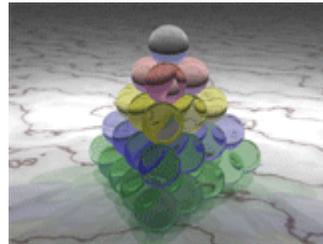


<http://computacaografica.ic.uff.br>

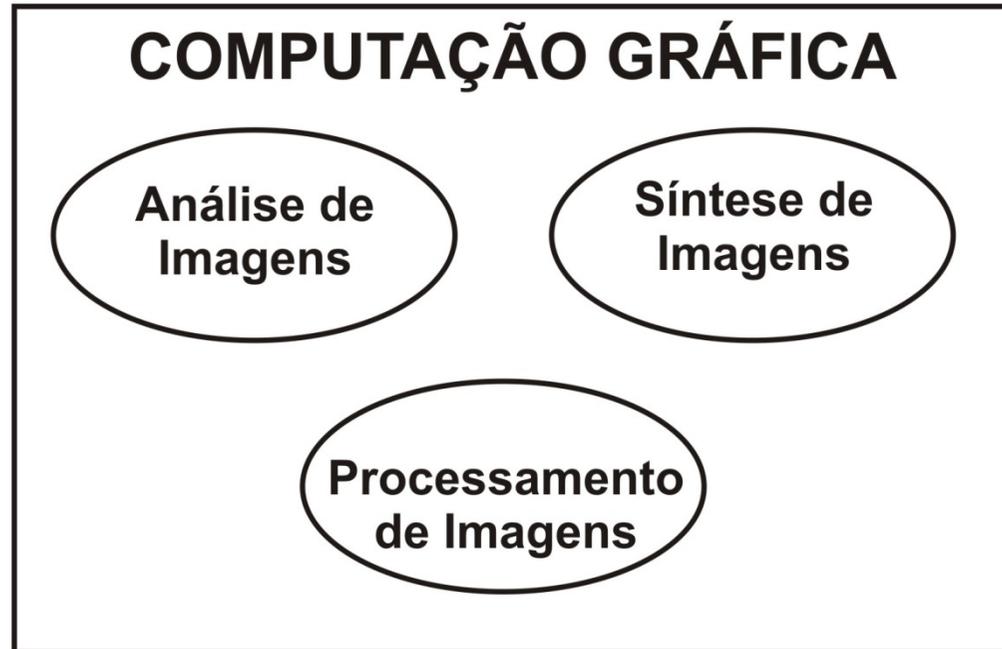
# O QUE É COMPUTAÇÃO GRÁFICA? C.G.



[aconci@ic.UFF.br](mailto:aconci@ic.UFF.br)

[ic.uff.br/CG.html](http://ic.uff.br/CG.html)

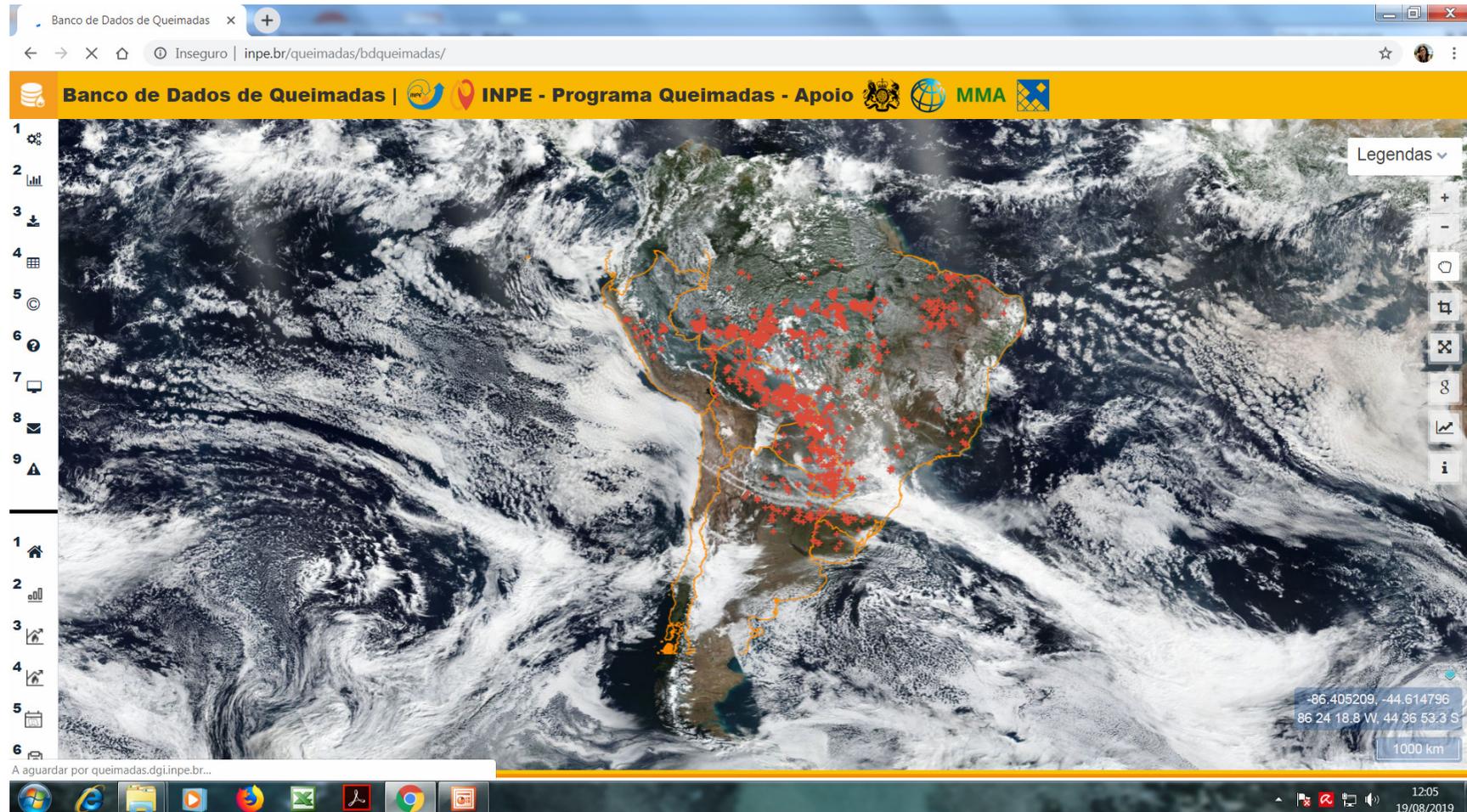
# Computer Graphics - CG



**A CG (ou Computação Visual - CV ) tem pelo menos 3 grades divisões: Análise de Imagens – AI, Processamento de Imagens - PI e Síntese de Imagens - SI (ou CG)**

# Analise de Imagens – AI

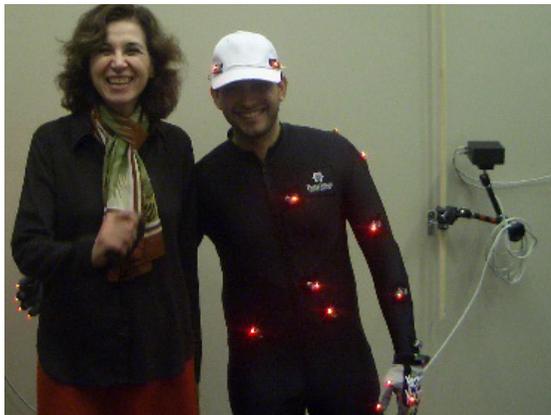
## Processamento de Imagens - PI



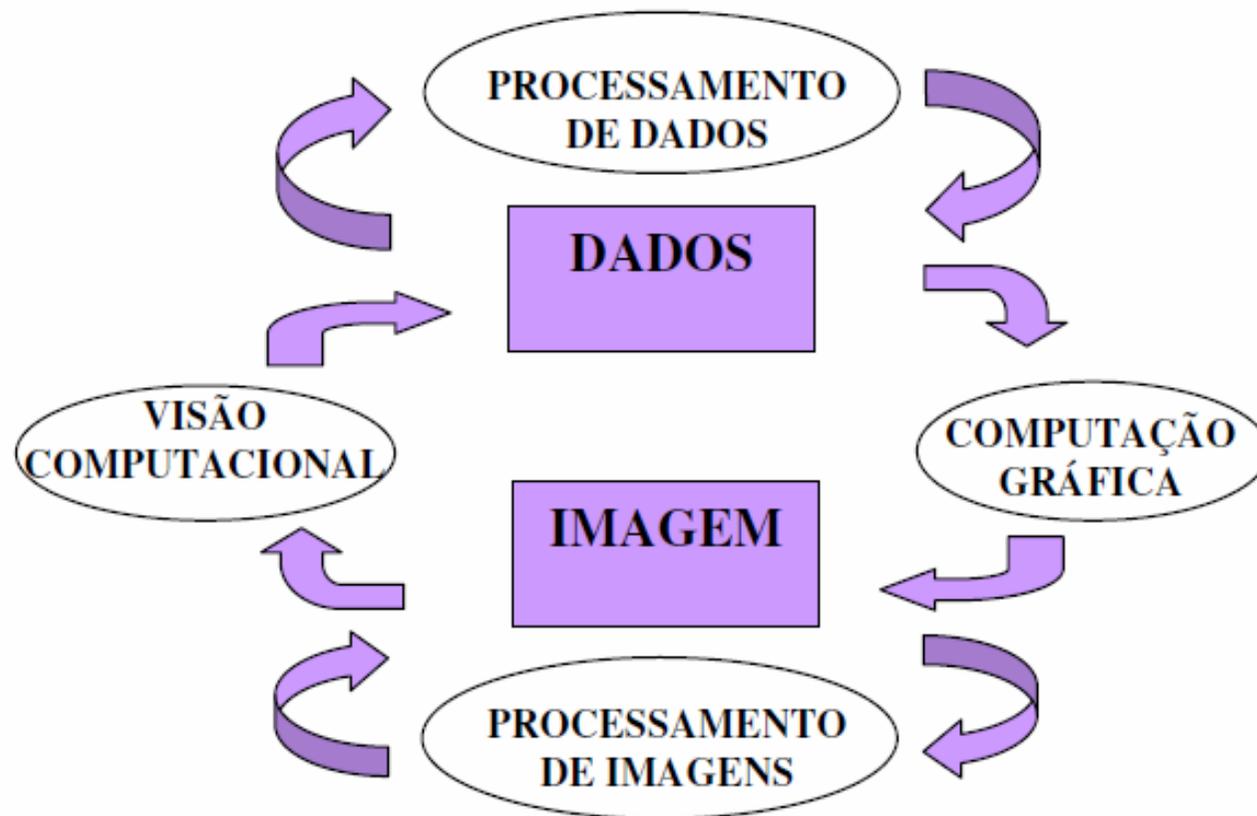
<http://www.inpe.br/queimadas/bdqueimadas/>



## Sintese de Imagens - SI (ou CG)



# Diferença entre as áreas relacionadas ao que são as entradas (IN) e saídas (OUT)



# Outra diferença entre as áreas da CG (ou CV)

É o uso da descrição dos DADOS (desenhos ou imagens usados) na forma de **pontos do espaço contínuo** ou na forma de elementos **discretos**.

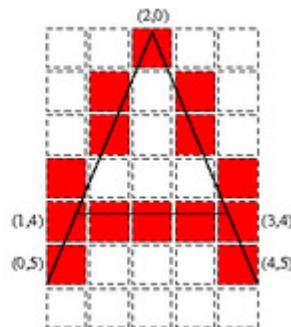
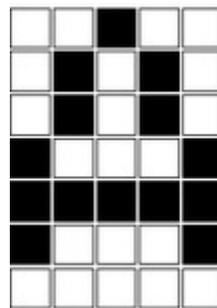
Chamadas respectivamente de:

**Descrição Vetorial** e **Descrição Matricial** ou  
**\*Raster** (ou em **\*bitmap** , que significa *mapa de bits*)

# Imagens matriciais ou *raster*

são **matrizes (arrays)** que contém a descrição de cada ponto ou PIXEL, em oposição as **formas vetoriais** (que descrevem o início e fim de cada segmento de reta, ou os pontos de controle de uma curva, ou os elementos que definem um sólido como lado de um cubo, raio de uma esfera, etc.).

