

# Luz, Cor e Percepção Visual

André Tavares da Silva

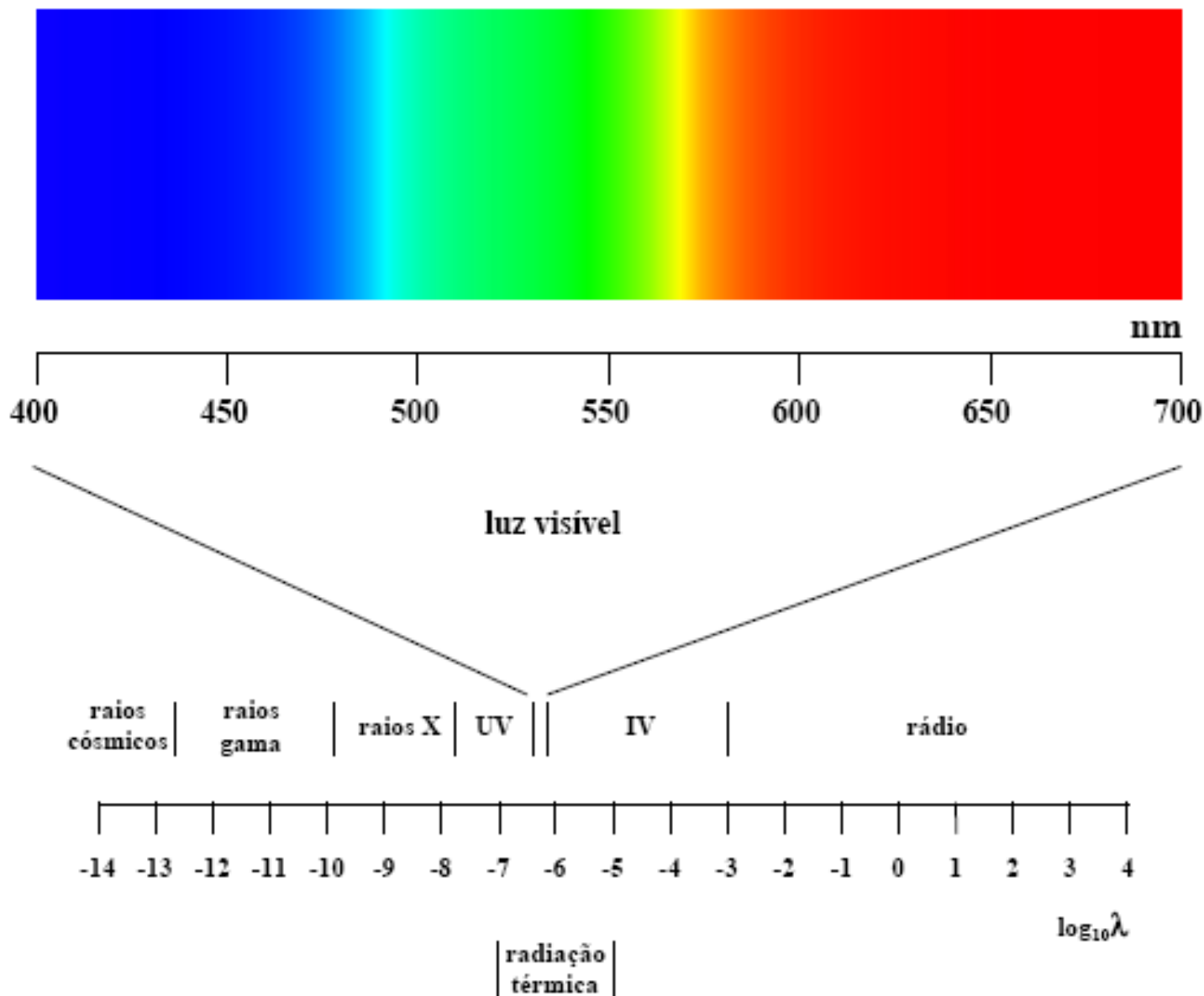
[andre.silva@udesc.br](mailto:andre.silva@udesc.br)

Capítulo 13 do “Foley”

# O que é luz?

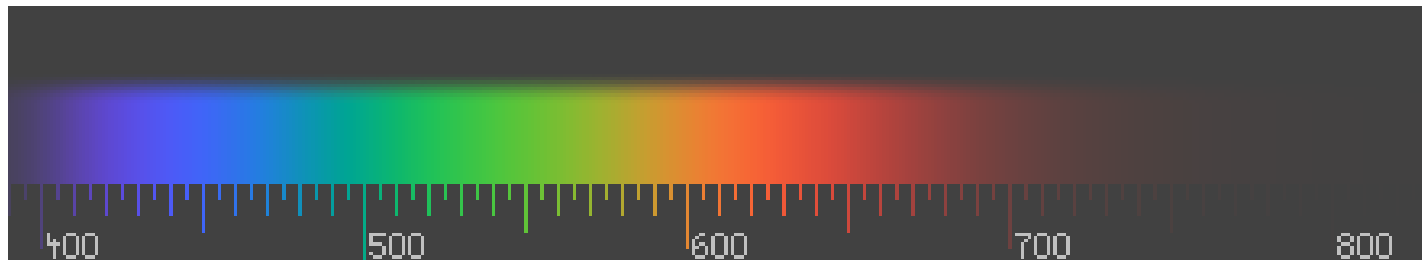
- Luz é uma forma de energia.
- Tipo de radiação eletromagnética com um comprimento de onda que afeta o sentido humano de visão.

# Espectro Eletromagnético



# O que é cor?

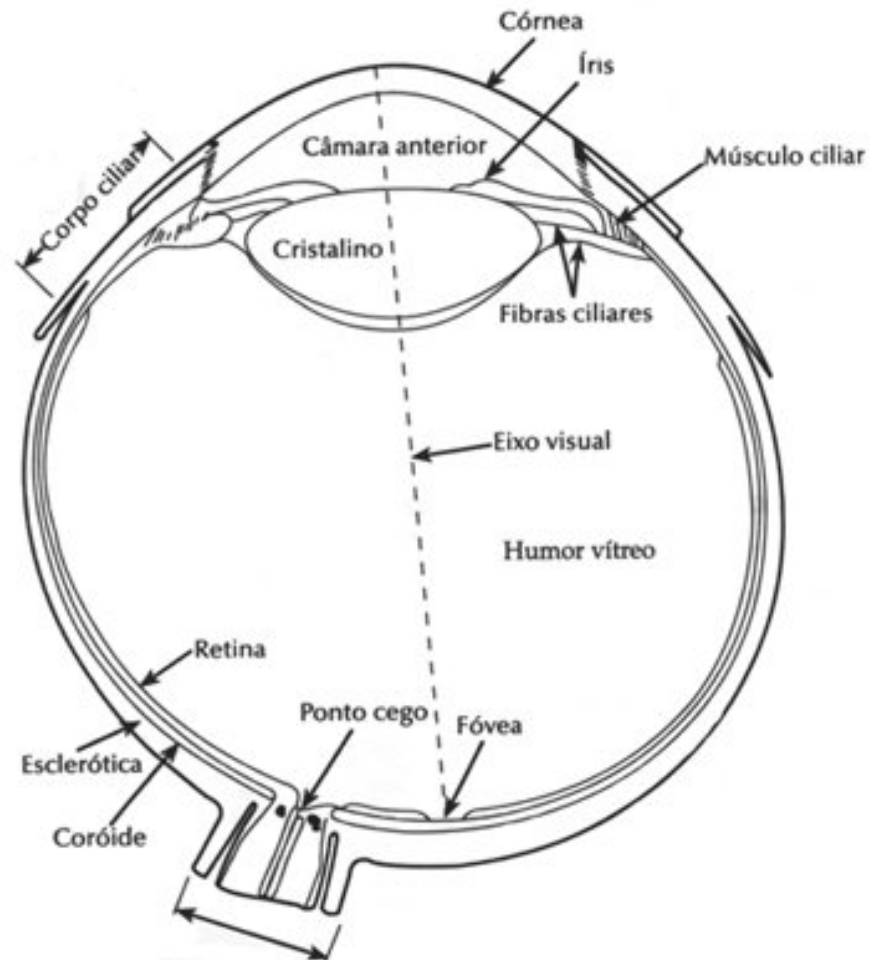
- Cor é uma propriedade de percepção que nos permite diferenciar entre diferentes energias luminosas.



# O que é cor?

- A cor de um material é determinada pelos comprimentos de onda dos raios luminosos que as suas moléculas constituintes refletem.
- Um objeto terá determinada cor se não absorver justamente os raios correspondentes à frequência daquela cor.
- Assim, um objeto é vermelho se absorve todos os raios de luz, **exceto** o vermelho.

