



# **Computação Gráfica**

## **Aula 13**

### **Modelos de cores**

**Fátima Nunes**

# Introdução

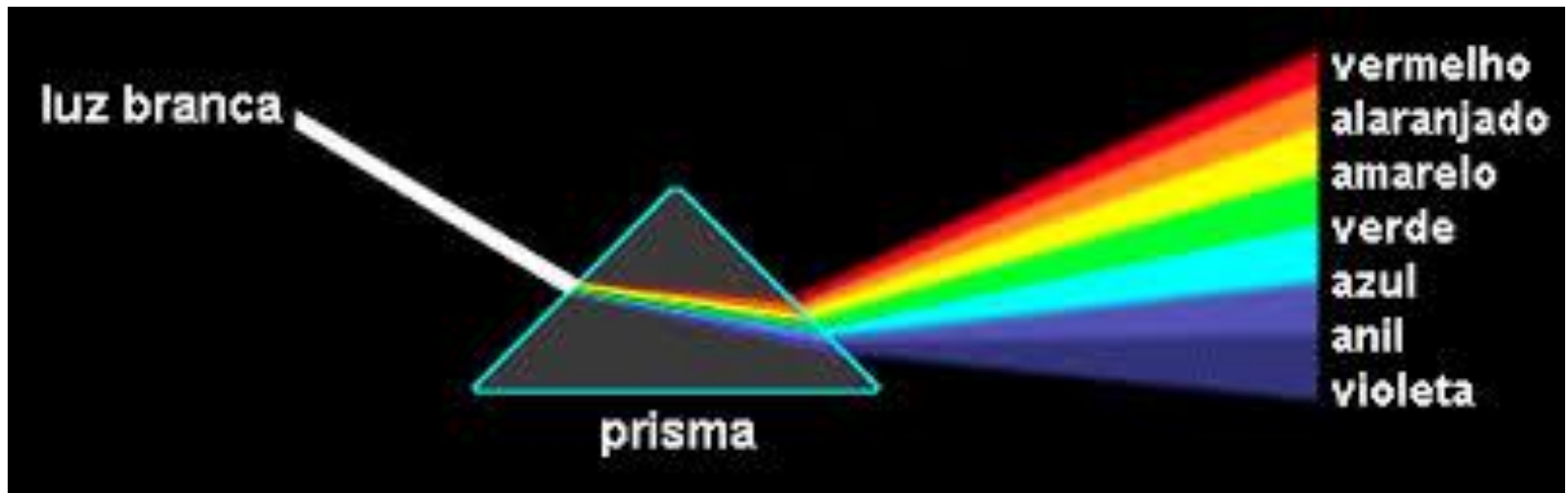
- Por que usar cor em processamento de imagens?

# Introdução

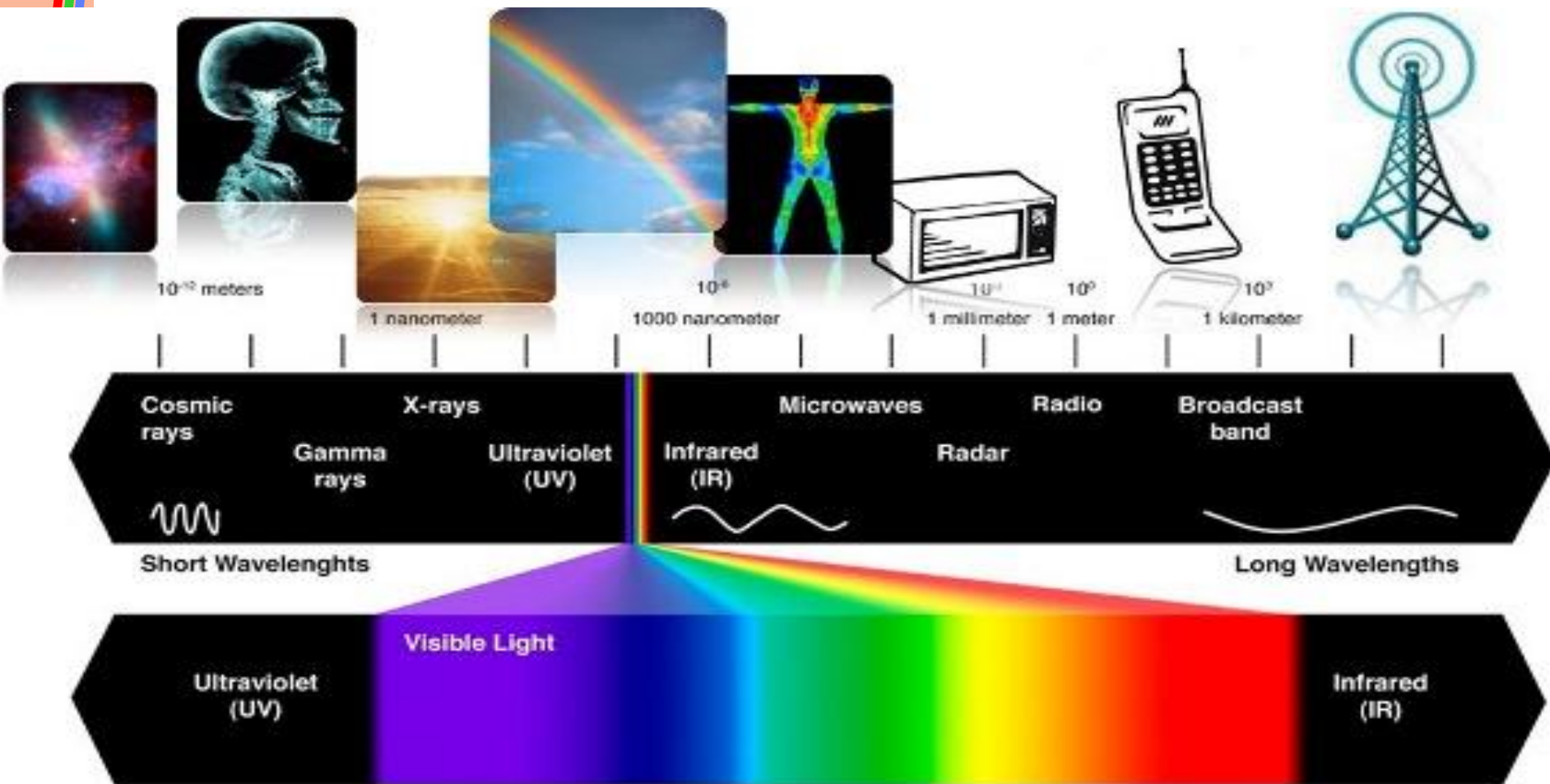
- Por que usar cor em processamento de imagens?
  - Cor: descritor poderoso - pode simplificar identificação do objeto e extração da cena.
  - Olho humano pode distinguir milhares de tons e intensidades de cores, mas apenas em torno de duas dúzias de tons de cinza

