Fundamentos de Processamento Gráfico

Aula 2

Conceitos iniciais

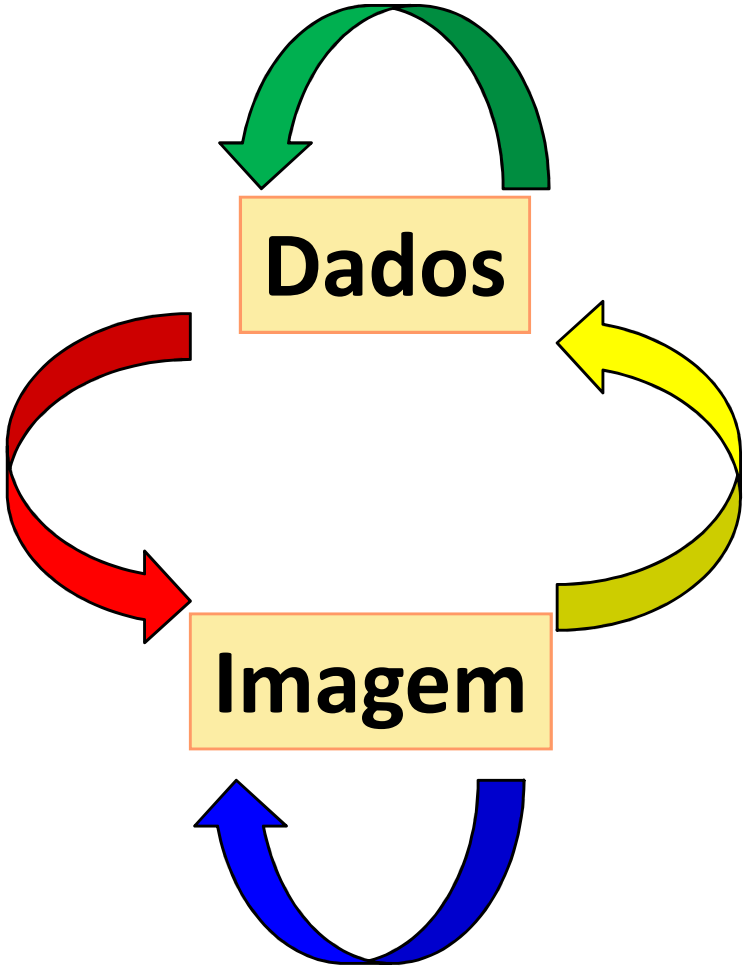
Profa. Fátima Nunes

Começando

O que é uma imagem ????

Dados versus Imagem

Processamento de Dados

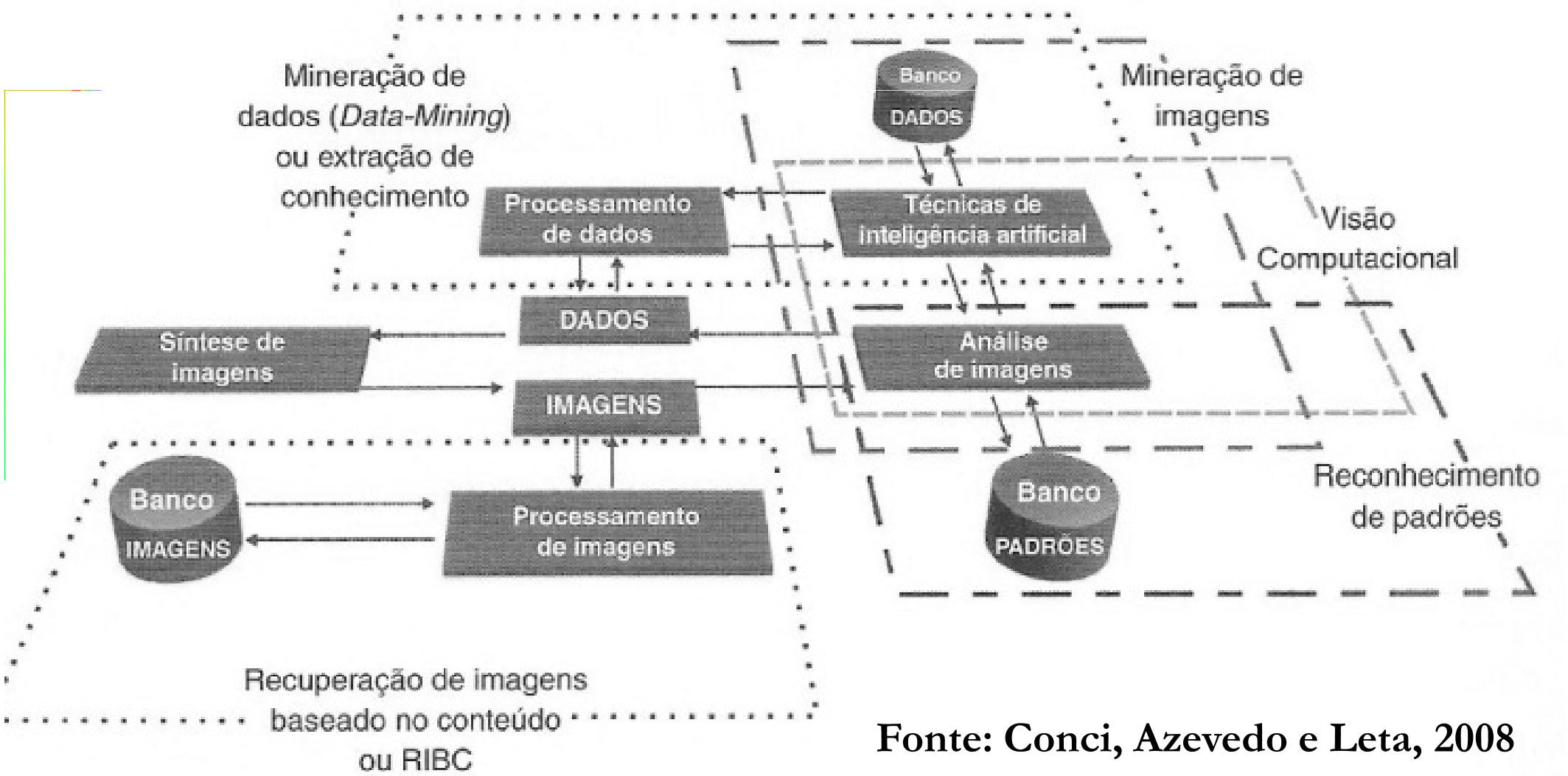


Computação Gráfica/ Visualização/ Síntese de Imagens

Visão Computacional/ Reconhecimento de padrões/ Análise de Imagens/

Processamento de Imagens

Processamento Gráfico



Fonte: Conci, Azevedo e Leta, 2008

Processamento de Imagens

Profa. Fátima L. S. Nunes

Definições

- Formação da imagem ▸ ocorre quando um sensor registra radiação que interagiu com objetos físicos.
- Imagem ▸ representação do objeto físico que pode ser armazenada, manipulada e interpretada de acordo com as necessidades do interessado.
- Matematicamente ▸ função da "intensidade luminosa" refletida do objeto.

Definições

- **Como ocorre a formação de uma imagem bidimensional?**

Definições

- No espaço bidimensional, a imagem é:

  $f(x,y)$

onde:

  - x e y são as coordenadas espaciais
  - o valor de f na coordenada espacial (x,y) fornece a intensidade, ou seja, o brilho da imagem no ponto;

Definições

- No espaço bidimensional, a imagem é:

  $f(x,y)$

onde:

  – x e y são as coordenadas espaciais

Em que intervalo estão essas coordenadas?

Definições

- Resolução espacial:
  - depende da amostragem da imagem
  - em geral: quantidade de pixels por polegada (ppp) = *dots per inch* (dpi)

Definições

- Resolução espacial:
  - depende da amostragem da imagem
  - em geral: quantidade de pixels por polegada (ppp) = *dots per inch* (dpi)
  - O que significa uma imagem ter *300 dpi?*

Definições

- a imagem depende da “quantidade de luz” incidente na cena e da “quantidade de luz” refletida pelos objetos da cena.

$$f(x,y) = i(x,y).r(x,y)$$

onde:

- i(x,y) depende da fonte de luz ($0 < i(x,y) < \infty$);
- r(x,y) depende do tipo de material que compõe o objeto ($0 \leq r(x,y) \leq 1$). Assume o valor 0 para absorção total e o valor 1 para reflexão total.

Definições

- Um caso especial de imagem é constituído pelas imagens digitais ‣ representação consiste em um vetor de valores discretos.

- Geralmente este vetor é unidimensional e o domínio e imagem de f(x,y) são também discretos.

- O domínio é finito (geralmente uma matriz retangular) e o conjunto imagem é formado por valores no intervalo [0,M].

Definições

- Um caso especial de imagem é constituído pelas imagens digitais ‣ representação consiste em um vetor de valores discretos.

- Geralmente este vetor é unidimensional e o domínio e imagem de f(x,y) são também discretos.

- O domínio é finito (geralmente uma matriz retangular) e o conjunto imagem é formado por valores no intervalo [0,M].

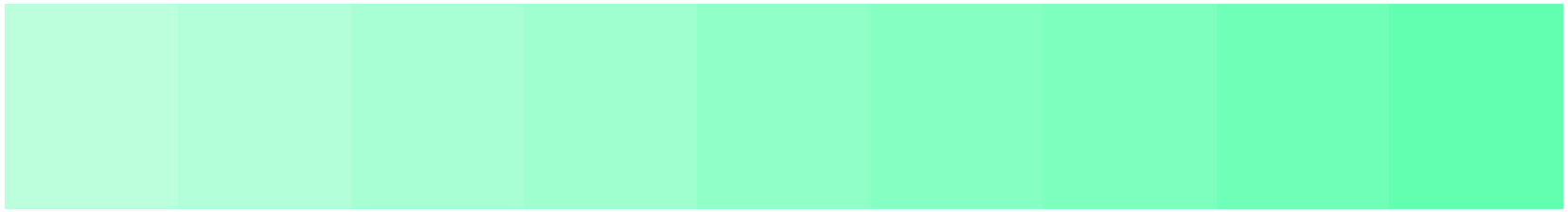
- **O que é *M*?**

Definições

- **Resolução de contraste**
  - **quantidade de cores considerada na aquisição da imagem**