# Olho Humano



# Funcionamento do Olho Humano

- Retina: parte sensível à luz (200° de cobertura) - conexão com o nervo ótico;
- Íris: regula a quantidade de luz que entra no olho;
- Lente (cristalino) permite foco;

# Funcionamento do Olho Humano

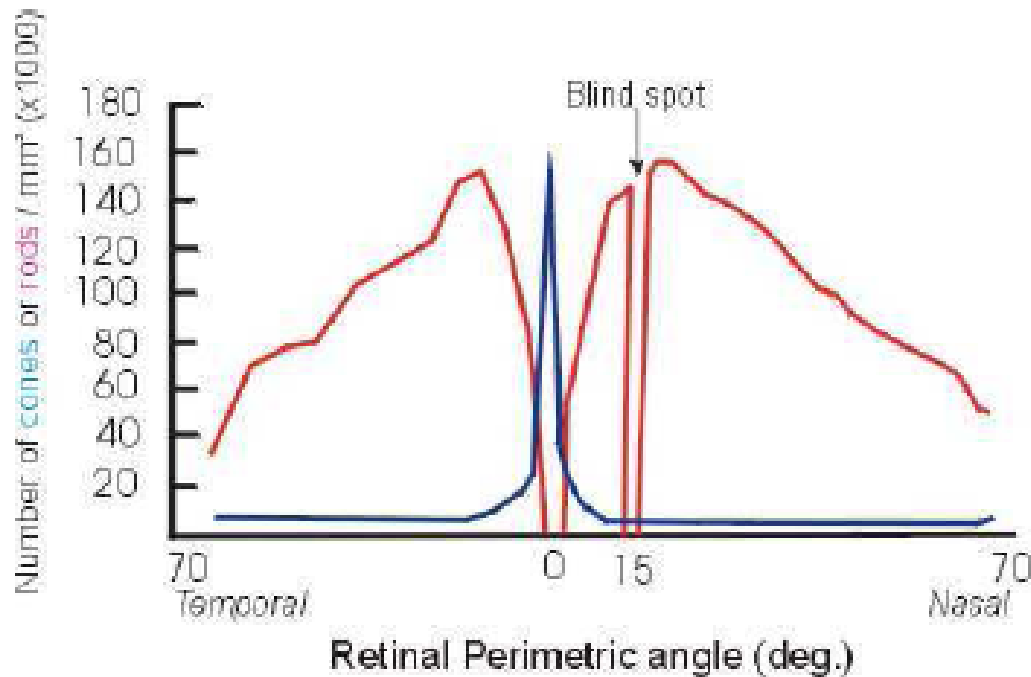
- Luz penetra no olho e atinge a retina;
- Retina contém células fotossensíveis;
- Enviam sinais elétricos para o cérebro;
- 2 tipos de células
  - Bastões
  - Cones



# Funcionamento do Olho Humano

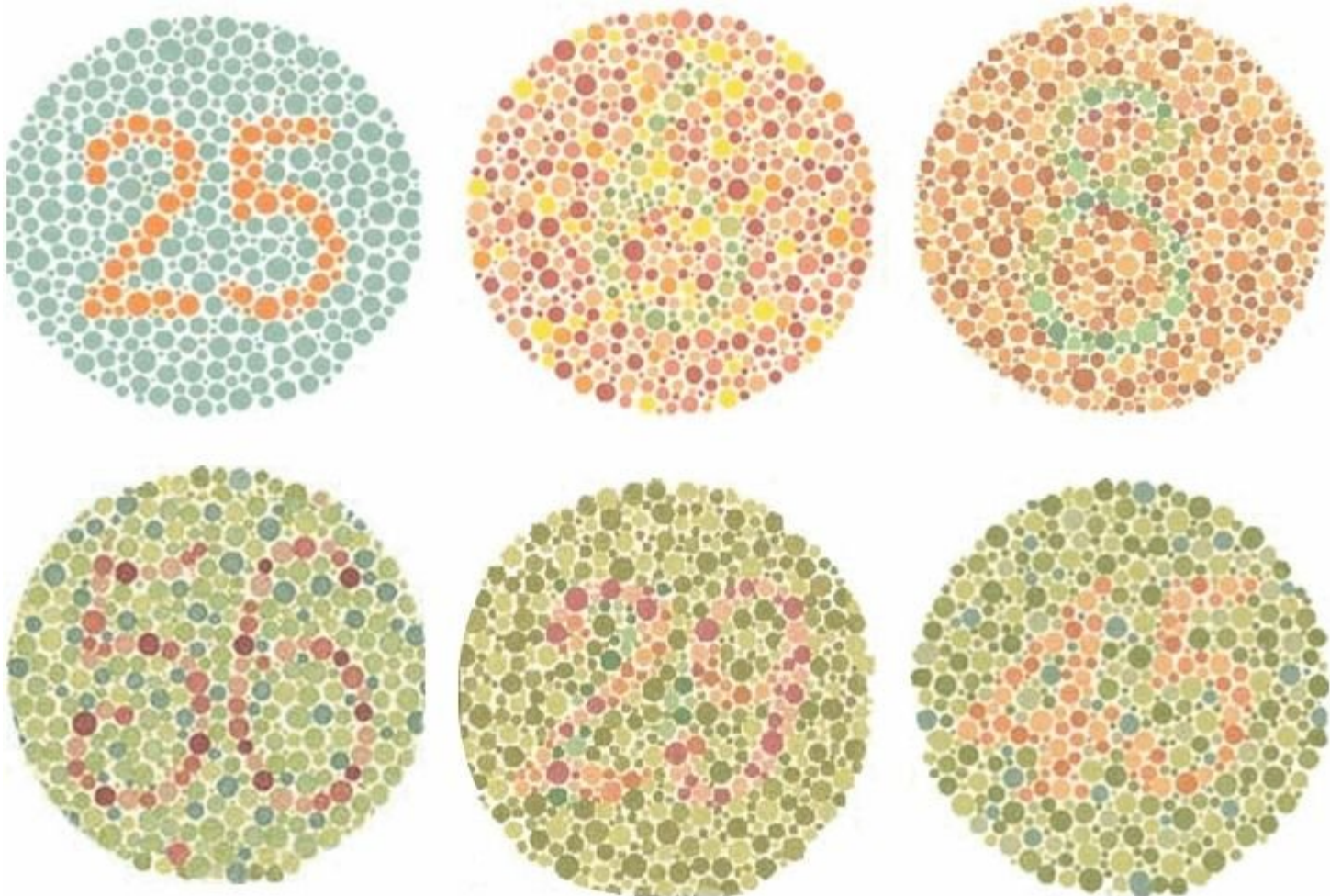
- Bastões
  - ~ 120 milhões
  - Não detectam cor (somente intensidade de luz, não comprimento de onda)
  - Muito sensíveis
  - Maior concentração na periferia da retina
- Cones
  - Responsáveis pela visão colorida
  - 6 a 7 milhões
  - 3 tipos com receptores químicos:
    - Comprimentos de onda grandes(vermelho)
    - Médios(verde)
    - Curtos (azul)
  - Cones azuis são MENOS receptivos do que os outros dois