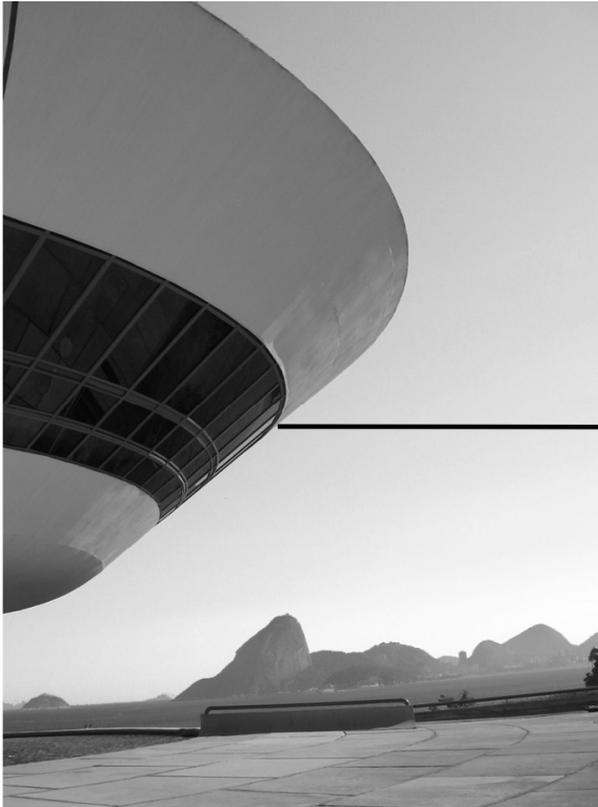
bitmap x gráfico vetorial.



# Descrição Raster

- Armazenado como matriz, onde a área a ser usada depende da resolução (linha x coluna) e da gradação tonal (ou número de cores).
- Um bitmap pode ser monocromático, em escala de cinza ou colorido.

Um *pixel* é caracterizado pelo valor de tom (ou cor) e pela sua localização na imagem.



47	52	64	132	153
51	58	121	149	142
49	99	143	144	164
94	135	161	170	199
138	165	180	212	213

Representação matricial de uma região da imagem.

Museu de Arte Contemporânea de Niteró

# Descrição Raster Colorida

No caso de cores os pixels são formados geralmente no padrão RGB, do inglês *Red, Green, Blue*, que utiliza três números inteiros para representar as cores vermelho, verde e azul.



exemplo

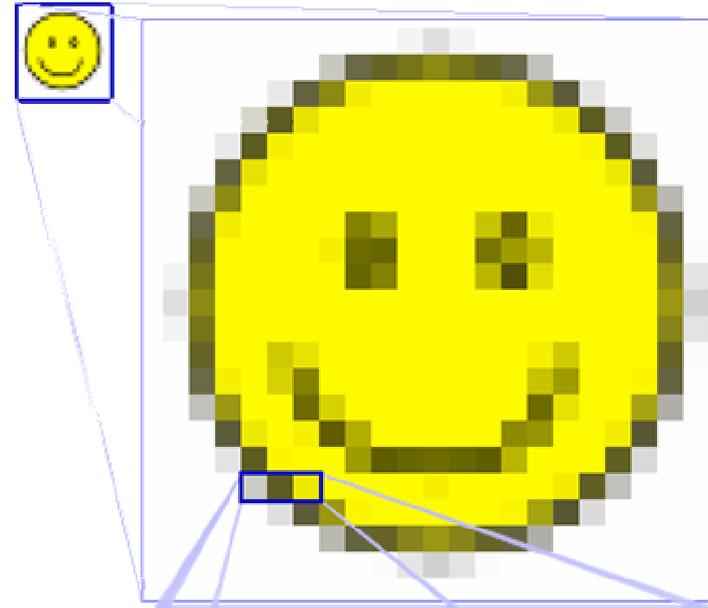


# Descrição Matricial ou Raster

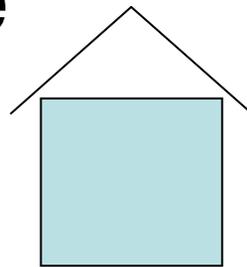
- Cada ponto da imagem exibida na tela corresponde a um pixel, a maioria das imagens (matriciais ou rasters) requer um número muito grande de pixels para ser representada de maneira nítida.
- Uma imagem de 100 por 100 que use 3 bytes para representar cada pixel (um para cada cor primária RGB) totaliza 30.000 bytes.

Ao dar um zoom você nota os pixels!

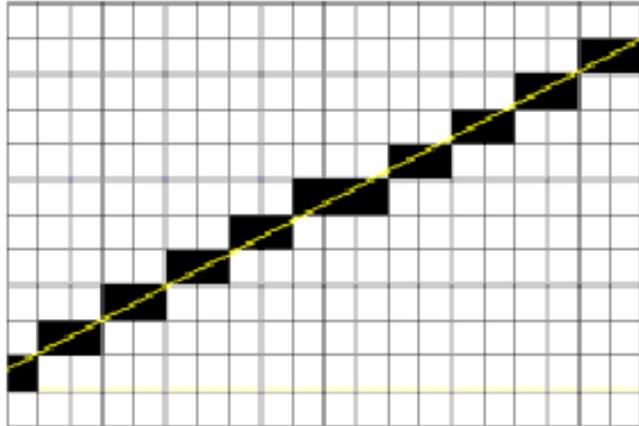
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



- Isso não ocorre nas imagens Vetoriais



Dependendo da direção as retas não  
ficam tão retas assim.....



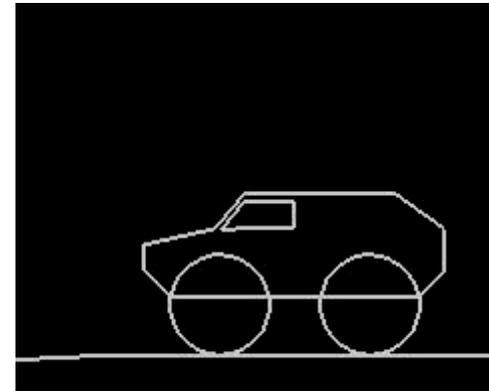
“Dentes” na representação  
de retas.

Problema chamado de *aliasing* e sua correção de *anti aliasing*.

# Em CG usamos **Descrição Vetorial:**

Assim a CG se baseia em vetores (\*).

A área de armazenamento depende do número de vetores presentes na imagem.



(\*) Quase o tempo todo, isso só vai mudar em uma das últimas fases do realismo visual (com a técnica de Z-buffer ou outros detalhes de retoque nas imagens).

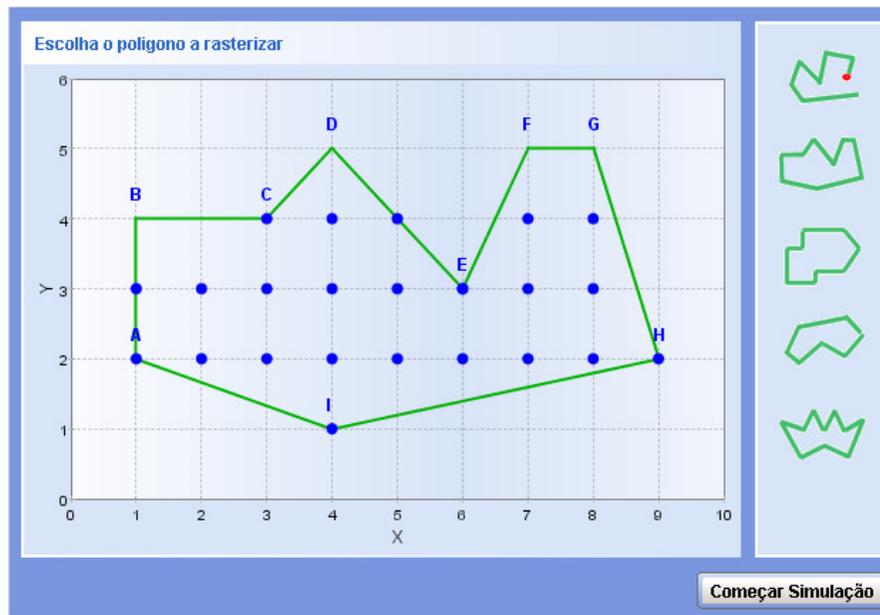
# Descrição Vetorial

- Por serem **baseados em vetores**, essa faz desenhos e gráficos geralmente **mais leves** (ocupam menos espaço de armazenamento) e não **perdem qualidade** ao serem ampliados, já que se transformam por funções matemáticas adequadamente (quanto a escala e outras facilmente).
- Isso não ocorre com **gráficos raster** que perdem a qualidade ao serem ampliados, por exemplo.
- Outra vantagem do desenho vetorial é a possibilidade de isolar objetos e zonas, tratando-as independentemente, facilitando **animações** e **combinações geométricas, para compor objetos complexos!**



# Rasterização

É o processo de conversão da representação vetorial para a matricial. Ela permite realizar a conversão de um desenho tridimensional qualquer em uma representação inteira possível de ser armazenada na memória (de vídeo ou impressão) de um dispositivo raster.



# A CG(ou Síntese de Imagens)

usa primitivas como pontos, linhas, curvas e formas ou polígonos (baseados em expressões matemáticas) para representar imagens.

Os desenhos vetoriais são baseados em vetores que são definidos pelos seus pontos de controle ou nós.

Os mais simples são segmentos de retas definidos pelo seus pontos limites.



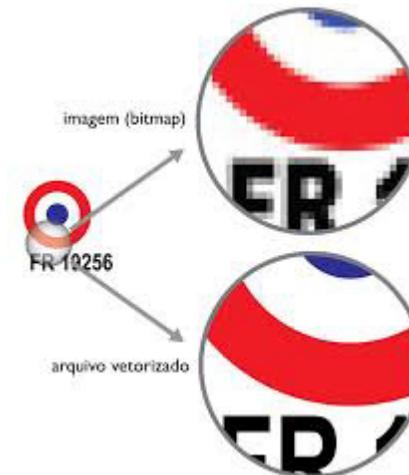
Cada um desses pontos possui uma posição definida **nos eixos x, y** de um plano de trabalho.

**Com atributos como cor, forma e espessura e preenchimento.**

Estas propriedades não aumentam o tamanho dos arquivos de desenho vetoriais, uma vez que todas as informações residem na **estrutura de atributos**, que descreve como o vetor deve ser desenhado.

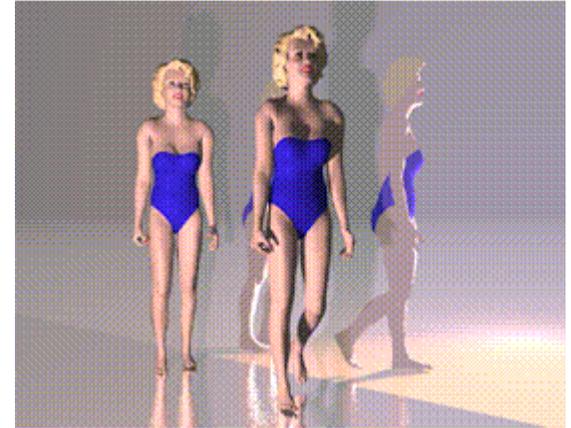
# Vetorização

É o processo inverso



O objetivo neste caso é transformar uma imagem raster em imagem vetorial ([vetorização](#)) para obter imagens MELHOR TRANSFORMÁVEIS (escaláveis) que podem sofrer ampliação (por exemplo) sem perda de definição de imagem ou outras aplicações de CV gerativa Ou CG!

# Mas vetorial não



Significa que só se usa elementos retos.

Em <http://www.ic.uff.br/~aconci/CG.html>

Tem um exemplo completo de como se implementar um programa interativo de desenho de objetos 3D e de curvas em JavaScript.

Fique a vontade para baixar o código ou brincar o com o programa no site mesmo.

**Vetores** são nossos melhores amigos em CG.

- E **transformações** usando **Vetores** se faz o tempo todos !

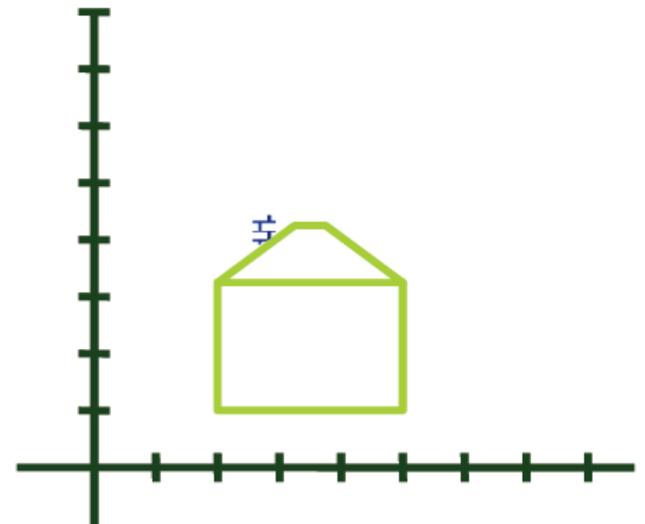
Na forma vetorial vemos os desenho ou gráficos  
Como vendo os seus pontos limites.

