em retorno

é, de novo, parcialmente absorvida, mas parte chega à outra superfície, através da qual a grande maioria da radiação escapa e parte é novamente reflectida. Muito embora as reflexões progressivas se tornem cada vez mais fracas, devem ser todas somadas quando é calculada a emitância total da placa. Quando a série geométrica resultante é somada, a emissividade efectiva de uma placa semitransparente é obtida da seguinte forma:

$$\varepsilon_\lambda = \frac{(1-\rho_\lambda)(1-\tau_\lambda)}{1-\rho_\lambda\tau_\lambda}$$

Quando a placa se torna opaca, esta fórmula fica reduzida à fórmula única:

$$\varepsilon_\lambda = 1-\rho_\lambda$$

Esta última relação é particularmente conveniente, pois é muitas vezes mais fácil medir a reflexão do que medir directamente a emissividade.

21 Fórmula de medição

Conforme já foi mencionado, ao visualizar um objecto, a câmara recebe radiações emitidas não só pelo próprio objecto, mas também pelo meio adjacente, reflectidas pela superfície do objecto. Ambas as radiações são, em parte, atenuadas pela atmosfera na trajectória da medição. A estas, junta-se um terceira contribuição de radiações emitidas pela própria atmosfera.

Esta descrição da situação da medição, conforme ilustrado na figura a seguir, é, até agora, uma descrição fiel das condições reais. É possível que tenha sido negligenciada, por exemplo, a difusão da luz do Sol na atmosfera ou a radiação difusa proveniente de fontes de radiação intensa, fora do campo de visão. É difícil quantificar essas perturbações. Porém, na maioria dos casos, a sua quantidade é, felizmente, suficientemente reduzida a ponto de as tornar negligenciáveis. No caso de não o serem, a configuração da medição poderá ser de tal ordem que o risco de perturbações torna-se óbvio, pelo menos aos olhos de um operador experiente. É, pois, da responsabilidade do operador alterar a situação da medição com vista a evitar quaisquer perturbações, modificando, por exemplo, a direcção da visão, protegendo a câmara contra fontes de radiação intensa, etc.

Aceitando a descrição anterior, pode utilizar-se a figura abaixo com vista a obter uma fórmula para calcular a temperatura do objecto a partir da saída da câmara calibrada.

10400503;a1

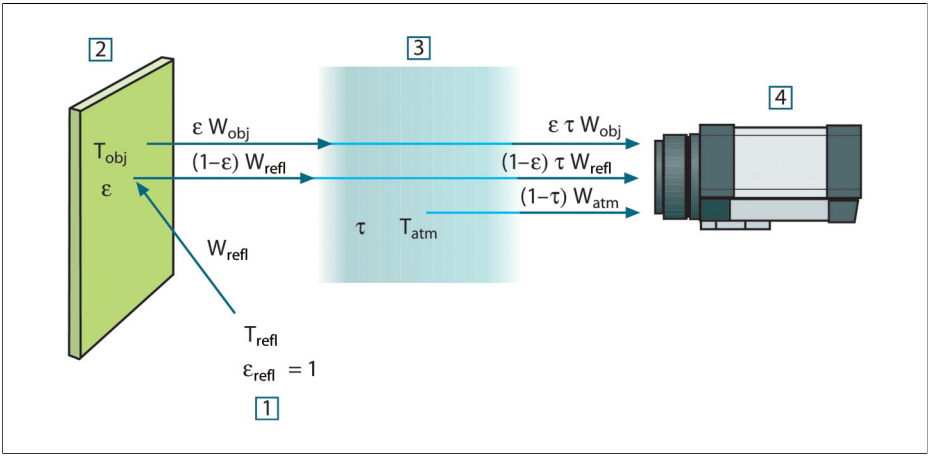


Figura 21.1 Representação esquemática da situação da medição termográfica geral.**1:** Meio adjacente; **2:** Objecto; **3:** Atmosfera; **4:** Câmara

Supondo que a potência da radiação recebida W da fonte de temperatura de um corpo negro T_{source} a uma distância curta gera um sinal de saída da câmara U_{source} proporcional à entrada da potência (câmara linear de potência), podemos então escrever (equação 1):

$$U_{source} = CW(T_{source})$$

ou, com representação simplificada:

$$U_{source} = CW_{source}$$

em que C é uma constante.

Se a fonte for um corpo cinzento com emitância ε, consequentemente, a radiação recebida será εW_{source}.

Estamos agora em condições de apresentar os três termos de potência da radiação recolhidos:

1 – Emissão a partir do objecto = $\varepsilon\tau W_{obj}$, sendo ε a emitância do objecto e τ a transmitância da atmosfera. A temperatura do objecto é T_{obj}.

2 – Emissão reflectida a partir das fontes ambientais = $(1 - \varepsilon)\tau W_{refl}$, sendo $(1 – \varepsilon)$ a reflexão do objecto. As fontes ambientais têm a temperatura T_{refl}.

Assumiu-se que a temperatura T_{refl} é idêntica para todas as superfícies emissoras incluídas no hemisfério, visto a partir de um ponto na superfície do objecto. Evidentemente, esta é por vezes uma forma de simplificar a situação real. Trata-se, porém, de uma simplificação necessária para se obter uma fórmula exequível e pode ser atribuído – pelo menos, teoricamente – um valor a T_{refl} que represente uma temperatura eficaz relativa a um meio adjacente complexo.

