



Módulo 3 – Amostragem de Imagens

Sistema Multimédia

Ana Tomé

José Vieira

Departamento de Electrónica, Telecomunicações e
Informática

Universidade de Aveiro



Imagens Digitais





Sumário

- O olho Humano
- Sistemas digitais de captura de imagem
- Amostragem de imagens
- Re-amostragem de imagens digitais (zoom)
- Aliasing em imagem
- Representação de imagens digitais
 - Codificação de imagens a preto e branco
 - Codificação de imagens coloridas
 - Imagens indexadas

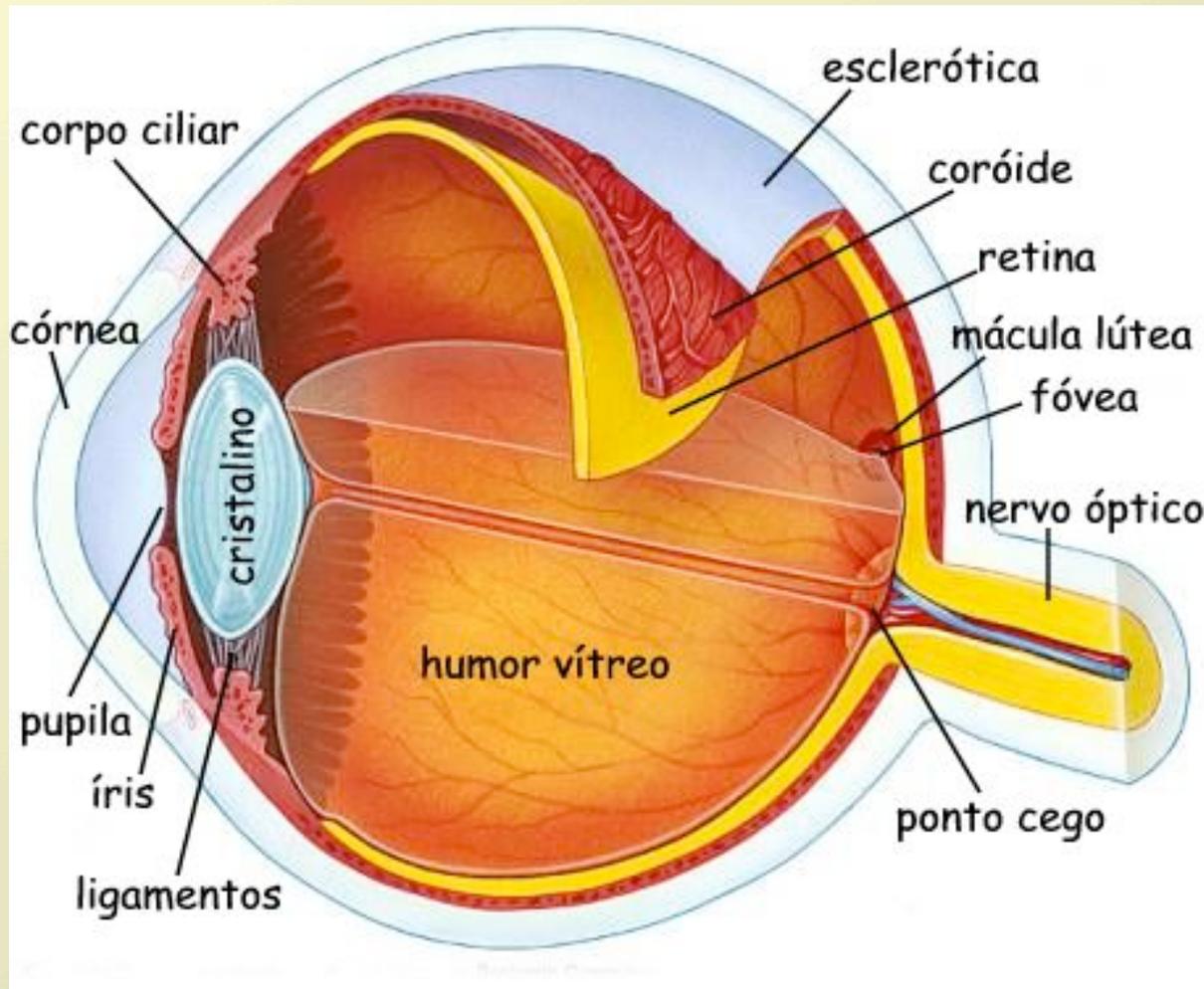


Sumário (cont)

- Display de imagens no Matlab
- Conteúdo de frequência de um sinal
 - Som e Imagem
 - Espectrograma