# Distribuição de cones e bastões

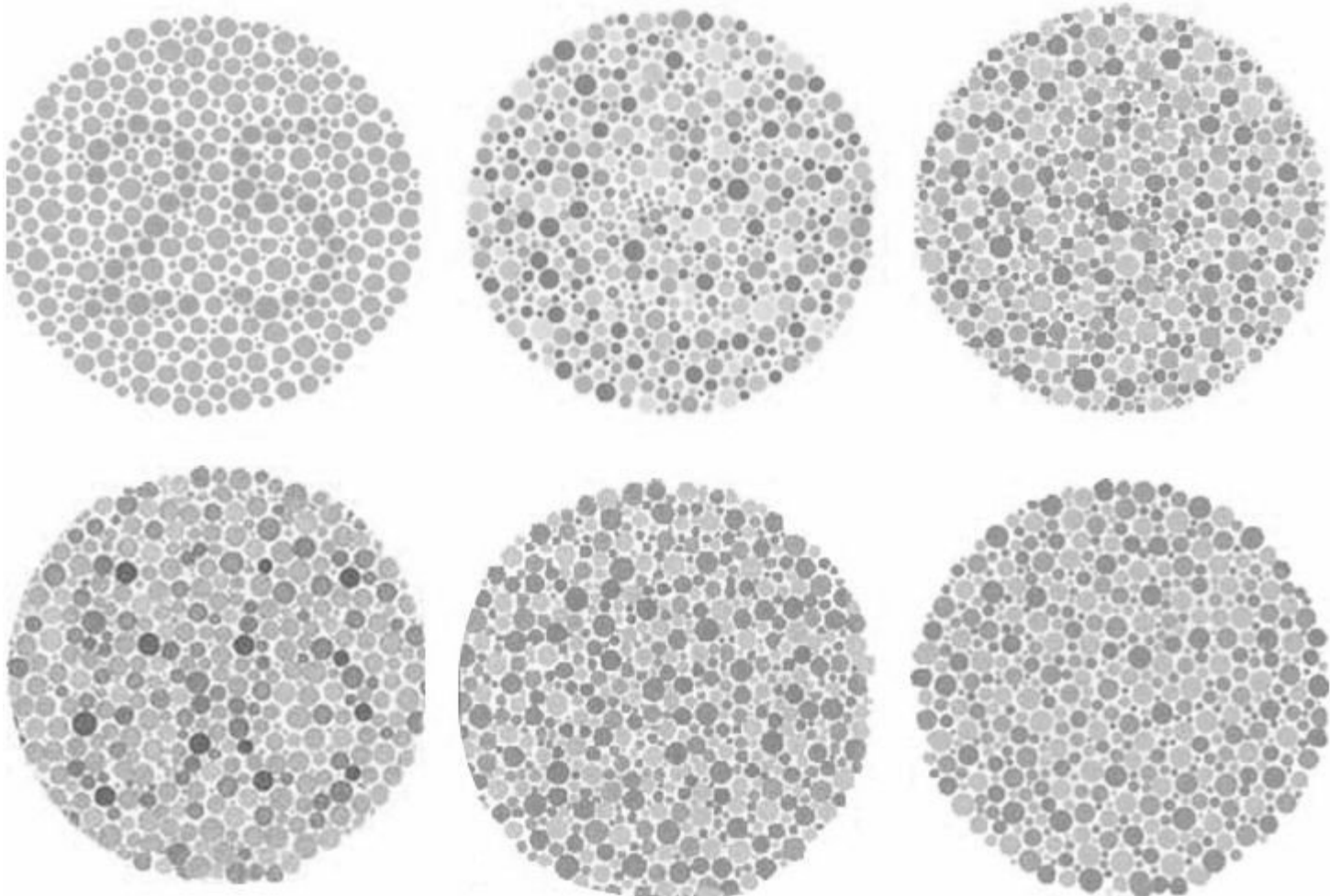


Adapted after Østerberg, 1935

# Teste de cores de Ishihara



# Teste de cores de Ishihara

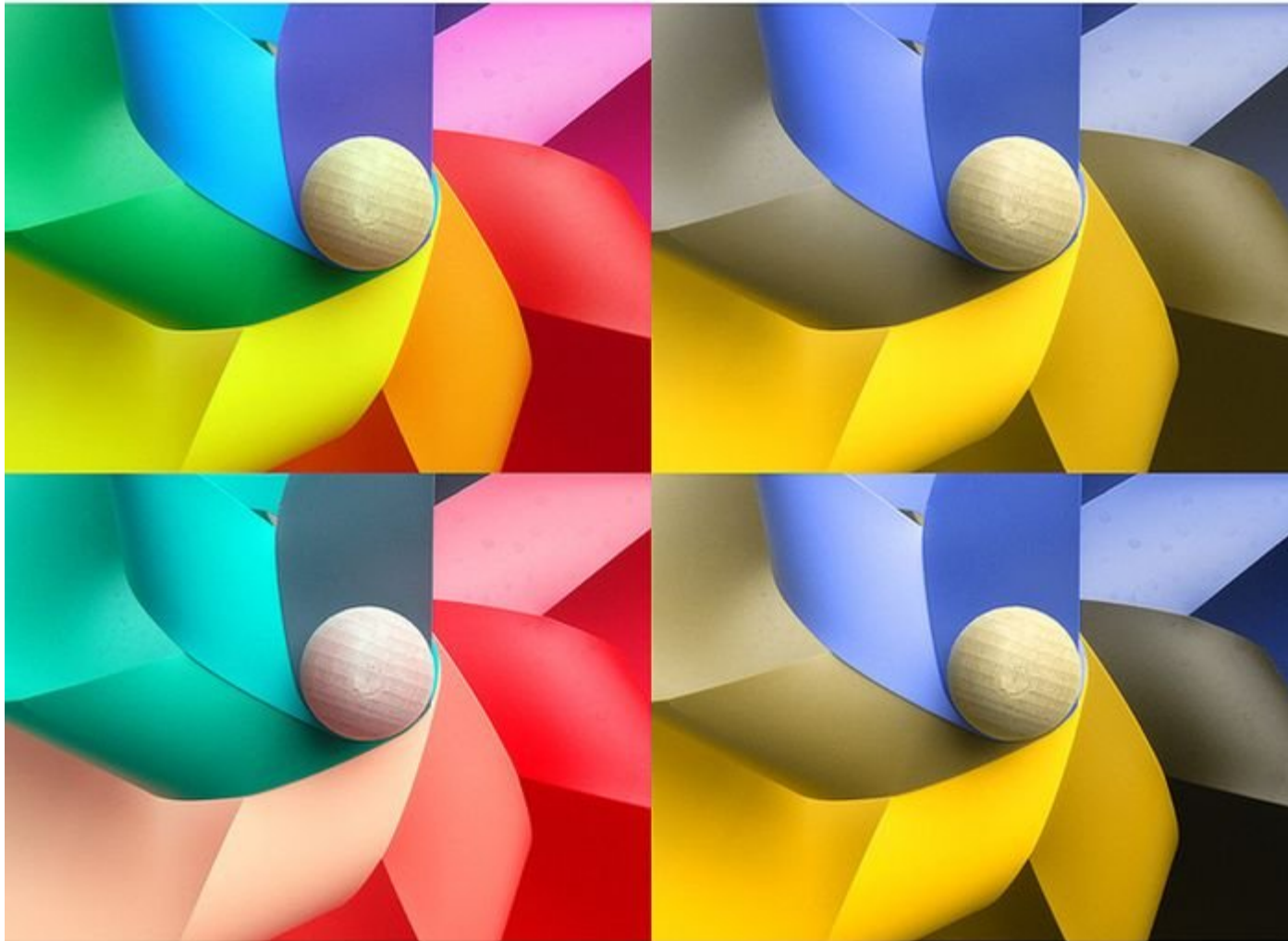




# Daltonismo

**"normal" color vision**

**green-blindness (deuteranopia)**



**blue-blindness (tritanopia)**

**red-blindness (protanopia)**

# Tetracromáticas

- Para homens, bege; para mulheres: nude, blush, camel, taupe, greige,...

<http://www.bbc.com/portuguese/vert-fut-36316084>

<http://www.bbc.com/future/story/20140905-the-women-with-super-human-vision>



# Fluorescência e Fosforescência

- Existe um tempo que leva para os elétrons fazerem a transição (permanecem emitindo energia);
  - Fluorescentes:  $10^{-6}$  segundos
  - Fosforescentes:  $10^{-3}$  seg até horas e dias
- Qual material deveria ser utilizado em monitores de vídeo e televisores?

# Fósforo

- Fósforos são materiais utilizados em TVs e Monitores.

Exemplo:

- Fósforo X
  - Comprimento de onda: 627nm
  - Cor: vermelha
  - Persistência:  $900 \times 10^{-6}$  segundos (10% ~ 1mseg)
  - Uso: TVs a cores



# Imagem

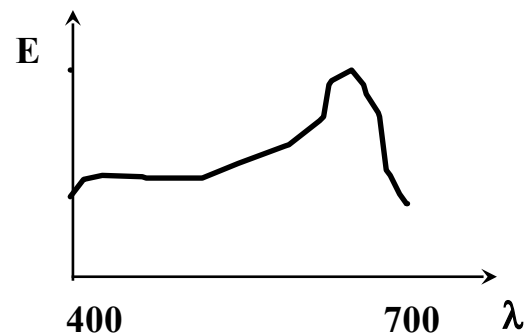
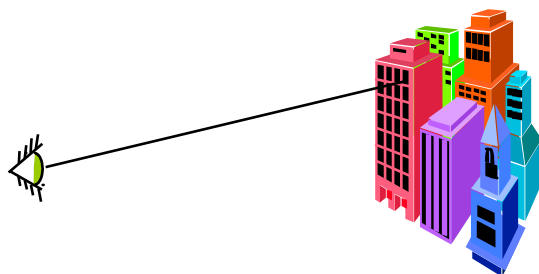
- O que um observador humano PERCEBE como resultado da LUZ atingindo o OLHO.
- Dentro do computador: uma matriz de valores.

# Problemas Associados

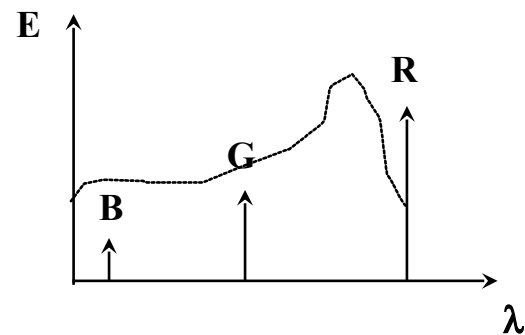
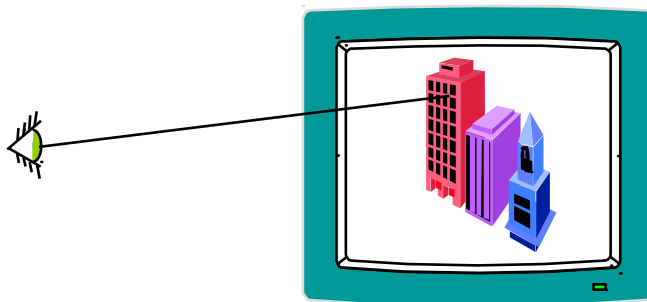
- Como representar a Informação Luminosa dentro do computador?
- Como adequar isso ao processo de percepção humana de cor e luz?
- Como traduzir a representação interna em um padrão de emissão de luz?

# Reprodução das Cores em CG

Mundo Real



Espaço Virtual

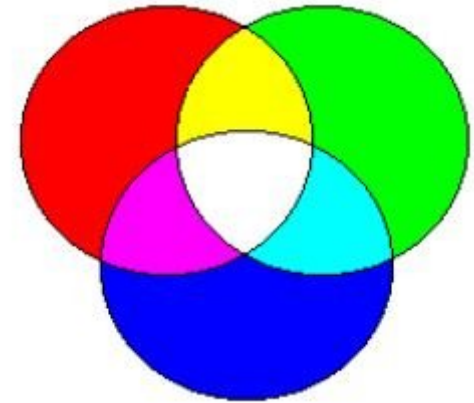


# Sistemas de Cor

- RGB
- CMY(K)
- CIE
- HSV
- HLS

# RGB

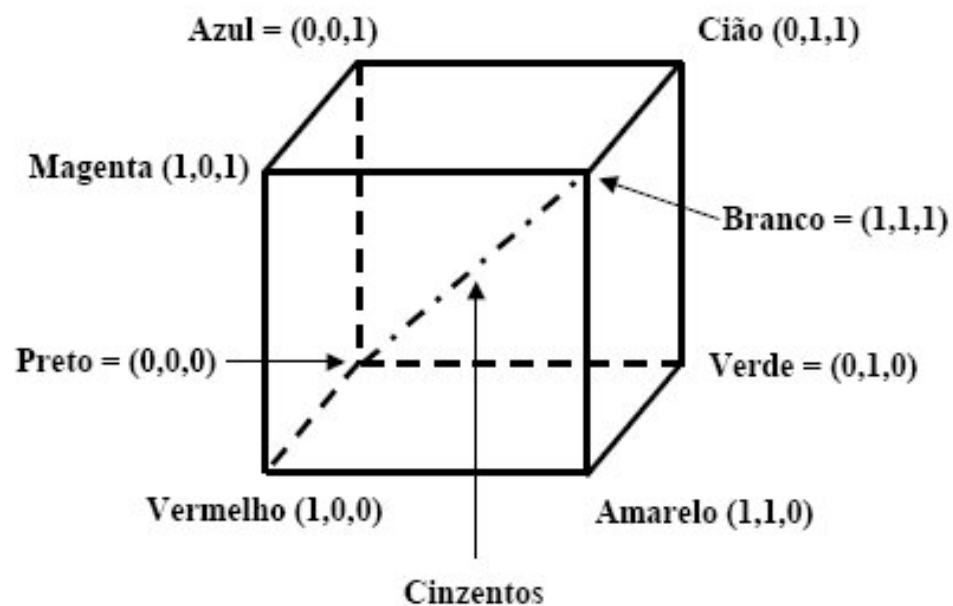
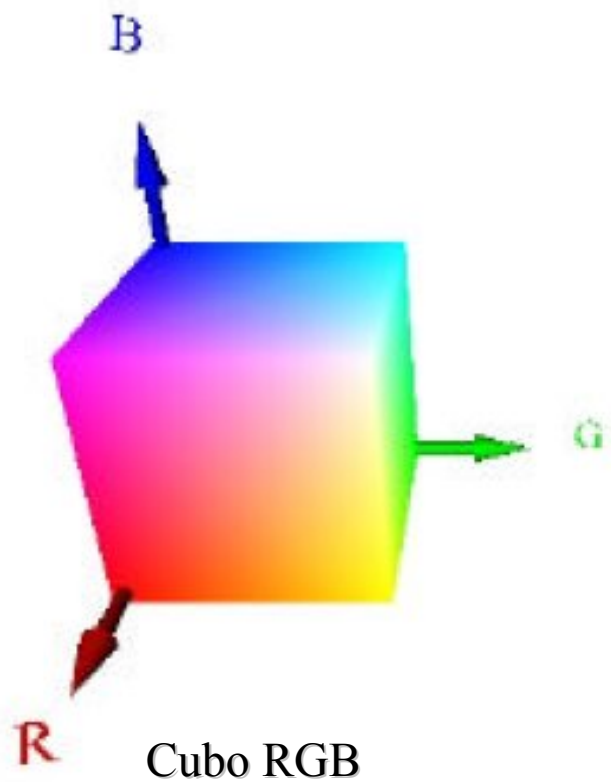
- Baseado em três cores: vermelho(**R**ed), verde(**G**reen) e azul(**B**lue);
- Sistema **Aditivo**;
- Intensidade variando de 0 à 1 ou 0 à 255;
- Associado com fontes emissoras de luz.



