

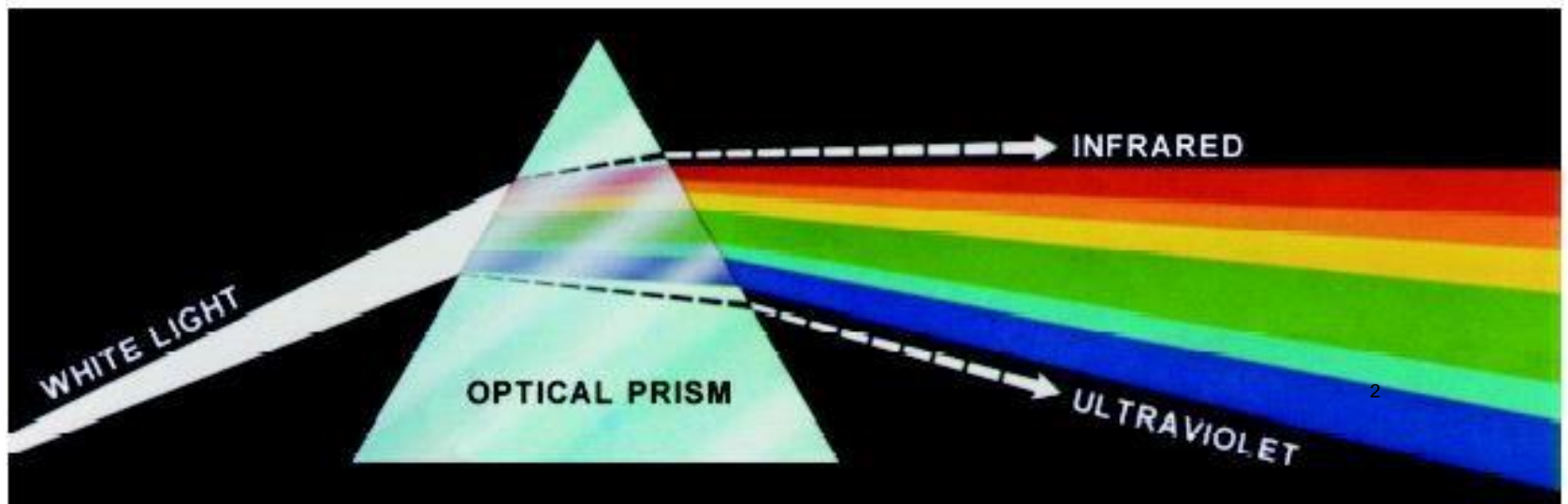
# COMPUTAÇÃO GRÁFICA

## Cores

CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO  
UNIPAC BARBACENA  
PROFESSOR NAIRON NERI SILVA

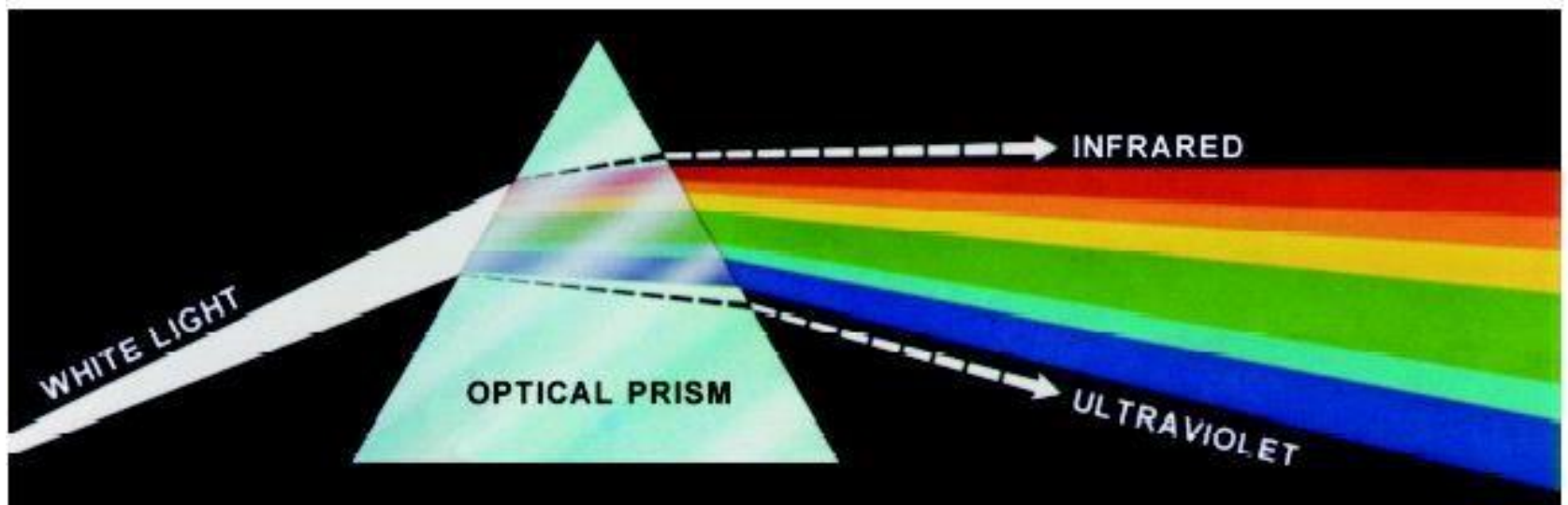
# Histórico

*Em 1666 Isaac Newton descobriu que quando um feixe de luz solar passa através de um prisma, o raio de saída é decomposto em um espectro de cores*

