

Cores e suas Representações

**aula 12
2017/2 – IC / UFF**

Espaços de Cores

Para que a **Representação** Vetorial seja possível, é necessário **um espaço de cores**.

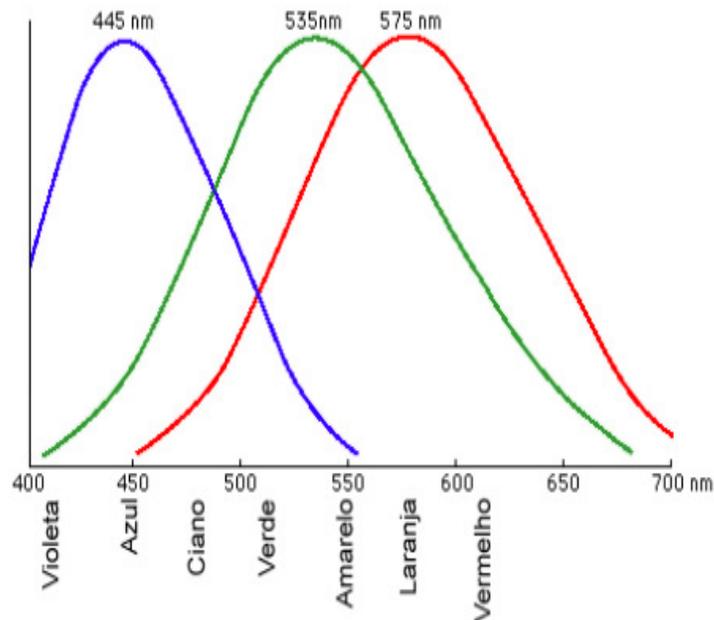
Este deve ter Capacidade de representar a **maior quantidade** de cores possíveis.

Possuir **uma base** capaz de gerar todo o espaço.

Considerar ao máximo as **características fisiológicas** do usuário do sistema.

Modelos de cor

RGB



- Base de primárias do sistema:
 - $R(\lambda)$ luz vermelho com comprimento de onda de 700 nm
 - $G(\lambda)$ luz verde com comprimento de onda de 546 nm
 - $B(\lambda)$ luz azul com comprimento de onda de 435.8 nm

O espaço RGB

$$C = r R + g G + b B$$

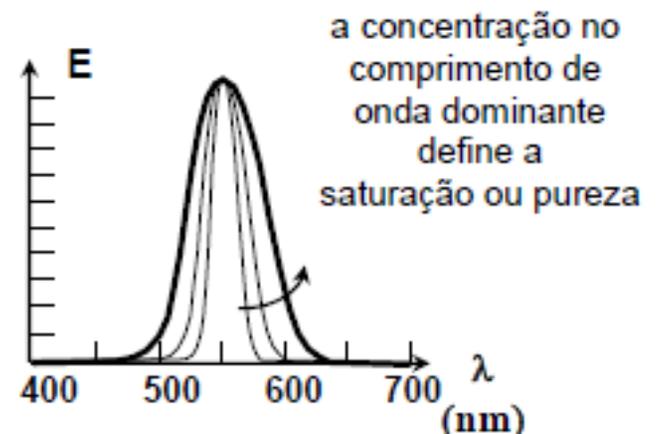
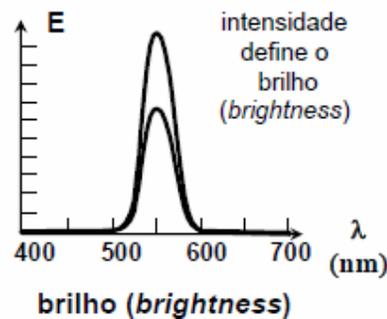
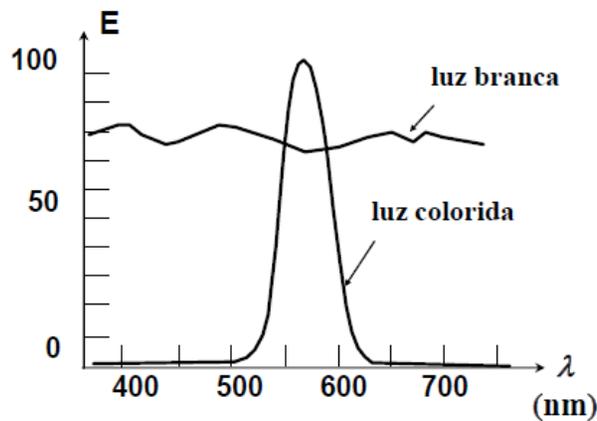
onde R , G e B são as cores primarias e r , g e b os coeficientes da mistura.

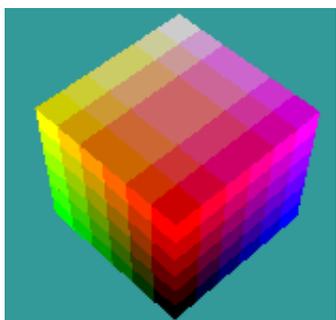
Assim definindo a base RGB, uma dada cor é definida por (r,g,b) como um ponto deste espaço.

Em geral define-se em três como o número de cores primarias em um espaço, devido ao fato do olho humano possuírem **três tipos de fotorreceptores**, mas mais que 3 elementos é possível, enquanto menos não se teria uma representação possível

Coiores Análogas :

- Tem mesma percepção para um humano padrão
- É o que se busca reproduzir nos diversos sistemas de cores (color conversion).

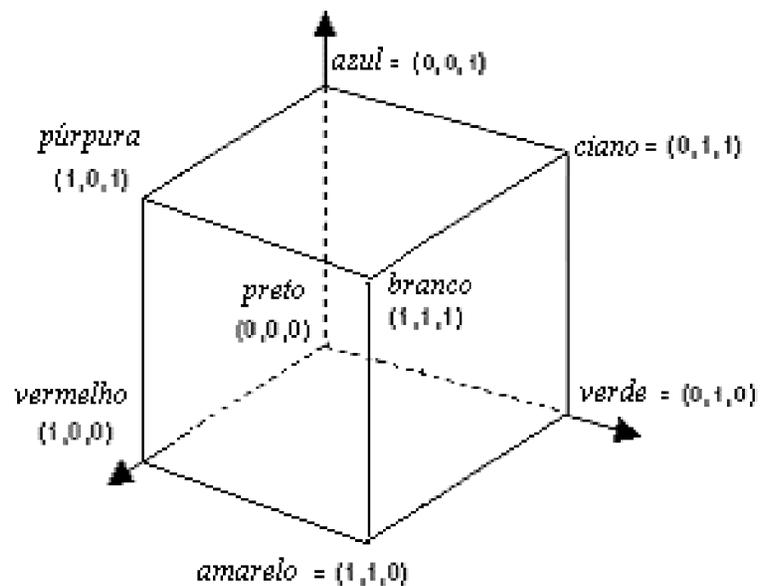
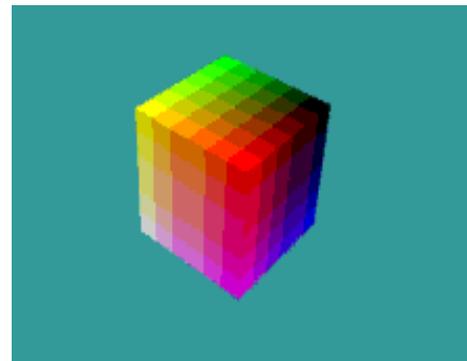




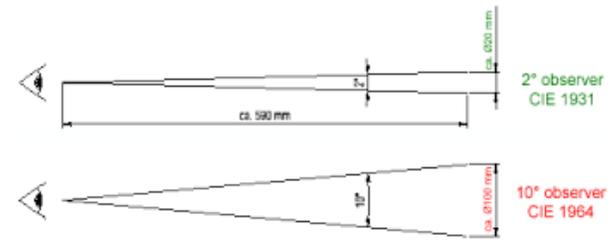
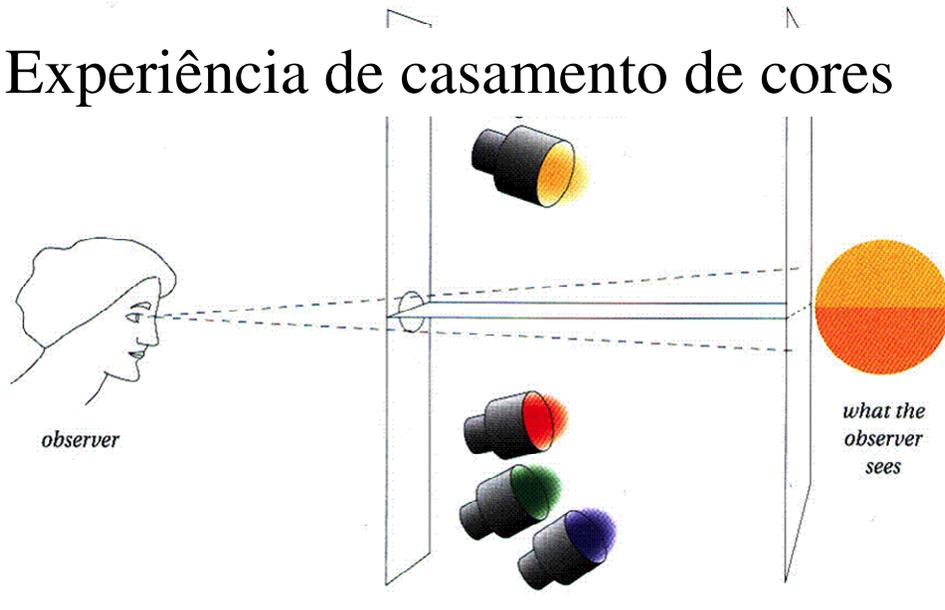
Modelos de cor