De notar ainda que partimos do princípio de que a emitância para o meio adjacente é = 1. Isto está correcto de acordo com a lei de Kirchhoff: Todas as radiações que afectem as superfícies adjacentes serão, eventualmente, absorvidas pelas mesmas superfícies. Assim, a emitância é = 1. (De notar, no entanto, que a discussão anterior requer que se tome em consideração a esfera completa à volta do objecto).

3 – Emissão a partir da atmosfera = $(1 – \tau)\tau W_{atm}$, sendo $(1 – \tau)$ a emitância da atmosfera. A temperatura da atmosfera é T_{atm}.

A potência total da radiação recebida pode agora ser formulada (equação 2):

$$W_{tot} = \varepsilon\tau W_{obj} + (1 - \varepsilon)\tau W_{refl} + (1 - \tau)W_{atm}$$

Multiplica-se cada termo pela constante C da equação 1 e substitui-se os produtos CW pelo U correspondente, de acordo com a mesma equação, obtendo-se (equação 3):

$$U_{tot} = \varepsilon\tau U_{obj} + (1-\varepsilon)\tau U_{refl} + (1-\tau)U_{atm}$$

Resolver a equação 3 para U_{obj} (equação 4):

$$U_{obj} = \frac{1}{\varepsilon\tau}U_{tot} - \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon}U_{refl} - \frac{1-\tau}{\varepsilon\tau}U_{atm}$$

Esta é a fórmula de medição geral utilizada em todos os equipamentos termográficos da FLIR Systems. As tensões da fórmula são:

Figura 21.2 Tensões

U_{obj}	Tensão de saída calculada da câmara para um corpo negro de temperatura T_{obj}, ou seja, uma tensão que pode ser directamente convertida em temperatura real requerida do objecto.
U_{tot}	Tensão de saída medida da câmara para o caso real.
U_{refl}	Tensão de saída teórica da câmara para um corpo negro de temperatura T_{refl} de acordo com a calibragem.
U_{atm}	Tensão de saída teórica da câmara para um corpo negro de temperatura T_{atm} de acordo com a calibragem.

O operador terá de fornecer um número de valores de parâmetros para o cálculo:

- a emitância do objecto ε,
- a humidade relativa,
- T_{atm}
- distância do objecto (D_{obj})
- a temperatura (efectiva) do meio adjacente ao objecto, ou a temperatura ambiente reflectida T_{refl}, e
- a temperatura da atmosfera T_{atm}

Esta tarefa pode, por vezes, tornar-se num fardo pesado para o operador, uma vez que não existem formas simples de encontrar valores precisos de emitância e de transmitância atmosférica para o caso real. As duas temperaturas deixam de constituir um problema desde que o meio adjacente não contenha fontes de radiação intensa e vasta.

Uma pergunta pertinente relacionada com isto é a seguinte: Qual a importância de se conhecerem os valores correctos destes parâmetros? Pode ser importante ficar já com uma perspectiva do problema, analisando vários casos de medição e comparando as magnitudes relativas dos três termos de radiação. Isto dará indicações sobre quando é importante utilizar os valores correctos e de que parâmetros.

As figuras abaixo ilustram as magnitudes relativas das três contribuições de radiação para três temperaturas de objecto diferentes, duas emitâncias e duas amplitudes espectrais: SW e LW. Os parâmetros restantes possuem os seguintes valores fixos:

- $\tau = 0.88$
- $T_{refl} = +20°C$
- $T_{atm} = +20°C$

É óbvio que a medição de temperaturas de objecto baixas é mais crítica do que a medição de temperaturas altas, uma vez que as fontes de radiação "perturbadoras" são relativamente mais fortes no primeiro caso. Caso a emitância do objecto também fosse baixa, a situação tornar-se-ia ainda mais difícil.

Finalmente, é necessário responder à questão acerca da importância de poder utilizar-se a curva de calibragem acima do ponto de calibragem mais elevado, o que designamos de extrapolação. Imaginemos que, num determinado caso, medimos U_{tot} = 4,5 volts. O ponto de calibragem mais elevado da câmara era da ordem dos 4,1 volts, um valor que o operador desconhecia. Assim, mesmo que o objecto fosse um corpo negro, ou seja, $U_{obj} = U_{tot}$, estamos a efectuar a extrapolação da curva de calibragem quando convertemos os 4,5 volts em temperatura.

Agora, suponhamos que o objecto não é negro, possui uma emitância de 0,75 e a transmitância é de 0,92. Suponhamos, ainda, que os dois segundos termos da equação 4, juntos, equivalem a 0,5 volts. Então, o cálculo de U_{obj} através da equação 4 resulta em U_{obj} = 4,5 / 0,75 / 0,92 – 0,5 = 6,0. Esta é uma extrapolação algo exagerada, particularmente se considerarmos que o amplificador do vídeo pode limitar a saída a 5 volts! De notar que a aplicação da curva de calibragem é um procedimento teórico onde não existem quaisquer limitações electrónicas ou outras. Acreditamos que, se não tivessem havido quaisquer limitações de sinal na câmara e se tivesse sido calibrada muito para além dos 5 volts, a curva resultante seria bastante semelhante à nossa curva real extrapolada para além dos 4,1 volts, desde que o algoritmo de calibragem se baseie na física de radiação, como o algoritmo da FLIR Systems. É evidente que deve existir um limite para estas extrapolações.