Esses pontos serão considerados como vetores  
em 2D :

$(2,1)$  ,  $(5,1)$  ,  $(5,3)$  ,  $(2,3)$ ,.....

Ou em 3D :

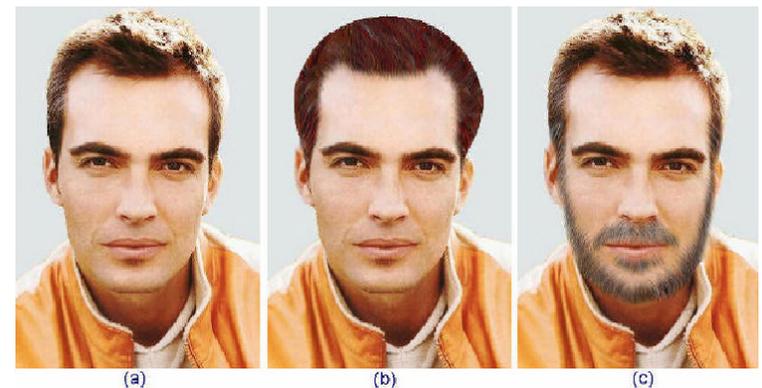
$(2,1,1)$  ,  $(5,3,1)$  ,  $(5,1,1)$  ,  $(2,3,1)$  ...



# O que se vê aqui?



Vetorização ou rasterização?



# HISTÓRICO



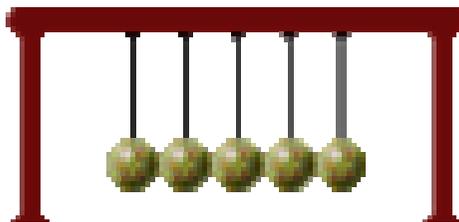
- O primeiro computador a possuir **recursos gráficos** foi o *Whirlwind I*, desenvolvido pelo MIT (em 1950) com finalidades acadêmicas e militares.
- Sistema de **monitoramento e controle de vôos** que o utilizava foi desenvolvido, para defesa aérea dos USA, em 1955, que convertia as informações capturadas por radar em imagem em tubo de raios catódicos.
- O termo *Computer Graphics* surgiu em 1959 em um projeto para simulação de vôos.
- Em 1962, a tese de Sutherland (*Sketchpad – A Man-Machine Graphical Communication System*), introduziu as **estruturas de dados e os conceitos de computação gráfica interativa** que levaram ao desenvolvimento dos primeiros sistemas de projetos auxiliados por computador (*Computer Aided Design-CAD*).
- Grandes corporações passaram a desenvolver sistemas. No final da década de 1960, eles já eram de uso comum na indústria automobilística e aeroespacial.

# Década de 1970:

CG passou a ser entendida como uma **área específica da ciência da computação** com o surgimento dos grupos específicos de interesse em computação gráfica (SIGGRAPH),

**Técnicas e algoritmos, utilizados até hoje**, como os modelos de sombreamento e o z-buffer, bem como a tecnologia dos circuitos integrados, o que permitiu o barateamento das máquinas.

1975 surgiu o **primeiro computador com interface visual**.



# Década de 1980:

- tentativas de normalizar a programação em CG com as propostas dos padrões CORE, GKS, PHIGS;
- desenvolvimento das técnicas de iluminação global como o *ray-tracing* e a *radiosidade*, que levaram o nível do **realismo** gráfico à qualidade de fotografias.



# Década de 1990:

surgiu o **OpenGL** e os recursos gráficos passaram a estar embutidos nas linguagens de programação, o que adicionado ao desenvolvimento das placas gráficas para PC, tiraram a computação gráfica das estações de trabalho para a popularizarem e a massificarem junto aos PCs e GPUs.



A NVIDIA foi a primeira a produzir um chip capaz de sombreamento programável (GeForce 3).

# Anos 2000



- Com o OpenGL API e funcionalidade similar no DirectX, GPUs adicionaram sombreamento programável à suas capacidades.
- Cada pixel poderia ser processado por um programa que poderia incluir texturas de imagem adicionais como entradas, e cada vértice geométrico poderia ser processado por um programa curto antes de ser projetado na tela.
- O acelerador Direct3D trata shaders de pixels e vertices podem implementar looping, e em geral foram rapidamente virando flexíveis como CPUs, e ordens de magnitude mais rápidas para operações com vetorias.
- GPUs paralelas, **a plataforma CUDA**, da NVIDIA, é o modelo de programação mais adotado para computação em GPU, com OpenCL sendo oferecida como um padrão aberto para grandes programas graficos (**games, realidade virtual – VR e aumentada AR**)



## Década de 2010:

- O uso generalizado dos dispositivos móveis e da internet em todos os **novos dispositivos** (**internet ds coisas** - IoT, vestíveis) marcam a década atual.
- Tendência atual : não se pode esperar a criação de tools com recursos prontos.
- Programação a partir do **conhecimento dos algoritmos fundamentais de computação gráfica** com o mínimo de recurso computacional já prontos para programação .

# CARACTERÍSTICAS DA PERCEPÇÃO VISUAL

A percepção tridimensional e **realista no computador** se relaciona como a capacidade humana de distinguir formas, contornos, contrastes e a interpretação da relação espacial existente entre os objetos de uma cena.



Voce sempre interpreta  
Pelo que lhe faz mais  
sentido e é mais familiar

## CARACTERÍSTICAS DA PERCEPÇÃO VISUAL

A percepção tridimensional e **realista no computador** se relaciona como a capacidade humana de distinguir formas, contornos, contrastes e a interpretação da relação espacial existente entre os objetos de uma cena.

Há três categorias de informações visuais usadas na formação de uma imagem:

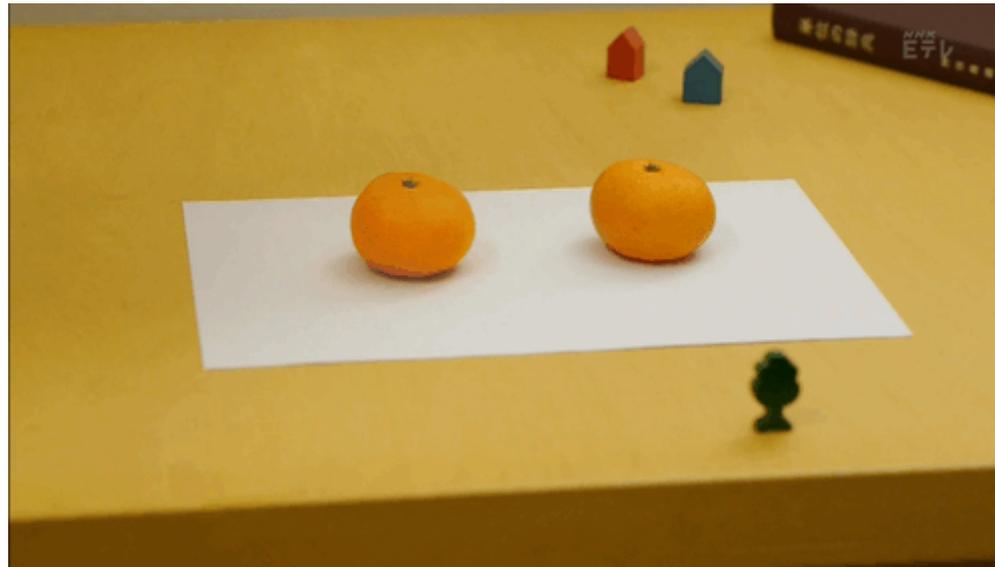
- **Monoculares**,
- as ligadas ao Movimento dos olhos (ou **Óculo Motoras**) ; e
- ao uso de ambos os olhos ao mesmo tempo ou **Estereoscópicas**.

# Informações Monoculares

- Provenientes de **apenas um dos olhos** (monocular) são inerentes à imagem formada na retina.
- São também chamadas de **informações estáticas de profundidade** (*static depth cues*) ou informações de profundidade da imagem (*pictorial depth cues*).

# Informações Monoculares

- obtém a percepção da profundidade valendo-se:
  - 1 - da perspectiva,



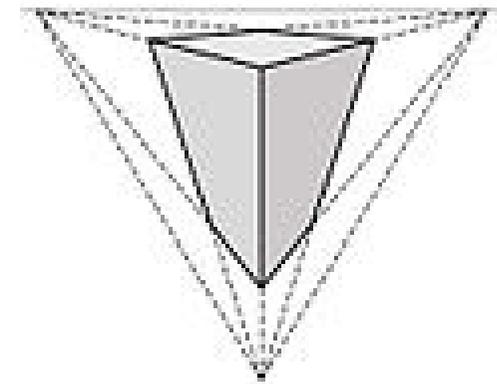
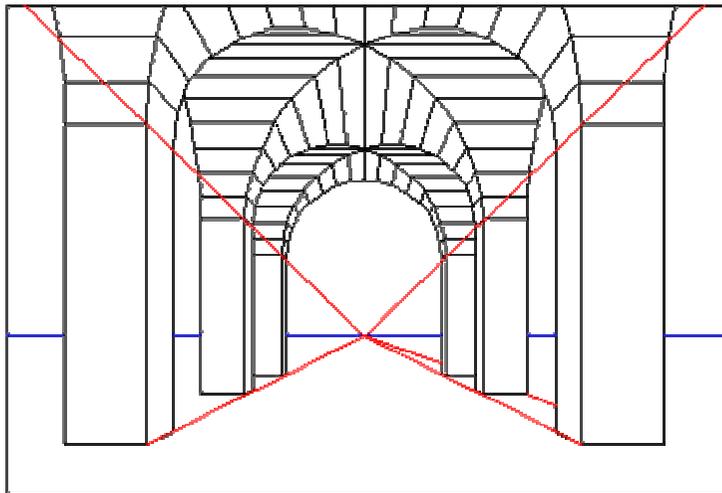
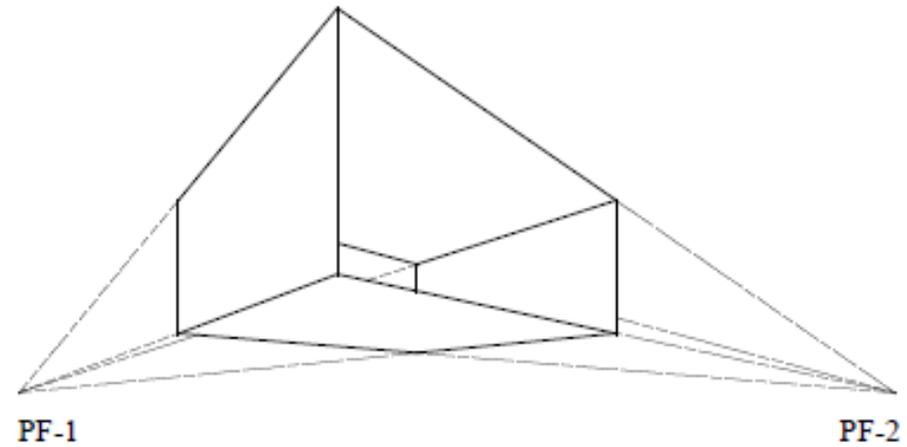
# Informações Monoculares

- Perspectiva ou posicionamento face ao horizonte:
- Descoberta mais importante para o desenho,
- Estabelecida em 1425 por Filippo Brunelleschi, arquiteto e escultor Florentino ([1377-1446](#)) passou utilizada para o desenho de obras realísticas.
- É feita como se somente um olho estivesse vendo a cena (juntos os olhos vêem estereoscopicamente).

# A noção de perspectiva:

- um objeto diminui de tamanho, aparente, à medida que esse se afasta do observador.
- é importante para representar e entender cenas tridimensionais em projeções planas (papel, tela do computador e outros).
- Baseia-se no fato de que **tamanho e distância são sempre interpretados juntos no sistema visual humano**

Perspectiva :  
tamanhos diminui na direção do **ponto de fuga** e lados paralelos na direção onde não há ponto de fuga.



<http://isgg.net>

# Informações Monoculares

obtem a percepção da profundidade valendo-se:

2- da idéia de que os objetos mais próximos escondem os objetos mais distantes que se encontram sobre o mesmo alinhamento em relação ao observador, ou **oclusão**.

