



Fundamentos de Processamento Gráfico

Aula 10

Modelos de cores

Fátima Nunes

Introdução

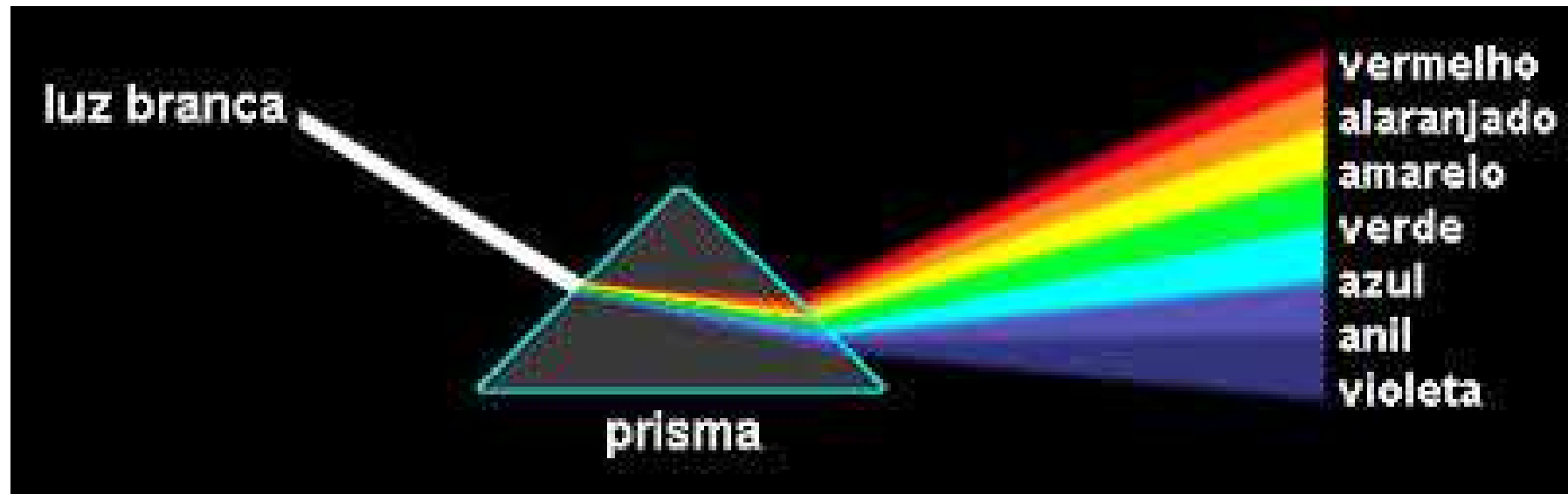
- Por que usar cor em processamento de imagens?

Introdução

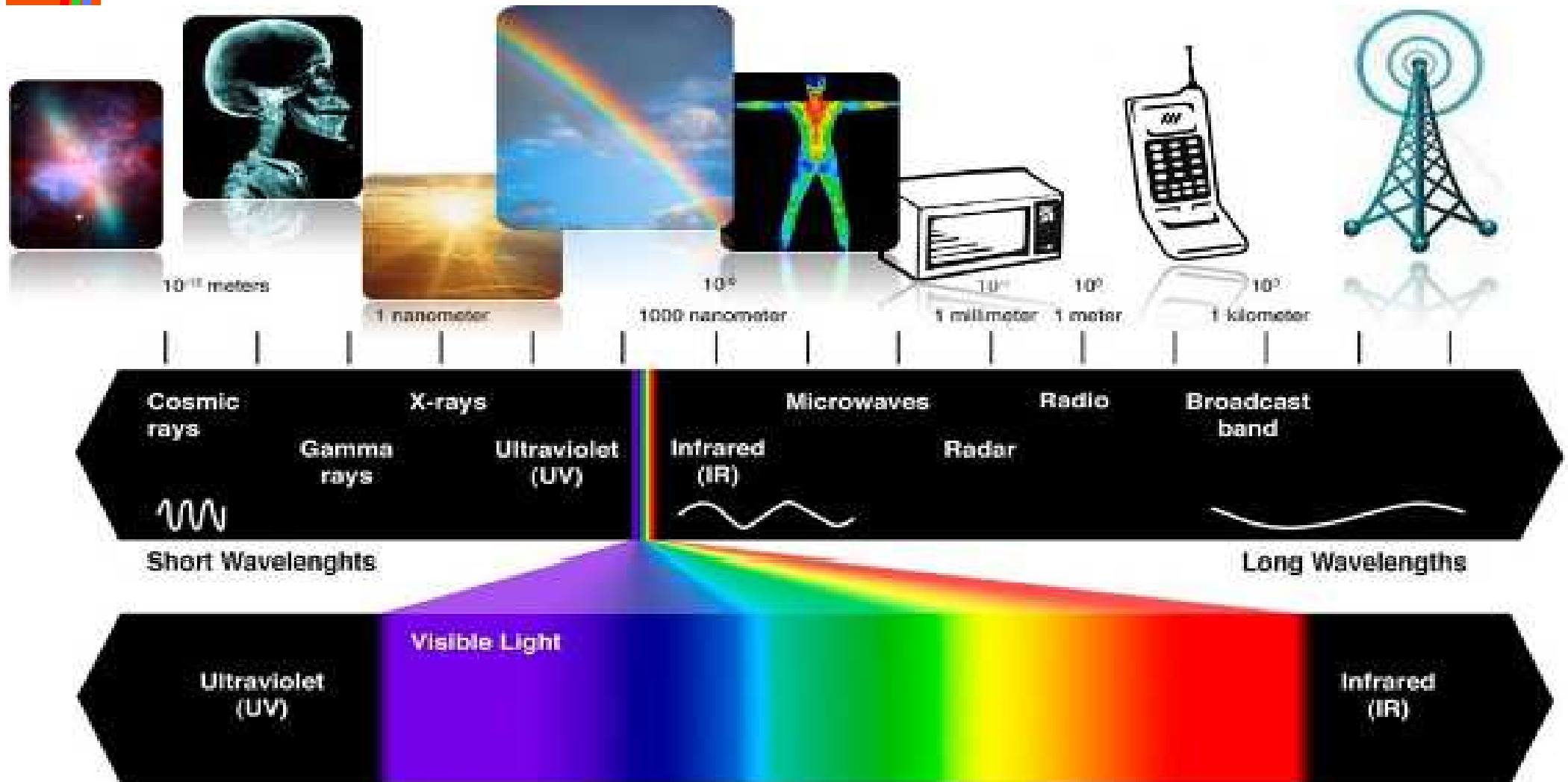
- Por que usar cor em processamento de imagens?
 - Cor: descritor poderoso - pode simplificar identificação do objeto e extração da cena.
 - Olho humano pode distinguir milhares de tons e intensidades de cores, mas apenas em torno de duas dúzias de tons de cinza