10400603;a2

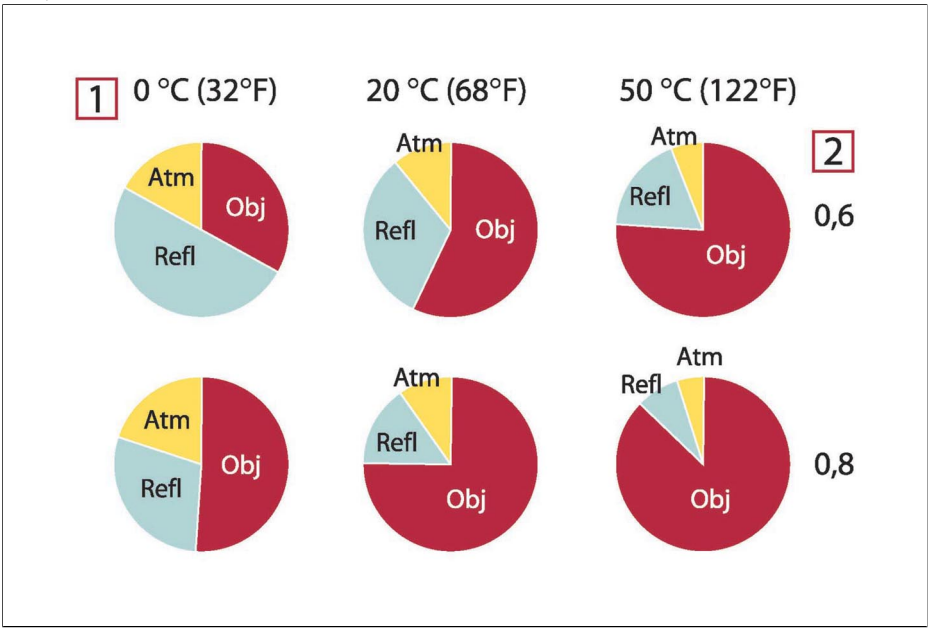


Figura 21.3 Magnitudes relativas das fontes de radiação em condições de medição variáveis (câmara de SW). **1:** Temperatura do objecto; **2:** Emitância; **Obj:** Radiação do objecto; **Refl:** Radiação reflectida; **Atm:** radiação atmosférica. Parâmetros fixos: $\tau = 0{,}88$; $T_{refl} = 20°C$; $T_{atm} = 20°C$.

10400703;a2

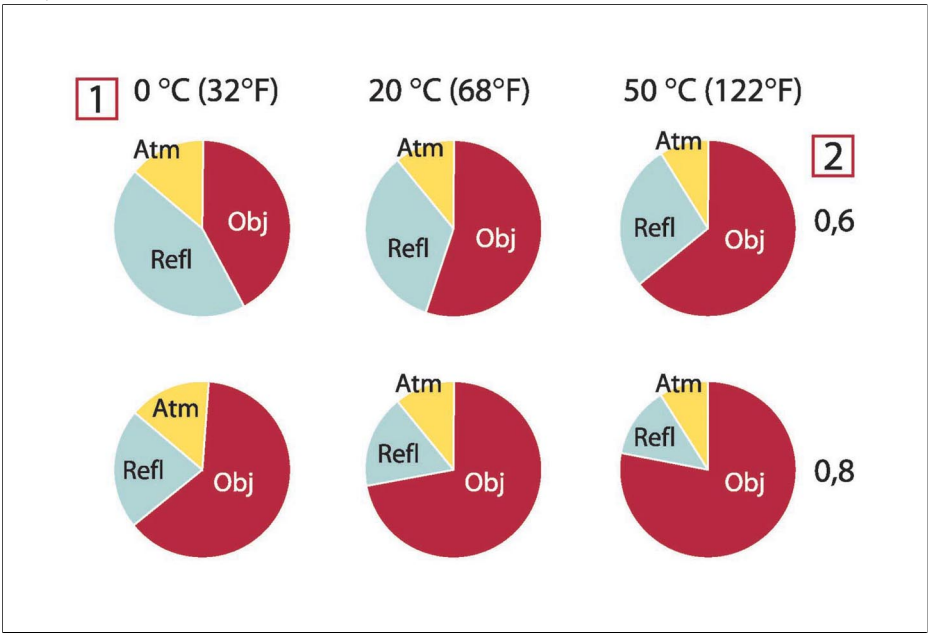


Figura 21.4 Magnitudes relativas das fontes de radiação em condições de medição variáveis (câmara de LW). **1:** Temperatura do objecto; **2:** Emitância; **Obj:** Radiação do objecto; **Refl:** Radiação reflectida; **Atm:** radiação atmosférica. Parâmetros fixos: $\tau = 0{,}88$; $T_{refl} = 20°C$; $T_{atm} = 20°C$.

22 Tabelas de emissão

Esta secção apresenta uma compilação de dados sobre a emissividade retirados de documentação sobre infravermelhos e das medições efectuadas pela FLIR Systems.