# Oclusão

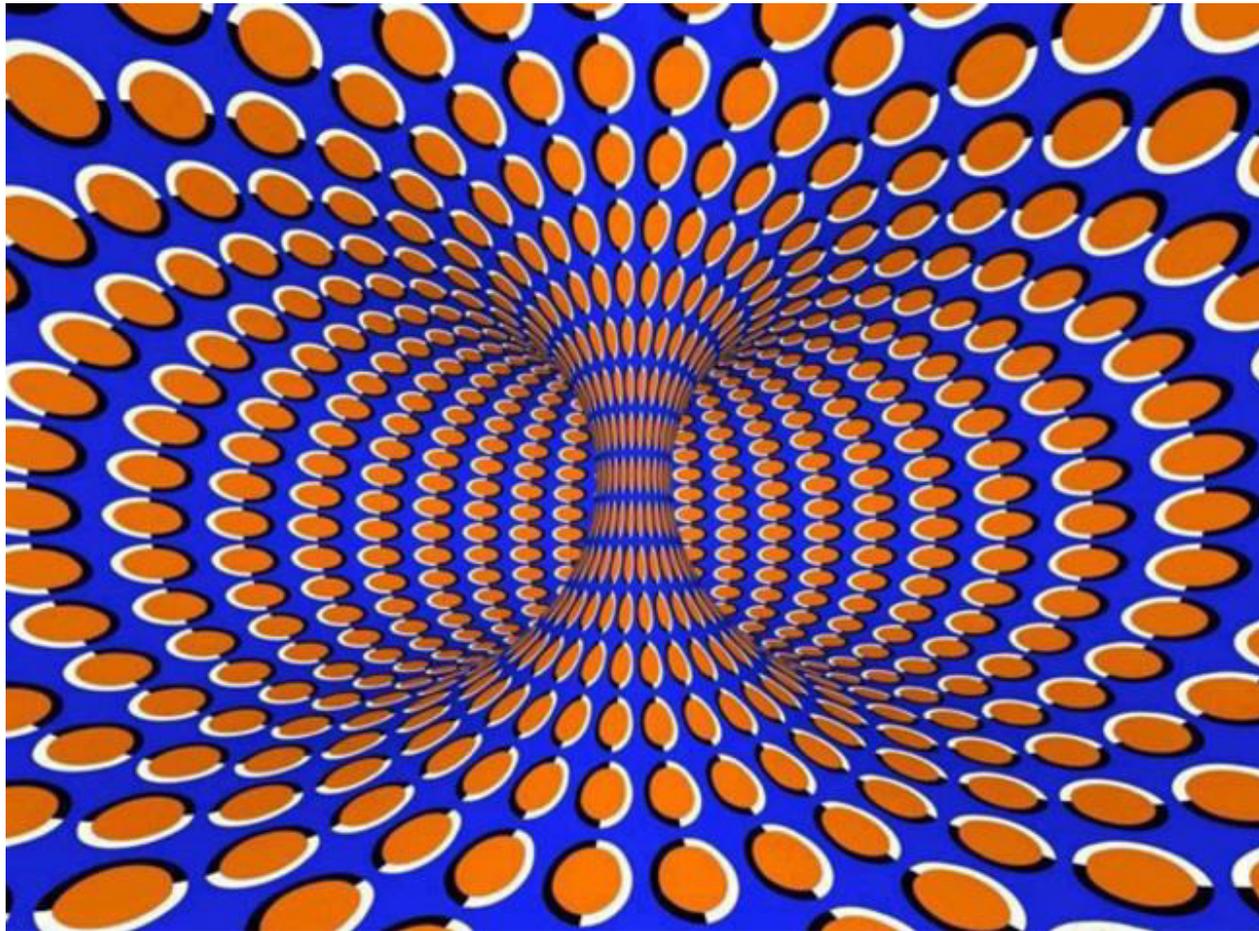
- A oclusão pode fornecer uma informação da posição relativa dos objetos.
- Este fenômeno, também chamado de interposição ou interrupção de contorno, é descrito com a obstrução da visão de um objeto por um outro que está mais próximo do observador e sobre uma mesma direção de visão.
- Se um objeto esconde partes do outro, achamos que ele está mais próximo.

E se oclusão for contrária a sua  
ideia de perspectiva:



# Informações Monoculares

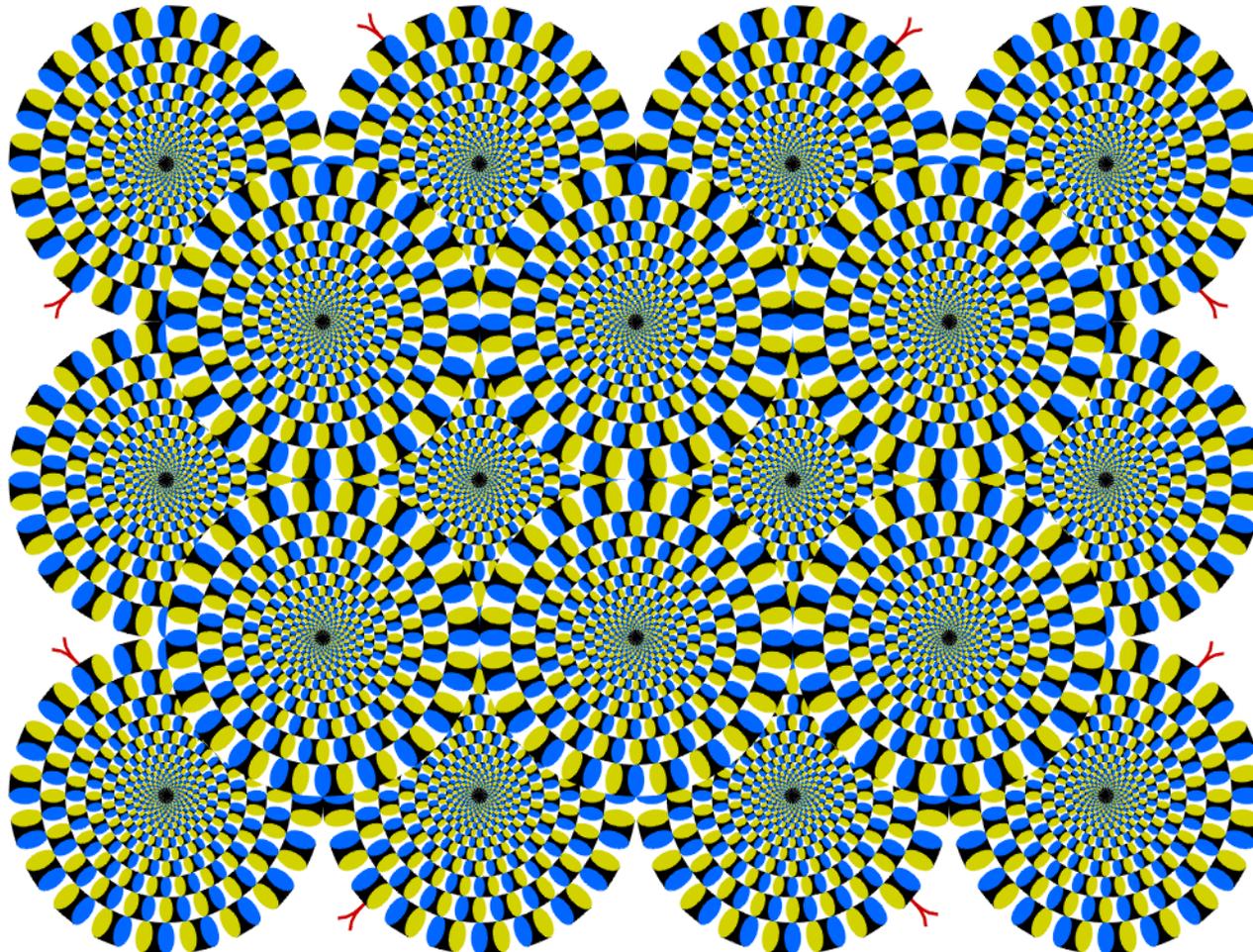
- obtém a percepção da profundidade valendo-se:
  - 3 - da variação dos detalhes com a distância e posição,



# Informações Monoculares

obtém a percepção da profundidade valendo-se:

4- perda de nitidez dos detalhes com a distância



# Densidade das Texturas

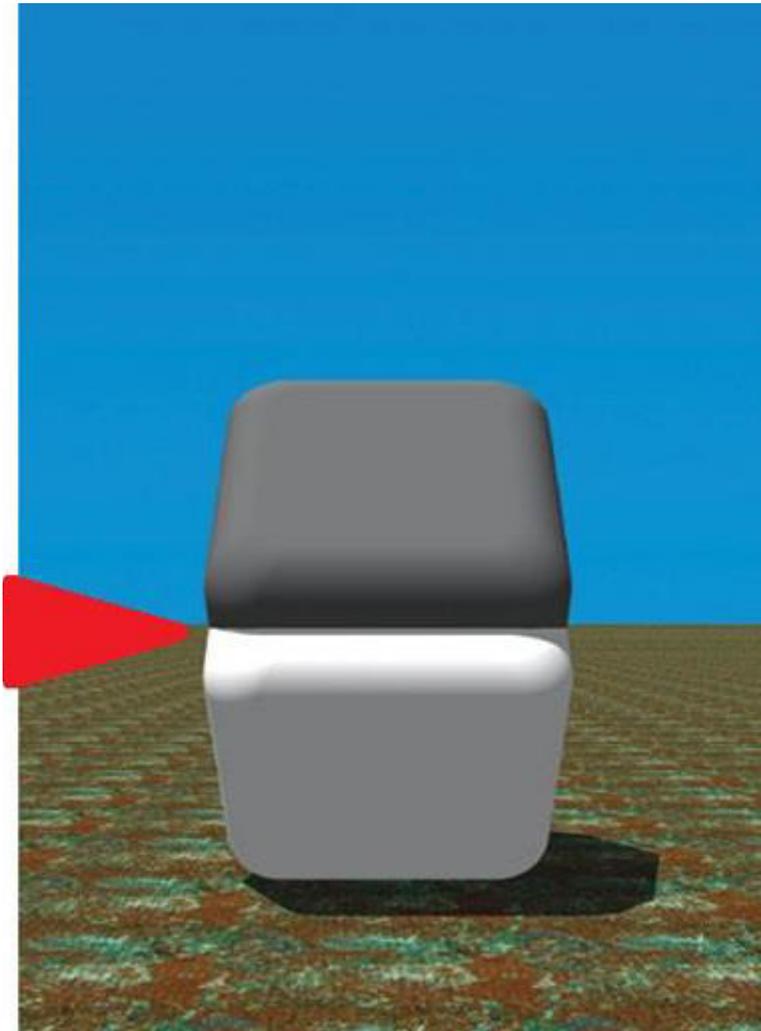
- Conhecido também como “**gradiente de texturas**”, as características 3 e 4 baseia-se no fato de que muitos objetos possuem em sua aparência algum tipo de padrão com certa regularidade e variações neste padrão são associadas às variações das superfícies do mesmo, proporcionando um conhecimento da forma destes objetos e da noção de direções e profundidades .
- Ainda à medida que os padrões aparecem mais densos e menos detalhados, mais distantes estarão do observador .
- As **texturas também auxiliam na percepção do movimento**, como, por exemplo, se girarmos um círculo sem textura, nosso sistema de visão terá alguma dificuldade para perceber o seu movimento, o que não ocorre se esse círculo tiver raios, como as rodas de uma bicicleta.

# Tape o centro da imagem

- Agora tape as laterais.....



# Informações Monoculares



- obtém a percepção da profundidade valendo-se:
  - 5- as mudanças nas totalidades (variação da reflexão da luz e as sombras).

# Variação da Reflexão da Luz e Sombras

- A mudança na **intensidade da luz refletida, ou o sombreamento ao longo da superfície** de um objeto fornece informações sobre a forma e a curvatura da superfície desse objeto.
- Se não for gerada uma variação na cor dos pontos da superfície, a identificação da forma do objeto pode se tornar difícil.

O que  
você vê?

- Um casal  
se  
beijando?
- uma  
máscara?



# Familiaridade com a cena ou conceito de tamanho relativo

- O conhecimento prévio do tamanho de um objeto serve tanto para determinar a distância absoluta a partir do observador, quanto às distâncias relativas entre os diversos objetos de uma cena.
- Quando há dois ou mais objetos no mesmo campo de visão, e o observador tem noção de seus tamanhos relativos, o tamanho aparente serve para determinar qual deles está mais próximo ou mais distante.