# Espectro cores

- Descoberta de Isaac Newton, 1666



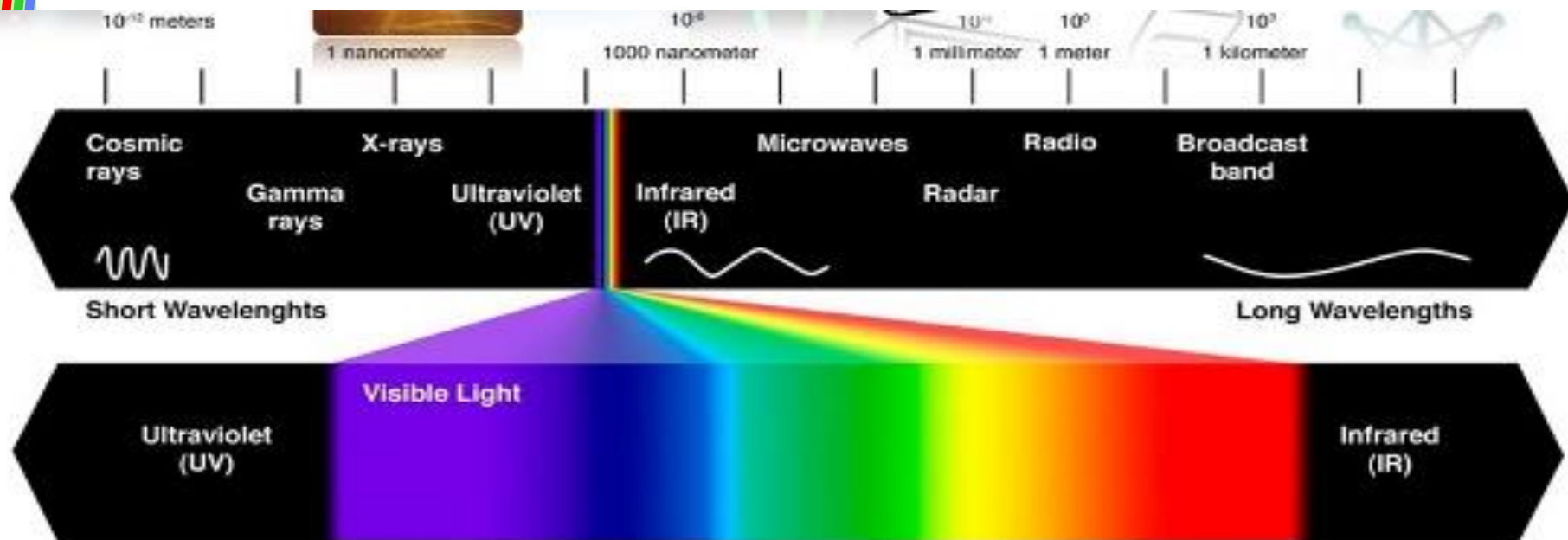
# Espectro energia eletromagnética



Fonte: <http://www.deltacolorbrasil.com/Iluminantes.html>

# Cor versus ser humano

- Cores vistas:
  - determinadas pela natureza da luz refletida do objeto
  - pequena faixa do espectro eletromagnético

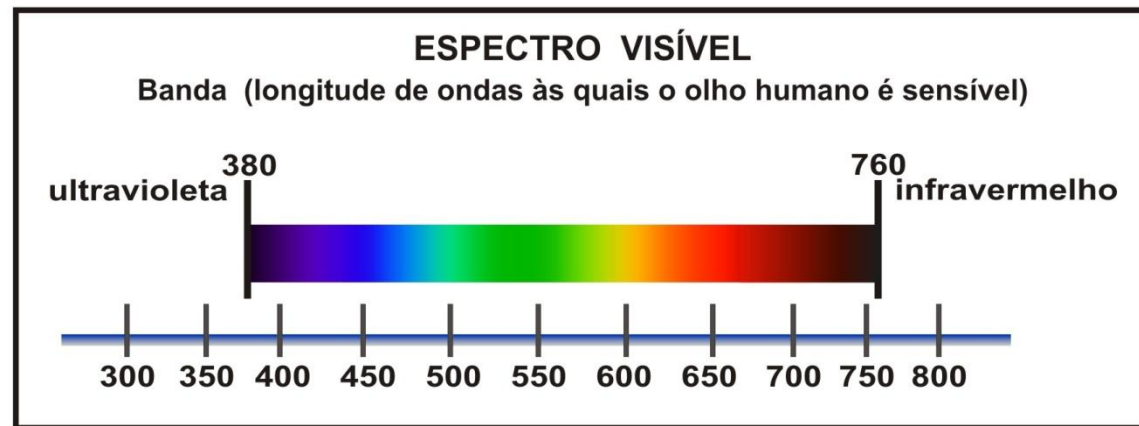


# Cor versus ser humano

- Cores vistas:
  - Branco: corpo que reflete luz e é relativamente balanceada em todos os comprimentos de onda visíveis
  - Outras cores: corpo que favorece reflectância em uma faixa limitada do espectro visível

# Cor versus ser humano

- Ex: objetos verdes refletem luz com comprimentos de onda primariamente entre 500 a 570 nanômetros e absorve maior parte de energia de outros comprimentos de onda