# RGB

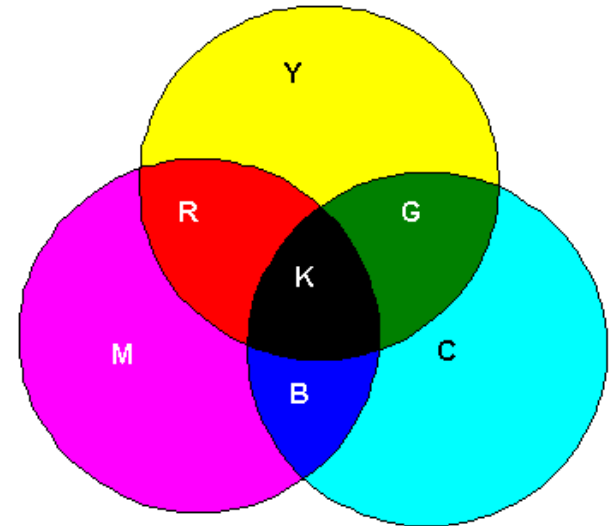
Cor	Red	Green	Blue
Vermelho	1	0	0
Verde	0	1	0
Azul	0	0	1
Amarelo	1	1	0
Ciano	0	1	1
Magenta	1	0	1
Branco	1	1	1
Preto	0	0	0
Cinza ( $0 < x < 1$ )	x	x	x

# RGB



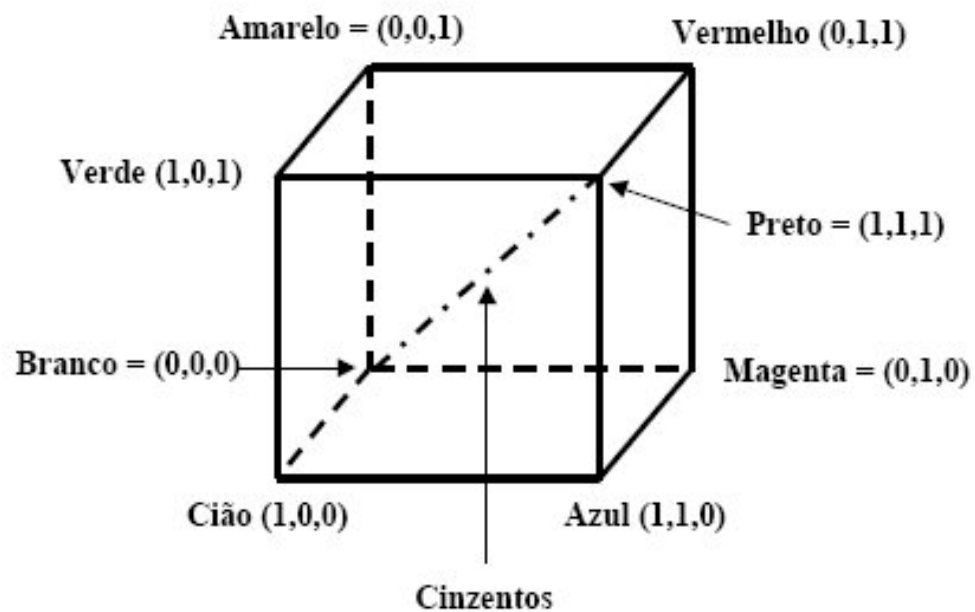
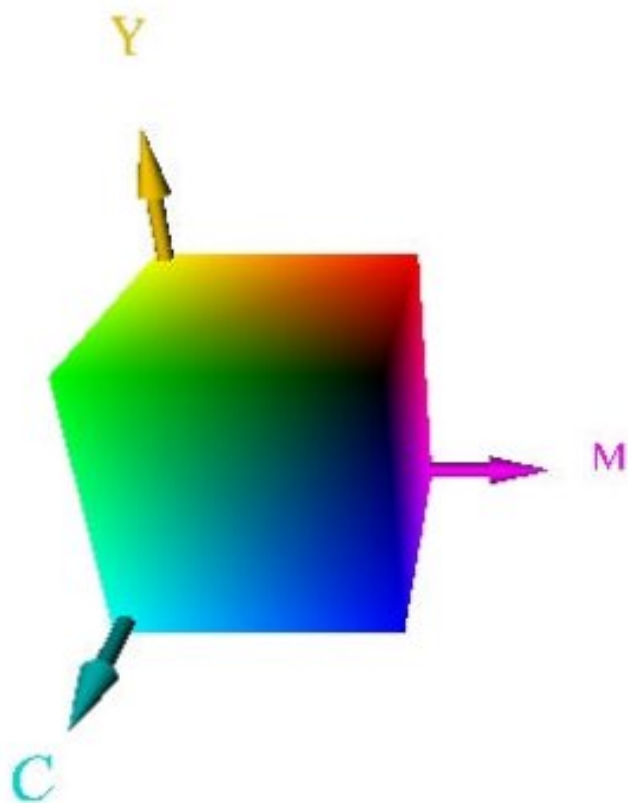
# CMY

- Baseado em três cores: ciano(**C**yan), magenta(**M**agenta) e amarelo(**Y**ellow);
- Sistema **Subtrativo**;
- Intensidade variando de 0 à 1 ou 0 à 255;
- Branco na origem;
- Associado com fontes que absorvem luz.





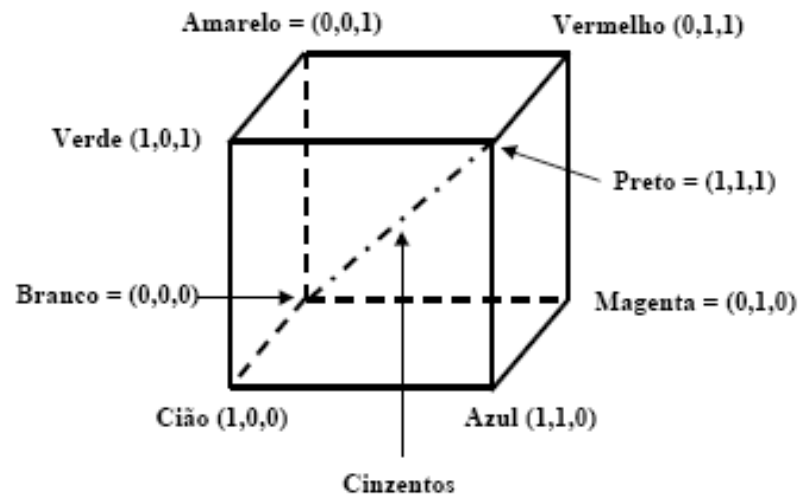
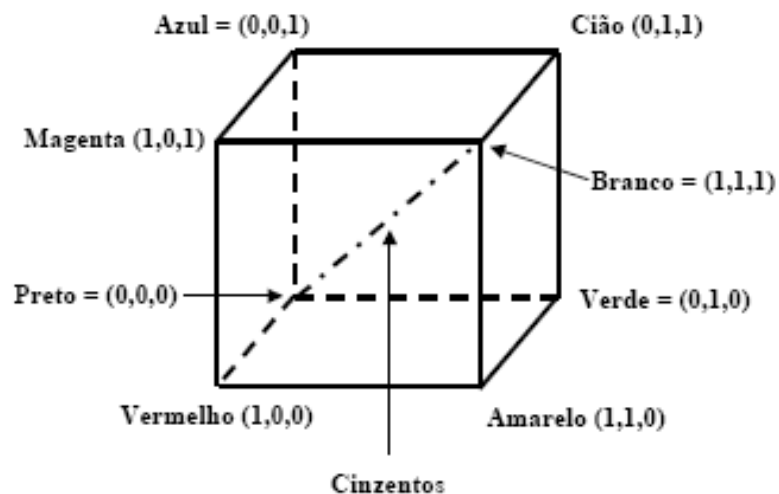
# CMY



# CMYK

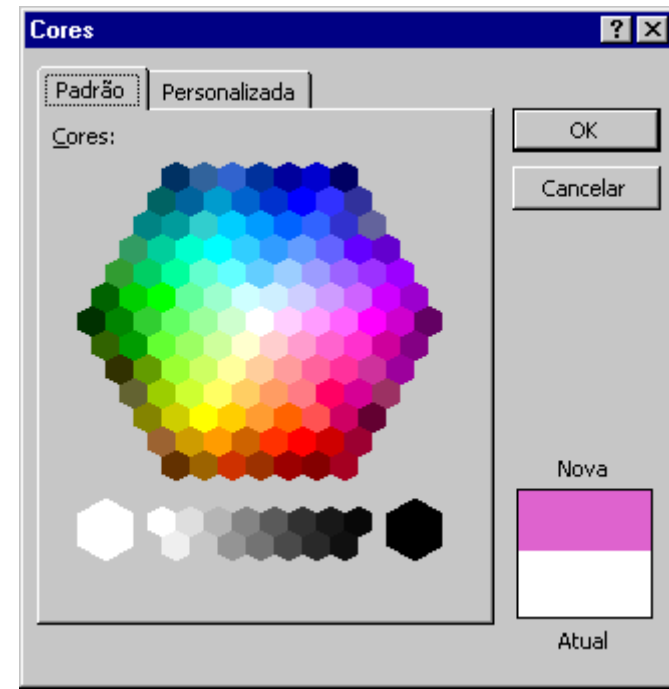
- Inclusão do preto(Blac**K**)
  - Melhorar a reprodução do preto, melhorando contraste;
  - Economia de tinta;
  - Menor tempo de secagem.

