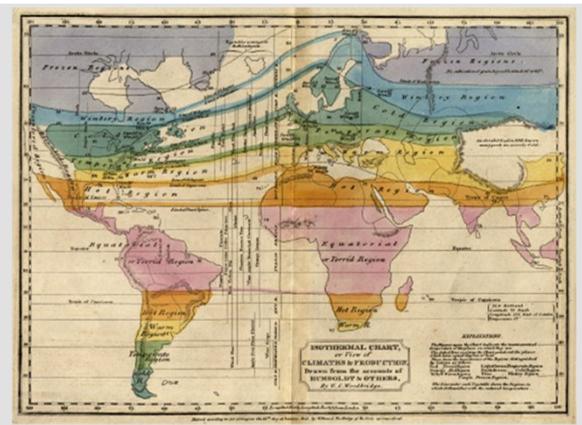




Introdução



A primeira vez na qual cores foram utilizadas para representar temperaturas em uma imagem foi no mapa ao lado, denominado “Carta Isotérmica do Mundo” de 1823, elaborado por William Woodbridge, com base em informações das condições climáticas de vários países, obtidas pelo explorador alemão Alexander Von Humboldt.



ICON Tecnologia



Introdução

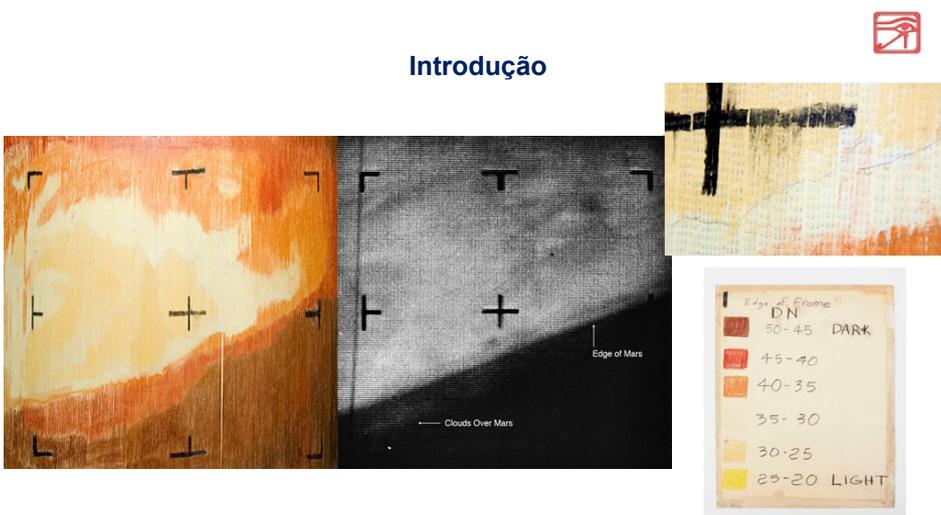



142 anos depois, em 1965, engenheiros do JPL (Jet Propulsion Laboratory), ansiosos por visualizar as imagens transmitidas pela primeira sonda para Marte, cortaram em tiras os dados numéricos recebidos da Mariner 4 e passaram a colorir manualmente o conjunto, criando um mosaico que se tornou famoso.



ICON Tecnologia

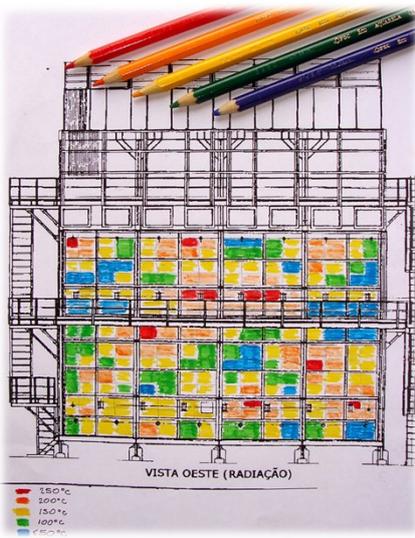
Introdução



Acima vemos detalhes da pintura e da escala de cores correspondentes aos valores numéricos recebidos, bem como o resultado do trabalho, em comparação com a imagem processada pelos computadores.

ICON Tecnologia

Introdução



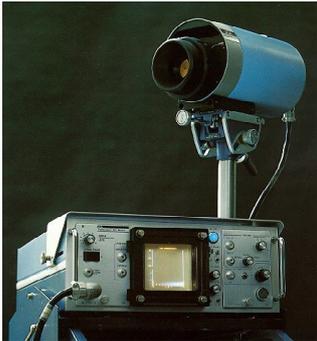
Durante as décadas de 60 e 70, movidos pela mesma necessidade de William Woodbridge de visualizar temperaturas e utilizando recursos similares aos dos engenheiros do JPL, profissionais da inspeção realizavam, de forma artesanal, os primeiros mapas térmicos colorindo áreas do croquis de um equipamento, de acordo com paletas de cores correspondentes às temperaturas medidas com radiômetros ou termômetros de contato.

ICON Tecnologia



Introdução

Em meados da década de 60 a empresa AGA Infrared Systems introduziu os primeiros sistemas infravermelhos de uso civil.
A partir de então a técnica da Termografia passou a ser utilizada com extremo sucesso em uma infinidade de aplicações na industria, medicina e pesquisa.

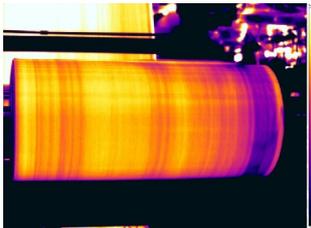

ICON Tecnologia



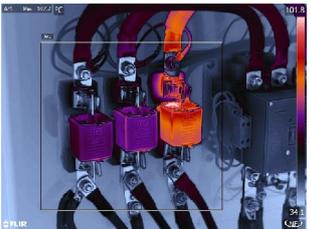
Introdução

A informação térmica coletada pelos sistemas termográficos é apresentada primordialmente na forma de imagens denominadas **Termogramas**.









ICON Tecnologia



Introdução

Por esse motivo a Termografia apresenta como uma de suas principais características a de ser uma técnica intimamente relacionada com a apresentação e **interpretação visual** de dados.




ICON Tecnologia



Índice

- Introdução
- O que são os Termogramas?**
- A Visualização da Informação Térmica
- A Fisiologia da Visão
- A Percepção das Cores
- Componentes das Cores – Padrão HLS
- Componentes das Cores – Padrão RGB
- As Cores e a Temperatura
- A Psicologia das Cores
- A Interpretação Visual
- Tipos de Dados e Paletas
- Paletas Sequenciais
- Paletas Divergentes
- Paletas Qualitativas
- Conclusões
- Referências

ICON Tecnologia

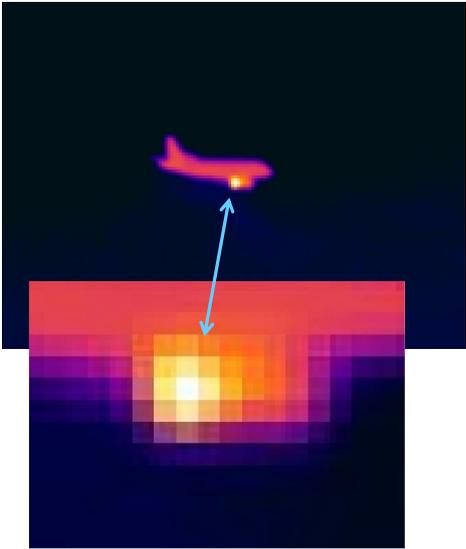


O que são os Termogramas?

Os termogramas são imagens térmicas visuais que representam a radiação infravermelha invisível, captada pelos sistemas infravermelhos.

Os termogramas são compostos por uma matriz de pontos denominados **pixels** (de picture element), que são vistos como os quadrados mostrados na ampliação da imagem ao lado.

Cada pixel correspondente, em princípio, a um sensor do detector da câmera infravermelha.



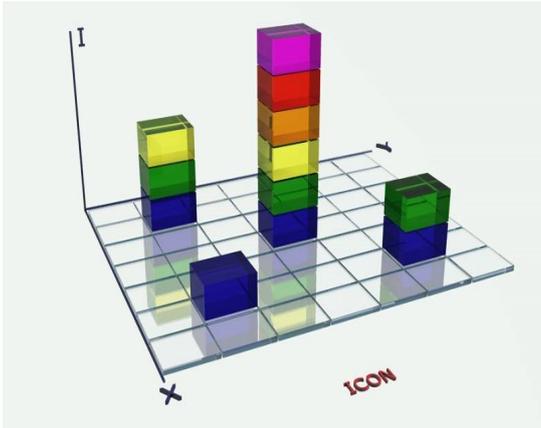
ICON Tecnologia



O que são os Termogramas?

Os pixels são caracterizados por três valores.

Dois valores que definem sua **posição (x,y)** na matriz e um terceiro valor corresponde à informação de **intensidade (I)** de radiação captada pelo equipamento infravermelho.

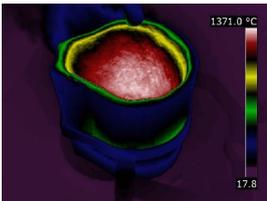


ICON Tecnologia



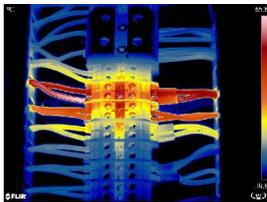
A Visualização da Informação Térmica

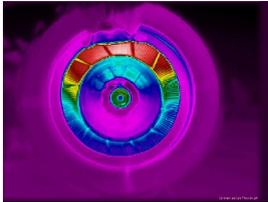
Por esse motivo, a forma mais utilizada para a rápida visualização da informação contida nas imagens térmicas captadas é através da utilização de escalas denominadas **Paletas**.









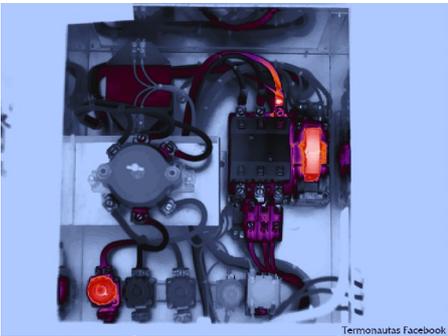


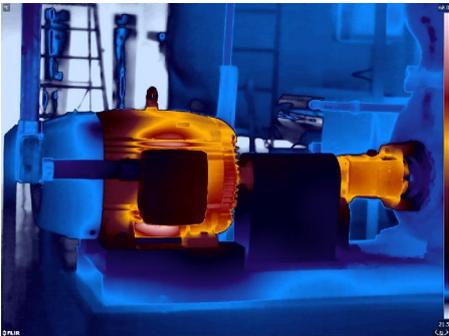

 ICON Tecnologia



A Visualização da Informação Térmica

Em uma **Paleta**, as **intensidades** de radiação medidas em cada ponto do termograma passam a ser representadas por cores específicas.

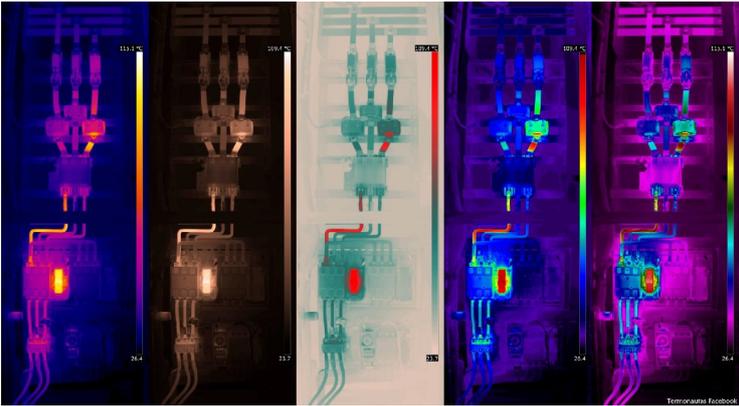





 ICON Tecnologia

A Visualização da Informação Térmica

Além da visualização da intensidade de radiação e correta interpretação de valores individuais, as paletas objetivam a identificação de padrões e relacionamentos da informação térmica que, de outra forma, estariam ocultos sob uma massa de valores numéricos.