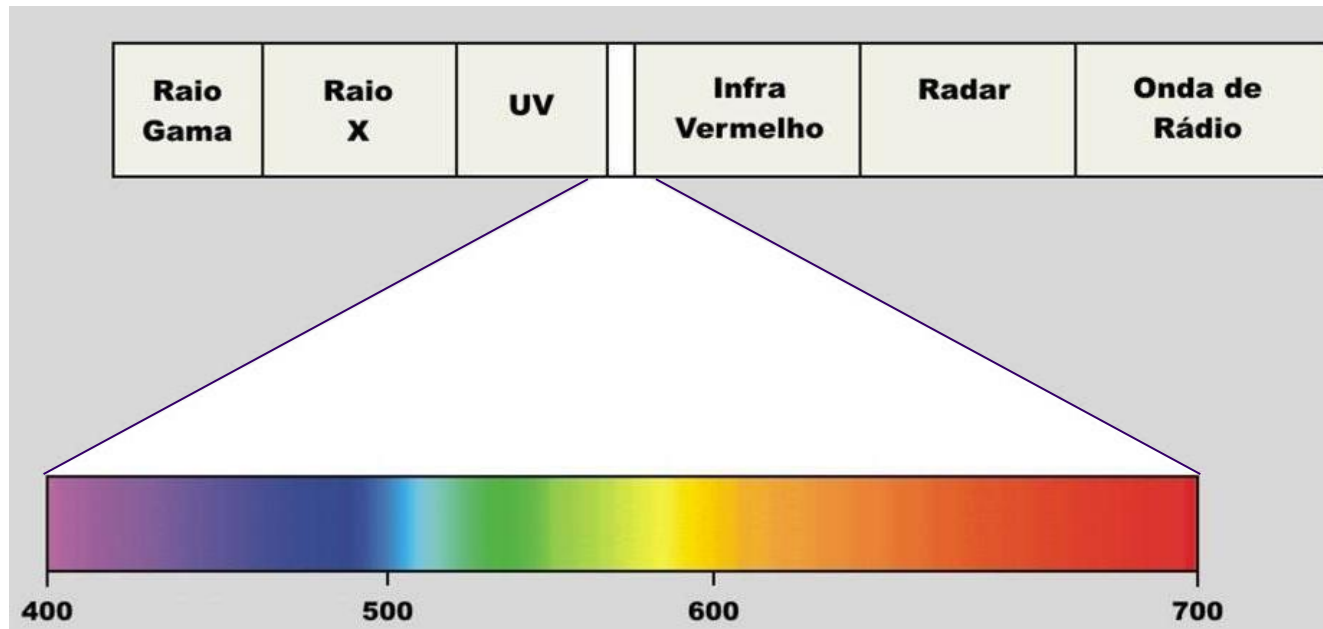


# Histórico

*Esse intervalo, denominado de faixa visível do espectro, corresponde a uma pequena região do espectro eletromagnético cujo comprimento de onda é capaz de sensibilizar o olho humano*



# Cor e visão humana



**Humanos enxergam comprimentos de onda entre 400nm e 700nm**

1nm (nanômetro) correspondente a  $1 \times 10^{-9}$  metro ou 0,000000001 metro

# Cor e visão humana

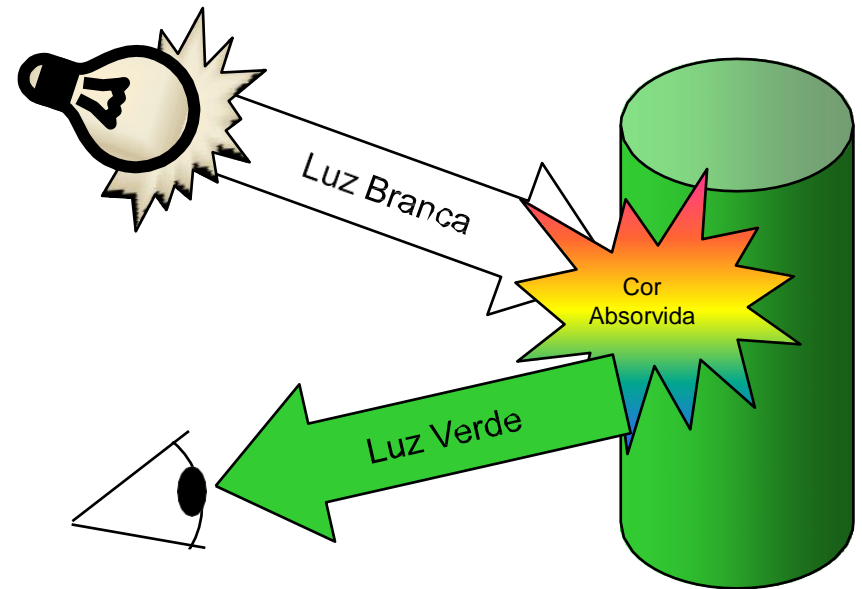
Cores podem ser descritas de 3 formas:

- A cor física (refere-se a fonte emissora)
- A cor do objeto (reflexão do objeto)
- A cor percebida (percepção da cor do objeto pelo sistema visual do observador)

# Cor e visão humana

As cores que humanos e parte dos animais percebem em um objeto são determinadas pela natureza refletida por este objeto.