Sistema RGB

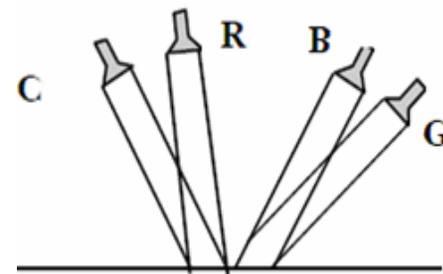
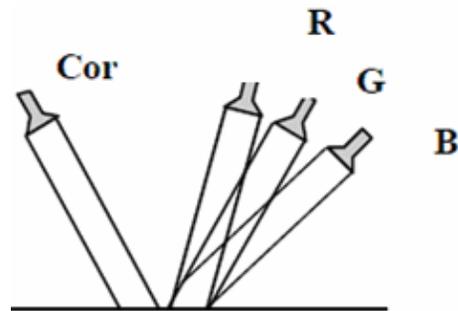
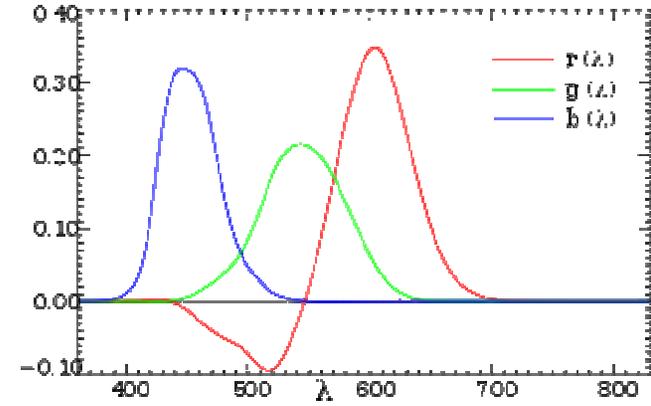
Normalizado entre 0 e 1



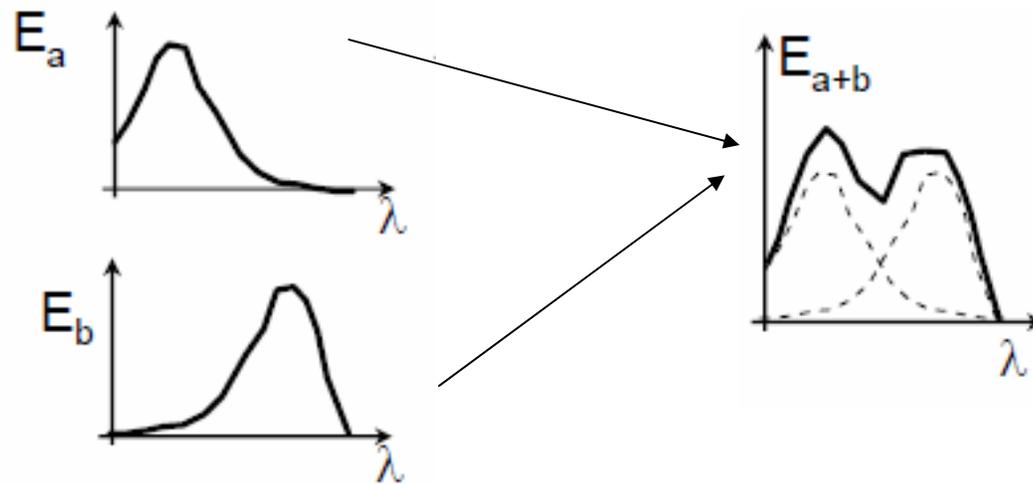
Experiência de casamento de cores



Ambiente controlado e um humano padrão

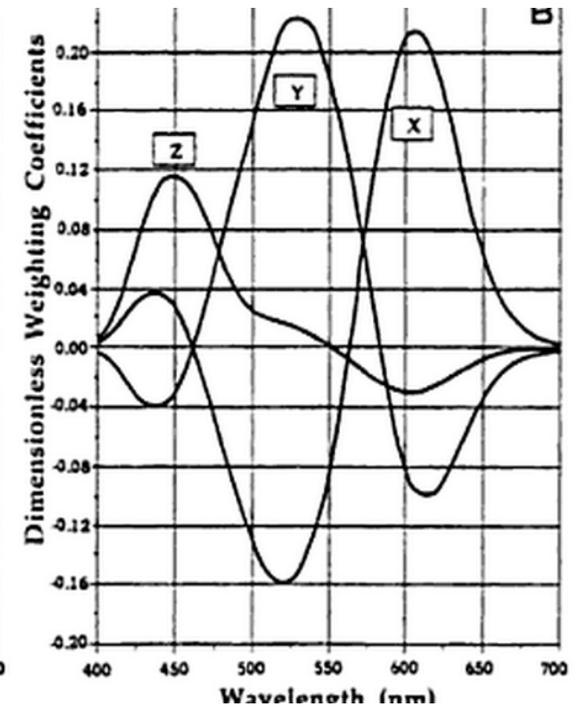
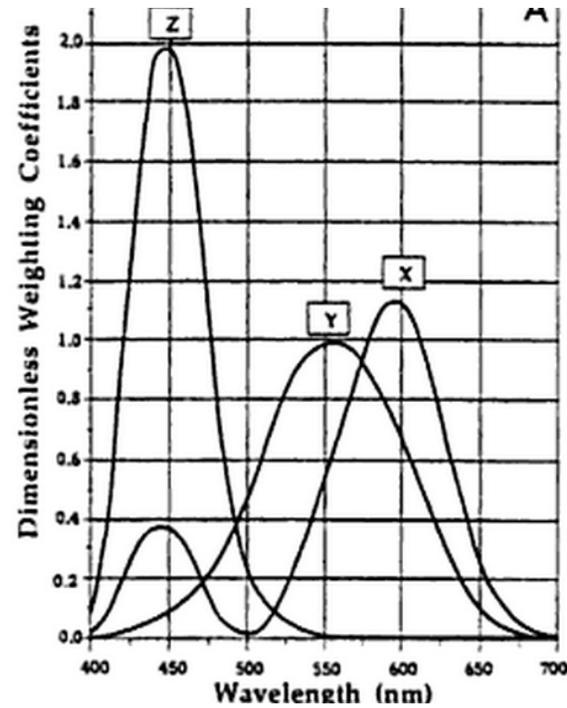
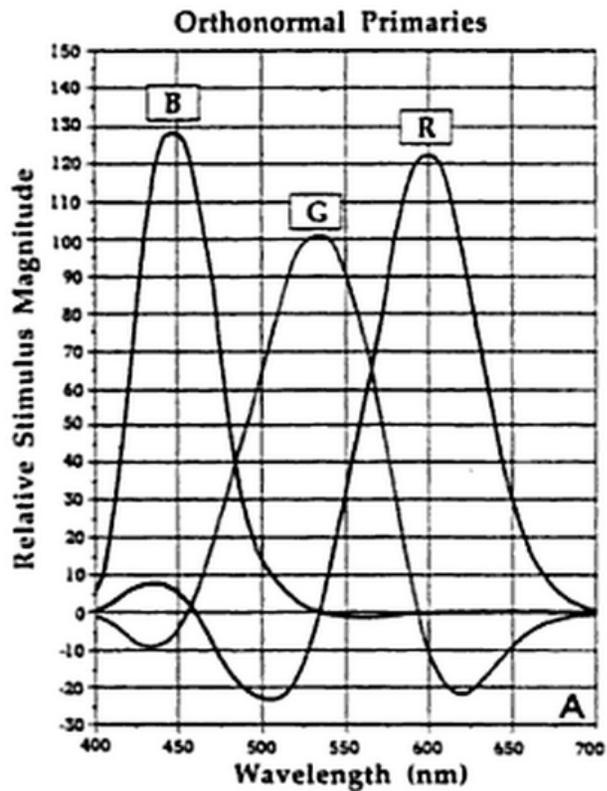