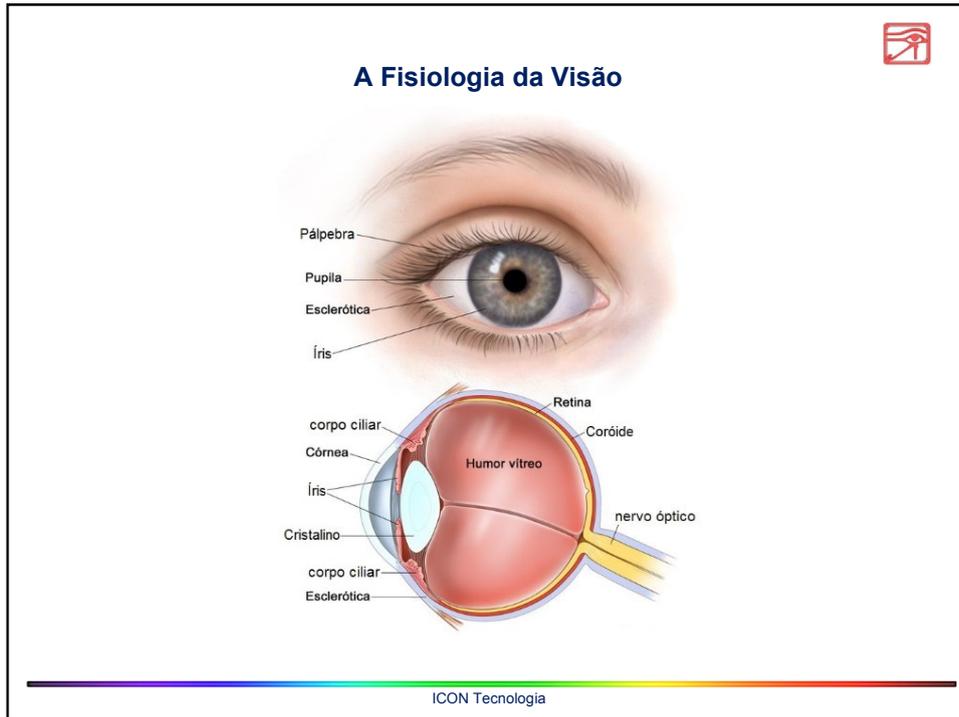


ICON Tecnologia

Índice

- Introdução
- O que são os Termogramas?
- A Visualização da Informação Térmica
- A Fisiologia da Visão**
 - A Percepção das Cores
 - Componentes das Cores – Padrão HLS
 - Componentes das Cores – Padrão RGB
 - As Cores e a Temperatura
 - A Psicologia das Cores
 - A Interpretação Visual
- Tipos de Dados e Paletas
- Paletas Sequenciais
- Paletas Divergentes
- Paletas Qualitativas
- Conclusões
- Referências

ICON Tecnologia

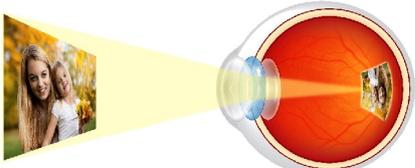


A Fisiologia da Visão

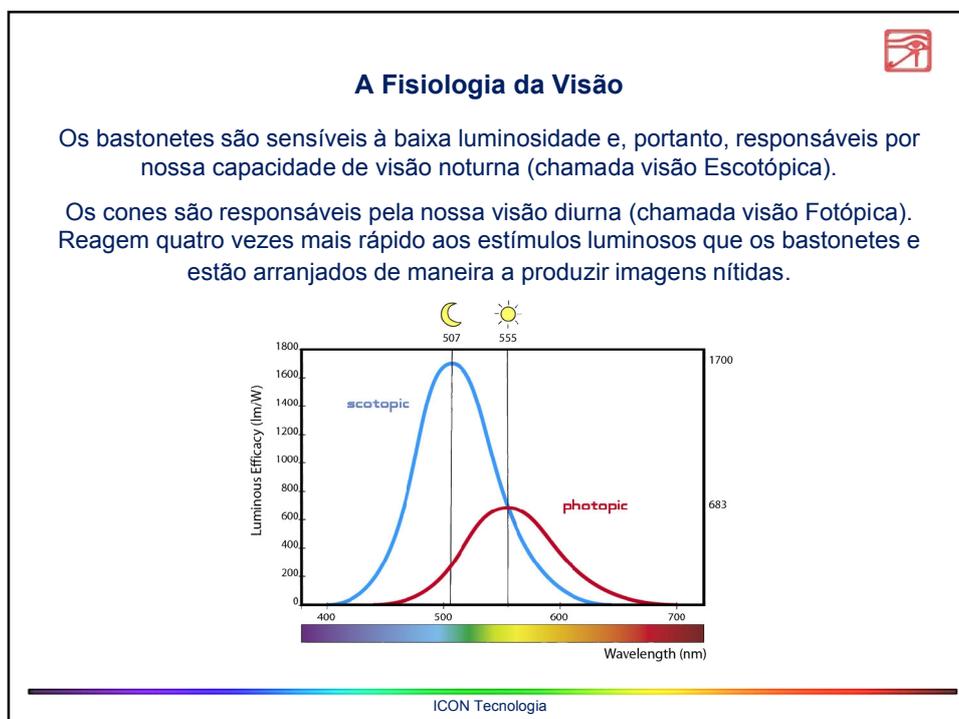
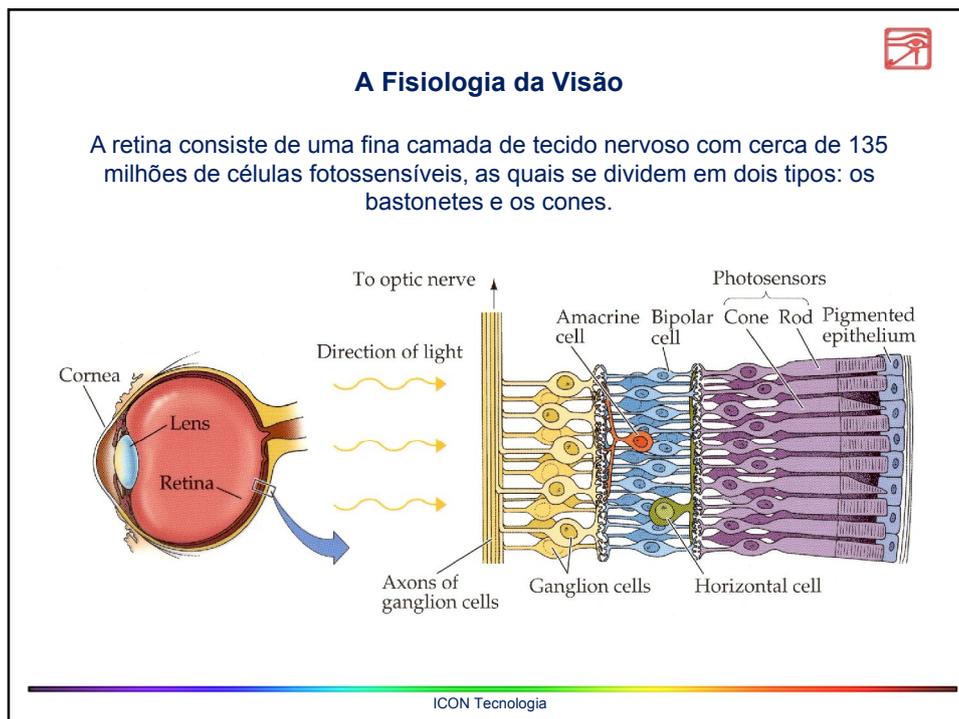
O olho humano possui um arranjo semelhante ao de uma câmera escura.

O enfoque da luz é feito, parte pela córnea, parte pelos líquidos gelatinosos que preenchem o globo ocular e parte por uma lente (chamada cristalino).

A imagem resultante é então projetada, de forma invertida, em uma superfície sensível à luz: a retina.




ICON Tecnologia

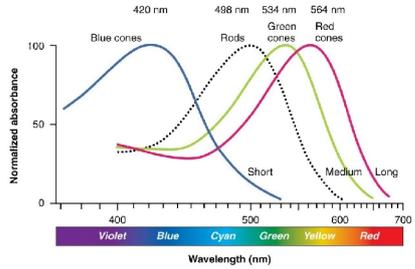


A Fisiologia da Visão

Com a diminuição da luminosidade do ambiente ocorre o deslocamento da sensibilidade da visão humana para a parte azul do espectro visível.

A razão desse deslocamento é que os bastonetes (Rods no gráfico da direita acima), responsáveis pela visão noturna não são sensibilizados pela parte vermelha do espectro visível.

Por esse motivo a iluminação vermelha é utilizada em diversas atividades que demandem uma visão adaptada à baixa luminosidade.



420 nm 498 nm 534 nm 564 nm

Blue cones Rods Green cones Red cones

Short Medium Long

Wavelength (nm)



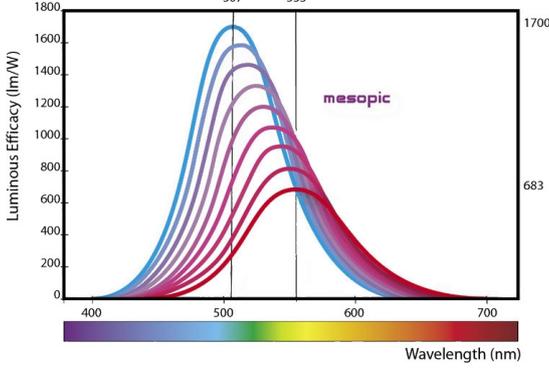


ICON Tecnologia

A Fisiologia da Visão

Em um dado momento, a sensibilidade espectral do olho humano será a resultante da composição entre os dois tipos de fotorreceptores (cones e bastonetes), dependendo da luminosidade do ambiente (chamada visão Mesópica).



507 555

mesopic

Luminous Efficacy (lm/W)

Wavelength (nm)



ICON Tecnologia



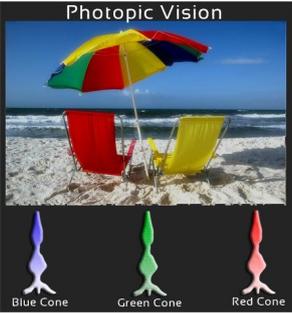
A Fisiologia da Visão

Em resumo, para condições de alta luminosidade os cones são mais eficientes e fornecem uma visão a cores.

Na medida a luminosidade ambiente diminui os bastonetes passam a assumir.

Perdemos gradualmente a capacidade de discriminar cores e nossa visão se torna monocromática.

Photopic Vision



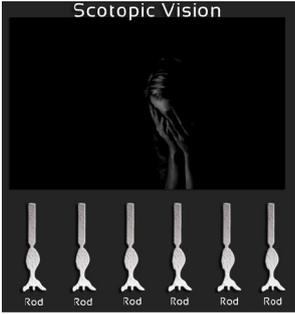
Blue Cone Green Cone Red Cone

Mesopic Vision



Rod Cone Rod Cone Rod Cone

Scotopic Vision



Rod Rod Rod Rod Rod Rod



ICON Tecnologia

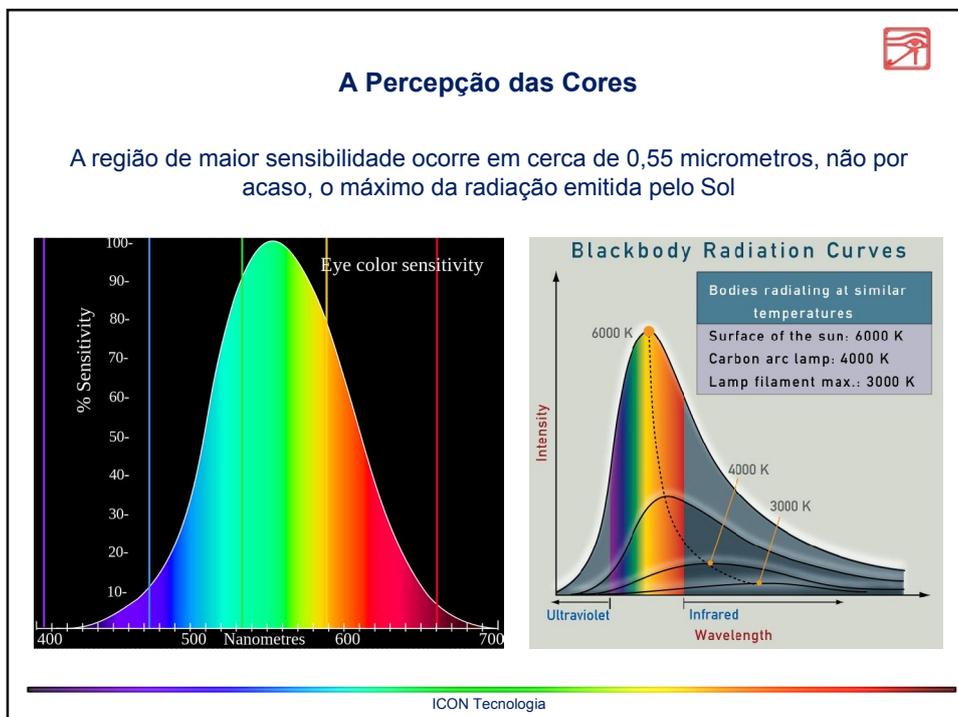
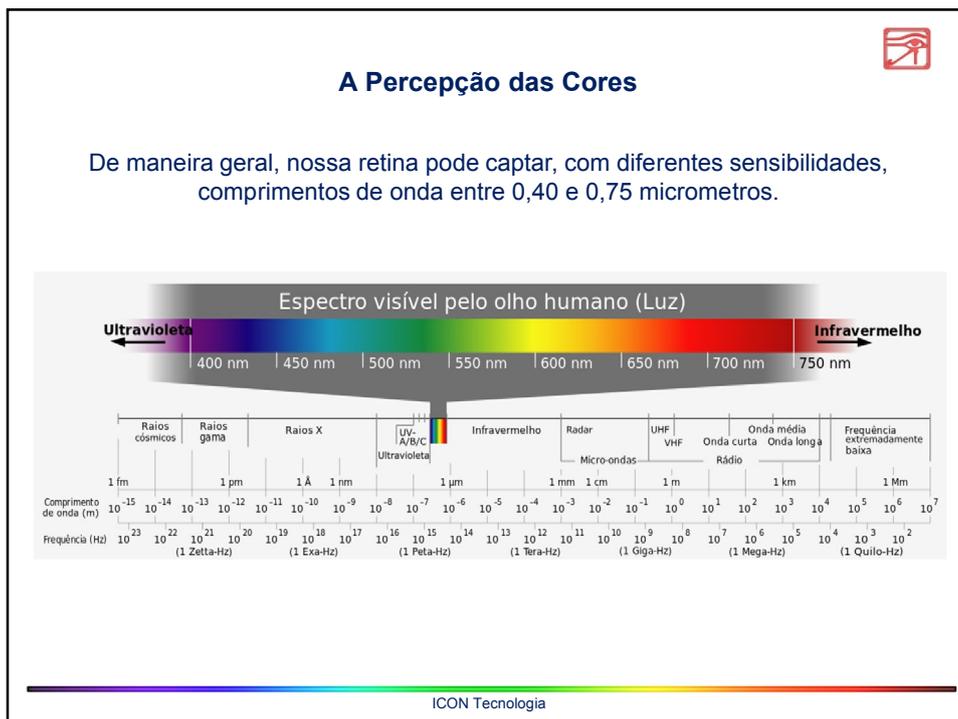