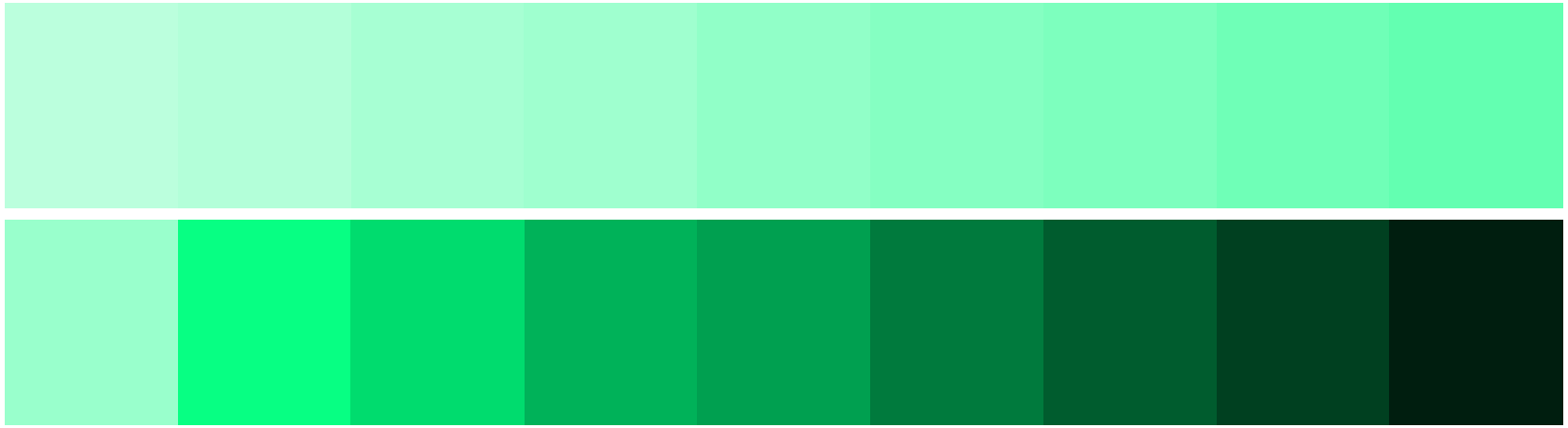
Definições

- **Resolução de contraste**



Definições

- **Resolução de contraste**



Definições

- **Resolução de contraste**
  - **Há vários modelos de cores**
  - **Falaremos disso mais para frente**
  - **Um dos mais comuns: RGB**

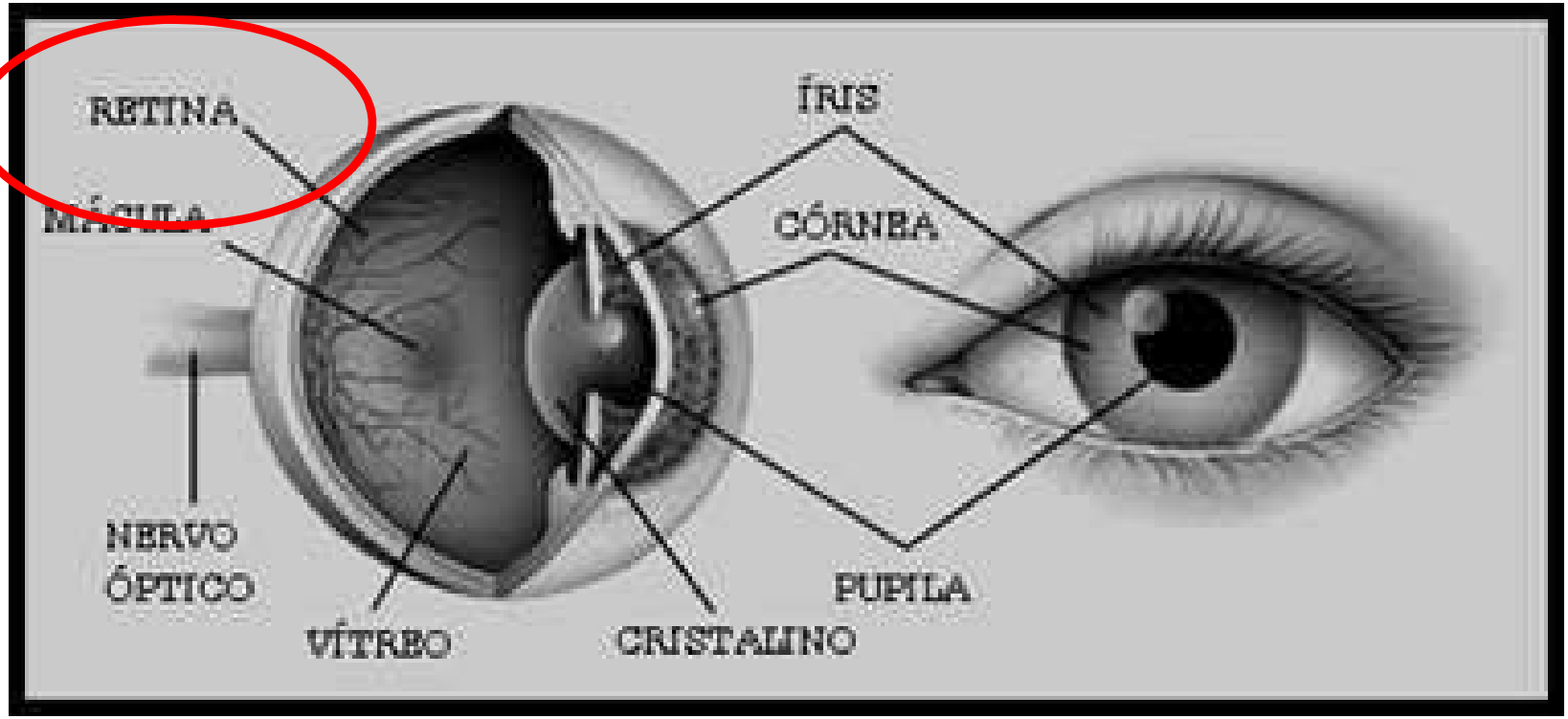
Definições

- **Por que a resolução espacial e a resolução de contraste são importantes?**

Definições

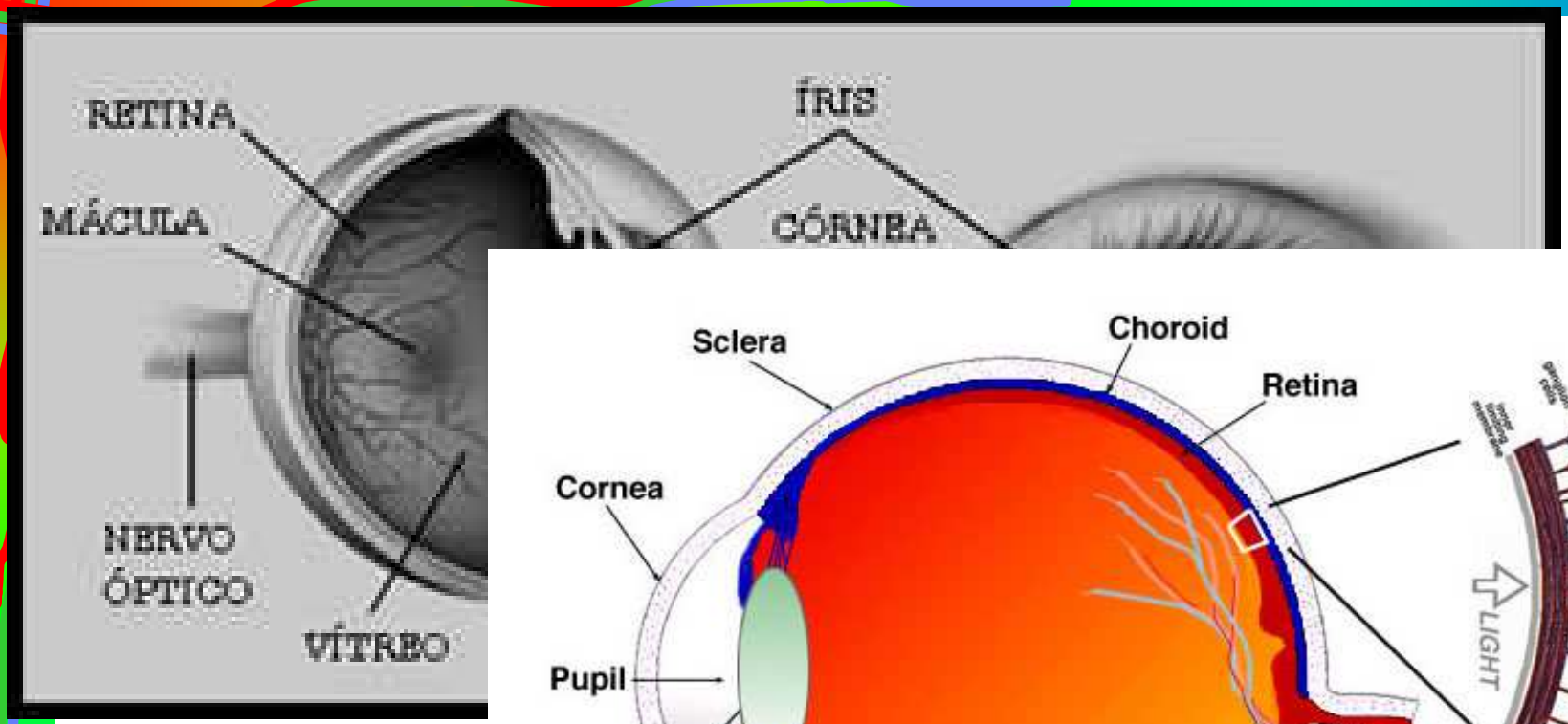
- **Por que a resolução espacial e a resolução de contraste são importantes?**
  - "não se muda" amostragem
  - computador pode auxiliar na compreensão da imagem
  - características do olho humano