Processo aditivo de formação de cores ou luzes



Coeficientes negativos

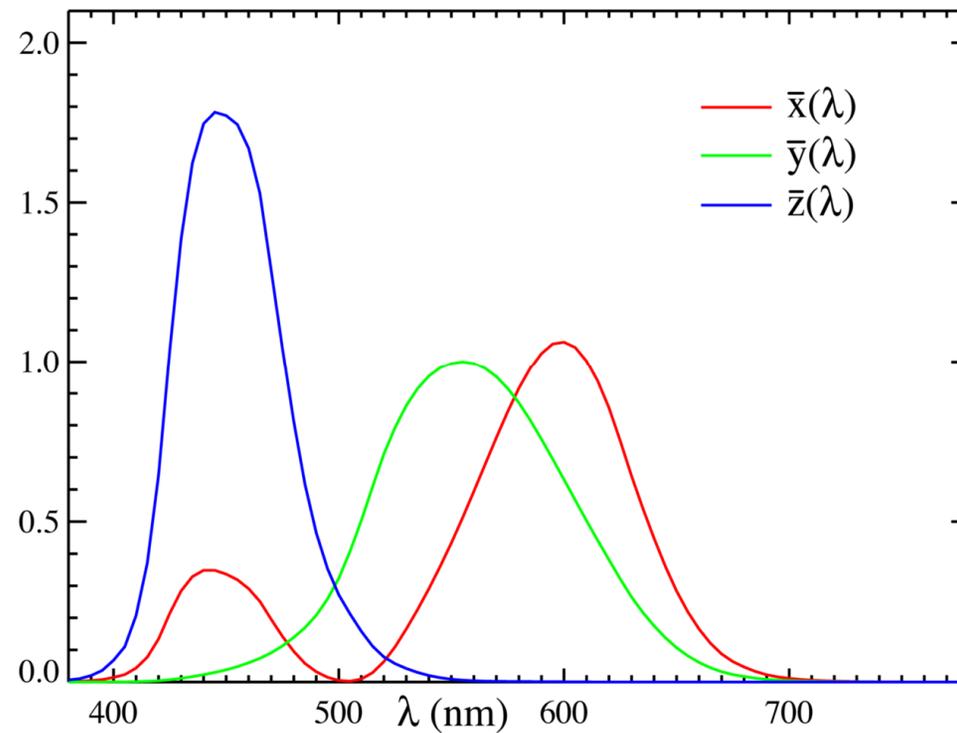
Na geração da cor



O Sistema CIE XYZ

- Os fotos receptores cones dos olhos humanos tem picos de sensibilidade as ondas **curtas** (*S*: 420–440 nm), **médias** (*M*: 530–540 nm), e **longas** (*L*: 560–580 nm).
- Assim em principio 3 parâmetros são suficientes para descrever a sensação de cor humana.
- Essas são as consideradas cores primárias de um modelo aditivo de cor
- As mais usadas destas são as definidas pela **Commission internationale de l'éclairage** - CIE 1931 e denominadas *X*, *Y* e *Z*.
- O CIE XYZ, é um dos muitos espaços de cores aditivos e serve como base para a definição de cores de forma padronizada
- Site oficial: <http://cie.co.at/>

Com o XYZ se tem todos os coeficientes positivos na percepção
Da mesma luz para um humano padrão

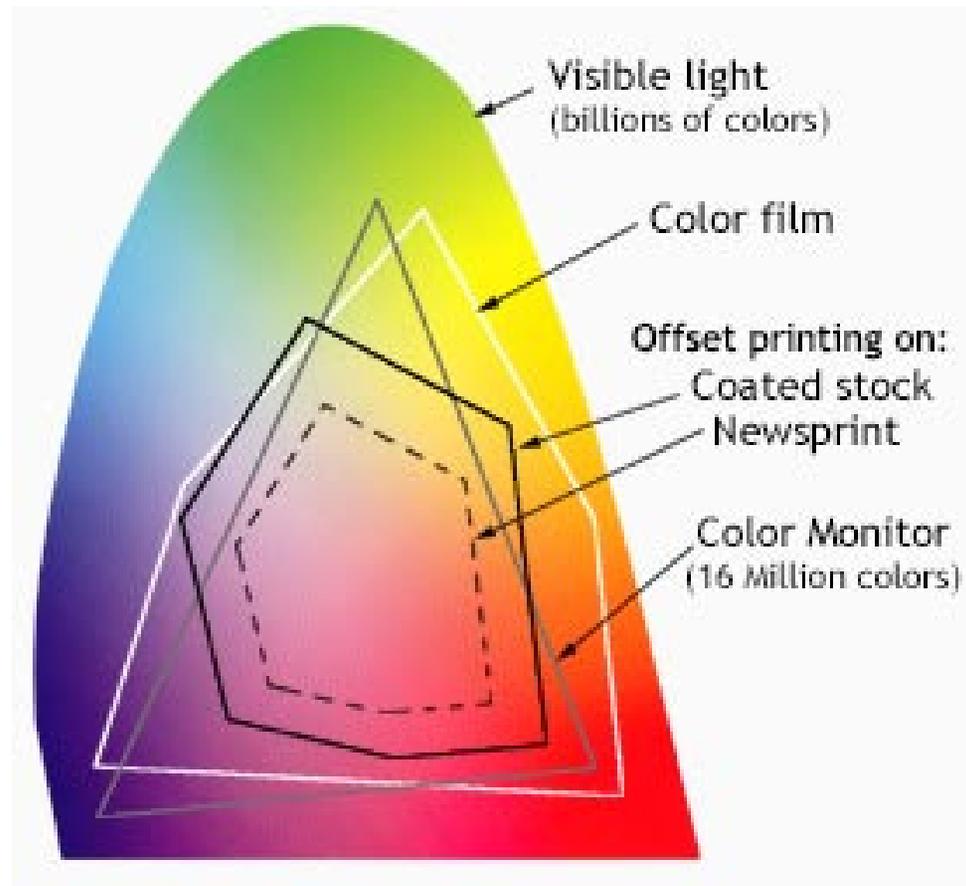


Sólidos de cores visíveis

- Devido aos 3 tipos de sensores de cores a resposta a diferentes amplitudes de comprimentos de onda que representam todas as cores visíveis é uma figura 3D.
- Mas o conceito de uma cor pode ser descrito em 2 partes sua **intensidade luminosa ou energia** (brightness) e a **cor (chromaticity)**.

Facilidade de representar em mapas 2D

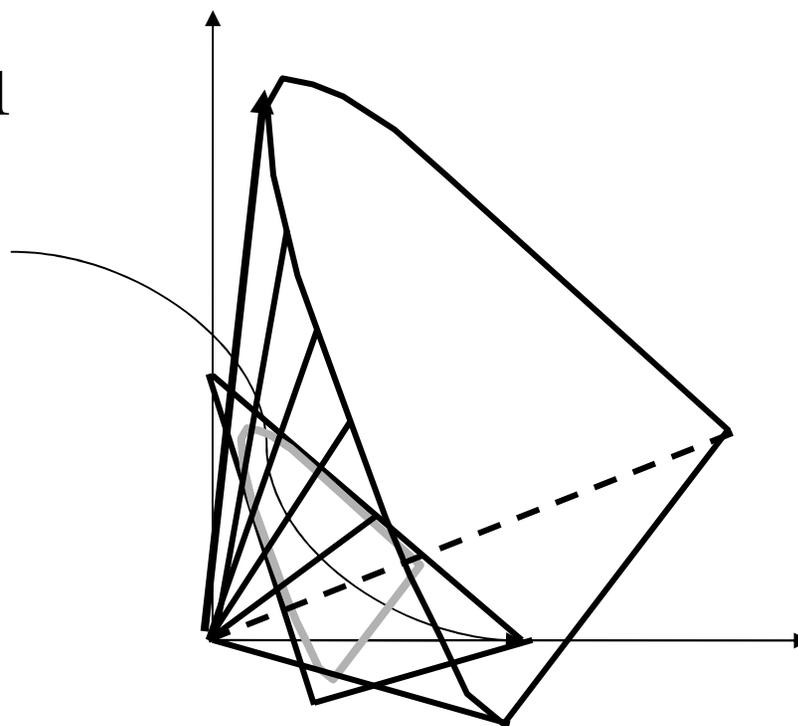
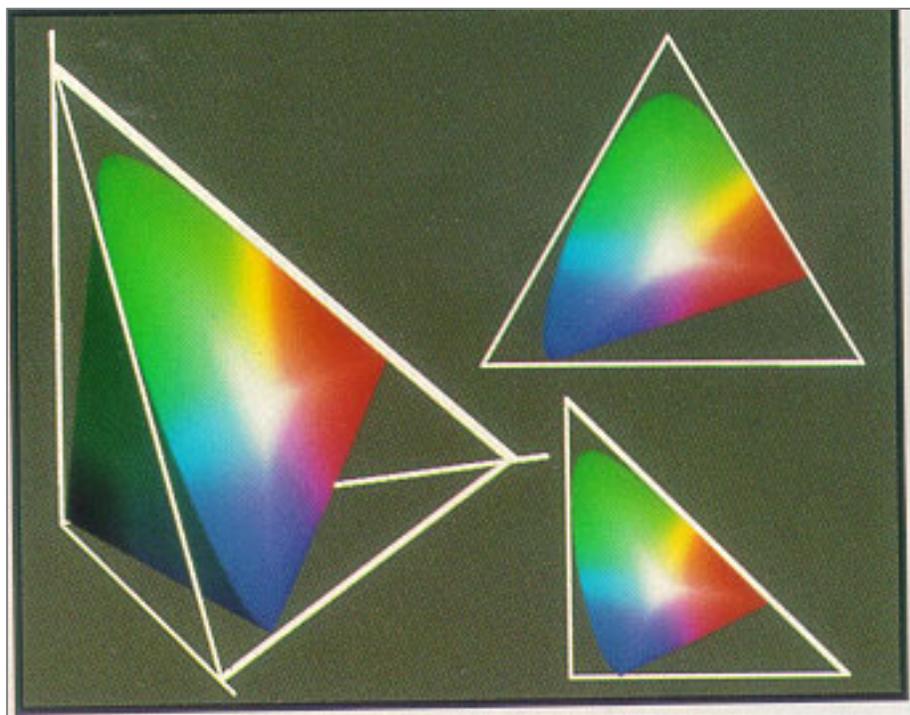
**Separando a intensidade
de
intensidade luminosa
Da cromacidade,
pode-se ter um plano
de cores**