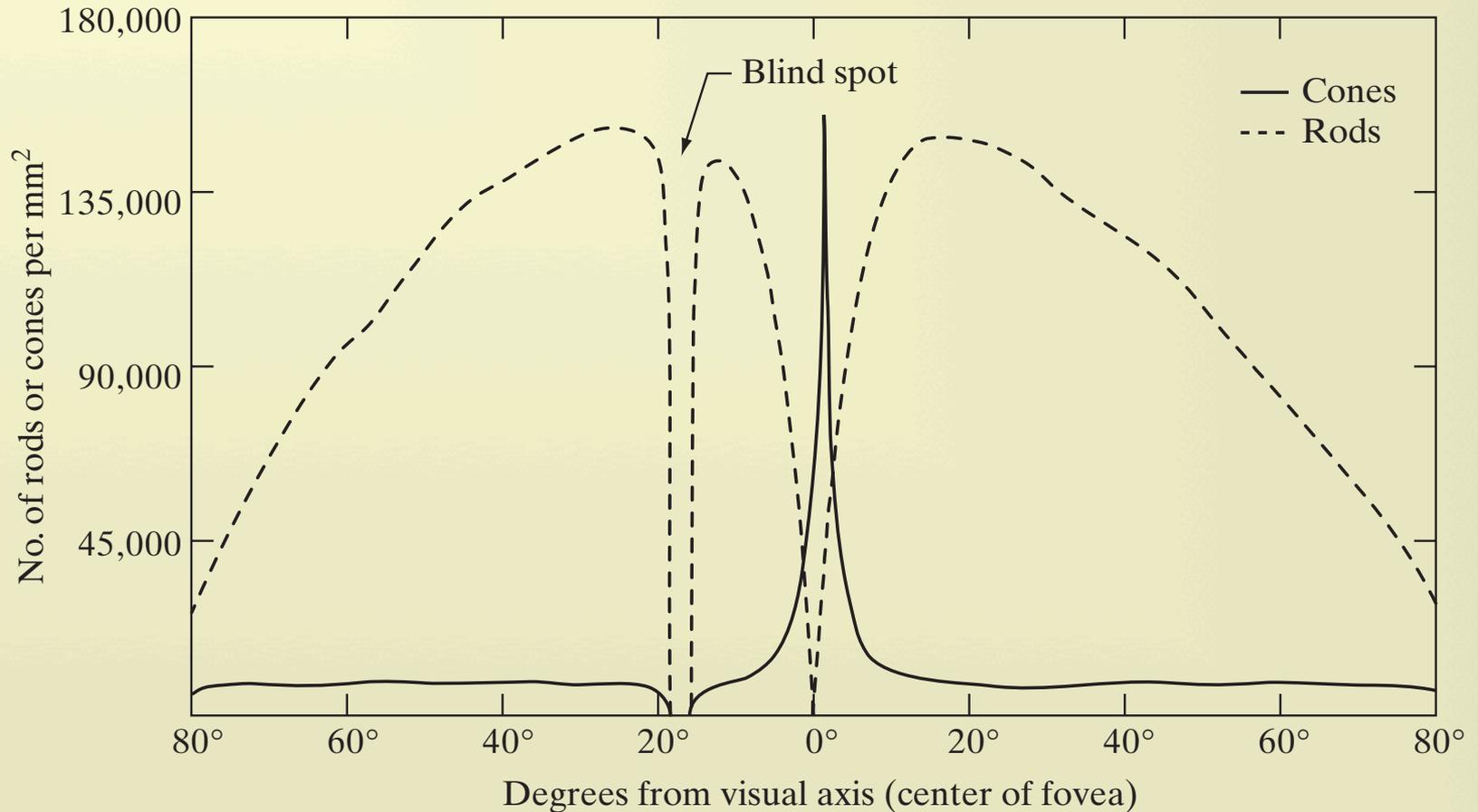


O Olho Humano



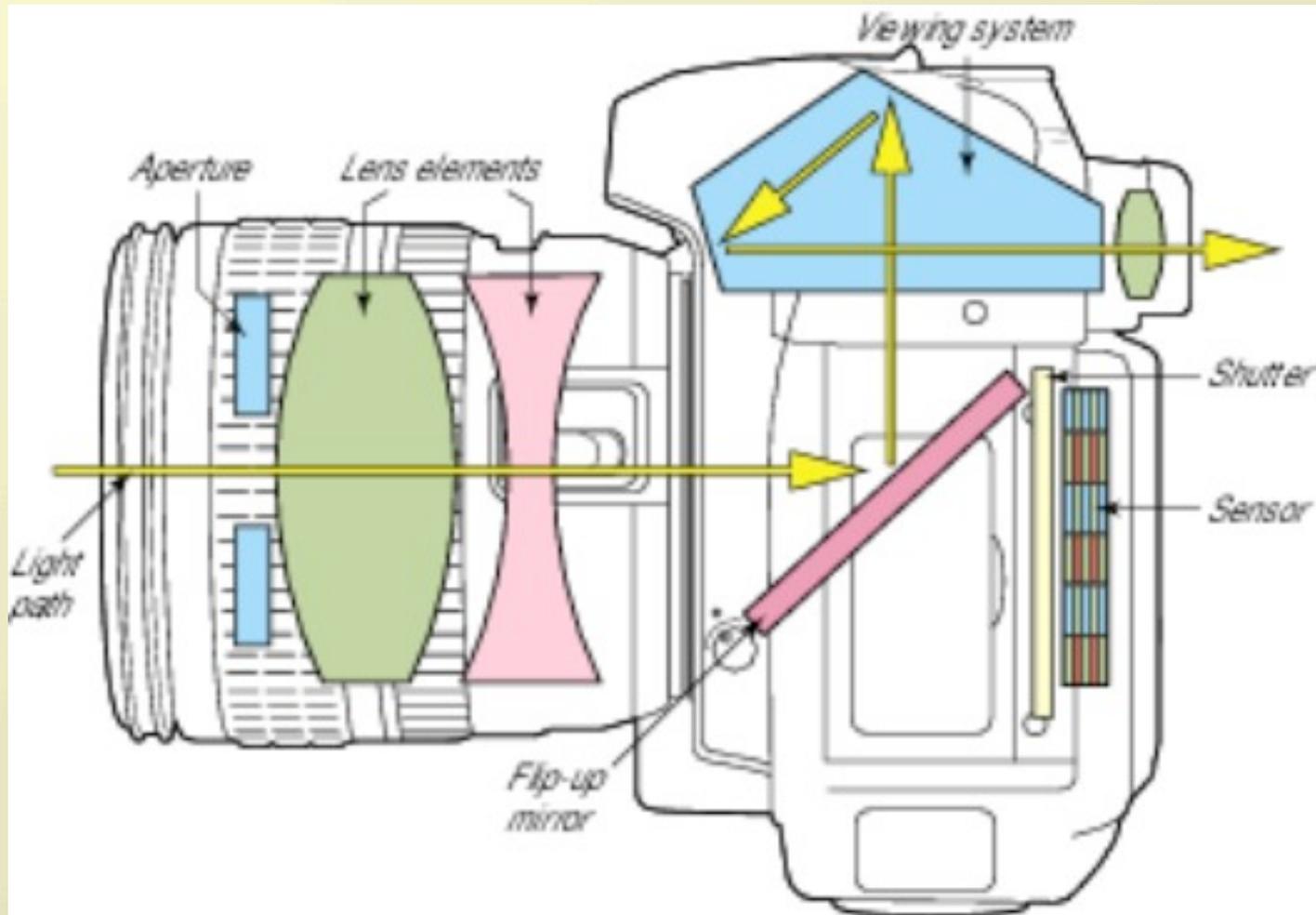


Densidade de Sensores do Olho



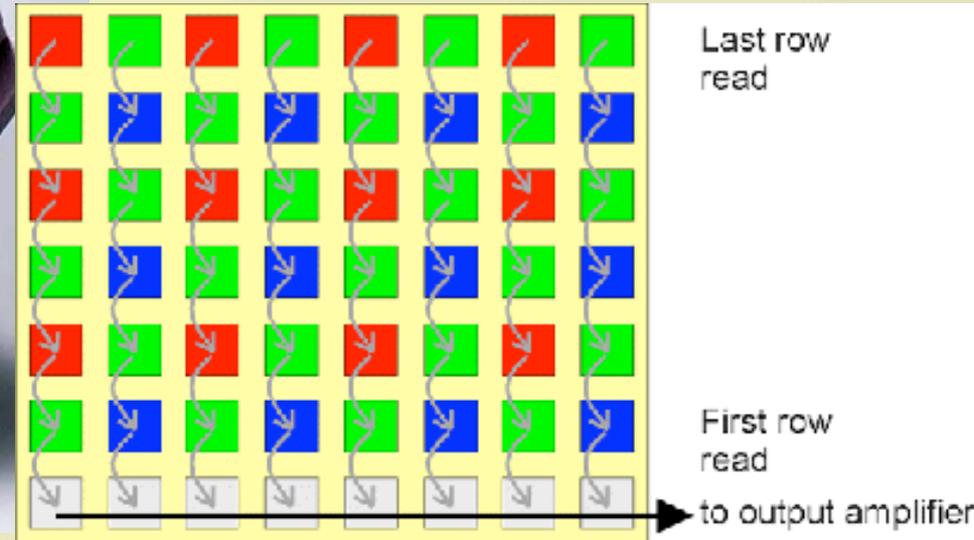
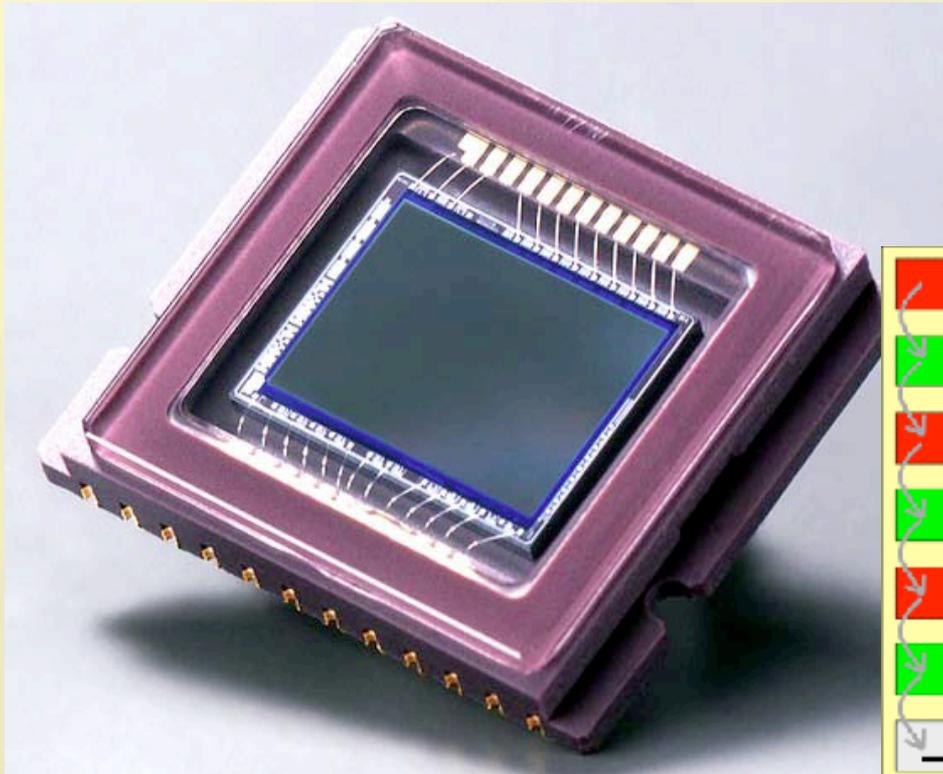


Olhos Artificiais





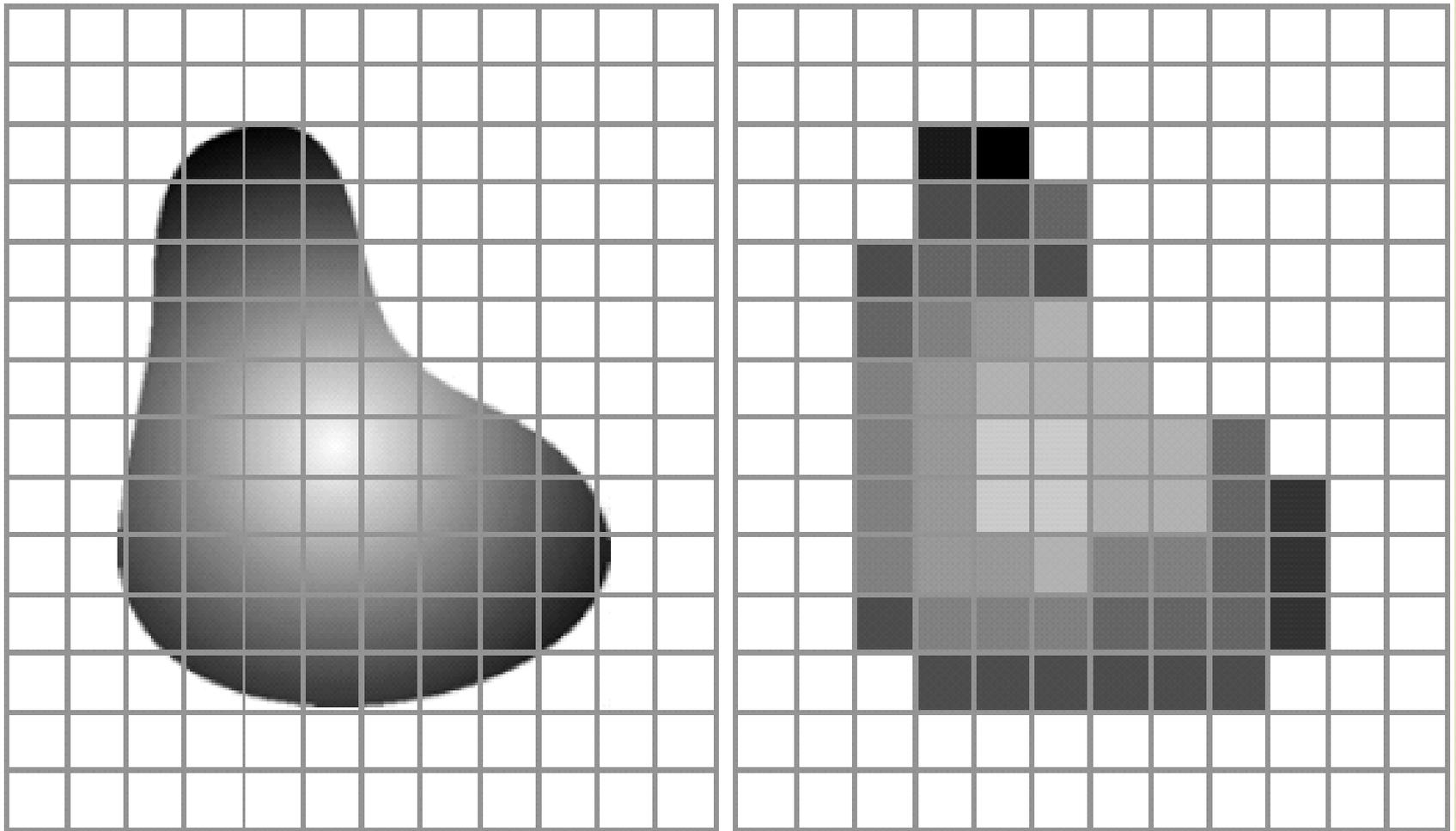
CCD – A Retina Artificial



Exemplo de um CCD – Charge-Coupled Device. Inventado em 1969



Amostragem





Efeito da Resolução



800×532



200×133



100×67



50×34



Efeito da Resolução



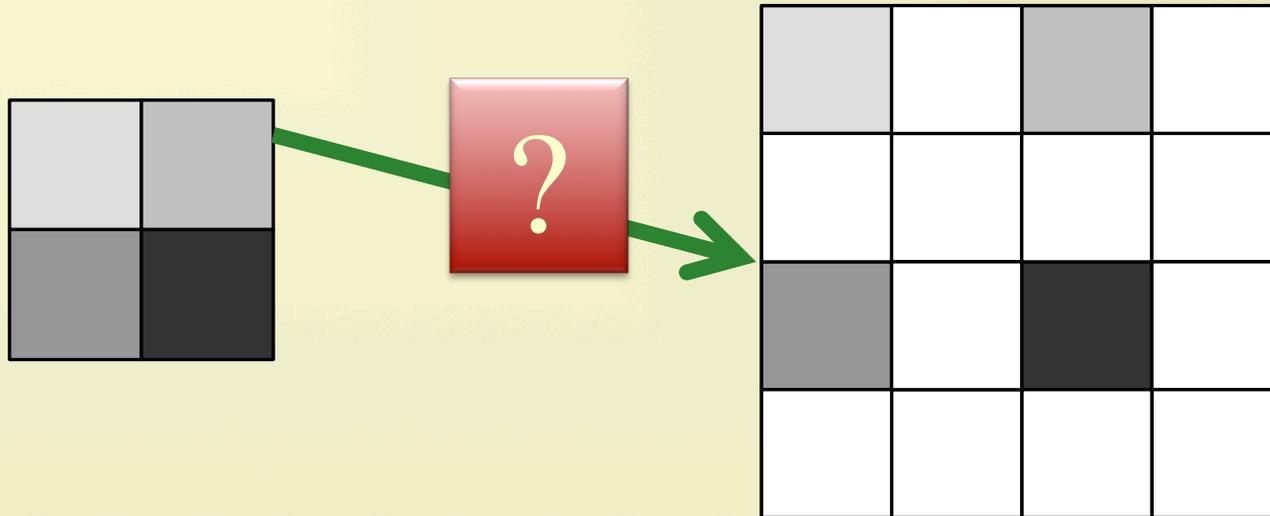


Re-amostragem

- É muito frequente a resolução da imagem não coincidir com a resolução do “display” pelo que se torna necessário realizar uma mudança na dimensão da imagem.
- Este processo costuma ser designado por zoom na linguagem comum
- A operação que é necessário realizar é a de re-amostragem



Aumento da Dimensão de uma Imagem



Neste exemplo a imagem é aumentada para o dobro da dimensão original

O que colocar nos pixéis novos?

