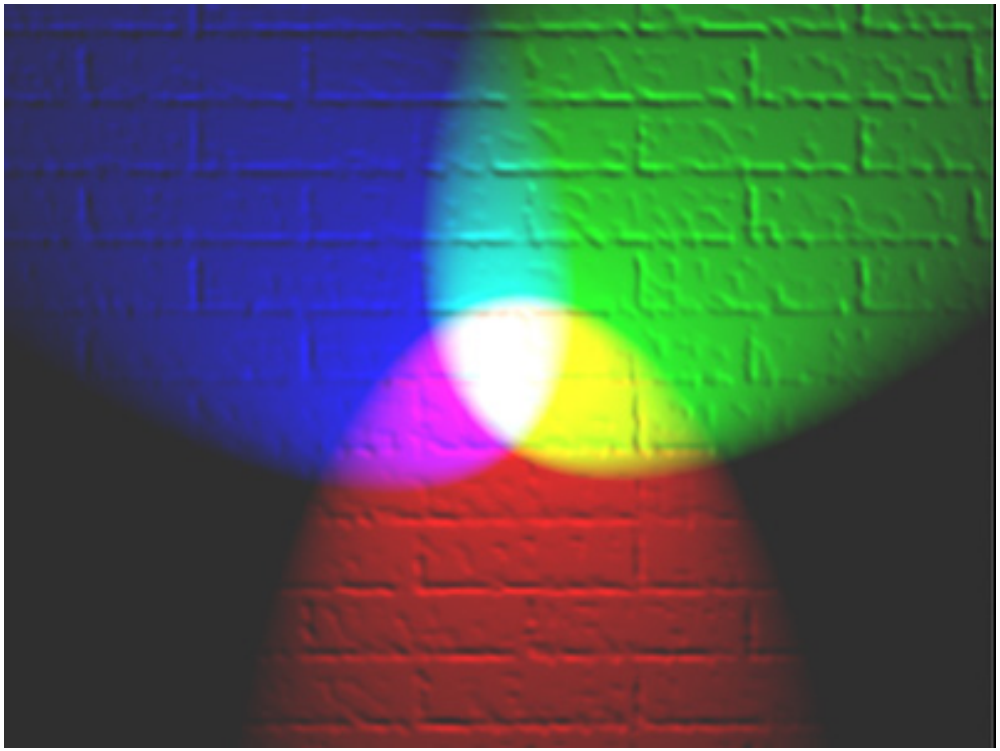
CAPÍTULO 2: IMAGENS COLORIDAS

Profª Letícia Rittner

EA979 – Introdução à computação gráfica e ao processamento de imagens

Imagem colorida

- Como podemos repesentar cores?



http://en.wikipedia.org/wiki/File:RGB_illumination.jpg

Modelo de cor

- Um modelo de cor é um modelo matemático abstrato que descreve a forma como as cores podem ser representadas como tupla de números

Imagem colorida

Modelos de cores

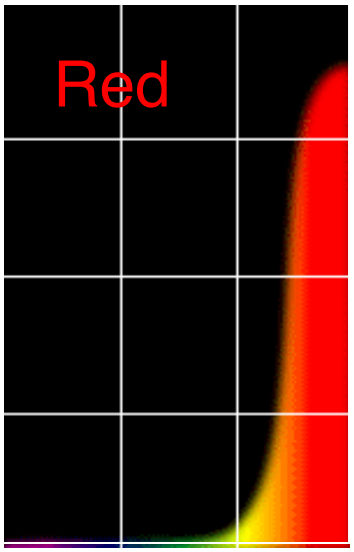
- RGB
- HSI
- HSV
- CMY, CMYK
- CIE xy, CIE a*b*, CIE u'v'

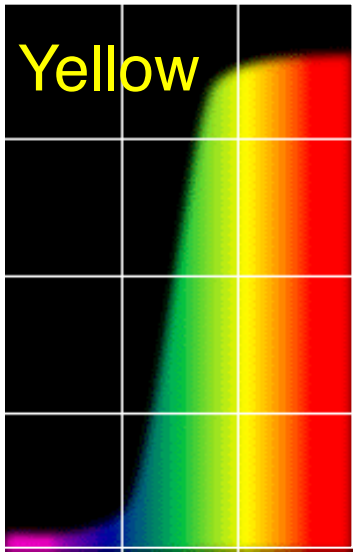
Modelos de cores

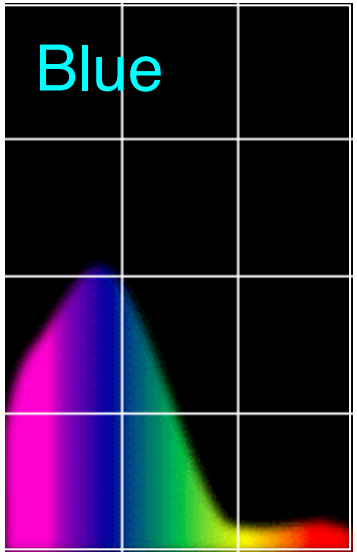
- Luminoso
  - Síntese aditiva
  - RGB – Red, Green, Blue
- Pictórico
  - Síntese subtrativa
  - CMYK - Ciano, Magenta, Amarelo, Preto

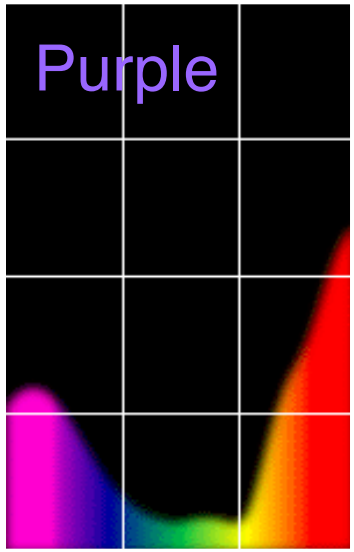
A física da luz



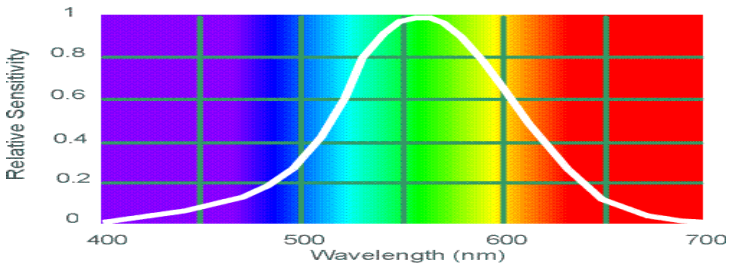


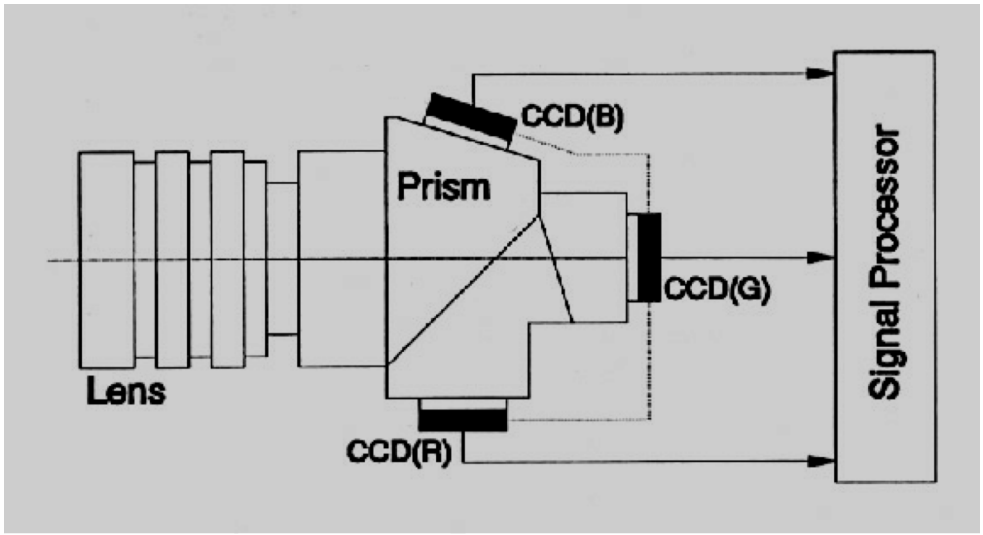


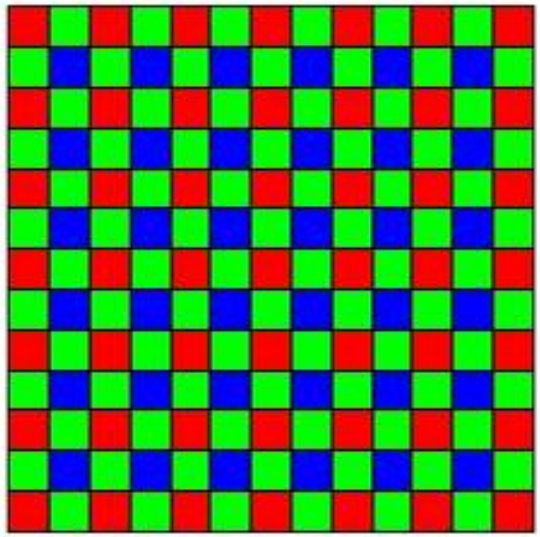


A física da luz

- Porque mais verde?



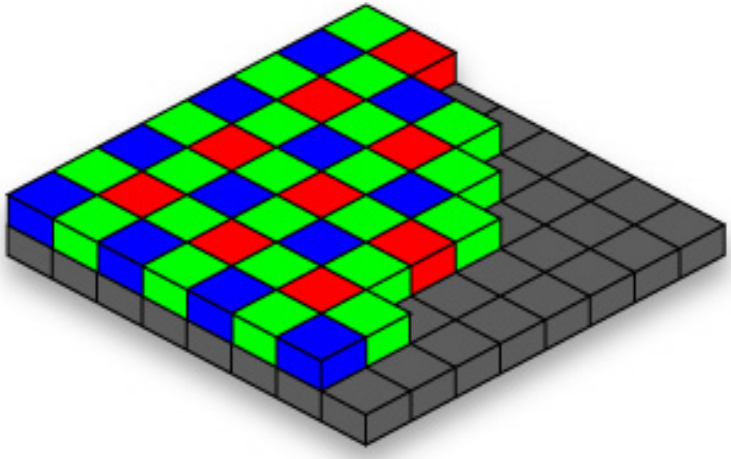


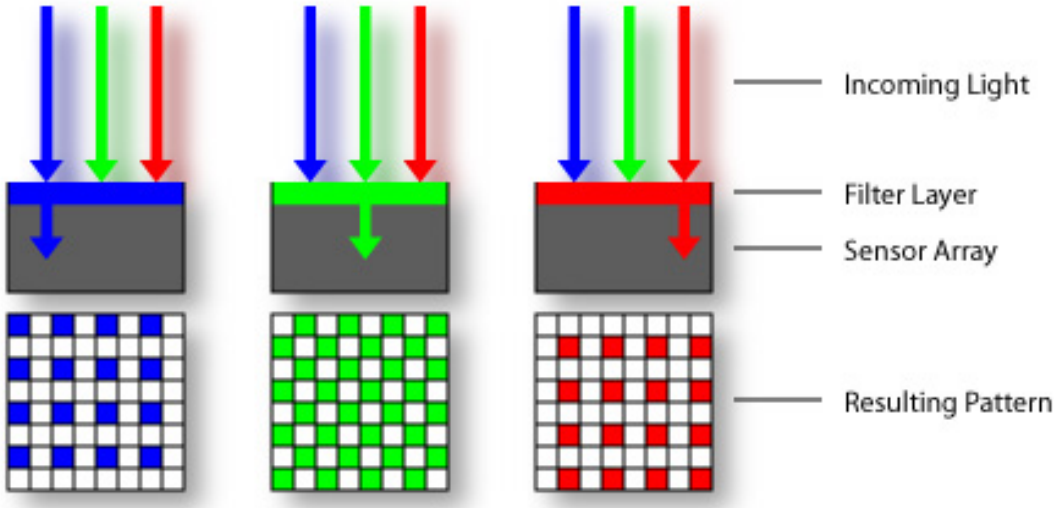


Bayer filter

Porque 3 cores?