Modelos de cor

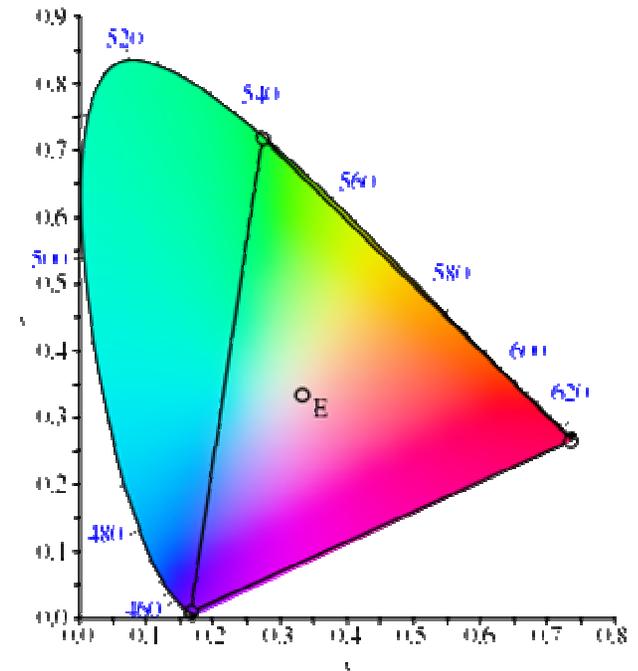
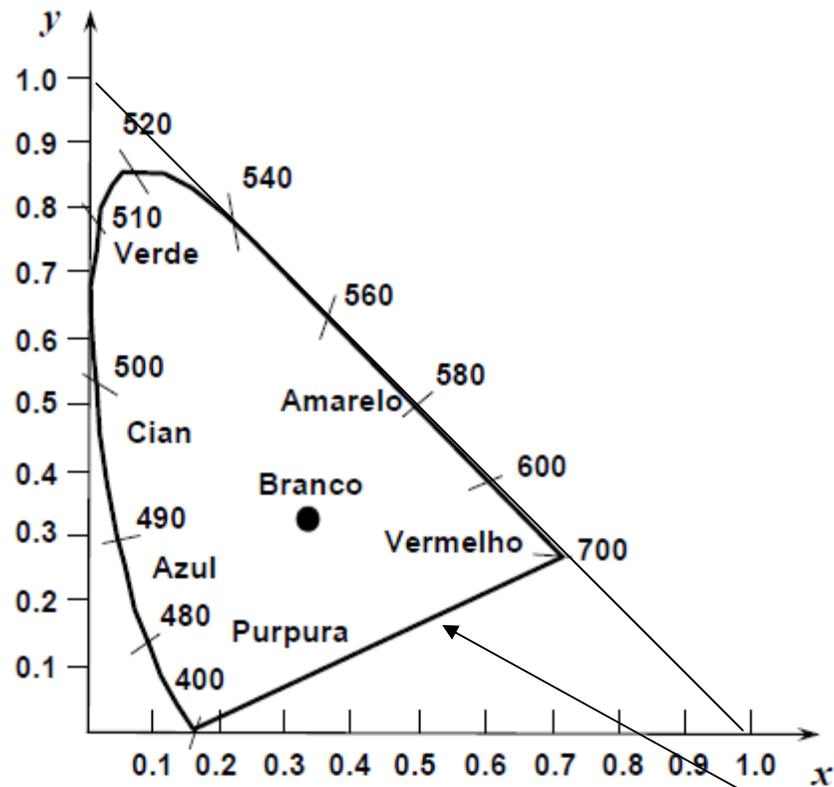
Sólidos de cores visíveis e diagramas de cromaticidade

Plano $X+Y+Z=1$



A cromacidade define a cor em si

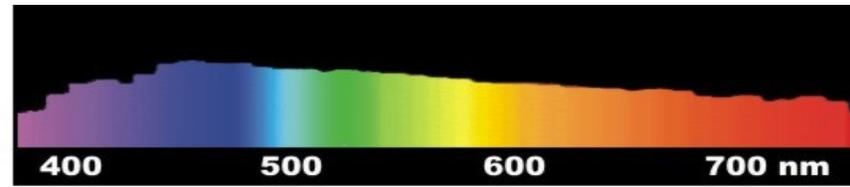
- A intensidade diz o quanto ela é intensa.
- Por exemplo uma **cor branca** e um **cinza**, no fundo tem a mesma combinação de cores primárias, mas o branco é muito mais intenso que o cinza.
- Assim é possível descrever a cor em 2D e surgem os **diagramas de cromacidade**



Gamut of the CIE RGB primaries and location of primaries on the CIE 1931 xy chromaticity diagram.

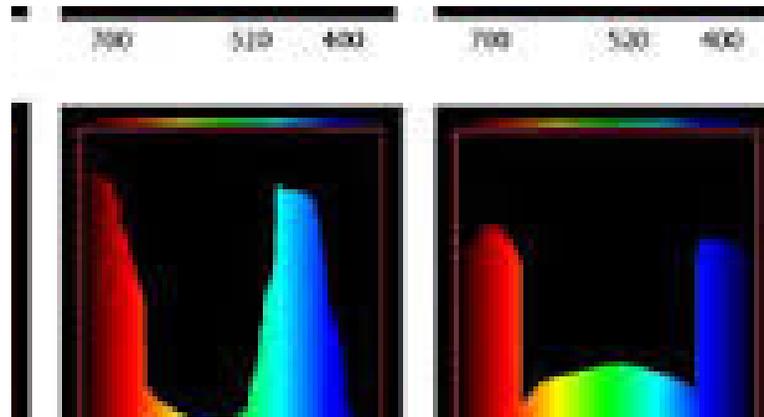
Linha dos magentas:

Luz br an ca



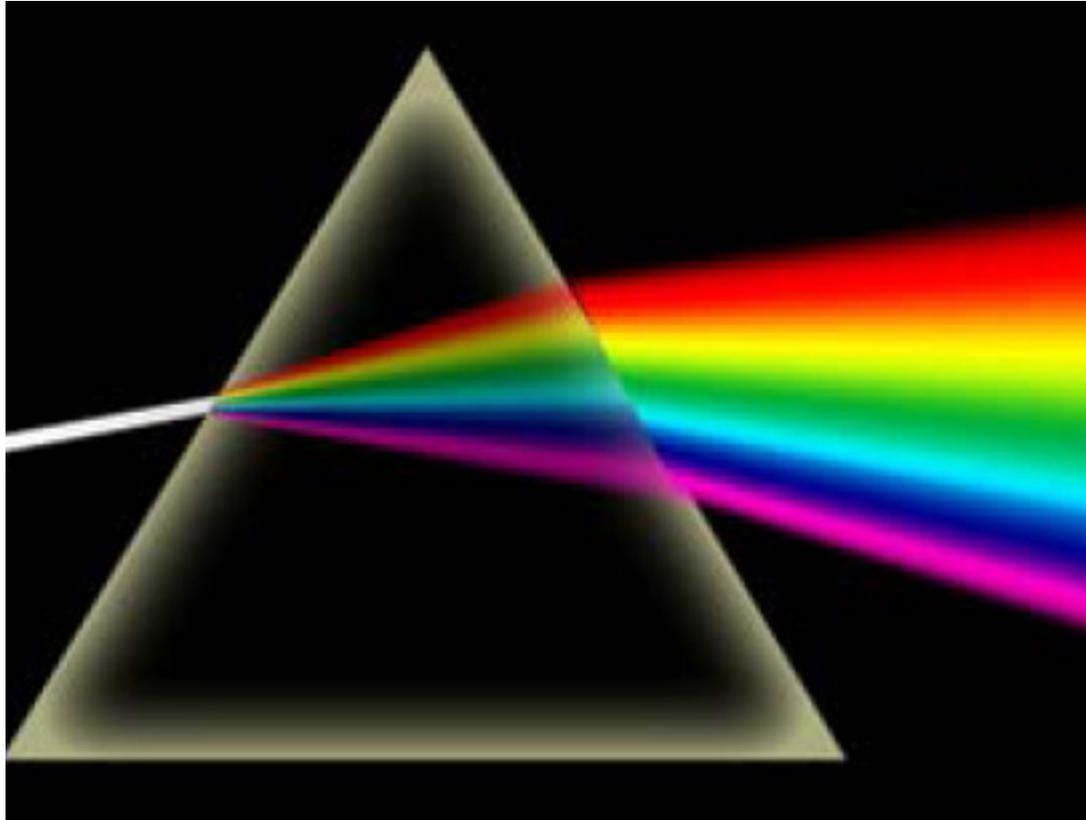
Radiação Solar

Luz Magenta, mais ou menos saturada, mas nunca por uma luz pura!!