Espectro cores

- Descoberta de Isaac Newton, 1666



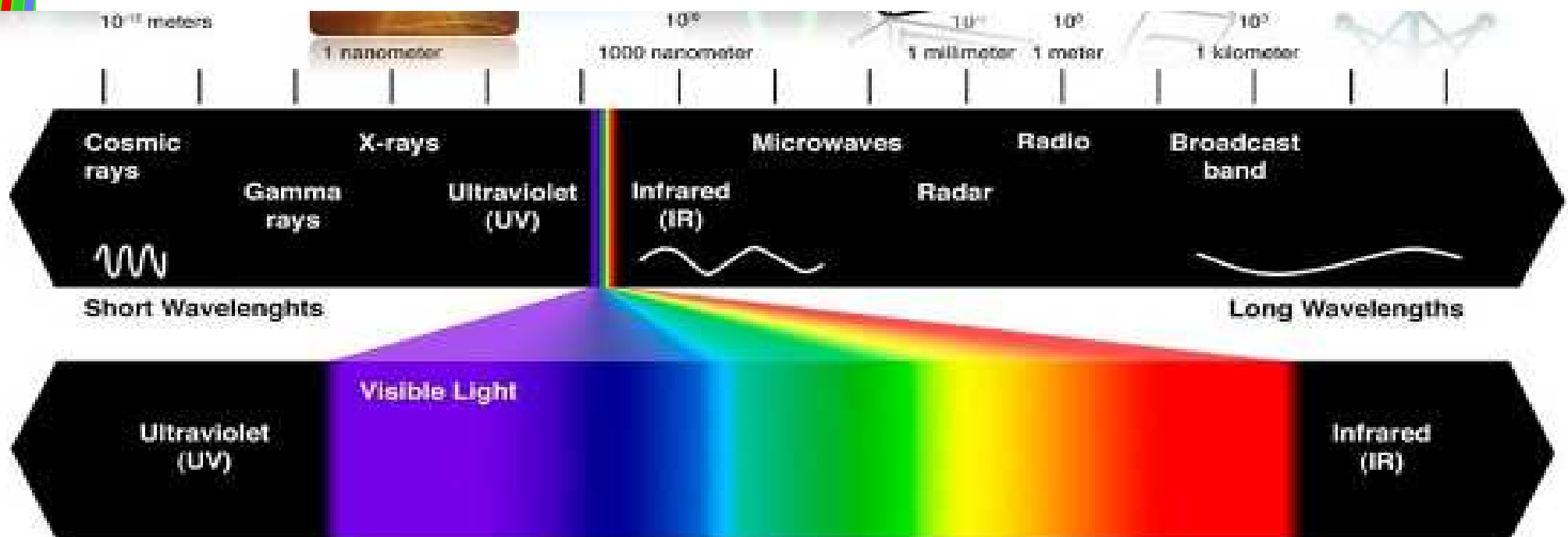
Espectro energia eletromagnética



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

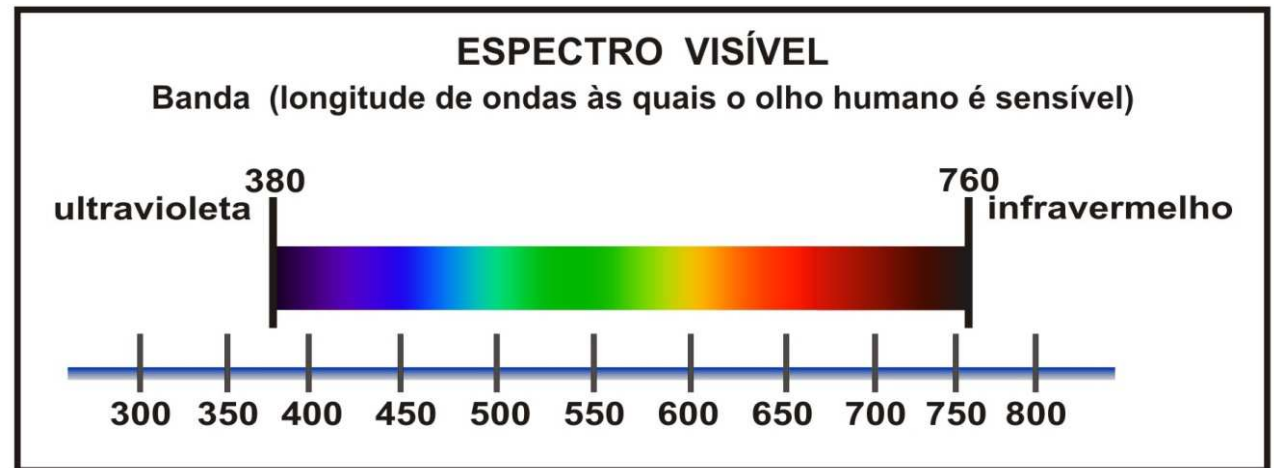


Cor versus ser humano

- 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

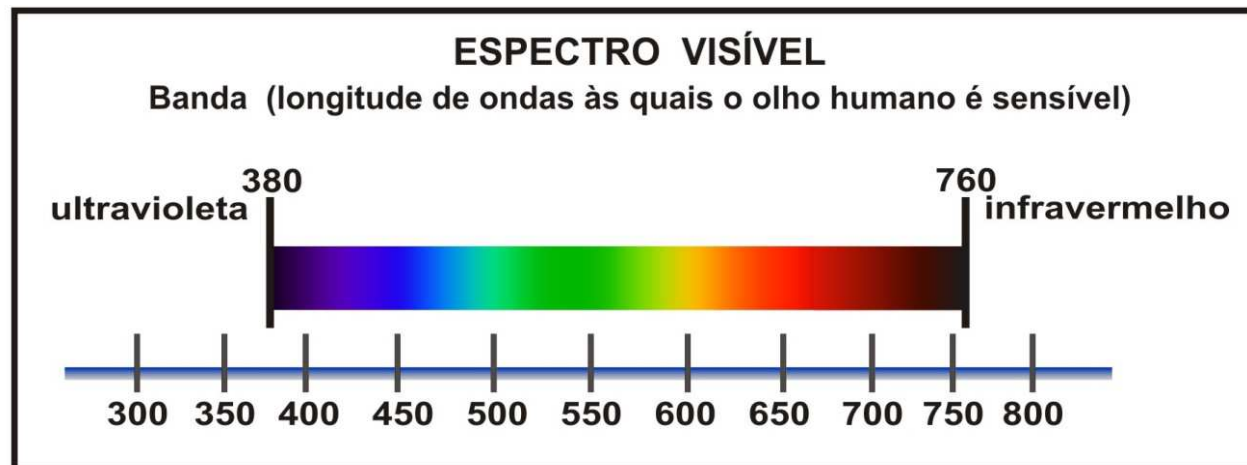
- Ex: objetos verdes refletem luz com comprimentos de onda primariamente entre 500 a 570 nanômetros e absorve maior parte de energia de outros comprimentos de onda