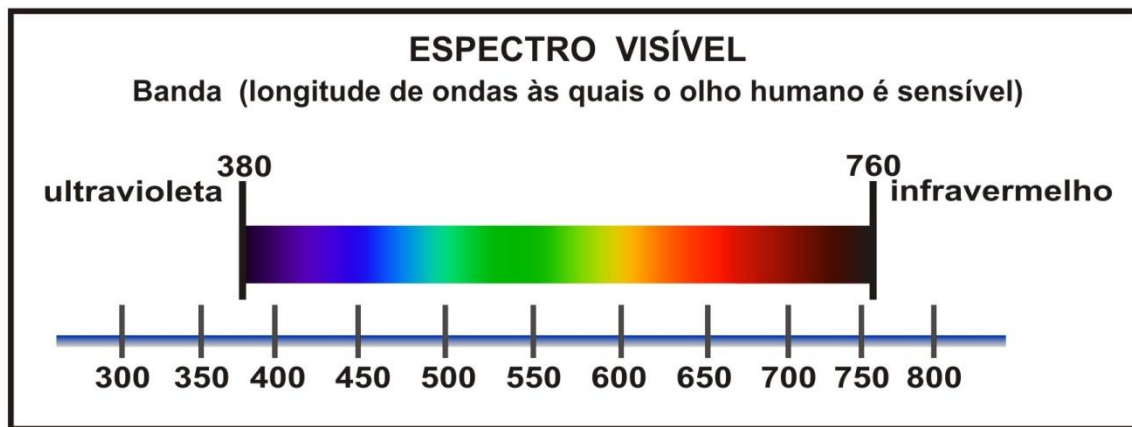


<http://pegasus.portal.nom.br/percepcao-visual/>



# Caracterização da Luz

- Essencial para ciência das cores
- Acromática (sem cores):
  - só tem intensidade como atributo.
  - é o que estudamos até agora em processamento de imagens (nível de cinza).
- Cromática:
  - espectro: de  $\sim 380$  a  $\sim 760$  nm



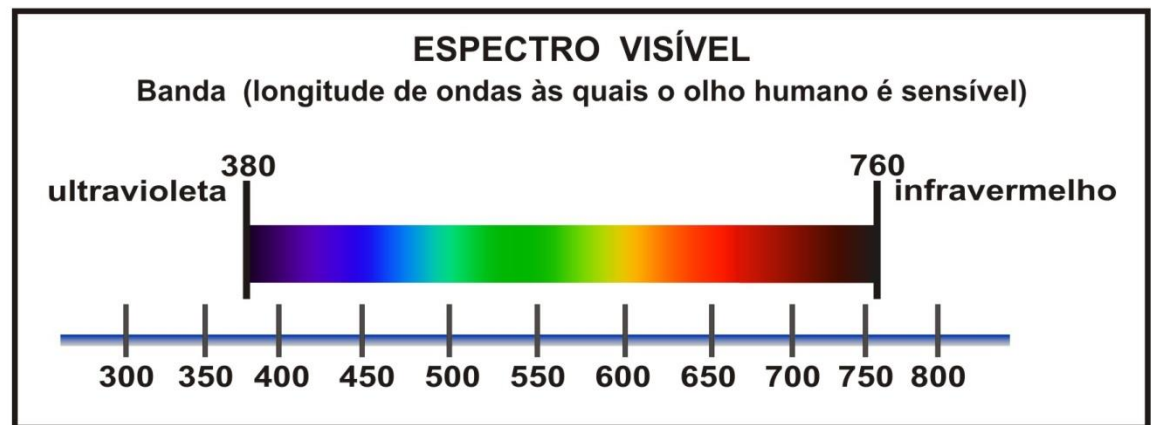
# Caracterização da Luz

- Cromática:
  - espectro: de  $\sim 380$  a  $\sim 760$  nm
  - Valores que descrevem qualidade: radiância, luminância e brilho
  - **Radiância**: quantidade total de energia que flui de uma fonte de luz (medida em watts – W)
  - **Luminância**: quantidade de energia que um observador percebe de uma fonte de luz (medida em lúmen - lm)
  - **Brilho**: descritor subjetivo, que incorpora a noção acromática de intensidade.

# Percepção do olho humano

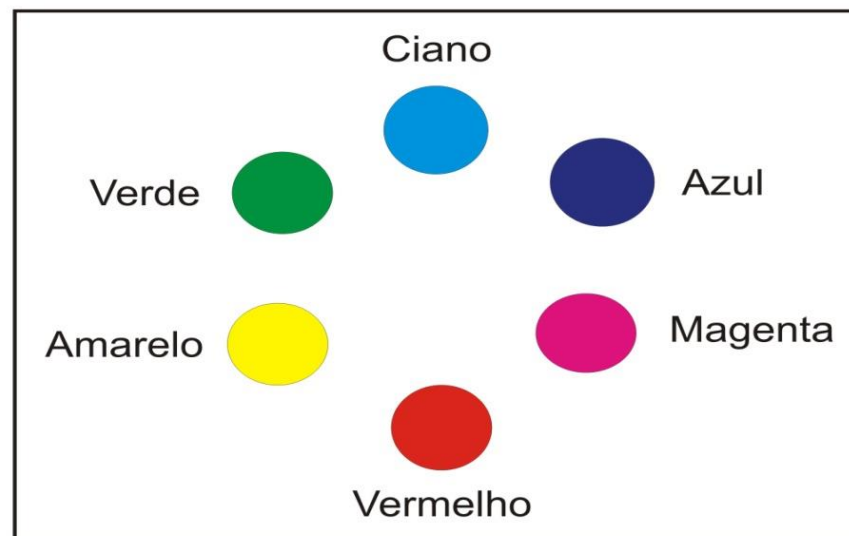
- Cores são vistas como combinações das cores primárias: vermelho, verde, azul (RGB)
- 1931: Comissão Internacional sobre Iluminação determinou comprimentos de ondas para RGB:

- **R: 700 nm**
- **G: 546,1 nm**
- **B: 435,8 nm**



# Percepção do olho humano

- Cores primárias podem ser adicionadas para produzir cores secundárias:
  - Magenta (vermelho e azul)
  - Ciano (verde e azul)
  - Amarelo (vermelho e verde)

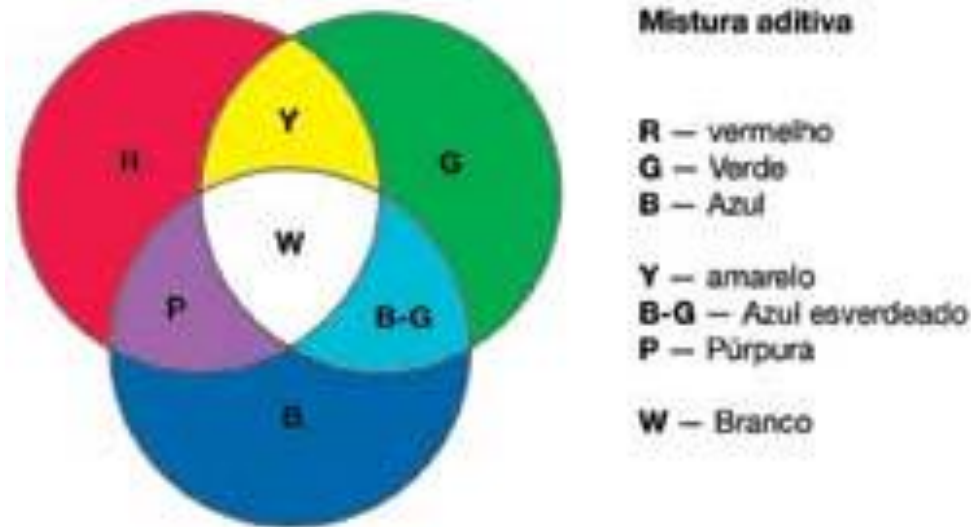


<http://pegasus.portal.nom.br/percepcao-visual/>

# Percepção do olho humano

- Luz:

- Mistura das 3 cores primárias ou secundárias com sua cor primária oposta produz luz branca.