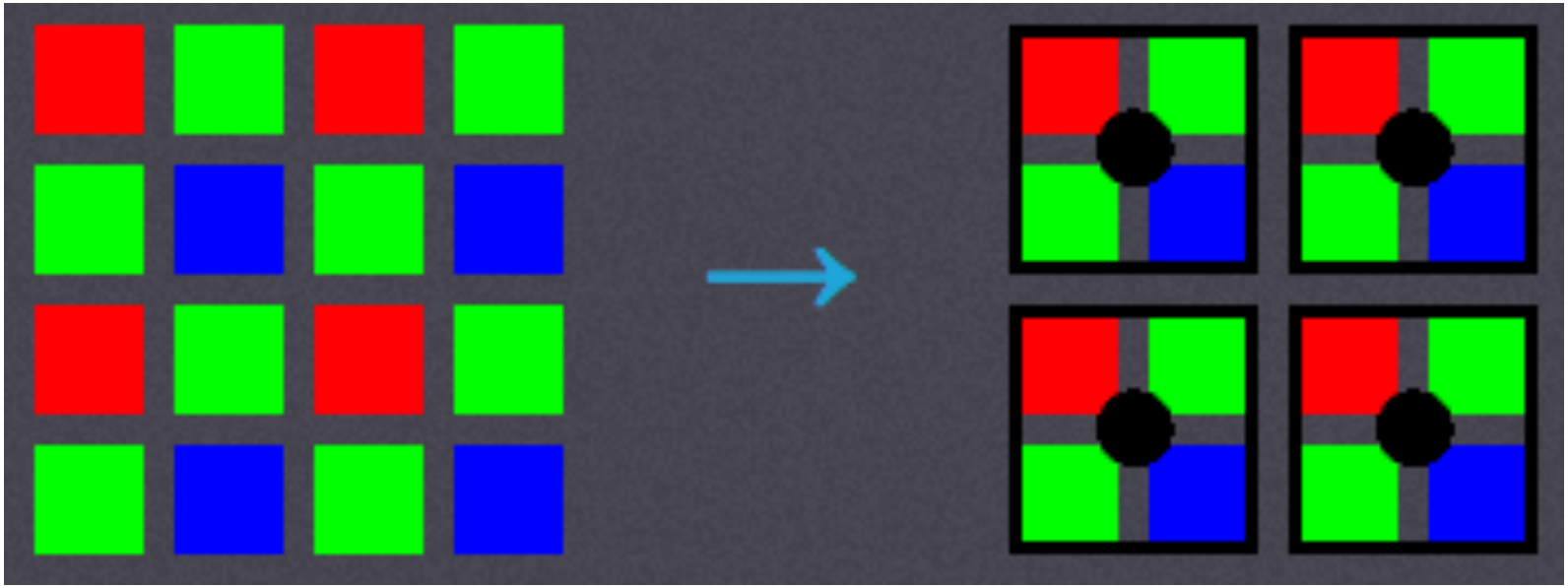
Sensores: Filtro de Bayer





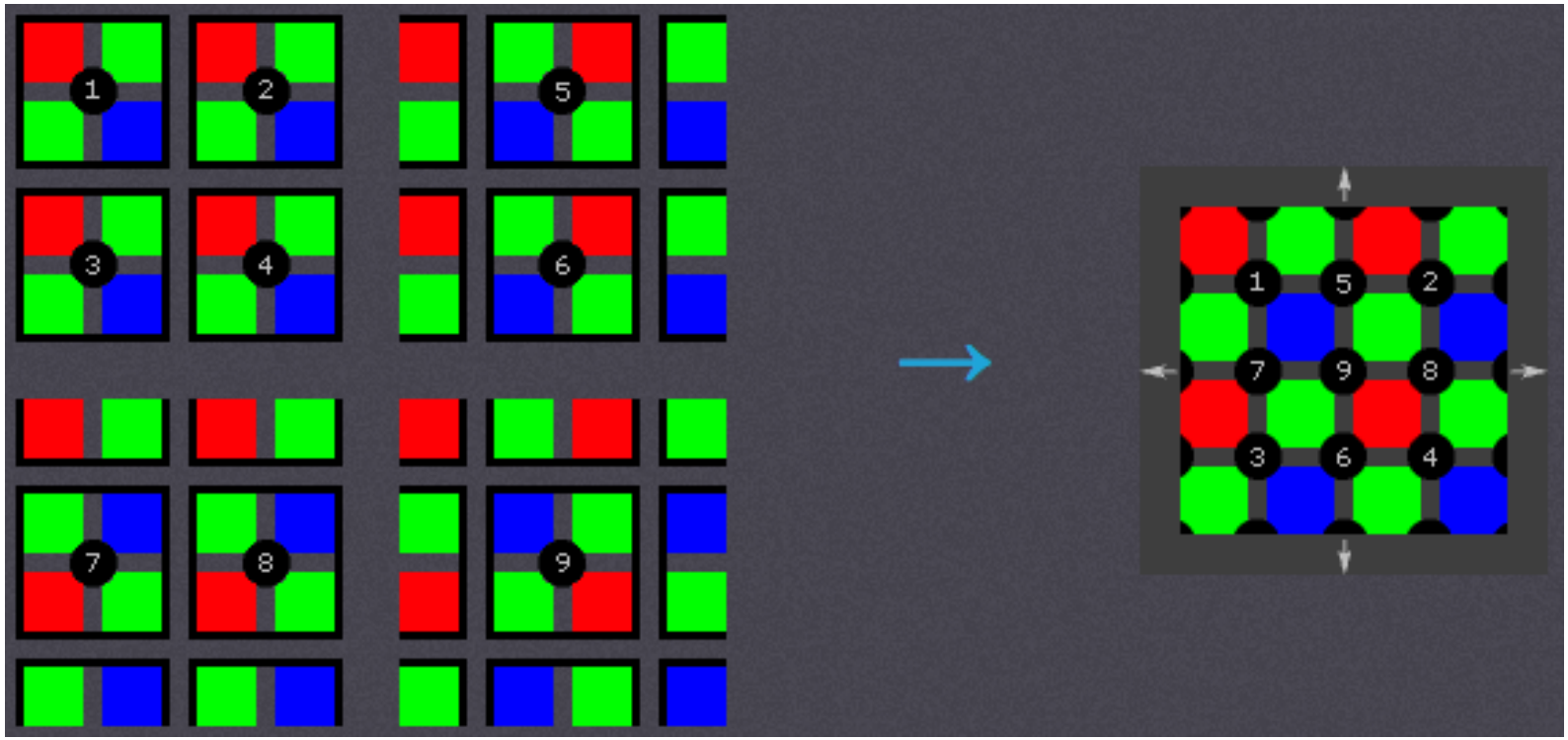
- Estima valor RGB nas células ‘G’ pelos valores dos vizinhos

Filtro de Bayer: reconstrução



Estima valor RGB de pixels entre células – algoritmo mais simples, perde resolução

Filtro de Bayer: reconstrução



Estima valor RGB de pixels entre células – algoritmo mais complexo, só perde as bordas

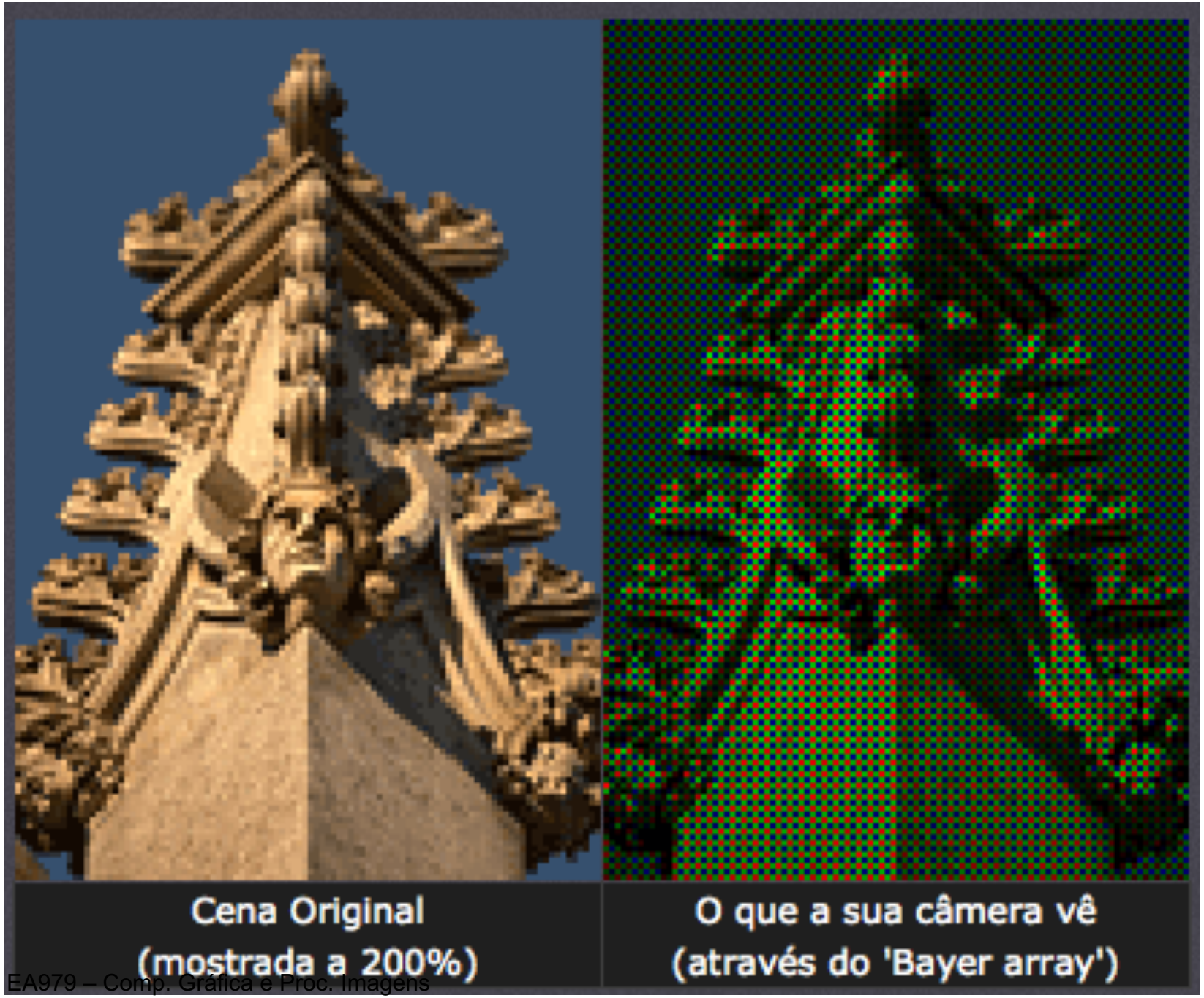
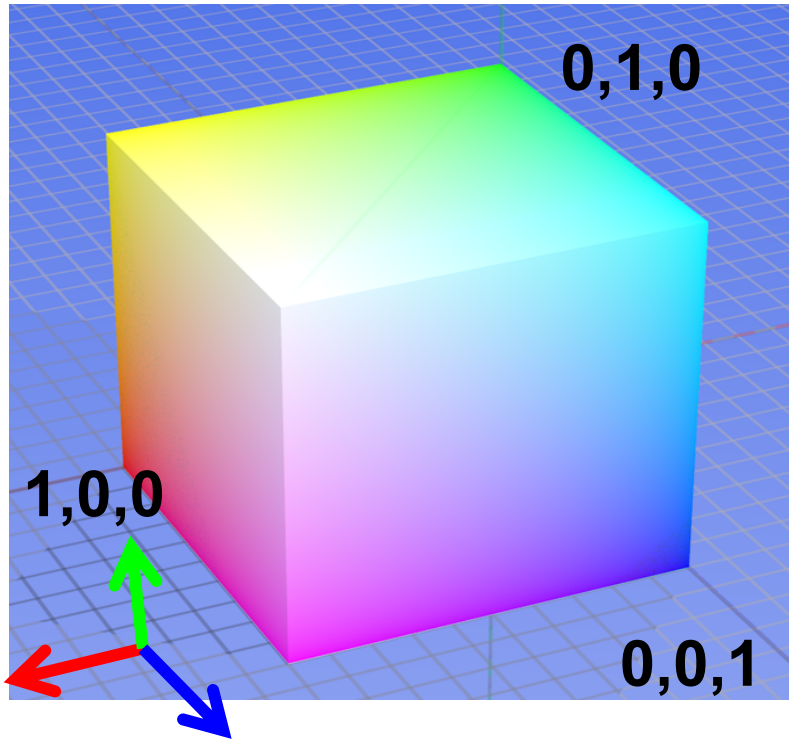

Cena Original
(mostrada a 200%)
O que a sua câmera vê
(através do 'Bayer array')

Imagem colorida: RGB



Desvantagens
- **Bandas correlacionadas**
- **Não-perceptual**

R
(G=0,B=0)

G
(R=0,B=0)

B
(R=0,G=0)