Índice

- Introdução
- O que são os Termogramas?
- A Visualização da Informação Térmica
- A Fisiologia da Visão
- A Percepção das Cores**
- Componentes das Cores – Padrão HLS
- Componentes das Cores – Padrão RGB
- As Cores e a Temperatura
- A Psicologia das Cores
- A Interpretação Visual
- Tipos de Dados e Paletas
- Paletas Sequenciais
- Paletas Divergentes
- Paletas Qualitativas
- Conclusões
- Referências



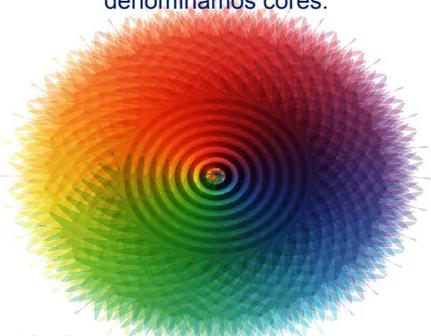
ICON Tecnologia





A Percepção das Cores

As diferentes partes do intervalo do visível são percebidas como “sensações” que denominamos cores.



O que chamamos “Cor” é uma sensação criada pelo cérebro, resultado da interpretação dos impulsos nervosos enviados pelos olhos, sem realidade no mundo físico.

ICON Tecnologia

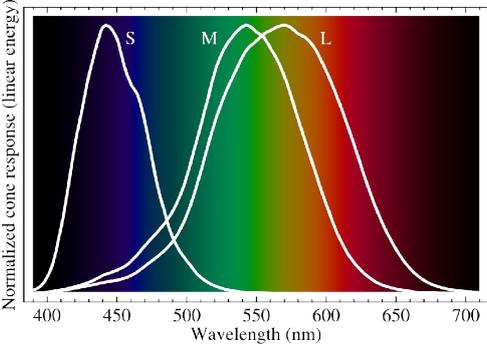


A Percepção das Cores

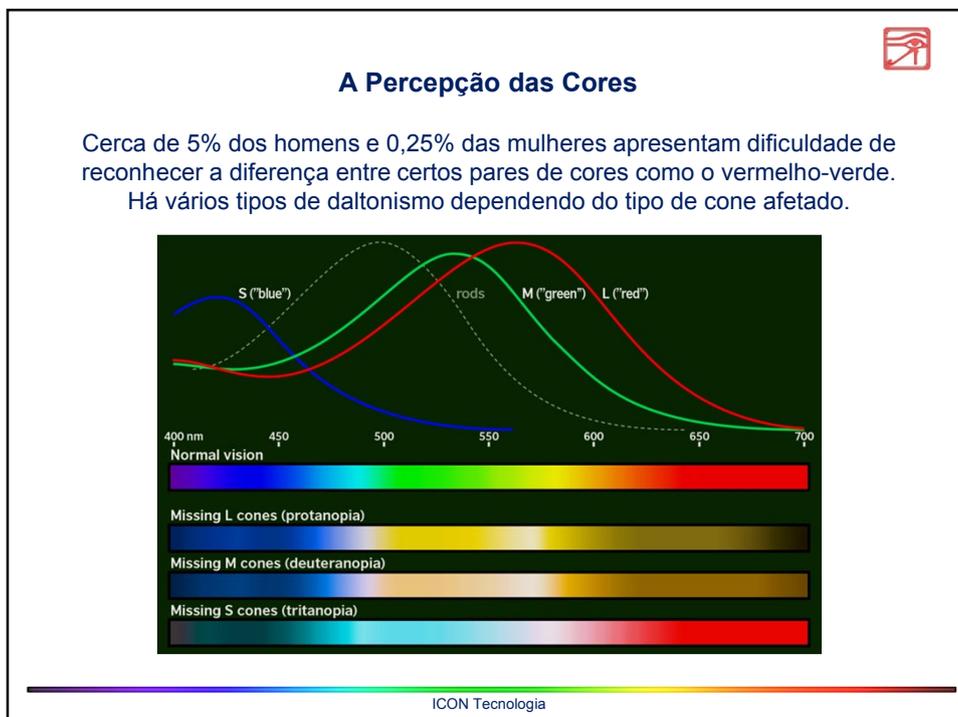
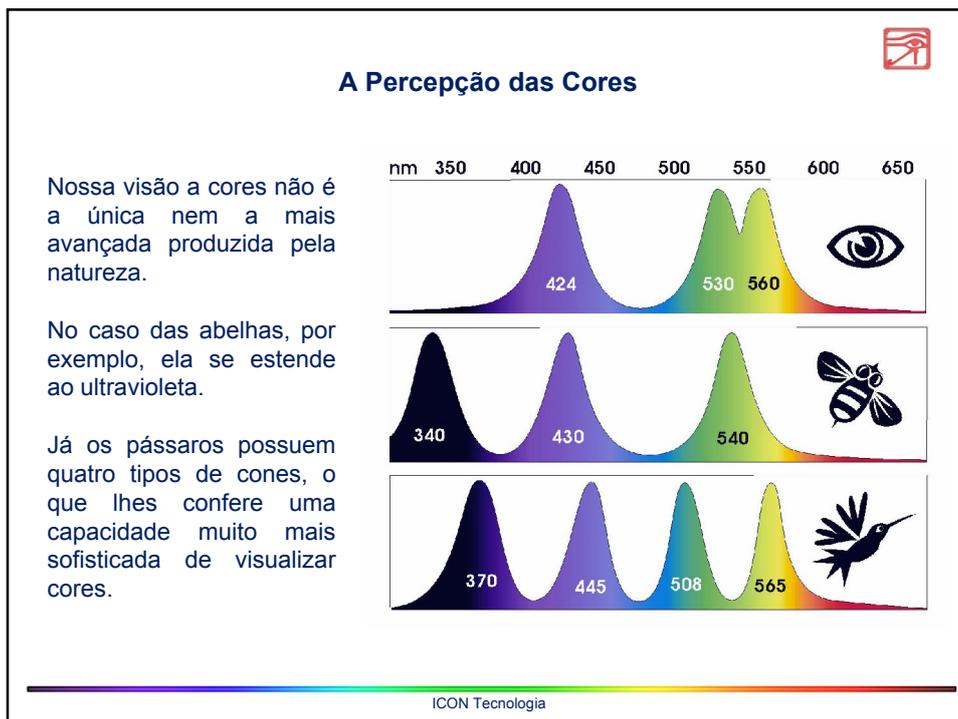
Os 6 milhões de cones que existem na retina são os responsáveis pela nossa capacidade de reconhecer cores.

Existem três tipos de cones, sendo cada um sensível a uma faixa do espectro visível: azul, verde e vermelho.

Esta distribuição nos confere visão tricromática (3 tipos de receptores).



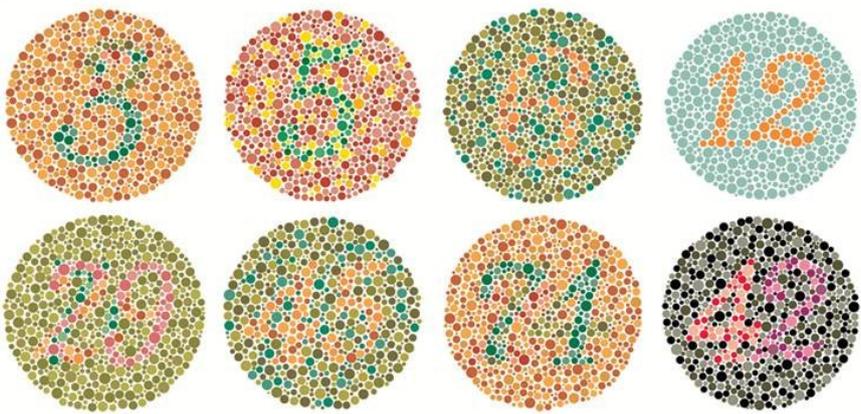
ICON Tecnologia





A Percepção das Cores

Imagens extraídas do Teste Ishihara para detecção dos vários tipos de daltonismo.
para detecção de daltonismo.



ICON Tecnologia



Índice

- Introdução
- O que são os Termogramas?
- A Visualização da Informação Térmica
- A Fisiologia da Visão
- A Percepção das Cores
- Componentes das Cores – Padrão HLS**
- Componentes das Cores – Padrão RGB
- As Cores e a Temperatura
- A Psicologia das Cores
- A Interpretação Visual
- Tipos de Dados e Paletas
- Paletas Sequenciais
- Paletas Divergentes
- Paletas Qualitativas
- Conclusões
- Referências

ICON Tecnologia

Componentes das Cores – Padrão HLS

A percepção das cores pelos nossos olhos depende basicamente de três variáveis:
Matiz (Hue) - Brilho (Lightness) - Saturação (Saturation)

ICON Tecnologia

Componentes das Cores – Padrão HLS

Matiz (Hue): corresponde ao que entendemos como cor, ou seja, vermelho, laranja, amarelo, verde, azul e violeta.

→ Hue

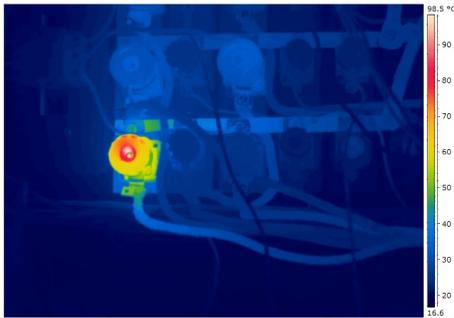
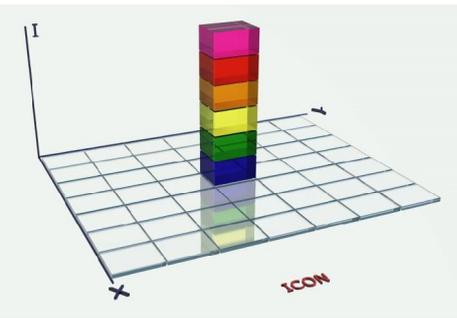
Saturation (0 - 100)

Lightness (0-100)

ICON Tecnologia

Componentes das Cores – Padrão HLS

Exemplo de termograma com paleta baseada em Matiz.
Paleta Arco - Íris



ICON Tecnologia

Componentes das Cores – Padrão HLS

Saturação (Saturation): é a proporção de cor pura em relação a uma tonalidade de cinza.



