

Luz, Cor e Percepção Visual

André Tavares da Silva

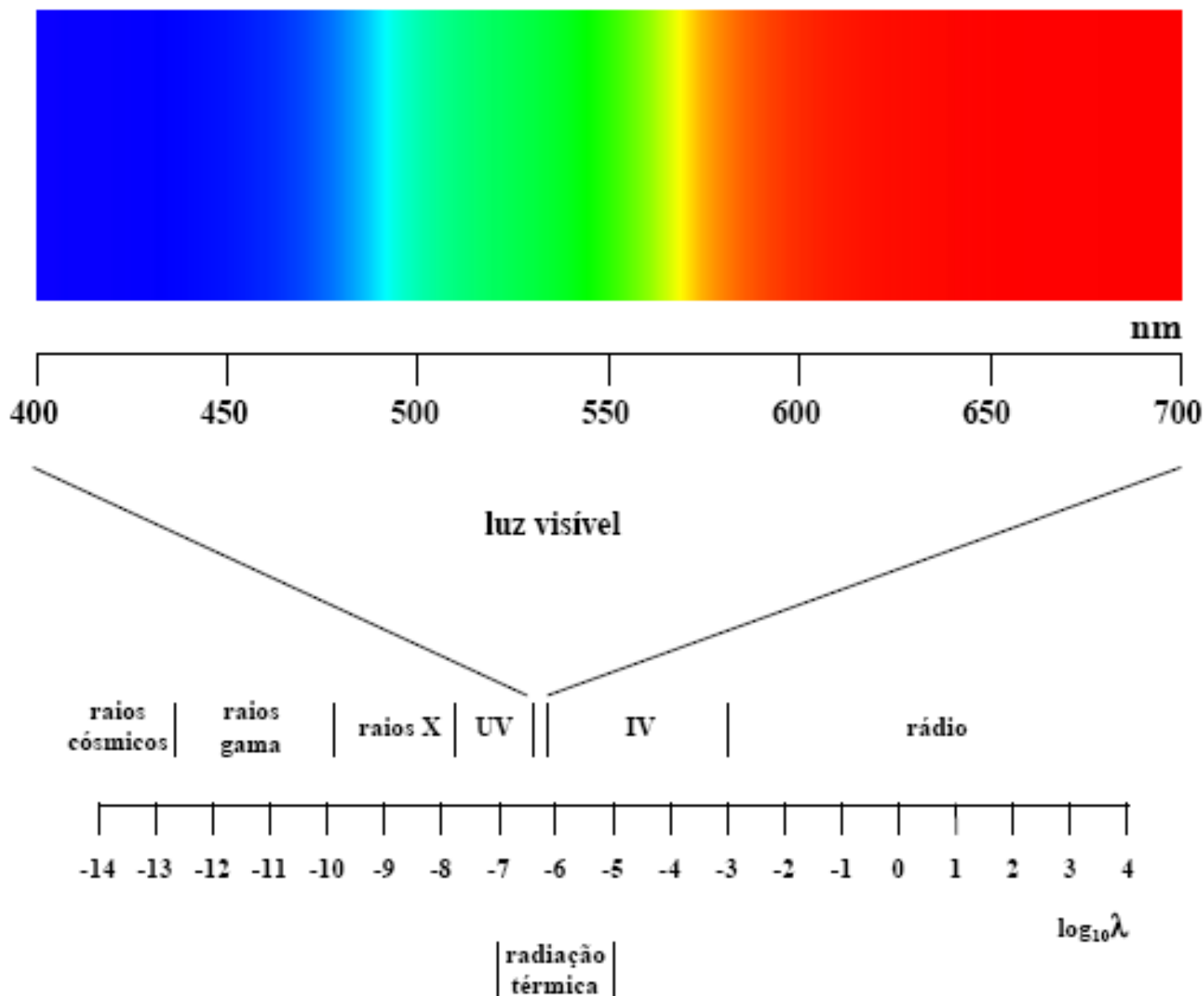
andre.silva@udesc.br

Capítulo 13 do “Foley”

O que é luz?

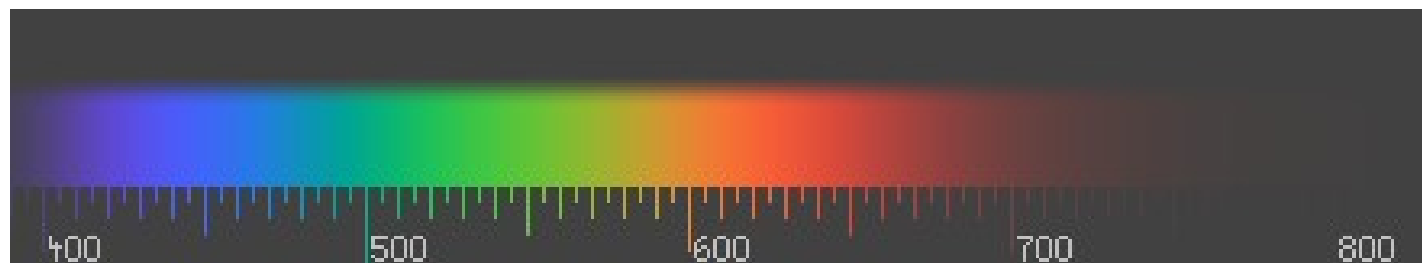
- Luz é uma forma de energia.
- Tipo de radiação eletromagnética com um comprimento de onda que afeta o sentido humano de visão.

Espectro Eletromagnético



O que é cor?

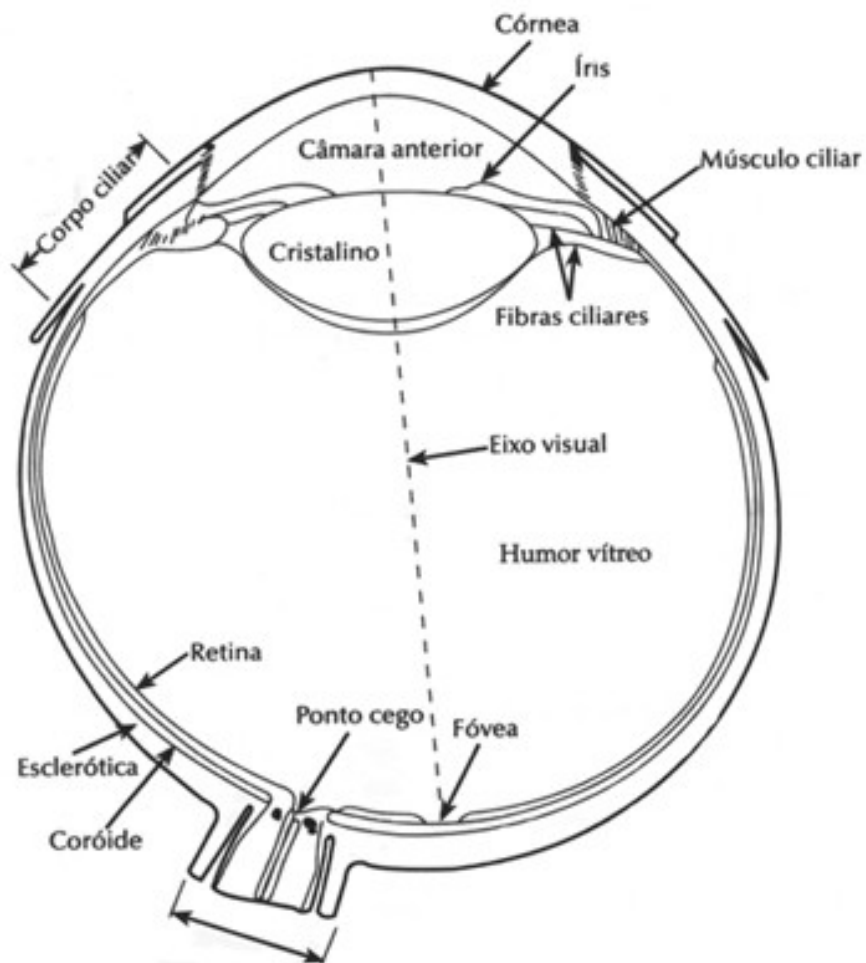
- Cor é uma propriedade de percepção que nos permite diferenciar entre diferentes energias luminosas.



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;