# RGB e CMY



# HSV

- Hue (matiz), Saturation (saturação) e Value (valor);
- O modelo de cor HSV é mais intuitivo que os modelos RGB e CMY.



# HSV

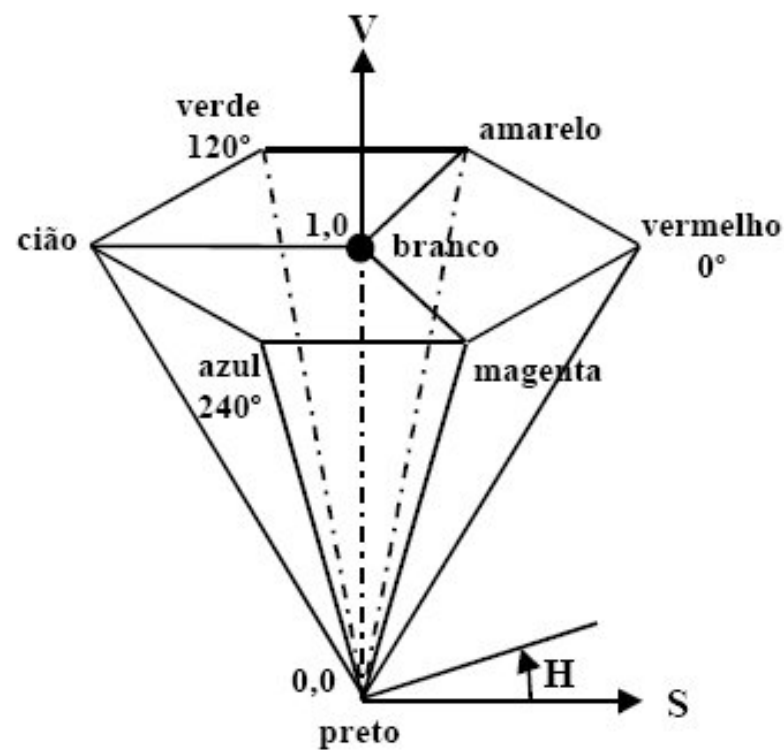
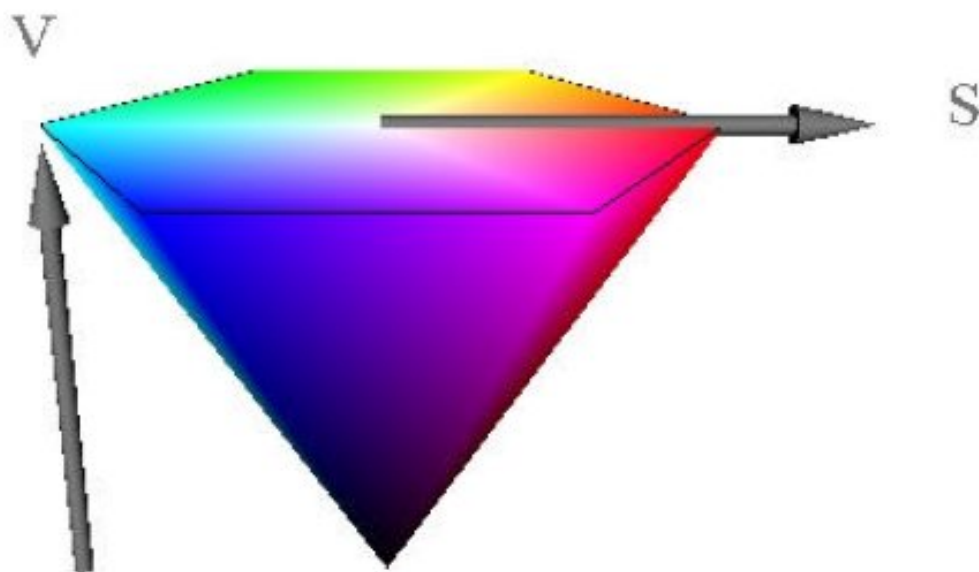
Hue

Cor	Ângulo
Vermelho	0°
Amarelo	60°
Verde	120°
Ciano	180°
Azul	240°
Magenta	300°

# HSV

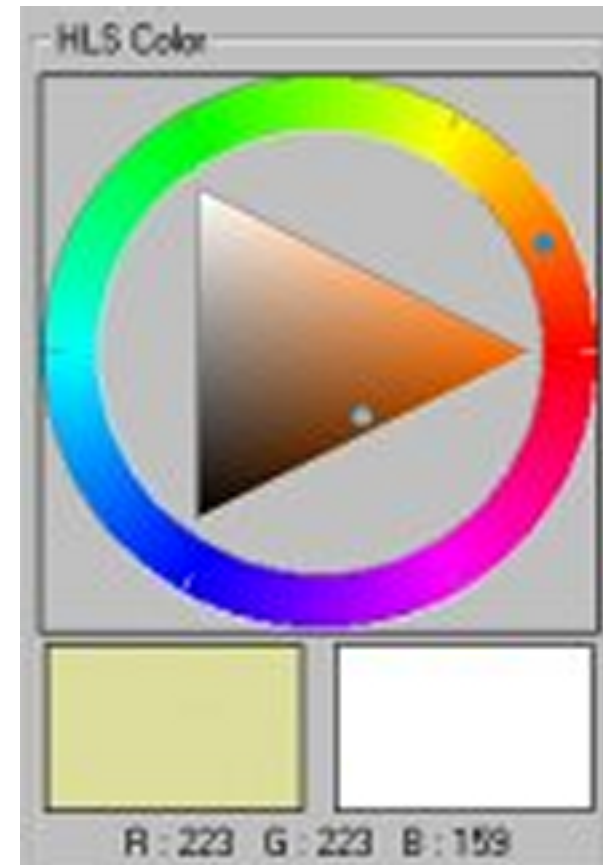
- Saturação: quantidade de branco presente na cor.
  - Se for 0 a cor é branca.
  - Se for 1 a cor é pura.
- Valor: intensidade da cor.
  - Se for 0, intensidade mínima. (Preto)
  - Se for 1, intensidade máxima.

# HSV



# HLS

- Hue (matiz), Lightness (luminosidade) e Saturation (saturação);
- O modelo HLS é também um modelo muito intuitivo tal como o modelo HVS.
- Variação do sistema HVS.





# HLS

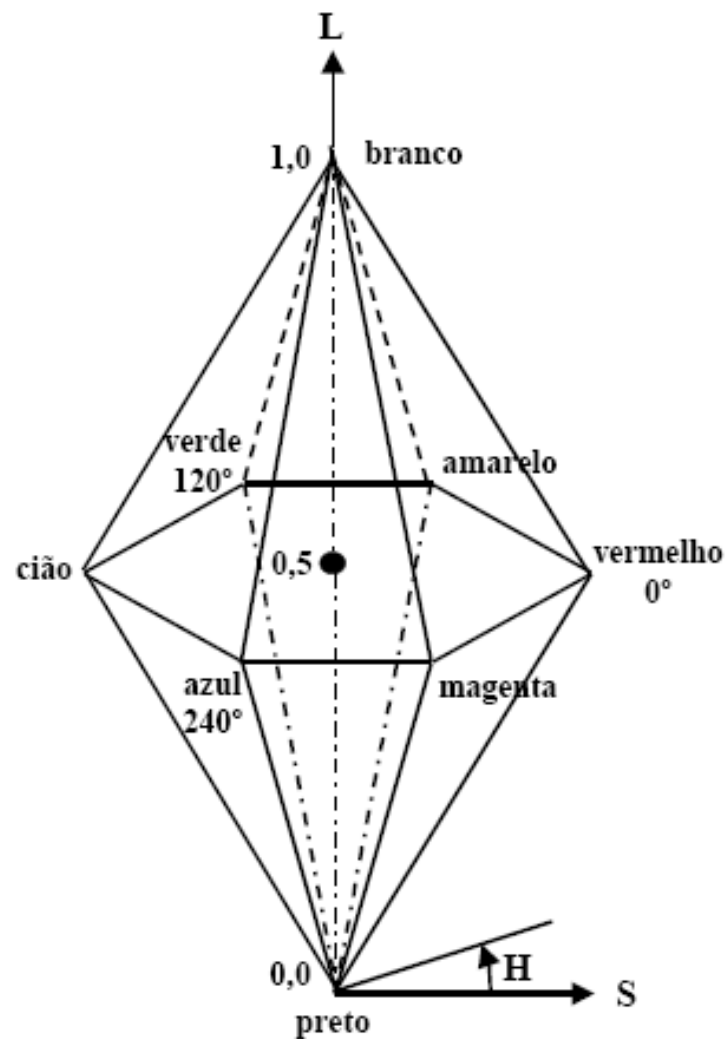
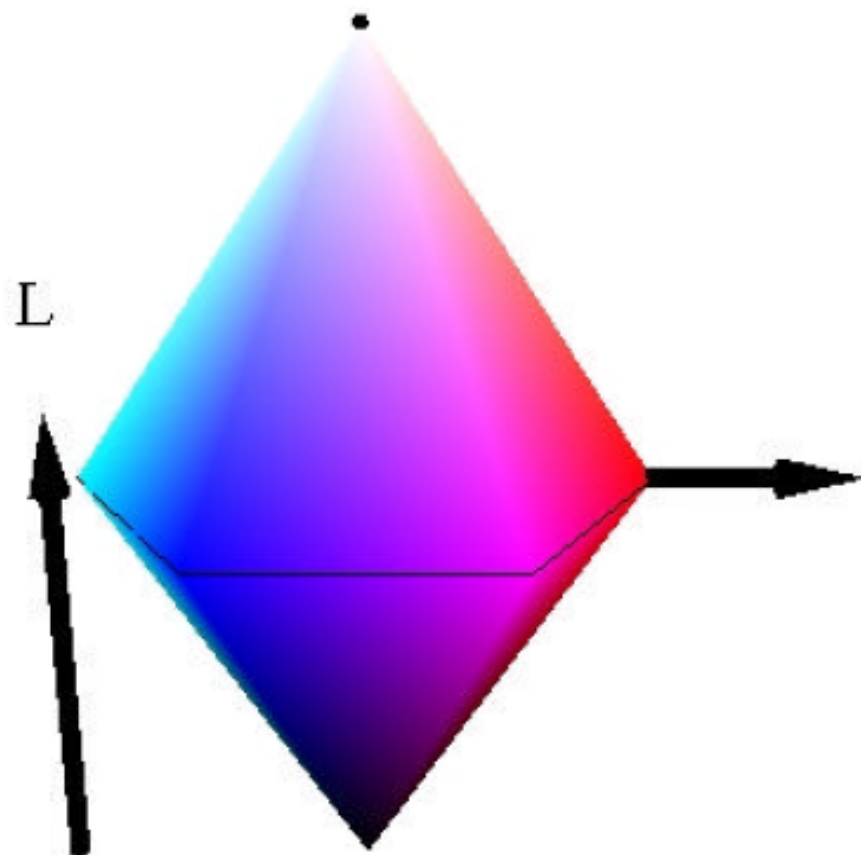
Hue