<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 ~ 380 a ~ 760 nm



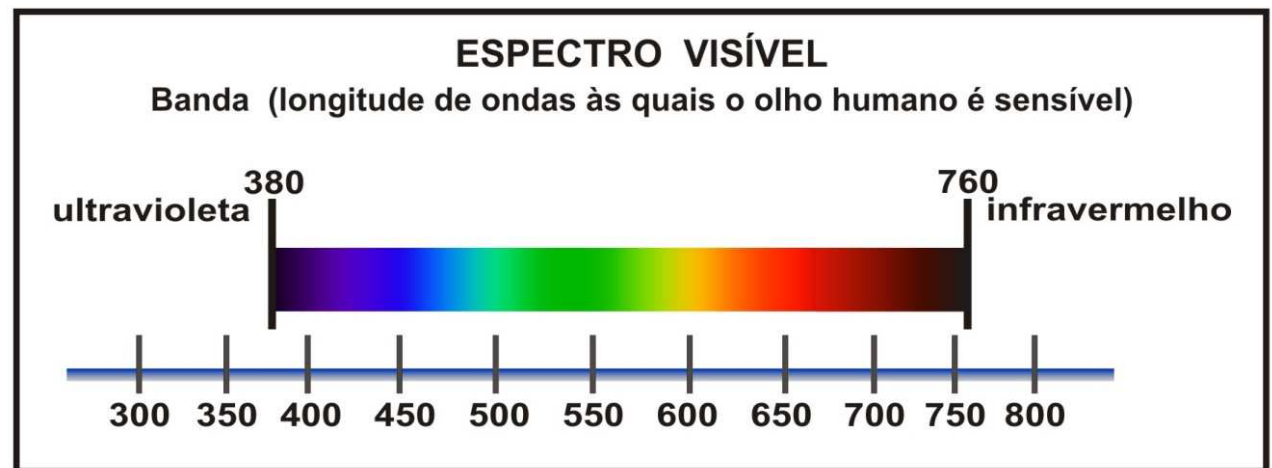
Caracterização da Luz

- Cromática:
 - espectro: de ~ 380 a ~ 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

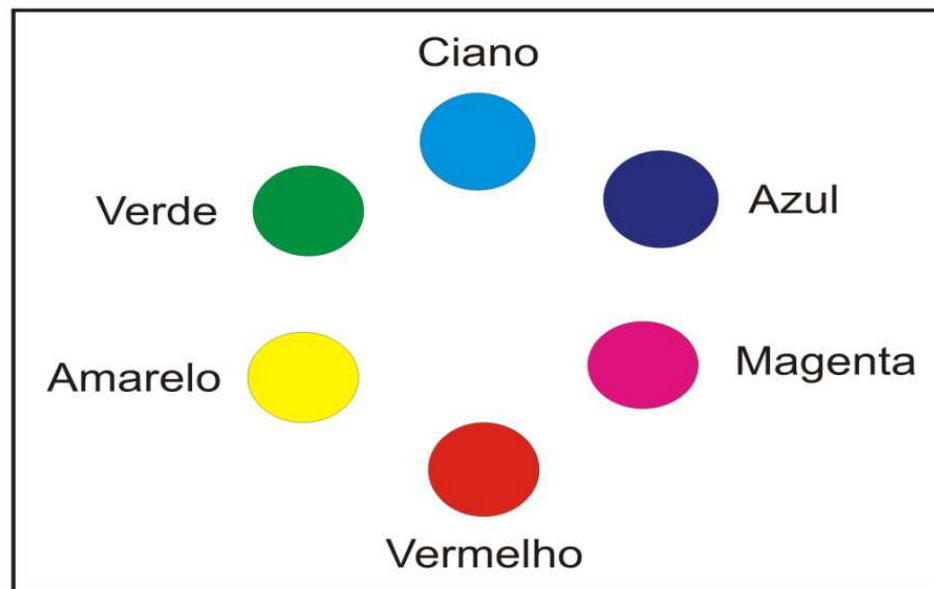
- Cores são vistas como combinações das cores primárias: vermelho, verde, azul (RGB)
- 1931: Comissão Internacional sobre Iluminação determinou comprimentos de ondas para RGB:

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



Percepção do olho humano

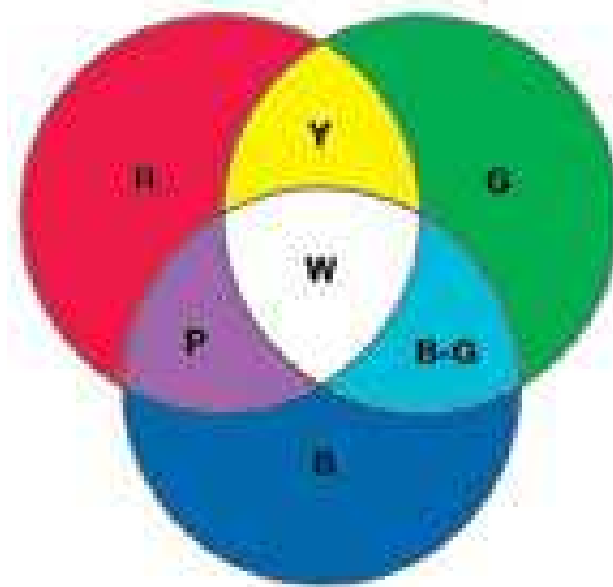
- Cores primárias podem ser adicionadas para produzir cores secundárias:
 - Magenta (vermelho e azul)
 - Ciano (verde e azul)
 - Amarelo (vermelho e verde)



<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.



Mistura aditiva

R – vermelho

G – Verde

B – Azul

Y – amarelo

B-G – Azul esverdeado

P – Púrpura

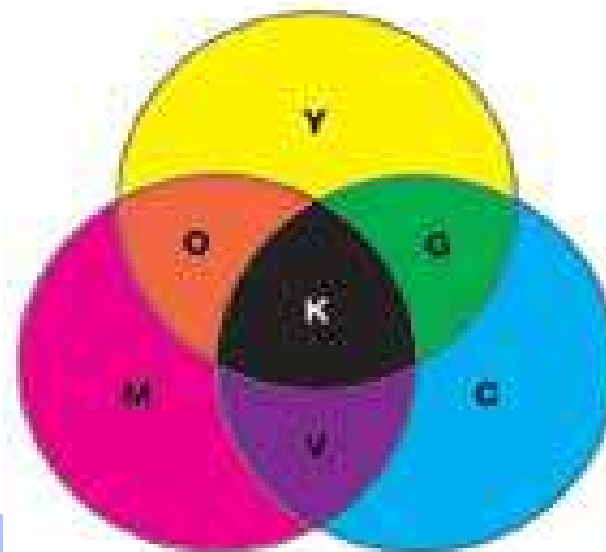
W – Branco

<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



Mistura subtrativa
ou pigmentar

C – ciano
M – magenta
Y – amarelo

G – verde
V – violeta
O – laranja

K – preto

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 .

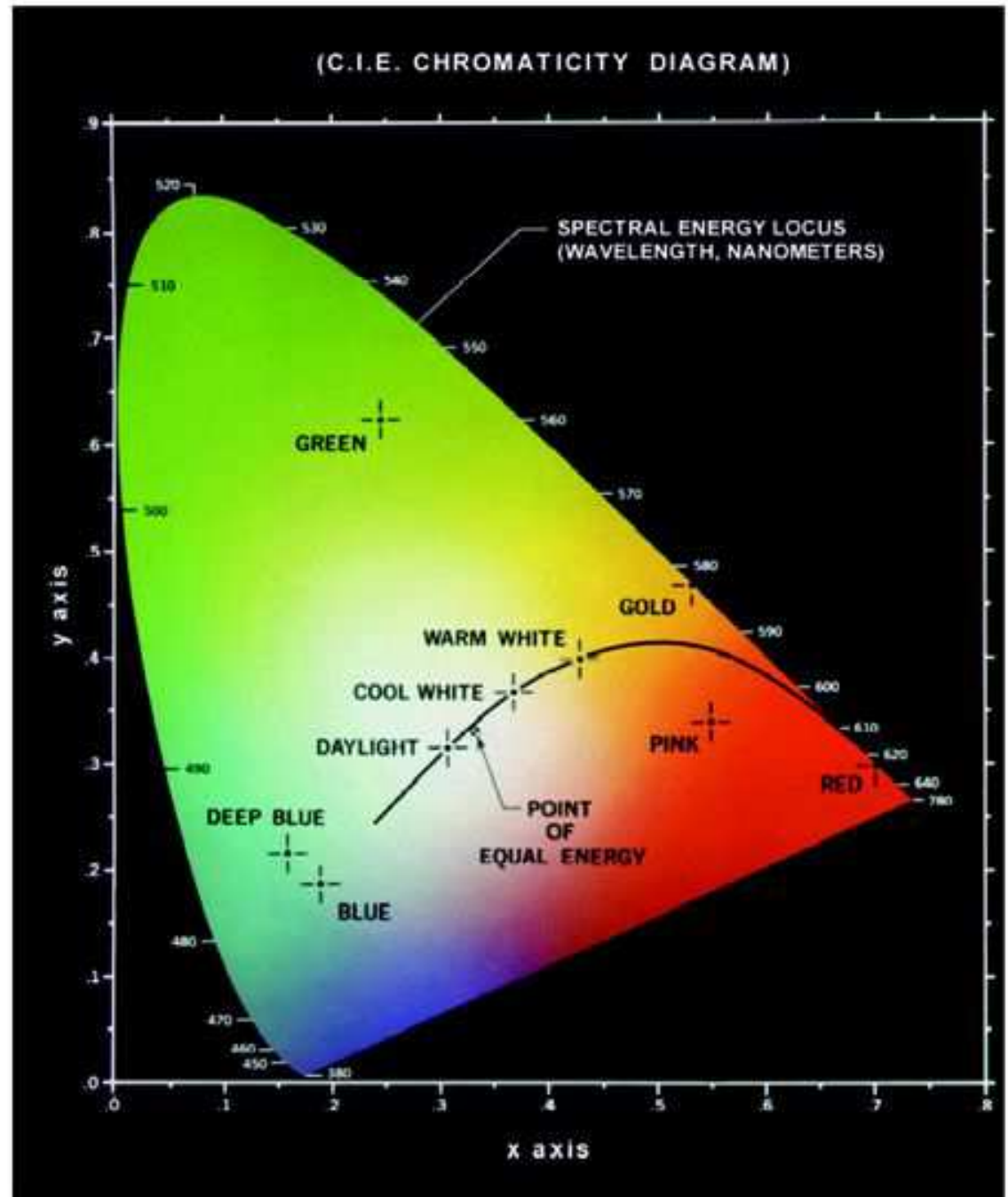


Diagrama de cromaticidade

- 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 e energia igual: adição de luz branca