Por exemplo, objetos verdes refletem luz com comprimentos de onda na faixa de 500 – 570 nm absorvendo boa parte da energia dos comprimentos de onda restantes.



# Cor e visão humana

- Uma imagem é um sinal que representa a **variação de uma certa grandeza** em um espaço bidimensional
- Uma imagem é formada a partir da quantidade de luz refletida ou emitida pelo objeto observado.
- A percepção de cores em uma imagem está relacionada com a capacidade do sistema (ou organismo) que a recebe.



# Cor e visão humana

- **Curiosidades:**

- Segundo estudos realizados por geneticistas da universidade de Maryland, mulheres tem maior capacidade de percepção que homens.
- O *Squilla Mantis* (um tipo de camarão) é capaz de enxergar uma gama de cores muito maior que a observada pelo olho humano. Esse crustáceo leva vantagem sobre nós por ter uma retina com mais tipos de cones, os pigmentos que permitem enxergar colorido. Enquanto o *Squilla Mantis* tem 12 tipos de cones, nós temos apenas três.





# Sistema visual do observador...



# Fundamentos

- Em 1801, o físico Thomas Young (1773-1829) propôs o modelo tricromático para a percepção de cores do olho humano.
- Segundo o modelo de Young, os cones (células fotossensíveis que compõem a retina juntamente com os bastonetes) são subdivididos em três categorias, cujos valores máximos de sensibilidade situam-se próximos do vermelho, verde e azul.

# Fundamentos

- Dessa forma, todas as sensações de cor percebidas pelo olho humano são, na verdade, combinações das intensidades dos estímulos recebidos pelos três tipos de cones.
- A teoria ficou conhecida como teoria de Young-Helmholtz, pois contou com o apoio do físico alemão Hermann von Helmholtz (1821-1894)

# Fundamentos

- Em 1931, a Comissão Internacional de Iluminação (CIE, do francês *Commission Internationale de l'éclairage*) adotou um sistema de representação do espaço de cores, cuja base é constituída por três cores nas faixas vermelha, verde e azul do espectro visível.
- A cada uma dessas três cores, conhecidas como cores primárias, a CIE atribuiu os valores de comprimentos de onda 435.8 nm para azul, 546.1 nm para verde e 700 nm para vermelho.

# Fundamentos

- As características normalmente usadas para distinguir uma cor de outra são o brilho, o matiz e a saturação:
  - o brilho ou luminância representa a noção de intensidade luminosa da radiação.
  - o matiz é uma propriedade associada ao comprimento de onda predominante na combinação de ondas de luz.
  - a saturação expressa a pureza do matiz ou, de modo similar, o grau de mistura do matiz original com a luz branca (as cores puras são completamente saturadas).

# Fundamentos

- O matiz e a saturação, quando tomados juntos, são chamados de cromaticidade e, portanto, uma cor pode ser caracterizada pelo seu brilho e cromaticidade.
- No modelo de cores desenvolvido pela CIE, cores são especificadas pela combinação das cores primárias X, Y e Z.

# Fundamentos

- As quantidades das cores primárias presentes em uma cor são chamadas de coeficientes tricromáticos, dados por

$$x = \frac{X}{X + Y + Z} \quad y = \frac{Y}{X + Y + Z} \quad z = \frac{Z}{X + Y + Z}$$

- A soma dos três coeficientes tricromáticos reduz o espaço de cores tridimensional a um plano bidimensional que satisfaz a restrição