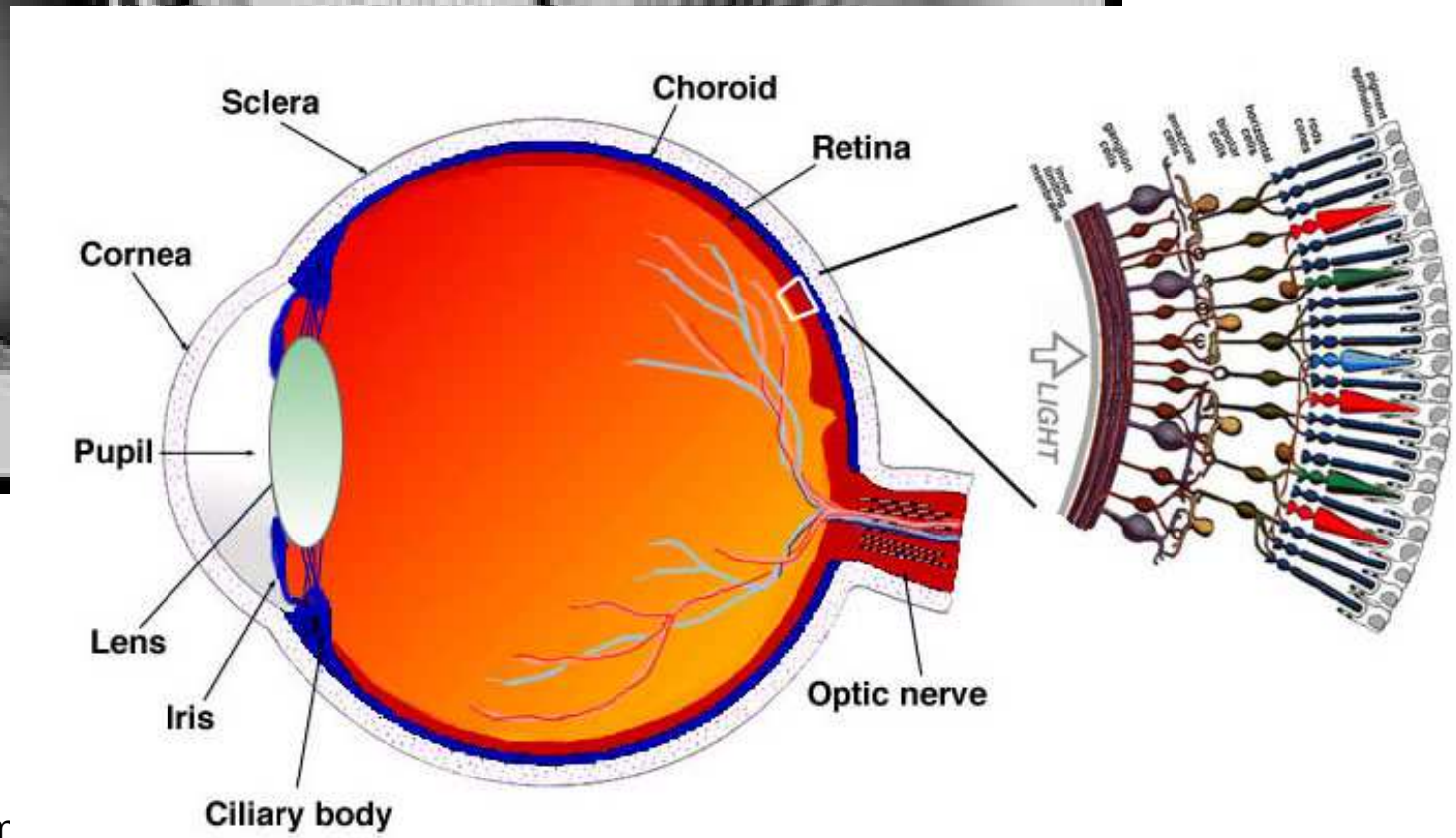
Definições



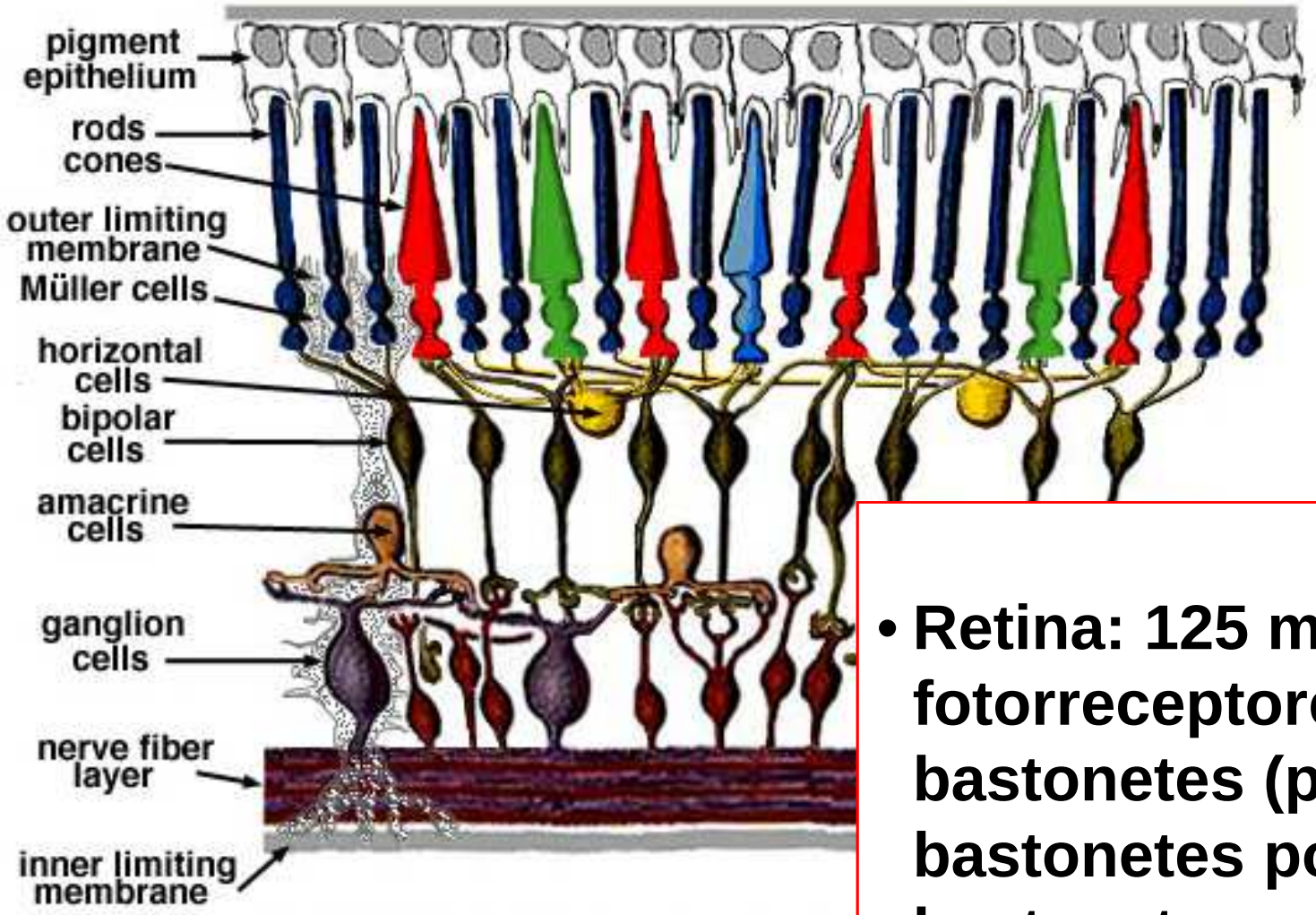
http://luzecorisec.blogspot.com/2010/11/cones-e-bastonetes.html
http://www.laboratoriorigor.com.br/anatomia.html
http://saude-joni.blogspot.com/2010/09/descolamento-de-retina.html

Definições





http://luzecorisec.blogspot.com
bastonetes.html
http://www.laboratoriorigor.com.br/anatomia.html
http://saude-joni.blogspot.com/2010/09/descolamento-de-retina.html



- **Retina: 125 milhões fotorreceptores – cones e bastonetes (proporção de 18 bastonetes por 1 cone):**
- **bastonetes:** visão em preto e branco e visão noturna (reconhecem luminosidade)
- **cones:** em torno 6 milhões – visão em cores

http://luzecorisec.blogspot.com/2010/11/cones-e-bastonetes.html
http://www.laboratoriorigor.com.br/anatomia.html
http://saude-joni.blogspot.com/2010/09/descolamento-de-retina.html

Definições

- Para aplicações práticas ➧ função contínua, representada por medidas em intervalos regularmente espaçados.
- Valores assumidos em cada ponto medido são quantificados em um número pertencente a uma escala de diferentes níveis de cinza.
- É estabelecido zero à cor mais escura (preto) e o máximo M à cor mais clara da escala (branco).

Definições

Resumindo:

Podemos representar uma imagem como uma matriz onde cada ponto é um valor discreto.

Definições

Imagem original

$$f(x,y) \approx \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,n-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,n-1) \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ f(m-1,0) & f(m-1,1) & \dots & f(m-1,n-1) \end{bmatrix}$$

Definições

- Objetivo de definir matematicamente a imagem ➧ possibilidade de manipular o seu conteúdo a fim de transformá-la ou retirar dela informações importantes.

- Ao vasto conjunto de operações que podemos aplicar em uma matriz que representa uma imagem denominamos *processamento de imagem*.

Definições

- Pixel ▸ cada ponto ou elemento constituinte da matriz-imagem ▸ do inglês: “picture element”.
- Medida de um pixel depende da resolução espacial com a qual a imagem foi adquirida.
- Pixel ▸ a menor unidade sobre a qual podemos realizar operações.

Definições

$$f(x,y) \approx \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,n-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,n-1) \\ \vdots & & & \end{bmatrix}$$

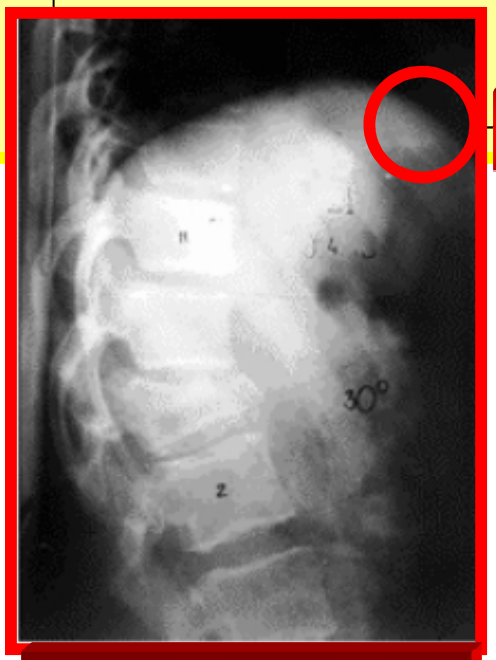


Imagem original

pixel com valor 25

pixel com valor 0

0	0	0	0		0				
0	0	0	0		0				
10	10	0	0		0	0	0	0	0
10	20	20	10		0	0	0	0	0
10	20	25	25	25	20	0	0	0	0
20	20	25	25	25	30	30	30	0	0
20	20	20	20	20	40	40	50	40	0

Pixel = cor de um ponto da imagem. Imagem de 8 bits = 256 níveis de cinza. 0 = preto / Máximo = branco.