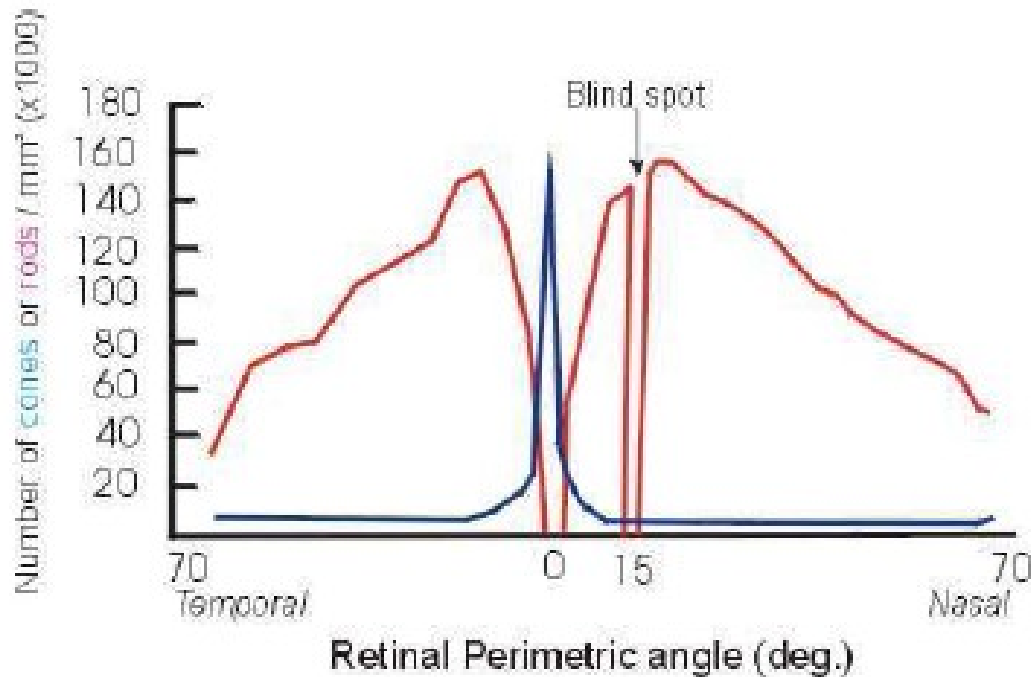
Funcionamento do Olho Humano

- 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

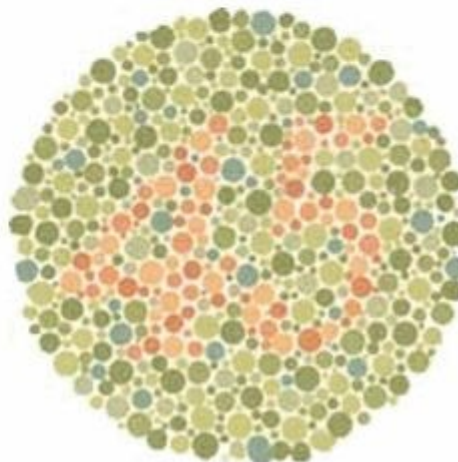
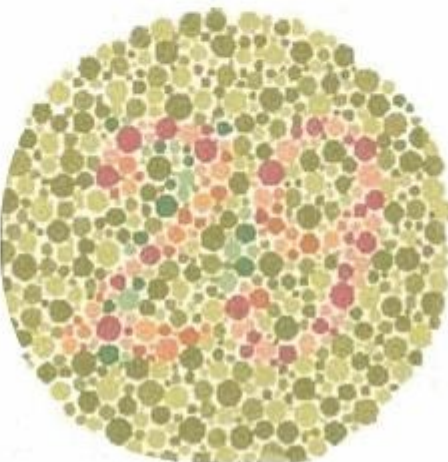
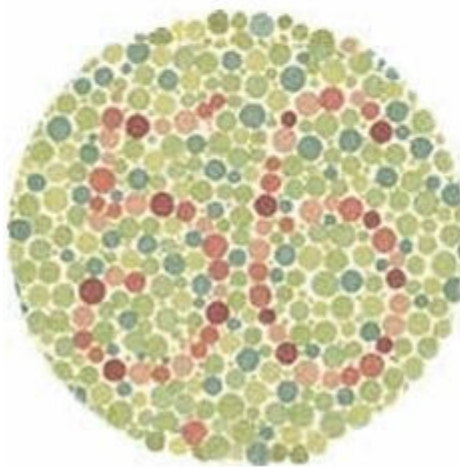
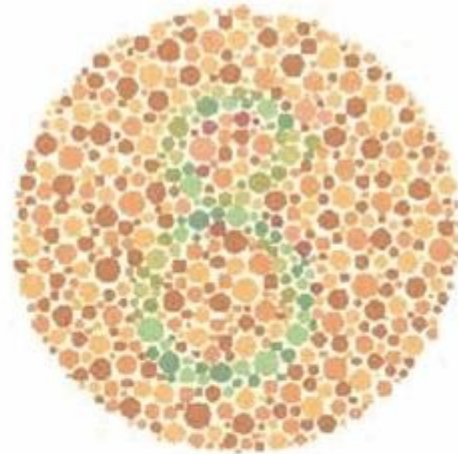
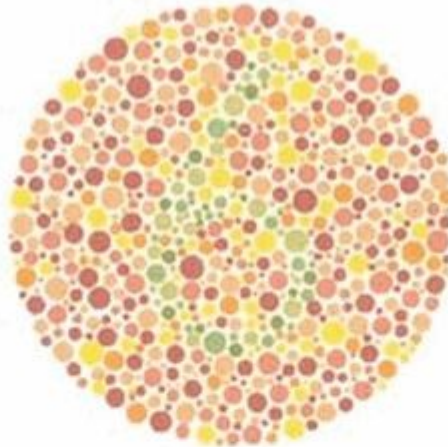
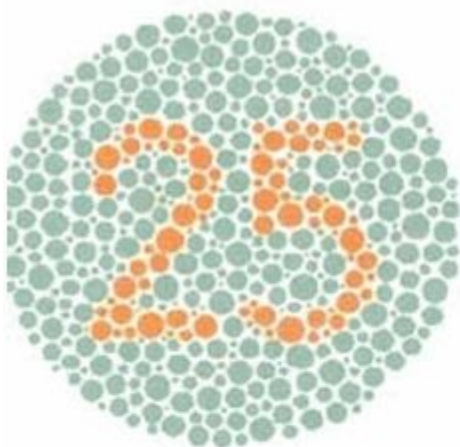
- Bastões
 - ~ 120 milhões
 - Não detectam cor (somente intensidade de luz, não comprimento de onda)
 - Muito sensíveis
 - Maior concentração na periferia da retina
- Cones
 - Responsáveis pela visão colorida
 - 6 a 7 milhões
 - 3 tipos com receptores químicos:
 - Comprimentos de onda grandes(vermelho)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

Distribuição de cones e bastões

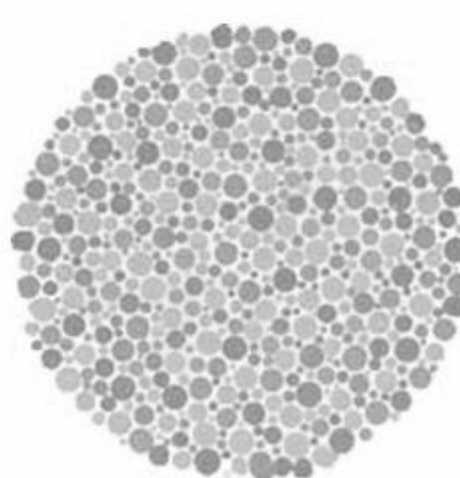
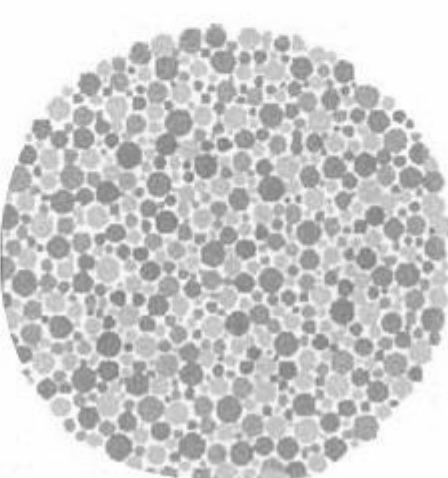
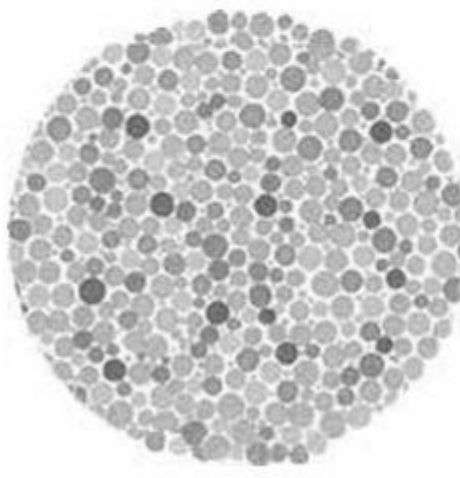
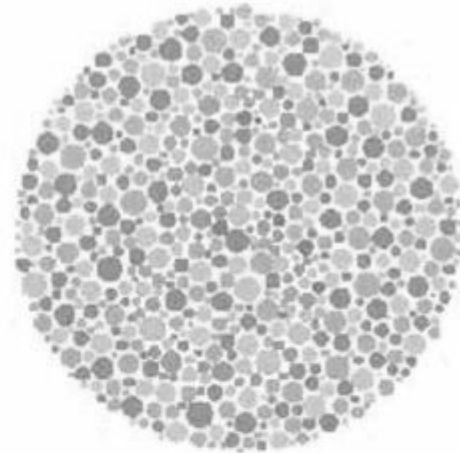
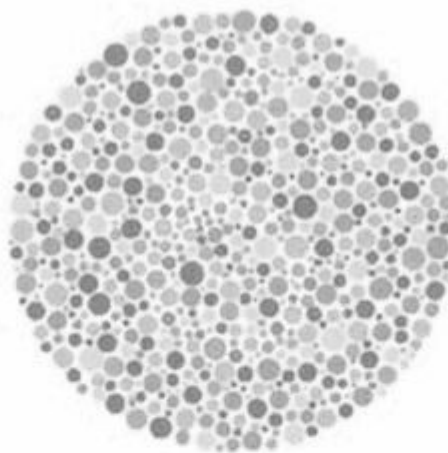
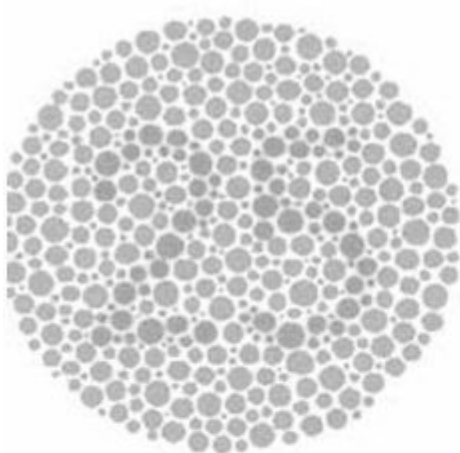


Adapted after Østerberg, 1935

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: 900×10^{-6} segundos (10% ~ 1mseg)
 - Uso: TVs a cores

Imagem

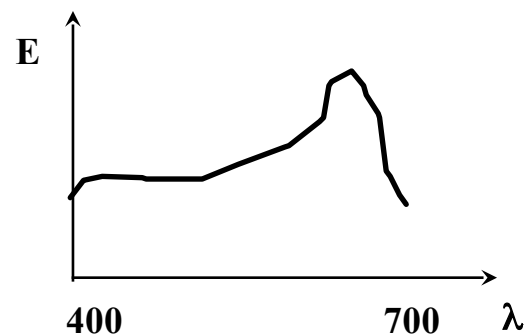
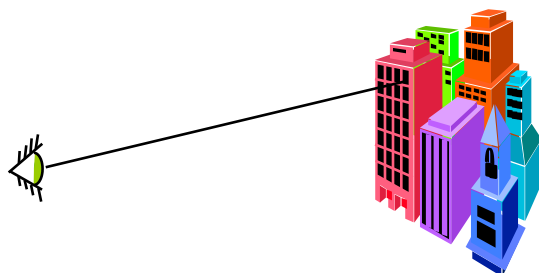
- O que um observador humano PERCEBE como resultado da LUZ atingindo o OLHO.
- Dentro do computador: uma matriz de valores.