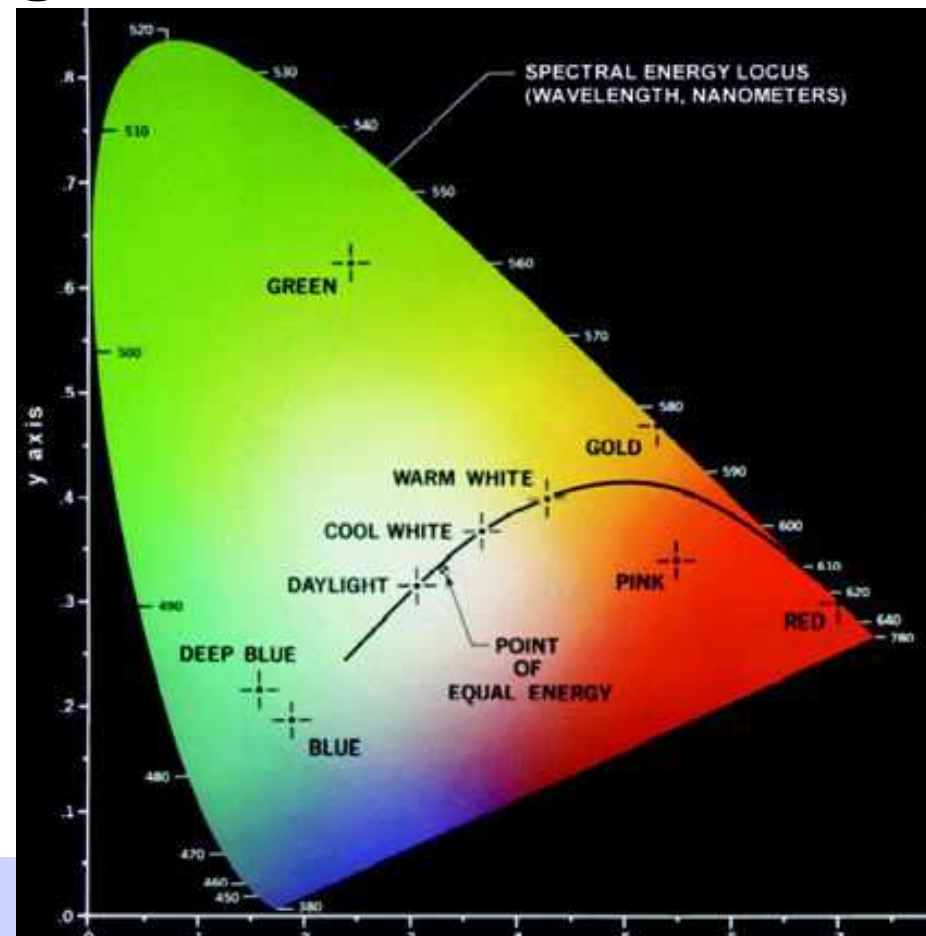


Diagrama de cromaticidade

- 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.