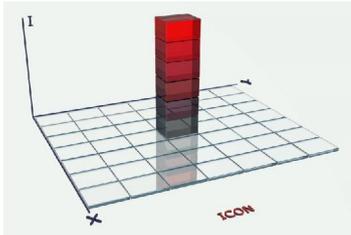
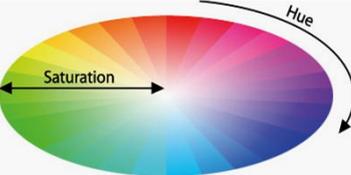
Hue



Saturation (0 - 100)



Lightness (0-100)

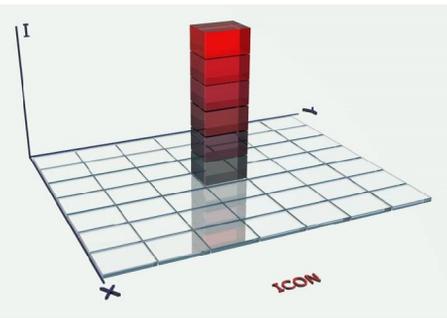


ICON Tecnologia

Componentes das Cores – Padrão HLS



O exemplo abaixo, de termograma com paleta baseada apenas em saturação, mostra que esse recurso, isoladamente, não permite a boa visualização de dados.

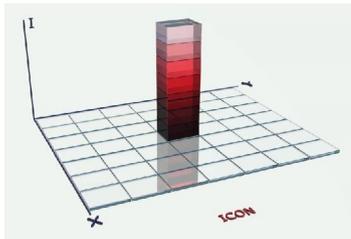





Componentes das Cores – Padrão HLS



Brilho (Lightness): mescla da cor pura com o preto ou o branco, ou seja, cor mais clara ou mais escura.





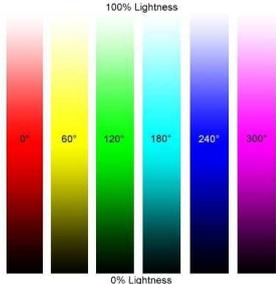
Hue



Saturation (0 - 100)



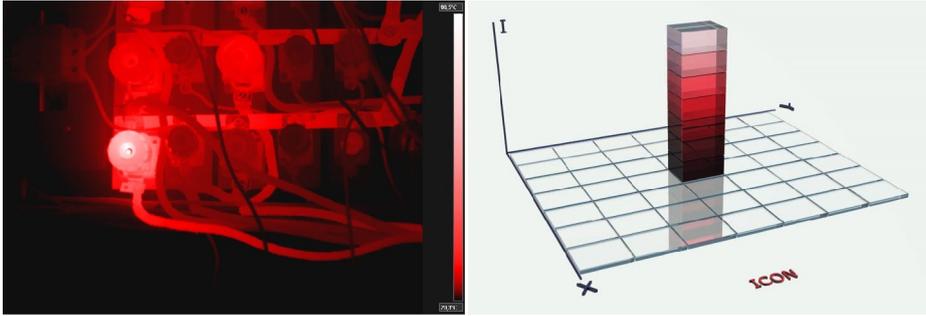
Lightness (0-100)





Componentes das Cores – Padrão HLS

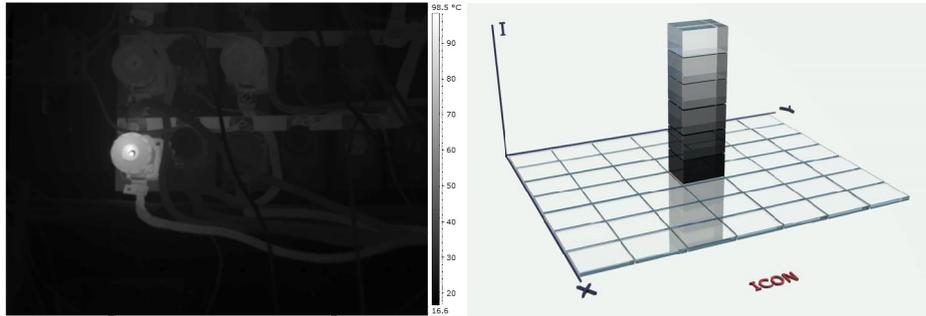
Exemplo de termograma com paleta baseada em Brilho:
Paleta Monocromática em Tons Vermelho



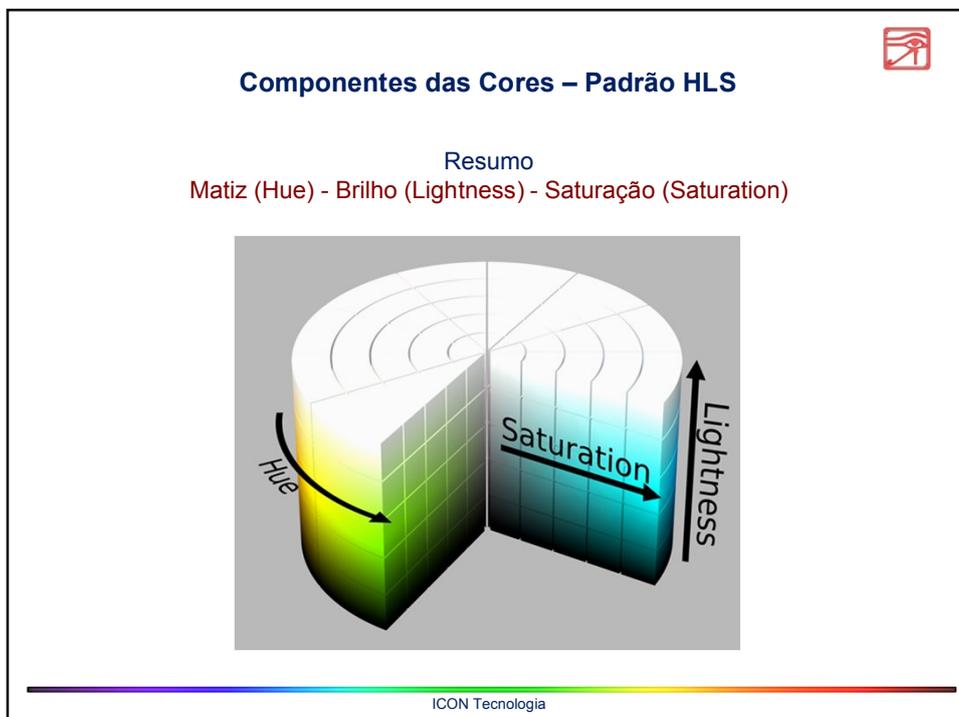
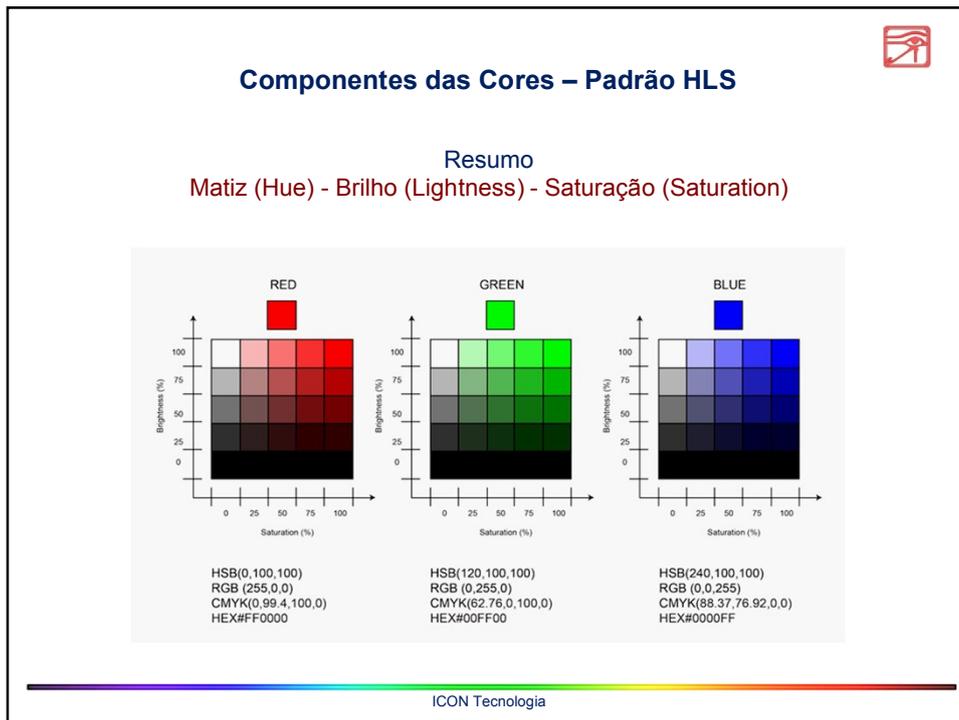
ICON Tecnologia

Componentes das Cores – Padrão HLS

Exemplo de termograma com paleta baseada em Brilho:
Paleta Monocromática em Tons de Cinza



ICON Tecnologia





Índice

- Introdução
- O que são os Termogramas?
- A Visualização da Informação Térmica
- A Fisiologia da Visão
- A Percepção das Cores
- Componentes das Cores – Padrão HLS
- Componentes das Cores – Padrão RGB**
- As Cores e a Temperatura
- A Psicologia das Cores
- A Interpretação Visual
- Tipos de Dados e Paletas
- Paletas Sequenciais
- Paletas Divergentes
- Paletas Qualitativas
- Conclusões
- Referências

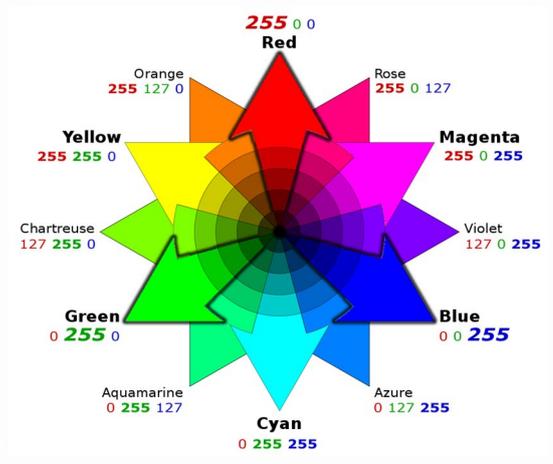
ICON Tecnologia



Componentes das Cores – Padrão RGB

Nos computadores e sistemas de imageamento digital a informação de cores é especificada por um código composto de três parâmetros, denominado padrão RGB, para

Vermelho, Verde e Azul.



ICON Tecnologia



Componentes das Cores – Padrão RGB

É importante notar que, embora identifiquemos as cores através de células que detectem vermelho, verde e azul não raciocinamos em termos de RGB.

Para nossos olhos a cor verde é mais brilhante que o vermelho, que é mais brilhante que o azul. Dessa forma, uma mesma intensidade de vermelho, verde ou azul especificadas em RGB não irão traduzir o que iremos perceber visualmente.



ICON Tecnologia



Índice

- Introdução
- O que são os Termogramas?
- A Visualização da Informação Térmica
- A Fisiologia da Visão
- A Percepção das Cores
- Componentes das Cores – Padrão HLS
- Componentes das Cores – Padrão RGB
- As Cores e a Temperatura**
- A Psicologia das Cores
- A Interpretação Visual
- Tipos de Dados e Paletas
- Paletas Sequenciais
- Paletas Divergentes
- Paletas Qualitativas
- Conclusões
- Referências



ICON Tecnologia

As Cores e a Temperatura



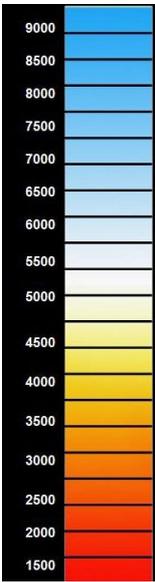
Existe relação física entre a temperatura de um corpo aquecido e a cor resultante da radiação visível que ele emite com o fenômeno da incandescência.

Em função do aumento de temperatura, os corpos iniciam emitindo na faixa uma radiação vermelho escura, que passa a vermelho claro, laranja, amarelo, branco, azul e violeta.

Essa relação foi identificada por William Thomson (Lord Kelvin) e por este motivo denominada Escala Kelvin.

Esta seria a **“Paleta Natural”** produzida pelos corpos aquecidos, e observada no fenômeno da incandescência.

Note que não há a cor verde na Escala de Kelvin.