Problemas Associados

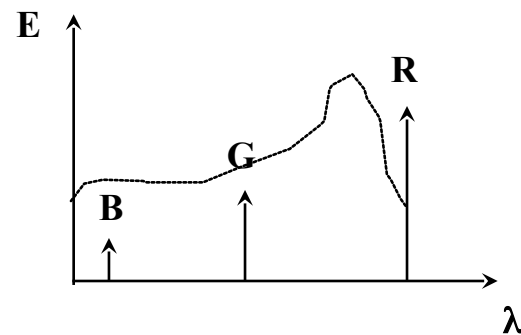
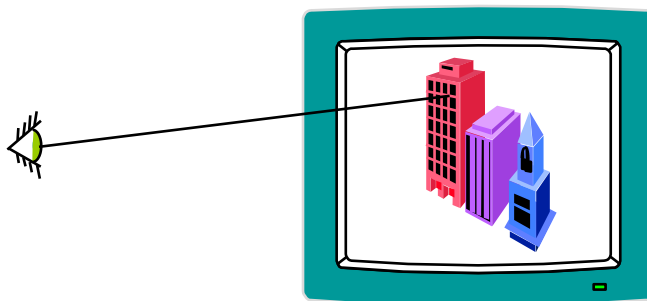
- Como representar a Informação Luminosa dentro do computador?
- Como adequar isso ao processo de percepção humana de cor e luz?
- Como traduzir a representação interna em um padrão de emissão de luz?

Reprodução das Cores em CG

Mundo Real



Espaço Virtual

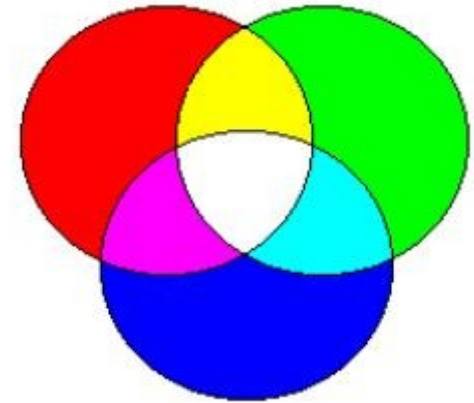


Sistemas de Cor

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

RGB

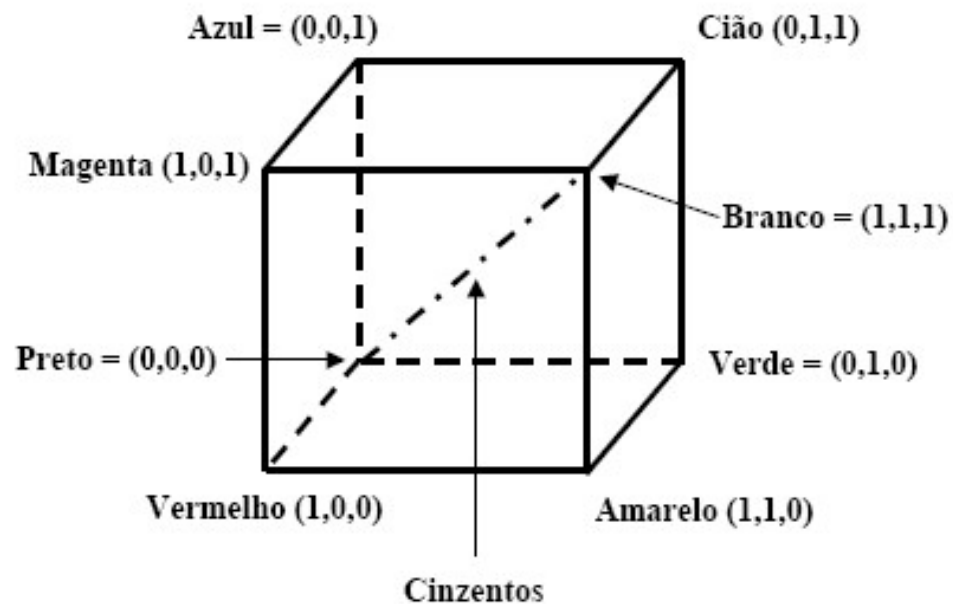
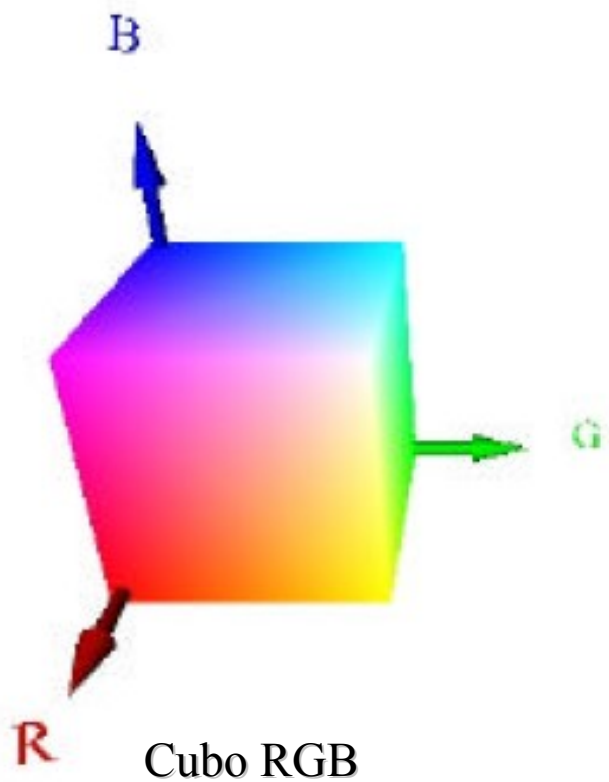
- Baseado em três cores: vermelho(**R**ed), verde(**G**reen) e azul(**B**lue);
- Sistema **Aditivo**;
- Intensidade variando de 0 à 1 ou 0 à 255;
- Associado com fontes emissoras de luz.



RGB

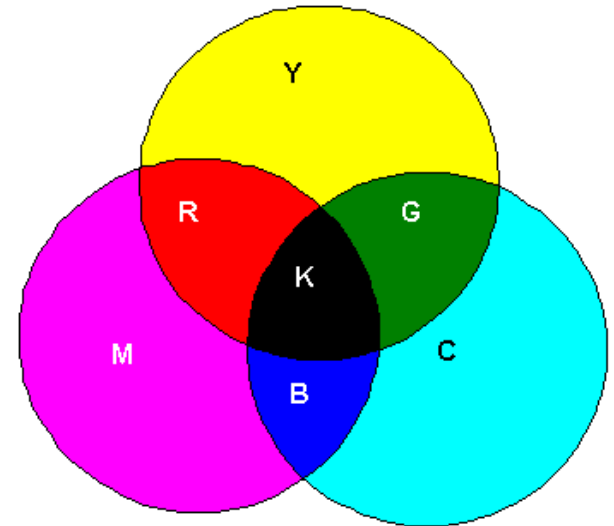
Cor	Red	Green	Blue
Vermelho	1	0	0
Verde	0	1	0
Azul	0	0	1
Amarelo	1	1	0
Ciano	0	1	1
Magenta	1	0	1
Branco	1	1	1
Preto	0	0	0
Cinza ($0 < x < 1$)	x	x	x

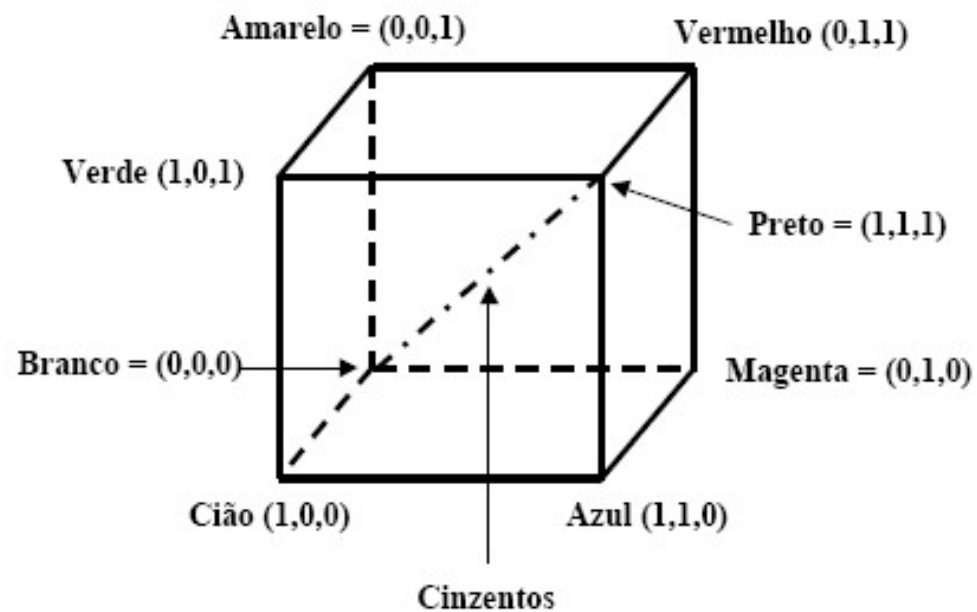
RGB



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.