22.1 Referências bibliográficas

1	Mikaél A. Bramson: *Infrared Radiation, A Handbook for Applications*, Plenum press, Nova Iorque
2	William L. Wolfe, George J. Zissis: *The Infrared Handbook*, Posto de Pesquisa Naval, Departamento da Marinha, Washington, D.C.
3	Madding, R. P.: *Thermographic Instruments and systems*. Madison, Wisconsin: Universidade de Wisconsin - Extensão, Departamento de Engenharia e Ciências Aplicadas.
4	William L. Wolfe: *Handbook of Military Infrared Technology*, Posto de Pesquisa Naval, Departamento da Marinha, Washington, D.C.
5	Jones, Smith, Probert: *External thermography of buildings...,* Proc. da Sociedade de Consultores de Instrumentos Photo-Optical, vol.110, Industrial and Civil Applications of Infrared Technology, Junho 1977 Londres.
6	Paljak, Pettersson: *Thermography of Buildings*, Instituto de Pesquisa de Construção Sueco, Estocolmo 1972.
7	Vlcek, J: *Determination of emissivity with imaging radiometers and some emissivities at $\lambda = 5$ µm.* Photogrammetric Engineering and Remote Sensing.
8	Kern: *Evaluation of infrared emission of clouds and ground as measured by weather satellites*, Centro de Documentação de Defesa, AD 617 417.
9	Öhman, Claes: *Emittansmätningar med AGEMA E-Box*. Teknisk rapport, AGEMA 1999. (Medições de emitância utilizando AGEMA E-Box. Relatório técnico, AGEMA 1999.)
10	Matteï, S., Tang-Kwor, E: *Emissivity measurements for Nextel Velvet coating 811-21 between –36°C AND 82°C.*
11	Lohrengel & Todtenhaupt (1996)
12	ITC Technical publication 32.
13	ITC Technical publication 29.

22.2 Nota importante acerca das tabelas de emissividade

Os valores de emissividade na tabela abaixo são registados através de uma câmara de ondas curtas (SW). Estes valores devem ser considerados apenas como referência e utilizados com precaução.

22.3 Tabelas

Figura 22.1 T: Espectro total; **SW (OC):** 2-5 μm; **LW (OL):** 8-14 μm, **LLW (OLL):** 6,5-20 μm; **1:** Material; **2:** Especificação; **3:** Temperatura em °C; **4:** Espectro; **5:** Emissividade: **6:** Referência

1	2	3	4	5	6
3M tipo 35	Fita eléctrica em vinil (várias cores)	< 80	LW	Cerca de 0,96	13
3M tipo 88	Fita eléctrica em vinil preto	< 105	LW	Cerca de 0,96	13
3M tipo 88	Fita eléctrica em vinil preto	< 105	MW	< 0,96	13
3M tipo Super 33+	Fita eléctrica em vinil preto	< 80	LW	Cerca de 0,96	13
Aço inoxidável	folha, não tratado, um pouco estriado	70	LW	0,28	9
Aço inoxidável	folha, não tratado, um pouco estriado	70	SW	0,30	9
Aço inoxidável	folha, polido	70	LW	0,14	9
Aço inoxidável	folha, polido	70	SW	0,18	9
Aço inoxidável	laminado	700	T	0,45	1
Aço inoxidável	liga, 8% Ni, 18% Cr	500	T	0,35	1
Aço inoxidável	tipo 18-8, oxidado a 800°C	60	T	0,85	2
Aço inoxidável	tipo 18-8, raspado	20	T	0,16	2
Aço inoxidável	tratado a jacto de areia	700	T	0,70	1
Água	camada >0,1 mm de espessura	0–100	T	0,95-0,98	1
Água	cristais de geada	–10	T	0,98	2
Água	destilada	20	T	0,96	2
Água	gelo, coberto com forte geada	0	T	0,98	1
Água	gelo, suave	–10	T	0,96	2

1	2	3	4	5	6
Água	gelo, suave	0	T	0,97	1
Água	neve		T	0,8	1
Água	neve	–10	T	0,85	2
Alcatrão			T	0,79-0,84	1
Alcatrão	papel	20	T	0,91-0,93	1
Alumínio	alterado, marcadamente	17	SW	0,83-0,94	5
Alumínio	anodizado, cinzento claro, opaco	70	LW	0,97	9
Alumínio	anodizado, cinzento claro, opaco	70	SW	0,61	9
Alumínio	anodizado, folha	100	T	0,55	2
Alumínio	anodizado, preto, opaco	70	LW	0,95	9
Alumínio	anodizado, preto, opaco	70	SW	0,67	9
Alumínio	como recebido, folha	100	T	0,09	2
Alumínio	como recebido, placa	100	T	0,09	4
Alumínio	depositado no vácuo	20	T	0,04	2
Alumínio	endurecido	27	3 μm	0,28	3
Alumínio	endurecido	27	10 μm	0,18	3
Alumínio	folha	27	3 μm	0,09	3
Alumínio	folha	27	10 μm	0,04	3
Alumínio	folha, 4 amostras com estrias diferentes	70	LW	0,03-0,06	9
Alumínio	folha, 4 amostras com estrias diferentes	70	SW	0,05-0,08	9
Alumínio	mergulhado em HNO_3, placa	100	T	0,05	4