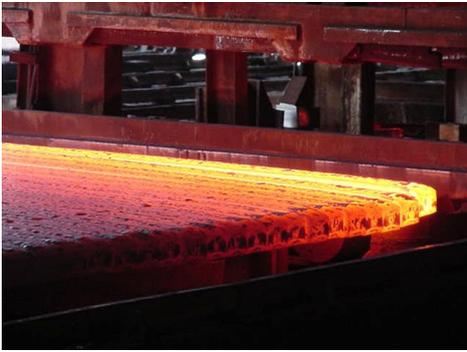


ICON Tecnologia

As Cores e a Temperatura

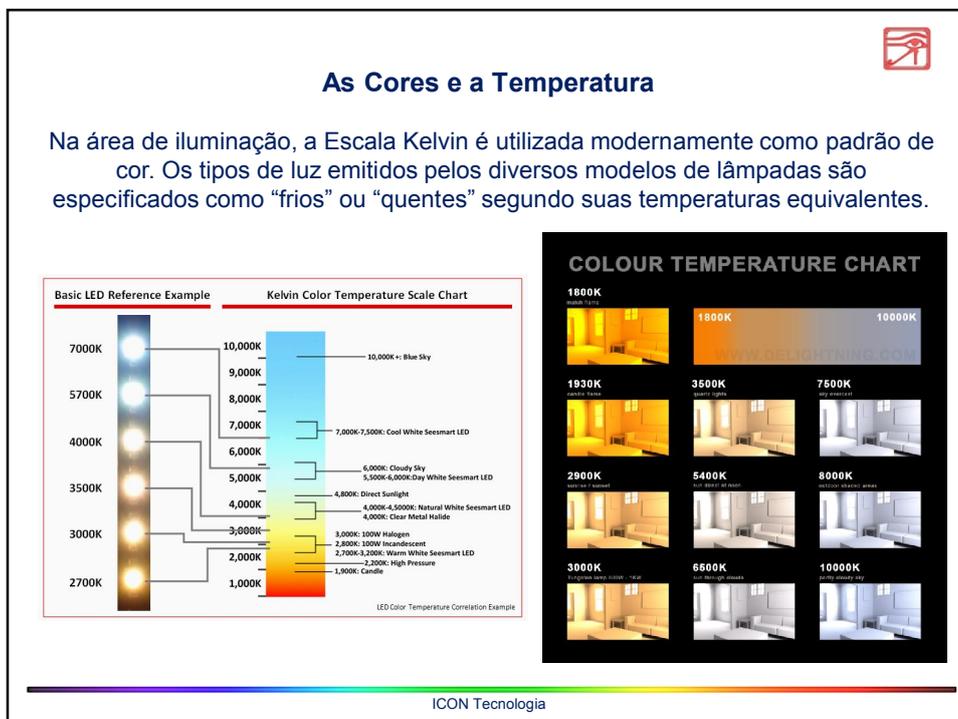
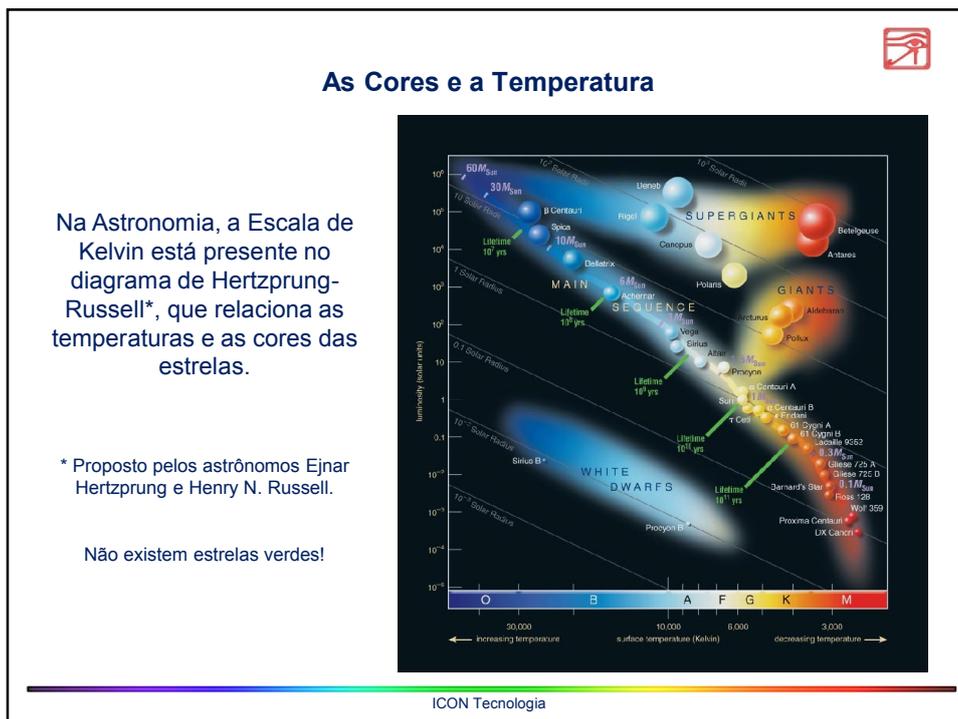


Historicamente a incandescência e a Escala de Kelvin foram (e ainda são) muito úteis na metalurgia como forma de avaliar temperaturas nos processos metalúrgicos.



color	approximate temperature		
	°F	°C	K
dark red	800	500	770
blood red	1075	580	855
dark cherry	1175	635	910
medium cherry	1275	690	985
cherry	1375	745	1020
bright cherry	1450	790	1060
salmon	1550	845	1115
dark orange	1630	890	1160
orange	1725	940	1215
lemon	1830	1000	1270
light yellow	1975	1080	1355
white	2200	1205	1480

ICON Tecnologia





Índice

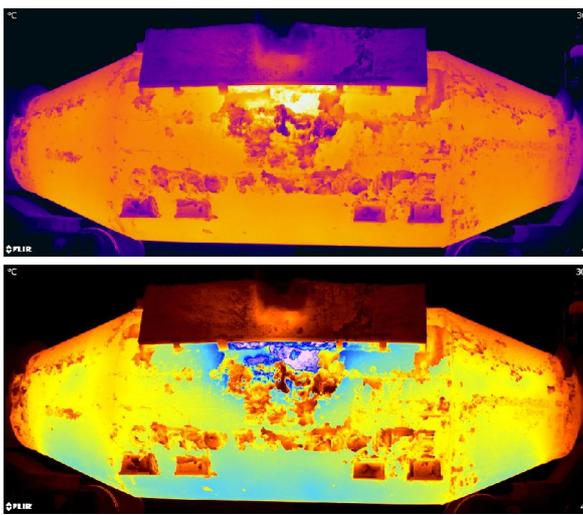
- Introdução
- O que são os Termogramas?
- A Visualização da Informação Térmica
- A Fisiologia da Visão
- A Percepção das Cores
- Componentes das Cores – Padrão HLS
- Componentes das Cores – Padrão RGB
- As Cores e a Temperatura
- A Psicologia das Cores**
- A Interpretação Visual
- Tipos de Dados e Paletas
- Paletas Sequenciais
- Paletas Divergentes
- Paletas Qualitativas
- Conclusões
- Referências

ICON Tecnologia



A Psicologia das Cores

Qual desses dois carros-torpedo aparenta estar mais aquecido?



ICON Tecnologia

A Psicologia das Cores

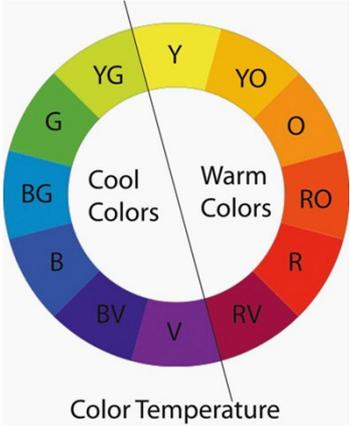


No item anterior vimos a “Escala Kelvin”, a qual corresponde a uma “paleta natural”.

No entanto os seres humanos associam cores com temperatura de uma forma um pouco diversa.

O vermelho, o laranja e o amarelo são por nós percebidos como cores “quentes”, enquanto o verde, o azul e o violeta como cores “frias”.

Embora à mesma temperatura , um recinto iluminado com lâmpadas de cor vermelha será percebido por seus ocupantes como mais aquecido do que se iluminado por lâmpadas de cor azul.



Color Temperature

ICON Tecnologia

A Psicologia das Cores



Essa resposta psicológica à relação entre cores e temperaturas está associada à nossa experiência ancestral com os objetos aquecidos.

Quais eram os objetos com temperatura mais elevada com os quais tínhamos contato, na natureza?




ICON Tecnologia

A Psicologia das Cores

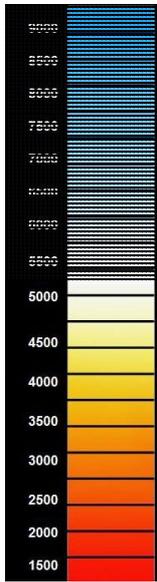


Os objetos com temperatura mais elevada que relacionamos instintivamente a fontes de calor, são o fogo, a lava ou a luz solar.

Esses corpos correspondem à região de baixas e médias temperaturas na Escala de Kelvin, na qual predominam o vermelho, o laranja, o amarelo e o amarelo-claro.

Exatamente as cores que classificamos como “quentes”.

Corpos ou objetos de cor branco-azulado, azul ou violeta não são por nós associados a fontes de calor.



ICON Tecnologia

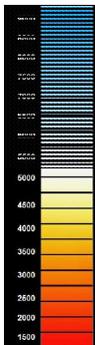
A Psicologia das Cores

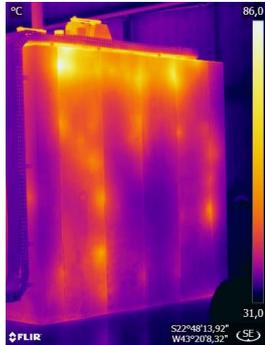


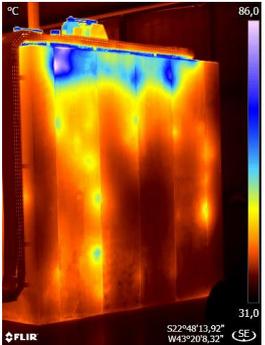
Por exemplo, à esquerda temos a imagem térmica de um forno apresentada na paleta denominada “Iron” ou “Escala do Ferro”, por representar a aparência de um pedaço desse metal gradualmente aquecido até sua fusão. Essa paleta é considerada uma das mais intuitivas e de fácil interpretação.

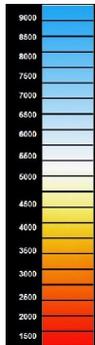
À direita a mesma imagem é apresentada em uma paleta que segue a Escala de Kelvin.

Qual seria a mais fácil de ser interpretada por um leigo?









ICON Tecnologia



Índice

- Introdução
- O que são os Termogramas?
- A Visualização da Informação Térmica
 - A Fisiologia da Visão
 - A Percepção das Cores
- Componentes das Cores – Padrão HLS
- Componentes das Cores – Padrão RGB
- As Cores e a Temperatura
- A Psicologia das Cores
- A Interpretação Visual**
- Tipos de Dados e Paletas
 - Paletas Sequenciais
 - Paletas Divergentes
 - Paletas Qualitativas
- Conclusões
- Referências

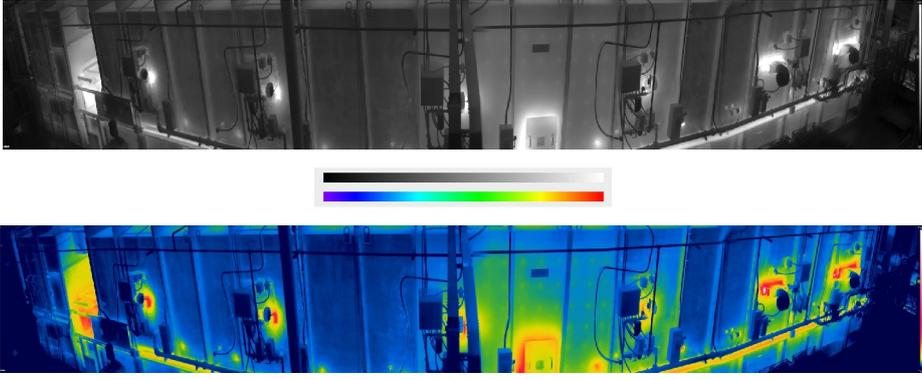
ICON Tecnologia



A Interpretação Visual

As paletas tem o objetivo de mostrar padrões e relacionamentos da informação térmica e permitir ao observador uma interpretação correta de valores individuais.

As paletas monocromáticas possuem a vantagem de enfatizar a geometria da informação enquanto as paletas baseadas em matiz (como a arco-íris) enfatizam a quantidade ou intensidade da informação.



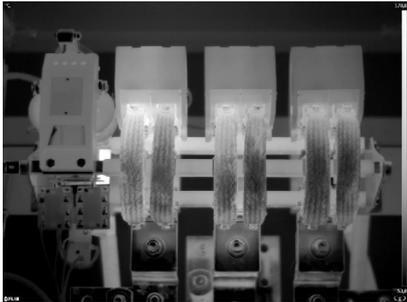
ICON Tecnologia

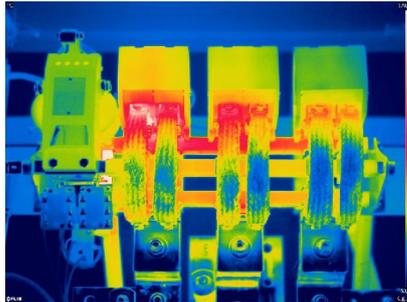


A Interpretação Visual

No exemplo abaixo uma anomalia em chave de transferência automática é apresentado em dois tipos de paletas:

- a) A paleta monocromática de tons de cinza possui a vantagem de preservar a forma da informação.
- b) A paleta de arco-íris preserva a quantidade ou intensidade da informação.