Slide by James Hays

Imagem colorida: RGB

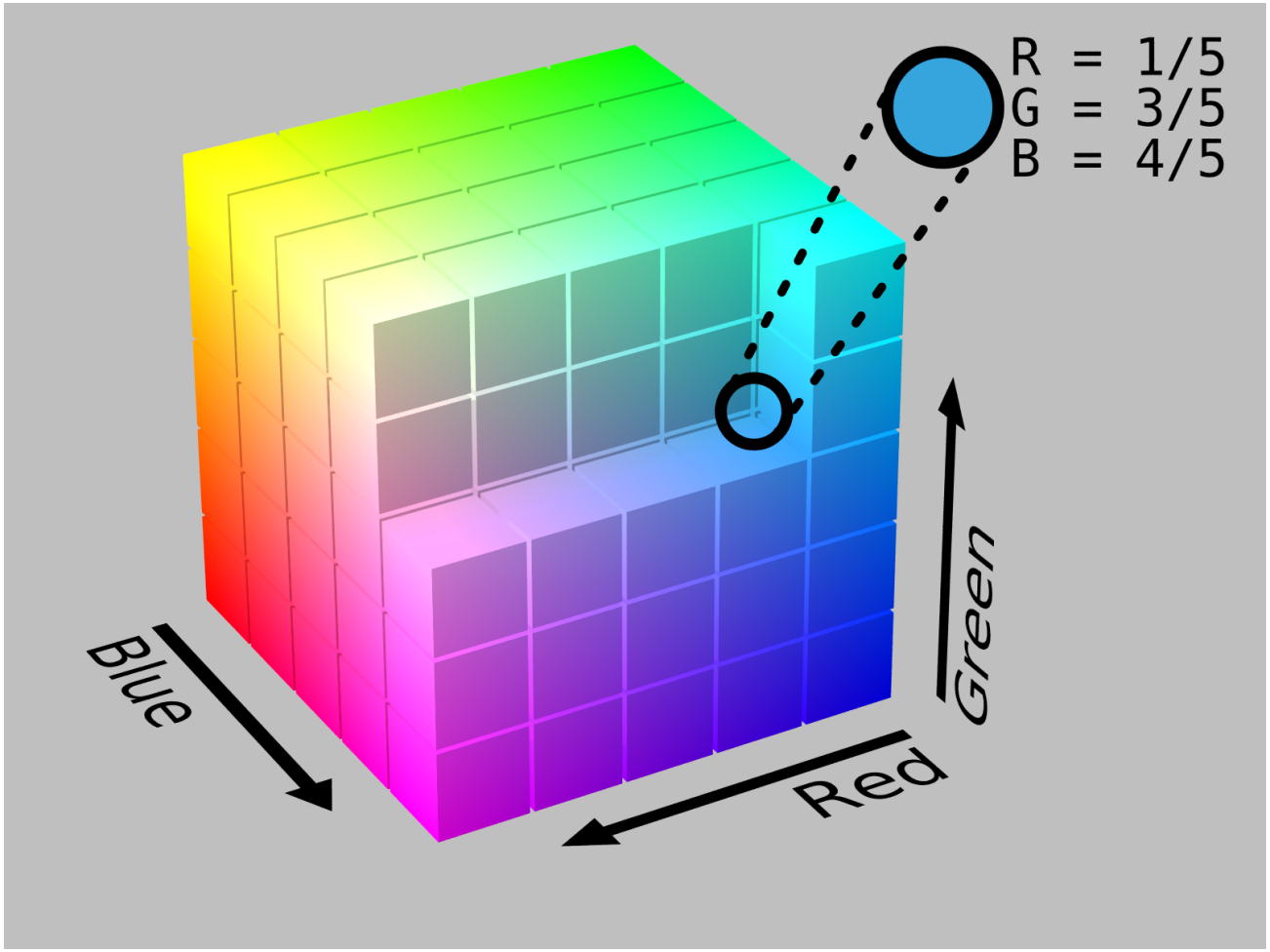


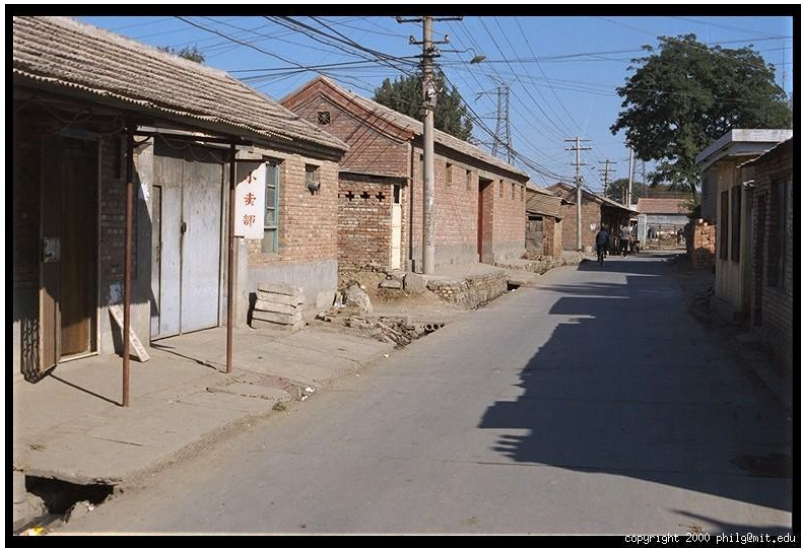
Imagem colorida: RGB

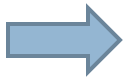
- Cores primárias R, G e B
  - Correspondem aos eixos no espaço de cores
- 8 bits por canal – 24-bits por cor
  - Valores de 0 a 255 em cada eixo
  - Não apresenta valores negativos
- Espaço de cores é discreto
  - Quantas cores?

Imagem colorida: RGB

- Cores primárias R, G e B
  - Correspondem aos eixos no espaço de cores
- 8 bits por canal (quantização)
  - Valores de 0 a 255 em cada eixo
  - Não apresenta valores negativos
- Espaço de cores é discreto
  - Quantas cores?
  - $2^8 \times 2^8 \times 2^8 = 16.777.216$

Imagem colorida: RGB





Slide by James Hays

Imagem colorida: RGB

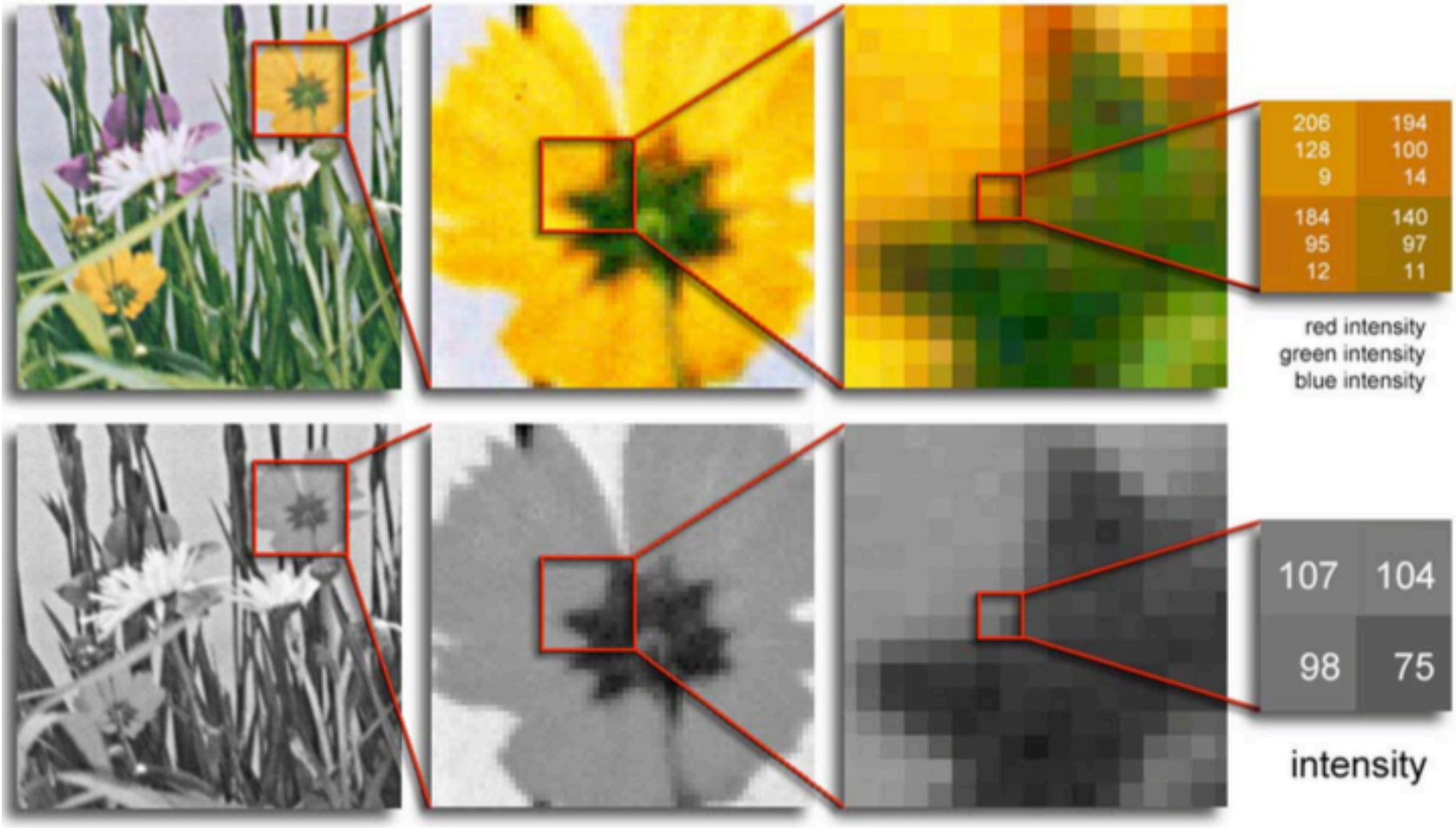


Imagem colorida: RGB

- Suponha uma imagem RGB NxM denominada *im*
  - Im(0,0,0)
  - im(2, N-1, M-1)

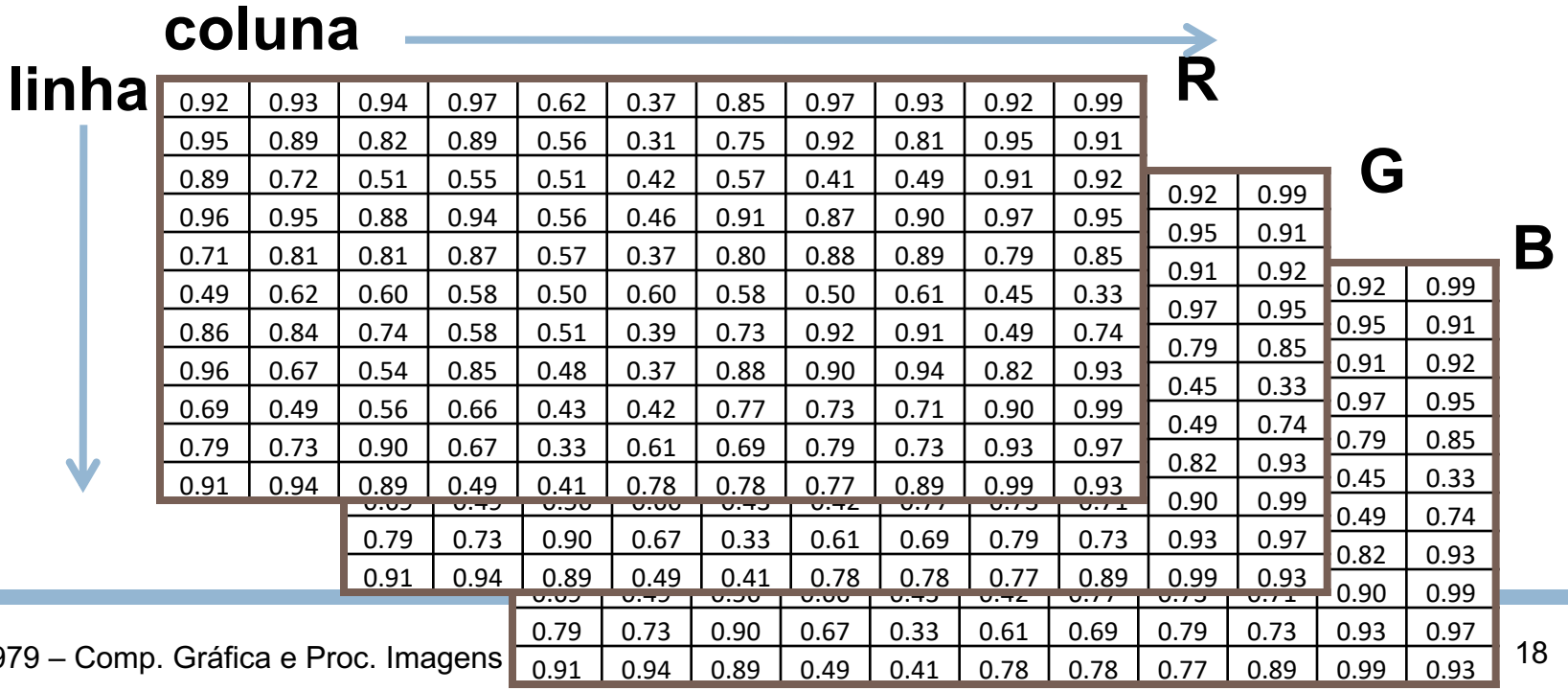
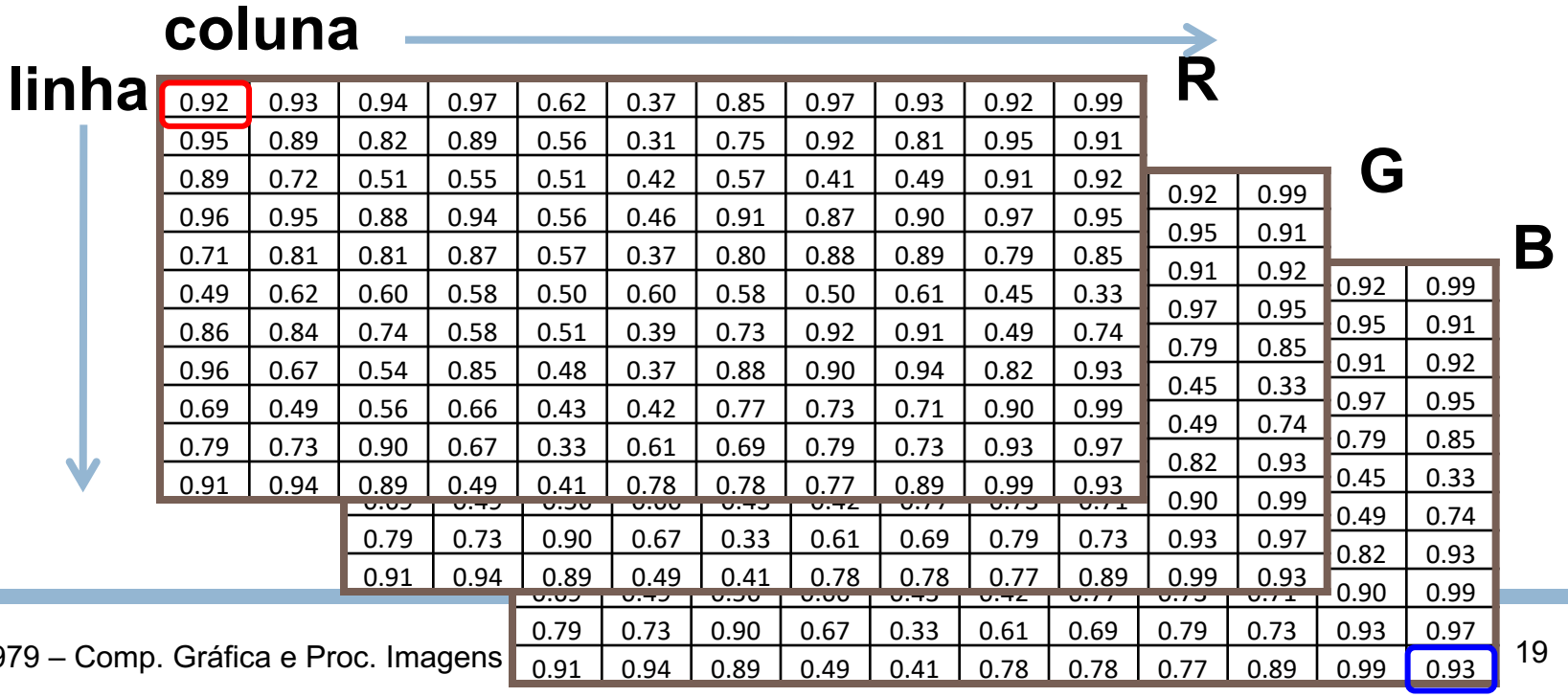


Imagem colorida: RGB

- Suponha uma imagem RGB NxM denominada *im*
  - Im(0,0,0) = 0.92
  - im(2, N-1, M-1) = 0.93