1	2	3	4	5	6
Alumínio	moldado, limpo a jacto	70	LW	0,46	9
Alumínio	moldado, limpo a jacto	70	SW	0,47	9
Alumínio	oxidado, fortemente	50–500	T	0,2-0,3	1
Alumínio	polido	50–100	T	0,04-0,06	1
Alumínio	polido, folha	100	T	0,05	2
Alumínio	polido, placa	100	T	0,05	4
Alumínio	superfície rugosa	20–50	T	0,06-0,07	1
Amianto	ardósia	20	T	0,96	1
Amianto	em pó		T	0,40-0,60	1
Amianto	ladrilho de pavimento	35	SW	0,94	7
Amianto	papel	40–400	T	0,93-0,95	1
Amianto	prancha	20	T	0,96	1
Amianto	tecido		T	0,78	1
Areia			T	0,60	1
Areia		20	T	0,90	2
Argamassa		17	SW	0,87	5
Argamassa	seco	36	SW	0,94	7
Barro	refractário	70	T	0,91	1
Betão		20	T	0,92	2
Betão	passadeira	5	LLW	0,974	8
Betão	rugoso	17	SW	0,97	5
Betão	seco	36	SW	0,95	7
Borracha	dura	20	T	0,95	1
Borracha	mole, cinzenta, rugosa	20	T	0,95	1
Bronze	bronze de fósforo	70	LW	0,06	9
Bronze	bronze de fósforo	70	SW	0,08	9

1	2	3	4	5	6
Bronze	em pó		T	0,76-0,80	1
Bronze	polido	50	T	0,1	1
Bronze	poroso, rugoso	50–150	T	0,55	1
Bronze-alumínio		20	T	0,60	1
Carbono	fuligem	20–400	T	0,95-0,97	1
Carbono	fuligem de vela	20	T	0,95	2
Carbono	grafite, superfície limada	20	T	0,98	2
Carbono	pó de carvão		T	0,96	1
Carbono	pó de grafite		T	0,97	1
Chumbo	brilhante	250	T	0,08	1
Chumbo	não oxidado, polido	100	T	0,05	4
Chumbo	oxidado, cinzento	20	T	0,28	1
Chumbo	oxidado, cinzento	22	T	0,28	4
Chumbo	oxidado a 200°C	200	T	0,63	1
Chumbo vermelho		100	T	0,93	4
Chumbo vermelho, em pó		100	T	0,93	1
Cobre	comercial, polido brilhante	20	T	0,07	1
Cobre	electrolítico, cuidadosamente polido	80	T	0,018	1
Cobre	electrolítico, polido	–34	T	0,006	4
Cobre	fundido	1100–1300	T	0,13-0,15	1
Cobre	oxidado	50	T	0,6-0,7	1
Cobre	oxidado, fortemente	20	T	0,78	2
Cobre	oxidado, preto	27	T	0,78	4
Cobre	oxidado até escurecer		T	0,88	1

1	2	3	4	5	6
Cobre	polido	50–100	T	0,02	1
Cobre	polido	100	T	0,03	2
Cobre	polido, comercial	27	T	0,03	4
Cobre	polido, mecânico	22	T	0,015	4
Cobre	puro, superfície cuidadosamente preparada	22	T	0,008	4
Cobre	raspado	27	T	0,07	4
Couro	curtido		T	0,75-0,80	1
Crómio	polido	50	T	0,10	1
Crómio	polido	500–1000	T	0,28-0,38	1
Dióxido de cobre	em pó		T	0,84	1
Ebonite			T	0,89	1
Escória	caldeira	0–100	T	0,97-0,93	1
Escória	caldeira	200–500	T	0,89-0,78	1
Escória	caldeira	600–1200	T	0,76-0,70	1
Escória	caldeira	1400–1800	T	0,69-0,67	1
Esmalte		20	T	0,9	1
Esmalte	laca	20	T	0,85-0,95	1
Esmeril	grosso	80	T	0,85	1
Estanho	metal branco de folha da flandres	100	T	0,07	2
Estanho	polido brilhante	20–50	T	0,04-0,06	1
Estuque	rugoso, lima	10–90	T	0,91	1
Ferro, moldado	lingotes	1000	T	0,95	1
Ferro, moldado	líquido	1300	T	0,28	1
Ferro, moldado	maquinado	800–1000	T	0,60-0,70	1
Ferro, moldado	moldagem	50	T	0,81	1
Ferro, moldado	não trabalhado	900–1100	T	0,87-0,95	1
Ferro, moldado	oxidado	38	T	0,63	4

1	2	3	4	5	6
Ferro, moldado	oxidado	100	T	0,64	2
Ferro, moldado	oxidado	260	T	0,66	4
Ferro, moldado	oxidado	538	T	0,76	4
Ferro, moldado	oxidado a 600°C	200–600	T	0,64-0,78	1
Ferro, moldado	polido	38	T	0,21	4
Ferro, moldado	polido	40	T	0,21	2
Ferro, moldado	polido	200	T	0,21	1
Ferro e aço	brilhante, despolido	150	T	0,16	1
Ferro e aço	camada de óxido brilhante, folha	20	T	0,82	1
Ferro e aço	coberto com ferrugem vermelha	20	T	0,61-0,85	1
Ferro e aço	com ferrugem vermelha, folha	22	T	0,69	4
Ferro e aço	electrolítico	22	T	0,05	4
Ferro e aço	electrolítico	100	T	0,05	4
Ferro e aço	electrolítico	260	T	0,07	4
Ferro e aço	electrolítico, cuidadosamente polido	175–225	T	0,05-0,06	1
Ferro e aço	enferrujado, extremamente	17	SW	0,96	5
Ferro e aço	enferrujado, vermelho	20	T	0,69	1
Ferro e aço	esmerilado, folha	950–1100	T	0,55-0,61	1
Ferro e aço	extremamente enferrujado, folha	20	T	0,69	2
Ferro e aço	laminado, de novo	20	T	0,24	1
Ferro e aço	laminado, folha	50	T	0,56	1
Ferro e aço	laminado a frio	70	LW	0,09	9
Ferro e aço	laminado a frio	70	SW	0,20	9
Ferro e aço	laminado a quente	20	T	0,77	1