Repetir o valor do pixel original

Colocar um valor que tenha em conta os pixéis adjacentes

(Interpolação)



Aumento da Dimensão de uma Imagem

- Repetição do valor dos pixéis

| Binary | Oct | Dec | Hex |
|----------|-----|-----|-----|
| 000 0000 | 000 | 0 | 00 |
| 000 0001 | 001 | 1 | 01 |
| 000 0010 | 002 | 2 | 02 |
| 000 0011 | 003 | 3 | 03 |

Original

| Binary | Oct | Dec | Hex | Abbr | |
|----------|-----|-----|-----|------|--|
| 000 0000 | 000 | 0 | 00 | NUL | |
| 000 0001 | 001 | 1 | 01 | SOH | |
| 000 0010 | 002 | 2 | 02 | STX | |
| 000 0011 | 003 | 3 | 03 | ETX | |



Aumento da Dimensão de uma Imagem

- Utilização da interpolação para obter a imagem aumentada

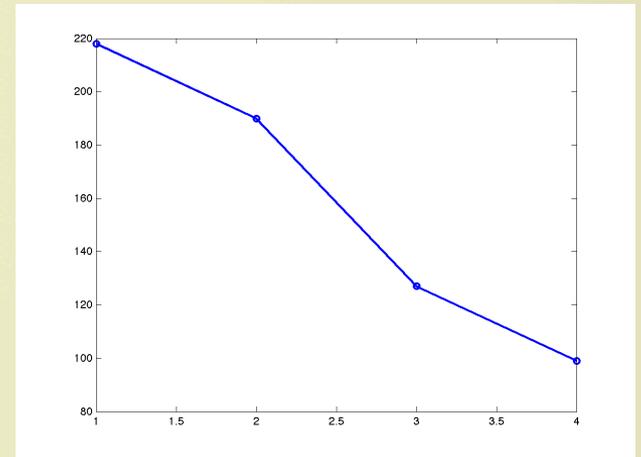
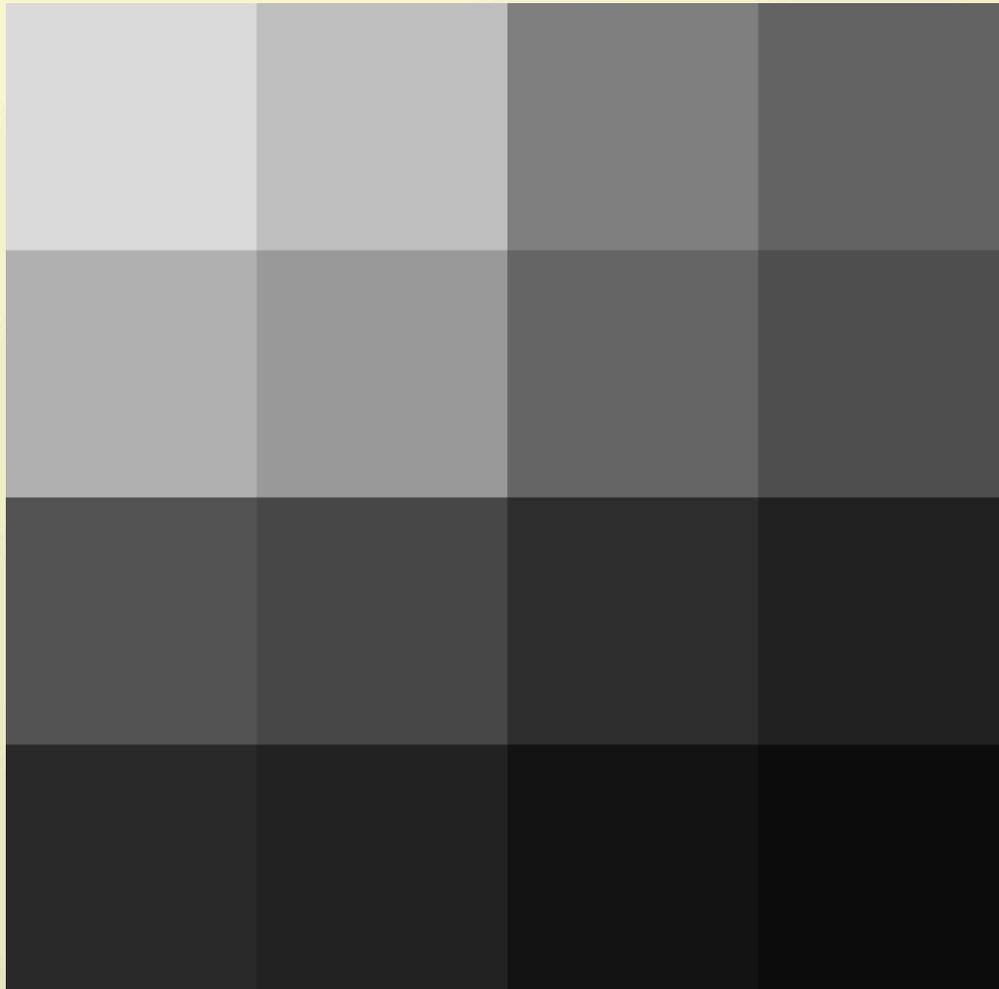
| Binary | Oct | Dec | Hex |
|----------|-----|-----|-----|
| 000 0000 | 000 | 0 | 00 |
| 000 0001 | 001 | 1 | 01 |
| 000 0010 | 002 | 2 | 02 |
| 000 0011 | 003 | 3 | 03 |

Original

| Binary | Oct | Dec | Hex | Abbr |
|----------|-----|-----|-----|------|
| 000 0000 | 000 | 0 | 00 | NUL |
| 000 0001 | 001 | 1 | 01 | SOH |
| 000 0010 | 002 | 2 | 02 | STX |
| 000 0011 | 003 | 3 | 03 | ETX |



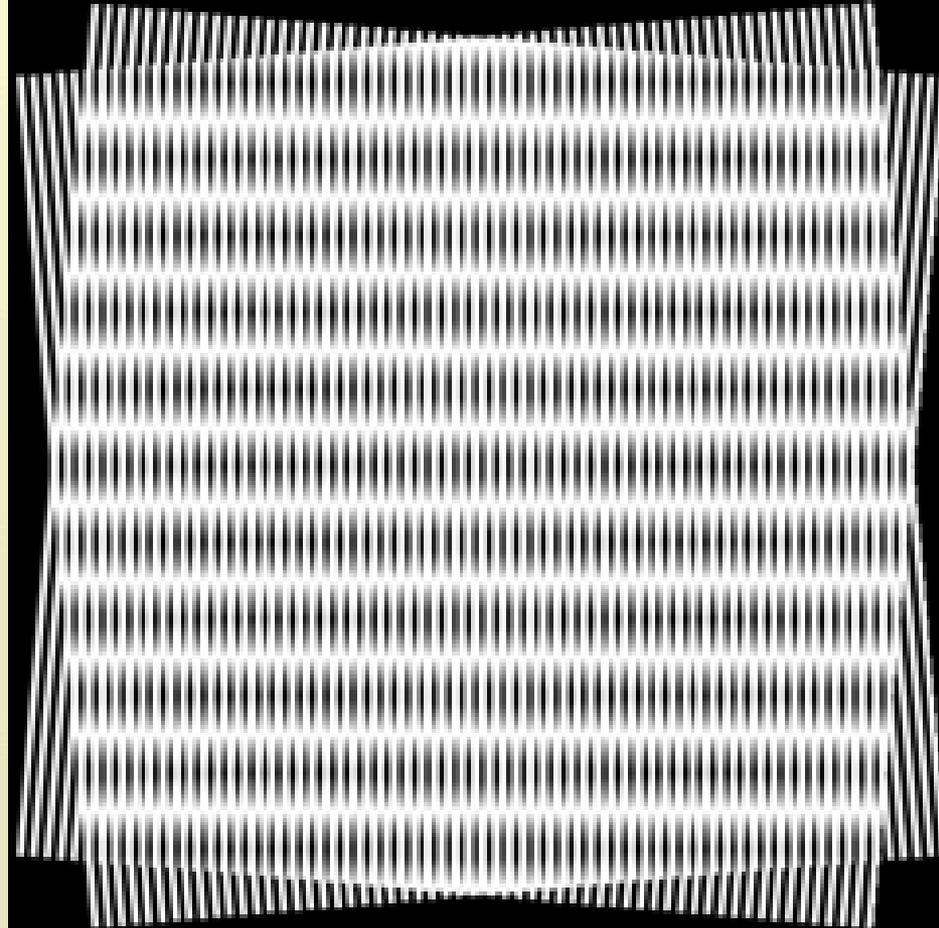
Aumento da Dimensão de uma Imagem - Detalhe



Valor dos pixels da primeira linha da imagem

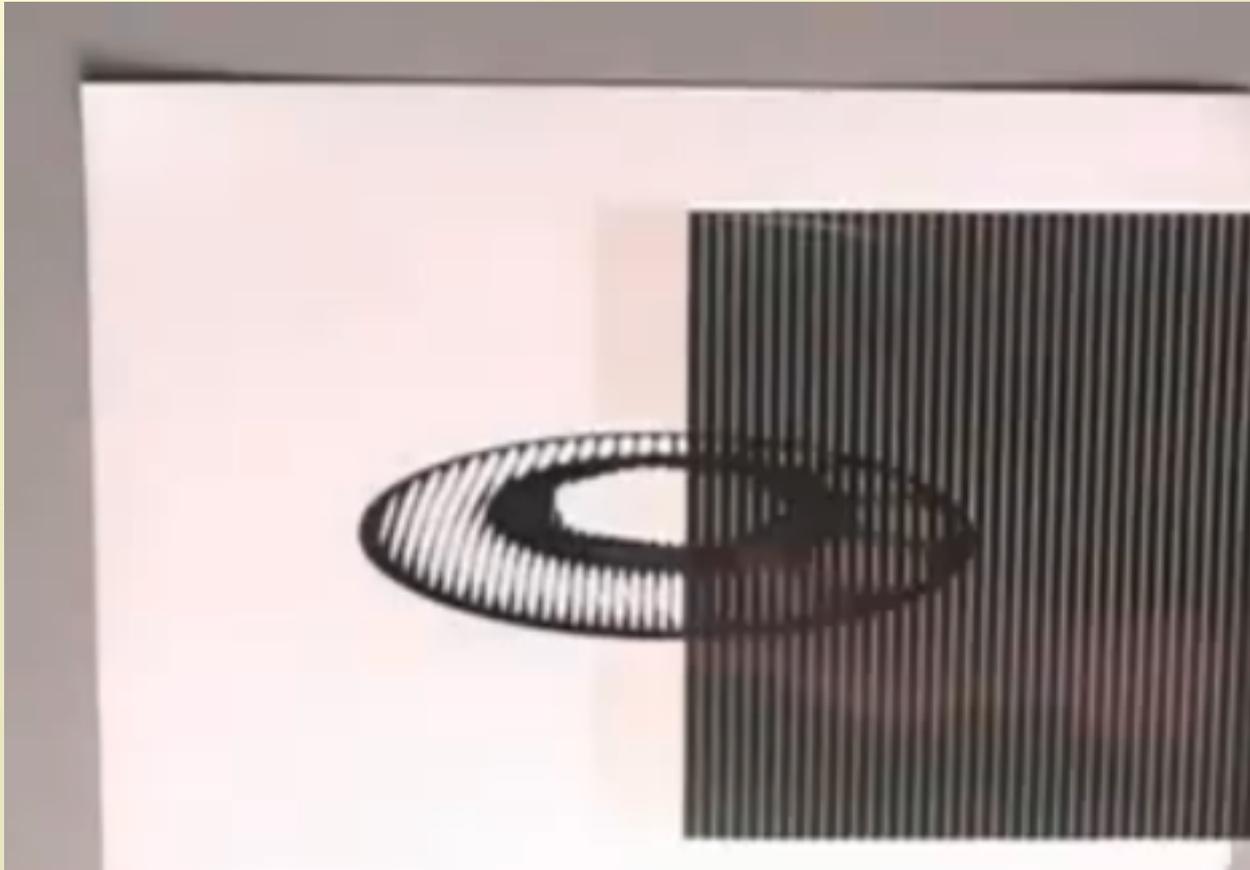


Aliasing em Imagem





Aliasing em Imagem



http://www.youtube.com/watch?v=zdW7PvGZ0uM&playnext=1&list=PL2F6E056B13C904AB&feature=results_main
<http://blog.alexbeutel.com/135/image-aliasing-of-plane-propellers-in-photos-and-video/>



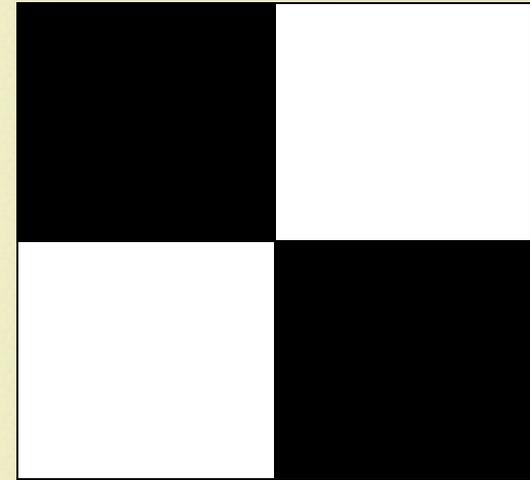
Representação de Imagens Digitais

- Uma imagem a preto-e-branco pode ser representada como uma matriz.
- Cada ponto da imagem é associado a um elemento da matriz.
- Cada elemento numérico da matriz representa o nível de cinzento do ponto associado da imagem.