$$x + y + z = 1$$

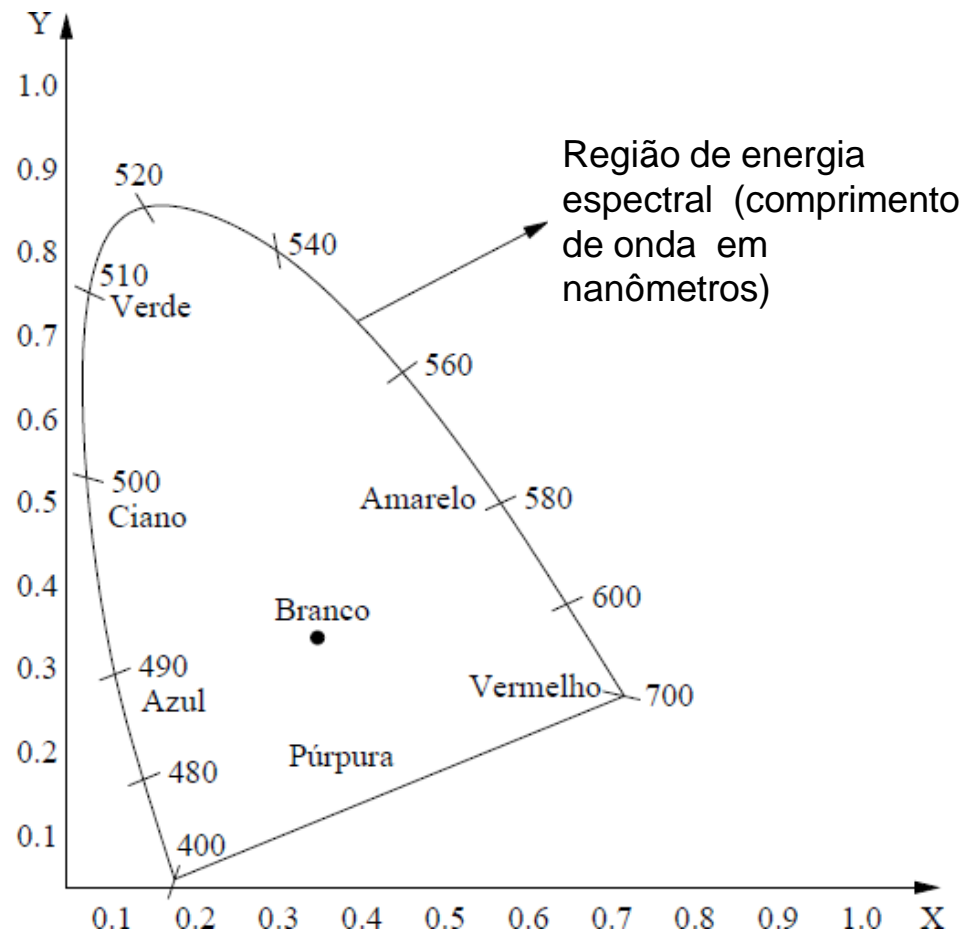


# Fundamentos

- Esse plano, conhecido como plano de cromaticidade ou plano de Maxwell (a ser ilustrado a seguir) forma uma relação entre coordenadas de cromaticidade ( $x$ ,  $y$ ) e coordenadas tricromáticas ( $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ).
- Como  $z = 1 - x - y$ , o componente  $z$  é redundante, tal que o par ( $x$ ,  $y$ ) especifica a cromaticidade da cor.

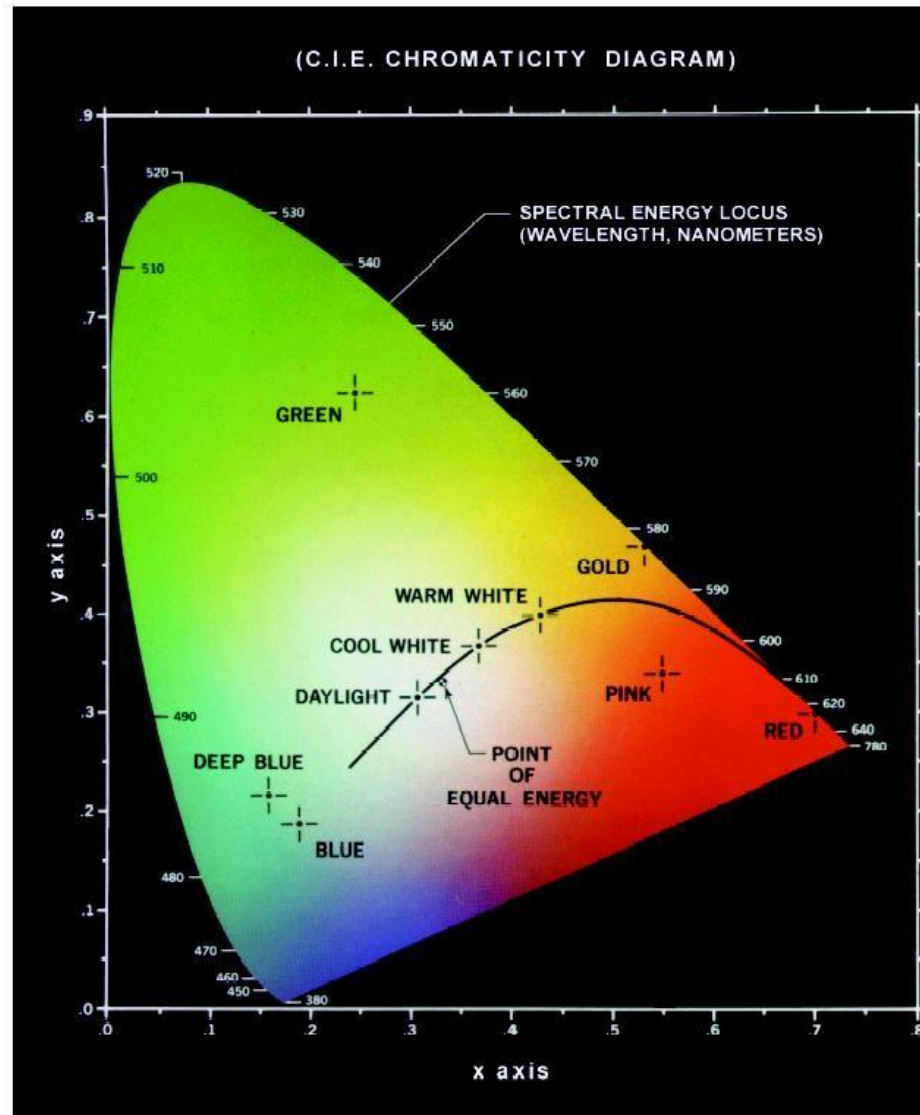
# Diagrama de cromaticidade

- A CIE criou uma representação bidimensional do espaço de cor chamada diagrama de cromaticidade, ilustrado na figura ao lado, o qual mostra a composição de cores como uma função das cores primárias X e Y , ou seja, a última coordenada do espaço é excluída.