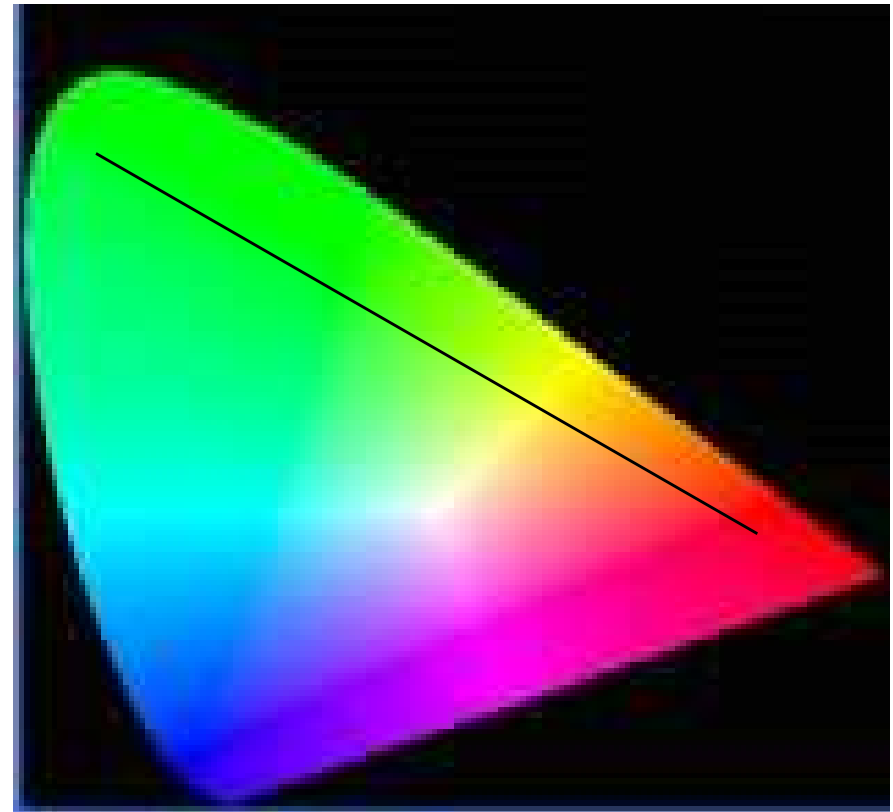
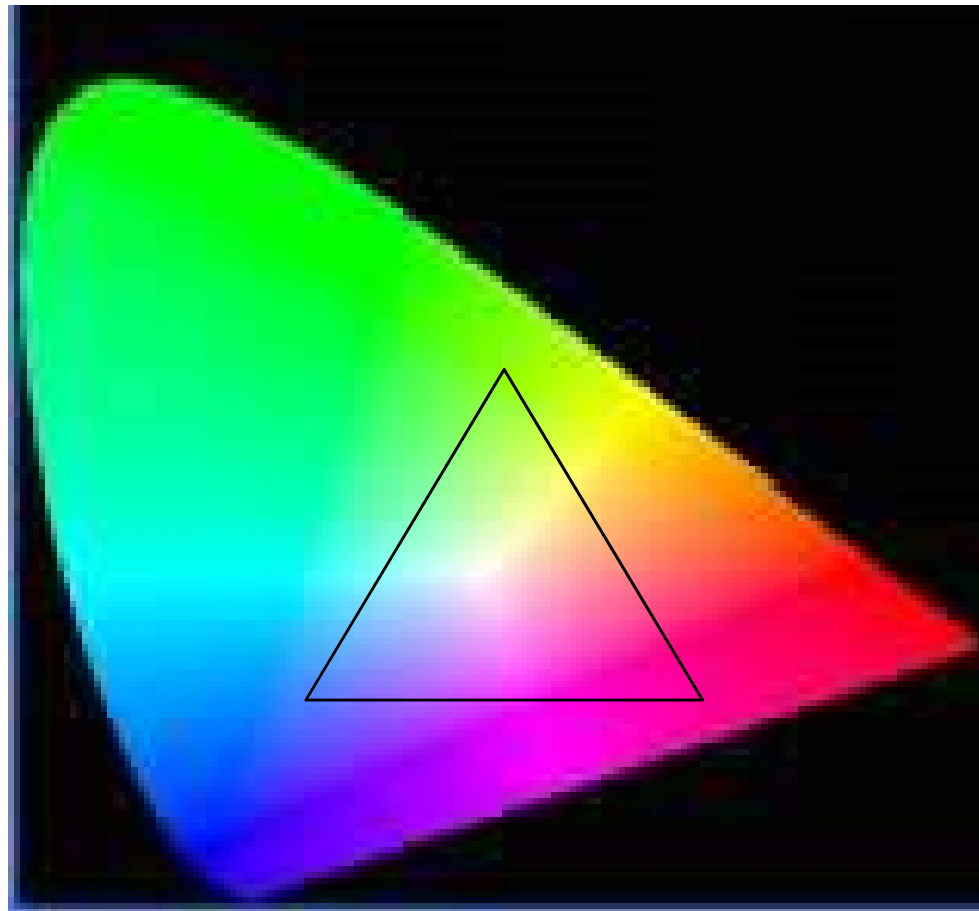


Diagrama de cromaticidade

- 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 onde cada cor é representada por um único ponto.

Modelos de cores

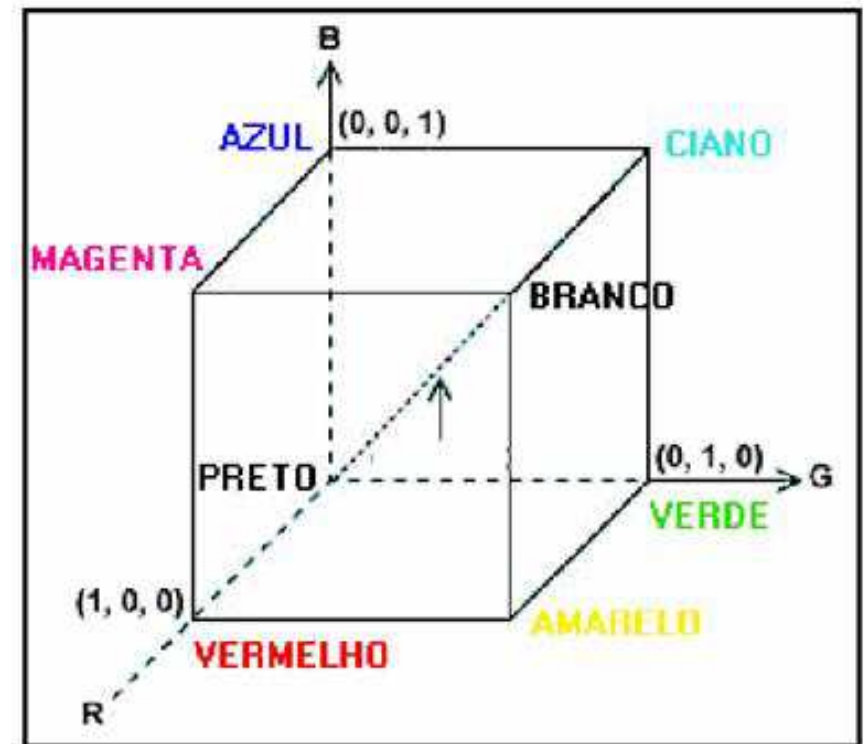
- Maioria dos modelos em uso é orientada ao hardware (ex: monitores, impressoras) ou a aplicações que envolvem manipulação de cores.
- **Hardware:**
 - RGB – monitores coloridos, câmeras vídeo
 - CMY (cyan, magenta, yellow) – impressoras coloridas
 - YIQ – padrão transmissão TV colorida.
Y=luminância, 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 o olho humano para mudanças na iluminância do que nas mudanças de matiz e saturação.