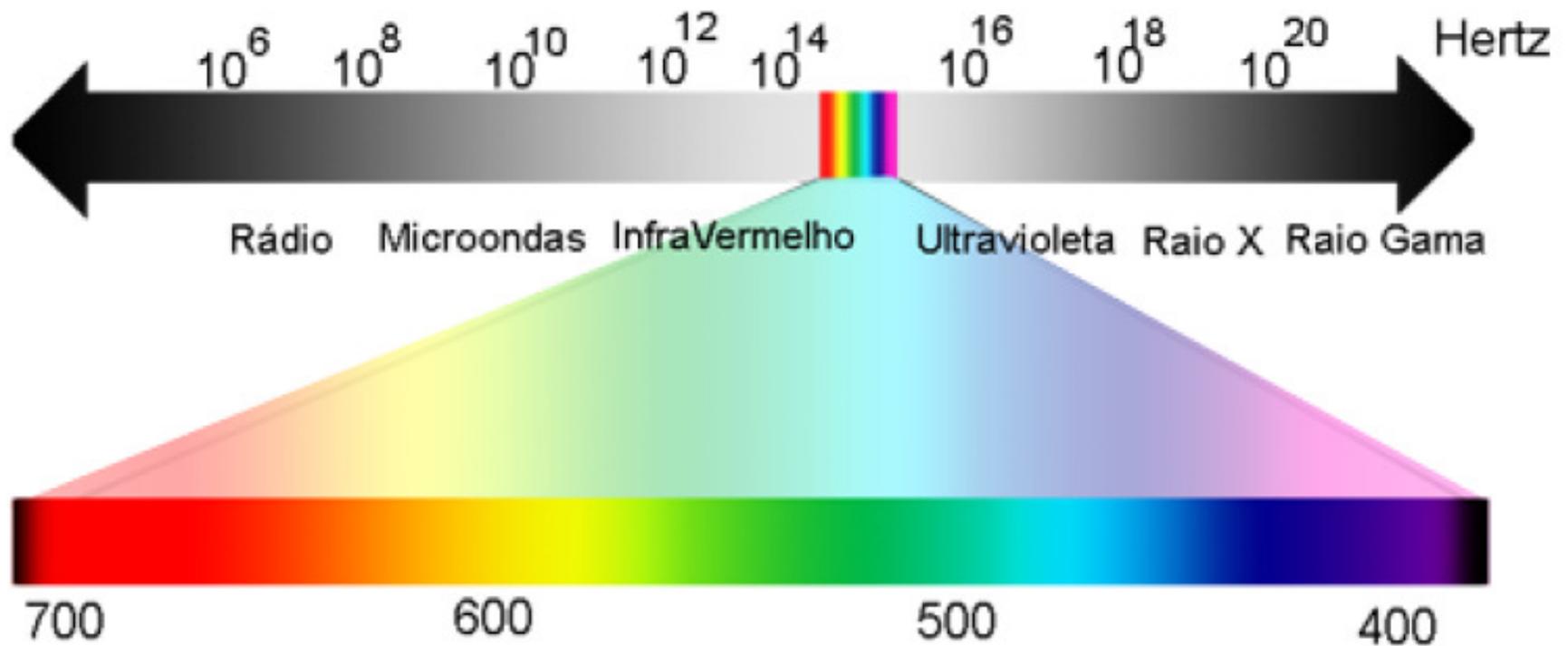


Luz branca:

Todos os comprimentos de onda misturados

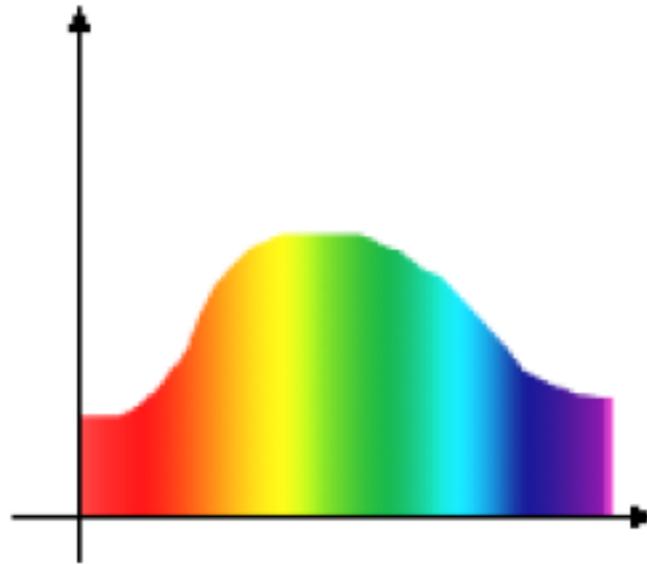
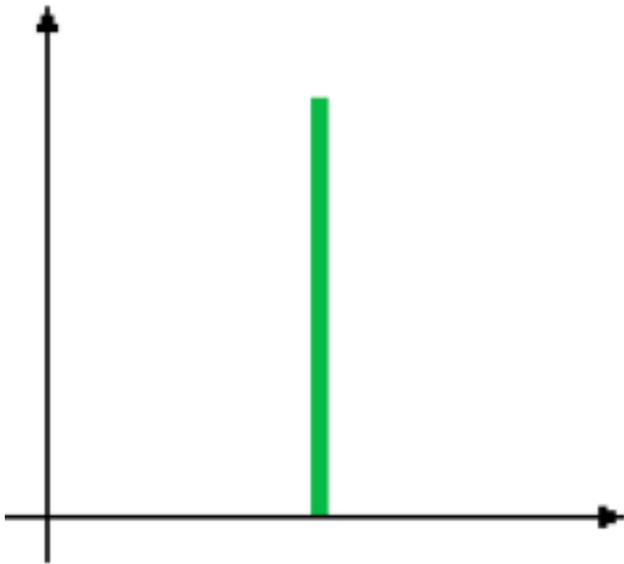