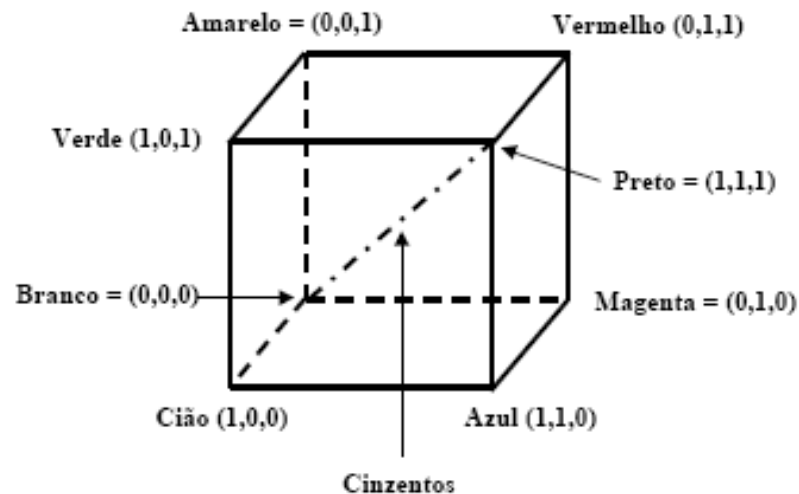
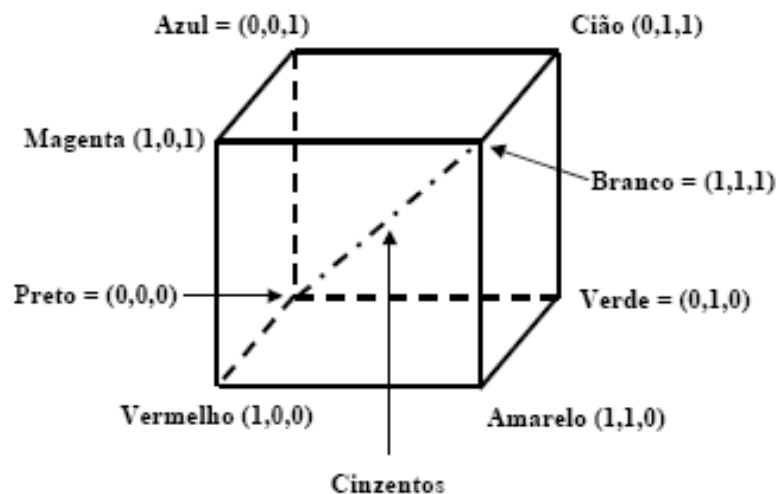




CMYK

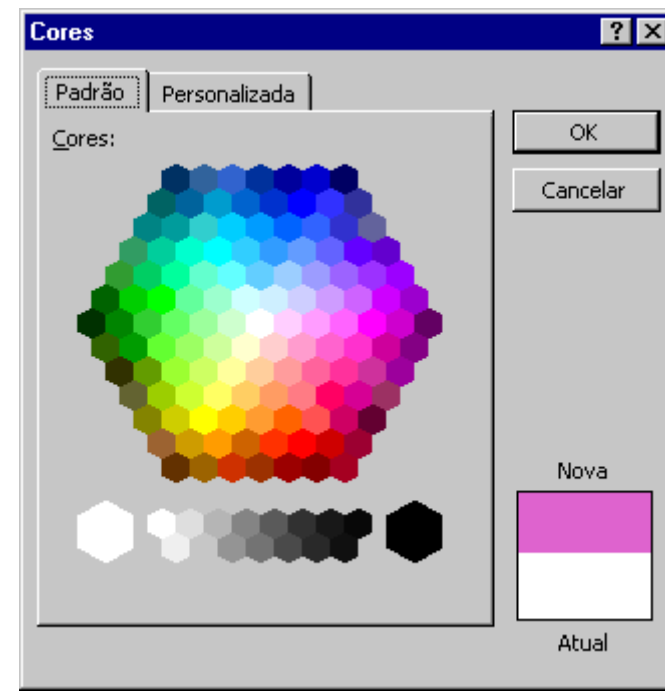
- Inclusão do preto(Blac**K**)
 - Melhorar a reprodução do preto, melhorando contraste;
 - Economia de tinta;
 - Menor tempo de secagem.

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

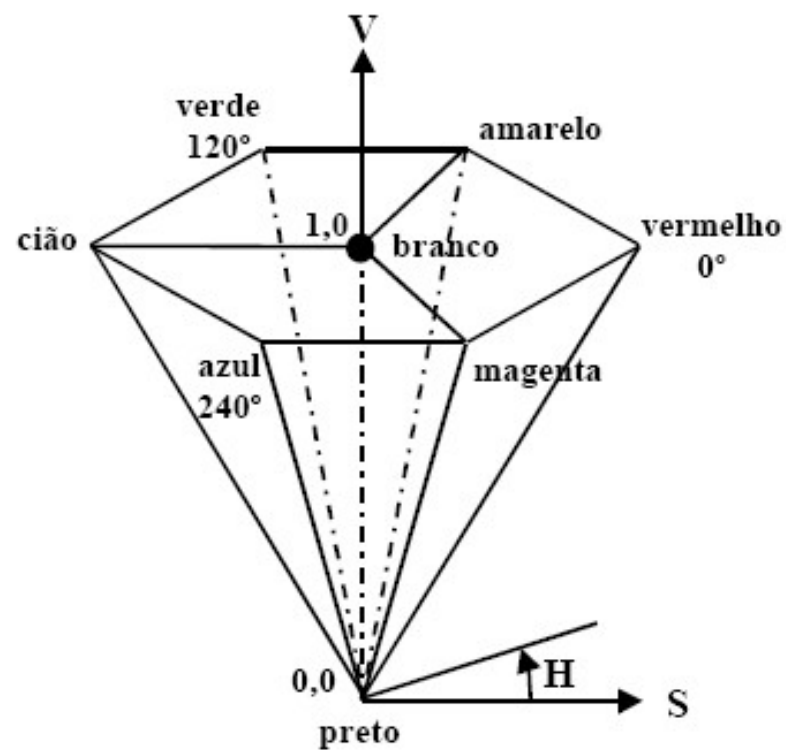
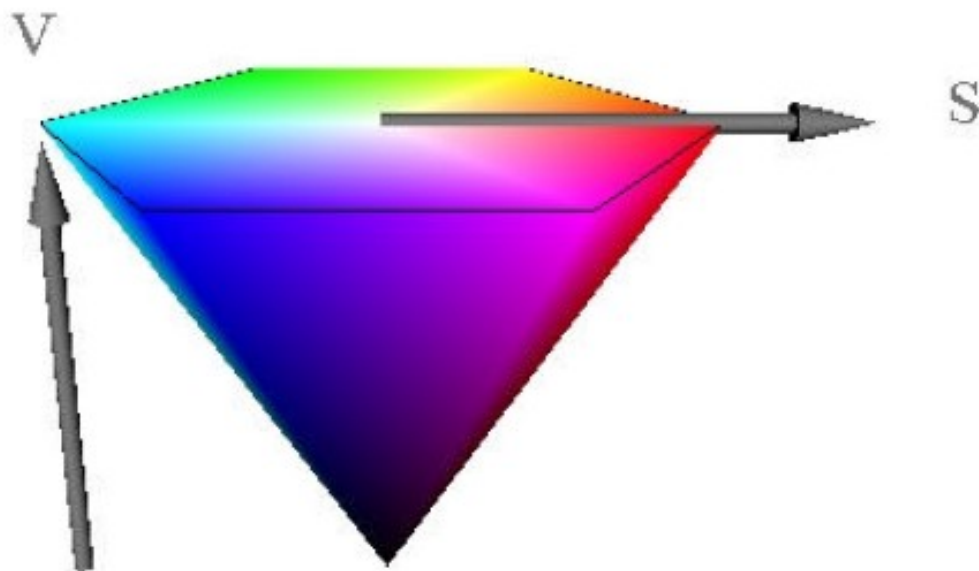
Hue

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

HSV

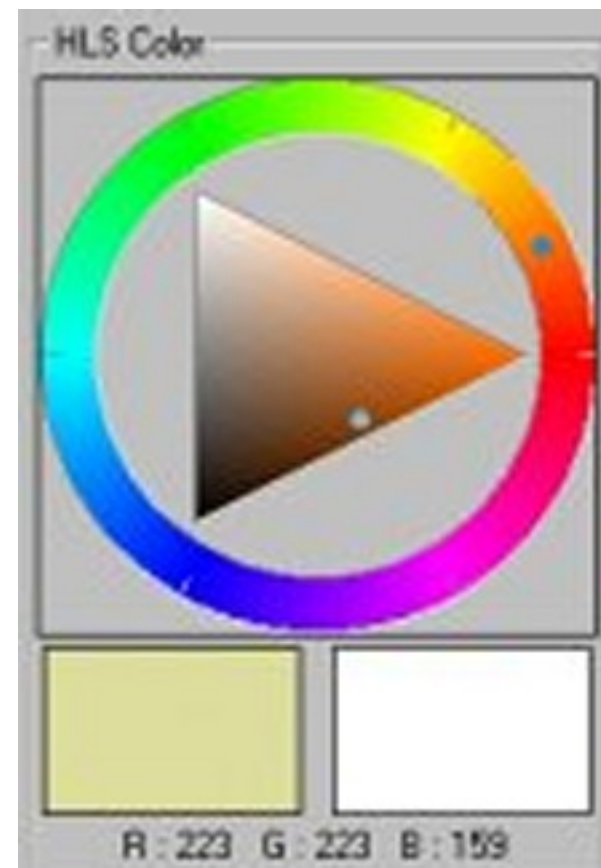
- Saturação: quantidade de branco presente na cor.
 - Se for 0 a cor é branca.
 - Se for 1 a cor é pura.
- Valor: intensidade da cor.
 - Se for 0, intensidade mínima. (Preto)
 - Se for 1, intensidade máxima.