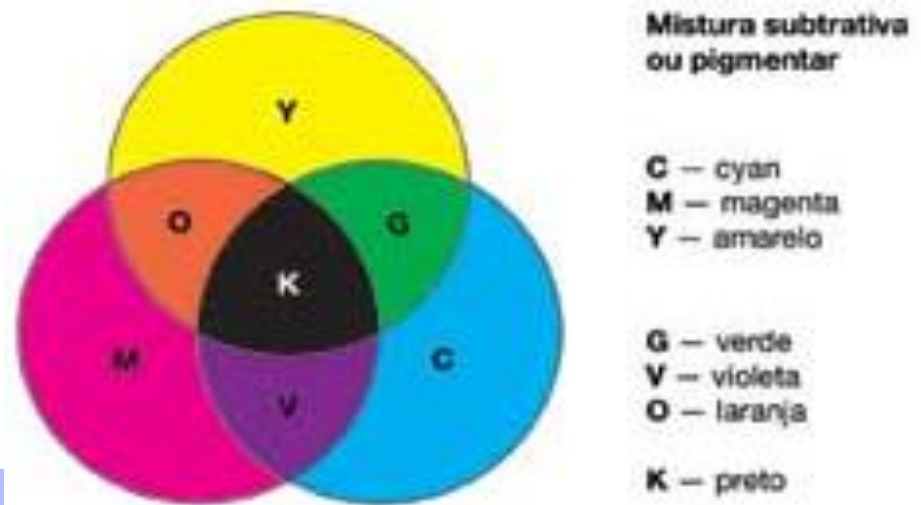


<http://coreugenia.com.sapo.pt/PagSec/Programa/LuzCor.htm>

# Percepção do olho humano

- **Pigmentos:**

- cor primária é aquela que subtrai ou absorve uma cor primária da luz e reflete ou transmite as outras duas.
- Primárias: magenta, ciano, amarelo.
- Secundárias: vermelho, verde, azul
- Combinação (primárias ou secundária com o oposto) produz cor preta



# Características cores

- Características para distinguir cores:
  - **Brilho**: noção intensidade
  - **Matiz**: atributo associado com o comprimento de onda dominante em uma mistura de ondas de luz (cor dominante percebida pelo observador).
  - **Saturação**: pureza relativa ou quantidade de luz branca misturada com um matiz.
  - **Matiz + Saturação** = cromaticidade
    - Portanto, cor pode ser caracterizada por seu **brilho** e **cromaticidade**

# Características cores

- Quantidades de R,G,B necessárias para formar qualquer cor em particular são denominadas valores **triestímulo**: denotados por  $X, Y, Z$ .
- Portanto: cor pode ser especificada por seus coeficientes tricromáticos:

$$x = X/(X + Y + Z)$$

$$y = Y/(X + Y + Z)$$

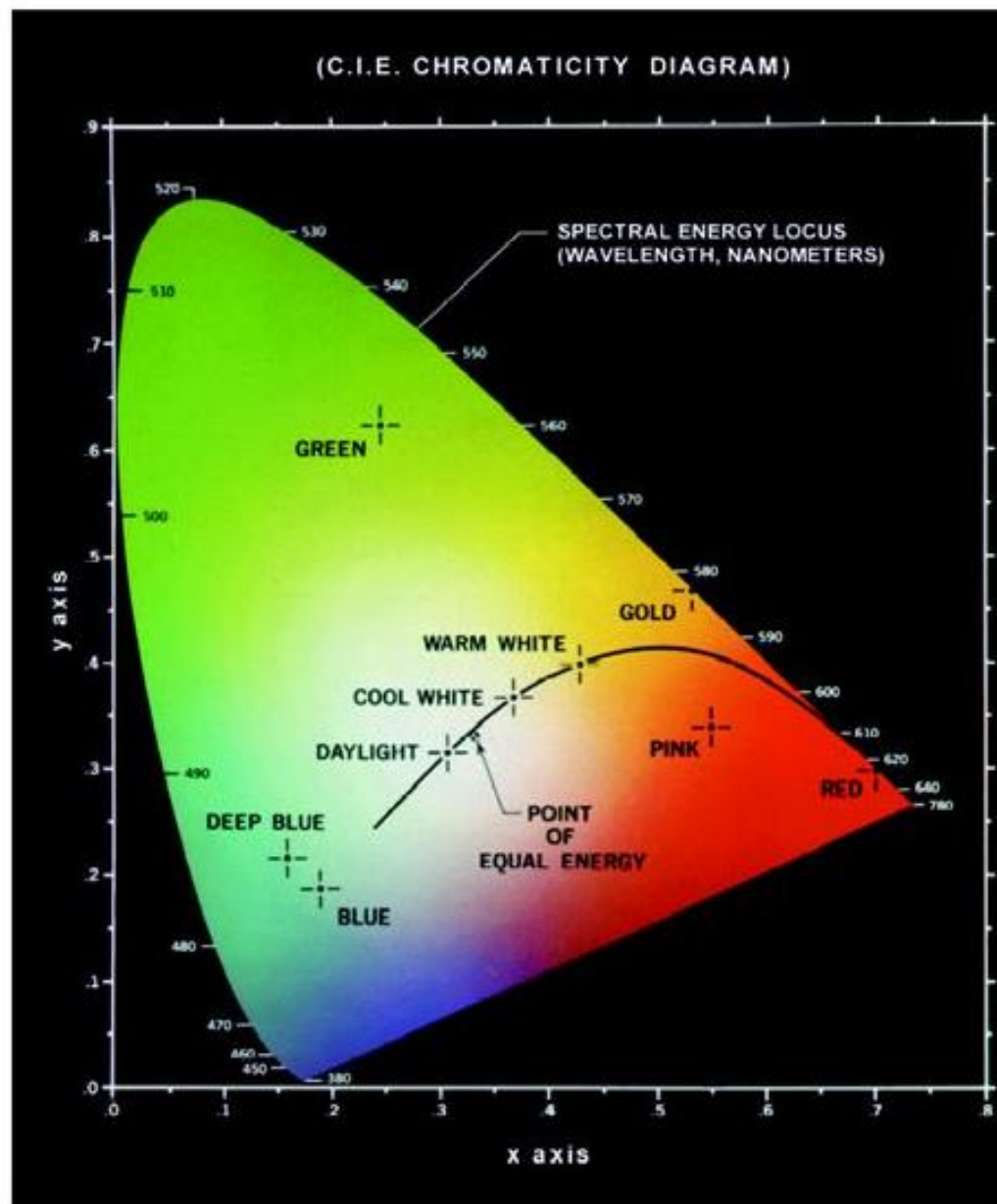
$$z = Z/(X + Y + Z)$$

$$x+y+z = 1$$



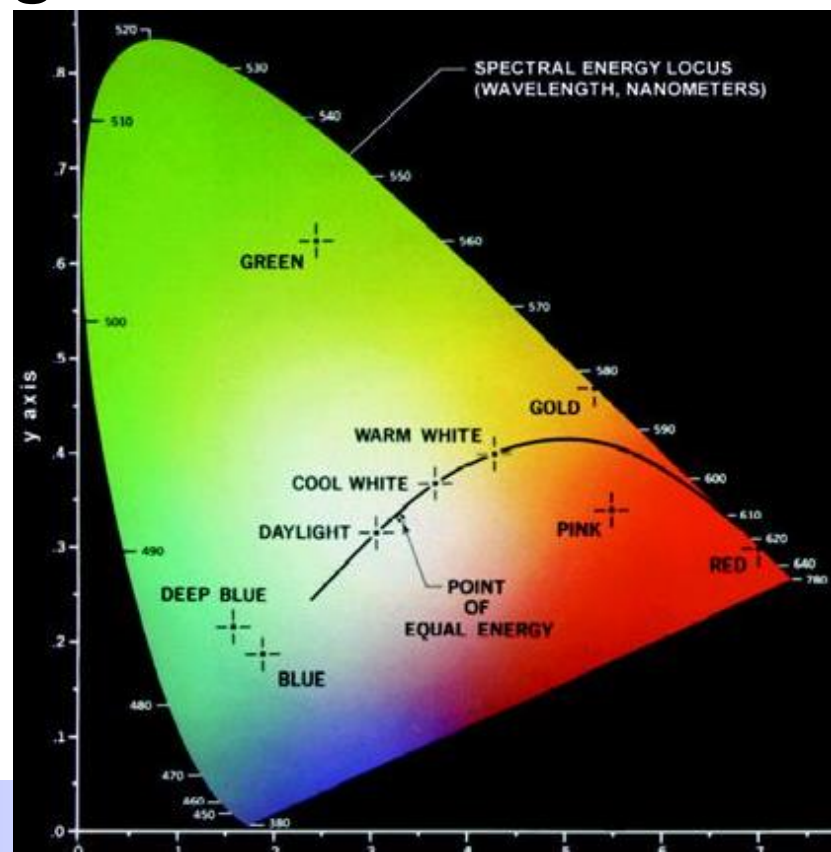
# Diagrama de cromaticidade

- Diagrama de cromaticidade: uma abordagem para especificar cores em função de  $x$ ,  $y$  e  $z$ .



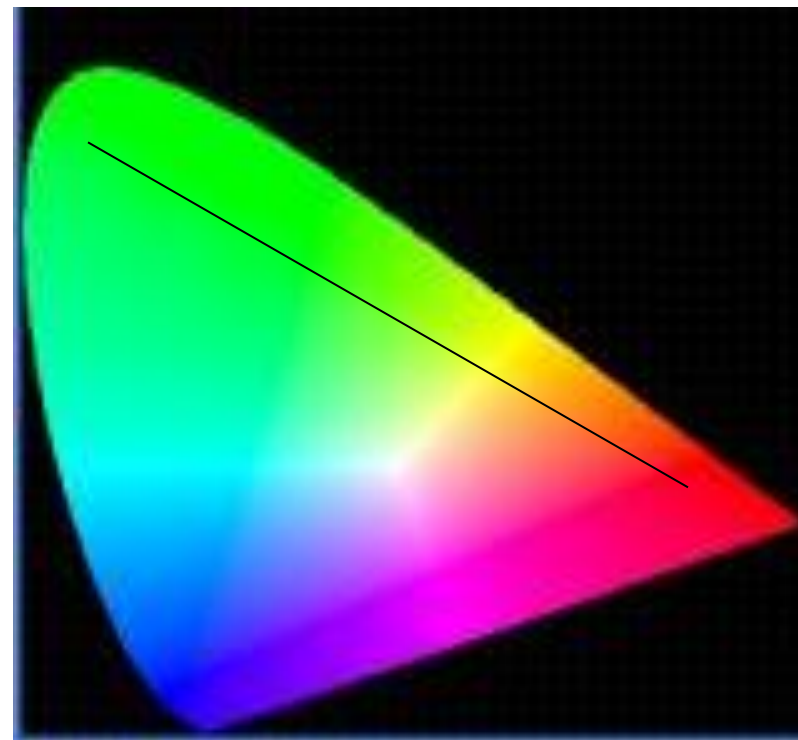
# Diagrama de cromaticidade

- Posições das cores do espectro indicadas nas bordas do diagrama
- Qualquer ponto fora da fronteira mas dentro do diagrama representa alguma mistura de cores do espectro.
- Ponto de energia igual = frações iguais três cores: luz branca
- Ponto se aproxima do ponto de energia igual: adição de luz branca