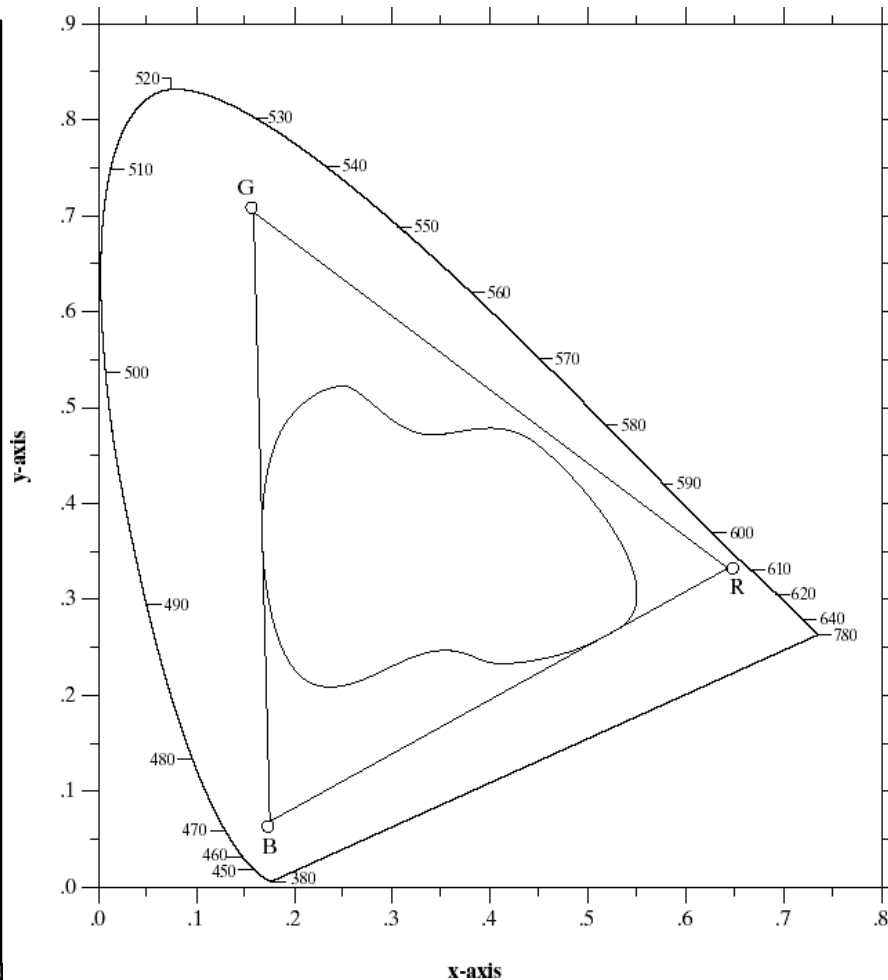


# Diagrama de cromaticidade

Images taken from Gonzalez & Woods, Digital Image Processing (2002)



# Diagrama de cromaticidade



O triângulo mostra a faixa típica da gama de cores produzida por monitores RGB

A região irregular representa a região de cores das impressoras coloridas atuais.



# Modelos de cor

- Os modelos ou espaços de cores permitem a especificação de cores em um formato padronizado para atender a diferentes dispositivos gráficos ou aplicações que requerem a manipulação de cores.
- Um modelo de cor é essencialmente uma representação tridimensional na qual cada cor é especificada por um ponto no sistema de coordenadas tridimensionais.

# Modelos de cor

- O universo de cores que podem ser reproduzidas por um modelo é chamado de espaço ou gamute de cores.
- Não há um modelo que descreva todos os aspectos referentes às cores, portanto, modelos diferentes são utilizados para especificar as características das cores.

# Modelos de cor

- Os modelos de cores podem ser aditivos ou subtrativos.
- Nos modelos aditivos, a cor é gerada pela combinação de vários comprimentos de onda luminosa.
  - A cor branca é gerada pela adição das cores primárias verde, vermelha e azul.
  - A cor preta indica que nenhuma luz está sendo transmitida.
  - Um dos modelos aditivos mais utilizados é o modelo RGB.



# Modelos de cor

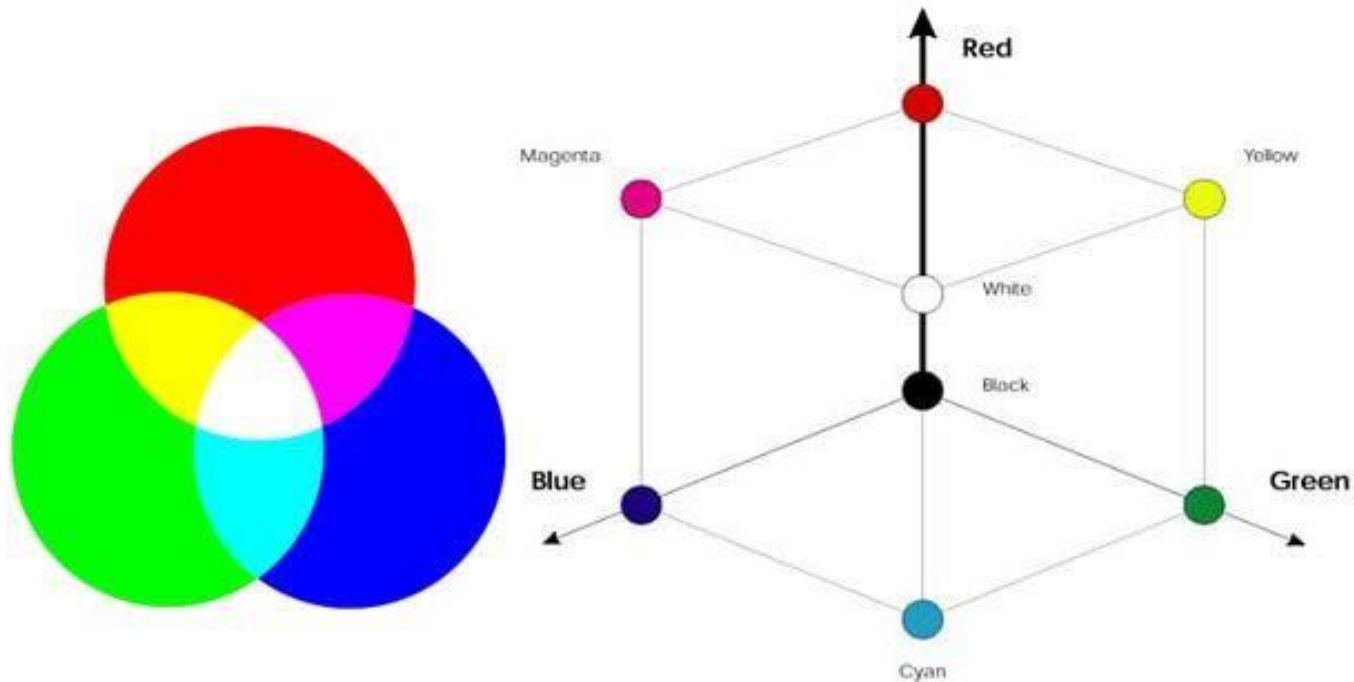
- Nos modelos subtrativos, a cor preta é produzida pela combinação das cores primárias ciano, magenta e amarelo.
- A cor branca corresponde à ausência dessas cores primárias.
- Exemplos de modelos subtrativos incluem CMY e CMYK.