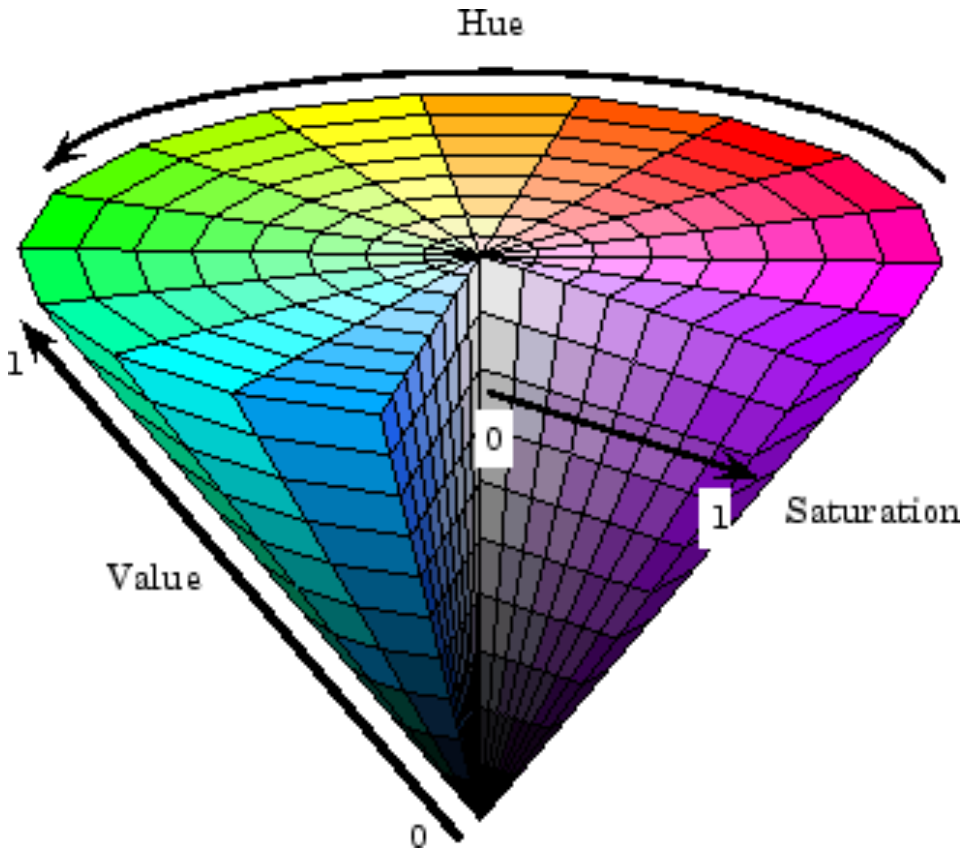


0.92	0.93	0.94	0.97	0.62	0.37	0.85	0.97	0.93	0.92	0.99
0.95	0.89	0.82	0.89	0.56	0.31	0.75	0.92	0.81	0.95	0.91
0.89	0.72	0.51	0.55	0.51	0.42	0.57	0.41	0.49	0.91	0.92
0.96	0.95	0.88	0.94	0.56	0.46	0.91	0.87	0.90	0.97	0.95
0.71	0.81	0.81	0.87	0.57	0.37	0.80	0.88	0.89	0.79	0.85
0.49	0.62	0.60	0.58	0.50	0.60	0.58	0.50	0.61	0.45	0.33
0.86	0.84	0.74	0.58	0.51	0.39	0.73	0.92	0.91	0.49	0.74
0.96	0.67	0.54	0.85	0.48	0.37	0.88	0.90	0.94	0.82	0.93
0.69	0.49	0.56	0.66	0.43	0.42	0.77	0.73	0.71	0.90	0.99
0.79	0.73	0.90	0.67	0.33	0.61	0.69	0.79	0.73	0.93	0.97
0.91	0.94	0.89	0.49	0.41	0.78	0.78	0.77	0.89	0.99	0.93

0.92	0.99
0.95	0.91
0.91	0.92
0.97	0.95
0.79	0.85
0.45	0.33
0.49	0.74
0.82	0.93
0.90	0.99
0.79	0.73	0.90	0.67	0.33	0.61	0.69	0.79	0.73	0.93	0.97
0.91	0.94	0.89	0.49	0.41	0.78	0.78	0.77	0.89	0.99	0.93

0.92	0.99
0.95	0.91
0.91	0.92
0.97	0.95
0.79	0.85
0.45	0.33
0.49	0.74
0.82	0.93
0.90	0.99
0.79	0.73	0.90	0.67	0.33	0.61	0.69	0.79	0.73	0.93	0.97
0.91	0.94	0.89	0.49	0.41	0.78	0.78	0.77	0.89	0.99	0.93

Imagem colorida: HSV



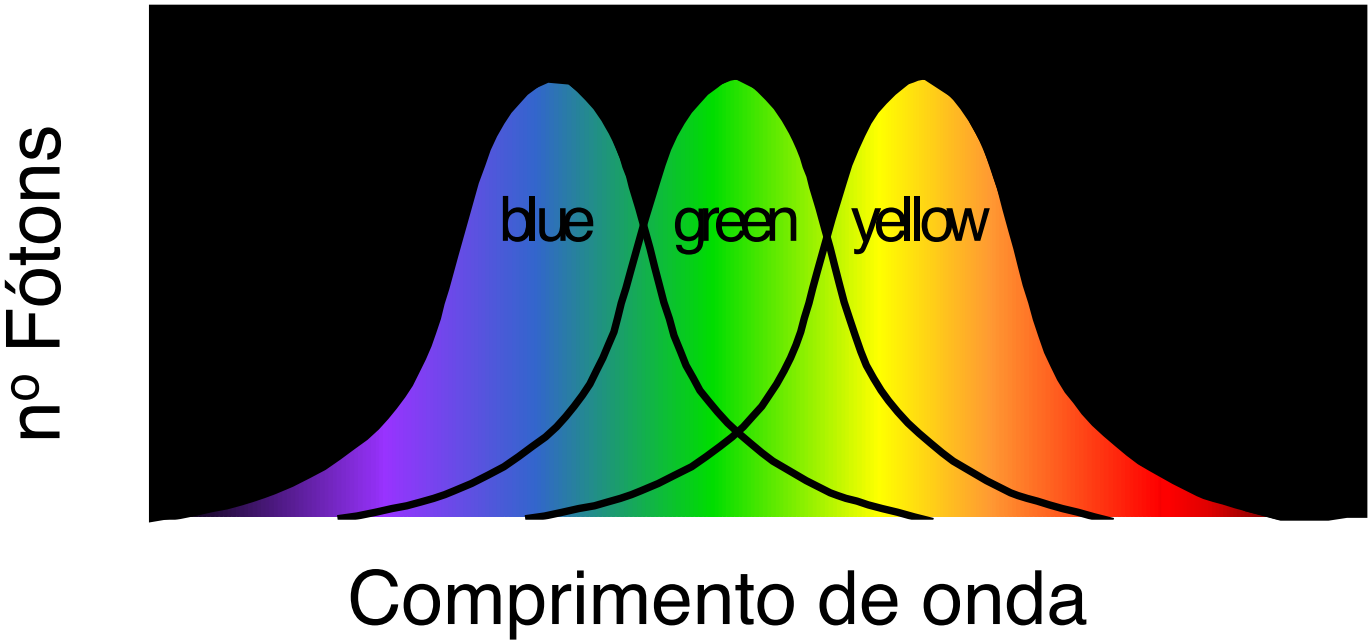
Mais intuitivo

Modelo HSI (HSV, HSL ...)

- Modelo HSI apropriado para realce em imagens coloridas, pois separa:
  - H (matiz);
  - S (saturação) e
  - I (intensidade)