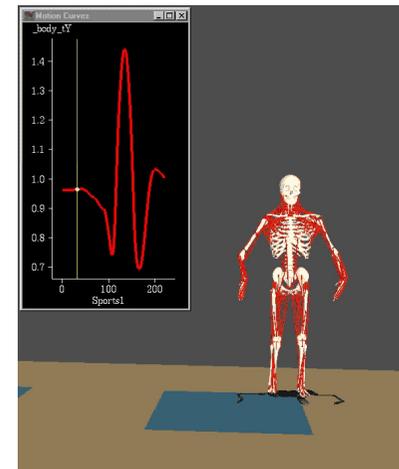
Esses detalhes levam a criação de diversas ilusões de óticas;

- uma das mais interessantes é “o quarto de Ames”



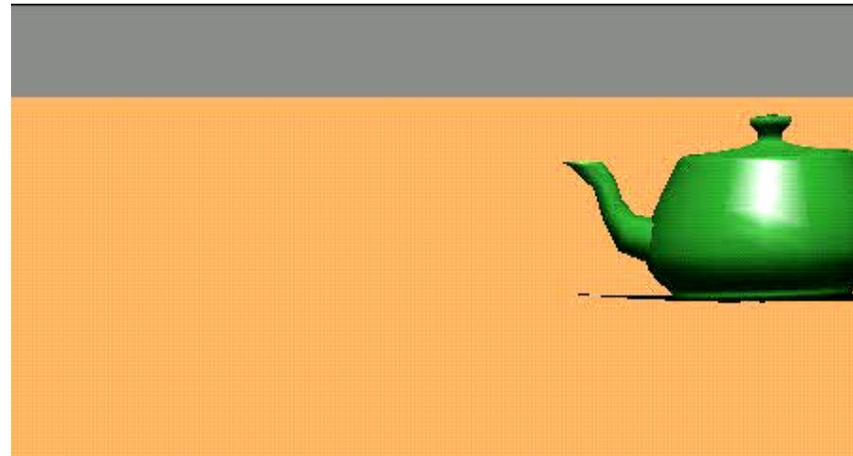
# característica de persistência da visão humana.

- O princípio da persistência foi demonstrado por Paul R. Frenchman (1828).
- Permite introduzir a ilusão do movimento a partir da exposição rápida de imagens estáticas



# Informações Visuais Óculo Motoras

- Os olhos ao verem alguma cena são mantidos em constante movimento por meio de um conjunto de **sete músculos diferentes**.
- As informações visuais oculares motoras são as fornecidas pelo **movimento destes músculos**.
- Há dois tipos de informações nessa categoria:
  - a **acomodação** e
  - a **convergência**.

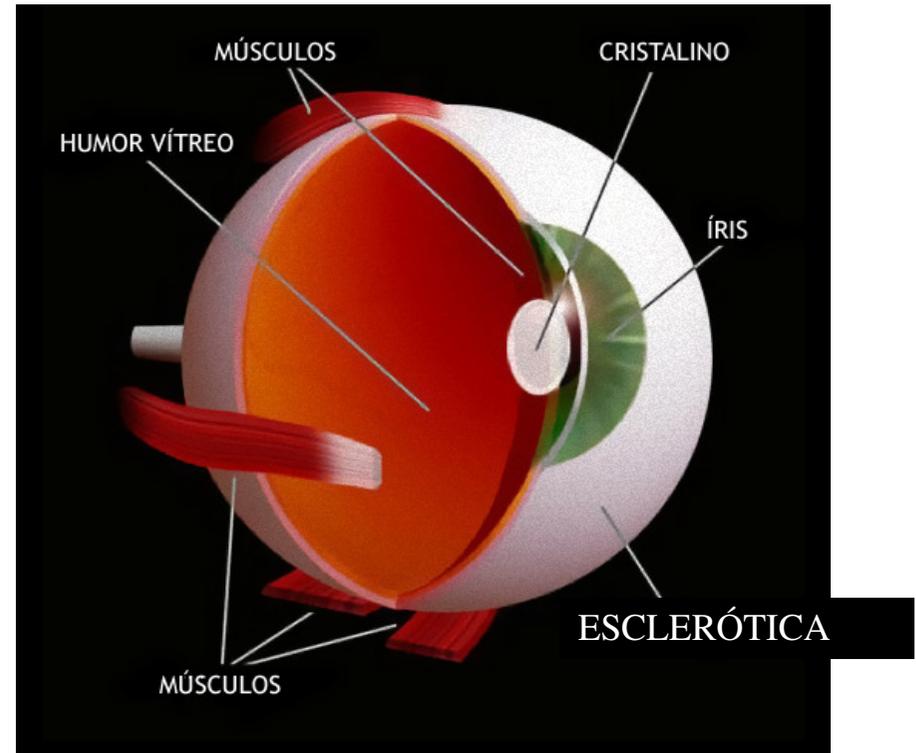


# Sistema de Visão Humana

**Esclerótica** - membrana elástica, conhecida como 'branco do olho'.

**Córnea** - atua como uma lente simples, captando e concentrando a luz.

**Íris** – membrana colorida com um orifício negro no centro (pupila).

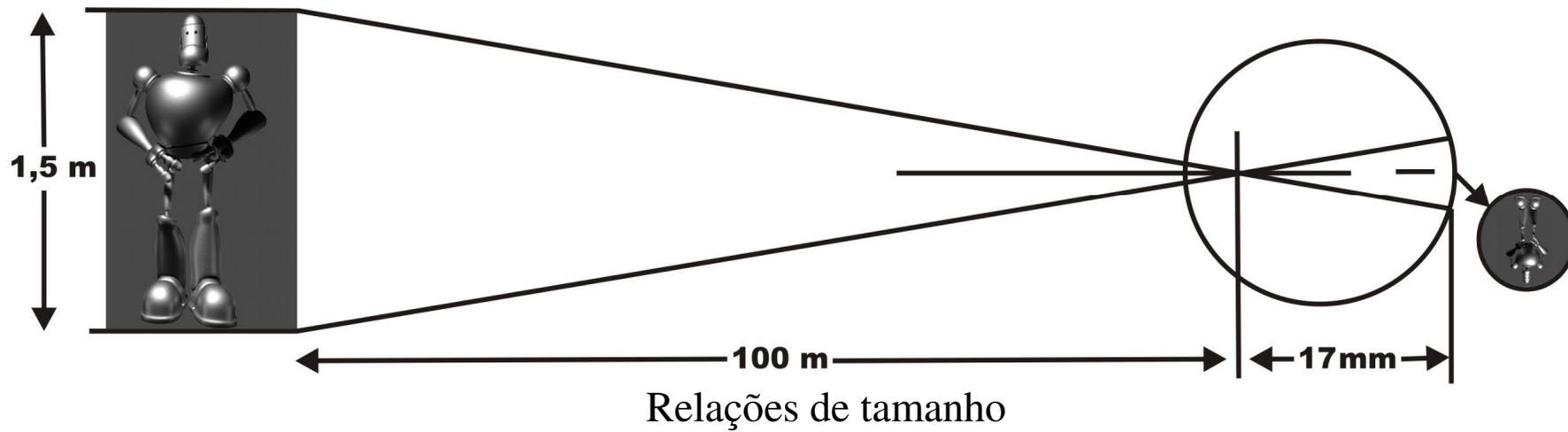
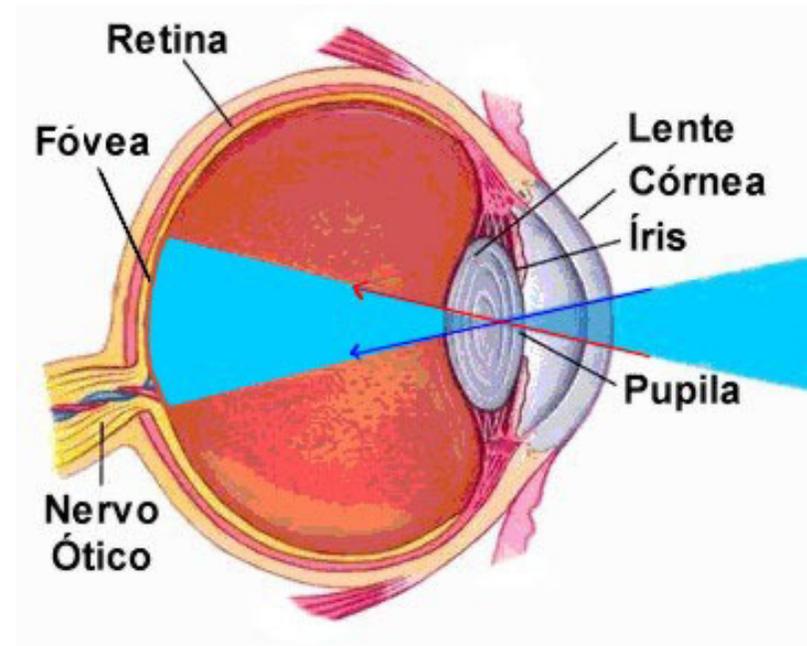


Principais elementos do olho humano.

# Informações Visuais Óculo Motoras

- Uma classe dos músculos dos olhos (chamada **músculo ciliar**) é responsável por focar os raios luminosos na retina (fundo do olho), mudando a **curvatura e a espessura do cristalino** (uma estrutura transparente e elástica que junto com a córnea funciona como **uma lente**).
- Os músculos ciliares estão na porção anterior dos olhos, de onde partem ligamentos suspensores que prendem o cristalino.
- Com a atividade do músculo ciliar a **curvatura e espessura** do cristalino podem ser modificadas, permitindo o **foco longe ou perto**.

# Sistema de Visão Humana

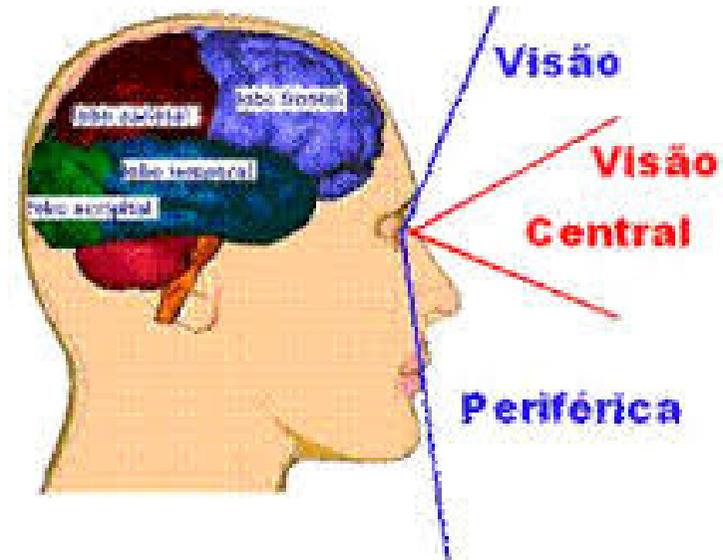


# Os músculos extrínsecos do olho:

- **Convergência binocular:** isto é focalizar os **dois olhos sobre um mesmo objeto**, compondo uma imagem com percepção de profundidade;
- **Exploração do campo visual:** na observação de detalhes de um ambiente; a imagem é projetada na retina e deslocada pelos movimentos da cabeça e dos olhos, de modo que os pontos de interesse são mais bem visualizados;
- **Acompanhamento de objetos em movimento:** a percepção de movimento envolve a detecção de deslocamentos da imagem projetada sobre a retina e o acompanhamento do objeto, procurando manter a sua imagem visível; e

# Cores -> visão central

- Intensidade - > Visão periférica



# Os músculos extrínsecos do olho:

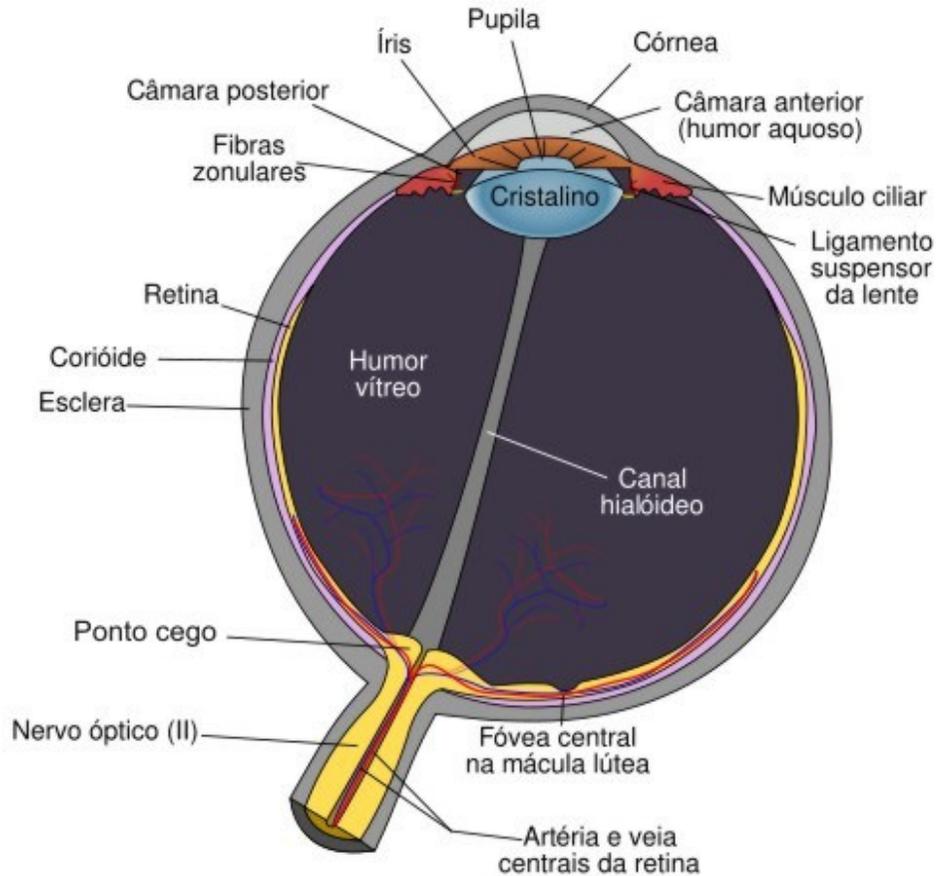
- **Transformação de variações espaciais em variações temporais:** quanto uma imagem permanentemente projetada sobre a retina imóvel, ela desaparece da percepção.