Cor	Ângulo
Vermelho	0°
Amarelo	60°
Verde	120°
Ciano	180°
Azul	240°
Magenta	300°

# HLS

- Saturação: quantidade de branco presente na cor.
  - Se for 0 a cor é branca.
  - Se for 1 a cor é pura.
- Luminosidade:
  - Se for 0, a que corresponde uma luminosidade nula.
  - Se for 1 que equivale à luminosidade máxima que só é possível para a cor branca.
  - Cores puras apresentam uma luminosidade de 0,5.

# HLS



**“O que os olhos não vêem  
o coração não sente”**

**Isto tudo é uma ilusão  
Se parece verdade, É VERDADE!**

# Vice-Verso

**BEFORE 6 BEERS**

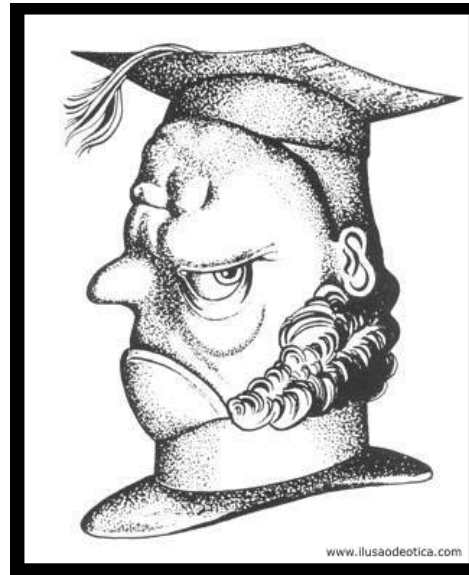