Definições

⇨ *Como manipular uma imagem?*

⇨ *Muda-se o número correspondente a sua cor.*

0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	
10	10	0	0	0	0	
10	20	20	10	0	0	
10	20	25	25	25	20	
20	20	25	25	25	30	3
20	20	20	20	30	40	4
15	20	20	30	40	40	5
30	30	30	30	30	50	5
10	10	20	20	20	40	4

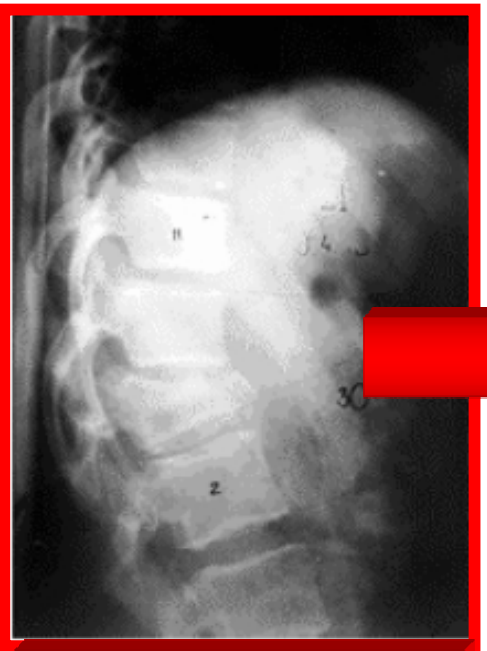


Imagem original

10	10	10	10	10	
10	10	10	10	10	
20	20	10	10	10	
20	30	30	20	10	
20	30	35	35	35	
30	30	35	35	35	
30	30	30	30	40	
25	30	30	40	50	
40	40	40	40	40	
20	20	30	30	30	

Imagem mais clara

Computação Gráfica

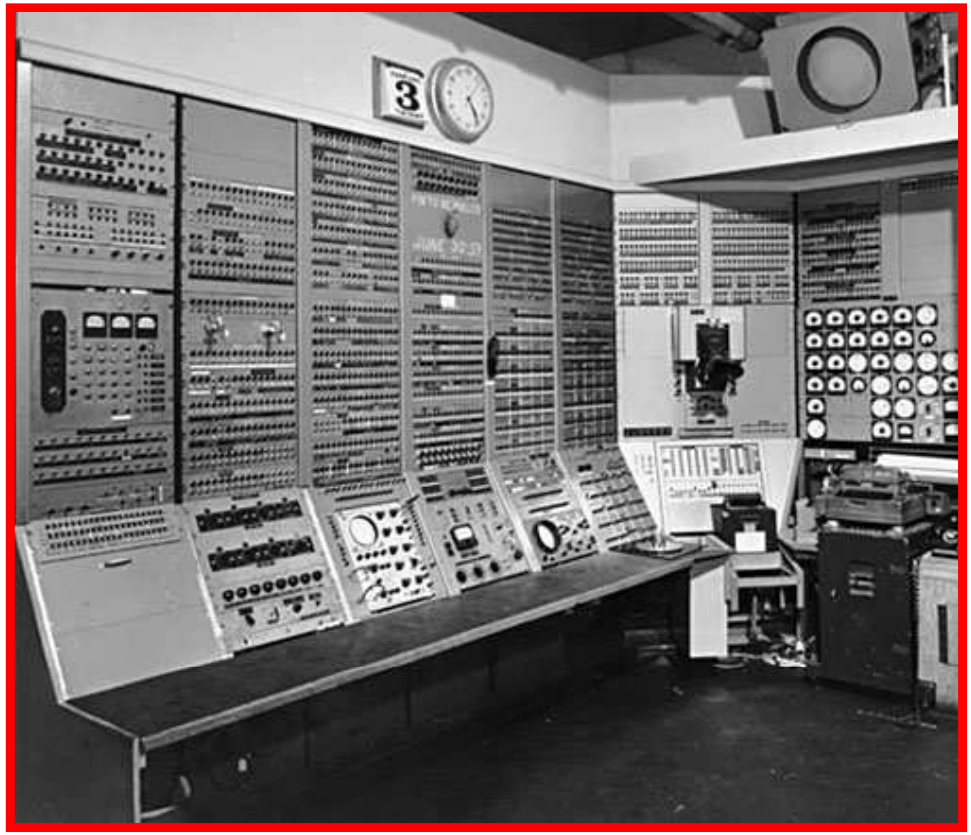
Profa. Fátima L. S. Nunes

Definições Básicas

- **Computação Gráfica: matemática + arte**
- ISO – *International Organization for Standardization:*
  - Conjunto de ferramentas e técnicas para converter dados de/para um dispositivo gráfico por meio do computador.

Breve histórico

- ***Whirlwind I (MIT - 1950):*** **primeiro computador a possuir recursos gráficos de visualização de dados numéricos.**
  - **Finalidades acadêmicas e militares**



(www.chick.net/wizards/whirlwind.html)

Breve histórico

- ***SAGE – Semi-Automatic Ground Environment*** ***(Defesa aérea dos Estados Unidos - 1955):*** **sistema de monitoramento e controle de voos – utilizava o *Whirlwind I* como plataforma.**
  - **Convertia imagens capturadas pelo radar em imagem de um tubo de raios catódicos**
  - **Uso de caneta óptica para apontar pontos suspeitos.**

(mysite.wanadoo-members.co.uk/.../ radar.html)

Breve histórico

- ***SAGE – Semi-Automatic Ground Environment***

(www.recherche.enac.fr/ ~alliot/COURS/sld105.htm)

(www.radomes.org/ museum/sagedocs.html)

Bre

SAGE

DC-1

DC-2

DC-3 / CC-1

DC-4

DC-5

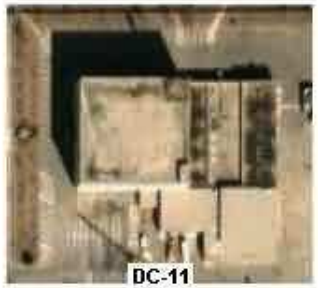
DC-6

DC-7 / CC-2

DC-8

DC-9

DC-10


DC-11

DC-12 / CC-3

DC-13

DC-14

DC-15

DC-16

DC-17

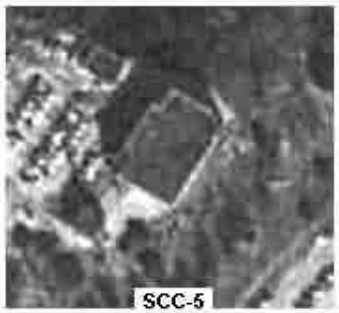
DC-18

DC-19 / (CC-4)

DC-20

DC-21

DC-22


SCC-5

www.radomes.org/ museum/sagedocs.html

Breve histórico

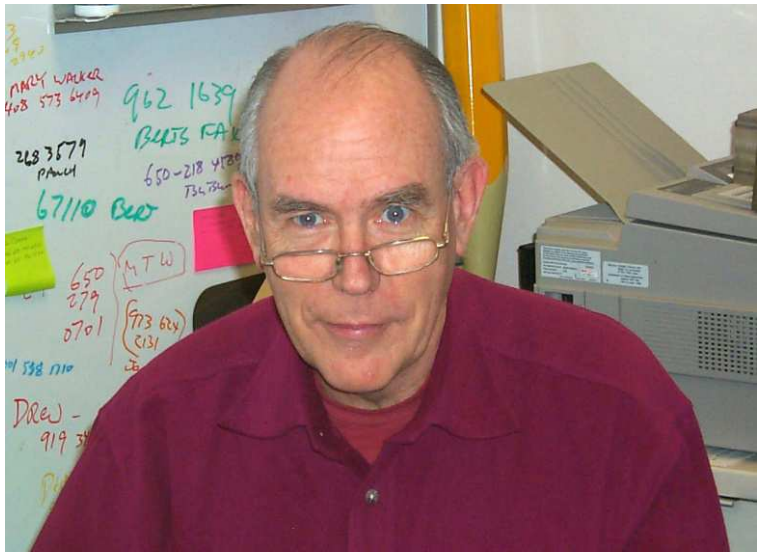
- ***Verne Hudson (1959):*** **criou o termo *Computer Graphics* – projeto de simulação de fatores humanos em aviões (Boeing).**

- ***Ivan Sutherland (1962)* : *Sketchpad – A man-machine Graphical Communication System*: tese de doutorado.**

  – **Sistema de desenho interativo de primitivas gráficas 2D usando teclado e caneta óptica para desenhar, apontar e escolher alternativas.**

Breve histórico

- ***Ivan Sutherland***
  - **Trabalhou em várias universidades e na Sun Microsystems**



Breve histórico

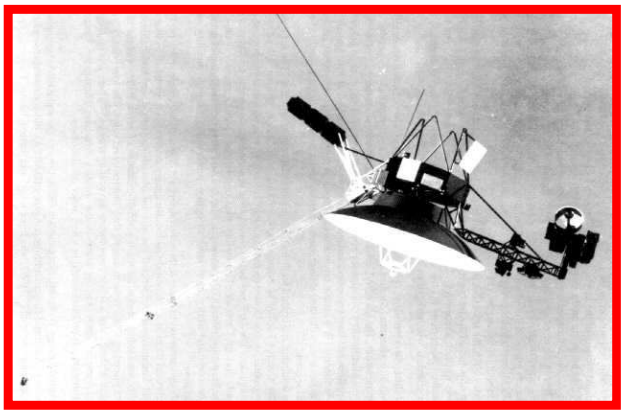
- ***General Motors (1965):*** ***precursor dos programas de CAD (Computer Aided Design).***

- ***Década de 70:*** ***Vários pesquisadores criaram técnicas e algoritmos de CG.***
  - **Reconhecimento da CG como área específica da Ciência da Computação**
  - **Congressos específicos de CG – SIGGRAPH**
  - **Publicação do primeiro livro sobre CG interativa (Newman e Sproull)**

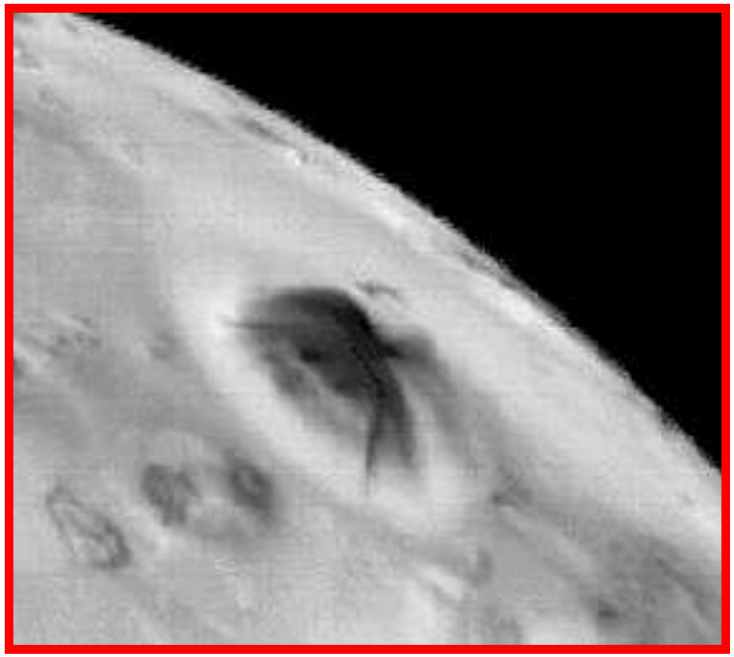
- ***1975:*** ***Primeiro computador com interface gráfica, predecessor do Macintosh.***