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

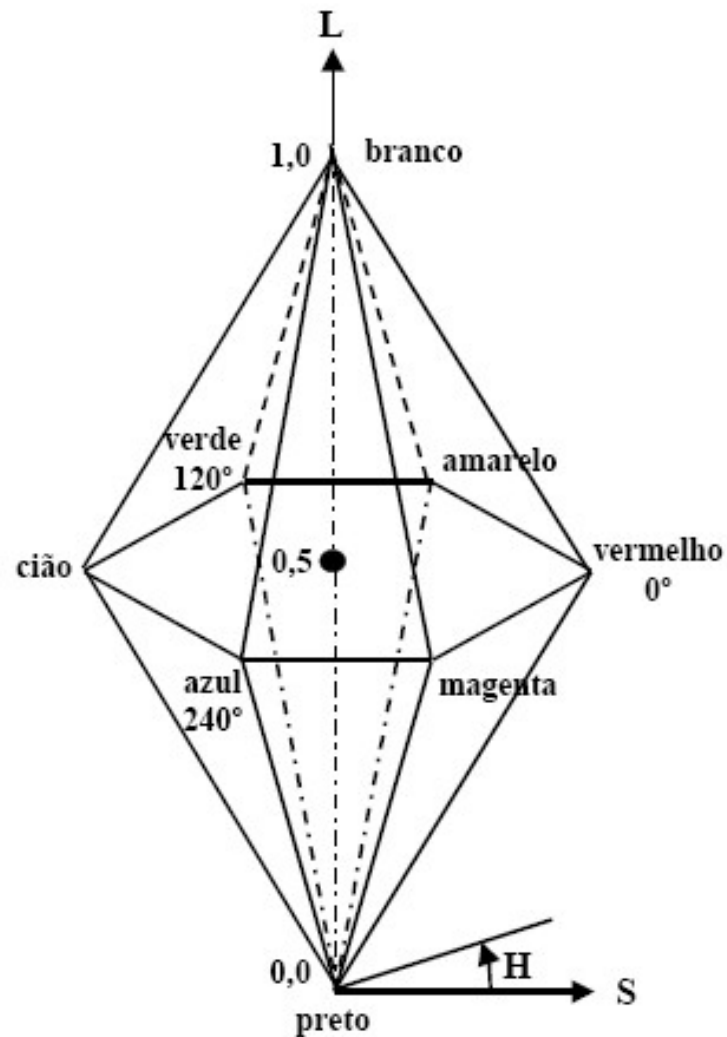
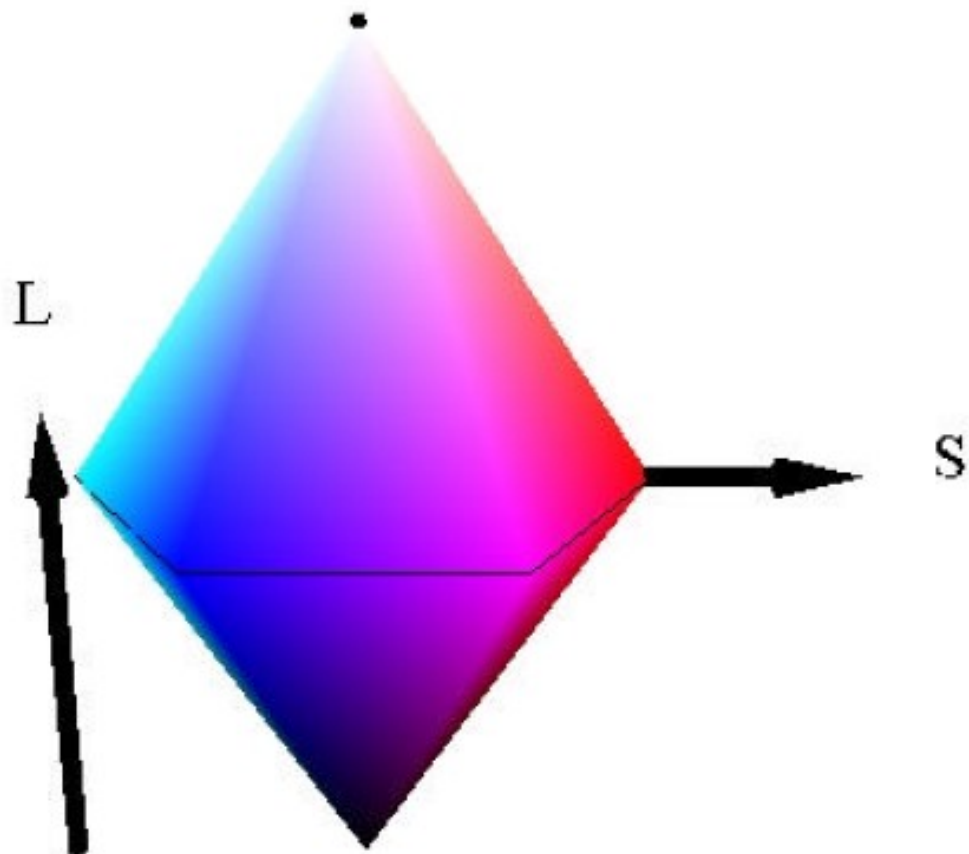
Hue

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



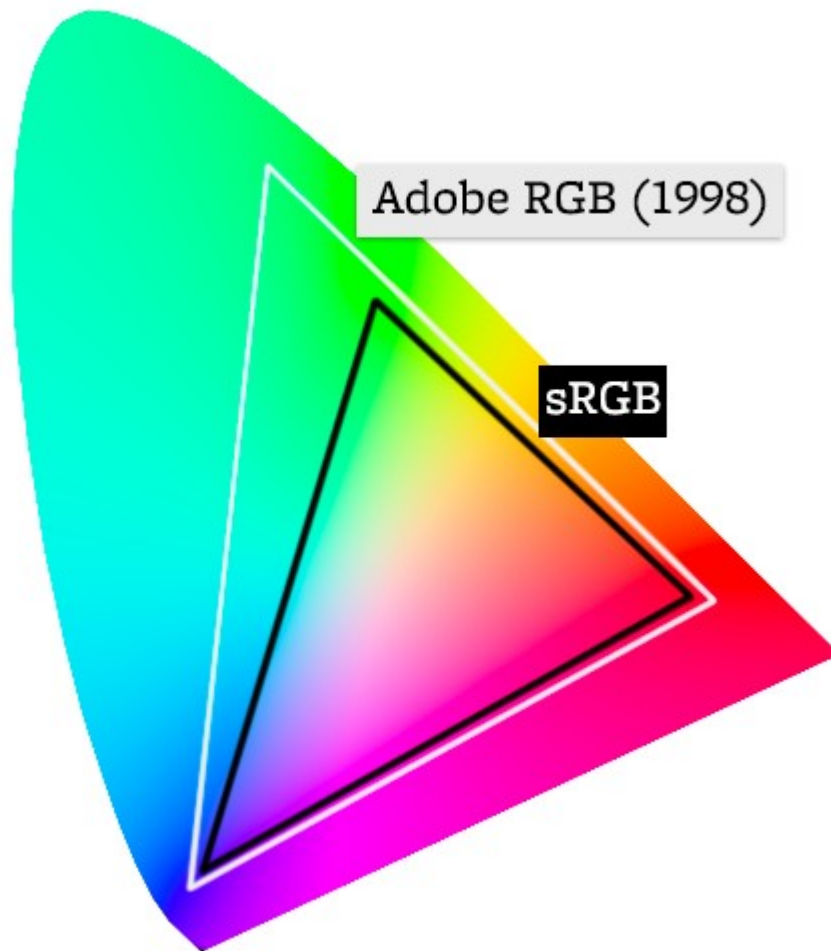
O padrão sRGB

- Em 1996, Microsoft e HP (empresas que ditavam as regras da informática na época) se uniram para criar o padrão sRGB (“standard Red Green Blue”) para servir como padrão universal, resolvendo a questão dos perfis individuais de cor;
- A partir de então, todos os softwares Microsoft assim como impressoras HP usariam esse padrão sRGB como base para suas cores.
- Após a sua criação, rapidamente outras empresas adotaram o sRGB como padrão de cor, como a Intel, Corel, Pantone, entre outras.

O padrão Adobe RGB

- No ano seguinte, 1997, a Adobe, na época uma já respeitada software house, dona do Photoshop, PageMaker (que virou o InDesign), Premiere e outros programas conhecidos, resolveu criar o padrão dela, aumentando a gama de cores do seu espectro, principalmente para puxar cores menos saturadas e aproximá-las do padrão das gráficas: o CMYK.
- O Photoshop e o PageMaker eram programas padrões para as gráficas. Elas precisavam de um padrão de cores que, quando convertido para o da impressora deles (CMYK) não se perdesse tanto.