Os movimentos dos olhos são de forma a renovar continuamente os estímulos luminosos.

O cérebro reconstrói a imagem observada a partir dessas informações, cancelando nesse processo todas as irregularidades que estão sempre imóveis do campo visual ocular, como por exemplo, as **sombras projetadas pelos nervos e vasos sanguíneos na retina.**

Assim sendo, a composição da cena, ou a percepção visual propriamente dita, dá-se efetivamente no cérebro, a partir de informações fornecidas pelo olho.

# Sistema de Visão Humana



Esquema dos principais elementos do olho humano.

**Retina** – em média composta de cerca de 120 milhões de bastonetes e 6 milhões de cones (sensores), converte o estímulo luminoso em sinais elétricos.

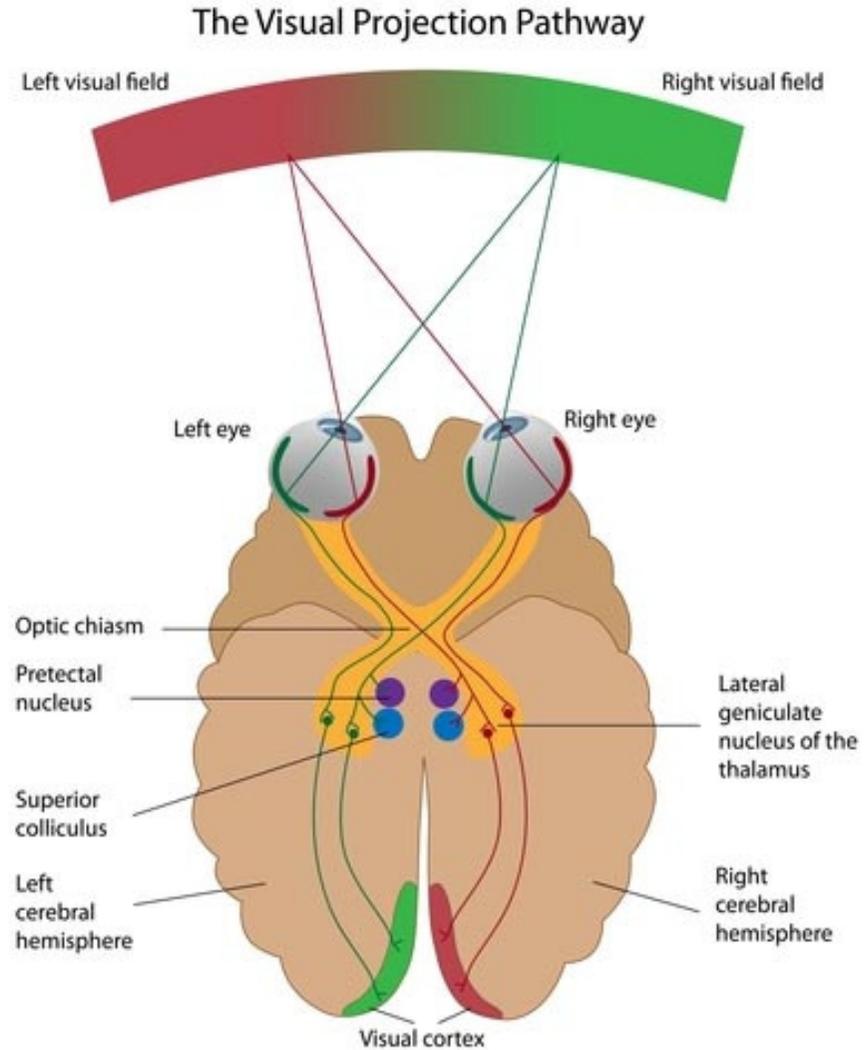
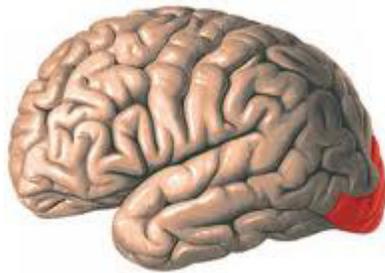
**Nervo óptico** - transmite para o cérebro os sinais.

# Informações Visuais Estereoscópicas

- A estereoscopia ou visão binocular decorre de termos nossos olhos posicionados na frente, praticamente na mesma direção e não em direção oposta como ocorre com muitos animais, que por isso têm um campo visual muito maior que o nosso (até 360 graus).
- Ela nos dá a noção do tridimensional.
- Com os olhos na mesma direção, mas em pontos diferentes cada olho vê uma cena com uma leve diferença.
- Isto pode ser conscientizado por uma experiência bem simples: ponha seu dedo indicador na vertical, na frente do nariz, até um palmo de distância e leia esse texto, com apenas um dos olhos de cada vez, você deixará em cada caso de ver uma parte distinta do texto e terá visões diferentes.

Núcleos Laterais  
Geniculares (LGN)  
Campos visuais do lado  
direito de cada olho é  
tratado no LGN do lado  
esquerdo

córtex visual

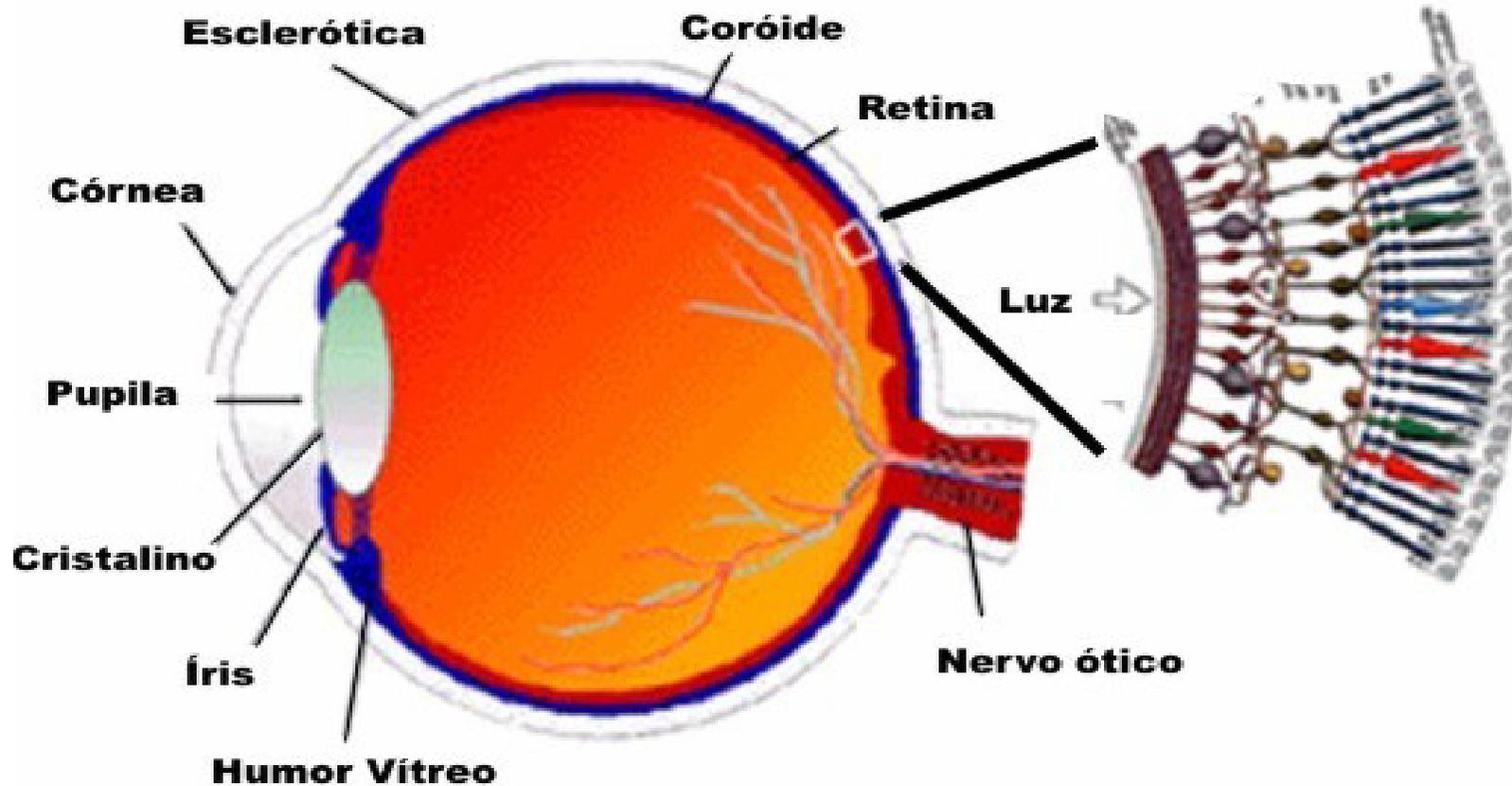


# Informações Visuais Estereoscópicas

- A diferença de visao entre cada olho é chamada **disparidade binocular**.
- O cérebro usa essas diferenças para obter a distância relativa dos objetos.
- Ou seja, a sobreposição das informações nos proporciona a experiência tri-dimensional do ambiente (relevo e profundidade).

# Sistema de Visão Humana

## Células Cones e Bastonetes



# Bastonetes

- **Visão monocromática:**

A substância química responsável pela sensibilidade dos bastonetes à luz é a **rodopsina**, quando a luz incide sobre uma molécula de rodopsina, esta gera um sinal elétrico que é transmitido às células nervosas presentes na retina.

# cones

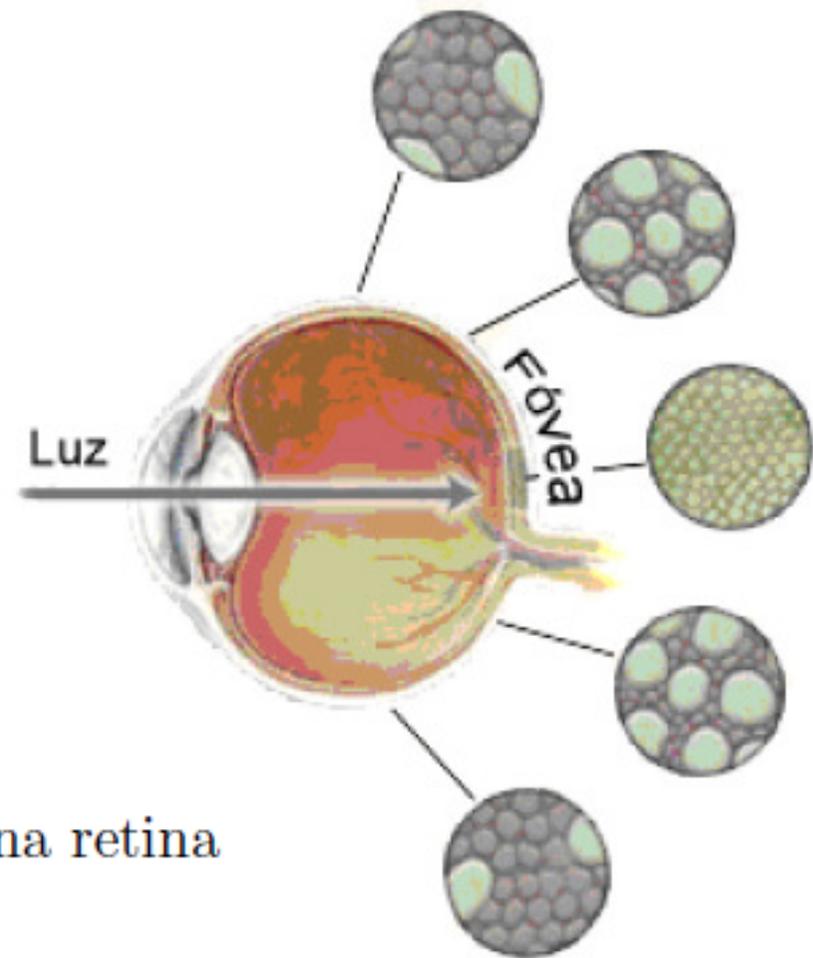
- 3 tipos:

- i. L-Cones - Curva de resposta com pico em 445nm

- ii. M-Cones - Curva de resposta com pico em 535nm

- iii. S-Cones - Curva de resposta com pico em 575nm

Distribuição dos cones e bastonetes na retina



# Espaços de Cores

- Para que a quantificação ser possível, é necessário um domínio para se trabalhar com a cor, ou seja, um **espaço de cores**.
- Este deve ter possuir **uma base** (com o menor numero de cores possíveis) capaz de gerar todo o espaço..