1	2	3	4	5	6
Ferro e aço	laminado a quente	130	T	0,60	1
Ferro e aço	oxidado	100	T	0,74	1
Ferro e aço	oxidado	100	T	0,74	4
Ferro e aço	oxidado	125–525	T	0,78-0,82	1
Ferro e aço	oxidado	200	T	0,79	2
Ferro e aço	oxidado	200–600	T	0,80	1
Ferro e aço	oxidado	1227	T	0,89	4
Ferro e aço	oxidado, fortemente	50	T	0,88	1
Ferro e aço	oxidado, fortemente	500	T	0,98	1
Ferro e aço	polido	100	T	0,07	2
Ferro e aço	polido	400–1000	T	0,14-0,38	1
Ferro e aço	polido, folha	750–1050	T	0,52-0,56	1
Ferro e aço	preparado, cuidadosamente polido	40–250	T	0,28	1
Ferro e aço	rugoso, superfície plana	50	T	0,95-0,98	1
Ferro e aço	trabalhado de novo com esmeril	20	T	0,24	1
Ferro estanhado	folha	24	T	0,064	4
Ferro galvanizado	folha	92	T	0,07	4
Ferro galvanizado	folha, oxidado	20	T	0,28	1
Ferro galvanizado	folha, polido brilhante	30	T	0,23	1
Ferro galvanizado	fortemente oxidado	70	LW	0,85	9
Ferro galvanizado	fortemente oxidado	70	SW	0,64	9
Gelo: Ver Água					
Gesso		20	T	0,8-0,9	1
Granito	polido	20	LLW	0,849	8

1	2	3	4	5	6
Granito	rugoso	21	LLW	0,879	8
Granito	rugoso, 4 amostras diferentes	70	LW	0,77-0,87	9
Granito	rugoso, 4 amostras diferentes	70	SW	0,95-0,97	9
Grés	polido	19	LLW	0,909	8
Grés	rugoso	19	LLW	0,935	8
Hidróxido de alumínio	em pó		T	0,28	1
Krylon Ultra-flat black 1602	Preto liso	Temperatura ambiente até 175	LW	Cerca de 0,96	12
Krylon Ultra-flat black 1602	Preto liso	Temperatura ambiente até 175	MW	Cerca de 0,97	12
Laca	3 cores pulverizadas em alumínio	70	LW	0,92-0,94	9
Laca	3 cores pulverizadas em alumínio	70	SW	0,50-0,53	9
Laca	Alumínio em superfície rugosa	20	T	0,4	1
Laca	baquelite	80	T	0,83	1
Laca	branco	40–100	T	0,8-0,95	1
Laca	branco	100	T	0,92	2
Laca	preta, brilhante, pulverizada em ferro	20	T	0,87	1
Laca	preta, mate	100	T	0,97	2
Laca	preto, opaco	40–100	T	0,96-0,98	1
Laca	resistente ao calor	100	T	0,92	1
Latão	folha, laminado	20	T	0,06	1
Latão	folha, trabalhado com esmeril	20	T	0,2	1
Latão	lixado com esmeril de 80 grit	20	T	0,20	2
Latão	opaco, oxidado	20–350	T	0,22	1

1	2	3	4	5	6
Latão	oxidado	70	SW	0,04-0,09	9
Latão	oxidado	70	LW	0,03-0,07	9
Latão	oxidado	100	T	0,61	2
Latão	oxidado a 600°C	200–600	T	0,59-0,61	1
Latão	polido	200	T	0,03	1
Latão	polido, altamente	100	T	0,03	2
Lima			T	0,3-0,4	1
Madeira		17	SW	0,98	5
Madeira		19	LLW	0,962	8
Madeira	aplainada	20	T	0,8-0,9	1
Madeira	branca, húmida	20	T	0,7-0,8	1
Madeira	carvalho aplainado	20	T	0,90	2
Madeira	carvalho aplainado	70	LW	0,88	9
Madeira	carvalho aplainado	70	SW	0,77	9
Madeira	contraplacado, não tratado	20	SW	0,83	6
Madeira	contraplacado, suave, seco	36	SW	0,82	7
Madeira	esmerilada		T	0,5-0,7	1
Madeira	pinho, 4 amostras diferentes	70	LW	0,81-0,89	9
Madeira	pinho, 4 amostras diferentes	70	SW	0,67-0,75	9
Magnésio		22	T	0,07	4
Magnésio		260	T	0,13	4
Magnésio		538	T	0,18	4
Magnésio	polido	20	T	0,07	2
Molibdénio		600–1000	T	0,08-0,13	1