ICON Tecnologia

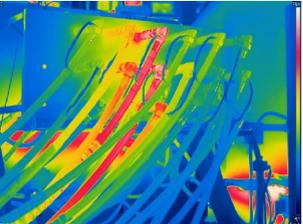


A Interpretação Visual

No exemplo abaixo uma anomalia no circuito hidráulico de uma prensa é apresentada em dois tipos de paletas:

- a) A paleta monocromática de tons de cinza possui a vantagem de enfatizar a geometria da informação.
- b) A paleta de arco-íris enfatiza a quantidade ou intensidade da informação.







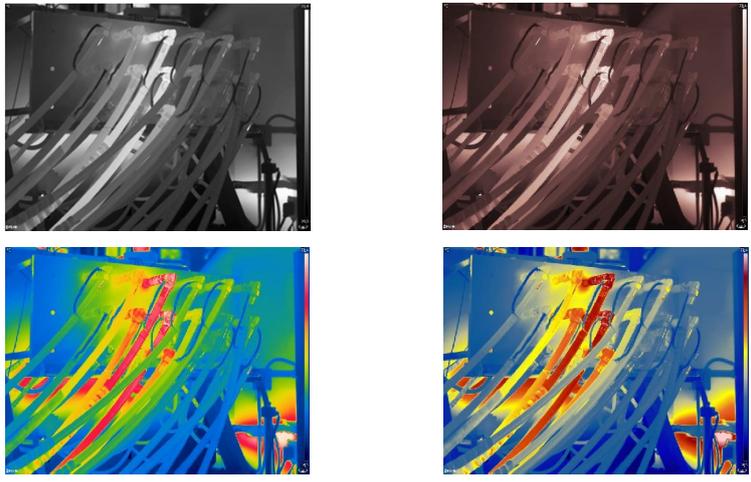


ICON Tecnologia



A Interpretação Visual

Imagens comparativas utilizando paletas alternativas, também preservando forma e quantidade da informação:

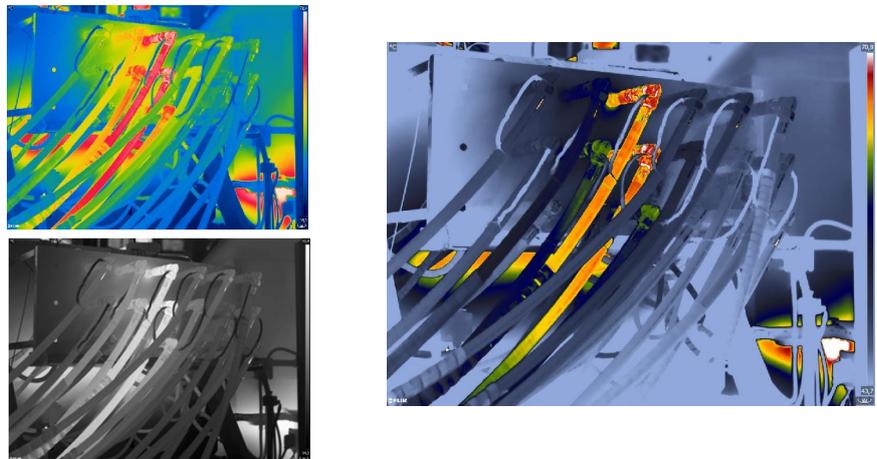


ICON Tecnologia



A Interpretação Visual

O emprego de uma paleta composta pode reunir as vantagens de ambos tipos de paletas. Uma área monocromática para visão geral e uma área de matiz para as anomalias.



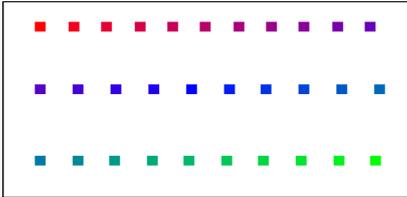
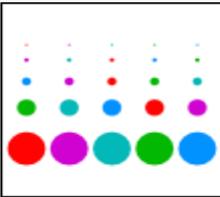
ICON Tecnologia



A Interpretação Visual

Outro fator importante na seleção de paletas é que nossa capacidade de distinguir e identificar diferentes cores é influenciada pelo tamanho das áreas nas quais elas estão aplicadas.

Mesmo pequenas diferenças de cores podem ser distintas quando aplicadas em áreas grandes e adjacentes, mas essa distinção fica progressivamente mais difícil quando o tamanho das áreas diminui e existe uma separação entre elas (sobretudo contra um fundo branco).

Por esse motivo há uma relação entre o gradiente térmico da imagem e o gradiente de cores da paleta mais adequada em sua representação.

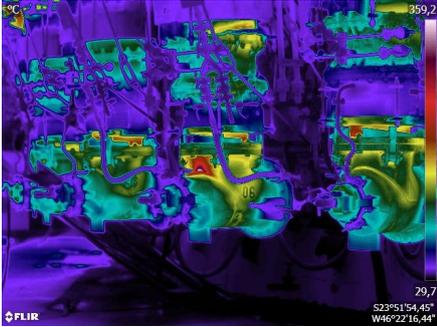
ICON Tecnologia



A Interpretação Visual

As paletas de baixo contraste de cores são mais indicadas para a análise de áreas de **elevado gradiente térmico** e para reconhecimento de padrões geométricos, como estruturas e edificações.

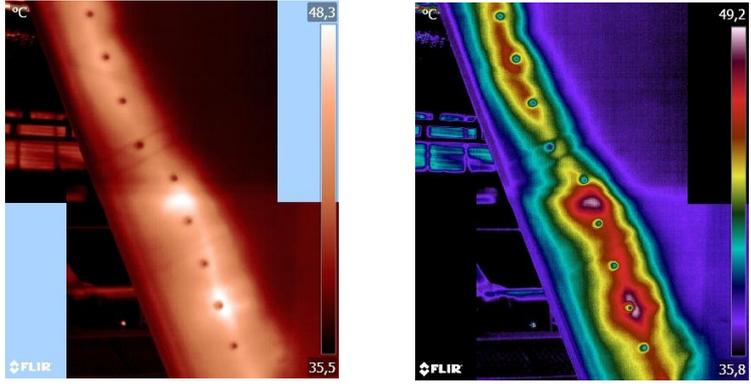
A imagem abaixo, de ventaneiras de alto-forno, envolve certa complexidade geométrica e térmica que fica mais compreensível com a utilização da paleta à direita.




ICON Tecnologia

A Interpretação Visual

Por outro lado paletas com forte contraste de cores ou luminosidade são úteis para enfatizar anomalias que apresentem **baixo gradiente térmico**.
Imagem da empenagem vertical de uma aeronave mostrando áreas de infiltração de água. As regiões afetadas ficam mais evidentes com a utilização da paleta de alto contraste à direita.



FLIR

FLIR

ICON Tecnologia

Índice

- Introdução
- O que são os Termogramas?
- A Visualização da Informação Térmica
 - A Fisiologia da Visão
 - A Percepção das Cores
- Componentes das Cores – Padrão HLS
- Componentes das Cores – Padrão RGB
- As Cores e a Temperatura
- A Psicologia das Cores
- A Interpretação Visual
- Tipos de Dados e Paletas**
 - Paletas Sequenciais
 - Paletas Divergentes
 - Paletas Qualitativas
- Conclusões
- Referências

FLIR

FLIR

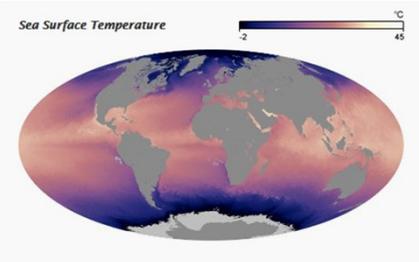
ICON Tecnologia



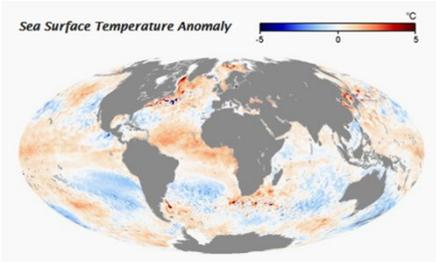
Tipos de Dados e Paletas

Da mesma forma como existem diferentes tipos de dados há diferentes formas de apresentação.

Sea Surface Temperature



Sea Surface Temperature Anomaly



Ambos os mapas globais acima, produzidos pela NASA, mostram informação sobre a temperatura dos mares. Porém há uma diferença!

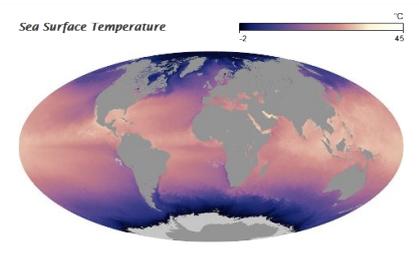
ICON Tecnologia



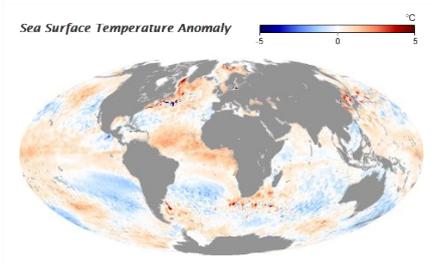
Tipos de Dados e Paletas

No mapa a esquerda a informação é uma **sequencia** contínua de temperaturas, ou seja, intensidade.

Sea Surface Temperature



Sea Surface Temperature Anomaly

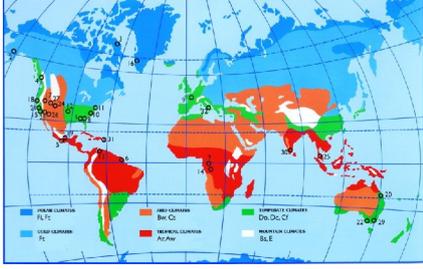


Já no mapa a direita a informação de temperatura refere-se a uma diferença, uma **divergência** que pode ser positiva ou negativa, em relação a um valor médio local.

ICON Tecnologia

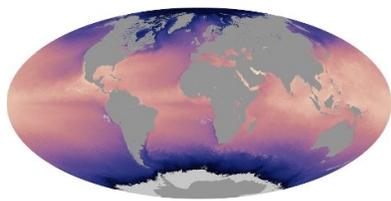


Tipos de Dados e Paletas

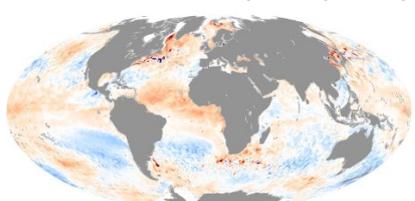


Já neste terceiro mapa é apresentada uma informação de temperatura por **categoria** de climas e as cores utilizadas não necessitam estar relacionadas entre elas.

Sea Surface Temperature



Sea Surface Temperature Anomaly



ICON Tecnologia



Tipos de Paletas

Ou seja, de acordo com os exemplos apresentados, as paletas podem ser divididas em três grupos segundo o tipo de dados que representam:

- Sequenciais**
- Divergentes**
- Qualitativas**

ICON Tecnologia



Índice

- Introdução
- O que são os Termogramas?
- A Visualização da Informação Térmica
- A Fisiologia da Visão
- A Percepção das Cores
- Componentes das Cores – Padrão HLS
- Componentes das Cores – Padrão RGB
- As Cores e a Temperatura
- A Psicologia das Cores
- A Interpretação Visual
- Tipos de Dados e Paletas
- Paletas Sequenciais**
- Paletas Divergentes
- Paletas Qualitativas
- Conclusões
- Referências

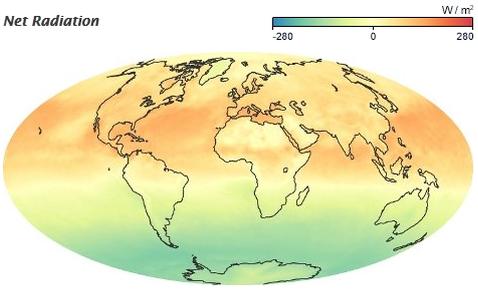
ICON Tecnologia



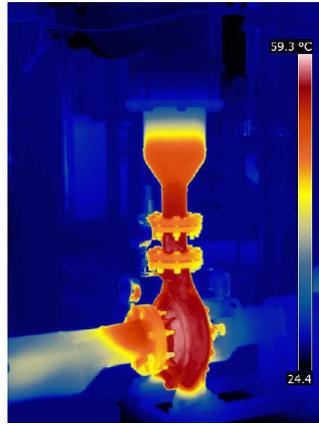
Paletas Sequenciais

Dados que apresentam variação contínua são chamados sequenciais, e frequentemente representados pelas paletas monocromáticas e de matiz (ou seus inversos).