# O espaço de cor *RGB*

- $C = r R + g G + b B$

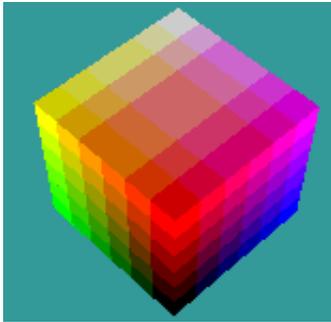
onde *R*, *G* e *B* são as cores primarias e *r*, *g* e *b* os coeficientes da mistura

Em geral define-se em três como o número de cores primarias em um espaço, devido ao fato do olho humano possuírem **três tipos de fotorreceptores**.

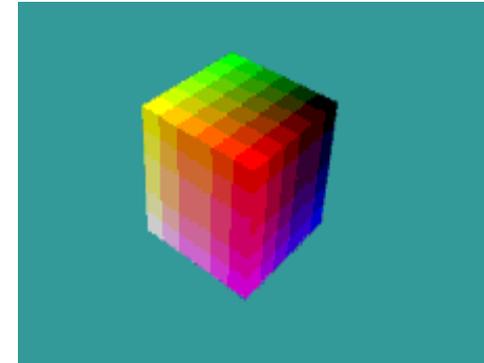
Nem todos os espaços de cor possuem uma **base com cores primárias**, nos espaços de cores *HSV* e *HSL* não existe um grupo de cores primarias.

Mesmo em um espaço com uma base, nem sempre essa base será formada por **comprimentos de onda visíveis**.

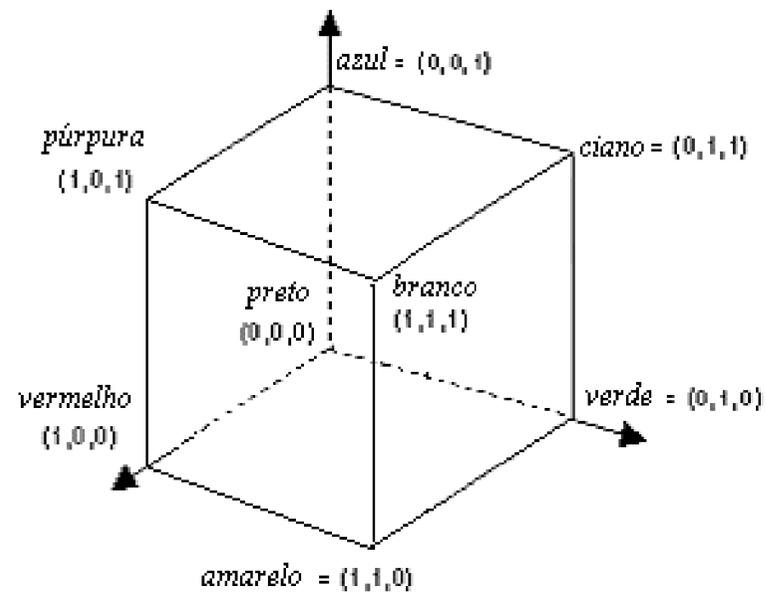
Por exemplo no espaço de cor XYZ, os 3 comprimentos de onda primários **X, Y e Z que formam a base não são visíveis**, mas podem ser usados para produzir **todas as outras cores visíveis**



# Sistema RGB



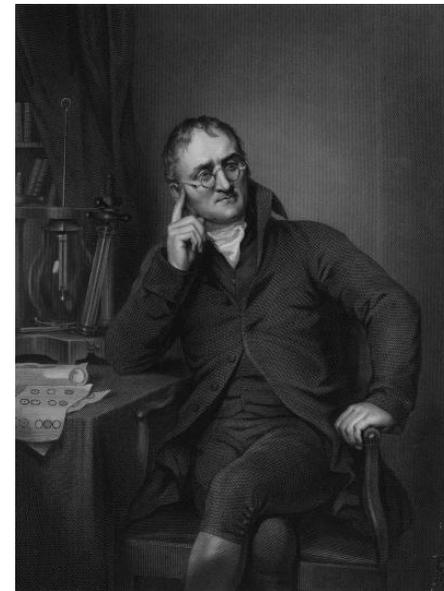
- Normalizado entre 0 e 1



## Percepção de Cor

# Daltonismo.

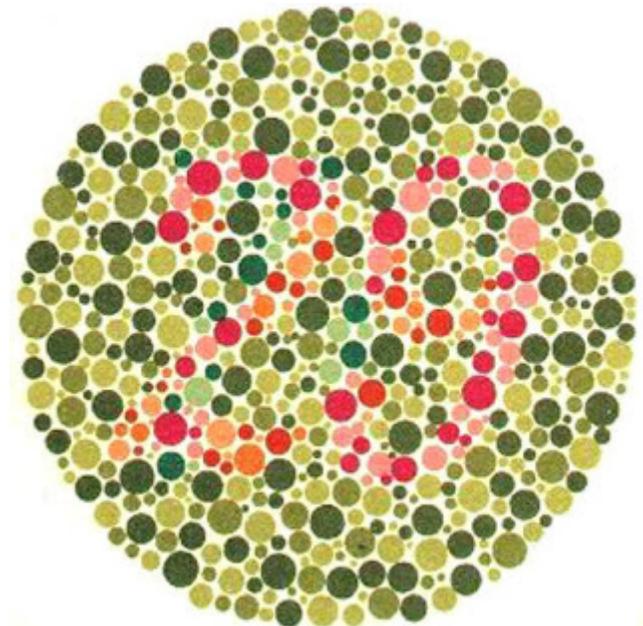
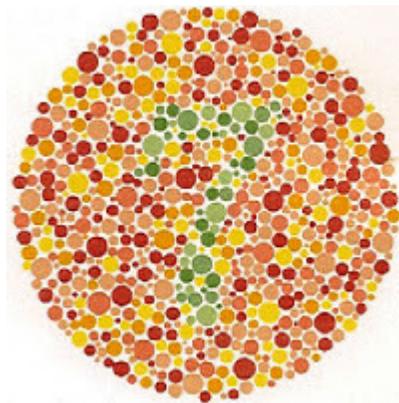
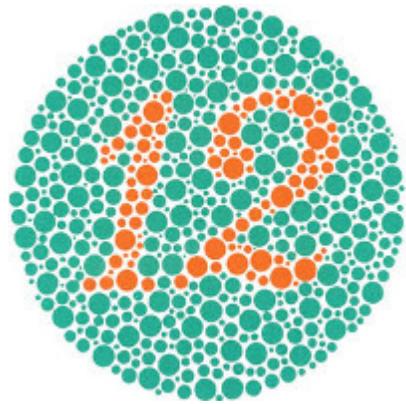
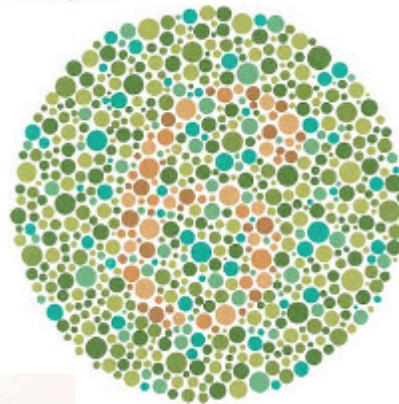
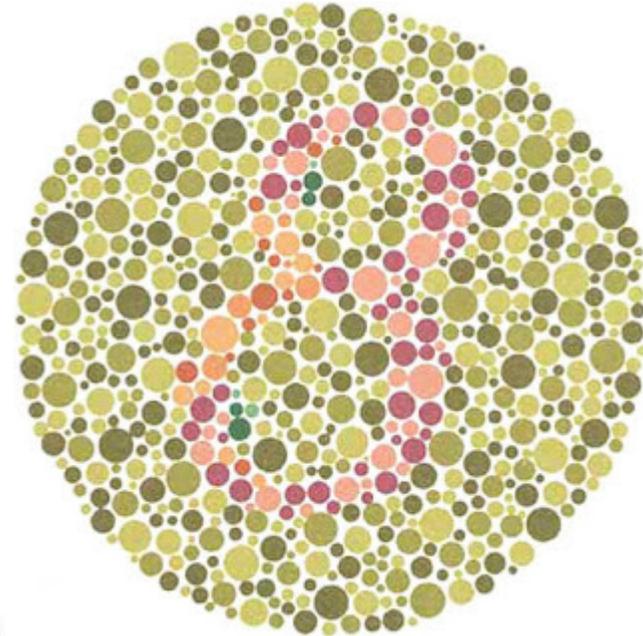
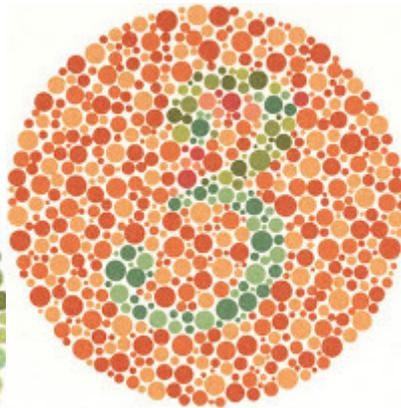
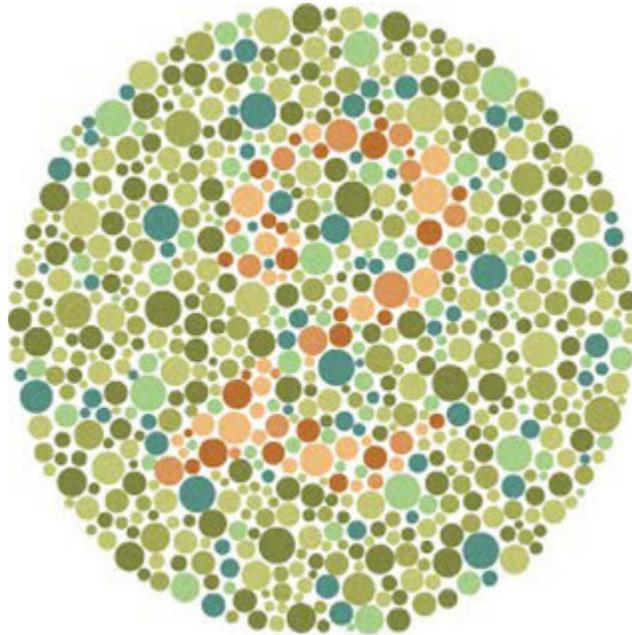
- O primeiro tratado científico sobre a deficiência na visão de cores foi publicado em 1798 pelo químico Inglês **John Dalton [1766-1844]** por **isso todos os problemas de visão a cores são também chamados de Daltonismo.**