Frequência ou comprimento de onda da luz visível



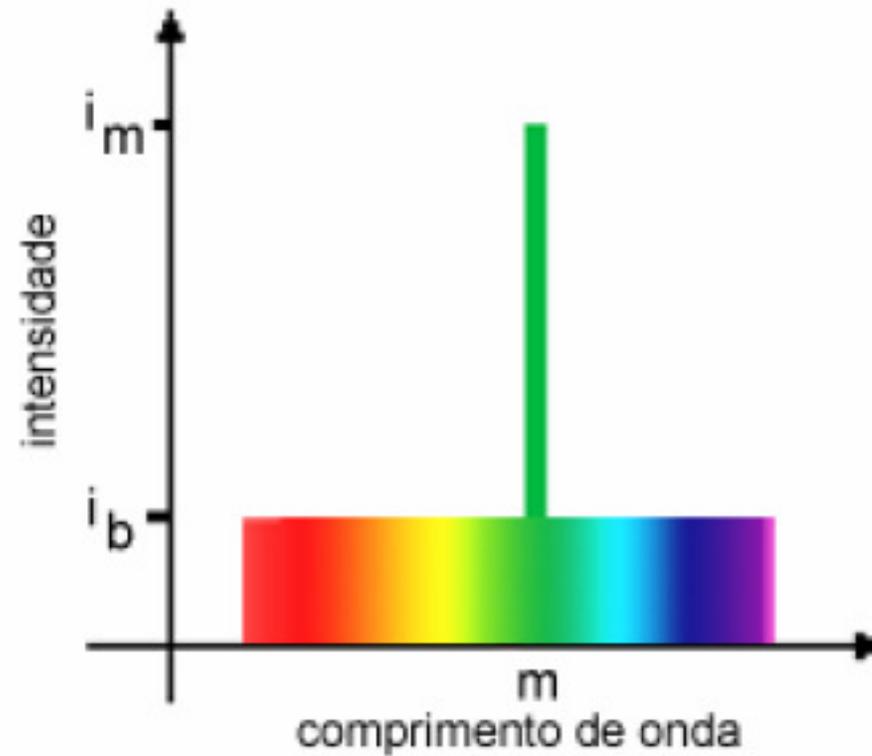
Cor pura x cor em mistura

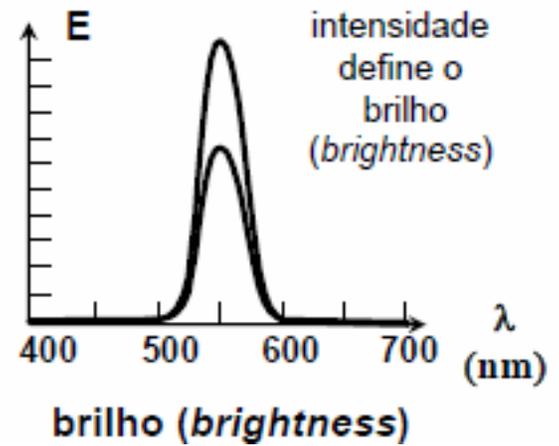
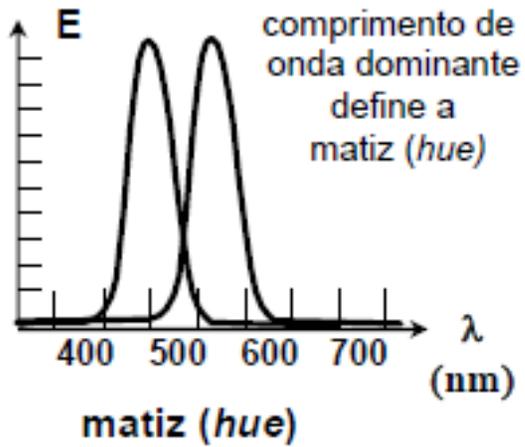
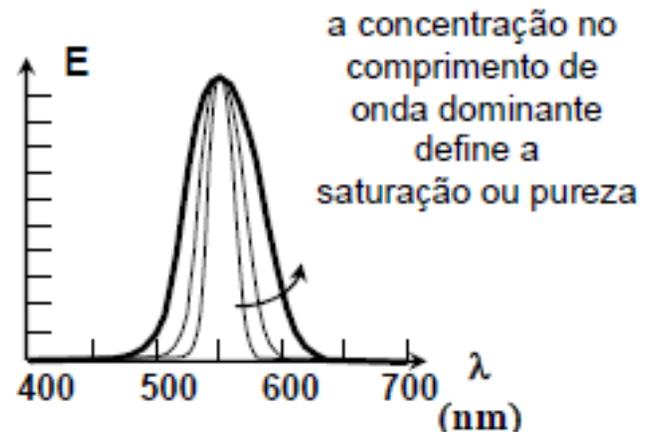
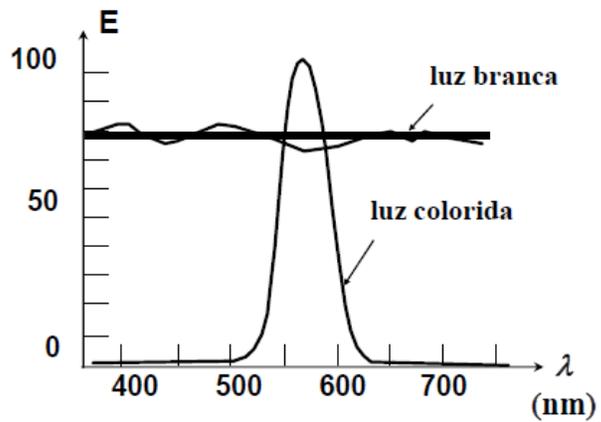
Indistinto aos olhos humanos



Matiz (Hue), Saturação

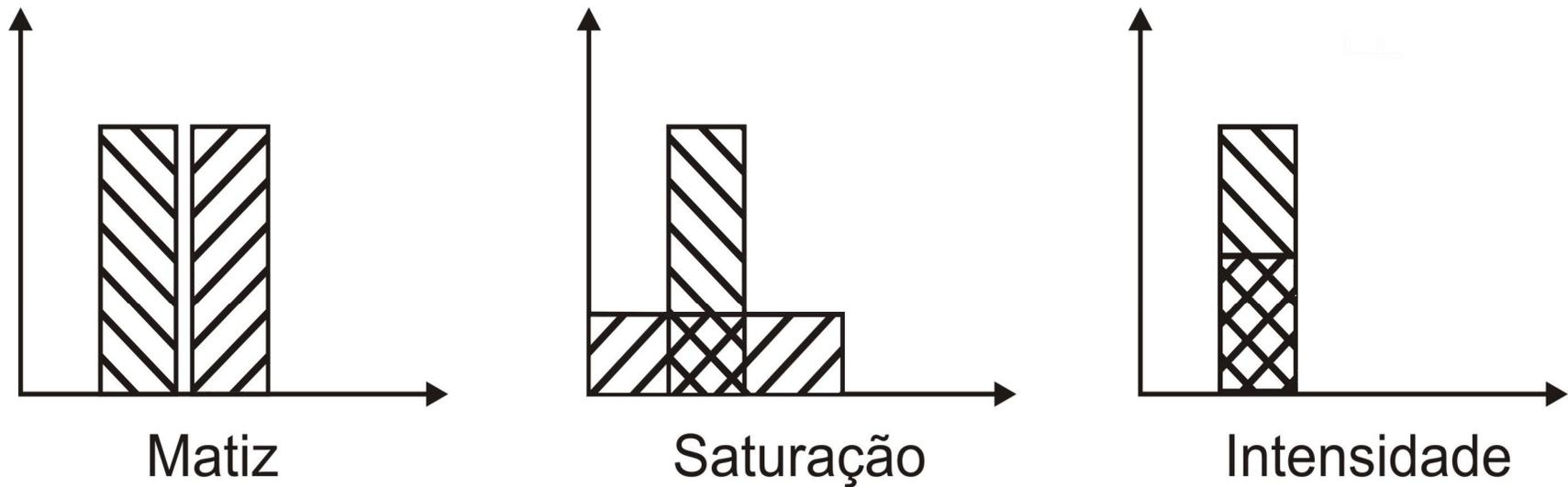
Intensidade = energia luminosa





Modelos de cor

Matiz, saturação e intensidade



Conceitos de matiz, saturação e intensidade.

Modelos de cor

Sistema XYZ

conversão entre os sistemas CIE-RGB e CIE-XYZ

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.36470 & -0.51515 & 0.00520 \\ -0.89665 & 0.14264 & -0.01441 \\ -0.46808 & 0.08874 & 1.00921 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \frac{1}{0.17697} \cdot \begin{bmatrix} 0.49 & 0.31 & 0.20 \\ 0.17697 & 0.81240 & 0.01063 \\ 0.00 & 0.01 & 0.99 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

CIE (Commission Internationale de l'Éclairage)

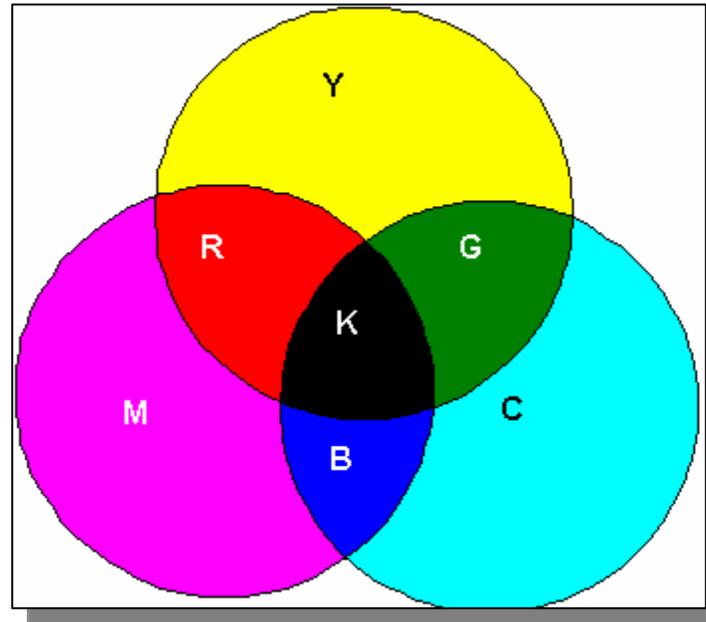
Conversão entre os sistemas RGB e XYZ, diferenças possíveis

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.412 & 0.358 & 0.180 \\ 0.213 & 0.715 & 0.072 \\ 0.019 & 0.119 & 0.950 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