sRGB e Adobe RGB

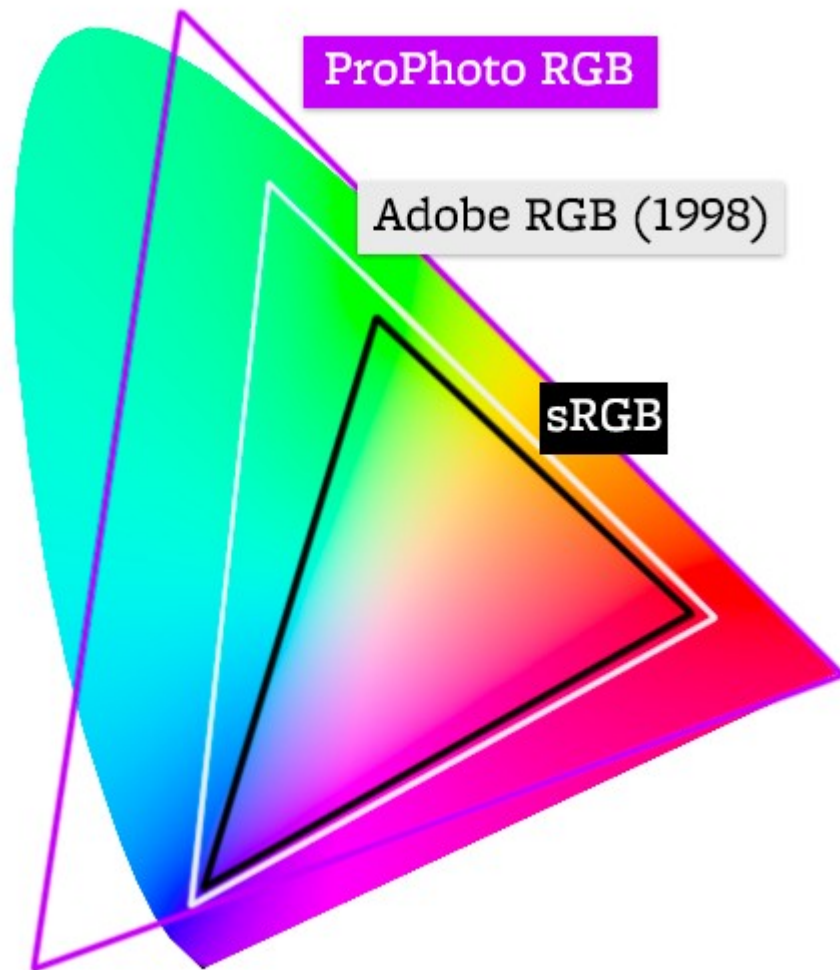


Fonte: [Marcello Cavalcanti](#)

O padrão ProPhoto RGB

- Em 2003, a Kodak lançou o ProPhoto RGB com o objetivo de replicar com o máximo de fidelidade as cores obtidas pelo filme para slides Ektachrome, da própria Kodak. Lembrando que, no início da década de 2000, a transição da fotografia analógica para a digital acontecia de forma turbulenta, com muitos fotógrafos ainda duvidando que a fotografia digital realmente vingaria.
- Tem cerca de 13% a mais de cores que o olho humano não consegue ver e precisa ser usado em arquivos 16-bit.

O padrão ProPhoto RGB



Fonte: [Marcello Cavalcanti](#)

Qual usar?

- Nos arquivos em RAW, o espaço de cor está indefinido, ele só será definido ao exportar a imagem para um software ou dispositivo.
- Caso os arquivos estejam em JPG, PNG ou outro, só poderá ser utilizados em dispositivos sRGB (não ProPhoto RGB).
- Caso for imprimir uma foto, verifique qual padrão de cor o impressor utiliza normalmente com a impressora dele.
- Ao comprar um monitor (ou notebook), verifique quanto ele é capaz de exibir no padrão sRGB (por exemplo, alguns painéis atuais ficam na faixa de 75% sRGB).