1	2	3	4	5	6
Molibdénio		1500–2200	T	0,19-0,26	1
Molibdénio	filamento	700–2500	T	0,1-0,3	1
Neve: Ver Água					
Nextel Velvet 811-21 Black	Preto liso	–60–150	LW	> 0,97	10 e 11
Níquel	electrogalvanizado, polido	20	T	0,05	2
Níquel	electrogalvanizado em ferro, não polido	20	T	0,11-0,40	1
Níquel	electrogalvanizado em ferro, não polido	22	T	0,11	4
Níquel	electrogalvanizado em ferro, polido	22	T	0,045	4
Níquel	electrolítico	22	T	0,04	4
Níquel	electrolítico	38	T	0,06	4
Níquel	electrolítico	260	T	0,07	4
Níquel	electrolítico	538	T	0,10	4
Níquel	fio	200–1000	T	0,1-0,2	1
Níquel	mate claro	122	T	0,041	4
Níquel	oxidado	200	T	0,37	2
Níquel	oxidado	227	T	0,37	4
Níquel	oxidado	1227	T	0,85	4
Níquel	oxidado a 600°C	200–600	T	0,37-0,48	1
Níquel	polido	122	T	0,045	4
Níquel	puro comercialmente, polido	100	T	0,045	1
Níquel	puro comercialmente, polido	200–400	T	0,07-0,09	1
Níquel-cromo	fio, limpo	50	T	0,65	1
Níquel-cromo	fio, limpo	500–1000	T	0,71-0,79	1

1	2	3	4	5	6
Níquel-cromo	fio, oxidado	50–500	T	0,95-0,98	1
Níquel-cromo	laminado	700	T	0,25	1
Níquel-cromo	tratado a jacto de areia	700	T	0,70	1
Óleo, lubrificante	película de 0,025 mm	20	T	0,27	2
Óleo, lubrificante	película de 0,050 mm	20	T	0,46	2
Óleo, lubrificante	película de 0,125 mm	20	T	0,72	2
Óleo, lubrificante	película em base de Ni: apenas base de Ni	20	T	0,05	2
Óleo, lubrificante	revestimento espesso	20	T	0,82	2
Ouro	polido	130	T	0,018	1
Ouro	polido, altamente	100	T	0,02	2
Ouro	polido, cuidadosamente	200–600	T	0,02-0,03	1
Óxido de alumínio	activo, em pó		T	0,46	1
Óxido de alumínio	puro, em pó (alumina)		T	0,16	1
Óxido de cobre	vermelho, em pó		T	0,70	1
Óxido de níquel		500–650	T	0,52-0,59	1
Óxido de níquel		1000–1250	T	0,75-0,86	1
Papel	4 cores diferentes	70	LW	0,92-0,94	9
Papel	4 cores diferentes	70	SW	0,68-0,74	9
Papel	amarelo		T	0,72	1
Papel	azul, escuro		T	0,84	1
Papel	branco	20	T	0,7-0,9	1
Papel	branco, 3 brilhos diferentes	70	LW	0,88-0,90	9

1	2	3	4	5	6
Papel	branco, 3 brilhos diferentes	70	SW	0,76-0,78	9
Papel	ligado a branco	20	T	0,93	2
Papel	preto		T	0,90	1
Papel	preto, opaco		T	0,94	1
Papel	preto, opaco	70	LW	0,89	9
Papel	preto, opaco	70	SW	0,86	9
Papel	revestido com laca preta		T	0,93	1
Papel	verde		T	0,85	1
Papel	vermelho		T	0,76	1
Papelão	não tratado	20	SW	0,90	6
Papel de parede	padrão ligeiro, cinzento claro	20	SW	0,85	6
Papel de parede	padrão ligeiro, vermelho	20	SW	0,90	6
Pavimento em asfalto		4	LLW	0,967	8
Pele	humana	32	T	0,98	2
Placa de fibra	dura, não tratada	20	SW	0,85	6
Placa de fibra	masonita	70	LW	0,88	9
Placa de fibra	masonita	70	SW	0,75	9
Placa de fibra	painel de partículas	70	LW	0,89	9
Placa de fibra	painel de partículas	70	SW	0,77	9
Placa de fibra	porosa, não tratada	20	SW	0,85	6
Plástico	laminado de fibra de vidro (placa com circuito impresso)	70	LW	0,91	9

1	2	3	4	5	6
Plástico	laminado de fibra de vidro (placa com circuito impresso)	70	SW	0,94	9
Plástico	placa de isolamento em poliuretano	70	LW	0,55	9
Plástico	placa de isolamento em poliuretano	70	SW	0,29	9
Plástico	PVC, pavimento em plástico, opaco, estruturado	70	LW	0,93	9
Plástico	PVC, pavimento em plástico, opaco, estruturado	70	SW	0,94	9
Platina		17	T	0,016	4
Platina		22	T	0,03	4
Platina		100	T	0,05	4
Platina		260	T	0,06	4
Platina		538	T	0,10	4
Platina		1000–1500	T	0,14-0,18	1
Platina		1094	T	0,18	4
Platina	fio	50–200	T	0,06-0,07	1
Platina	fio	500–1000	T	0,10-0,16	1
Platina	fio	1400	T	0,18	1
Platina	fita	900–1100	T	0,12-0,17	1
Platina	pura, polida	200–600	T	0,05-0,10	1
Pó de magnésio			T	0,86	1
Porcelana	branca, brilhante		T	0,70-0,75	1
Porcelana	vitrificada	20	T	0,92	1
Prata	polido	100	T	0,03	2
Prata	pura, polida	200–600	T	0,02-0,03	1
Reboco		17	SW	0,86	5