**AFTER 6 BEERS**

**AFTER 6 BEERS**

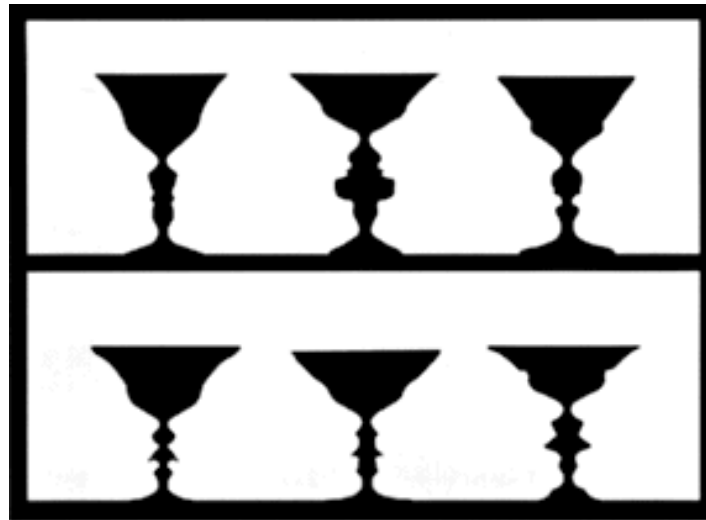


**BEFORE 6 BEERS**

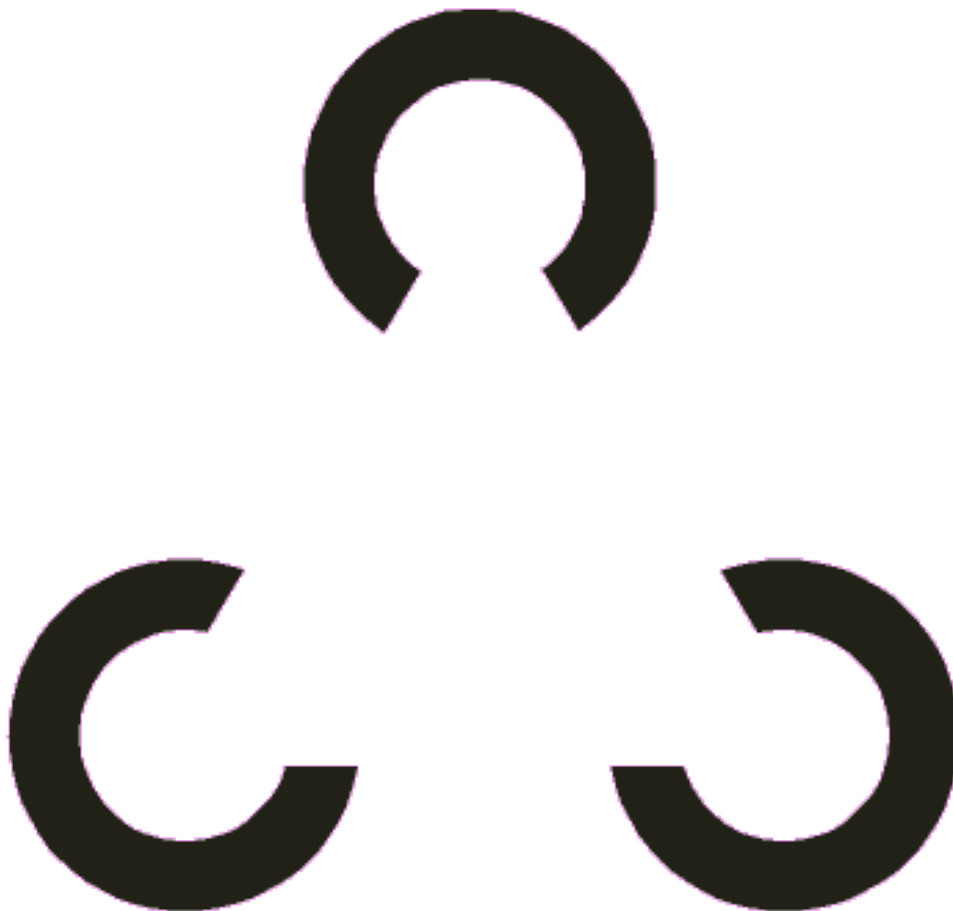




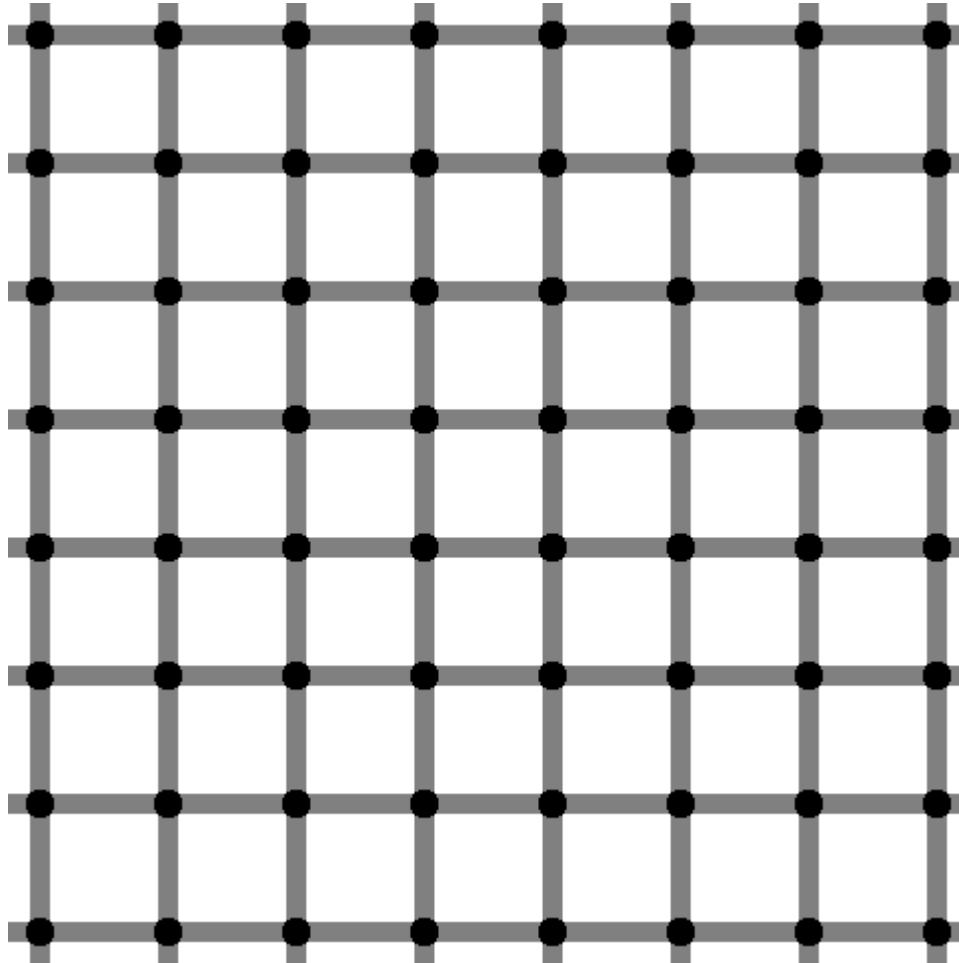
# Uma imagem – duas representações



# Continuidade

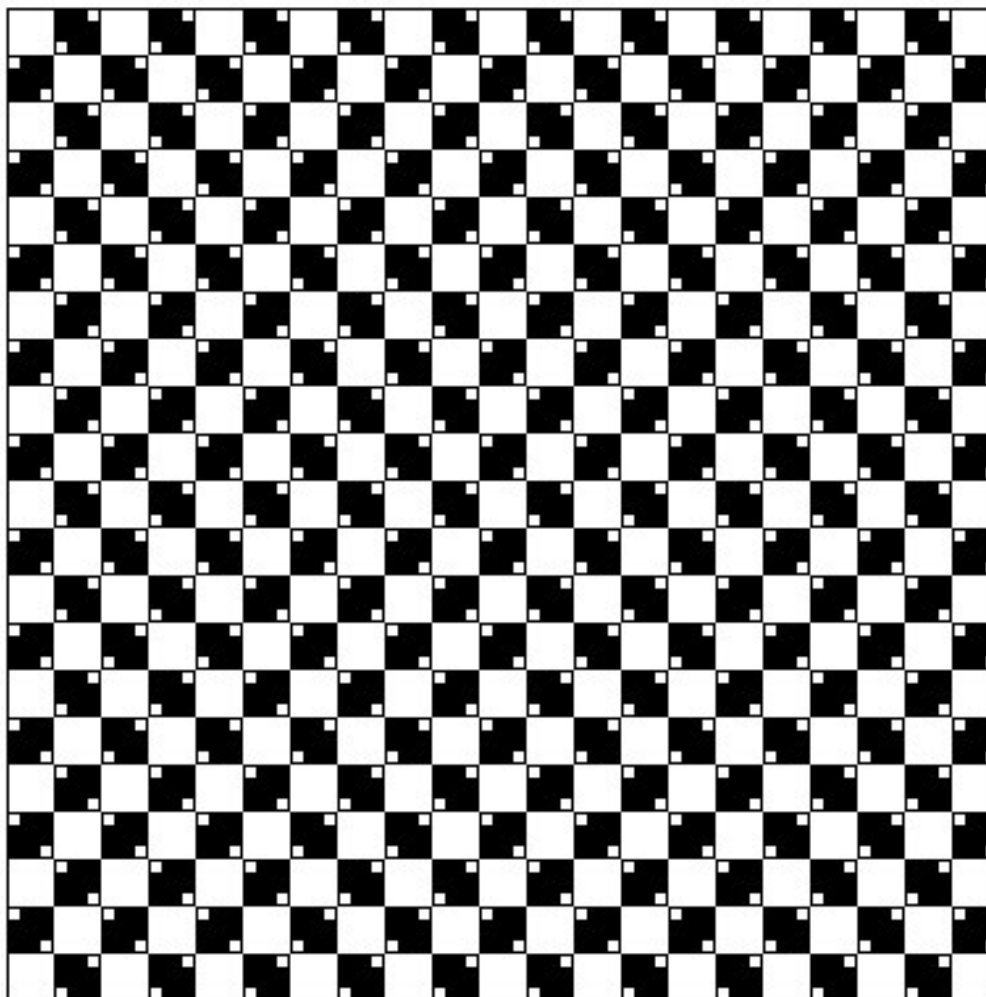


# Continuidade

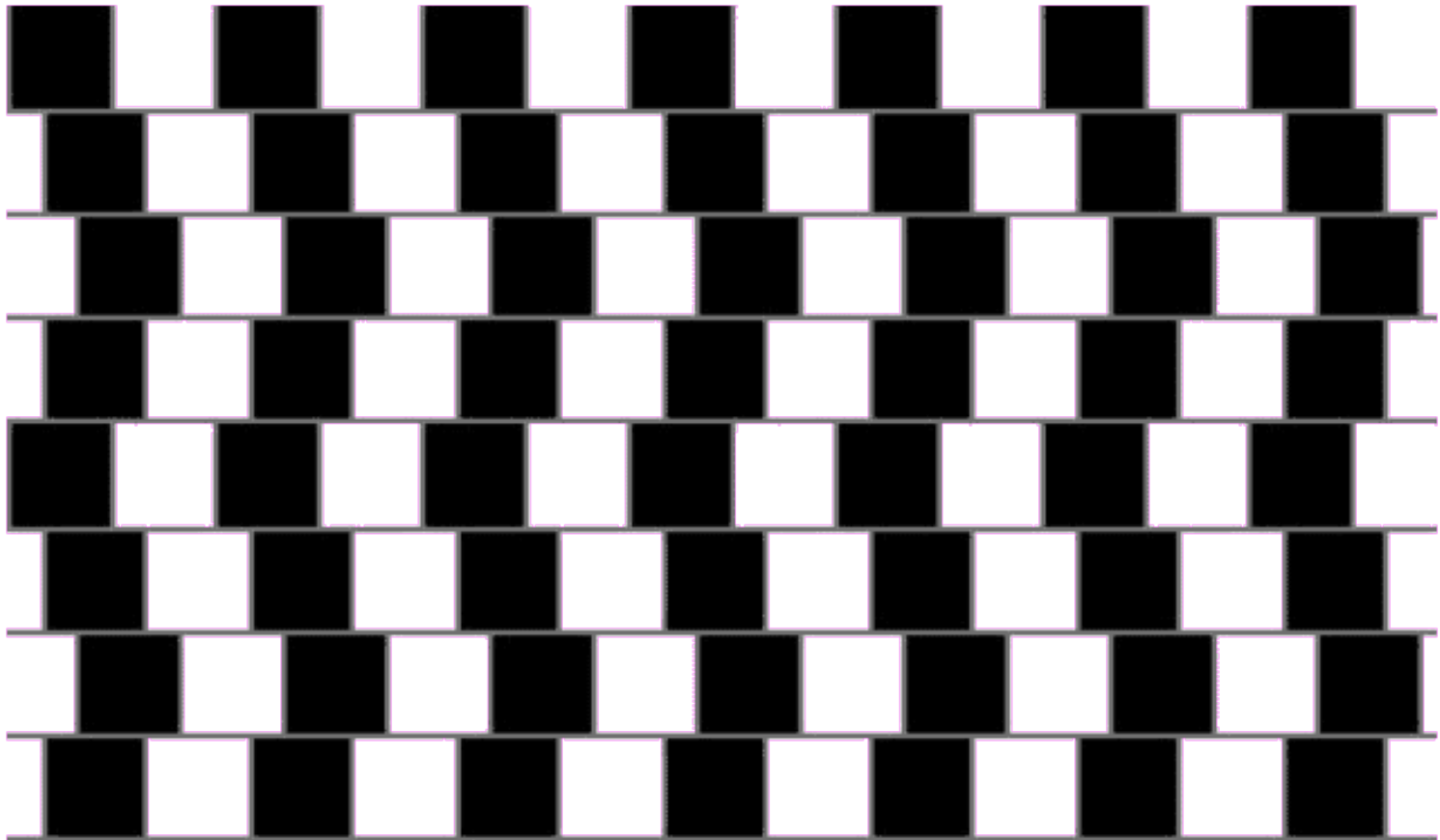




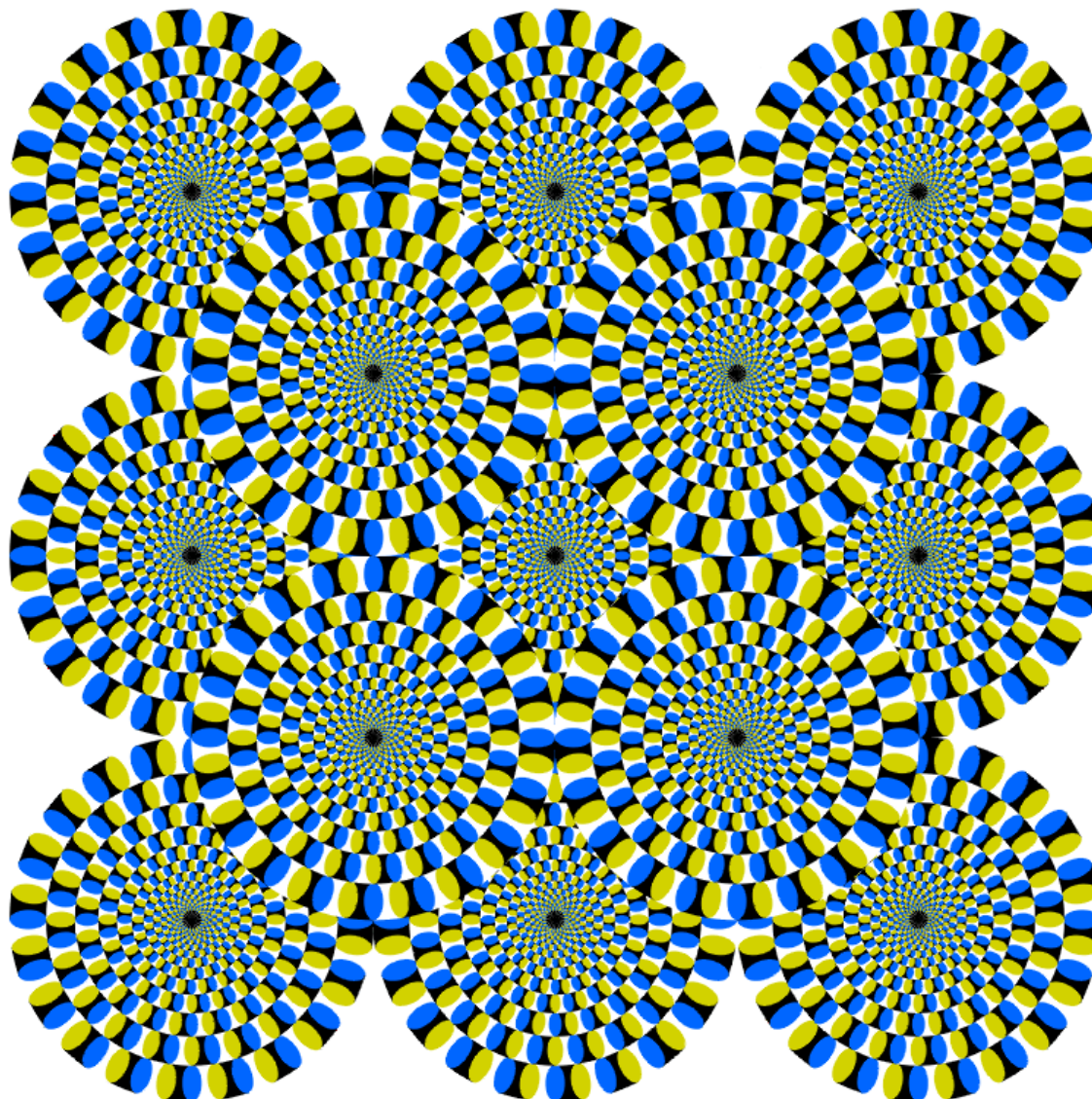
# Continuidade



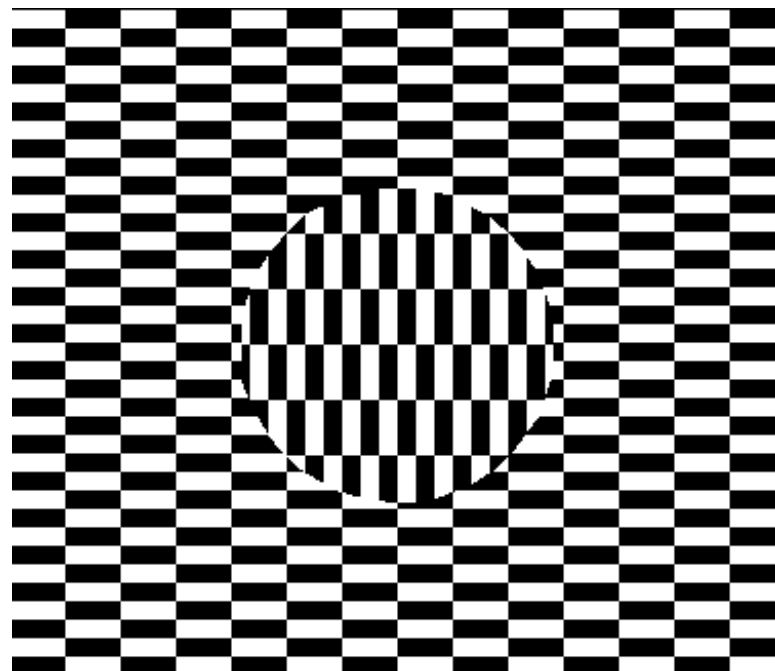
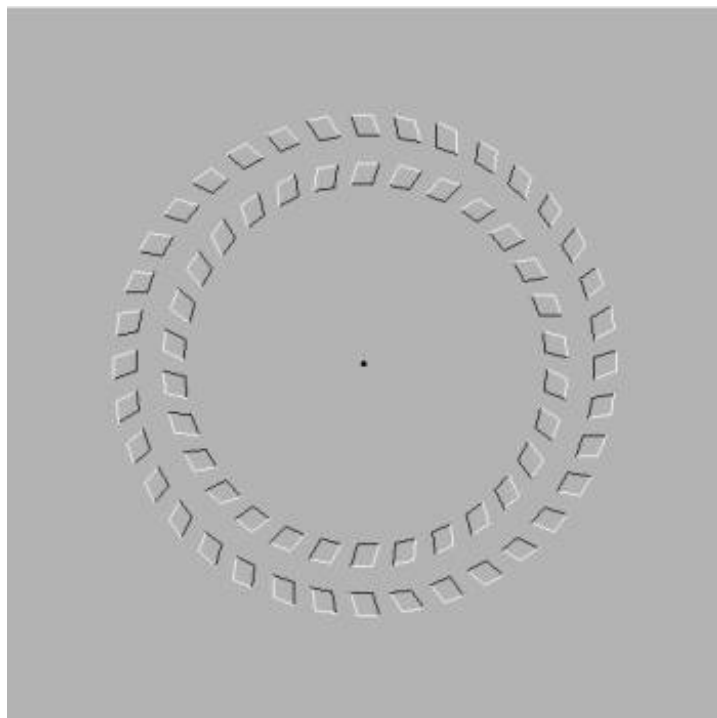
# Continuidade



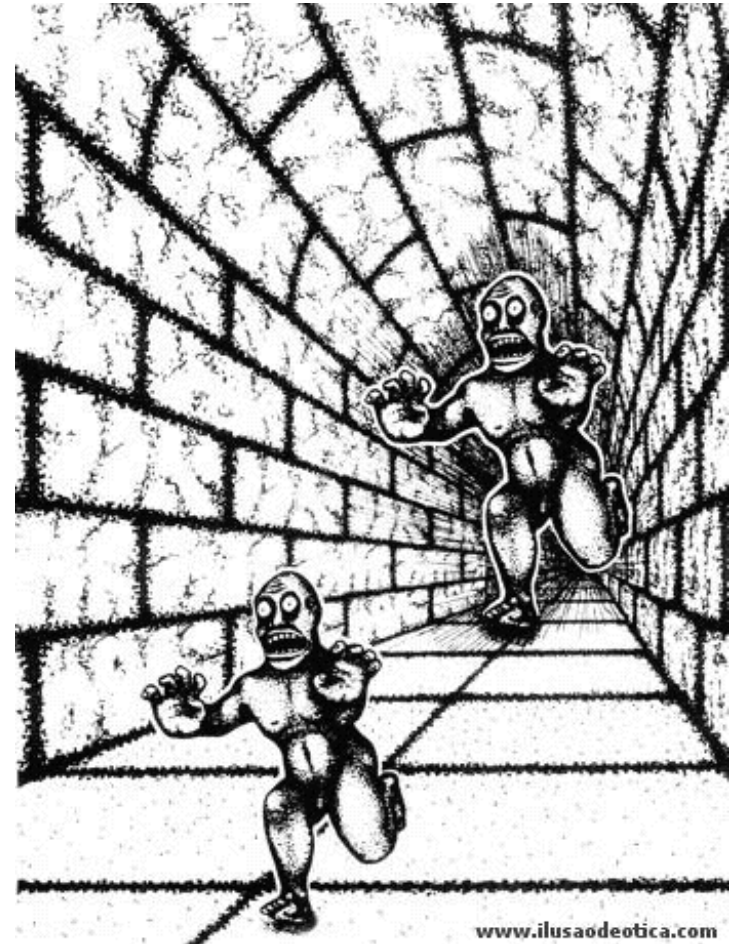
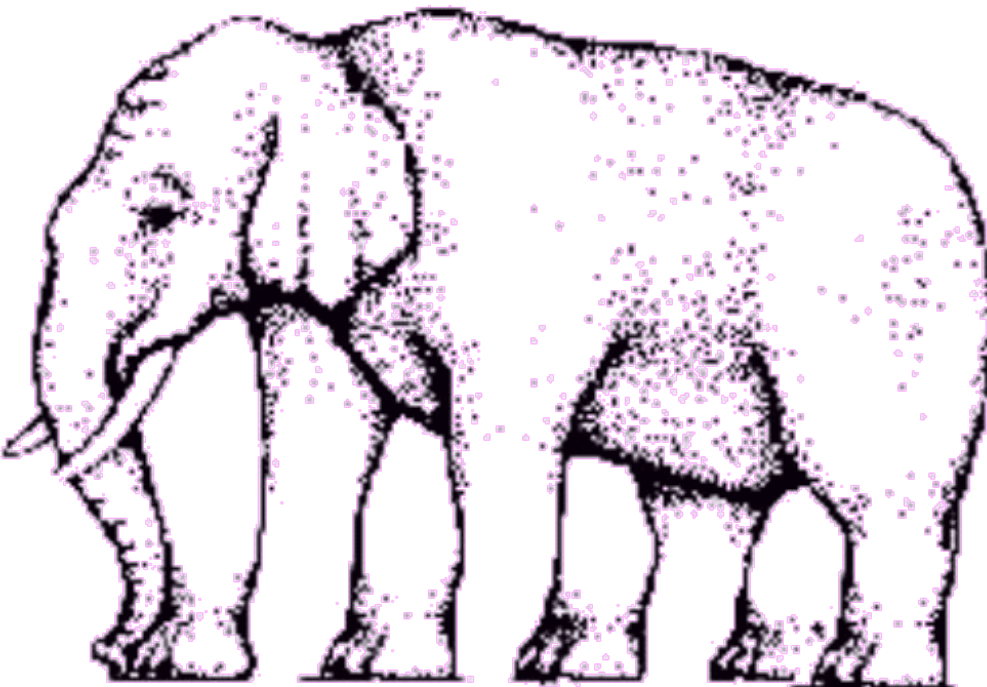
# Movimento?



# Movimento?



# Continuidade e Perspectiva





# Persistência



# Persistência

# Conclusão

- A primeira lei da programação gráfica:  
**Se parece correto, então está correto.**
- Considerar: Limitação dos dispositivos e biológicas
- Existem algumas “coisinhas” para se conhecer ao trabalhar com CG: **programação** (engenharia de software, algoritmos, estrutura de dados,...), **Matemática/Física** (trigonometria, álgebra linear, geometria euclidiana, física newtoniana, ótica,...), **Biologia, ...**



# Qual a cor?



# O que é?



# Como você enxerga as cores?

<http://www.xrite.com/online-color-test-challenge>



# Maurits Cornelis Escher