Imagens Binárias

$$I = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \Leftrightarrow$$



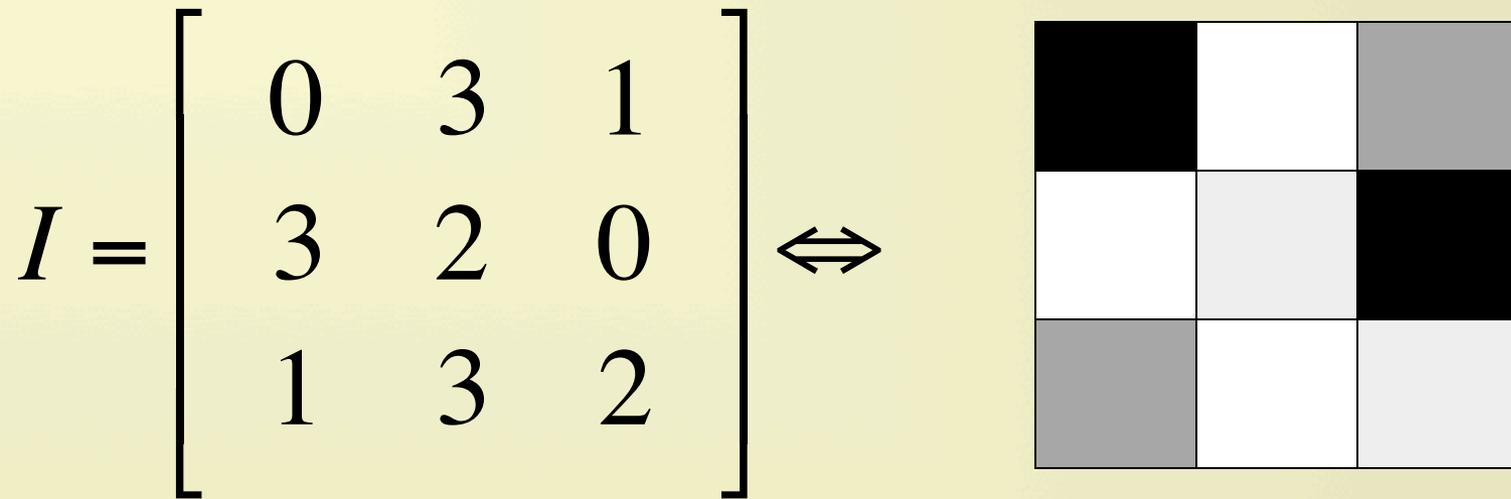
Código utilizado

1 – Branco

0 - Preto



Imagens de Intensidade

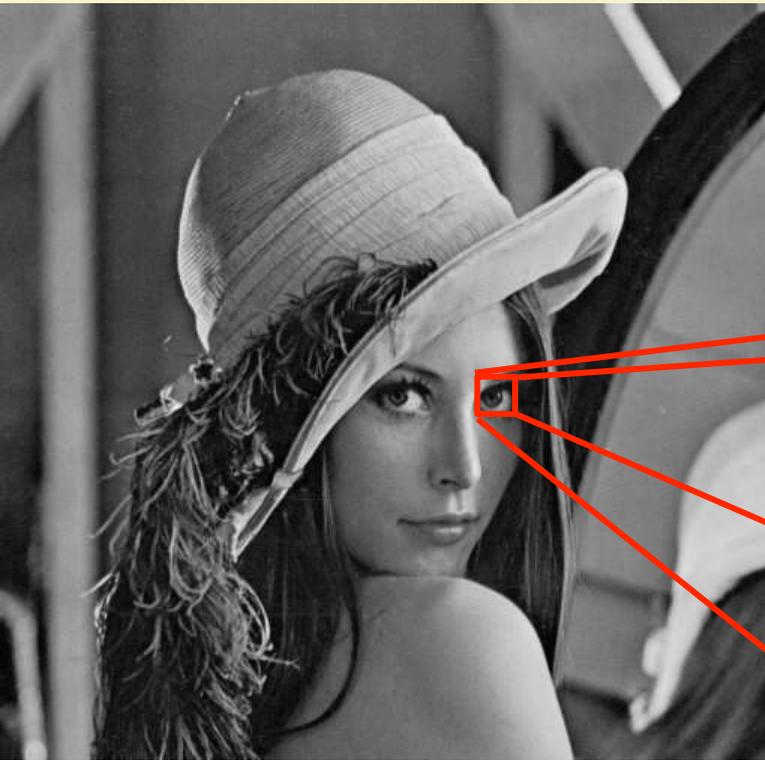


Código utilizado

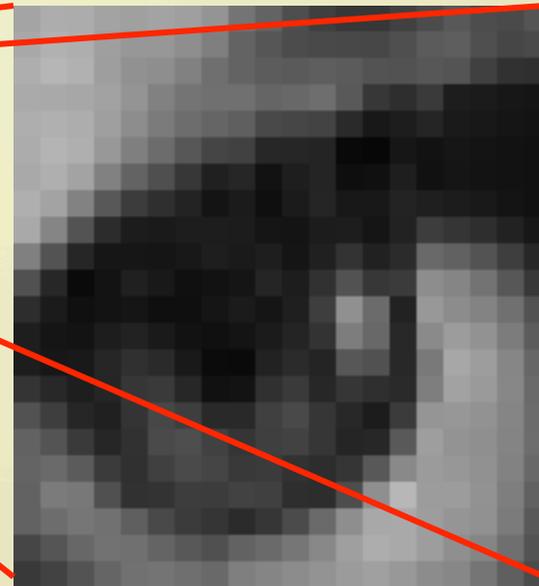
- 3 – Branco
- 2 – Cinza claro
- 1 – Cinza escuro
- 0 – Preto



Imagens de Intensidade



Numa imagem de níveis de cinzento, cada pixel pode ser representado por um byte, tendo-se assim 256 níveis possíveis



Código
utilizado

255 – Branco
1:254 – Cinzas
0 – Preto



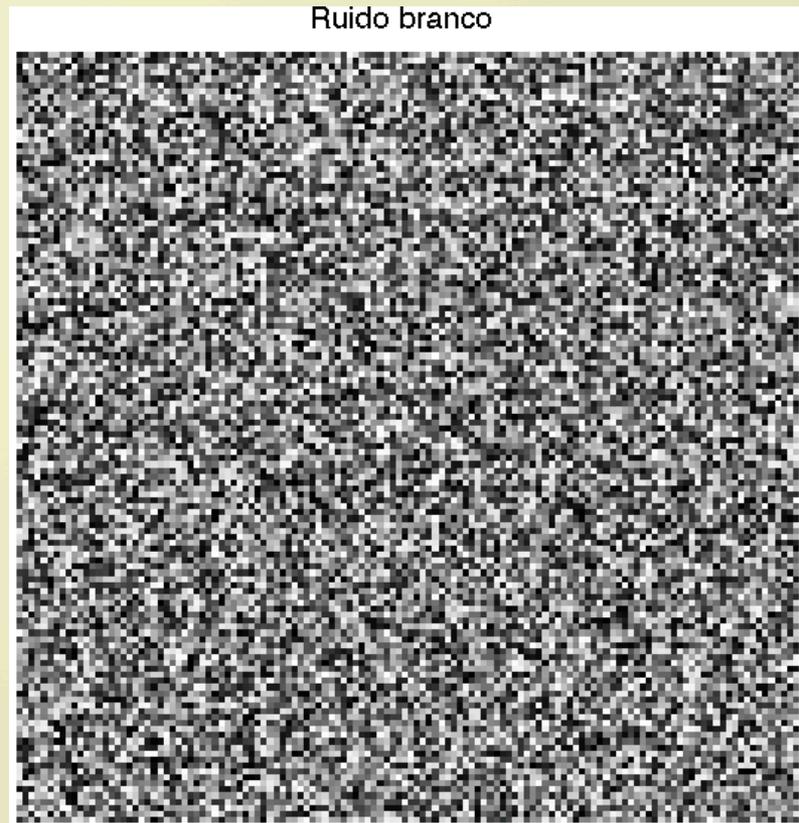
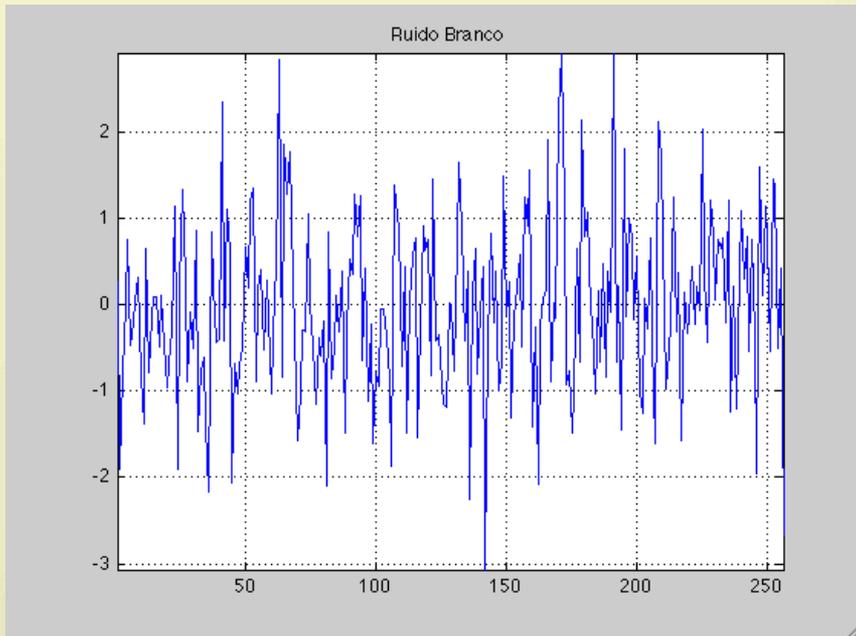
Informação numa Imagem



Intensidade do sinal na linha assinalada. Nas zonas mais claras a imagem tem valores mais elevados.