Net Radiation



-280 0 280 W / m²



59.3 °C

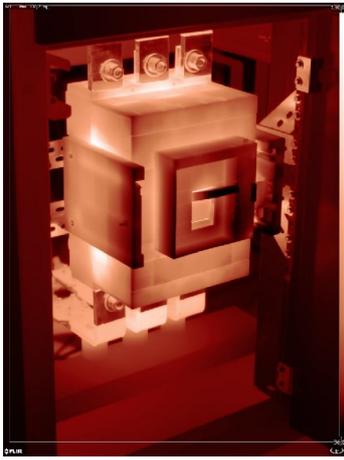
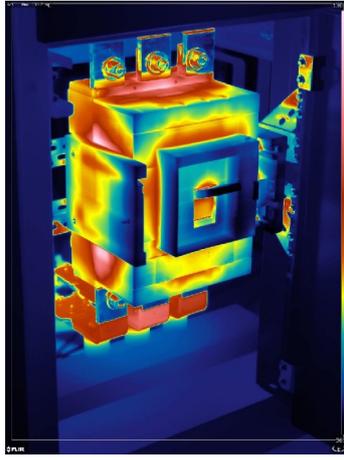
24.4

ICON Tecnologia



Paletas Sequenciais

Exemplo de termograma de anomalia em disjuntor utilizando paleta sequencial monocromática (à esquerda) e de matiz (à direita).

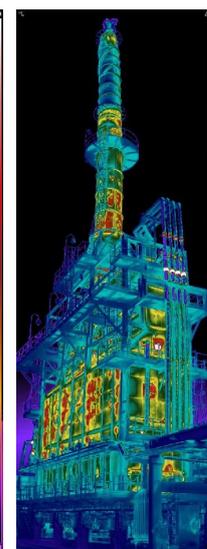
 ICON Tecnologia



Paletas Sequenciais

Exemplo comparativo de termograma de um forno de processo utilizando três diferentes paletas sequenciais com mesmo foco térmico: monocromática (à esquerda), médio contraste (centro) e alto contraste (à direita).





 ICON Tecnologia



Índice

- Introdução
- O que são os Termogramas?
- A Visualização da Informação Térmica
- A Fisiologia da Visão
- A Percepção das Cores
- Componentes das Cores – Padrão HLS
- Componentes das Cores – Padrão RGB
- As Cores e a Temperatura
- A Psicologia das Cores
- A Interpretação Visual
- Tipos de Dados e Paletas
- Paletas Sequenciais
- Paletas Divergentes**
- Paletas Qualitativas
- Conclusões
- Referências

ICON Tecnologia



Paletas Divergentes

Quando os dados variam em relação a um valor central ou de referência são chamados divergentes ou bipolares.

Nesse caso, mais importante do que identificar pequenas variações nos dados, é visualizar os desvios, positivos ou negativos, em relação a uma dada referência.

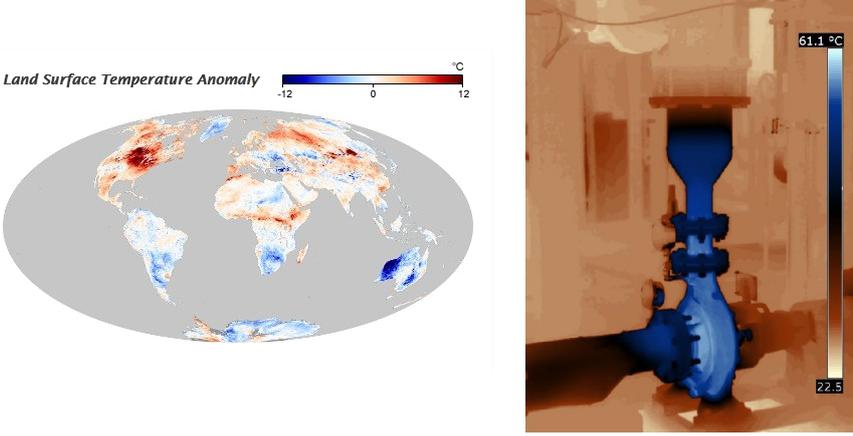
As paletas divergentes são essencialmente a união de duas paletas sequenciais utilizando diferentes matizes e semelhante variação de brilho.

Sua efetividade se baseia no fato de que nosso sistema visual pode facilmente discriminar entre diferentes cores.

ICON Tecnologia

Paletas Divergentes

Exemplos de imagem e termograma com paletas divergentes.

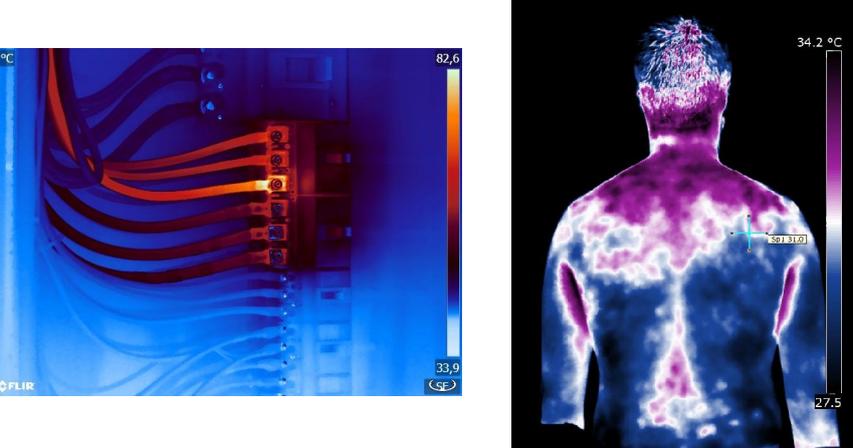


The slide displays two examples of divergent color palettes. On the left is a world map titled "Land Surface Temperature Anomaly" with a color scale from -12 to 12 degrees Celsius. On the right is a thermal image of a mechanical component with a color scale from 22.5 to 61.1 degrees Celsius. A rainbow color bar is at the bottom.

ICON Tecnologia

Paletas Divergentes

Exemplos de termogramas com paletas divergentes.



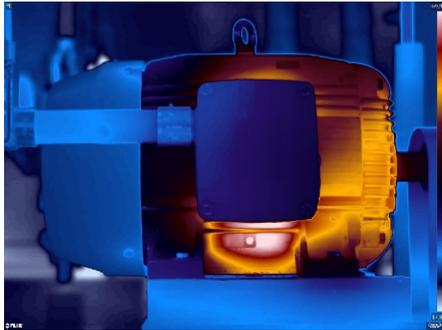
The slide displays two thermal images using divergent color palettes. On the left is a server rack with a color scale from 33.9 to 82.6 degrees Celsius. On the right is a human back with a color scale from 27.5 to 34.2 degrees Celsius. A rainbow color bar is at the bottom.

ICON Tecnologia



Paletas Divergentes

Exemplos de termogramas com paletas divergentes.




ICON Tecnologia



Paletas Divergentes

Exemplo de termograma de UFCC utilizando dois diferentes tipos de paletas divergentes.




ICON Tecnologia



Índice

- Introdução
- O que são os Termogramas?
- A Visualização da Informação Térmica
 - A Fisiologia da Visão
 - A Percepção das Cores
- Componentes das Cores – Padrão HLS
- Componentes das Cores – Padrão RGB
- As Cores e a Temperatura
- A Psicologia das Cores
- A Interpretação Visual
- Tipos de Dados e Paletas
 - Paletas Sequenciais
 - Paletas Divergentes
 - Paletas Qualitativas**
- Conclusões
- Referências

ICON Tecnologia



Paletas Qualitativas

A informação qualitativa, também conhecida como categorizada ou temática, se diferencia das anteriores por representar áreas de distintas categorias.

Ao invés de utilizar uma sequencia de cores relacionadas, as paletas qualitativas podem ser formadas de cores totalmente distintas.

Exemplos desse tipo são as paletas que representam uma sucessão de isoterms (permitindo separar claramente diferentes níveis de temperatura) ou exibindo áreas de contraste de cores em meio a escalas monocromáticas (ênfatisando simultaneamente as áreas anômalas e estruturas circundantes).

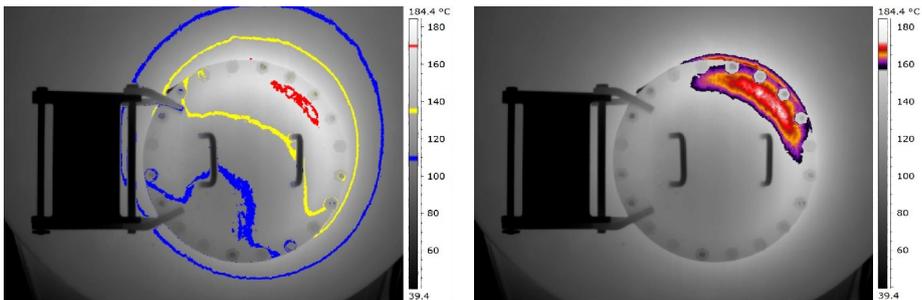
ICON Tecnologia



Paletas Qualitativas

Bons exemplos da utilização de paletas qualitativas em termografia são as imagens com a utilização da ferramenta de análise “isoterma”.

As isotermas em azul, amarelo e vermelho na imagem à esquerda marcam intensidades específicas de intensidade de radiação emitida. Eventualmente a própria isoterma pode apresentar internamente uma paleta (imagem à direita).



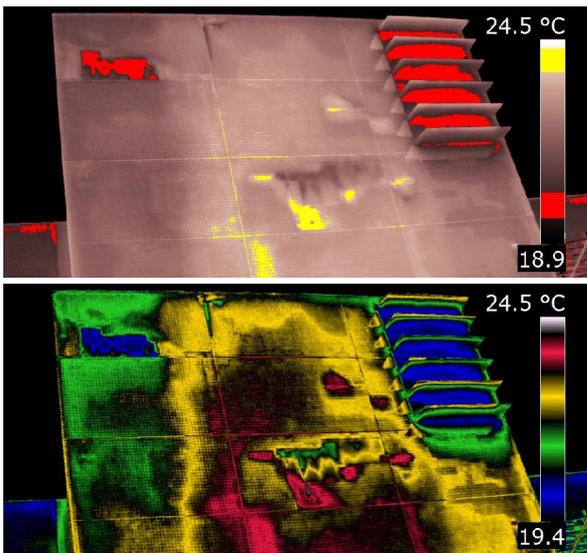
ICON Tecnologia



Paletas Qualitativas

Exemplos de termograma mostrando delaminação em revestimento externo de edifício com o emprego de duas paletas qualitativas.

A imagem superior utiliza isotermas enquanto a imagem inferior utiliza uma paleta que representa uma sucessão de isotermas.



ICON Tecnologia



Índice

- Introdução
- O que são os Termogramas?
- A Visualização da Informação Térmica
 - A Fisiologia da Visão
 - A Percepção das Cores
- Componentes das Cores – Padrão HLS
- Componentes das Cores – Padrão RGB
- As Cores e a Temperatura
- A Psicologia das Cores
- A Interpretação Visual
- Tipos de Dados e Paletas
 - Paletas Sequenciais
 - Paletas Divergentes
 - Paletas Qualitativas
- Conclusões**
- Referências

ICON Tecnologia



Conclusões

Para concluir o estudo dos tipos de paletas é importante lembrar:

- a) A relação entre contraste de cores e gradiente térmico.
- b) A boa visualização inclui a seleção adequada de paletas e foco térmico.
- c) Não existe paleta definitiva.

ICON Tecnologia



Conclusões

A relação entre contraste de cores e gradiente térmico.

Tem-se como regra geral:

Em áreas de elevados gradientes de intensidade de radiação (elevadas variações de temperaturas ou emissividades em pequenas áreas), normalmente demandam paletas de baixo contraste de cores.

Em áreas de baixos gradientes de intensidade de radiação (poucas variações de temperaturas ou emissividades em áreas relativamente grandes), normalmente demandam paletas de alto contraste de cores.

ICON Tecnologia

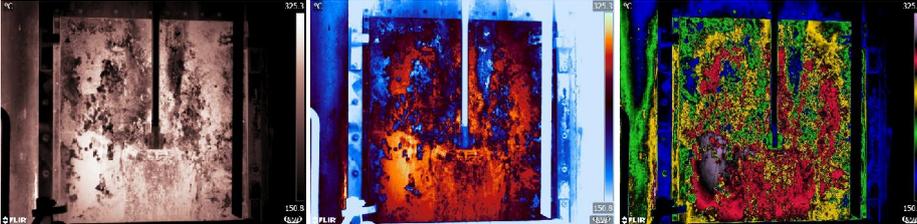


Conclusões

A relação entre contraste de cores e gradiente térmico.