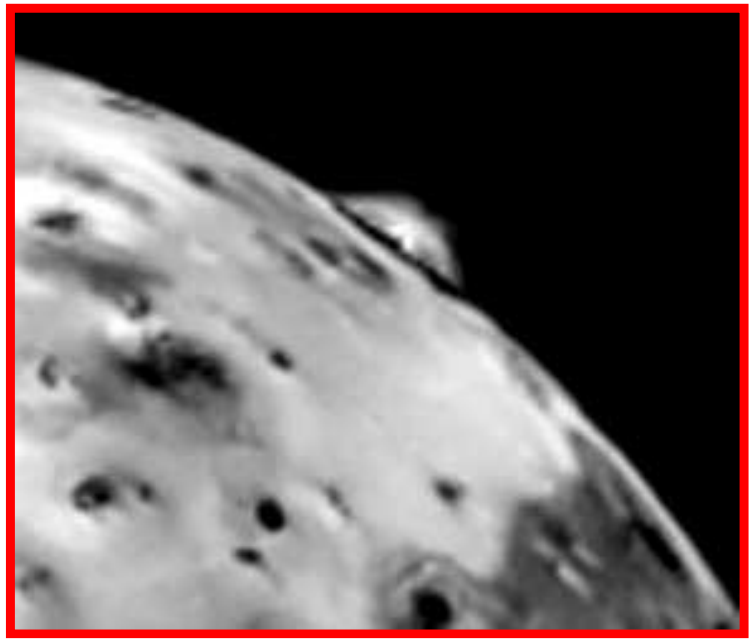
Breve histórico

- ***Scientific American (1980):*** ***primeira imagem de uma erupção vulcânica no espaço, tirada pela nave espacial Voyager 1.***



www.globenet.free-online.co.uk/ images/voyager.jpg

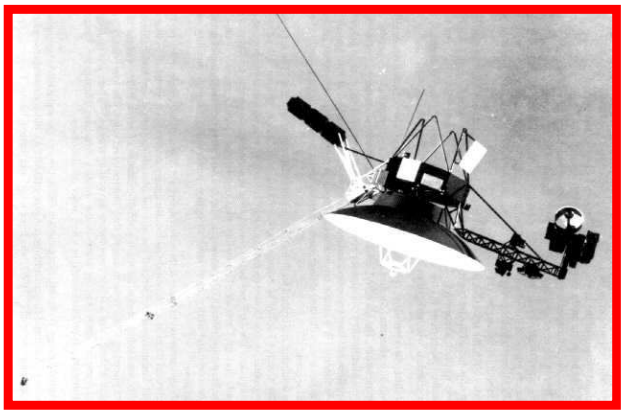


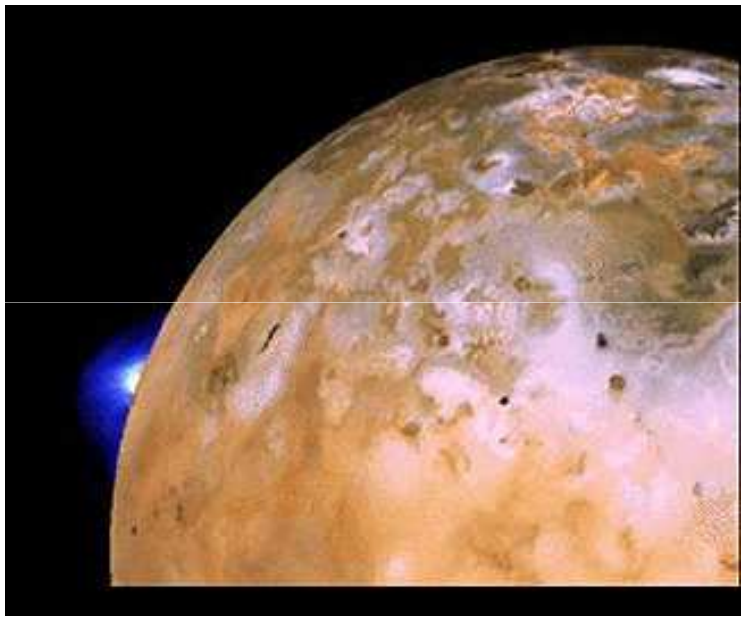


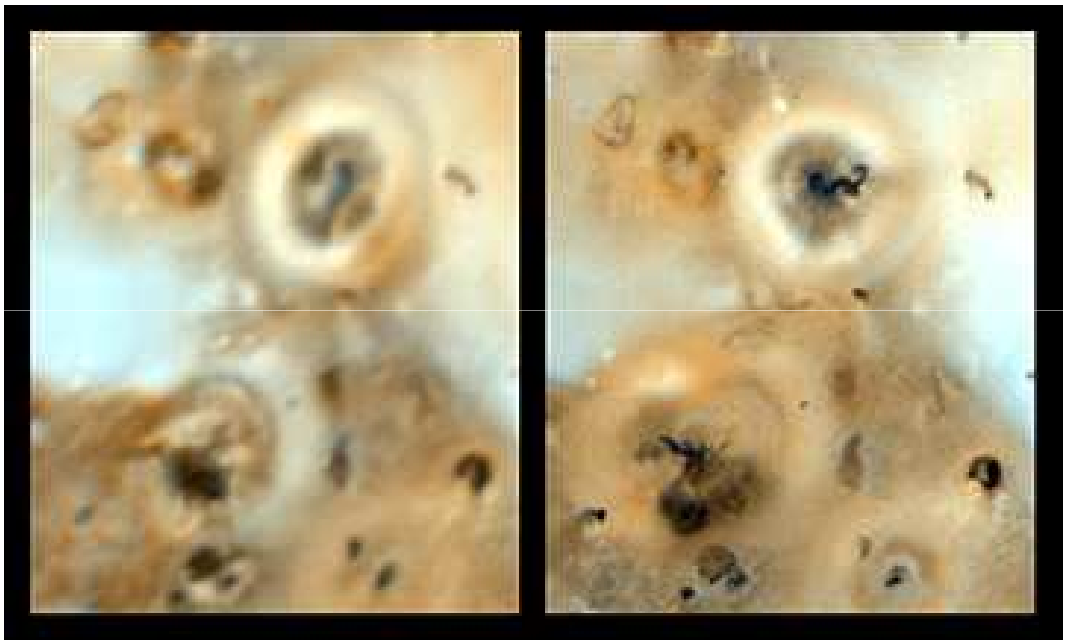
rst.gsfc.nasa.gov/ Sect19/Sect19_16.html

Breve histórico

- ***Scientific American (1980):*** ***primeira imagem de uma erupção vulcânica no espaço, tirada pela nave espacial Voyager 1.***



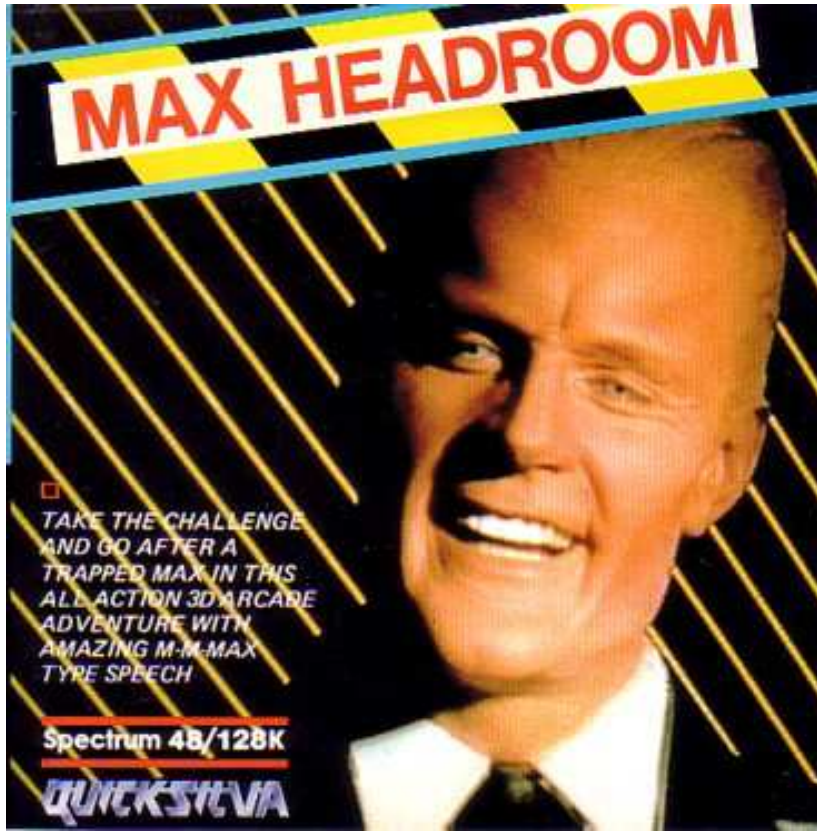




rst.gsfc.nasa.gov/ Sect19/Sect19_16.html

Breve histórico

- ***Década de 80:***
  - **Novas técnicas de iluminação global como o ray-tracing e radiosidade**
  - **Cabeça falante Max Headroom (1987)**

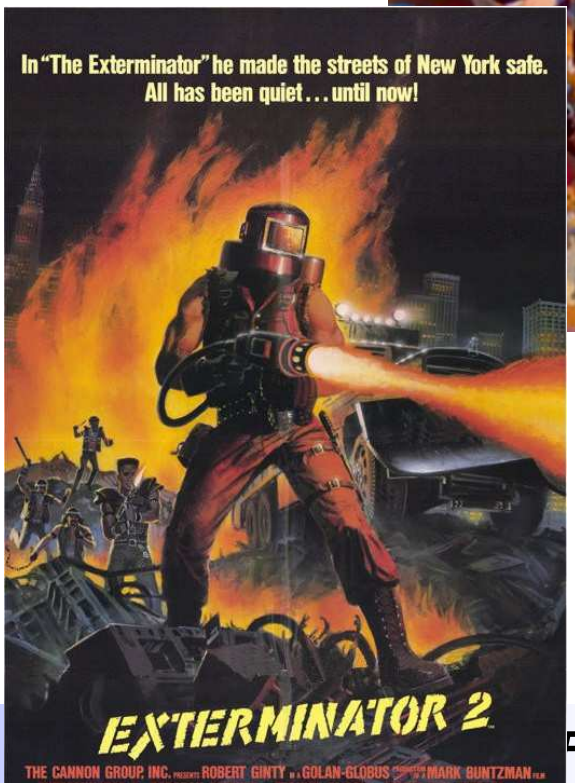


www.zxsoftware.co.uk/M/Pages/Max%20Headroom.htm

www.1115.org/archives/ cat_media.html

Breve histórico

- ***Década de 90:* amadurecimento da CG**
  - **Jurassik Park - 1993**
  - **O Exterminador do Futuro 2**
  - **Toy Story – primeiro longa-metragem 3D (1995)**
  - **Linguagem *OpenGL* (1992)**
  - **Primeiras placas gráficas para PC da NVIDIA - 1999**



Breve histórico

- ***A partir de 2000:***
  - **PC- plataforma mais comum para CG**
  - **2001 – filmes com novos métodos de síntese e animação e personagens virtuais: *Shrek*, *Final Fantasy*, *Matrix Reloaded***

Áreas

- **Computação Gráfica envolve:**
  - **Síntese de Imagens:**
    - Criação sintética das imagens – representações visuais de objetos criados por computador.
    - Também conhecida como Visualização Científica ou Computacional
    - Preocupa-se com a representação gráfica da informação
  - **Processamento de Imagens**
    - Transformações na imagem.
  - **Análise de Imagens**
    - Obtenção de características desejadas das imagens

Áreas

- **Principal características que diferencia CG e PI?**

Áreas

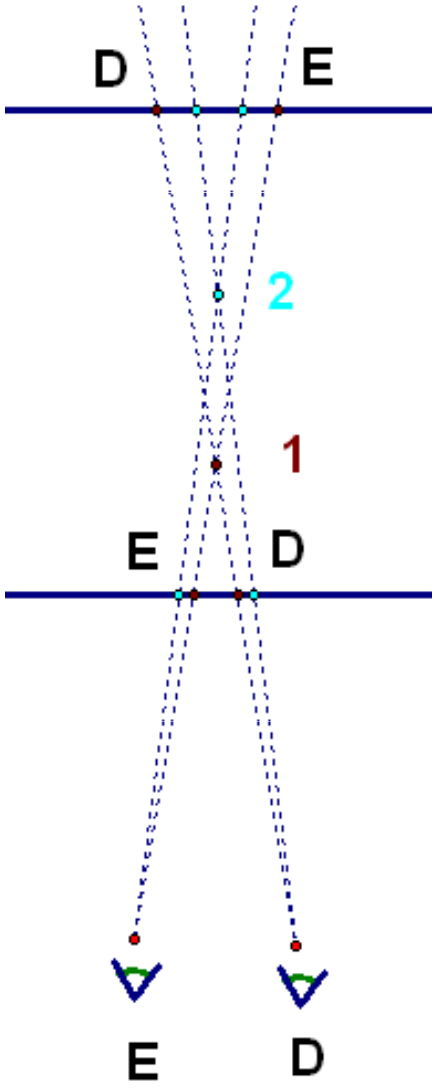
- **Principal características que diferencia CG e PI?**
  - **Tridimensionalidade**

Percepção tridimensional

O que faz com que percebamos o mundo de forma tridimensional?