# Modelos de cor

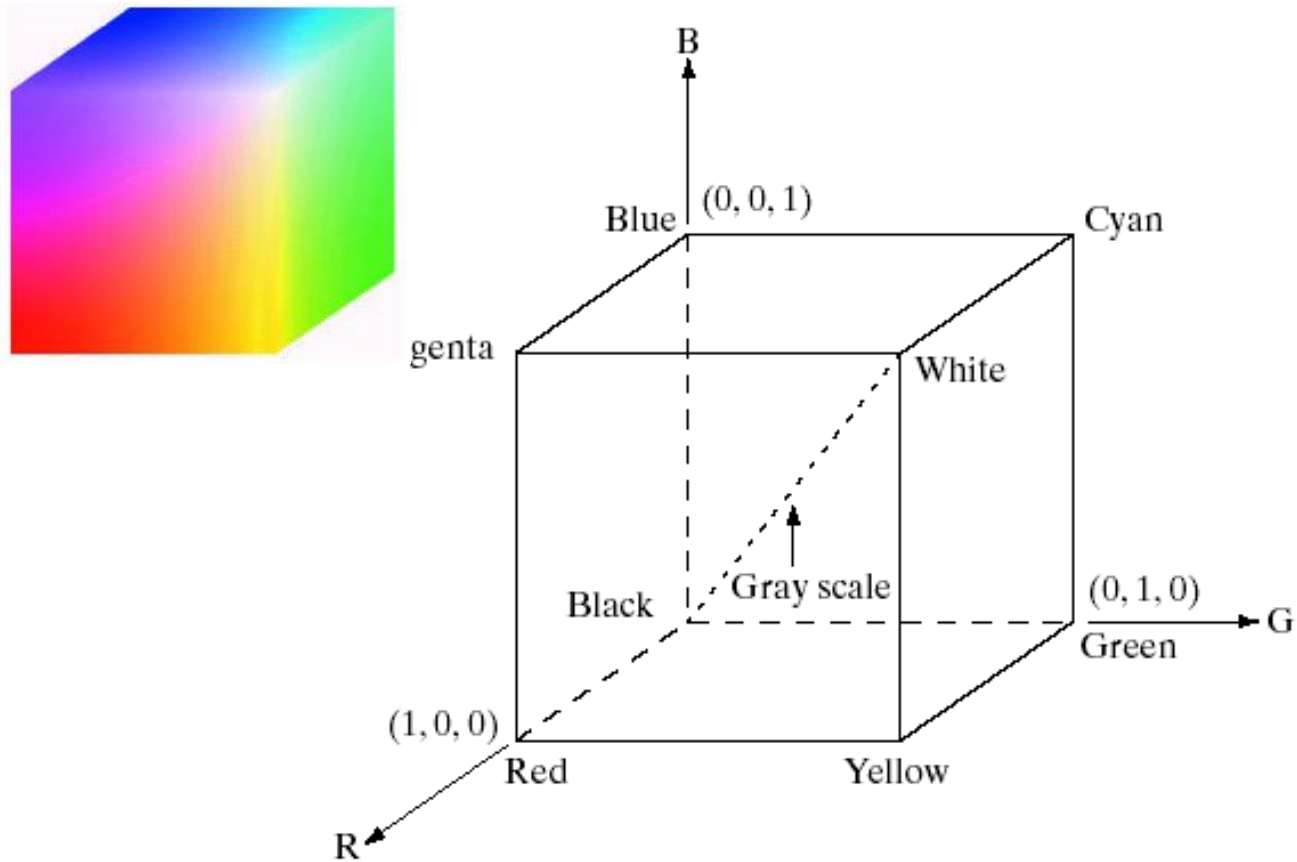
- Dos modelos disponíveis consideraremos os 3 a seguir:
  - RGB (**R**ed **G**reen **B**lue)
  - CMYK (**C**yan **M**agenta **Y**ellow black**K**)
  - HSV (**H**ue **S**aturation **V**alue) ou HSB (**H**ue **S**aturation **B**rightness)

# RGB

No modelo RGB, cada cor aparece como uma composição de suas componentes espectrais primárias vermelho, verde e azul.