Exemplo de uma imagem de ruído



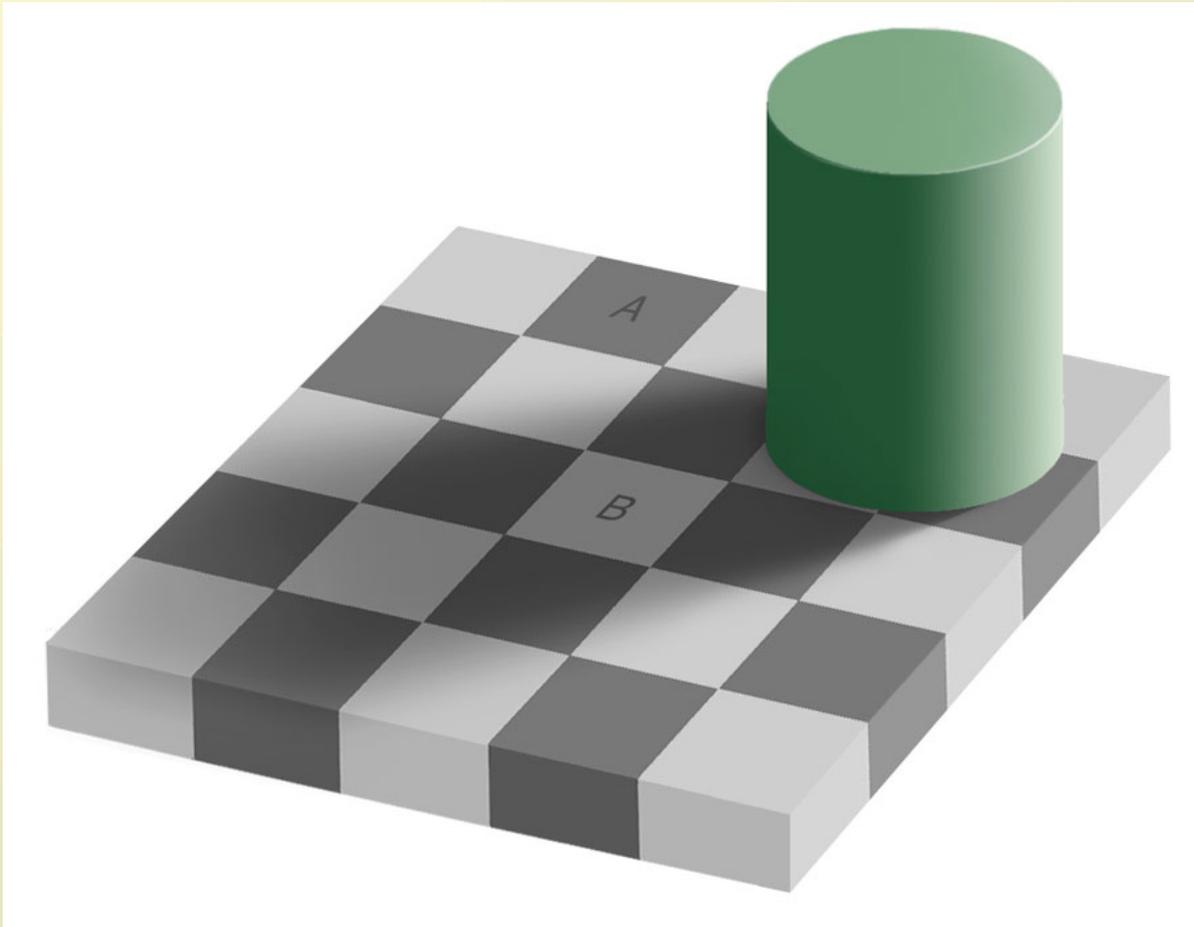


Espaço ocupado por uma imagem a preto e branco

- Uma imagem que tenha N por M píxeis e que utilize para cada pixel um byte para representar a intensidade necessita de $N \times M$ bytes para ser armazenada.
- Problema: Uma câmara fotográfica a preto e branco com 1688×1248 píxeis quanto espaço de memória necessita para armazenar uma imagem?



Curiosidade



Os quadrados A e B apesar de parecerem de níveis de cinza diferentes têm exactamente o mesmo valor. Encontre uma forma de o provar.



Imagens a Cores

Nas imagens a cores, cada ponto é composto pelas seguintes cores:

Encarnado

Verde

Azul

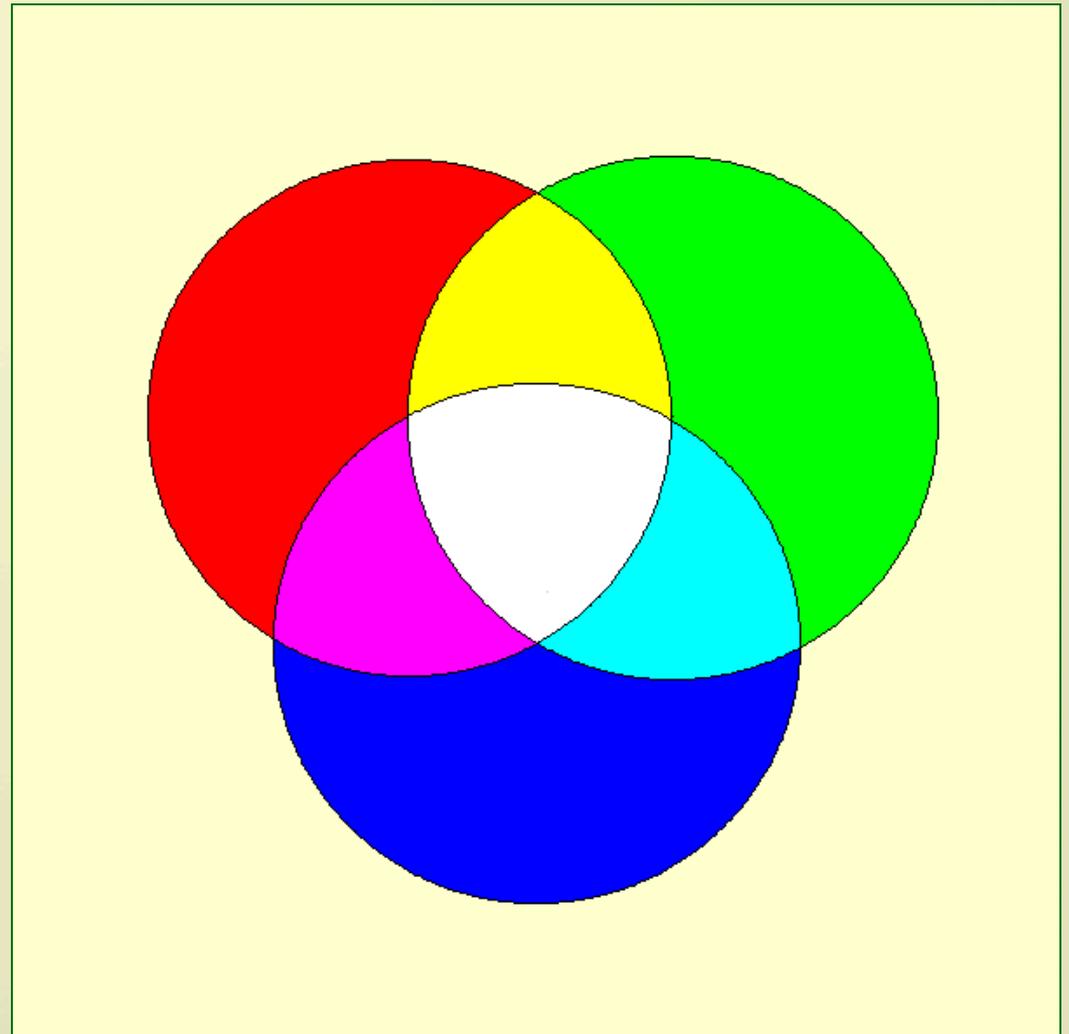


Imagens a Cores

A combinação das três cores base permite formar qualquer outra cor

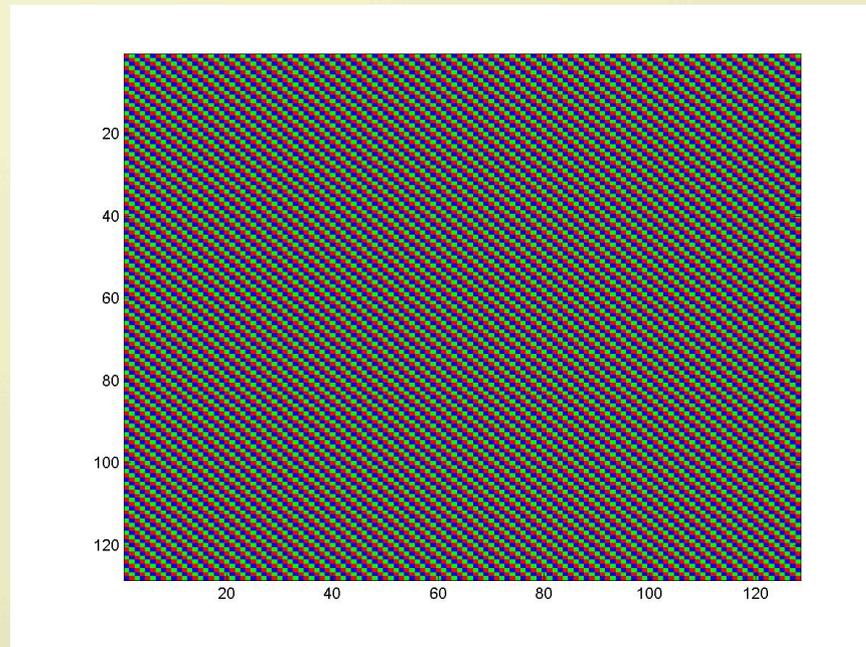
Veja uma animação deste efeito em

<http://www.colorado.edu/physics/2000/tv/colortv.html>



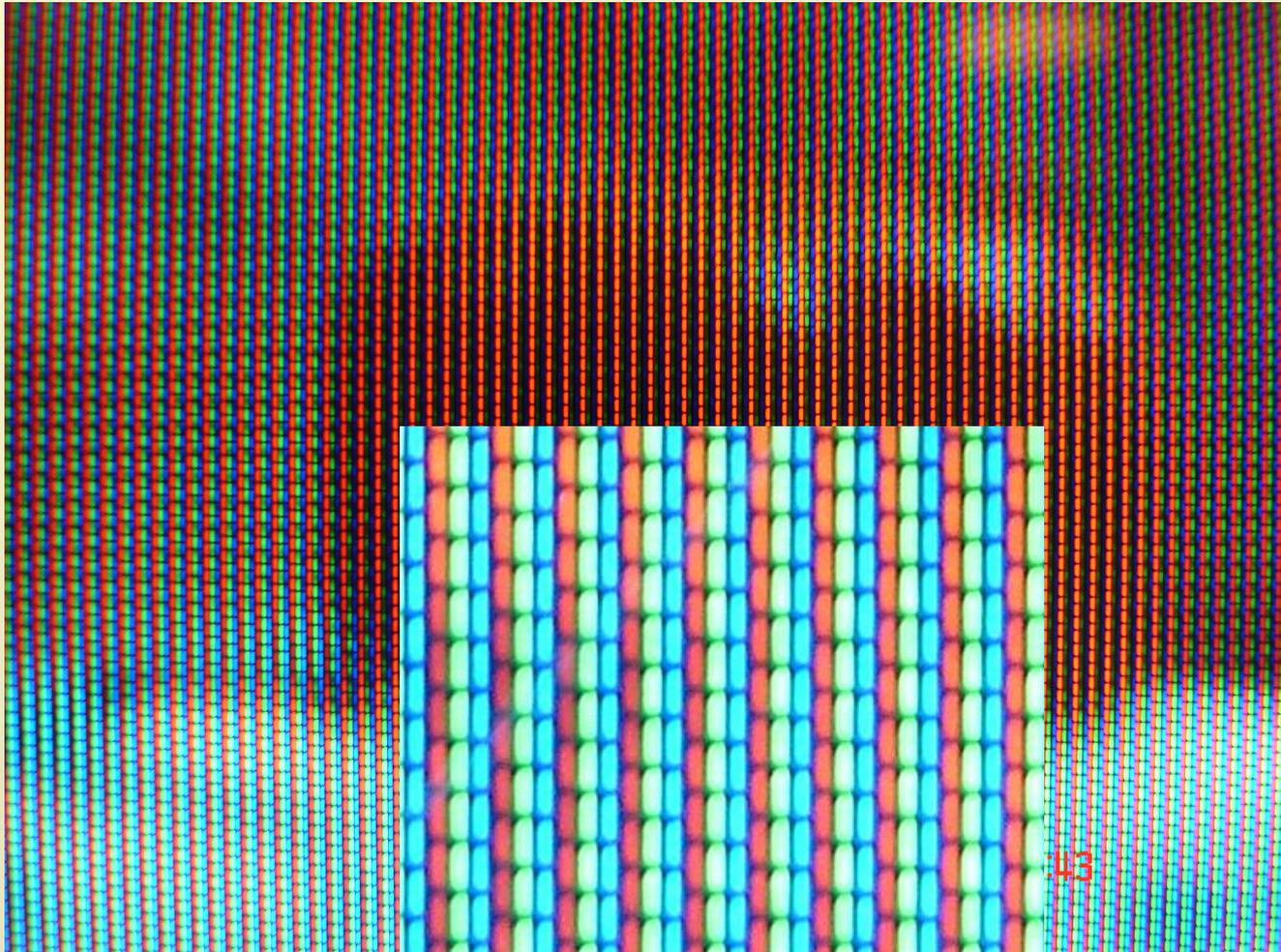


Exemplo do Efeito Visual de Combinação de Cores





Cor nas Televisões

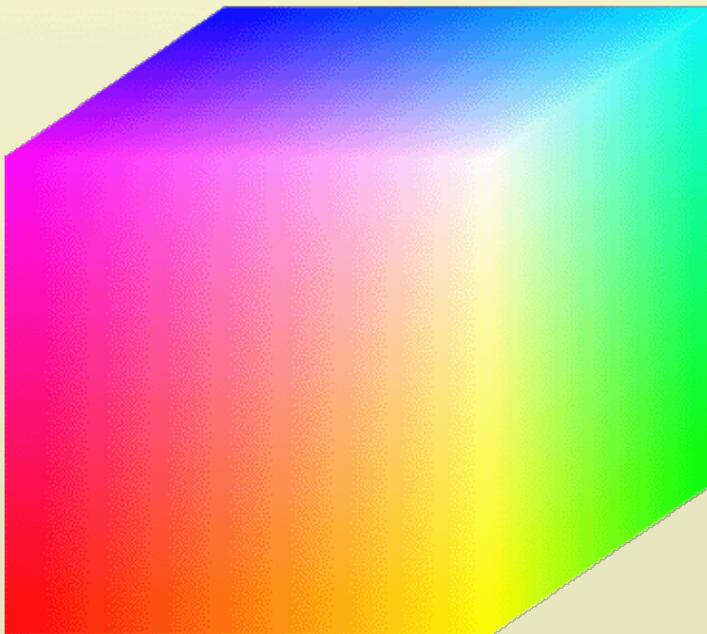


Fotografia do ecran CRT de uma televisão. Na ampliação consegue-se distinguir claramente que cada pixel tem três cores RGB / Red Green and Blue).



Espaço de Cores

- Uma imagem RGB com um byte para cada cor permite gerar $256 \times 256 \times 256 = 16\,777\,216$ de cores diferentes



- No entanto, consegue-se obter uma imagem de boa qualidade utilizando um conjunto de cores mais limitado.
- O valor RGB dessas cores pode ser guardado numa tabela que acompanha a imagem

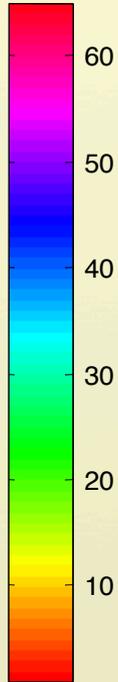


Tabelas de Cor

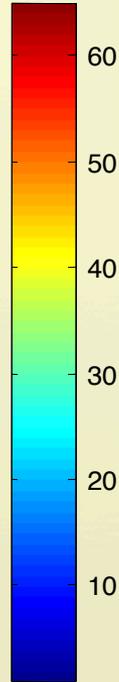
- Matrizes ($N \times 3$) que relacionam cor e intensidade.
 - Uma coluna para **R** (red), outra para **G** (green) e outra para **B** (blue).
- No Matlab os valores dos elementos das tabelas de cor (mapas de cor) estão entre 0 e 1.
- Adicionar o mapa de cor a imagens
`colormap("mapa"(N)), colorbar;`
% N é o número de cores
- Determinar o mapa corrente
`map = colormap`



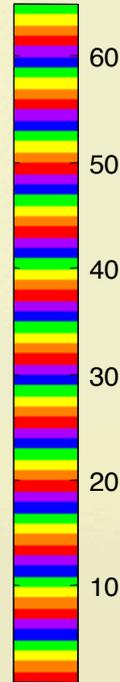
Tabelas de cor pré-definidas no Matlab



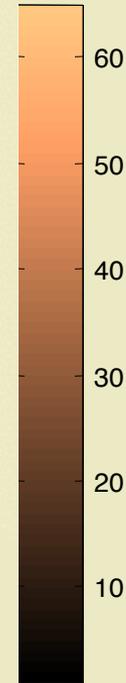
hsv



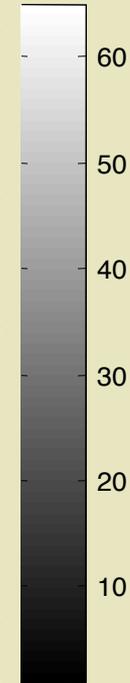
jet



prism



copper



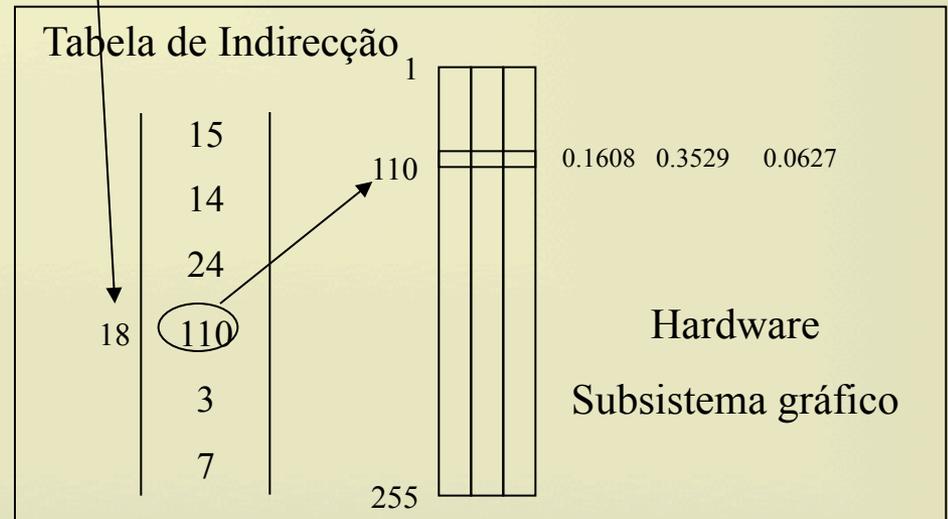
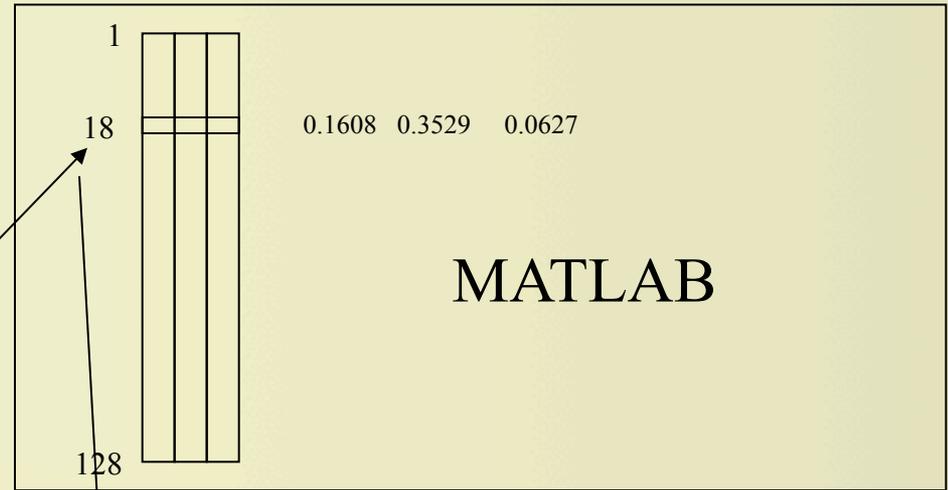
gray



Imagens Indexadas



| | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|
| 14 | 17 | 21 | 21 | 53 | 50 |
| 5 | 8 | 5 | 8 | 10 | 30 |
| 15 | 18 | 31 | 31 | 18 | 15 |
| 18 | 31 | 31 | 18 | 16 | 16 |





Imagens RGB



3 matrizes de intensidade: uma para cada cor

| | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| | | 0.2642 | 0.3208 | 0.3962 | 0.3962 | 1.0000 | 0.9434 | |
| | | 0.0943 | 0.1509 | 0.0943 | 0.1509 | 0.1887 | 0.5660 | |
| 0.2642 | 0.3208 | 0.3962 | 0.3962 | 1.0000 | 0.9434 | | | |
| 0.0943 | 0.1509 | 0.0943 | 0.1509 | 0.1887 | 0.5660 | | | |
| 0.2830 | 0.3396 | 0.5849 | 0.5849 | 0.3396 | 0.2830 | | | |
| 0.3396 | 0.5849 | 0.5849 | 0.3396 | 0.3019 | 0.3019 | | | |
| | | 0.2642 | 0.3208 | 0.3962 | 0.3962 | 1.0000 | 0.9434 | |
| | | 0.0943 | 0.1509 | 0.0943 | 0.1509 | 0.1887 | 0.5660 | |
| | | 0.2830 | 0.3396 | 0.5849 | 0.5849 | 0.3396 | 0.2830 | |
| | | 0.3396 | 0.5849 | 0.5849 | 0.3396 | 0.3019 | 0.3019 | |



Display de Imagens

- `imshow` é o comando que permite visualizar imagens no Matlab.

```
load trees
colormap(map)
imshow(X,map), axis image
clear all
load trees
```

```
% uma instrução da toolbox
```

```
% Proc de imagem (só para exemplo)
```

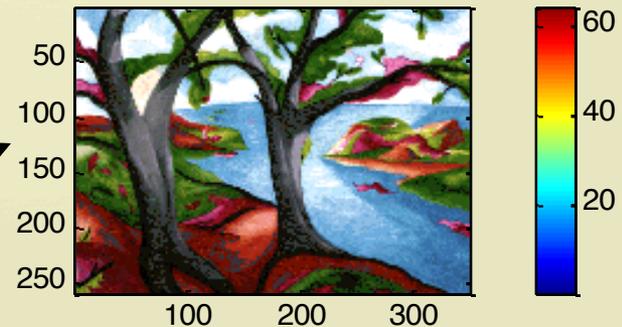
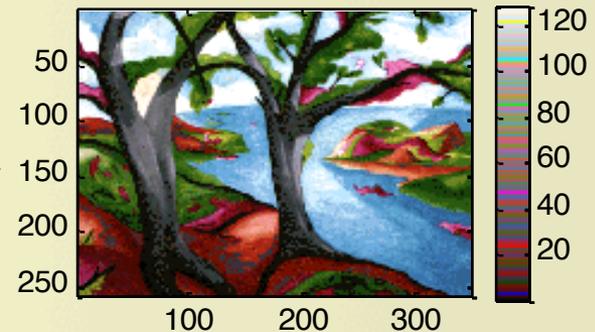
```
C = ind2rgb(X,map);
```

```
size(C)
```

```
ans =
```

```
    258    350     3
```

```
imshow(C), axis image
```