Em áreas de elevados gradientes de intensidade de radiação (elevadas variações de temperaturas ou emissividades em pequenas áreas), normalmente demandam paletas de baixo contraste de cores.

Imagens realizadas com paletas de baixo, médio e elevado contraste, processadas com mesmo foco térmico.



ICON Tecnologia

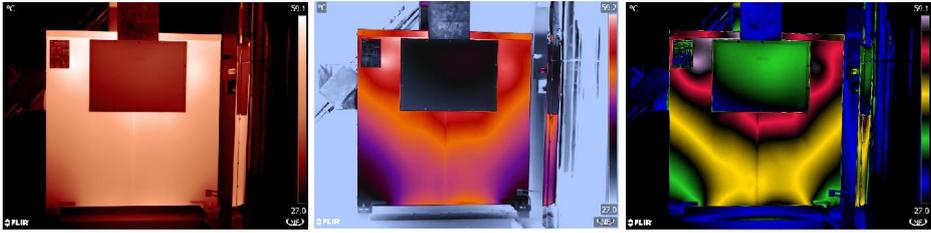


Conclusões

A relação entre contraste de cores e gradiente térmico.

Em áreas de baixos gradientes de intensidade de radiação (poucas variações de temperaturas ou emissividades em áreas relativamente grandes), normalmente demandam paletas de alto contraste de cores.

Imagens realizadas com paletas de baixo, médio e elevado contraste, processadas com mesmo foco térmico.



ICON Tecnologia



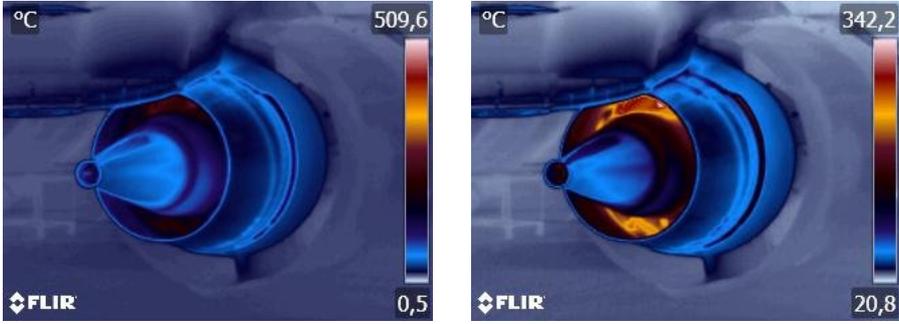
Conclusões

A boa visualização inclui a seleção adequada de paletas e foco térmico.

A realização de um foco térmico adequado (ajustes de amplitude e nível) é tão importante para o resultado final quanto a seleção de uma paleta adequada.

Exemplo de diferentes focos térmicos em imagem da turbina de um Boeing 737, utilizando a mesma paleta divergente.

À esquerda o ajuste automático e à direita um foco térmico apropriado.



ICON Tecnologia



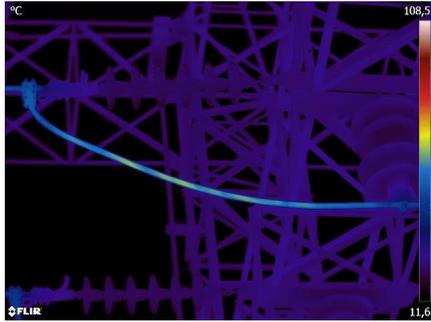
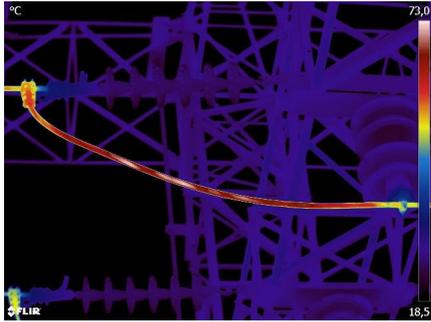
Conclusões

A boa visualização inclui a seleção adequada de paletas e foco térmico.

A realização de um foco térmico adequado (ajustes de amplitude e nível) é tão importante para o resultado final quanto a seleção de uma paleta adequada.

Exemplo de diferentes focos térmicos em imagem de anomalia em cabo de subestação, utilizando a mesma paleta divergente.

À esquerda o ajuste muito amplo e à direita um foco térmico apropriado.

ICON Tecnologia

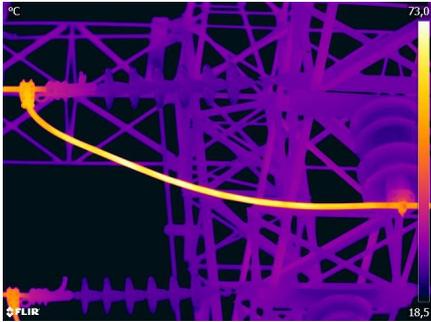
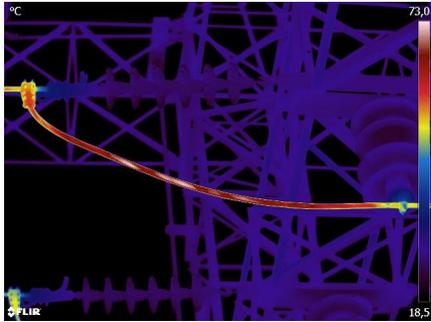


Conclusões

A boa visualização inclui a seleção adequada de paletas e foco térmico.

A realização de um foco térmico adequado (ajustes de amplitude e nível) é tão importante para o resultado final quanto a seleção de uma paleta adequada.

Exemplo de mesmo foco térmico em imagem de anomalia em cabo de subestação, utilizando a tradicional paleta do ferro (Iron) à esquerda e uma paleta sequencial gerada pelo autor utilizando o aplicativo IRPalettes, à direita.

ICON Tecnologia

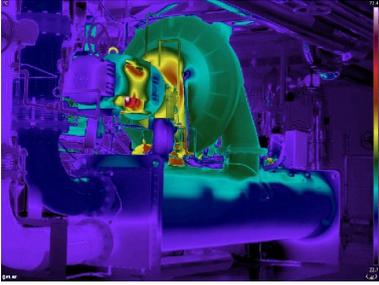
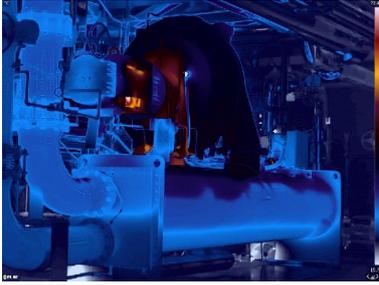


Conclusões

Não existe paleta definitiva.

Não existe paleta definitiva, deve-se testar a utilização de várias alternativas para verificar qual arranjo de cores irá melhor permitir a visualização da distribuição térmica em estudo, tanto do ponto de vista do inspetor como do cliente.

Exemplo da distribuição térmica no conjunto de um chiller mostrado em paleta sequencial de alto contraste (à esquerda) e divergente (à direita).



ICON Tecnologia

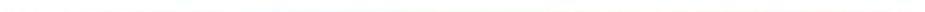


Conclusões

Não existe paleta definitiva.

Exemplo de anomalia de circulação de óleo em um transformador, mostrado em uma paleta sequencial (à esquerda) e qualitativa (à direita).



ICON Tecnologia

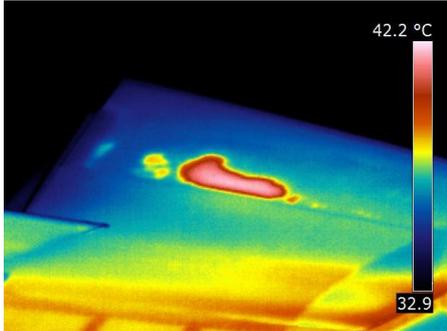


Conclusões

Não existe paleta definitiva.

Exemplo de termograma mostrando a inércia térmica de uma área de infiltração de água durante o resfriamento do flap de um Boeing 767.

A imagem à esquerda utiliza uma paleta sequencial enquanto a imagem à direita utiliza uma paleta qualitativa que demarca apenas a região de maior temperatura.




ICON Tecnologia



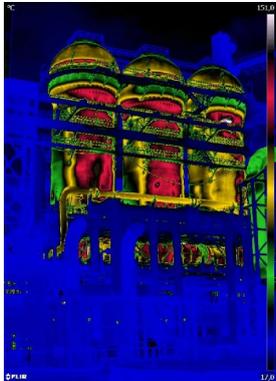
Conclusões

Não existe paleta definitiva.

Exemplo de termograma mostrando a distribuição térmica em regeneradores de alto forno apresentados em mesmo foco térmico e três diferentes paletas.

Sequencial, divergente e qualitativa





ICON Tecnologia



Índice

- Introdução
- O que são os Termogramas?
- A Visualização da Informação Térmica
- A Fisiologia da Visão
- A Percepção das Cores
- Componentes das Cores – Padrão HLS
- Componentes das Cores – Padrão RGB
- As Cores e a Temperatura
- A Psicologia das Cores
- A Interpretação Visual
- Tipos de Dados e Paletas
- Paletas Sequenciais
- Paletas Divergentes
- Paletas Qualitativas
- Conclusões
- Referências**

ICON Tecnologia



Referências

Subtleties of Color – Color Theory & Visualization – Robert Simmon – NASA

Color Discrimination and Identification – Using Color in Information Display Graphics - NASA
AMES Research Center

Putting Landsat 8's Band to Work – Charlie Loyd

Alien Vision – Austin Richards

The Evolution of Primate Color Vision – Gerald H. Jacobs e Jeremy Nathans – Scientific American
– April - 2009

Curso de Termografia - Níveis 1, 2 e 3 – ITC (Infrared Training Center)

Relatórios de Inspeções Termográficas - ICON Tecnologia Termográfica e Engenharia Consultiva
Ltda.

Why Are There No Green Stars? – Eddie Schwieterman - Phil Plait

Este material é parte integrante do curso Gestão de Termografia em Sistemas Elétricos.

ICON Tecnologia





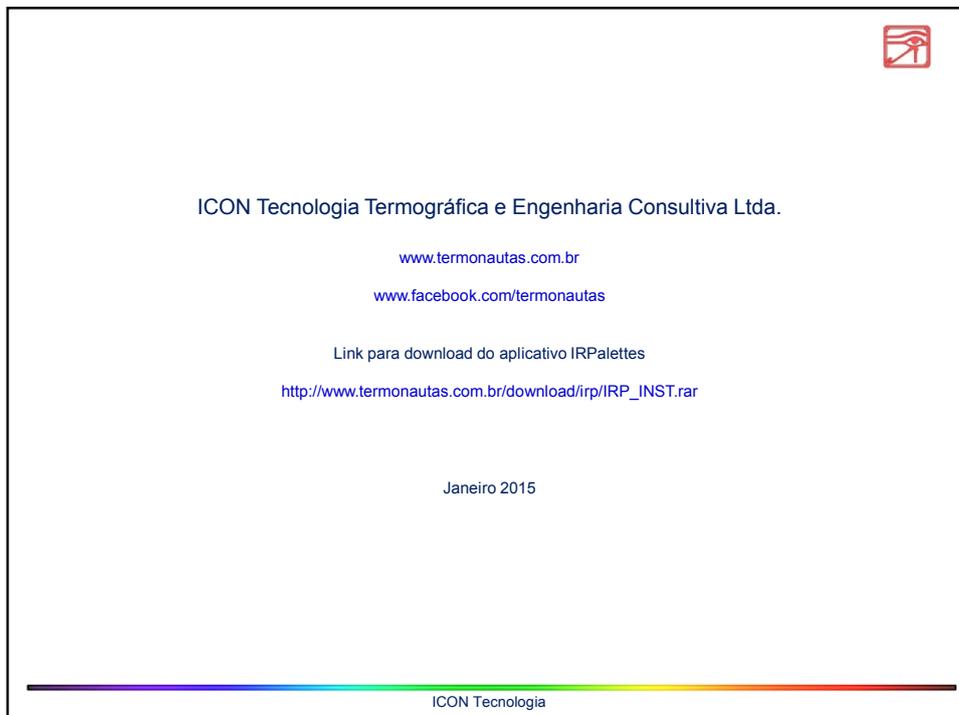
Referências

As paletas especiais utilizadas nas imagens termográficas mostradas nesta apresentação foram geradas pelo aplicativo IRPalettes – ICON Tecnologia e Interativa Multimídia

IR Palettes

As novas cores da Termografia
Los Nuevos Colores de la Termografia
The New Colors of Thermography

ICON Tecnologia





ICON Tecnologia Termográfica e Engenharia Consultiva Ltda.

www.termonautas.com.br
www.facebook.com/termonautas

Link para download do aplicativo IRPalettes
http://www.termonautas.com.br/download/irp/IRP_INST.rar

Janeiro 2015

ICON Tecnologia