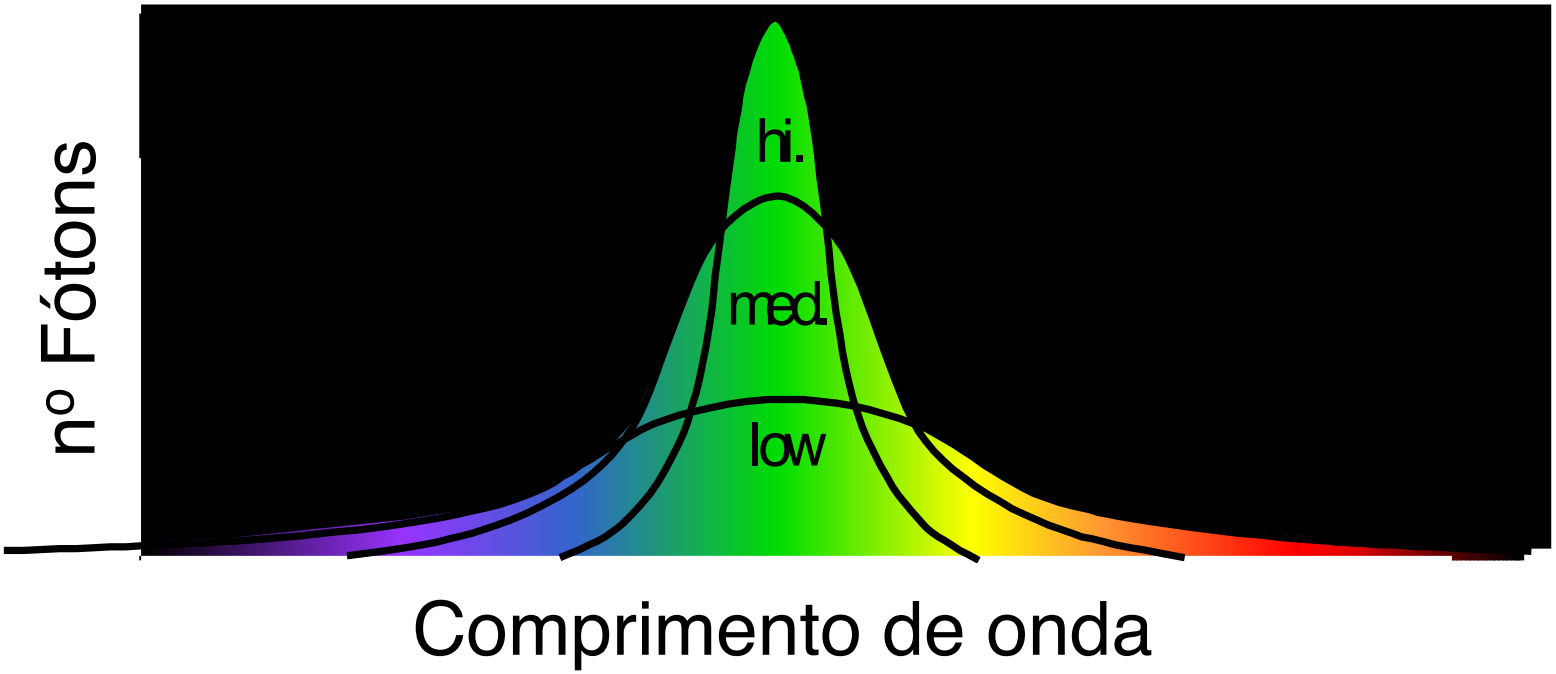
HSV: relação com a física

Média ⟺ **Hue**



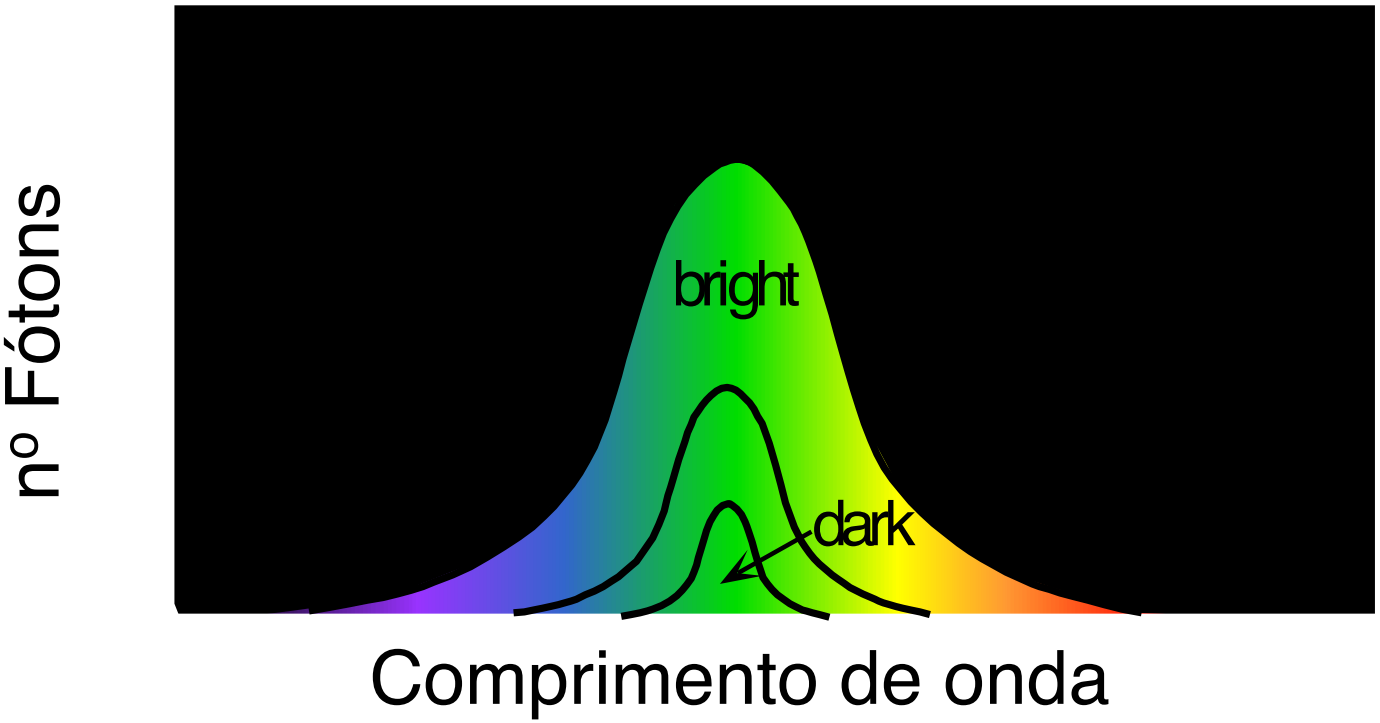
HSV: relação com a física

Variância ⟺ **Saturação**



HSV: relação com a física

Área ⟺ **Brilho**



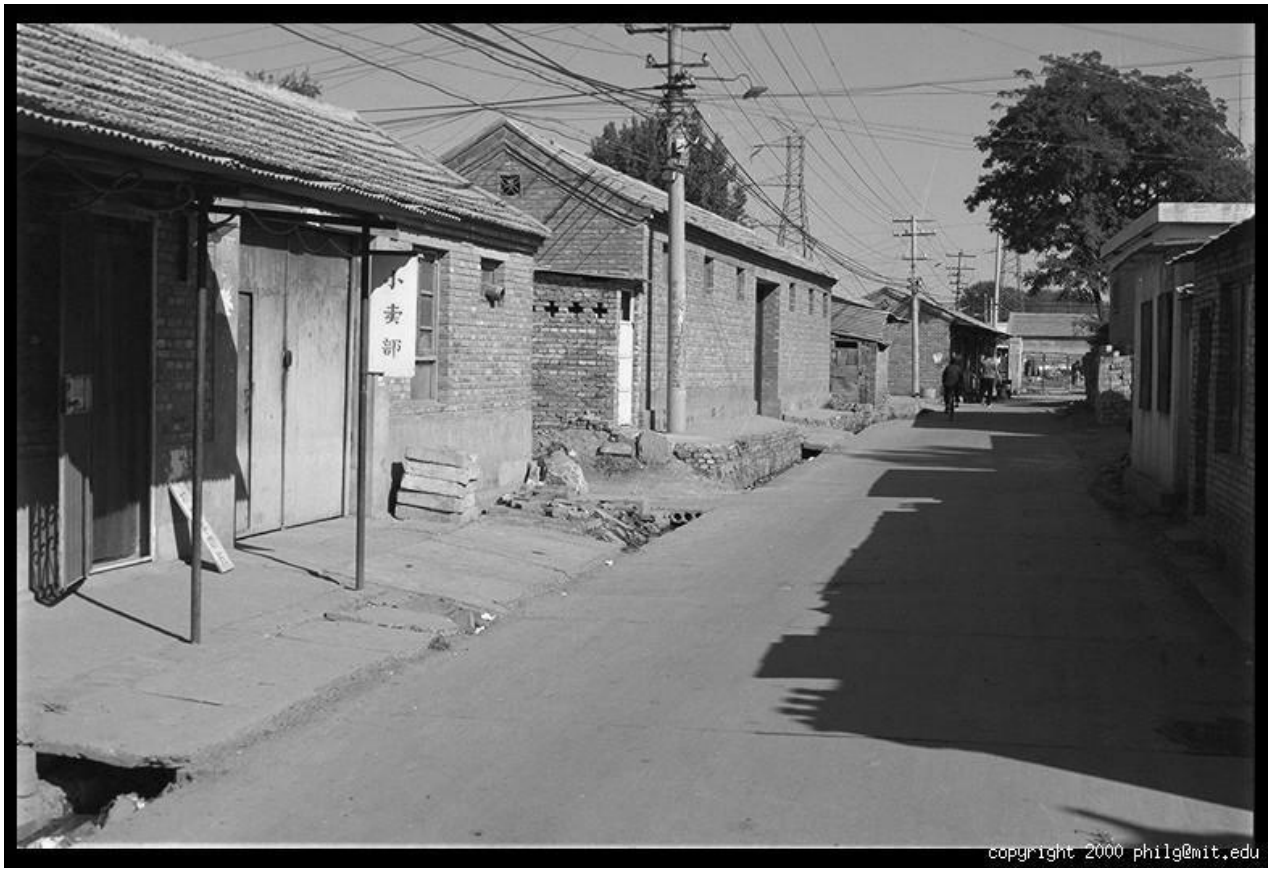
Se você precisasse descartar informação, você descartaria luminância ou crominância?

Imagem colorida: HSV

Crominância

Slide by James Hays

Imagem colorida: HSV



Luminância (Intensidade, valor)

Slide by James Hays

Imagem colorida: HSV

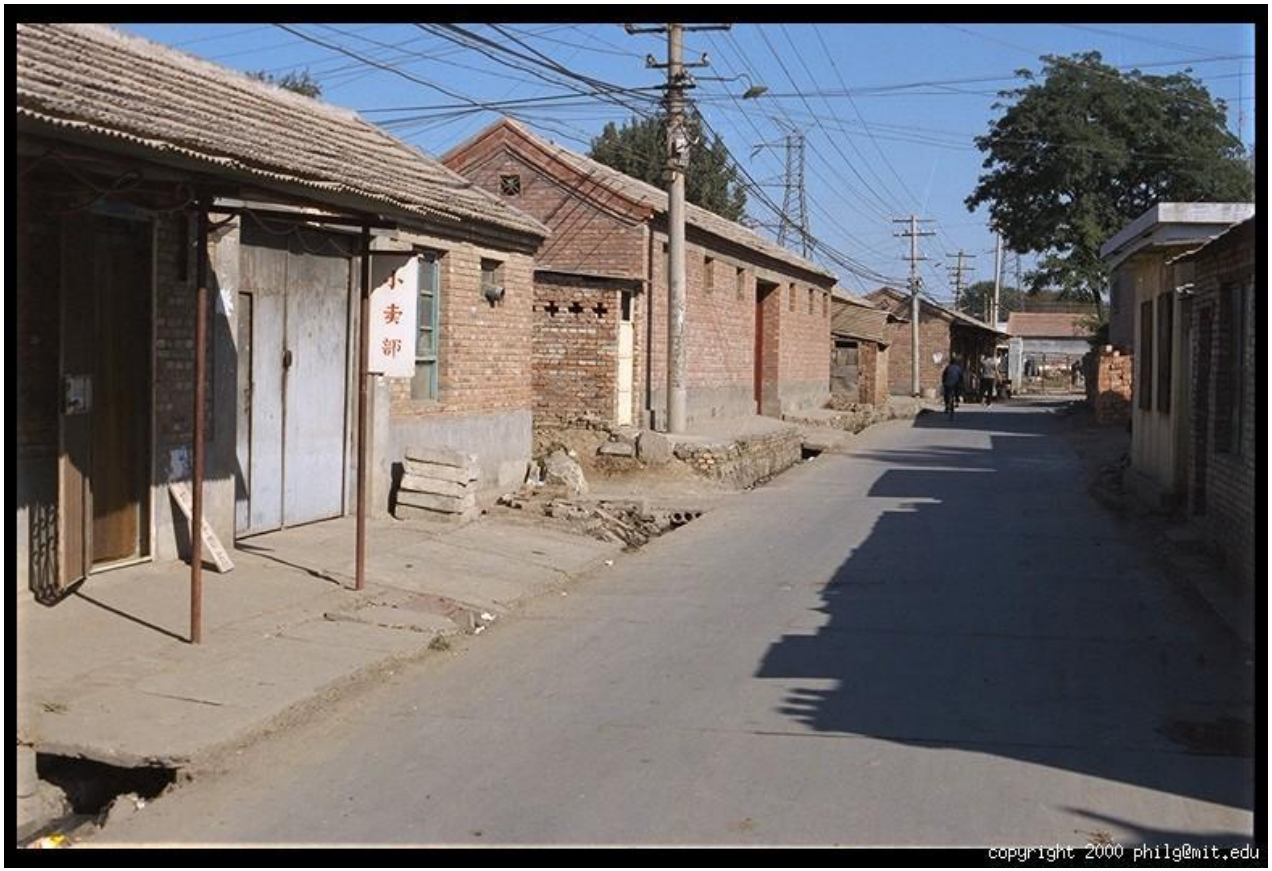
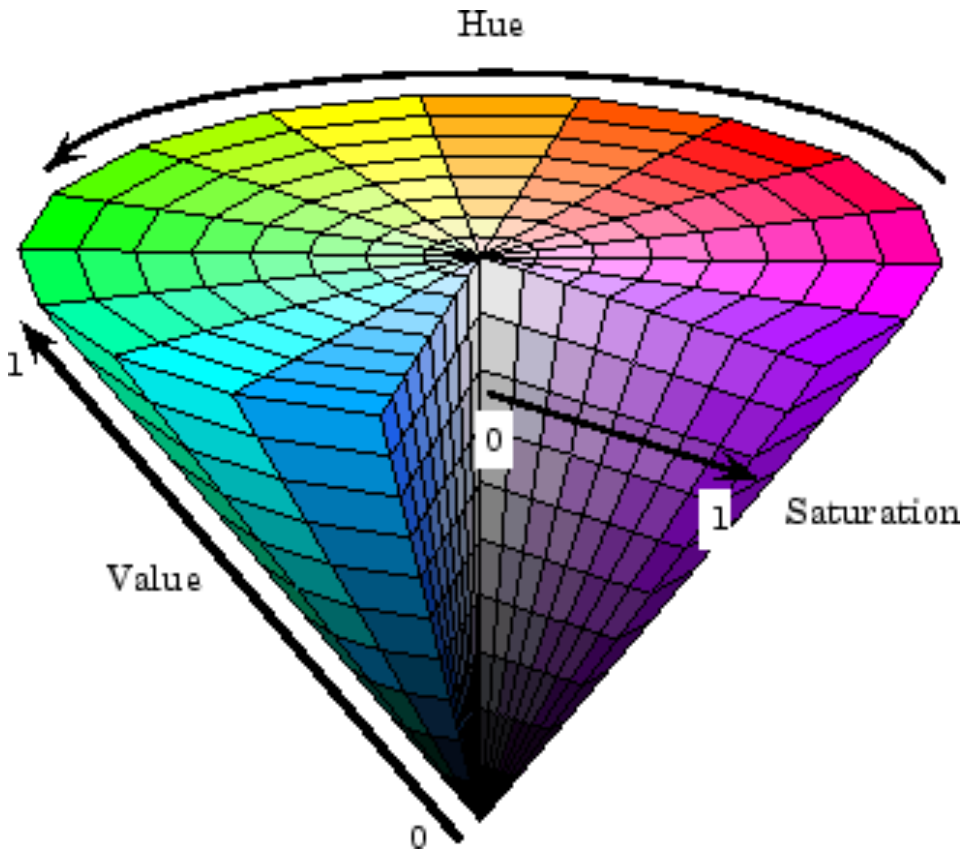


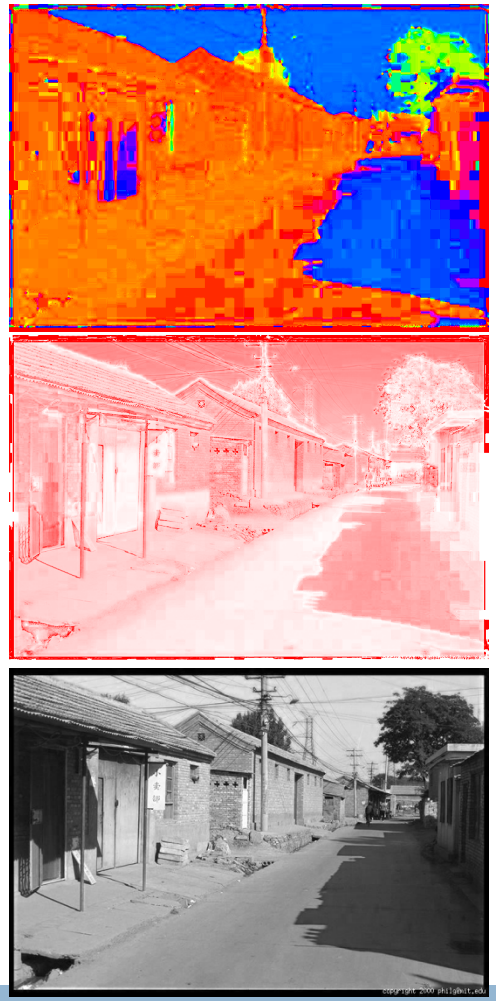
Imagem original

Slide by James Hays

Imagem colorida: HSV



Mais intuitivo



H
(S=1,V=1)

S
(H=1,V=1)

V
(H=1,S=0)