Modelo YIQ

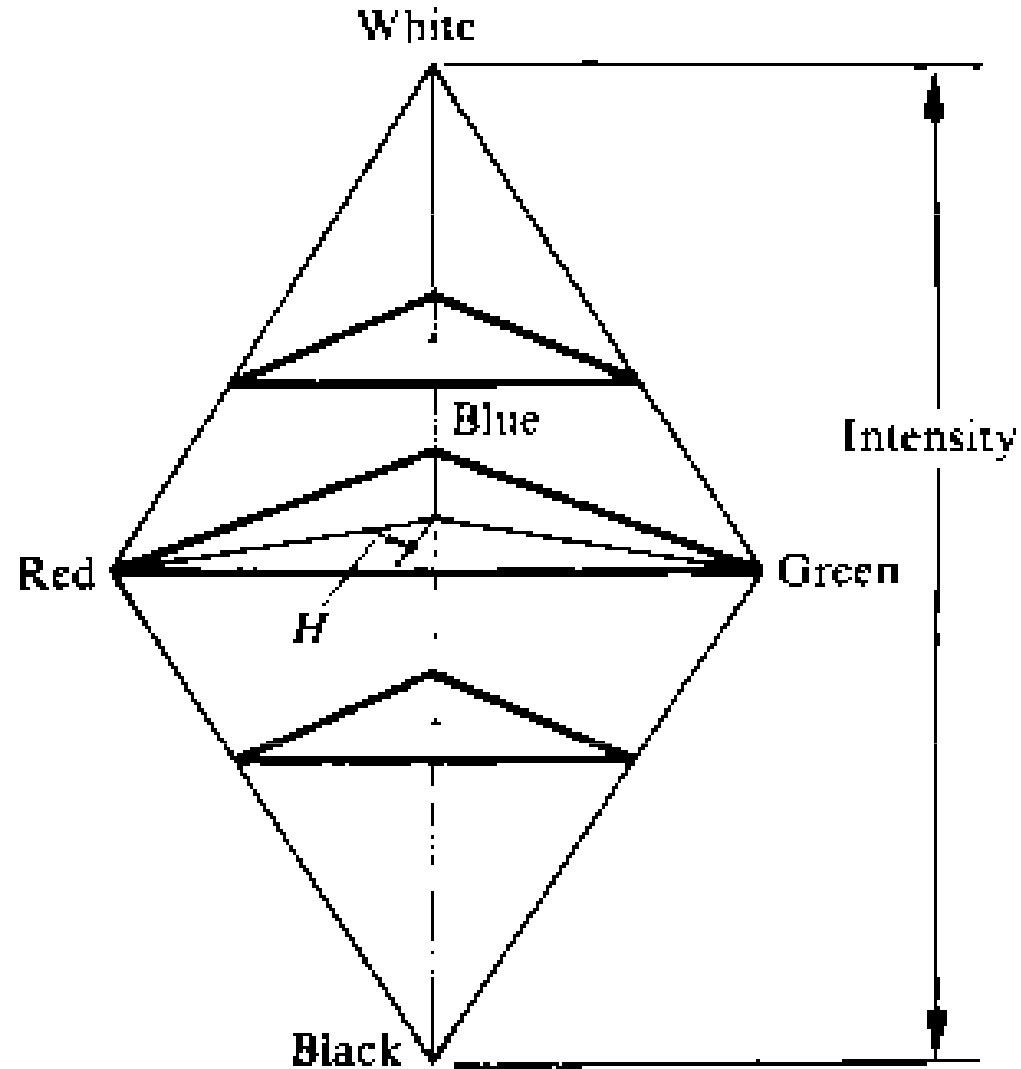
- Vantagens do uso em PI:
 - Luminância (Y) e informação cores (I e Q) desacopladas
 - Luminância: quantidade de luz percebida pelo olho
 - Componente de luminância pode ser processado sem afetar conteúdo de cor.
 - Ex: sombra em faces citados antes. Pode processar o componente Y (ex: equalização do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

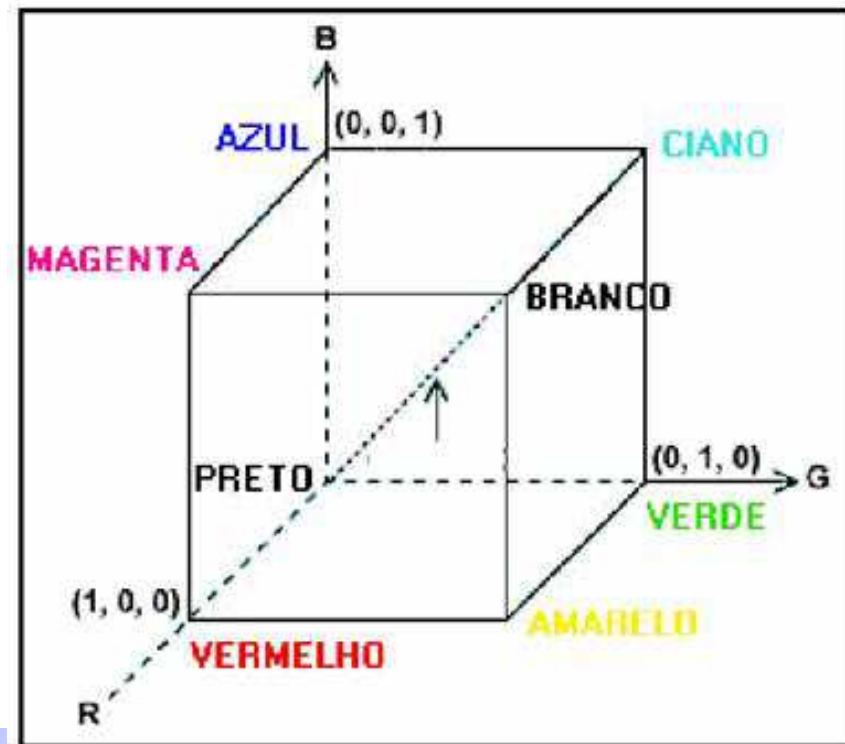
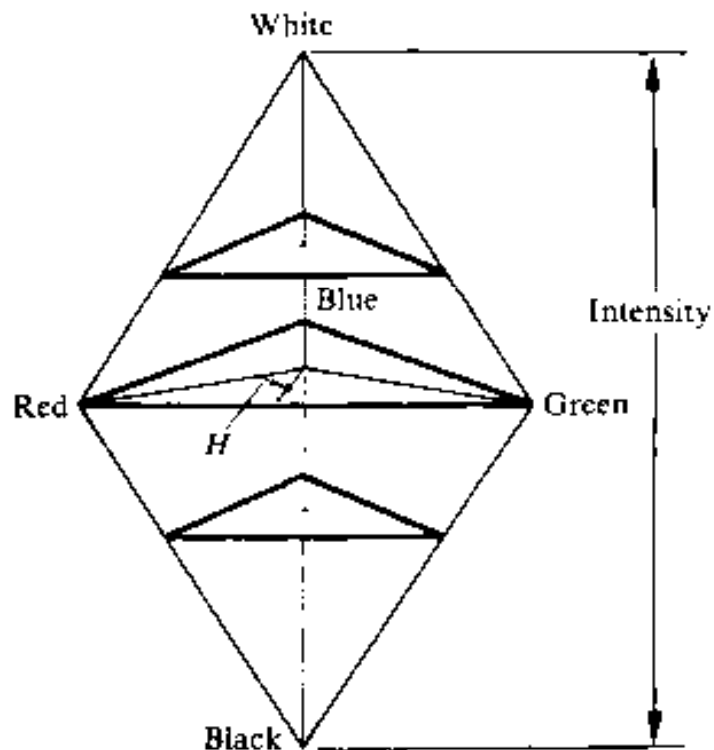