Manipulação de Imagens com o ImageJ

- ImageJ é um programa de manipulação de imagens que corre em vários sistemas operativos
 - Gratuito mas poderoso
 - <http://rsb.info.nih.gov/ij/>

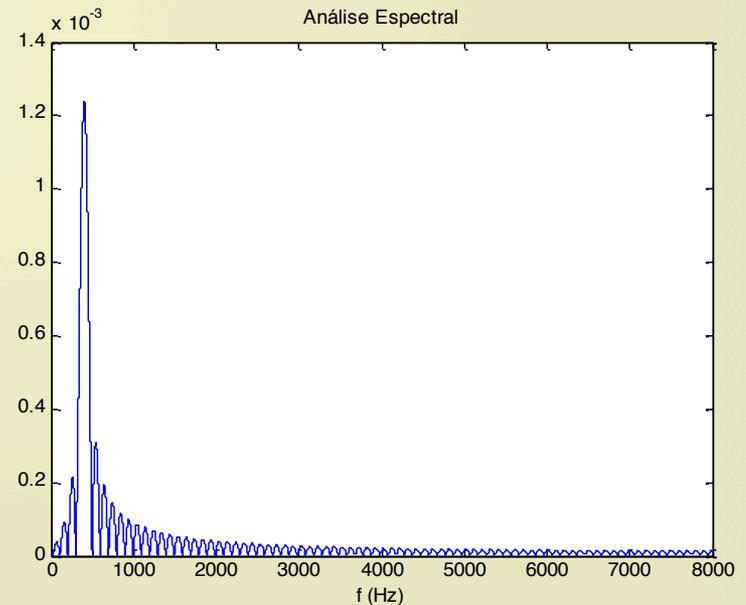
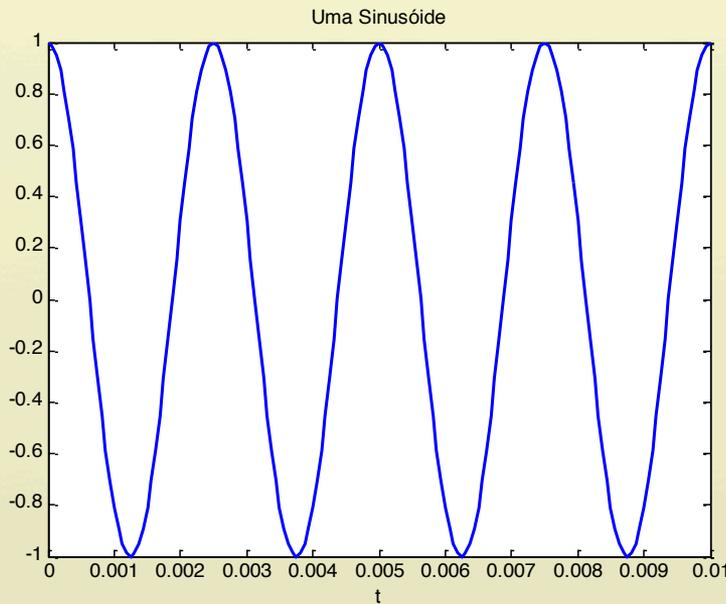


Conteúdo de Frequência de um Sinal



Análise em Frequência

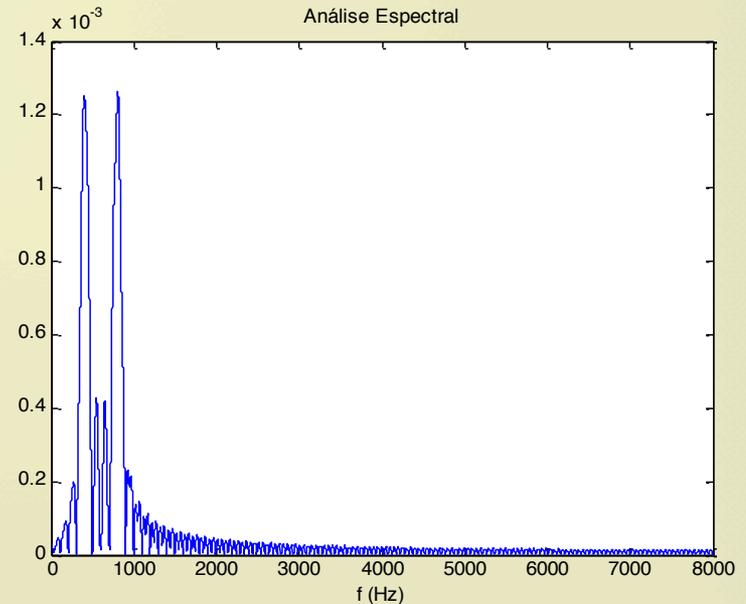
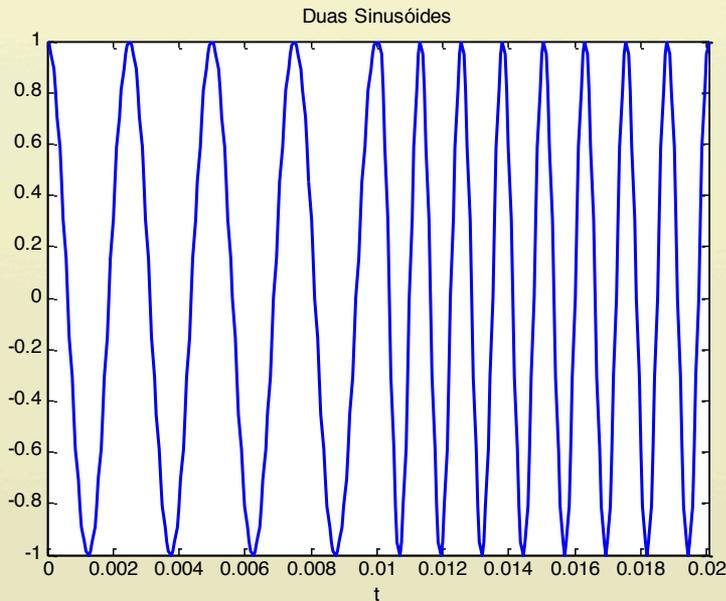
- Um analisador espectral é capaz de revelar o conteúdo de frequência de um sinal





Análise em Frequência

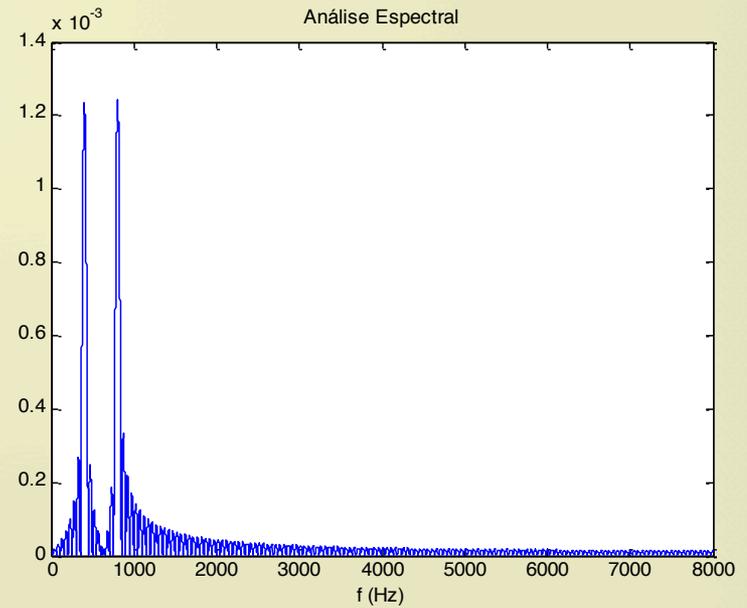
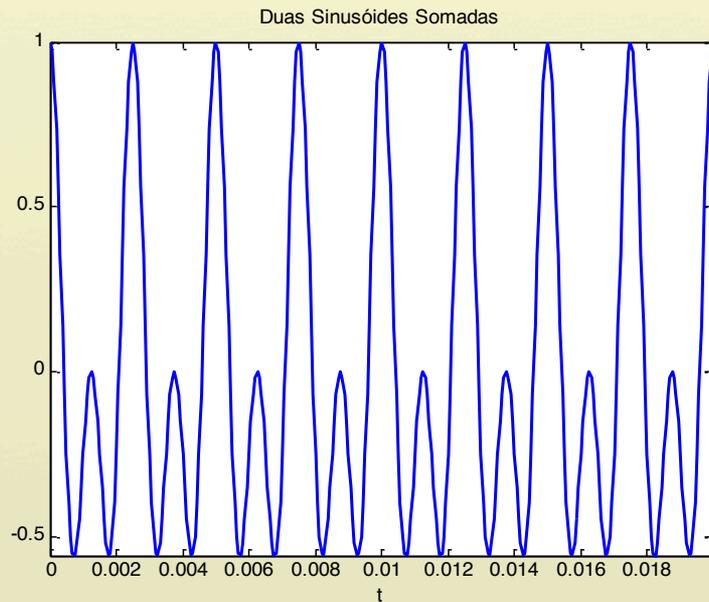
- No caso de sinais cujo o conteúdo espectral varie ao longo do tempo a análise espectral anterior não revela essa variação





Análise em Frequência

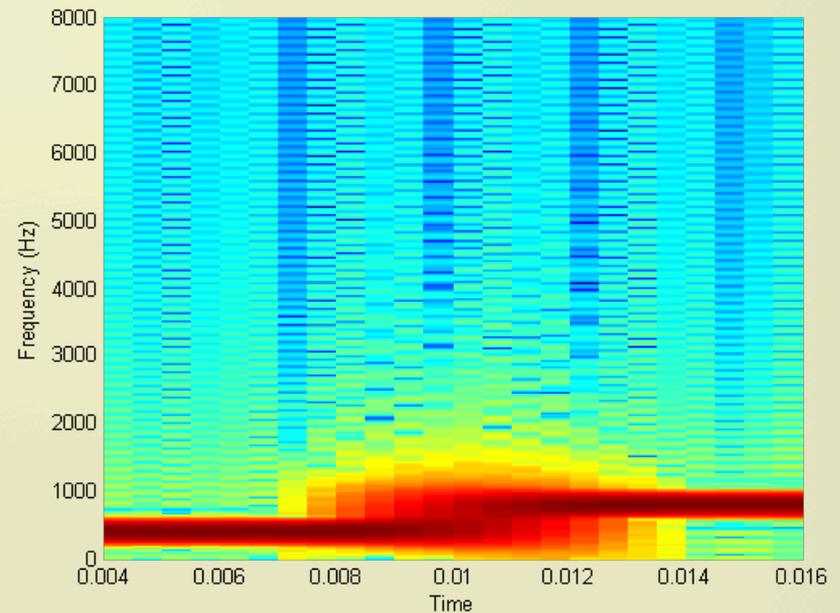
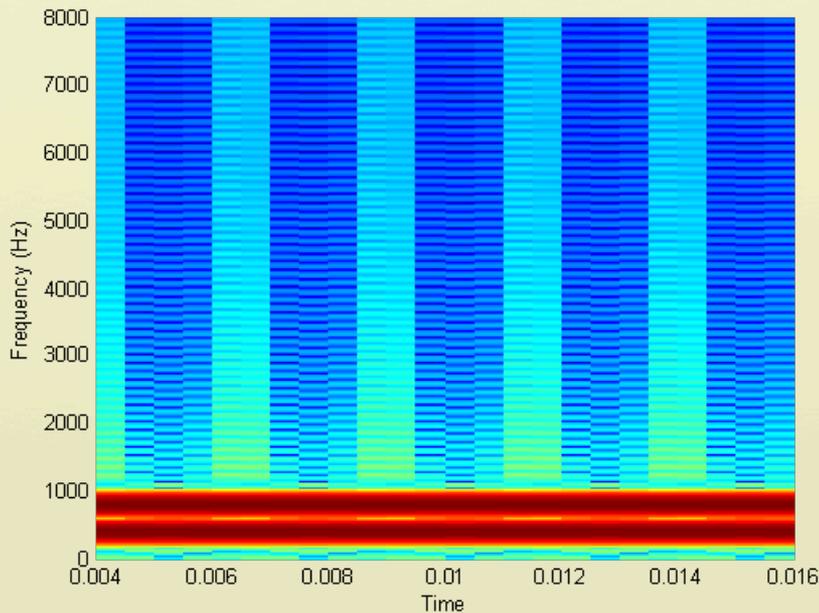
- Soma de duas sinusóides com as mesmas frequências do exemplo anterior. Os espectros são semelhantes.