Padrão CIE

Espaços de cores

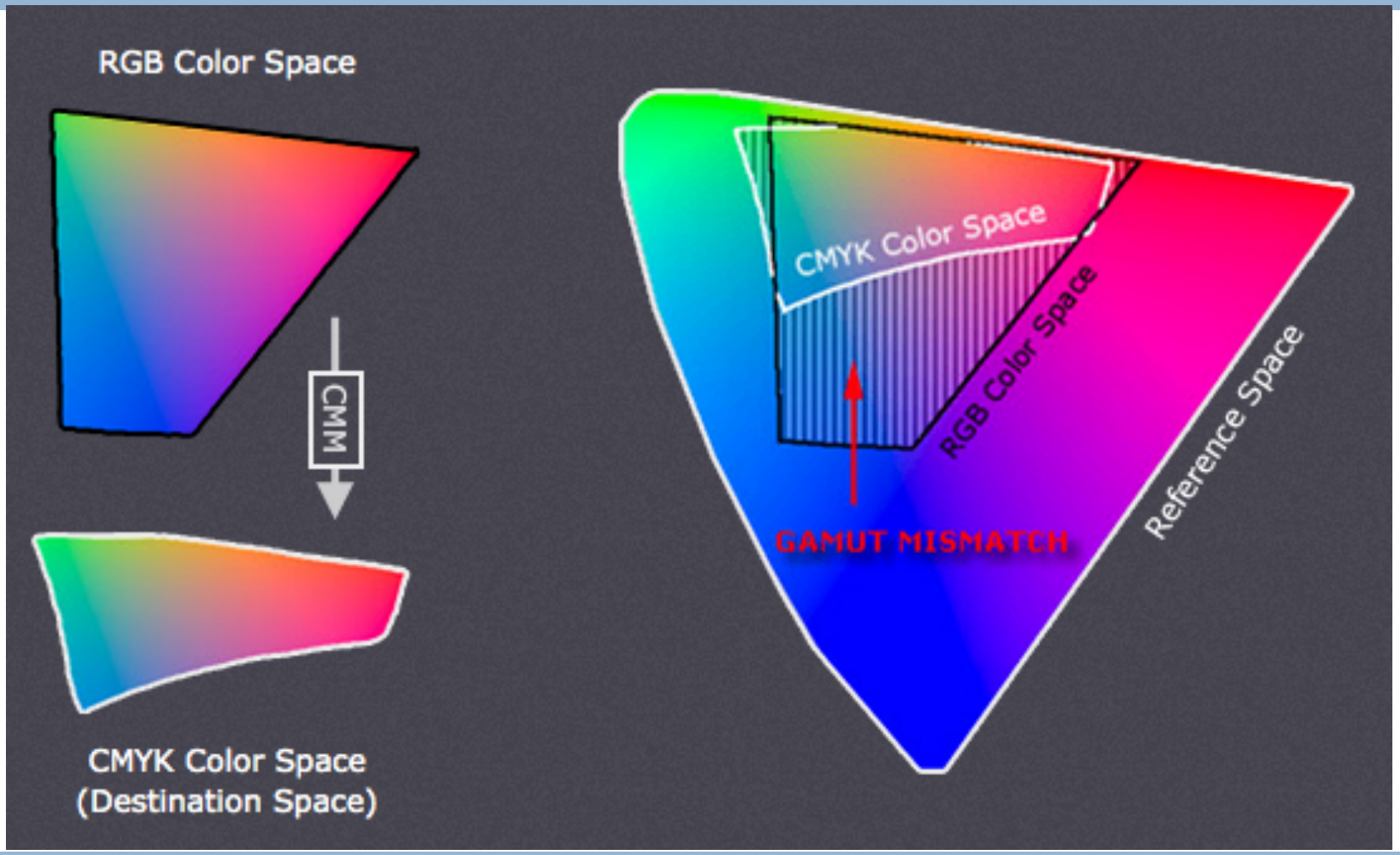


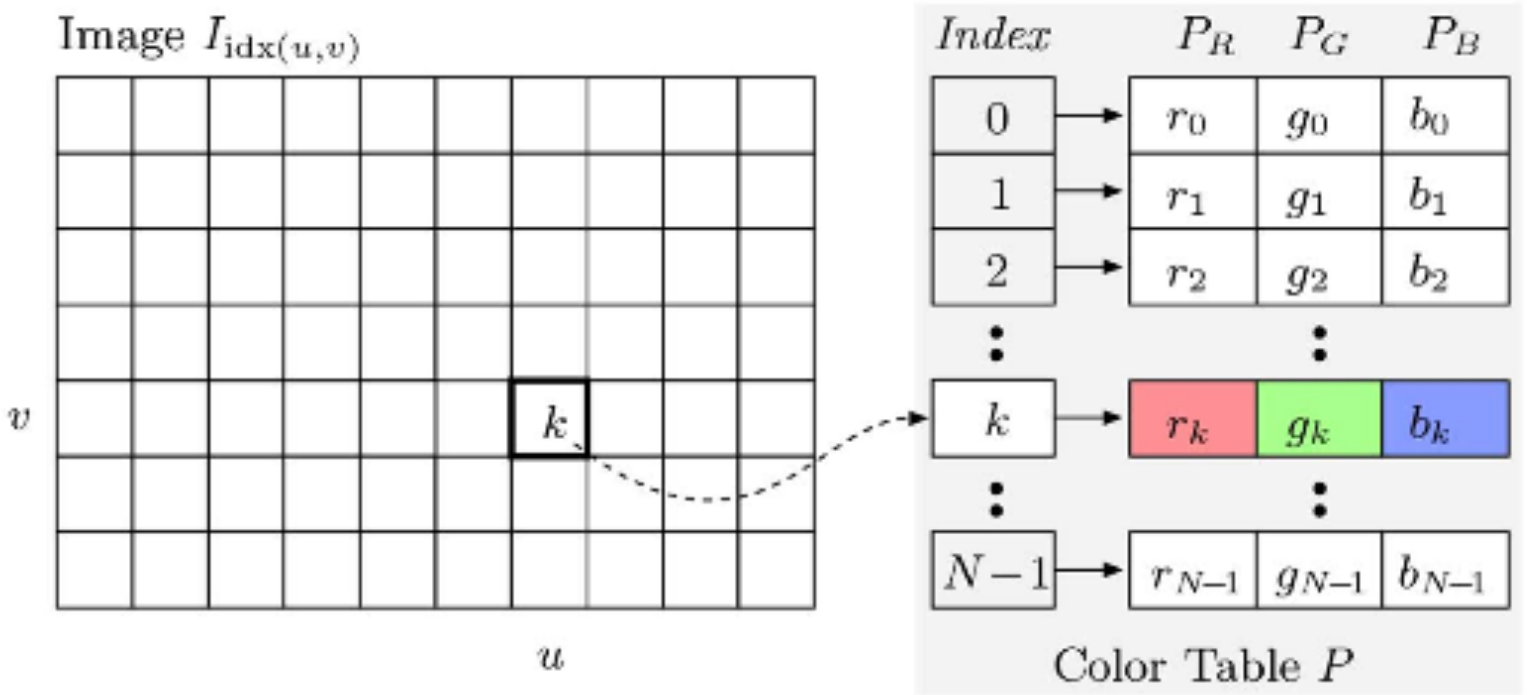
Imagem colorida

- True color = 24 bits/cor
- Deep color = 30/36/48 bits/cor
- Como eu posso armazenar uma imagem digital colorida sem precisar armazenar 3 matrizes (bandas)?

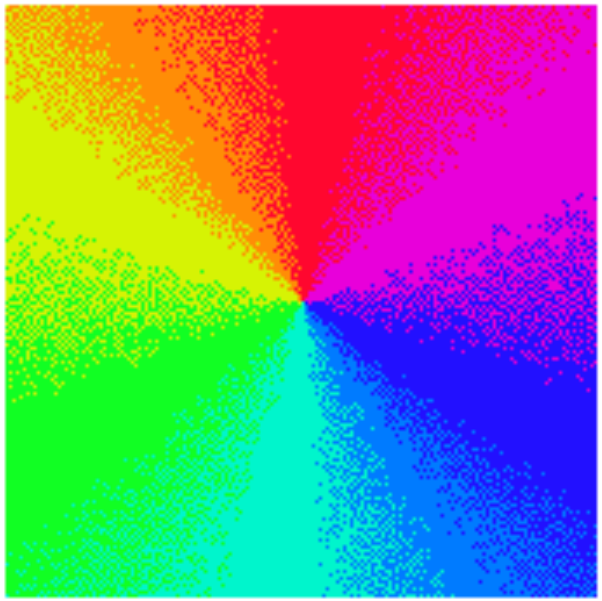
True color x Color table

- True color: o pixel contém a intensidade em nível de cinza (ou a cor) que deve ser usada para visualizar a imagem
- Color table: o pixel contém um índice de uma tabela de cores (look-up table = LUT). Cada entrada da LUT pode conter 1 ou mais elementos
- LUT = color pallete = colormap

Look-up Table (LUT)



Look up table



4-bits

8-bits

24-bits

Web safe colors

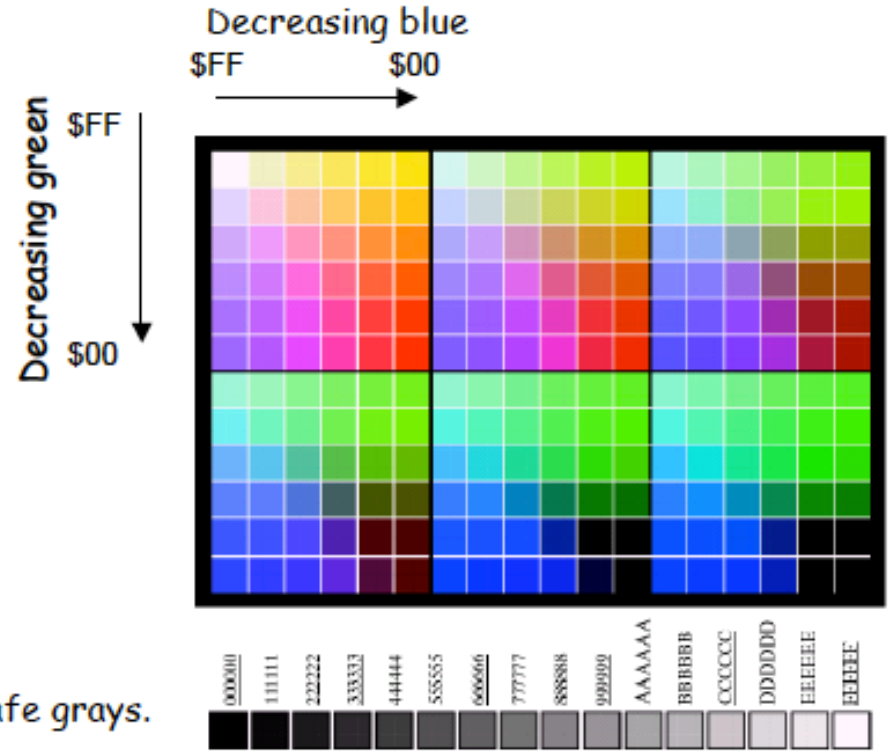
Number System	Color Equivalents					
Hex	00	33	66	99	CC	FF
Decimal	0	51	102	153	204	255

TABLE 6.1
Valid values of each RGB component in a safe color.

Many systems restrict themselves to 256 Internet "safe" colors for simplicity and ease of generation.

Red coordinate values

$FF	$CC	$99
$66	$33	$00



a
b

FIGURE 6.10
(a) The 216 safe RGB colors. (b) All the grays in the 256-color RGB system (grays that are part of the safe color group are shown underlined).

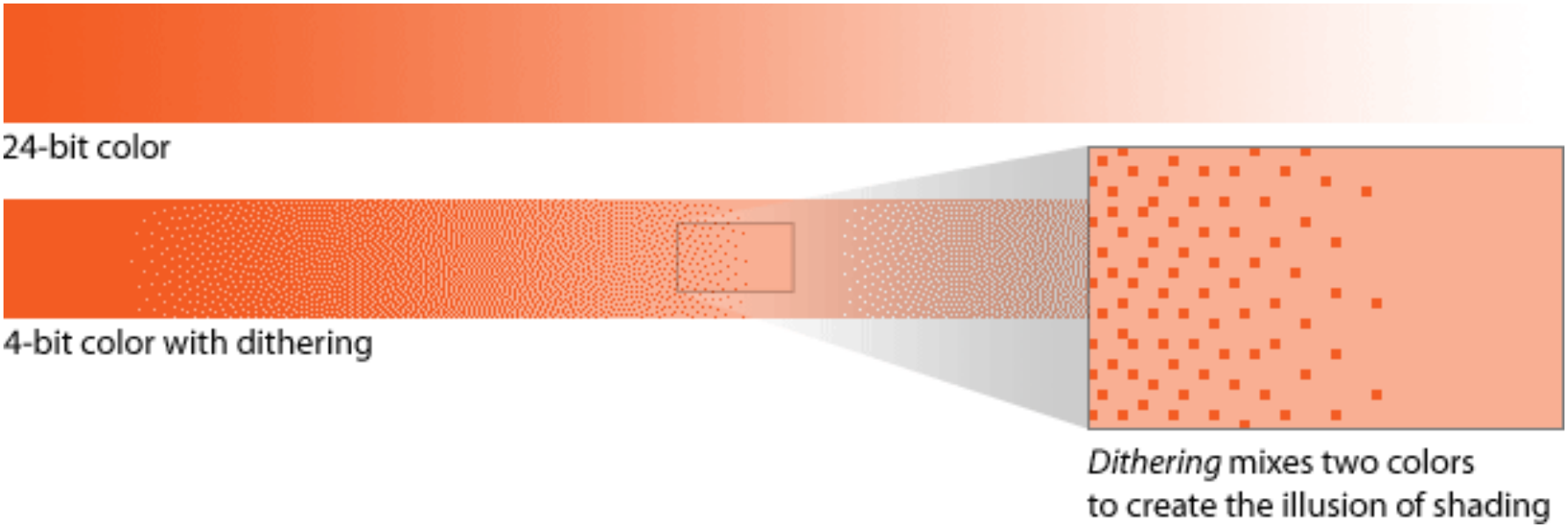
There are six safe grays.

Exemplo

#2468A0 = ?

- **Red = 24_H = 36_{10}**
- **Green = 68_H = 104_{10}**
- **Blue = $A0_H$ = 160_{10}**