Modelo HSI

- 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)

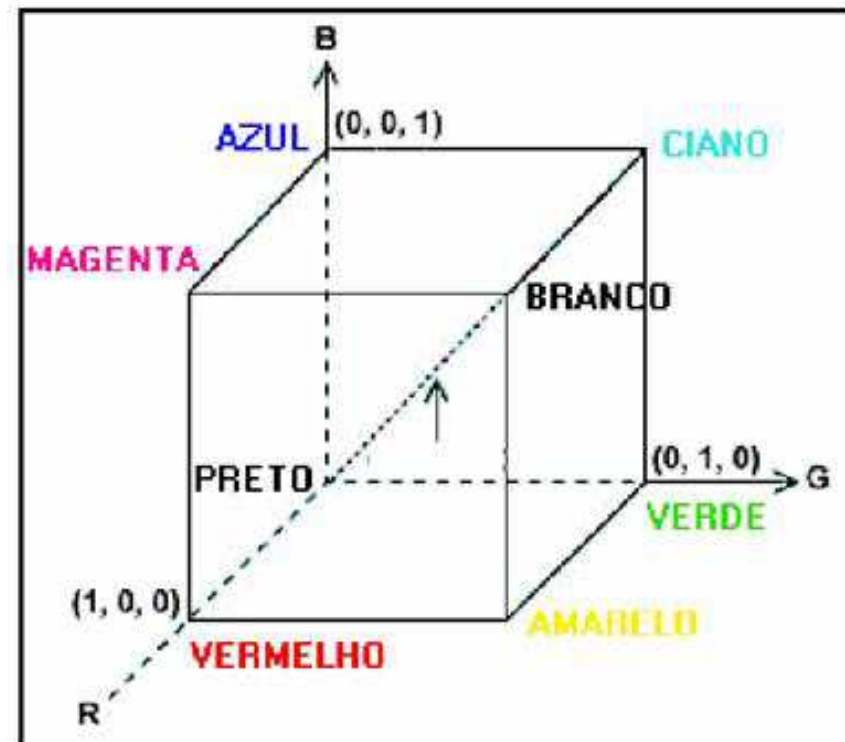
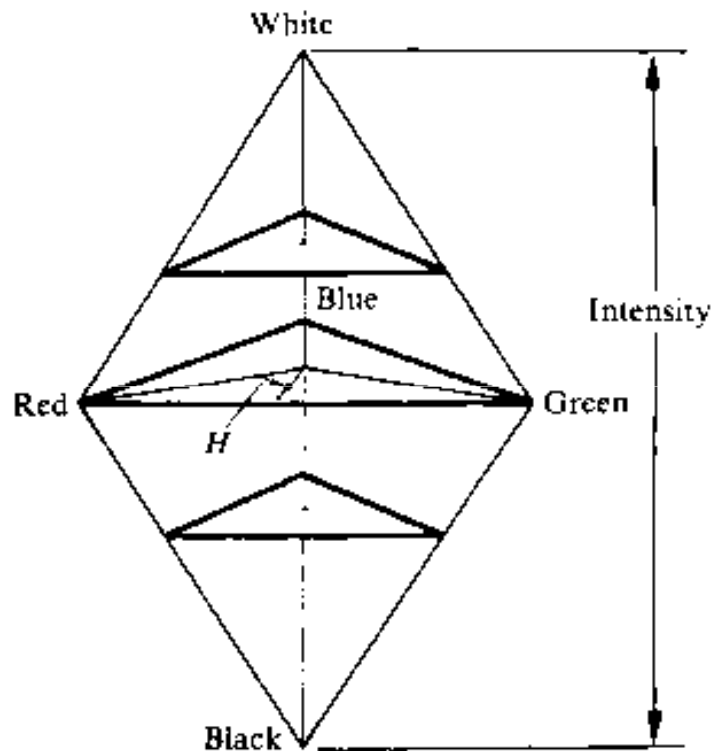
Modelo HSI

- 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.

Exercícios (para entregar)

Para os exercícios a seguir, gere um único arquivo no formato PDF, com a solução dos exercícios.

- 1) Faça um programa que converta valores dados em um modelo de cores para outro modelo de cores. Você deve implementar a conversão e não pode usar bibliotecas prontas. Escolha dois modelos de cores que sejam suportados pela linguagem de programação que pretende usar. A interface deve pedir as coordenadas em um modelo e mostrar um retângulo com a cor referente a essas coordenadas (veja próximo slide). Em seguida, converter e mostrar a transformação em outro retângulo. Entregue o programa fonte e pelo menos 3 exemplos da interface com conversões de cores diferentes.
- 2) Faça um programa que mostre a conversão acima para uma imagem inteira. Mostre o histograma para cada um dos canais dos dois modelos. Entregue o programa fonte e dois exemplos de processamento.

Exercícios (para entregar)

Para os exercícios a seguir, gere um único arquivo no formato PDF, com a solução dos exercícios.

Exemplo:

Modelo RGB



R:

G:

B:

Modelo ABC



A

B

C



Fundamentos de Processamento Gráfico

Aula 10

Modelos de cores

Fátima Nunes