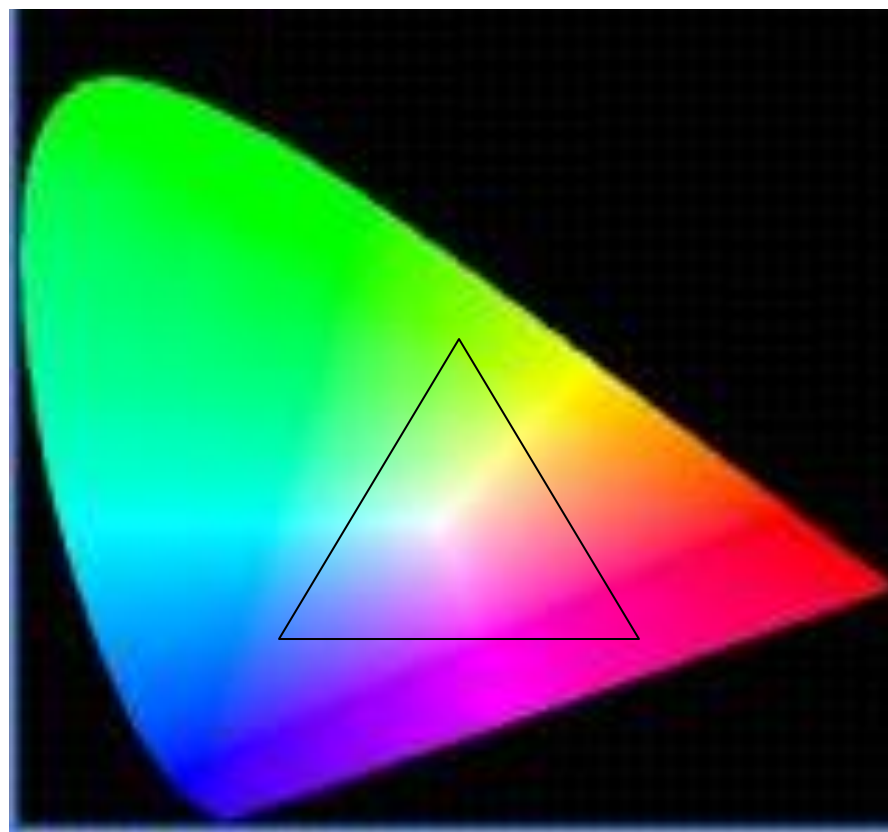
# Diagrama de cromaticidade

- Útil para mistura de cores
- Qualquer **segmento de reta** juntando dois pontos define todas variações de cores diferentes que podem ser obtidas pela combinação aditiva dessas duas cores.



# Diagrama de cromaticidade

- Útil para mistura de cores
- O mesmo ocorre para mistura de três cores, formando um triângulo.



# Modelos de cores

- Facilitar a especificação das cores em alguma forma padrão e de aceite geral
- Definição:
  - Modelo de cor é uma especificação de um sistema de coordenadas tridimensionais e um subespaço dentro deste sistema no qual cada cor é representada por um único ponto.

# Modelos de cores

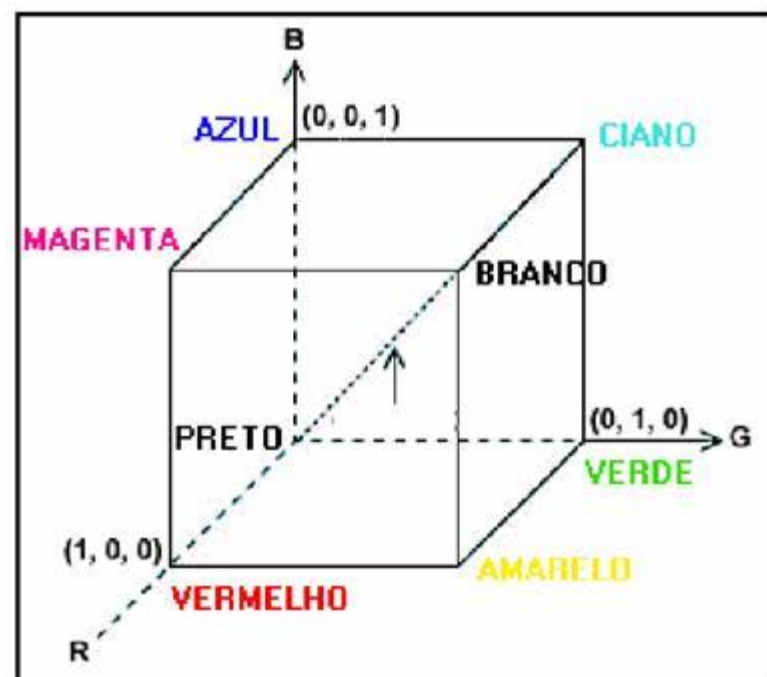
- Maioria dos modelos em uso é orientada ao hardware (ex: monitores, impressoras) ou a aplicações que envolvem manipulação de cores.
- **Hardware:**
  - RGB – monitores coloridos, câmeras vídeo
  - CMY (cyan, magenta, yellow) – impressoras coloridas
  - YIQ – padrão transmissão TV colorida.  
Y=luminância, I e Q:= componentes cromáticos chamados de *em-fase* e *quadratura*)

# Modelos de cores

- Manipulação de imagens coloridas:
  - HSI (matiz, saturação, intensidade)
  - HSV (matiz, saturação, valor)
- Mais comuns em PI: RGB, YIQ, HSI

# Modelo RGB

- Cor: componentes vermelho, verde, azul
- Sistema coordenadas cartesianas.
- Subespaço: cubo, onde:
  - valores RGB estão em 3 cantos
  - Ciano, magenta e amarelo estão nos outros 3 cantos
  - Preto: origem
  - Branco: ponto mais distante da origem

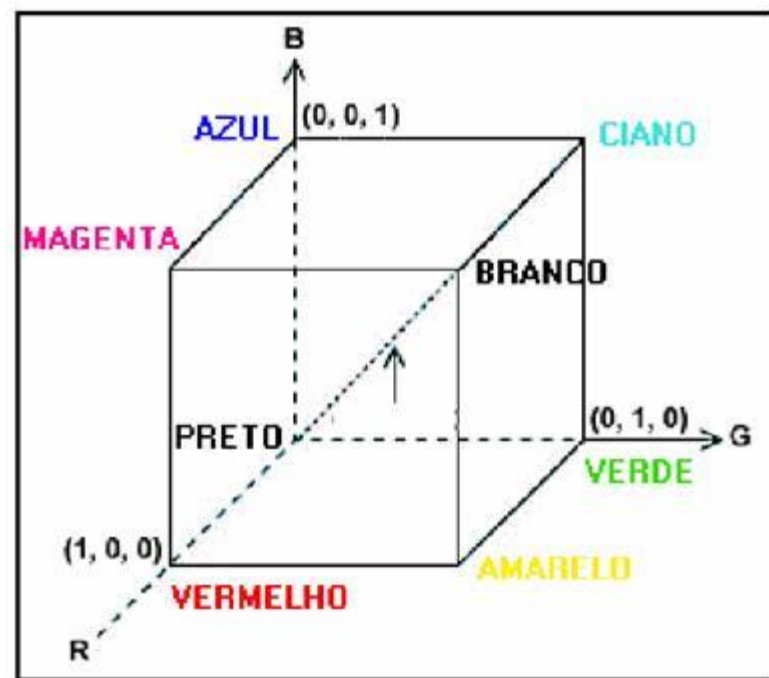


<http://www.ufrgs.br/engcart/PDASR/formcor.html>



# Modelo RGB

- Uso: quando imagens são naturalmente expressas nas 3 cores.
- Aquisição com sensores para os três canais
- Exemplos: imagens de satélite
- Não recomendado: quer manipular somente um plano da imagem. Ex: imagem de faces com sombra e deseja suavizar somente sombra