Espectrograma

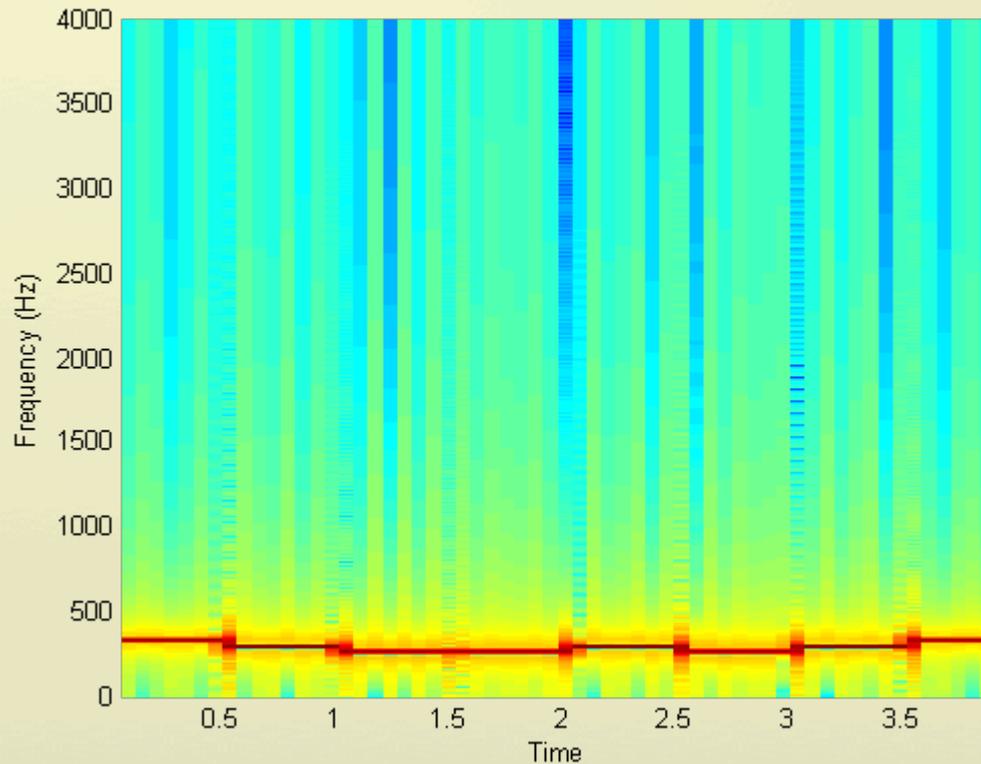
- O Espectrograma revela a forma como as componentes de frequência de um sinal variam ao longo do tempo.





Espectrograma

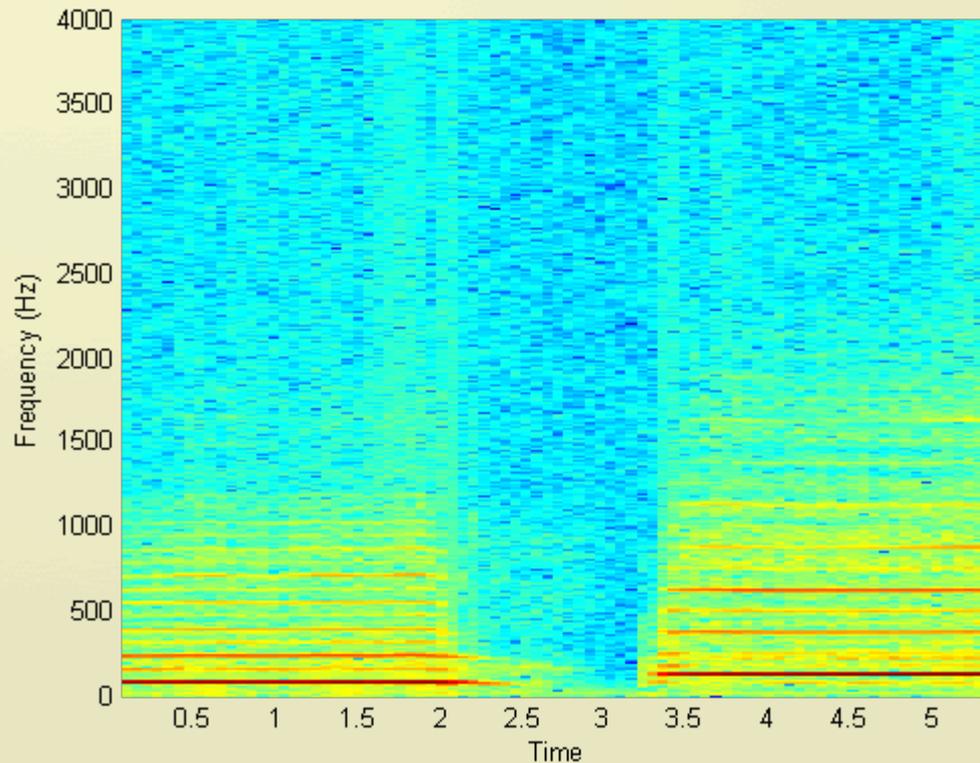
- Exemplo do conteúdo de frequência de uma música sintetizada com o Matlab.





Espectrograma

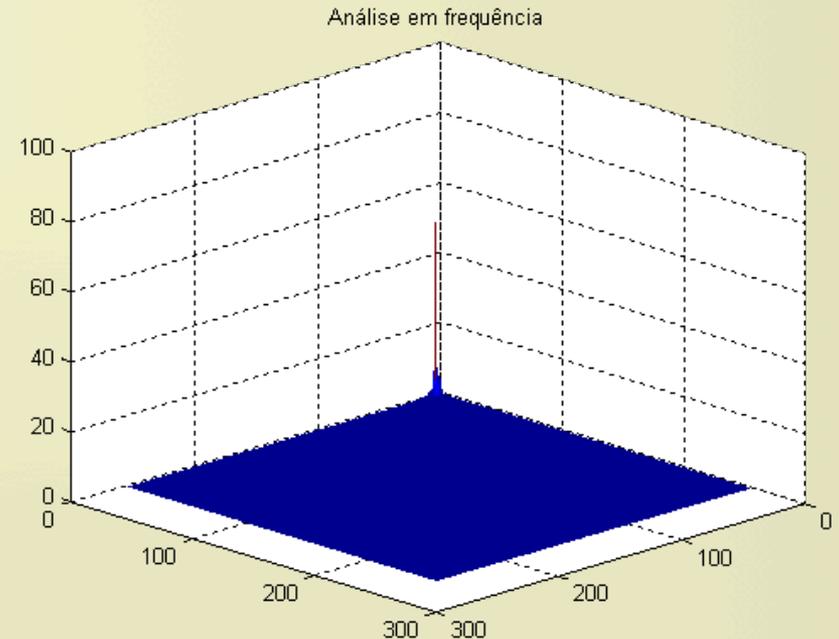
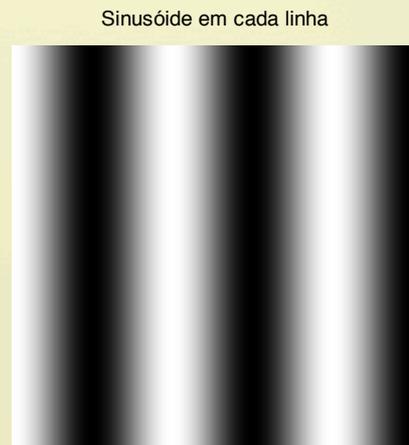
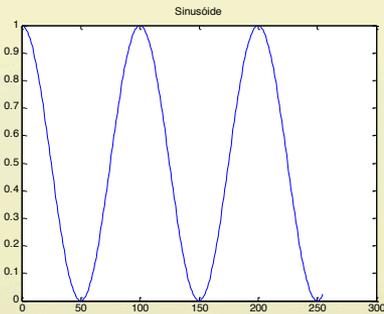
- Análise espectral do som de uma flauta





Análise de Frequência em Imagens

- O conceito de frequência também é válido no caso das imagens. Em vez de ciclos por segundo podemos falar de ciclos por metro (frequência espacial).

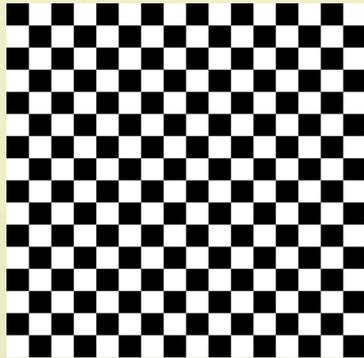




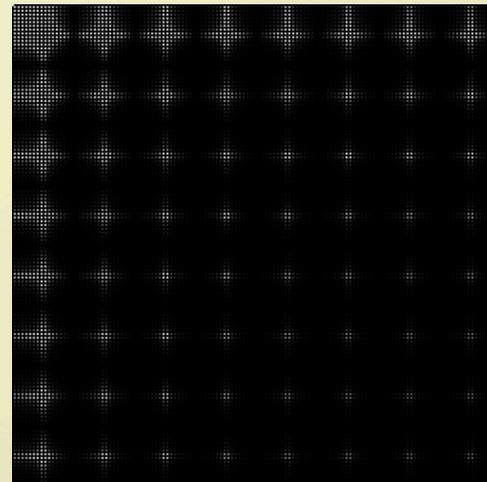
Análise de Frequência em Imagens

- Em geral as imagens têm componentes de frequência nas duas dimensões. Exemplo de um padrão em xadrez

Xadrez



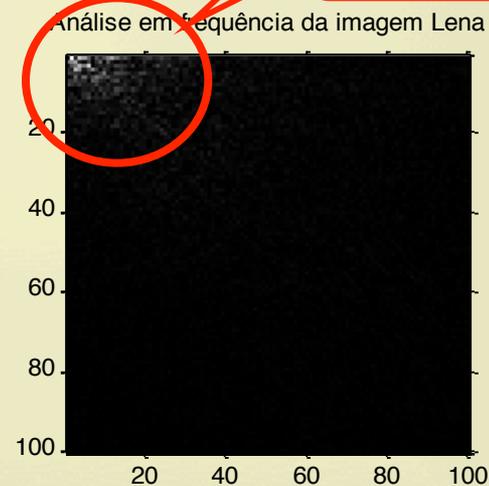
Análise em frequência





Análise de Frequência em Imagens

- Em geral, as frequências mais baixas predominam nas imagens reais



Apenas algumas componentes com valor significativo

DCT2