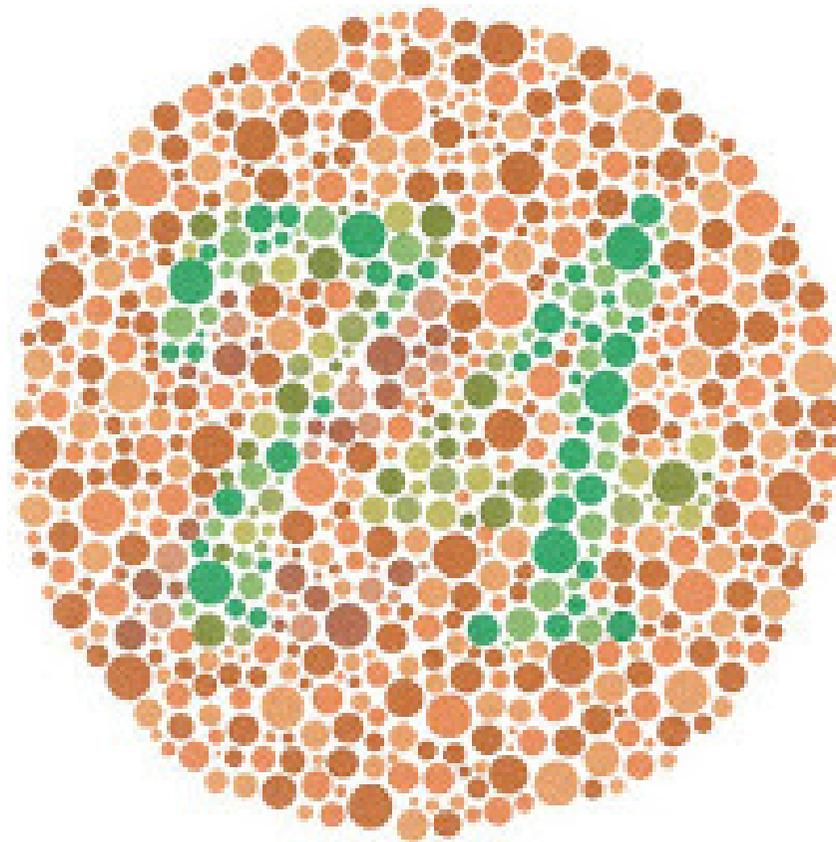
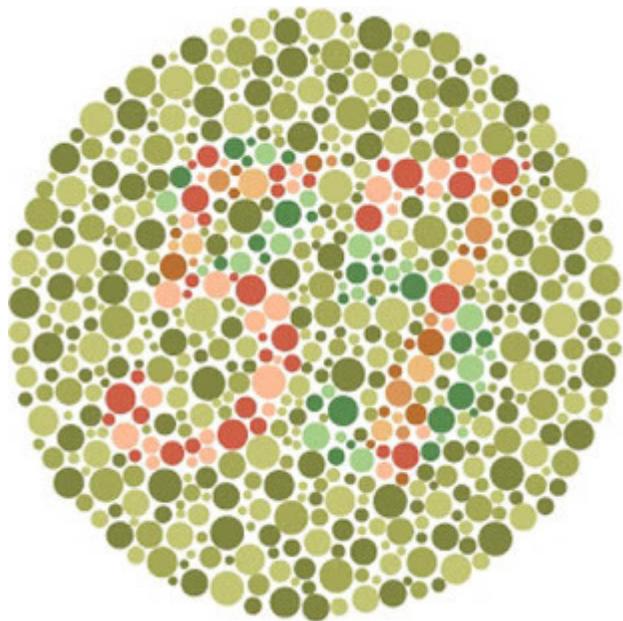
# Teste de Daltonismo

- Na maioria das vezes o daltônico leva anos para perceber sua deficiência: Como sentir falta de algo que nunca se viu?
- Devido a fatores genéticos ligados ao cromossoma X, as mulheres têm muito menos probabilidade de serem daltônicas do que os homens.
- Teste resumido de daltonismo utilizando figuras de Ishihara.
- O objetivo deste teste é identificar os números presentes em cada figura.

**peessoas com daltonismo não enxergam os  
números 2 ,12, 3,6, 7,8 e 29**



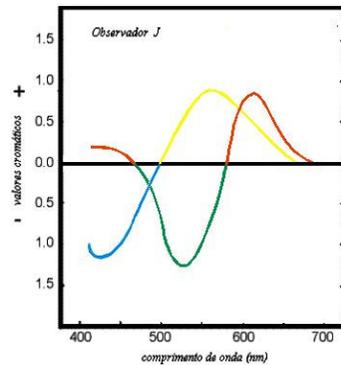
**peessoas com daltonismo não enxergam os números 57, e 74**



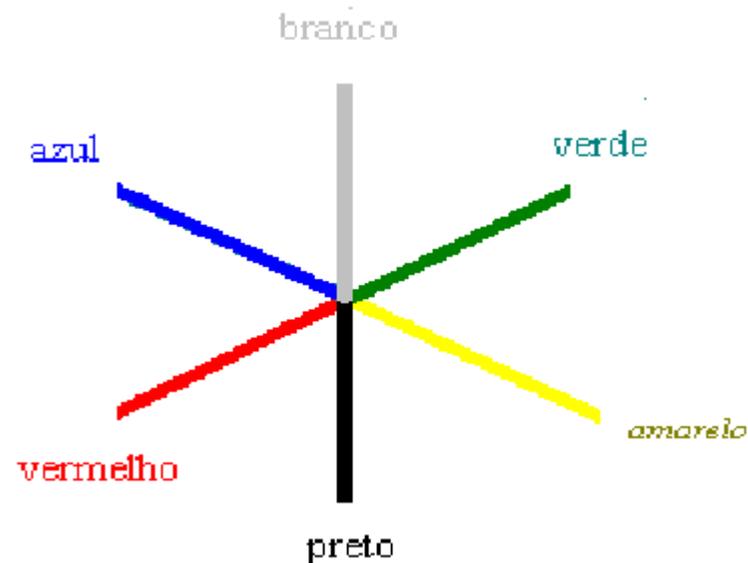
# Percepção de Cor

Mais em:

- [http://en.wikipedia.org/wiki/Color\\_blindness#Clinical\\_forms\\_of\\_color\\_blindness](http://en.wikipedia.org/wiki/Color_blindness#Clinical_forms_of_color_blindness)
- **A complexidade da forma de descrição da percepção** fazem surgir os diversos modelos e espaços de cores como os oponentes.

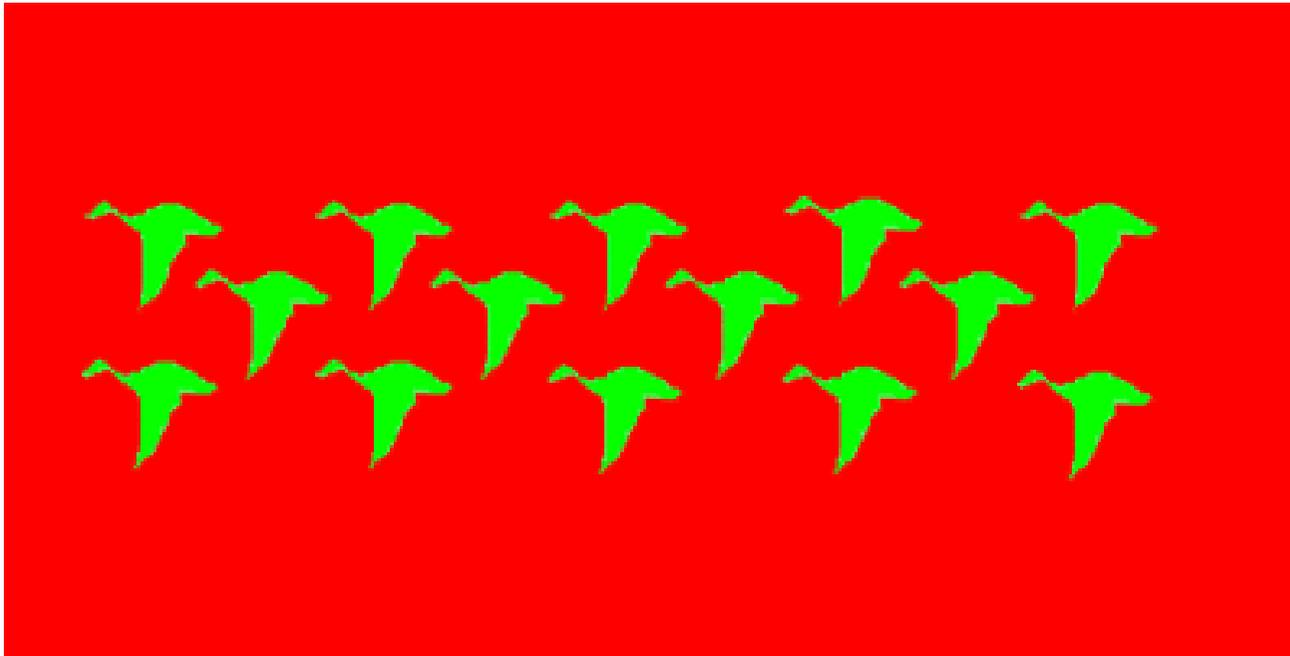


**Sistemas de cores oponentes**

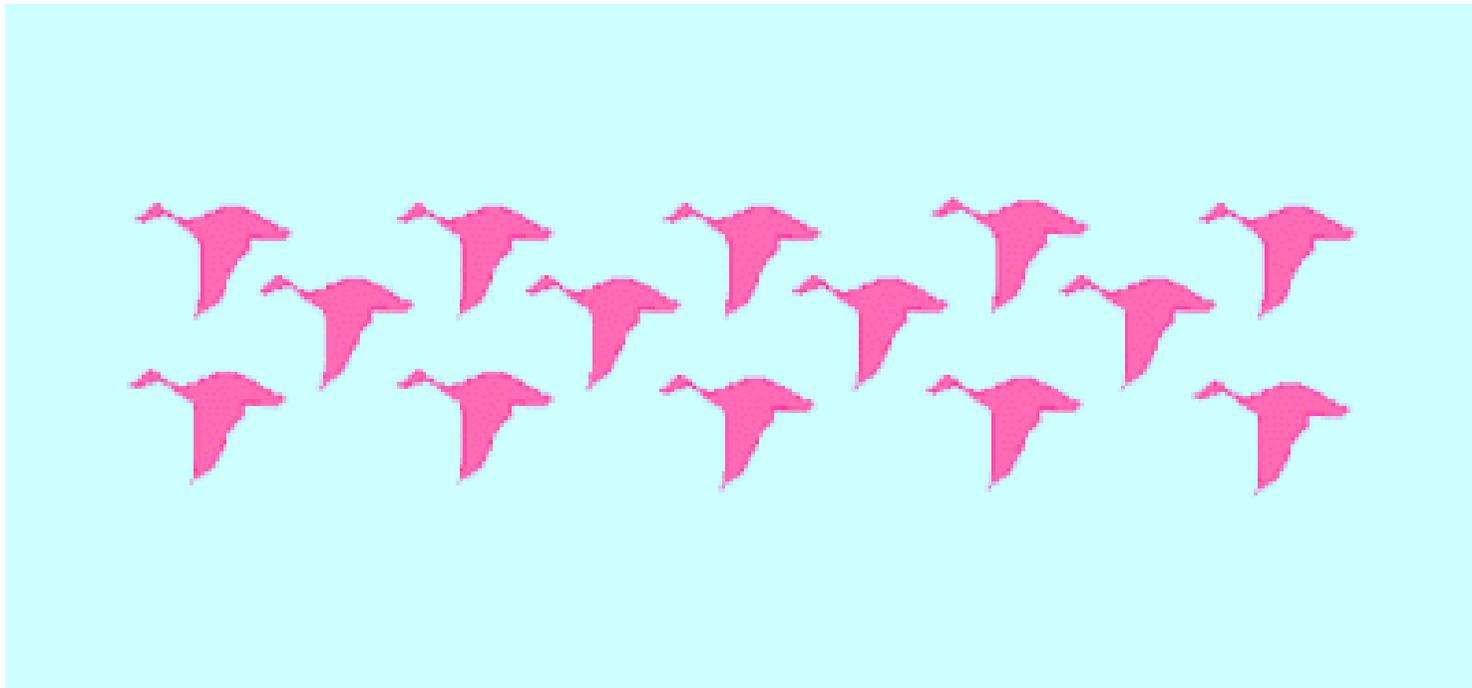


# Cores oponentes explicam coisas como: as AFTER IMAGES

- Fixe nesta imagem por pelo menos 20 segundos, depois olhe para uma parede branca que cores você vê?



# AFTER IMAGES



Então você sabe responder a  
pergunta inicial e dizer:

**O QUE É COMPUTAÇÃO GRÁFICA.**

**obrigada**

Croma Key



# Referencias

- E. Azevedo, A. Conci, [Computação Gráfica](#): teoria e prática, [Campus](#) ; 2003 - Rio de Janeiro.
- Isso é perturbador! \_ As 30 ilusões de ótica mais insanas que você verá \_ Tudo Interessante \_ Curiosidades, Imagens e Vídeos interessantes\_files