# RGB



# RGB

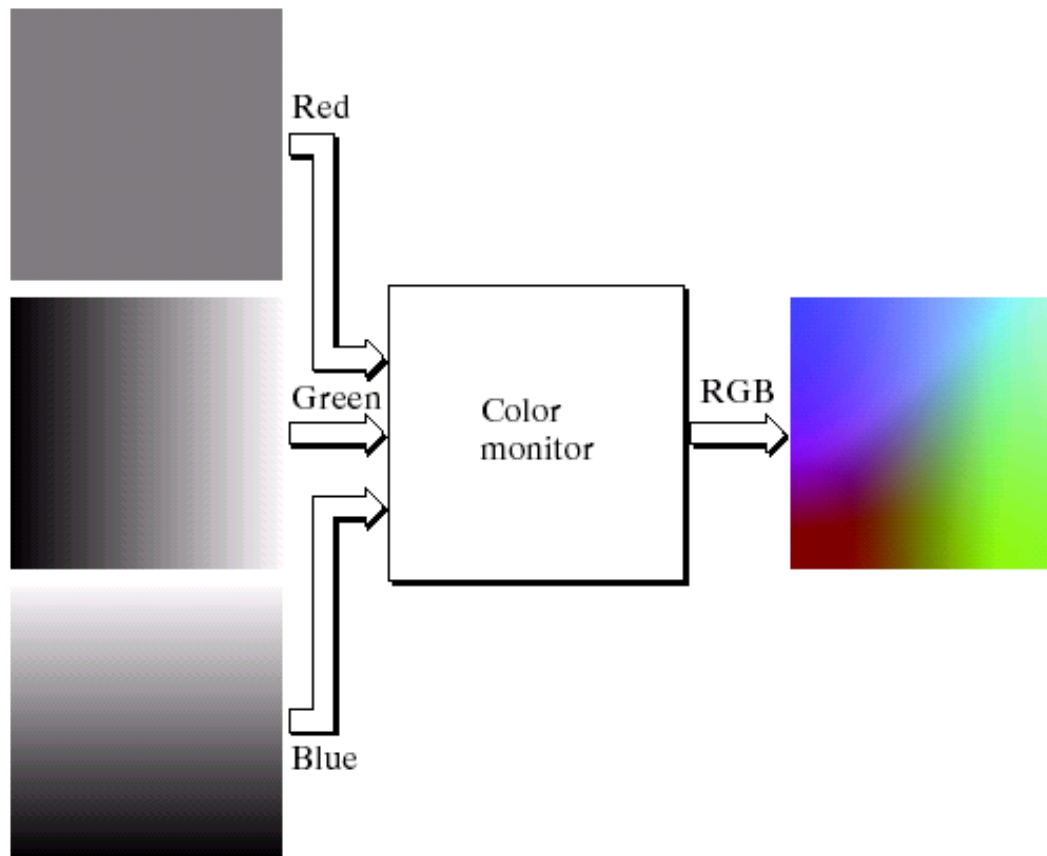
O modelo RGB é utilizado prioritariamente em dispositivos digitais como monitores coloridos e câmeras de vídeo.

O número de bits usado para representar cada pixel na imagem é conhecido como “Profundidade de Cor” (*color depth*).

Uma imagem dita *full-color* com 24 bits possui a quantidade de cores descrita a seguir:

$$(2^8)^3 = 16.777.216$$

# RGB



# RGB



**RGB**



**R**



**G**

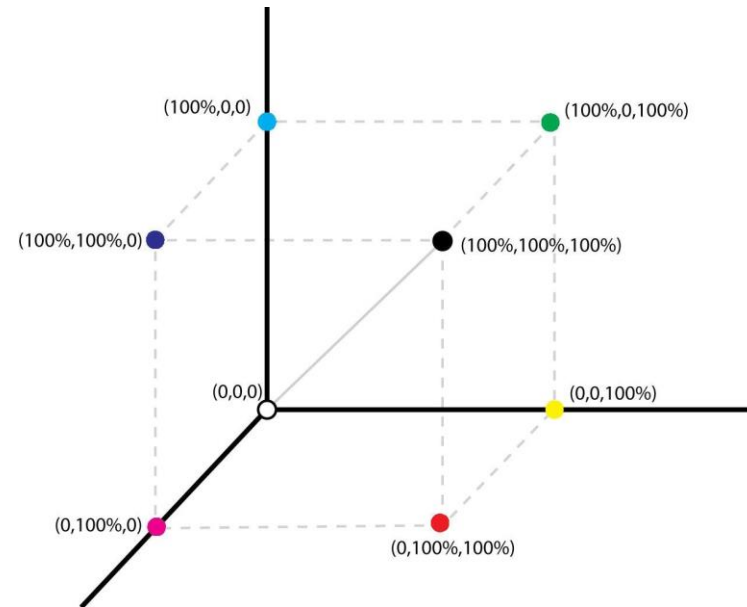
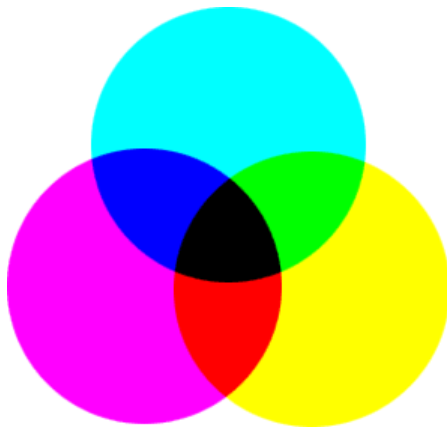


**B**



# CMYK

Neste modelo, as cores são compostas pela proporção das componentes Ciano, Magenta e Amarelo



# CMYK

- O modelo CMYK normalmente é utilizado em dispositivos baseados em pigmentos como impressoras
- Para estes dispositivos, como a cor preta é difícil de obter, adiciona-se esta cor separadamente.