Dithering



- Evita cortornos de quantização
- Introduz perturbação aleatória

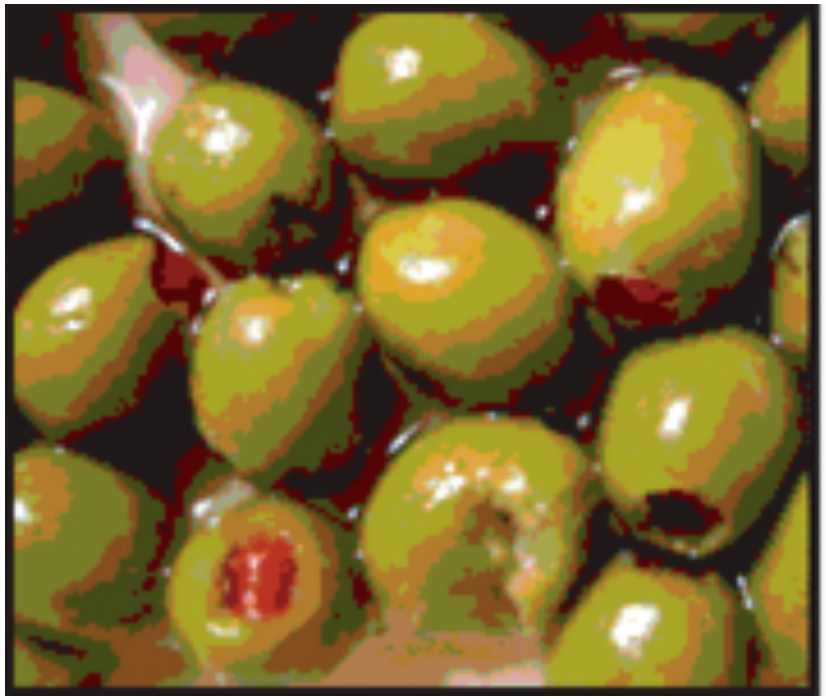
Dithering: exemplo

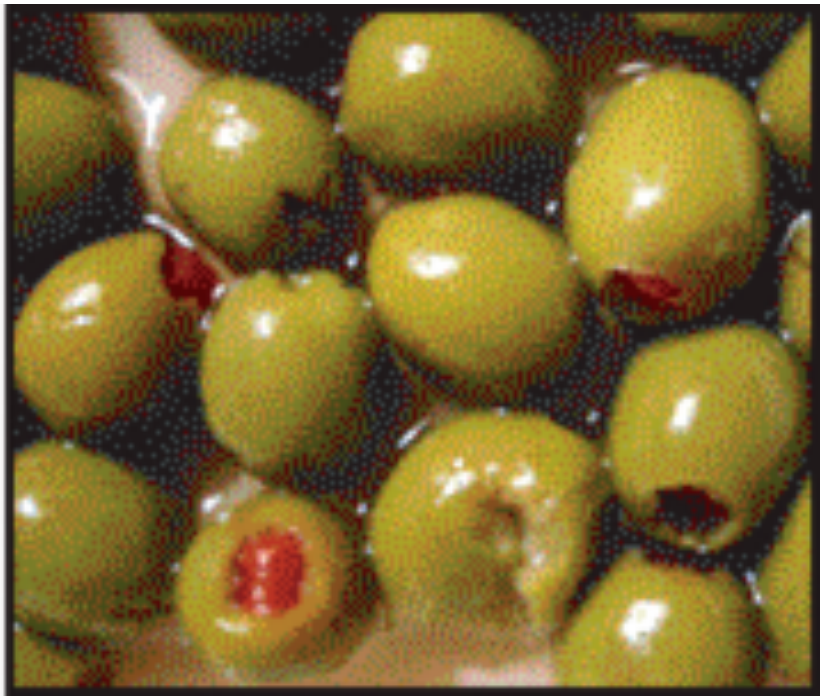
Original Image

GIF without dithering

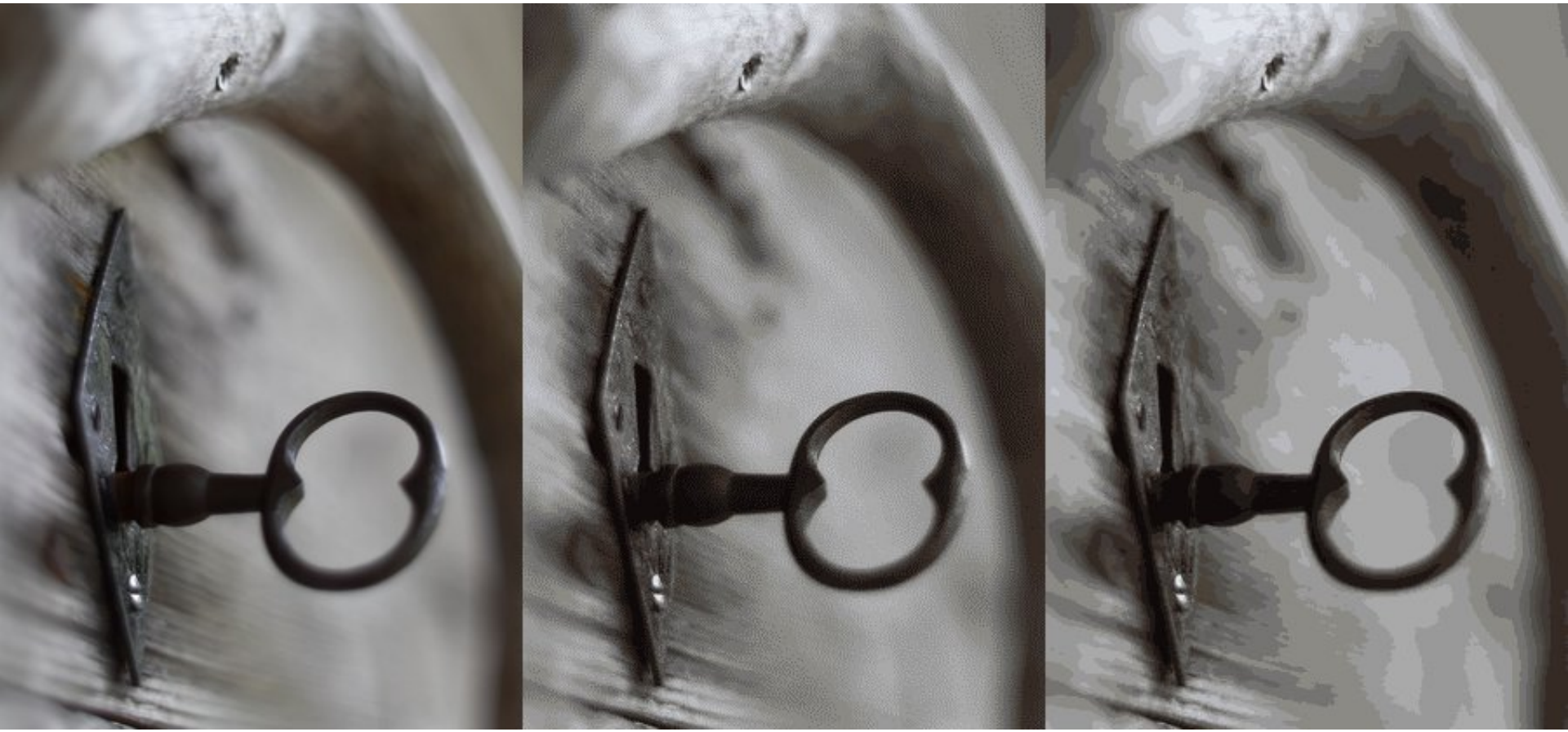
GIF with dithering

Dithering: exemplo

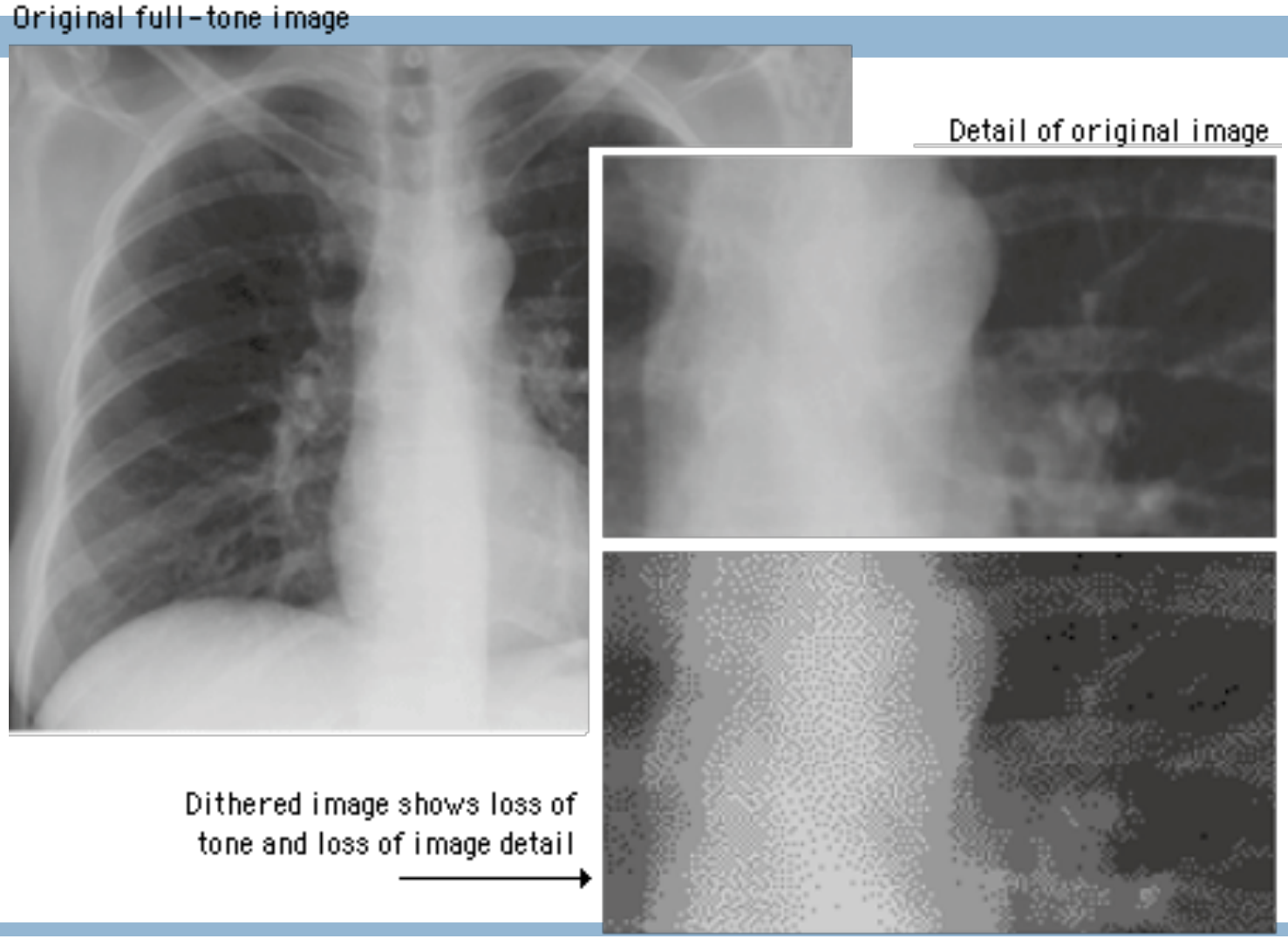




Dithering: exemplo



Dithering: exemplo



RGB ➔ Níveis de cinza

Original image

Lightness

Average

Luminosity

RGB → HSI

$$I = \frac{1}{3}(R+G+B)$$

$$S = 1 - \frac{3}{R+G+B}\min(R,G,B)$$

$$H = \begin{cases} \theta & if\ B \le G \\ 360 - \theta & if\ B > G \end{cases}$$

$$\theta = \cos^{-1}\left\{\frac{\frac{1}{2}\left[(R-G)+(R-B)\right]}{\sqrt{(R-G)^2+(R-B)(G-B)}}\right\}$$

HSI → RGB

$$B = I(1 - S)$$

$$R = I\left[1 + \frac{S\cos H}{\cos(60^\circ - H)}\right]$$

$$G = 3I - (R + B)$$

Realce por Falsa Cor

- Usa um conjunto de cores para destacar certas regiões de interesse
- Não representam as cores da imagem no mundo real
  - Muito usada em imagens multiespectrais
  - 3 bandas espectrais são selecionadas e combinadas no sistema RGB
  - Próprias bandas RGB podem ser embaralhadas

Falsa Cor: exemplo

Figura 4.9 - Composição colorida de imagens TM-5, área de Brasília, D.F.: (a) natural (canal B → banda 1; canal G → banda 2; Canal R → banda 3); (b) falsa cor (canal B → banda 3; canal G → banda 4; Canal R → banda 5).

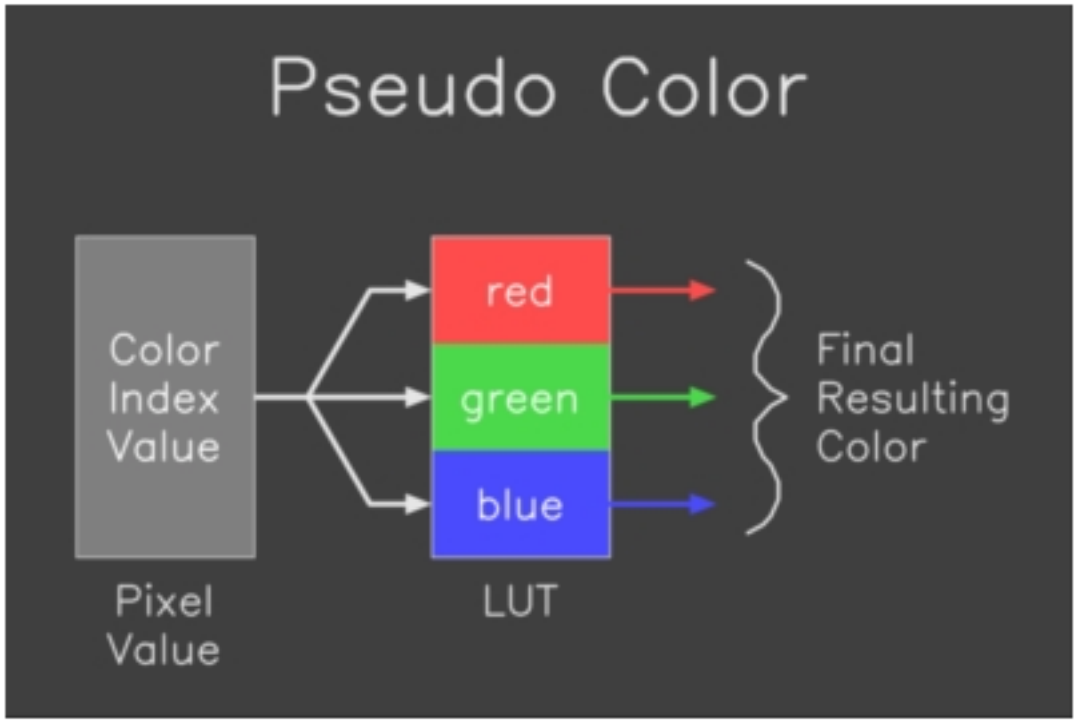
Falsa Cor: exemplo

- Falsa cor usando banda infra-vermelha
  - Banda 1 (R) = infra-vermelho
  - Banda 3 (B) = G
  - banda 2 (G) = R