**“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

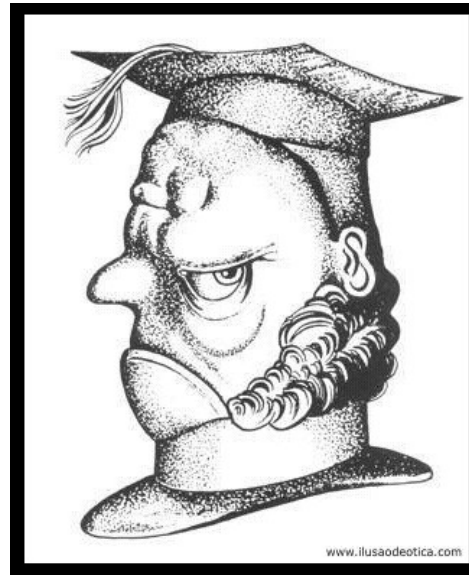


AFTER 6 BEERS

AFTER 6 BEERS

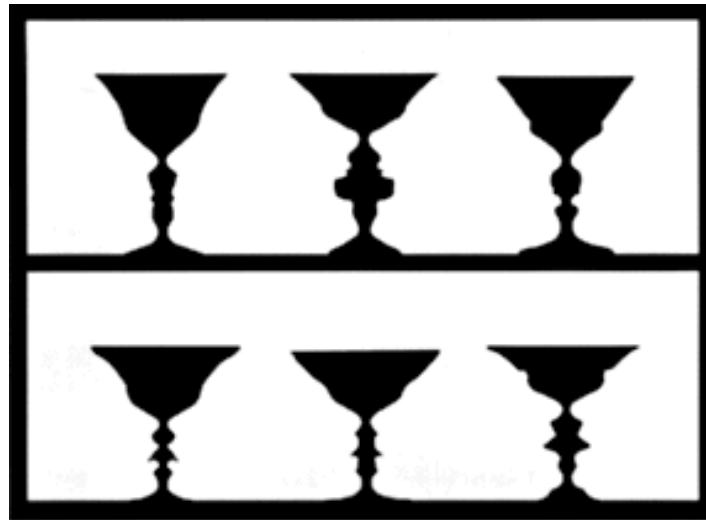


BEFORE 6 BEERS

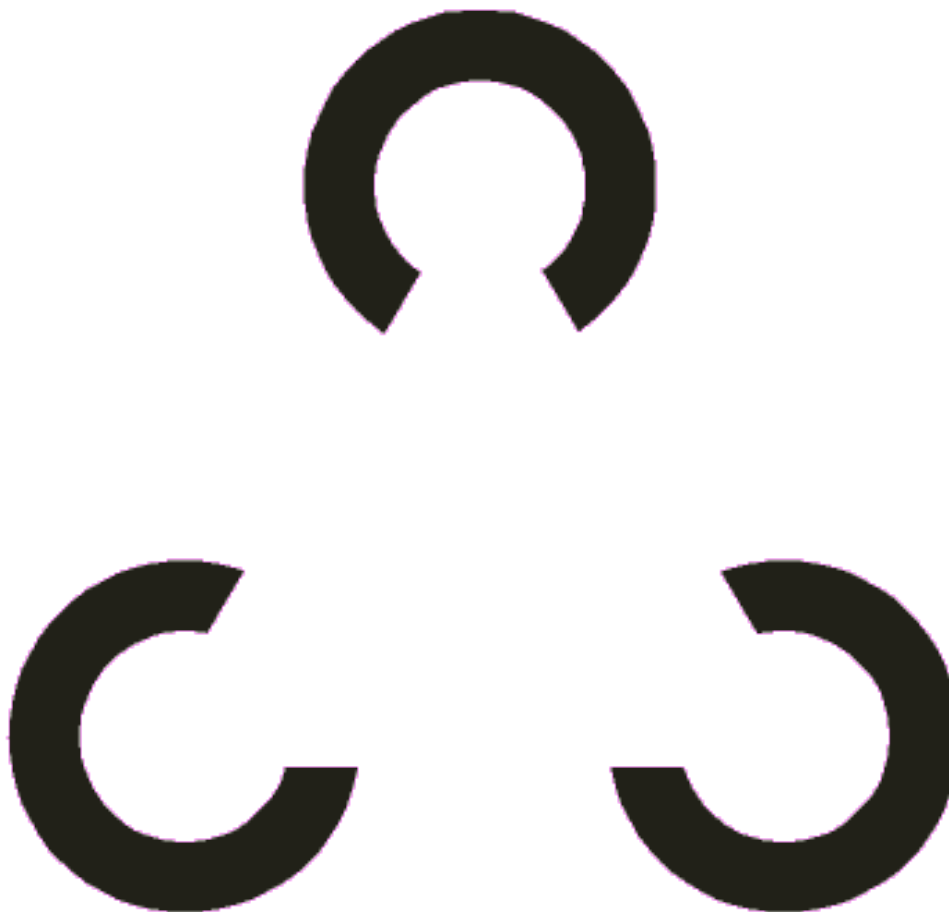




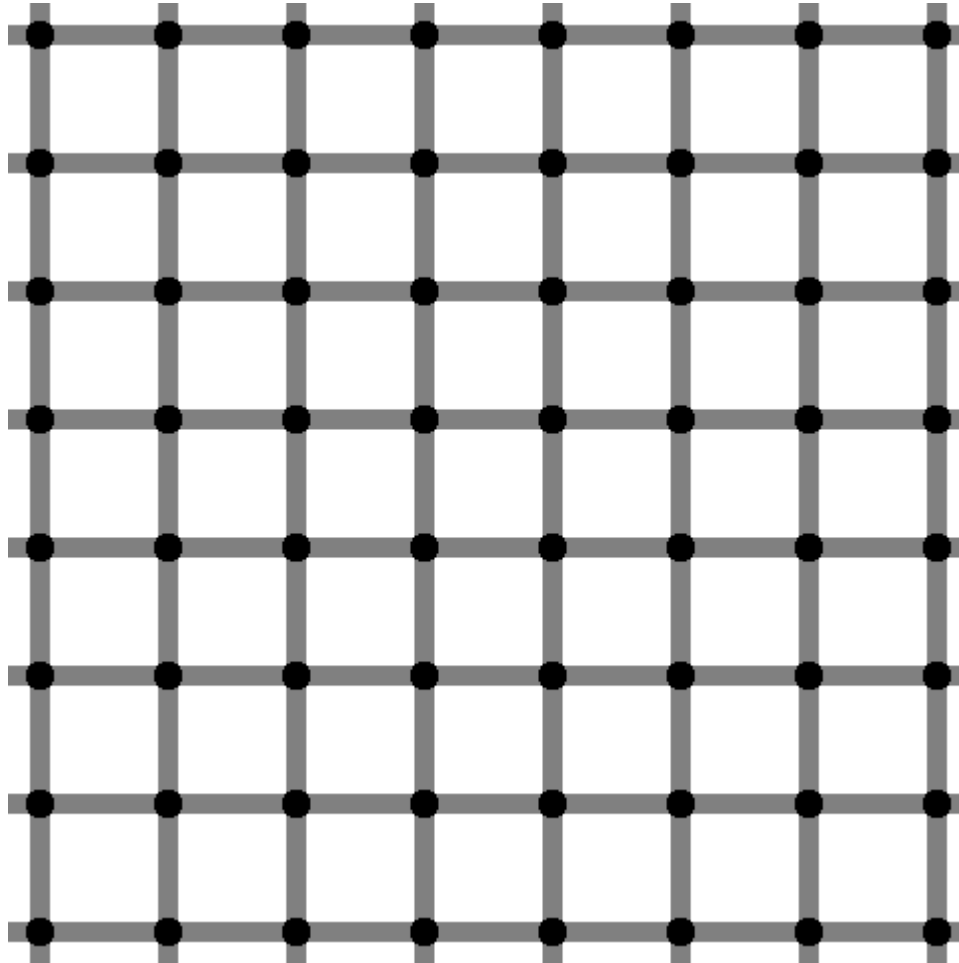
Uma imagem – duas representações



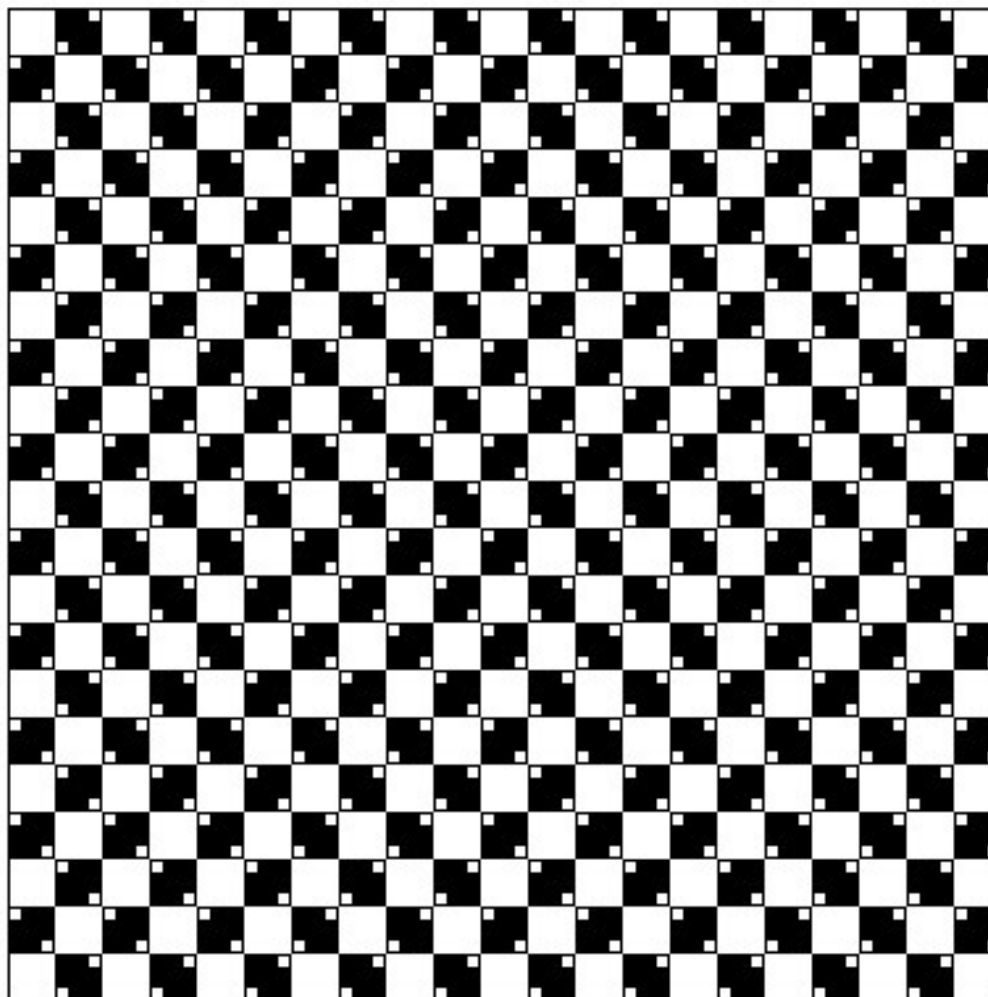
Continuidade