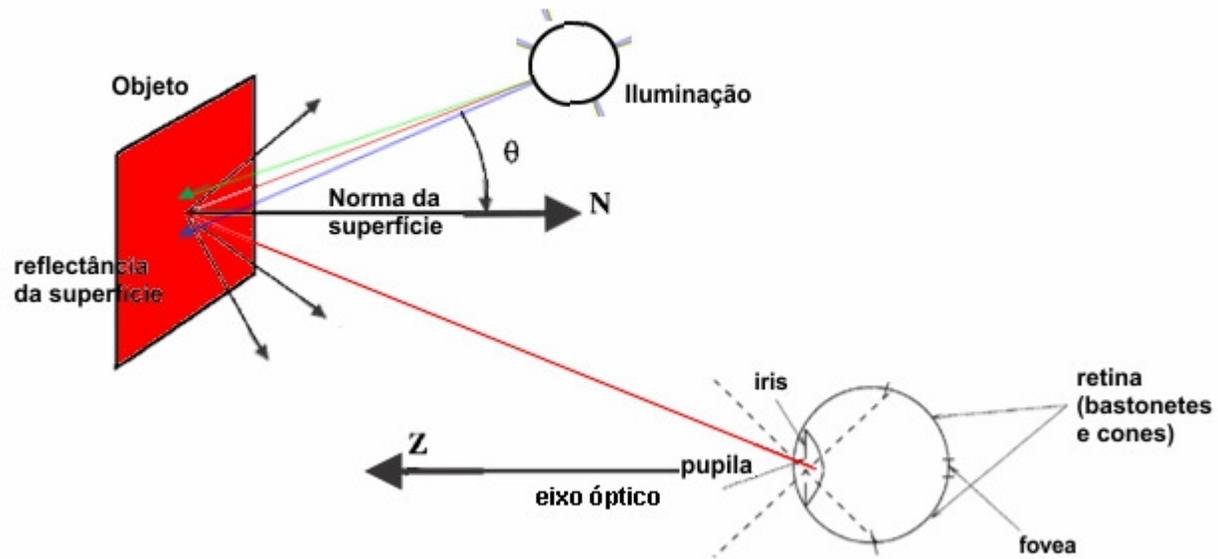
$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.240 & -1.537 & -0.499 \\ -0.969 & 1.876 & 0.042 \\ 0.056 & -0.200 & 1.057 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

Modelos de cor

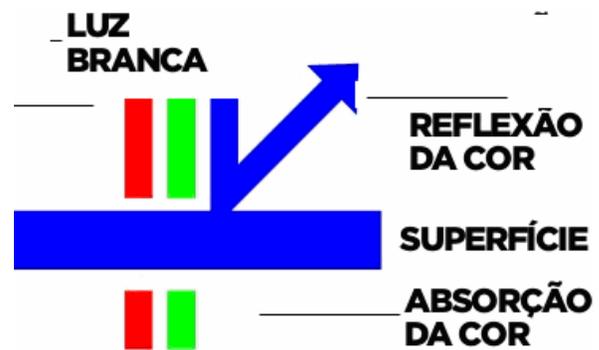
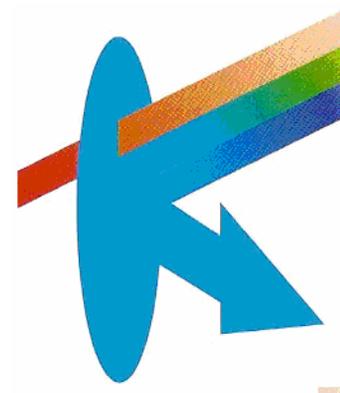
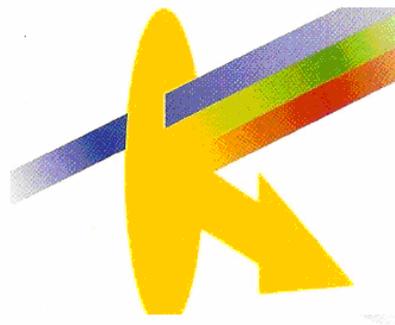
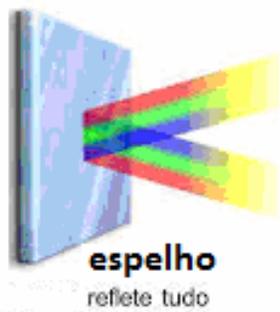
Sistemas de cores subtrativos CMY



Subtração de energia

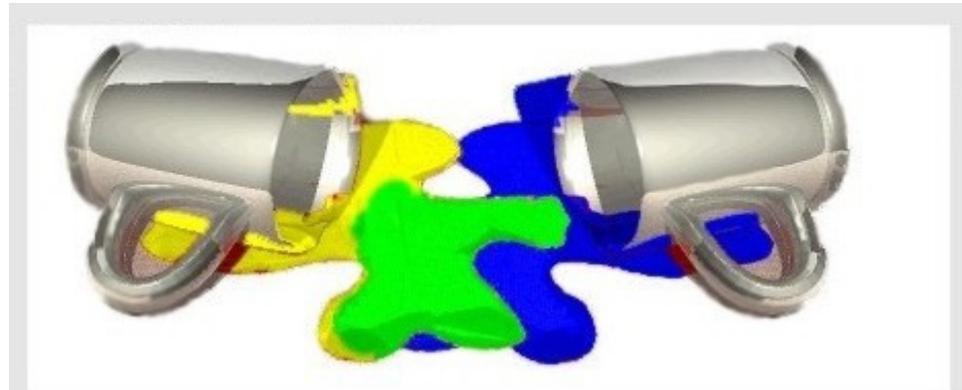


Subtração de energia

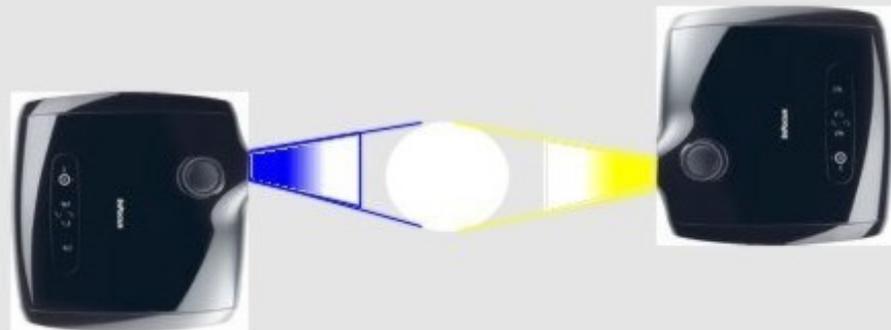


Modelos de cor: noção de primárias, secundárias e terciárias

Cores complementares



Tinta amarela misturada com tinta azul cria uma tinta verde.



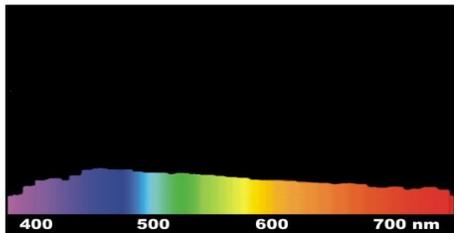
Luz amarela com luz azul cria uma luz branca.

Os pigmentos se combinam, subtraindo intensidades luminosas da luz que atinge os objetos.