Percepção tridimensional

- **Informações estereoscópicas**
  - **Cada olho vê uma imagem diferente: disparidade binocular**
    - Cérebro usa distância entre imagens para calcular distância relativa dos objetos
    - Hoje há vários dispositivos para simular essa habilidade
    - Auxilia na percepção de profundidade



Representação de imagens

Como imagens podem ser representadas no computador?

Representação de imagens

- **Vetorial**
  - **Vetor: segmento de reta orientado**
    - Reta que vai da origem do sistema de coordenadas para um ponto, tendo direção, sentido e comprimento
    - Comprimento 2D:

$$|V| = \sqrt{x^2 + y^2}$$

    - Comprimento 3D:

$$|V| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

Representação de imagens

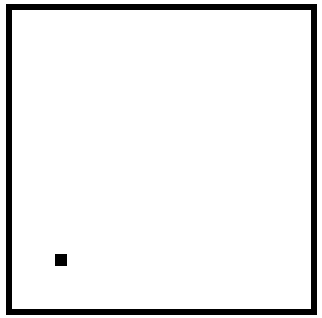
- **Vetorial**

www.tresd1.com.br/Artigos/ Resolucao/resolucao.htm

Representação de imagens

- **Vetorial**
  - **Mais empregada em CG para definição de modelagem de objetos sintéticos**
  - **Elementos básicos ou *primitivas vetoriais* das imagens: pontos, linhas, curvas, superfícies.**
  - ***Primitivas* são associadas a conjuntos de:**
    - Atributos: definem aparência (cor, espessura, textura etc)
    - Dados: definem geometria (pontos de controle)

Imagem Vetorial

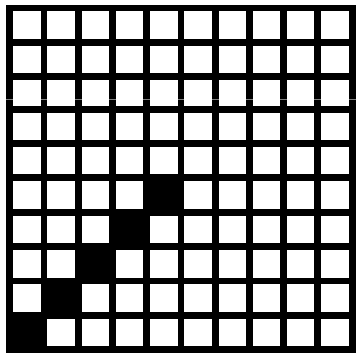


www.grupo-att.net/.../ www.grupo-att.net/.../ paginas/pt/imagens.html paginas/pt/imagens.html

Representação de imagens

- **Matricial**
  - **Conjunto de células em um arranjo espacial bidimensional – matriz**
  - **Cada célula representa um pixel**

Imagem Raster



www.grupo-att.net/.../ www.grupo-att.net/.../ paginas/pt/imagens.html paginas/pt/imagens.html

Aplicações

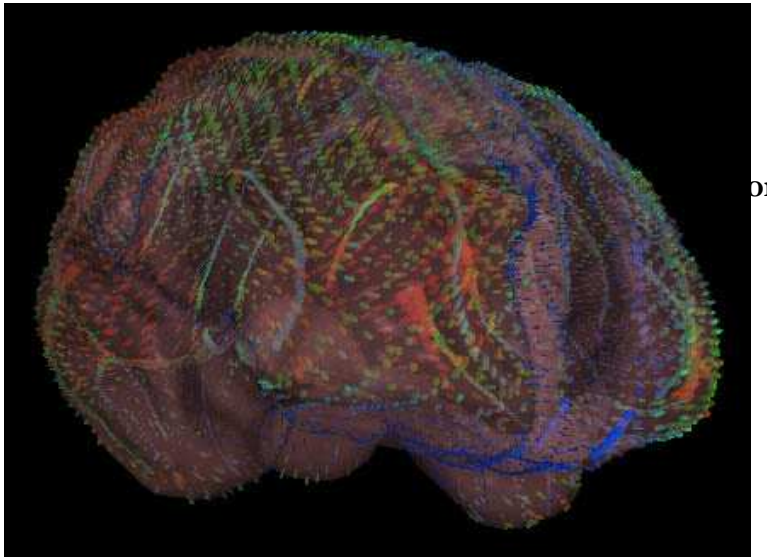
- **Comunidade científica: ambientes 3D dominarão tecnologias de SO, BD, Interface etc**
  - **Arte: efeitos especiais, modelagens**
  - **Medicina: exames, diagnósticos, planejamento**
  - **Arquitetura: perspectivas, projetos de interiores**
  - **Geografia: cartografia, GIS, previsão colheitas**
  - **Segurança Pública: estratégias, treinamentos**
  - **Indústria: treinamento, controle de qualidade, projetos**
  - **Turismo: visitas virtuais, mapas**
  - **Moda, Lazer, Psicologia, Educação etc**

Aplicações

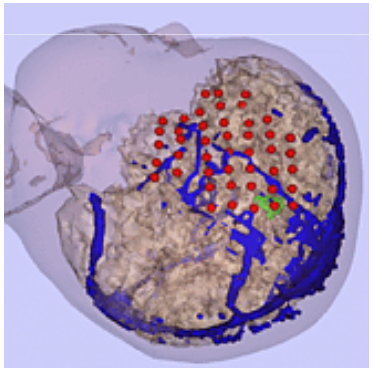
- **Arte**

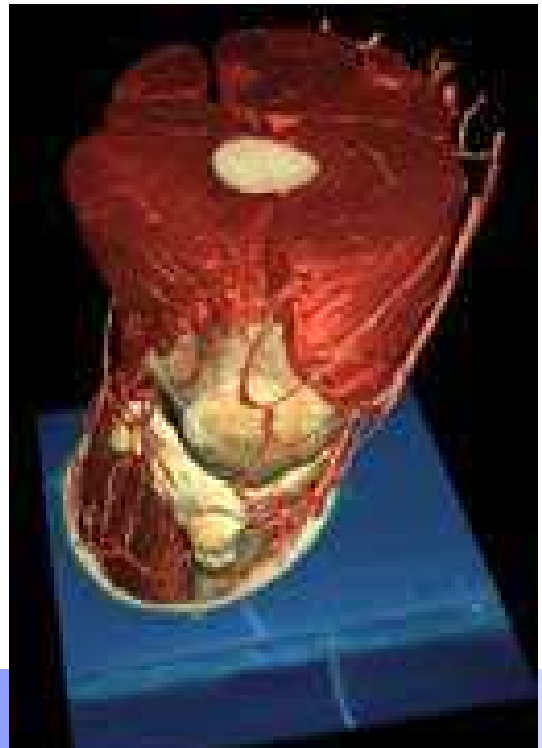
Aplicações

- **Medicina**



oni.ucla.edu/.../ siggraph2001_anim.html

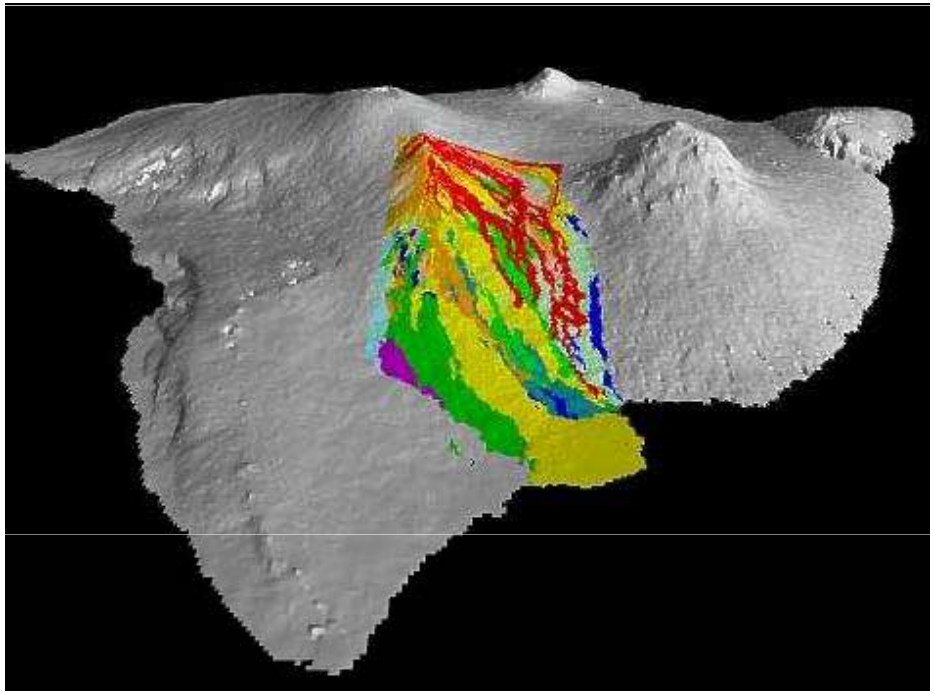




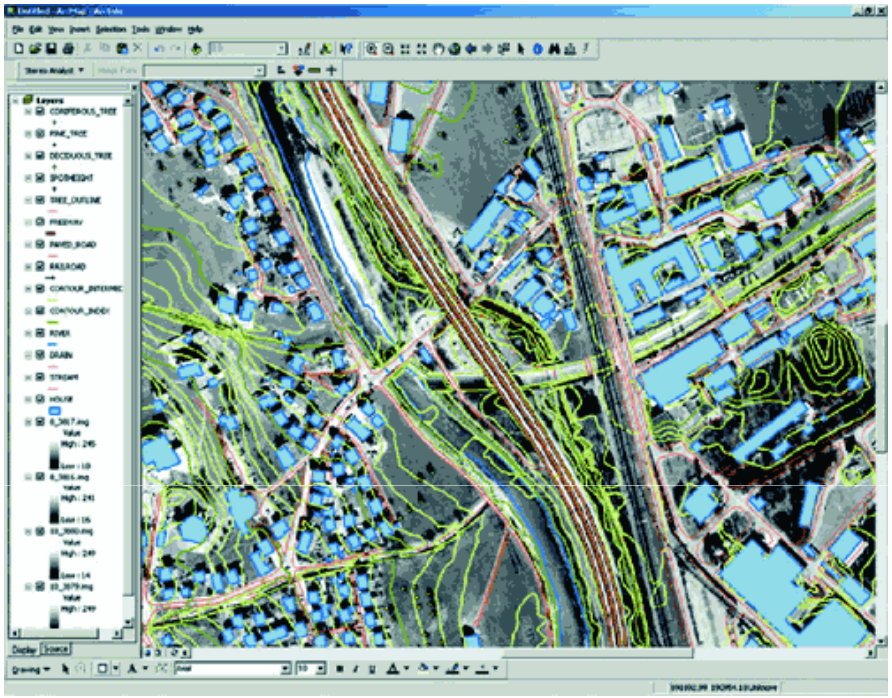
http://www.uchsc.edu/sm/chs/research/pics/fig1_sm.jpg