# Modelo CMY

- Cores secundárias da luz: ciano, magenta, amarelo
- Maioria dispositivos que depositam pigmentos coloridos em papel (ex: impressoras), exigem entrada de dados CMY ou convertem do RGB
- Uso em PI: conexões com a geração de saídas impressas

$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

# Modelo YIQ

- Transmissão de TV em cores
- Recodificação do RGB para aumentar eficiência transmissão e manter compatibilidade com padrões monocromáticos

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,299 & 0,587 & 0,114 \\ 0,596 & -0,275 & -0,321 \\ 0,212 & -0,523 & 0,311 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

- Projetado para aproveitar maior sensibilidade do olho humano para mudanças na iluminância do que nas mudanças de matiz e saturação.

# Modelo YIQ

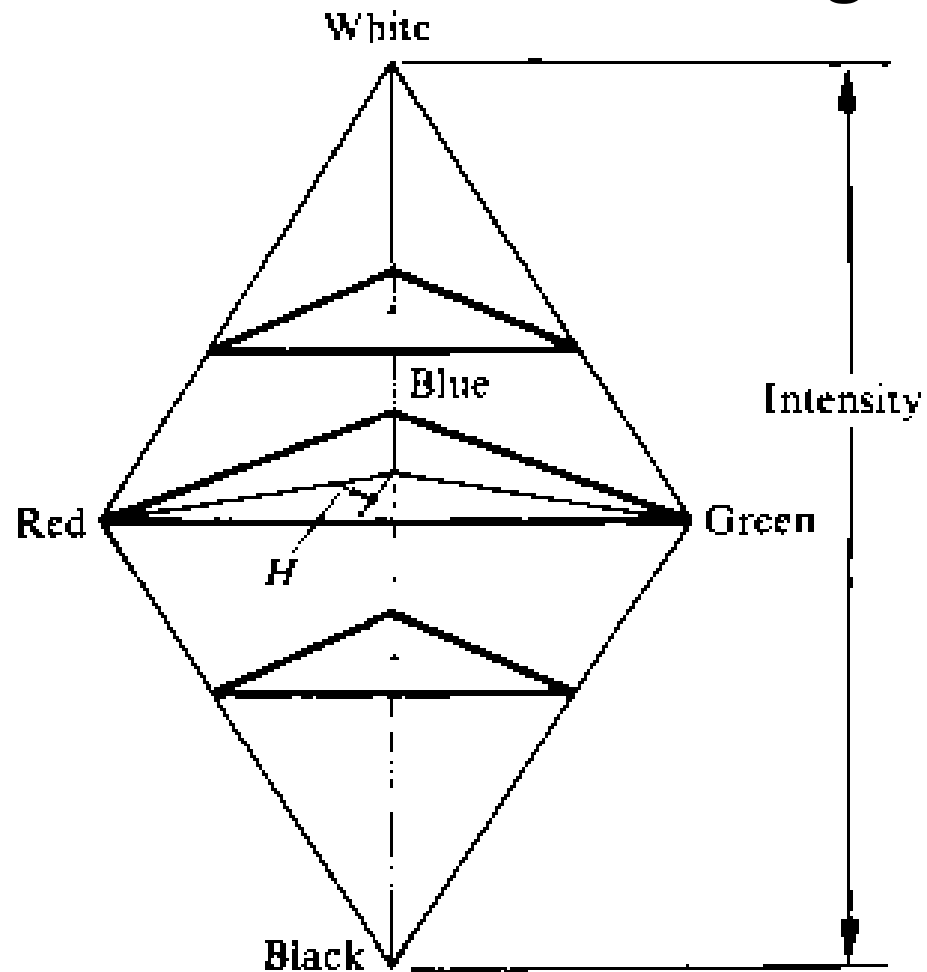
- Vantagens do uso em PI:
  - Luminância (Y) e informação cores (I e Q) desacopladas
  - Luminância: quantidade de luz percebida pelo olho
  - Componente de luminância pode ser processado sem afetar conteúdo de cor.
  - Ex: sombra em faces (citado anteriormente): pode processar o componente Y (ex: equalização do histograma) sem afetar a cor.

# Modelo HSI

- Matiz: atributo que descreve cor pura
- Saturação: diluição da cor pura por meio de adição de luz branca
- Vantagens do uso em PI:
  - Componente de intensidade ( $I$ ) desacoplado da informação de cor
  - Componentes de saturação e matiz intimamente relacionados à percepção humana de cores