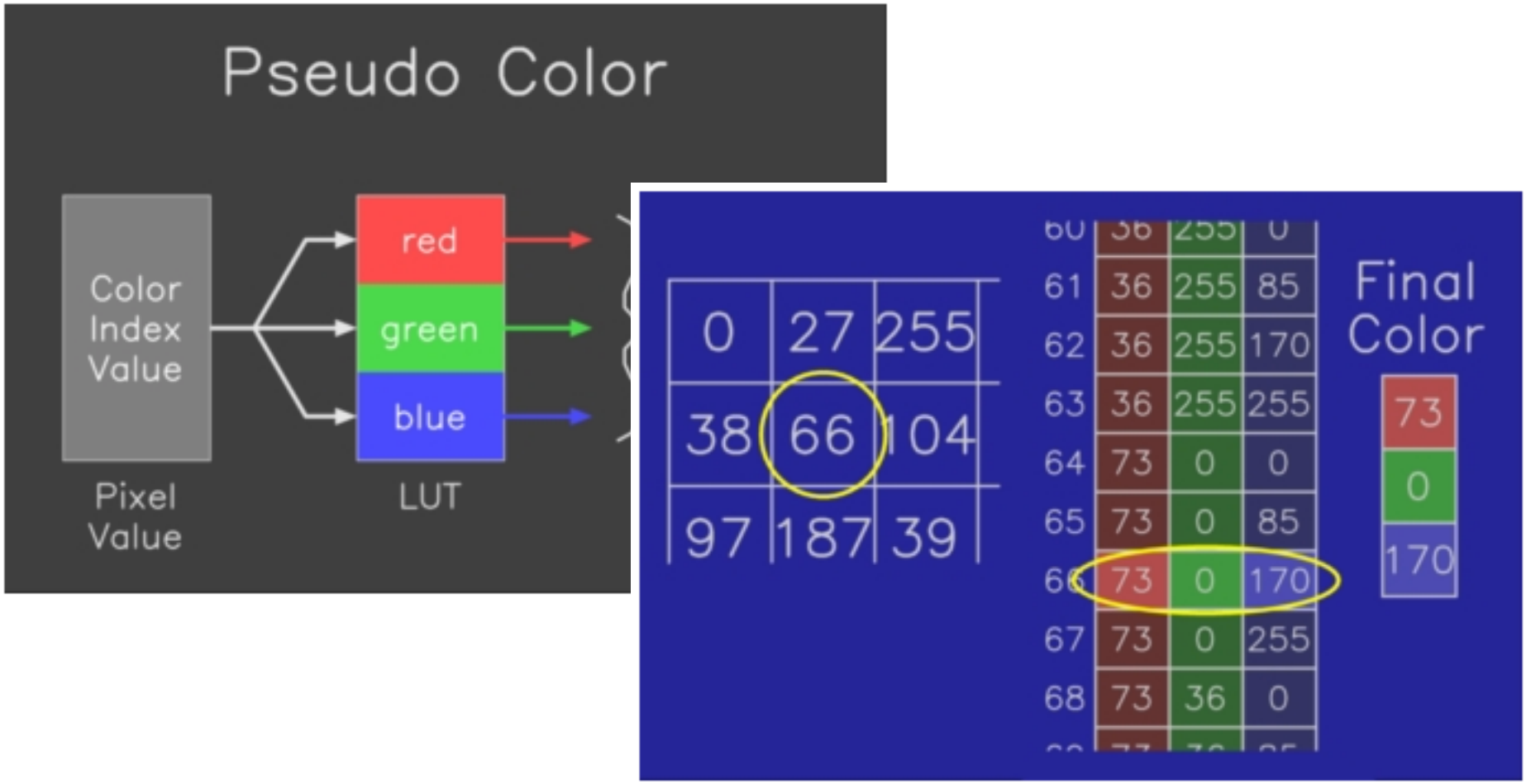
Transformação Pseudocor

- Converte uma imagem em nível de cinza em uma imagem colorida
- Também conhecida por fatiamento por densidade
- Útil quando a imagem original possui vários objetos de interesse com pouca variação de níveis de cinza entre si

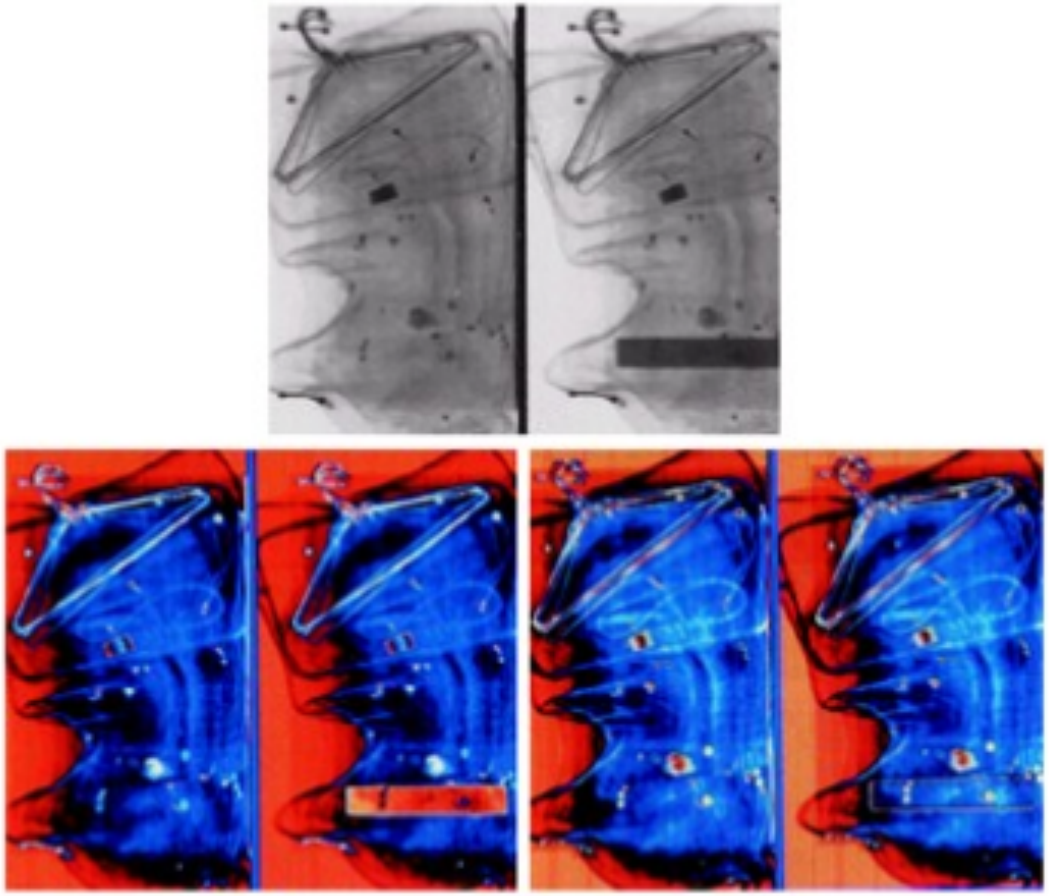
Transformação Pseudocor



Transformação Pseudocor

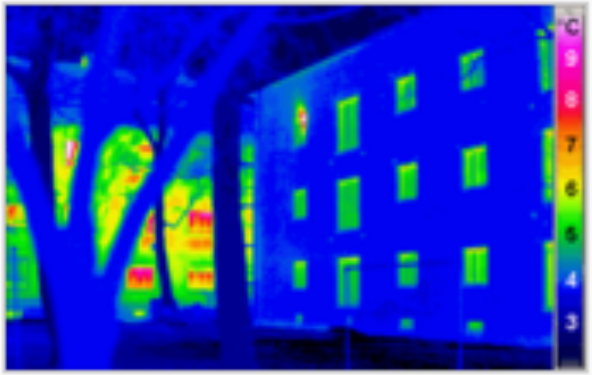


Transformação Pseudocor



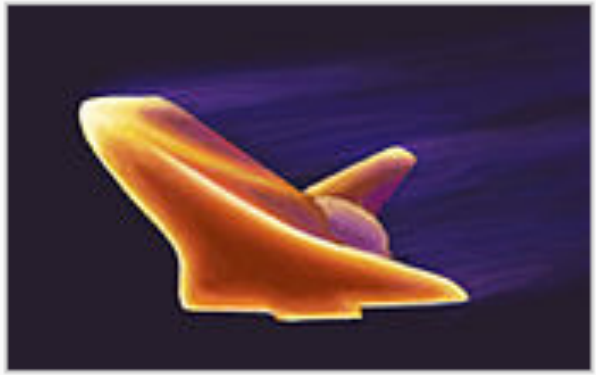
Pseudocor x temperatura

Examples of encoding temperature with pseudo color:



Thermogram of a "passive house" in the foreground and a traditional building in the background. Please note the color to temperature key on the right.

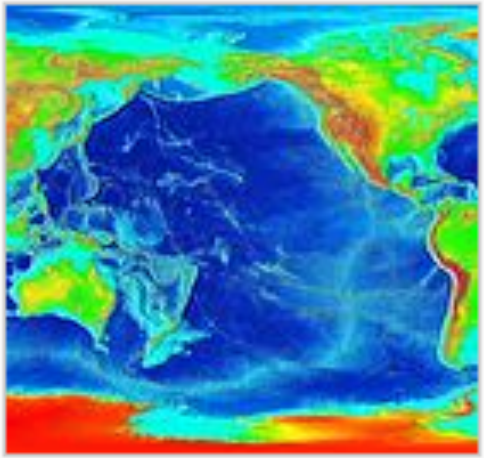
Thermal image of a steam locomotive using pseudocolor encoding – yellow/white indicates hot and red/violet indicates cool.



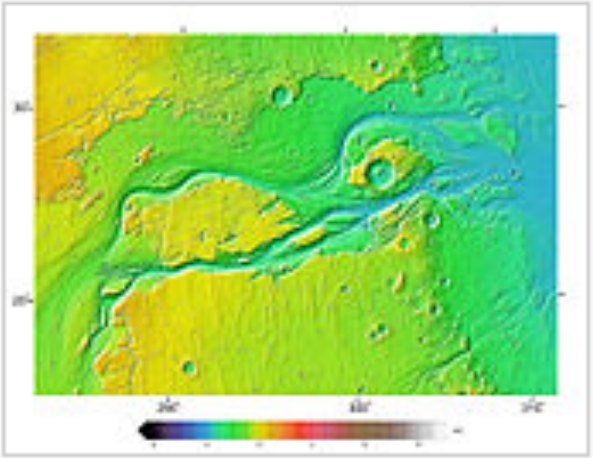
This pseudocolor image shows the results of a computer simulation of temperatures during Space Shuttle reentry. Areas reaching 3,000 °F (1,650 °C) can be seen in yellow.

Pseudocor x altitude

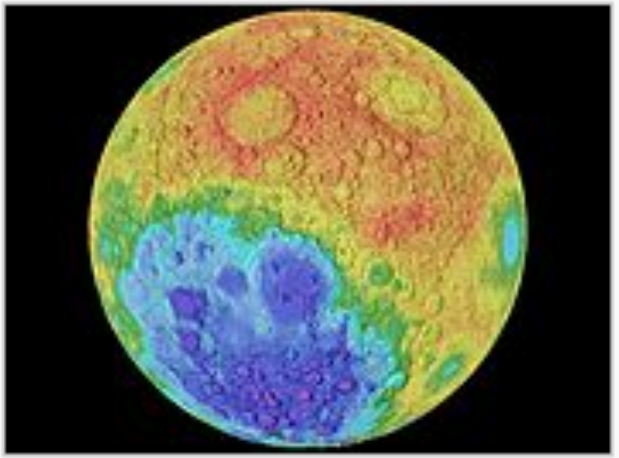
Examples of encoding elevation with pseudo color:



An elevation map of the Pacific Ocean, showing ocean floor in shades of blue and land in greens and browns.

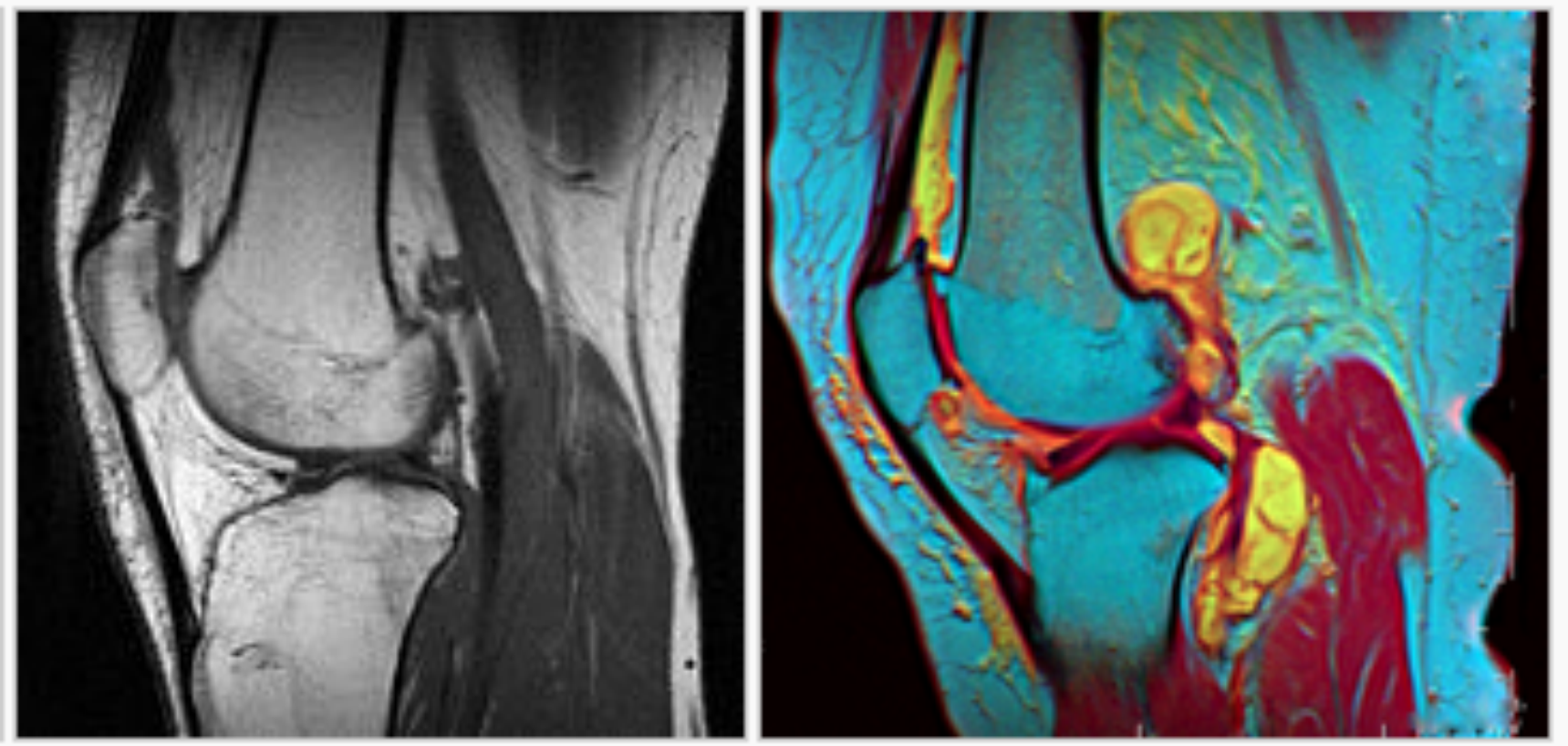


This color-coded elevation relief map indicates the result of floods on Mars. Please note the color to elevation key on the bottom.



The Moon with hypsometric tints of red for the highest points and purple for the lowest.

Pseudocor x tecidos



Links interessantes

- http://web.forret.com/tools/color.asp?R=36&G=104&B=160

- http://html-color-codes.info/