Aplicações

- **Geografia**



hvo.wr.usgs.gov/ volunteer/gis/



http://www.ecomm.kiev.ua/gis/leica/images/GIS-01.gif

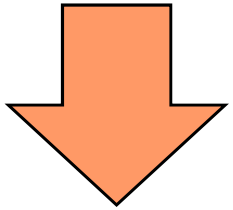
Realidade Virtual

Profa. Fátima L. S. Nunes

Introdução

Conceitos de PI

Conceitos de Computação Gráfica



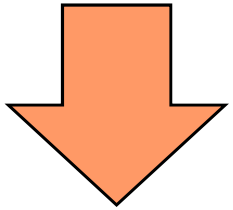
Realidade Virtual

PI + CG + Visão Computacional + Interação

Introdução

Conceitos de PI

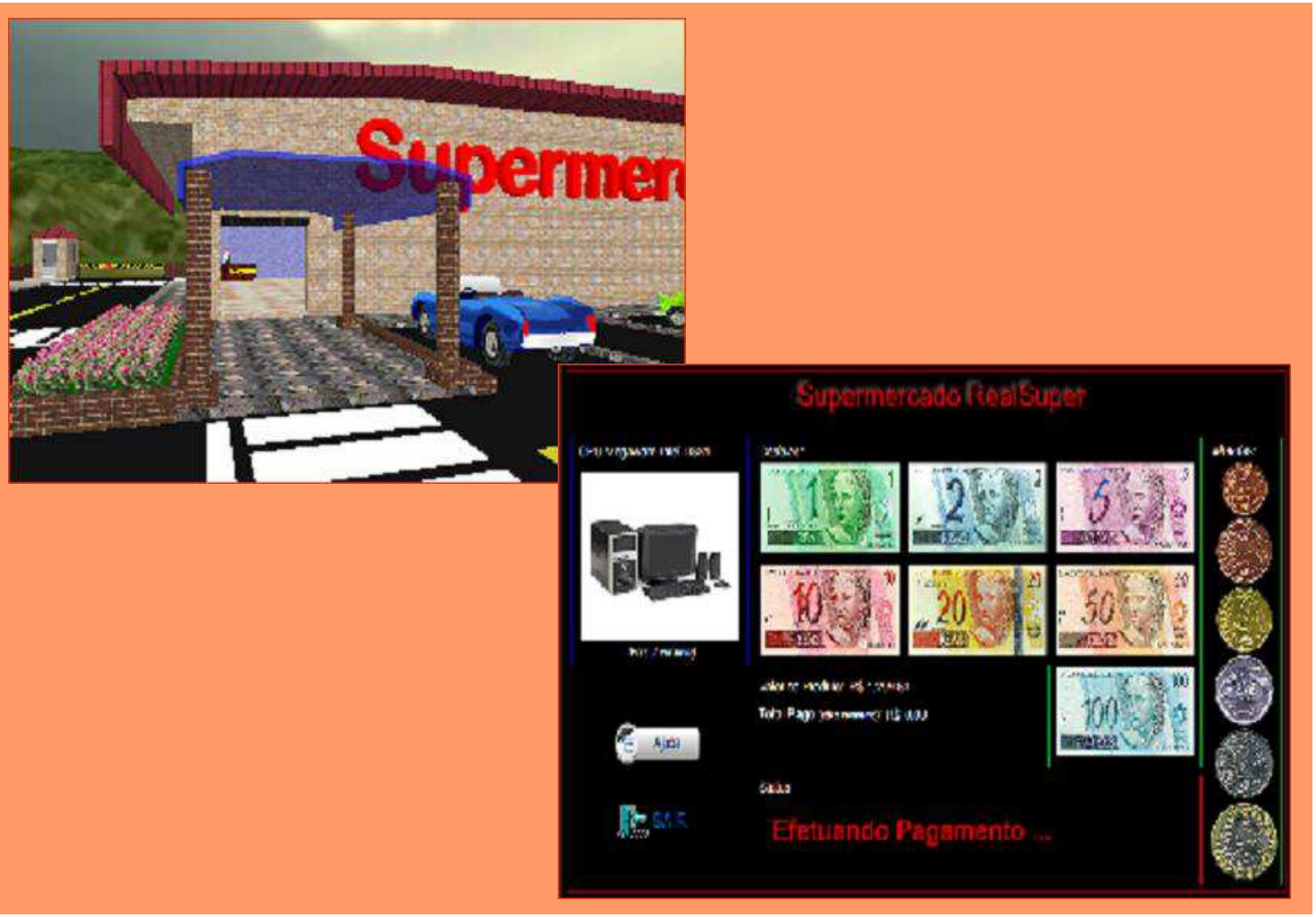
Conceitos de Computação Gráfica



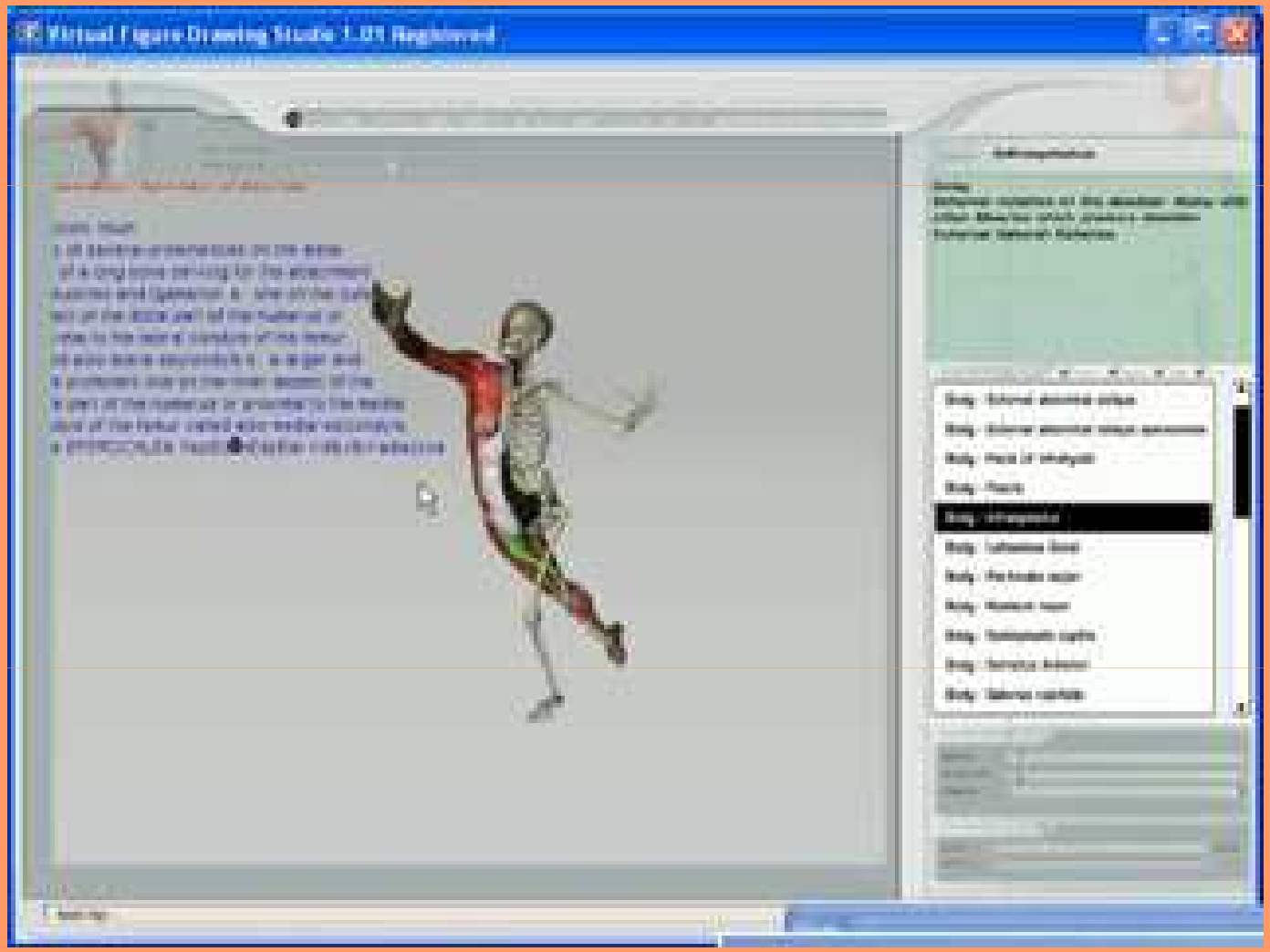
Realidade Virtual

PI + CG + Visão Computacional + Interação

Introdução



Introdução



- O que é?

Realidade Virtual é um péssimo nome para uma boa idéia.

Olin Lathrop

Definições

É a forma mais avançada de interface do usuário com o computador até agora disponível.

Hancock, 1995

Como começou ?

Histórico

- O termo Realidade Virtual

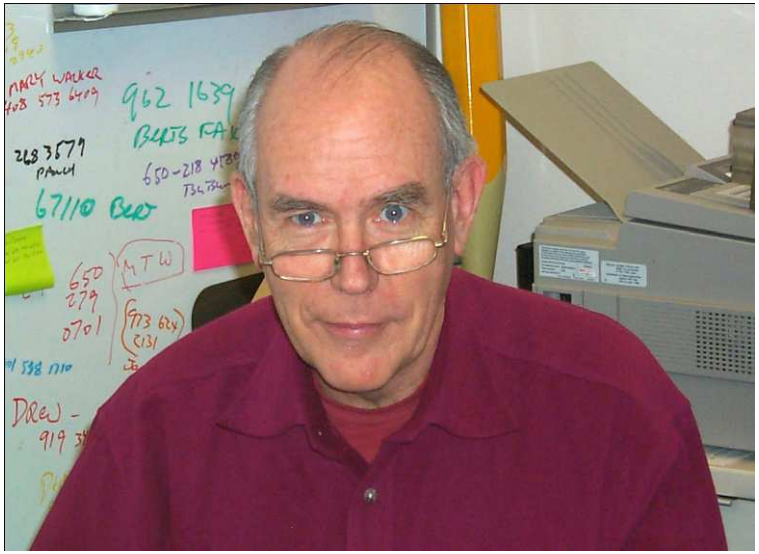
- Início: simuladores de vôo - força aérea do Estados Unidos - após Segunda Guerra Mundial.