# CMYK

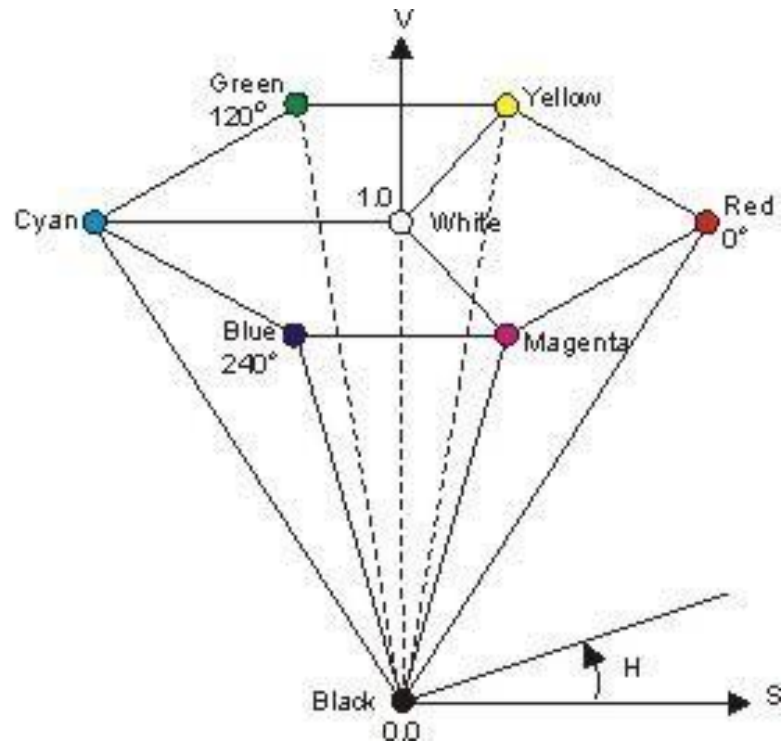
- O modelo CMYK normalmente é utilizado em dispositivos baseados em pigmentos como impressoras
- Para estes dispositivos, como a cor preta é difícil de obter, adiciona-se esta cor separadamente.

Pergunta:

Os modelos RGB e CMYK são  
“naturais” para se definir uma cor?

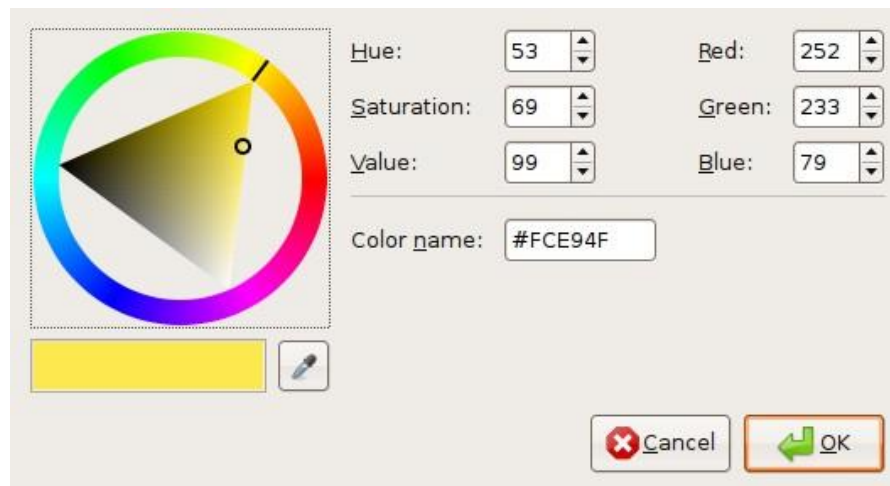
# HSV

- O modelo HSV é definido pelos parâmetros matiz (**Hue**), saturação (**Saturation**) e Luminância (**Value**). Este modelo também é conhecido como HSB ('B' de **Brightness**)
- A representação gráfica 3D do modelo HSV é uma pirâmide hexagonal derivada do cubo RGB.



# HSV

- O modelo HSV rearranja a geometria do modelo RGB na tentativa de ser mais intuitivo
- São usados comumente em software de edição de imagens



Seletor de cores do GTK

# Cores no OpenGL

- O OpenGL utiliza o padrão de cores RGB e disponibiliza várias funções para cores:
  - `void glColor3f(GLfloat red, GLfloat green, GLfloat blue);` //valores de 0.0 a 1.0
  - `void glColor3ub(GLubyte red, GLubyte green, GLubyte blue);` //valores de 0 a 255

# Fonte dos Slides

Slides do material do Prof. Rodrigo Luis de Souza da Silva - UFJF