# Modelo HSI

- Cores representadas em um triângulo

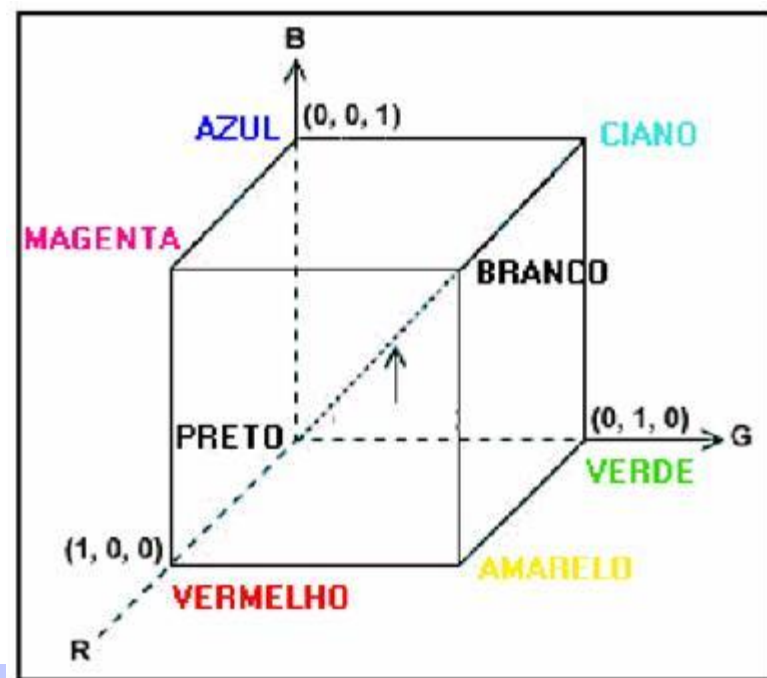
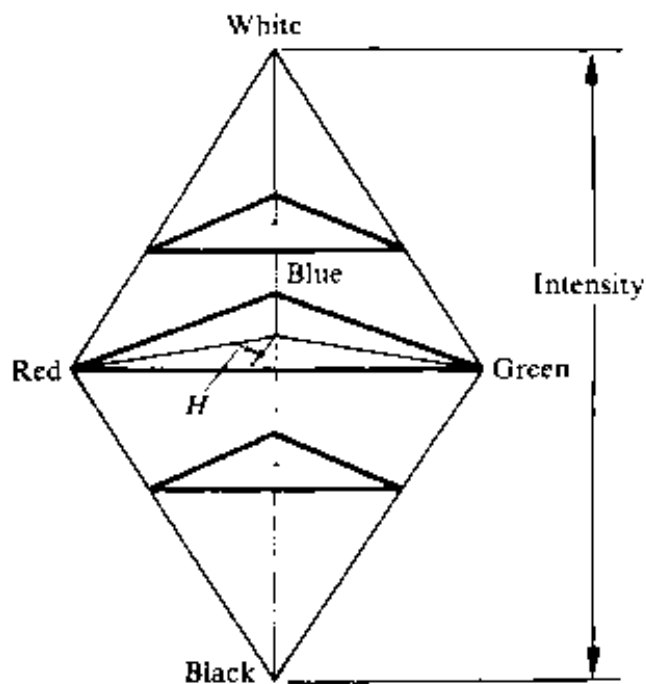


# Modelo HSI

- Ideal para algoritmos baseados em propriedades do sistema visual humano
- Exemplos:
  - Detecção de situações do universo por cores (entardecer, amadurecimento de frutas, qualidade de produtos coloridos)

# Modelo HSI

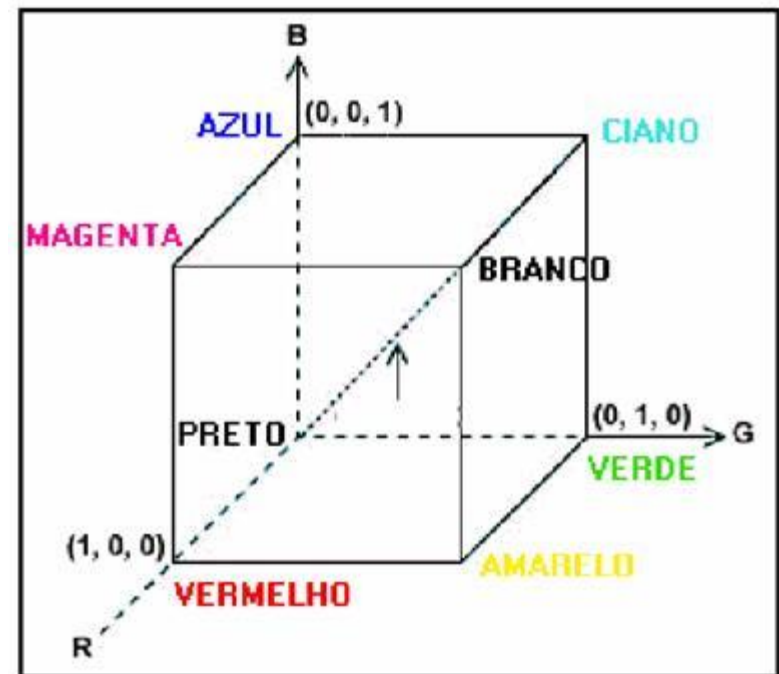
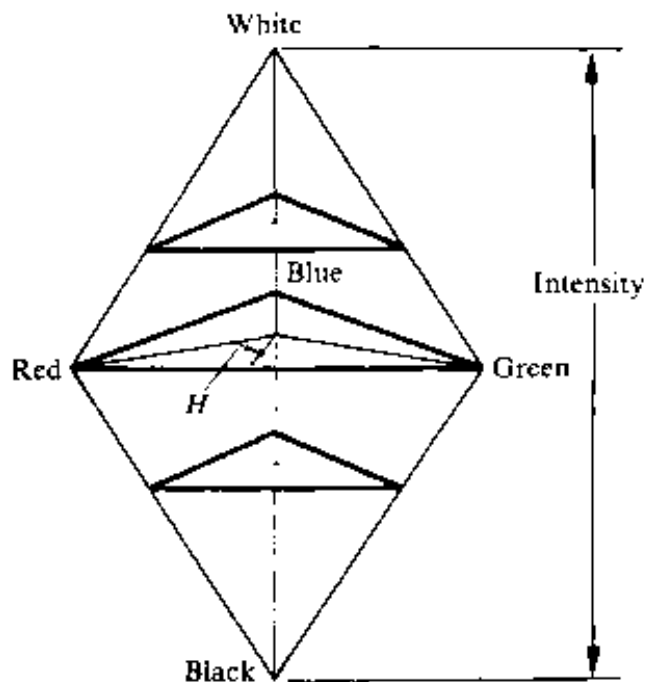
- Conversão de RGB para HSI é mais complexa do que modelos anteriores.
  - Deriva da interpretação do Cubo RGB para triângulo HSI. Envolve a geometria das representações.





# Modelo HSI

- Deriva da transformação entre Cubo RGB para triângulo HSI
- Envolve geometria dos dois sistemas



# Modelo HSI

- Derivação da conversão:  
GONZALEZ, RAFAEL C. e WOODS, RICHARD E.; Digital image processing. Massachusetts: Addison-Wesley, 1993. 716p.

# Modelo HSI

- Outros modelos:
  - Modelo Munsell
  - HSV
  - YCbCr
  - HSL
  - $L^*u^*v$
  - $L^*u^*a$
- Sugestão de Leitura:

Pedrini, H.; Schwartz, W. R.; Análise de Imagens Digitais: princípios, algoritmos e aplicações. Thomson Learning, 2008.



# **Computação Gráfica**

## **Aula 13**

### **Modelos de cores**

**Fátima Nunes**