Histórico

- Indústria de entretenimento - década de 60: Sensorama
  - Cabine que combinava filmes 3D, som estéreo, vibrações mecânicas, aromas, e ar movimentado por ventiladores
  - Objetivo: proporcionar ao espectador uma viagem multissensorial.
  - Patenteado em 1962 por Morto Heilig.

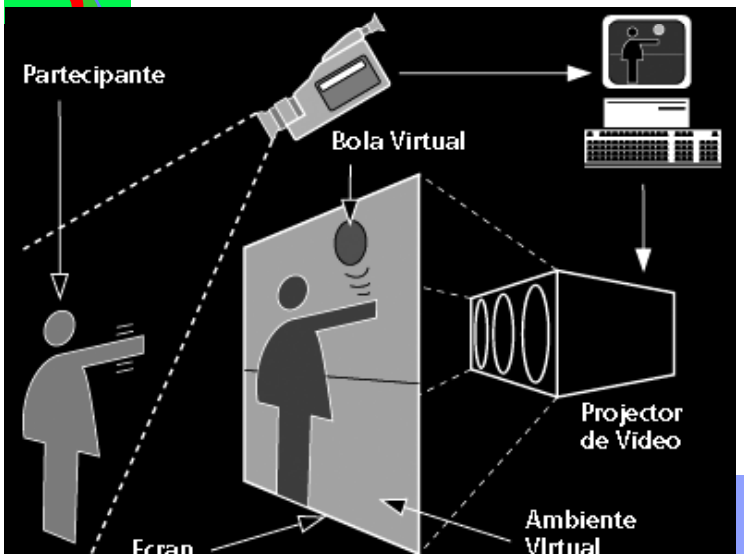
Histórico

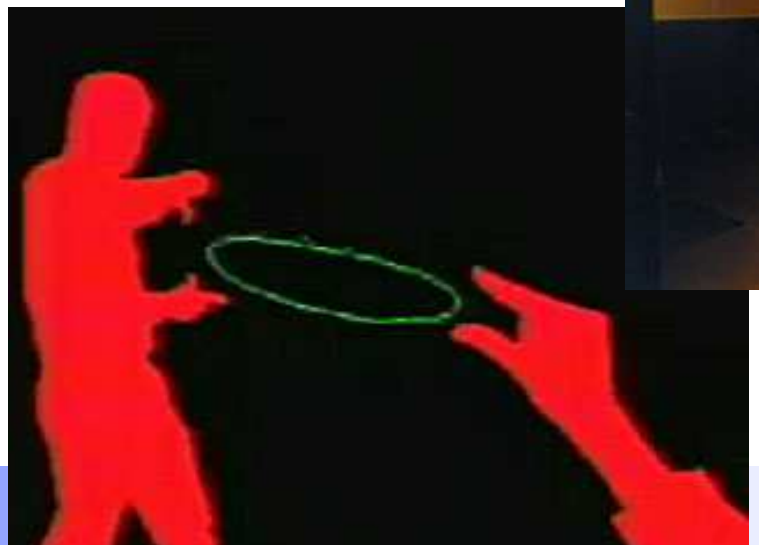
- Primeiros trabalhos científicos:
  - Philco, 1958
    - câmeras remotas e capacete com monitores ➔ sensação de presença dentro de um ambiente.
  - Ivan Sutherland, 1965
    - desenho de objetos diretamente na tela do computador ➔ caneta ótica ➔ início da Computação Gráfica.



Histórico

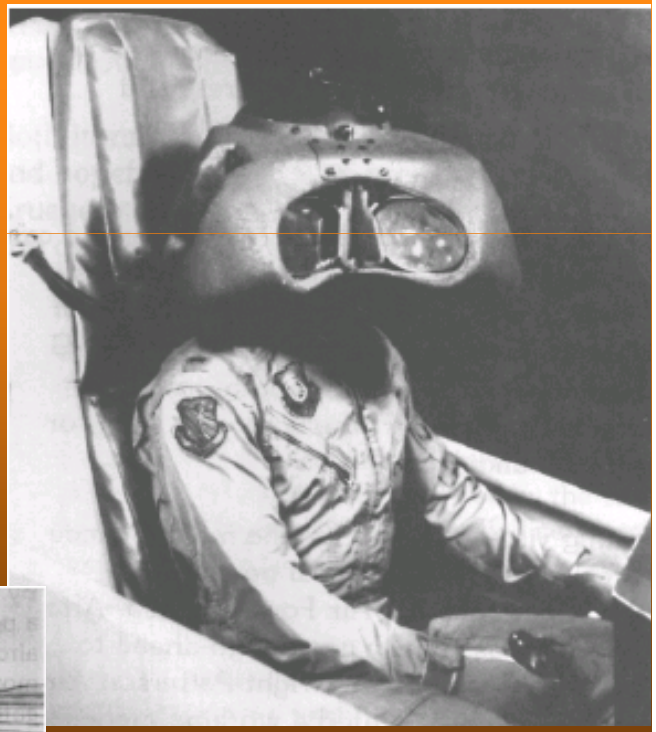
- Primeiros trabalhos científicos:
  - Krueger, 1975
    - VIDEOPLACE:
      - câmera de vídeo capturava a imagem dos participantes e projetava-a em uma grande tela.
      - participantes interagindo uns com os outros e com objetos projetados nessa tela.

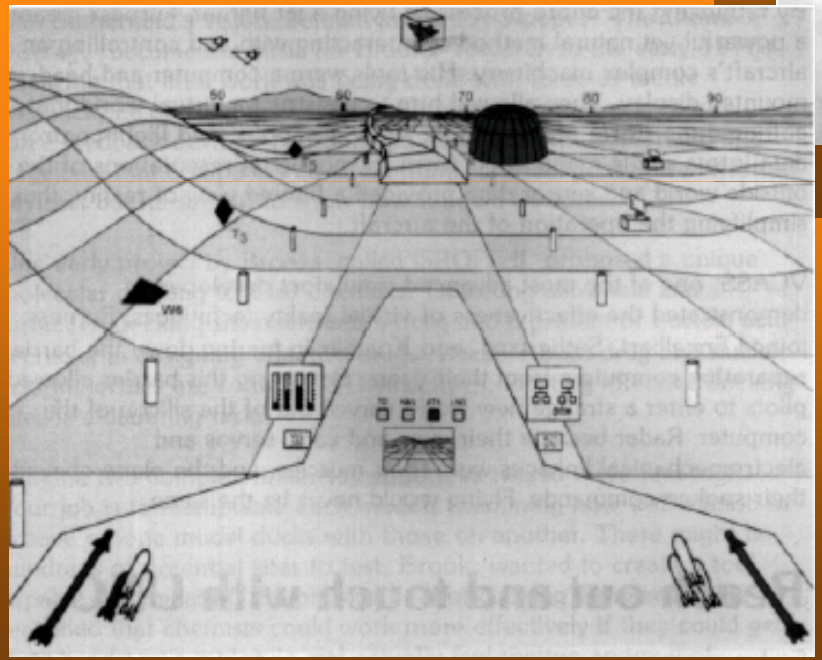




Histórico

- Super Cockpit:
  - Thomas Furness, 1982
    - VCASS *(Visually Coupled Airborne Systems Simulator*): simulador conhecido como "Super Cockpit".
    - simular espaço 3D da cabine de um avião.





Histórico

- Thomas Zimmerman e Jaron Lanier, 1985
  - VPL Research
  - primeiro produto: luva de dados - *DataGlove* ➔ captura movimento e inclinação dos dedos da mão.

- NASA, 1986
  - ambiente virtual:
    - comandos pela voz
    - fala sintetizada
    - manipulação objetos virtuais com mãos.
- AutoDesk, 1989
  - primeiro sistema de RV para computadores pessoais (PC)

Histórico

Realidade Misturada (MR)
Ambiente Real
Realidade Aumentada
Virtualidade Aumentada
Ambiente Virtual
Contínuo de Realidade Virtual (RV)

Exercícios (para entregar)

1) Defina resolução de contraste (RC) e resolução espacial (RE)

2) Calcule o tamanho aproximado em bytes (sem compressão) para as imagens com as seguintes características:
   a) altura=3cm, largura=5cm, RC = 8 bits, RE=300dpi
   b) altura=3cm, largura=5cm, RC = 16 bits, RE=300dpi
   c) altura=3cm, largura=5cm, RC = 16 bits, RE=600dpi
   d) altura=6cm, largura=10cm, RC = 8 bits, RE=300dpi
   e) altura=6cm, largura=10cm, RC = 16 bits, RE=300dpi
   f) altura=6cm, largura=10cm, RC = 16 bits, RE=600dpi

3) Procure um artigo que faça estudos sobre a resolução de contraste e/ou resolução espacial. Apresente um resumo de no máximo 20 linhas deste artigo, focando na questão de resolução. Artigo deve estar classificado no sistema Qualis (área de Ciência da Computação) (ver dicas adiante)
   Principais sites para busca de artigos científicos:
   Biblioteca Digital do IEEE
   Biblioteca Digital da ACM

Exercícios (para entregar)

4) Fazer resumo da próxima aula:

- Livro : GONZALEZ, RAFAEL C. e WOODS, RICHARD E.; Digital image processing. Massachusets: Addison-Wesley, 1993. 716p.
- Fazer resumo dos capítulos 2 e 4: máximo uma página para cada capítulo (ver instruções na aula 1)
- Procurar os assuntos abordados em outros livros de Processamento de Imagens. Citar bibliografia utilizada no final (não conta na página do resumo).
- Construir pelo menos 2 questões para discussão de cada capítulo.

Exercícios (para entregar)

- Para encontrar classificação Qualis de periódicos em todas as áreas de conhecimento:
https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/veiculoPublicacaoQualis/listaConsultaGeralPeriodicos.jsf

- Para encontrar classificação Qualis de conferências da área de Ciência da Computação:
http://capes.gov.br/images/stories/download/avaliacao/Comunicado_004_2012_Ciencia_da_Computacao.pdf

- Biblioteca digital do IEEE para procurar artigos (tem que estar com IP da USP para download):
http://ieeexplore.ieee.org/]
- Biblioteca digital da ACM para procurar artigos (tem que estar com IP da USP para download):
http://dl.acm.org/

- Para quem não está acessando Internet fora da USP e desejar baixar os arquivos das bibliotecas digitais acima: é possível criar uma conexão VPN. Instruções aqui:
http://www.cce.usp.br/?q=node/45#VPN_USPnet

Fundamentos de Processamento Gráfico

Aula 2

Conceitos iniciais

Profa. Fátima Nunes