1	2	3	4	5	6
Reboco	gesso em folha, não tratado	20	SW	0,90	6
Reboco	revestimento rugoso	20	T	0,91	2
Solo	saturado com água	20	T	0,95	2
Solo	seco	20	T	0,92	2
Styrofoam	isolamento	37	SW	0,60	7
Tecido	preto	20	T	0,98	1
Telha	vitrificada	17	SW	0,94	5
Tijolo	alumina	17	SW	0,68	5
Tijolo	alvenaria	35	SW	0,94	7
Tijolo	alvenaria, rebocada	20	T	0,94	1
Tijolo	argila refractária	20	T	0,85	1
Tijolo	argila refractária	1000	T	0,75	1
Tijolo	argila refractária	1200	T	0,59	1
Tijolo	comum	17	SW	0,86-0,81	5
Tijolo	impermeável	17	SW	0,87	5
Tijolo	refractário, corindo	1000	T	0,46	1
Tijolo	refractário, magnesite	1000–1300	T	0,38	1
Tijolo	refractário, muito radiante	500–1000	T	0,8-0,9	1
Tijolo	refractário, pouco radiante	500–1000	T	0,65-0,75	1
Tijolo	sílica, 95% SiO_2	1230	T	0,66	1
Tijolo	Sílica de Dinas, não vidrada, rugosa	1000	T	0,80	1
Tijolo	Sílica de Dinas, refractária	1000	T	0,66	1

1	2	3	4	5	6
Tijolo	Sílica de Dinas, vidrada, rugosa	1100	T	0,85	1
Tijolo	silimanite, 33% SiO_2, 64% Al_2O_3	1500	T	0,29	1
Tijolo	tijolo refractário	17	SW	0,68	5
Tijolo	vermelho, comum	20	T	0,93	2
Tijolo	vermelho, rugoso	20	T	0,88-0,93	1
Tinta	8 cores e qualidades diferentes	70	LW	0,92-0,94	9
Tinta	8 cores e qualidades diferentes	70	SW	0,88-0,96	9
Tinta	à base de óleo, média de 16 cores	100	T	0,94	2
Tinta	Alumínio, vários anos	50–100	T	0,27-0,67	1
Tinta	amarelo cádmio		T	0,28-0,33	1
Tinta	azul cobalto		T	0,7-0,8	1
Tinta	óleo	17	SW	0,87	5
Tinta	óleo, cinzento baço	20	SW	0,97	6
Tinta	óleo, cinzento brilhante	20	SW	0,96	6
Tinta	óleo, preto baço	20	SW	0,94	6
Tinta	óleo, preto brilhante	20	SW	0,92	6
Tinta	óleo, várias cores	100	T	0,92-0,96	1
Tinta	plástica, branca	20	SW	0,84	6
Tinta	plástica, preta	20	SW	0,95	6
Tinta	verde crómio		T	0,65-0,70	1
Titânio	oxidado a 540°C	200	T	0,40	1
Titânio	oxidado a 540°C	500	T	0,50	1
Titânio	oxidado a 540°C	1000	T	0,60	1

1	2	3	4	5	6
Titânio	polido	200	T	0,15	1
Titânio	polido	500	T	0,20	1
Titânio	polido	1000	T	0,36	1
Tungsténio		200	T	0,05	1
Tungsténio		600–1000	T	0,1-0,16	1
Tungsténio		1500–2200	T	0,24-0,31	1
Tungsténio	filamento	3300	T	0,39	1
Verniz	em pavimento com parquet de carvalho	70	LW	0,90-0,93	9
Verniz	em pavimento com parquet de carvalho	70	SW	0,90	9
Verniz	liso	20	SW	0,93	6
Zinco	folha	50	T	0,20	1
Zinco	oxidado a 400°C	400	T	0,11	1
Zinco	polido	200–300	T	0,04-0,05	1
Zinco	superfície oxidada	1000–1200	T	0,50-0,60	1

A note on the technical production of this publication

This publication was produced using XML—the e*Xtensible Markup Language*. For more information about XML, please visit http://www.w3.org/XML/

A note on the typeface used in this publication

This publication was typeset using Swiss 721, which is Bitstream's pan-European version of the Helvetica™ typeface. Helvetica™ was designed by Max Miedinger (1910–1980).

List of effective files

20235110.xml b16
20235210.xml b11
20235310.xml b12
20236710.xml b24
20237110.xml a11
20238510.xml a8
20238710.xml a7
20250410.xml a15
20254903.xml a74
20257010.xml a20
20257110.xml a7
20257310.xml a15
20279810.xml a7
20281010.xml a3
20287310.xml a4
20287710.xml a5
20287810.xml a4
20287910.xml a1
20288010.xml a3
20288110.xml a3
20288210.xml a4
20288310.xml a2
20288410.xml a5
20288510.xml a4
20292410.xml a2
R136.rcp a2
config.xml a5

Corporate Headquarters
FLIR Systems, Inc.
27700 SW Parkway Avenue
Wilsonville, OR 97070
USA
Telephone: +1-800-727-3547
Website: http://www.flir.com