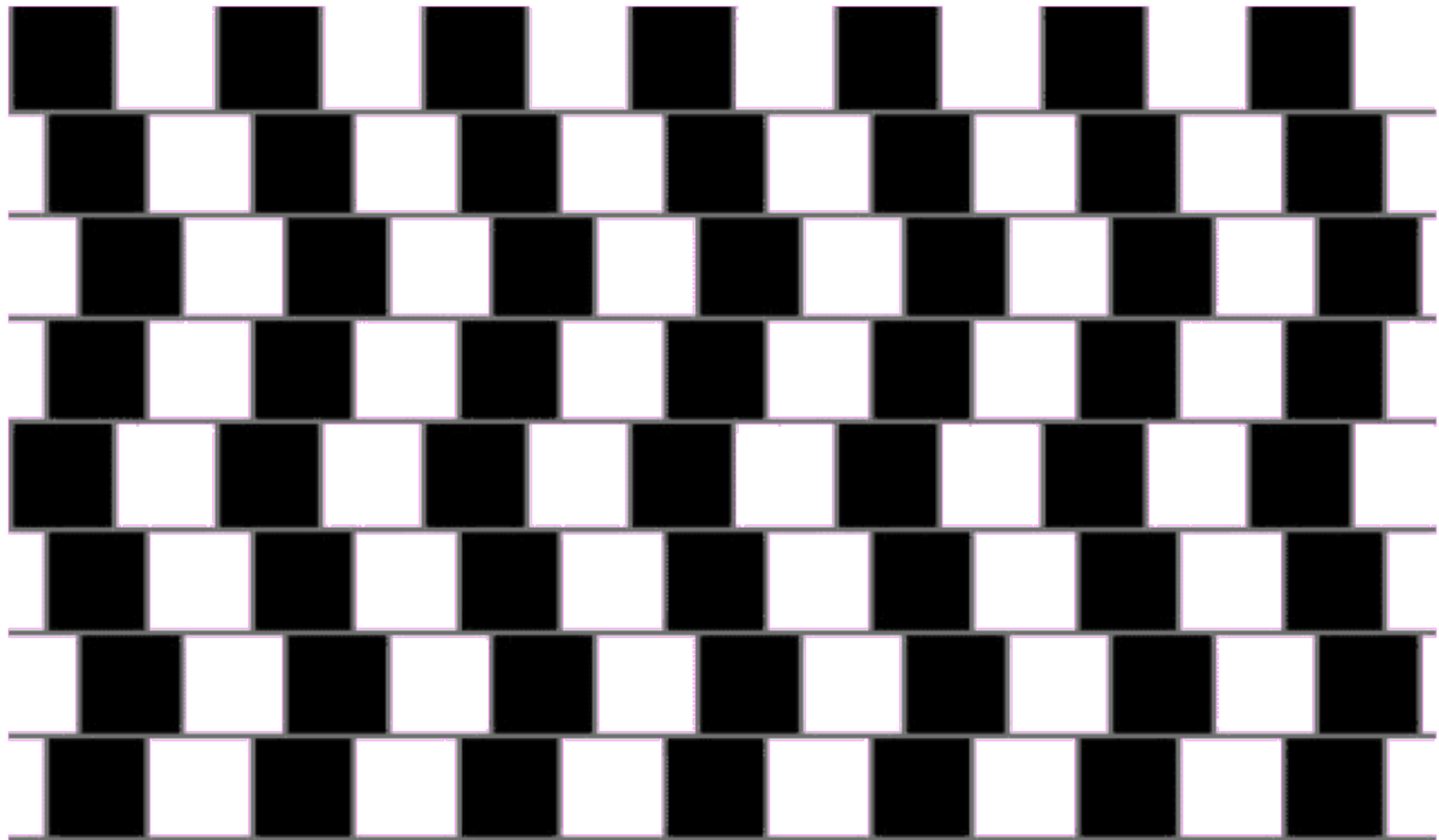
Continuidade



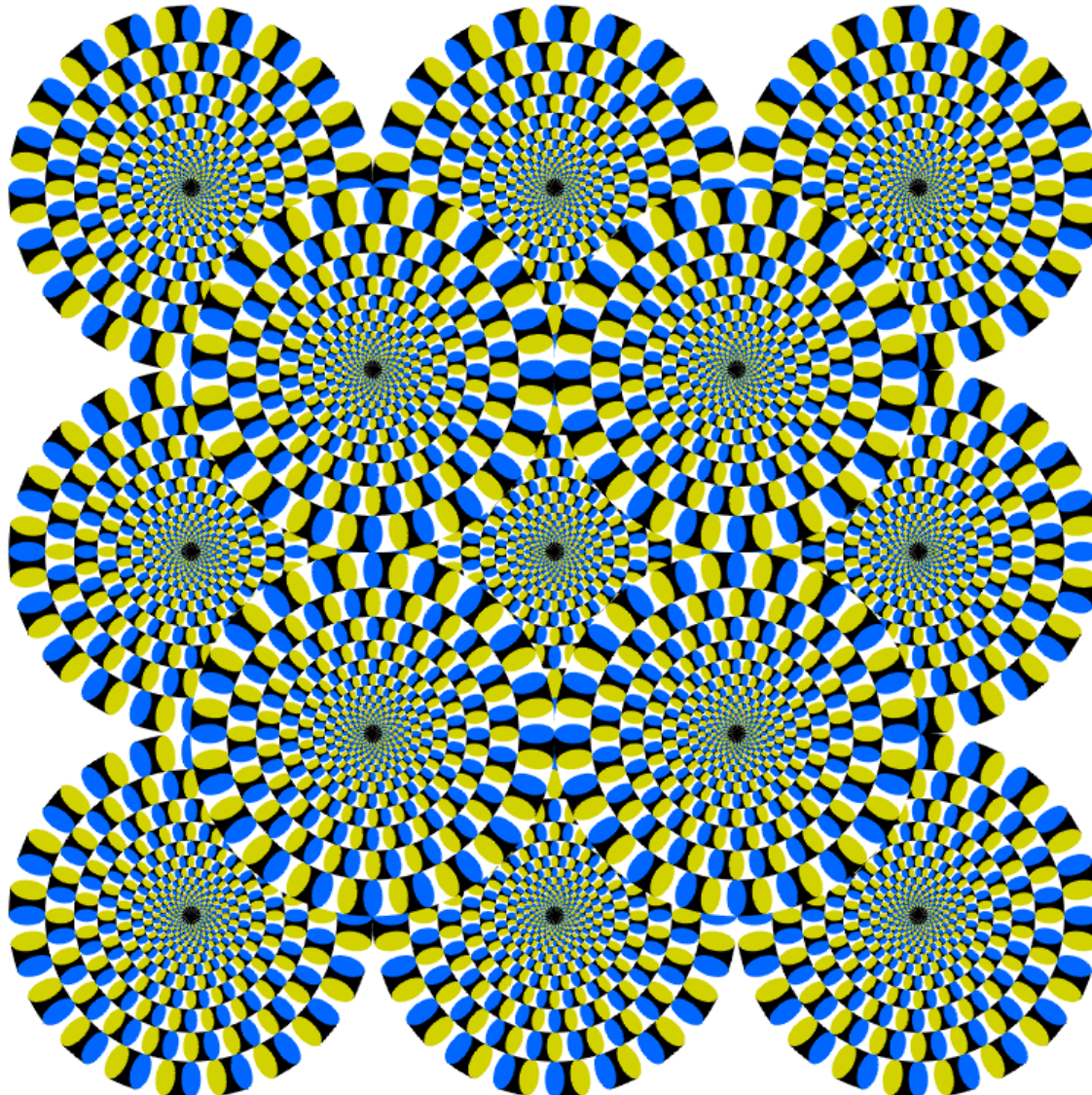
Continuidade



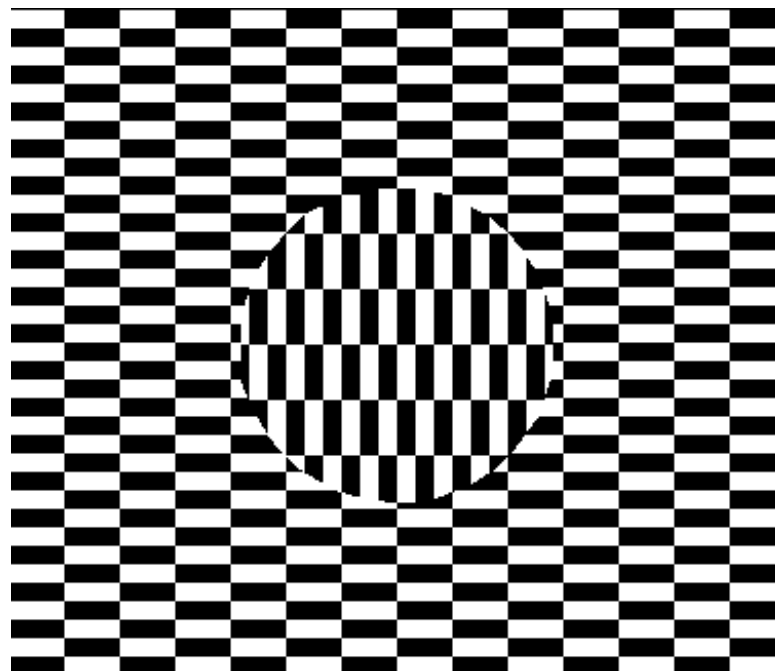
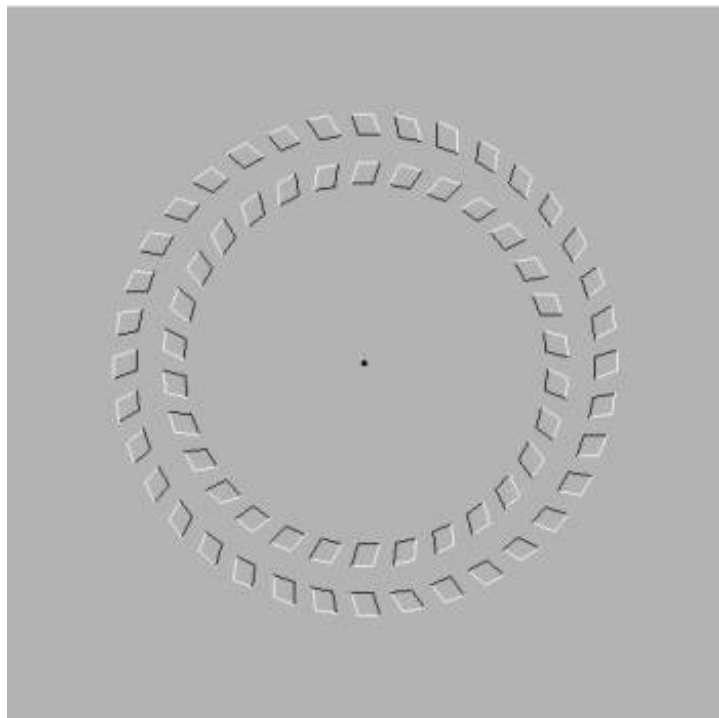
Continuidade



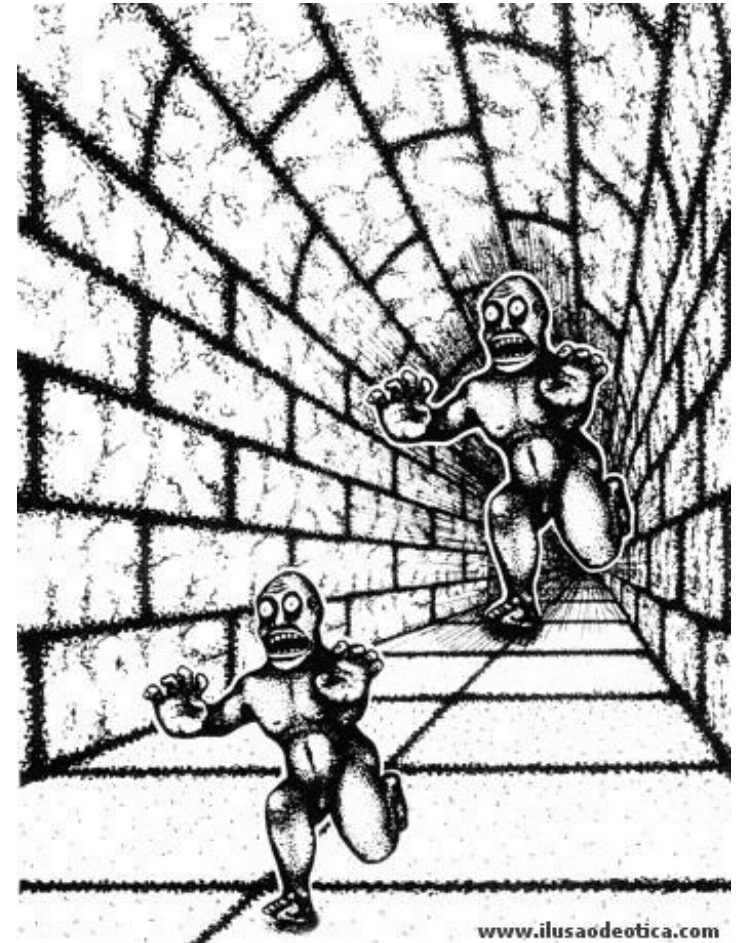
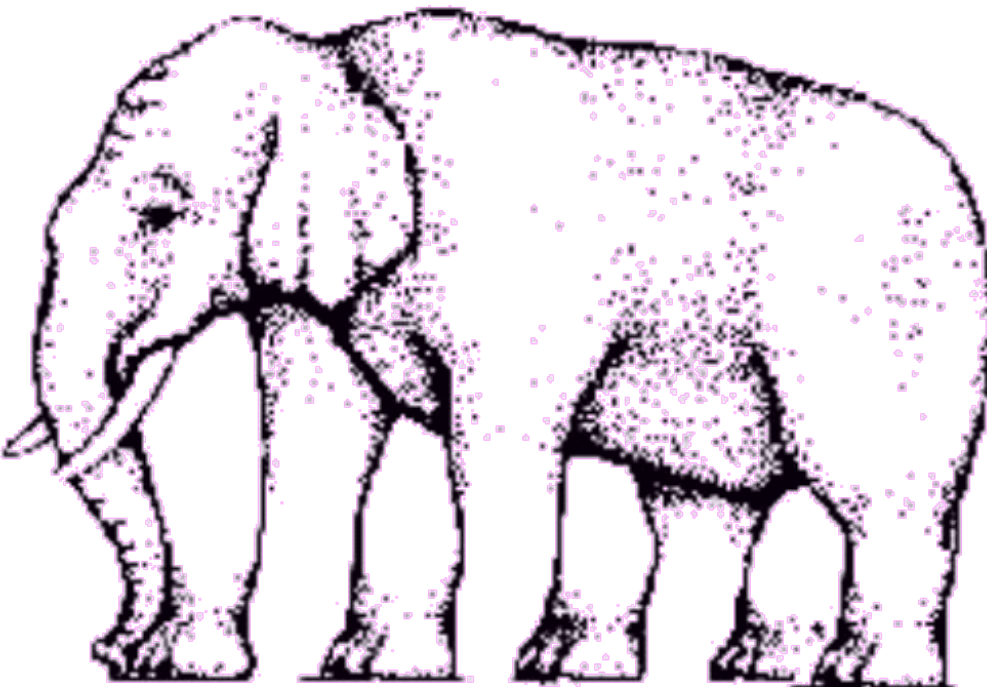
Movimento?



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