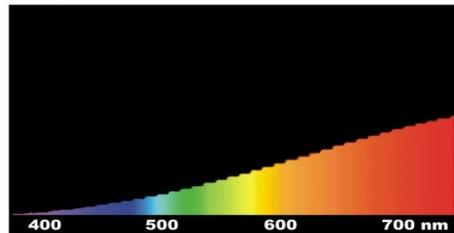
Fontes de Iluminação

Gráficos intensidade x comprimento de onda
de diversas luzes

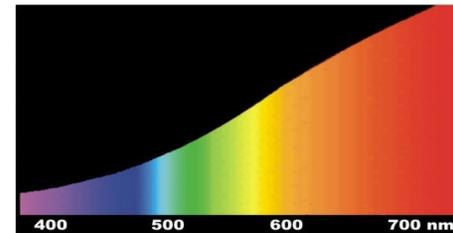
IRC=Índice de Reprodução de Cores



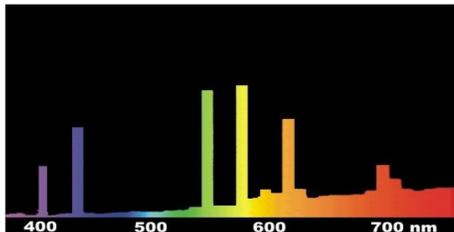
Radiação Solar



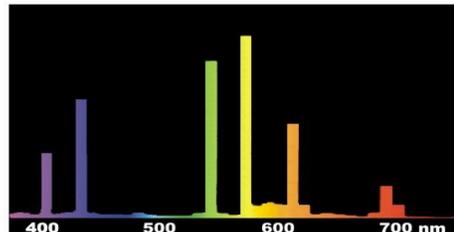
Lâmpada Incandescente



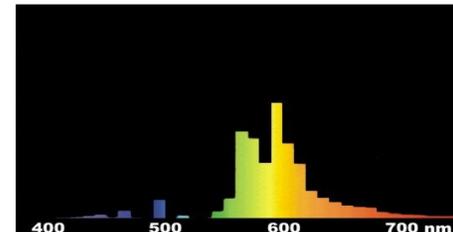
Lâmpada Halógena



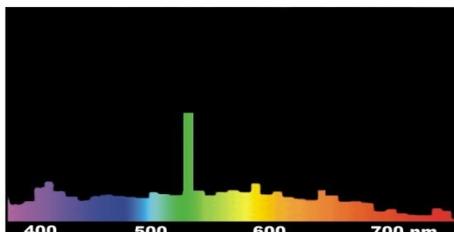
HWL Luz Mista



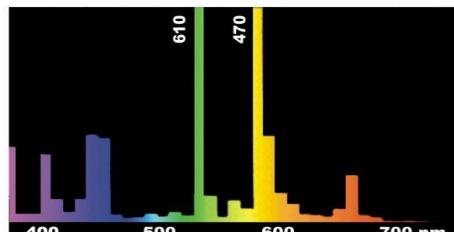
HQL Vapor de Mercúrio



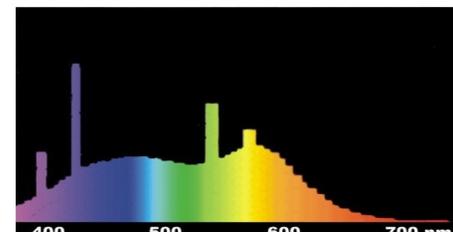
NAV Vapor de Sódio



HQI.../D Multivapores Metálicos



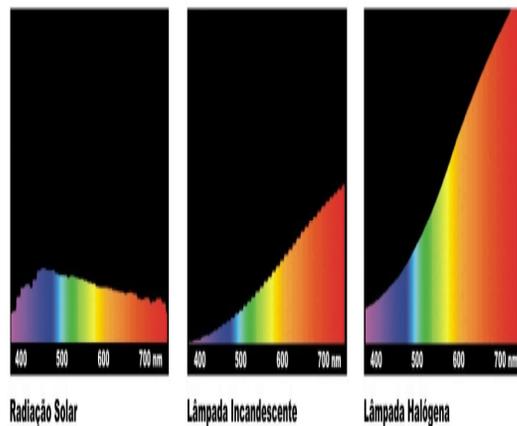
HQI.../N Multivapores Metálicos



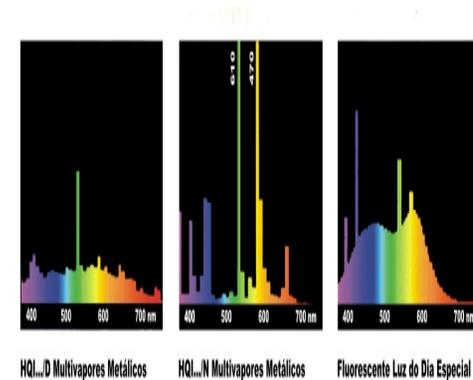
Fluorescente Luz do Dia Especial

Exemplo de luz branca:

- Luz do dia: emissão em todas as frequências

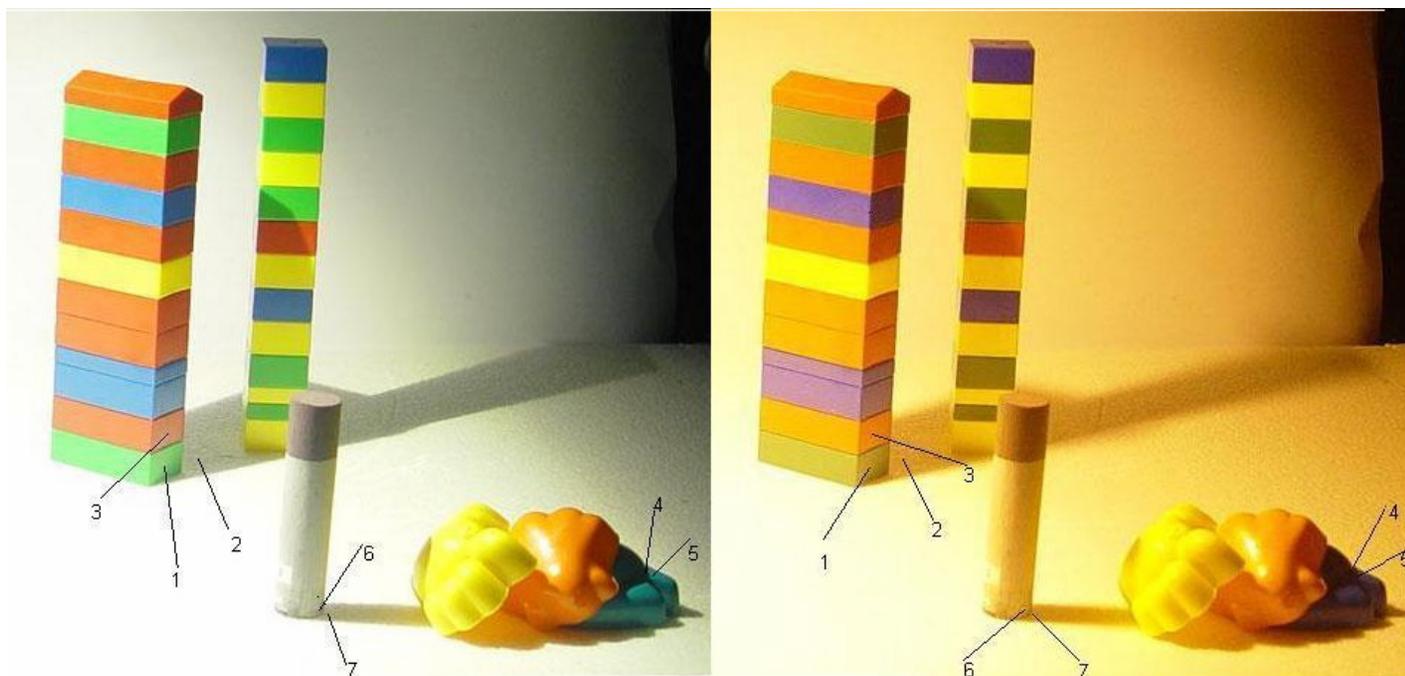


Em oposição a emissão em
uma frequências predominante



Fontes de Iluminação

Diferença da reprodução de cor em função do iluminante

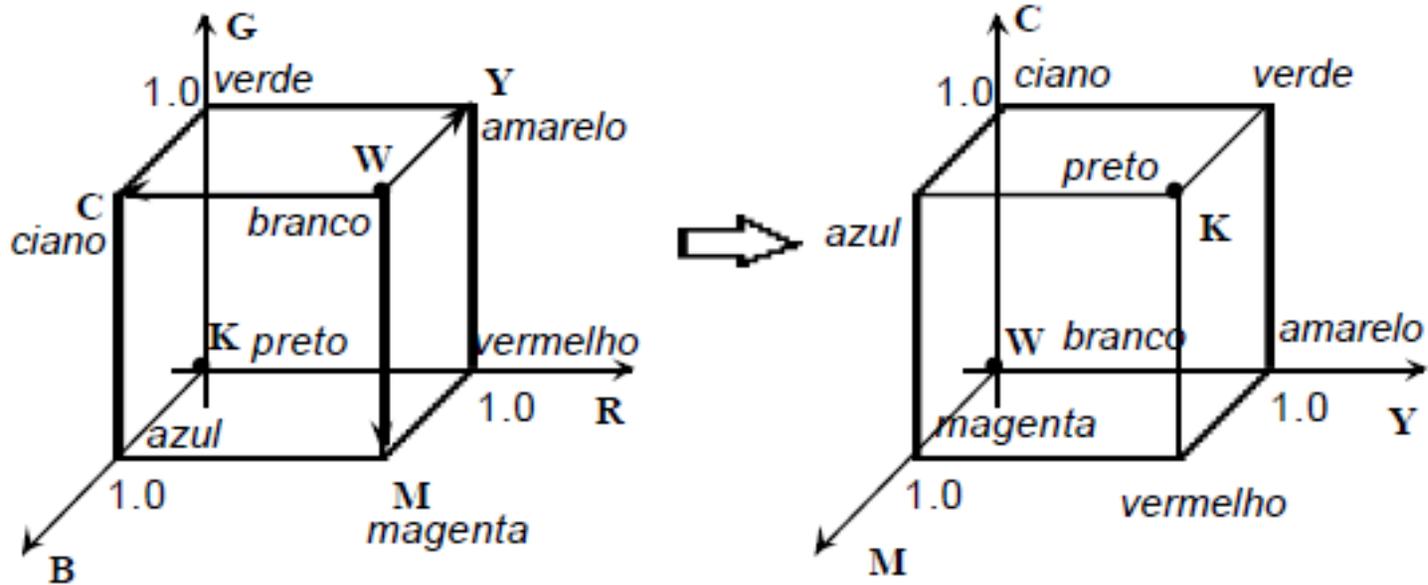


Objetos iluminados com **MVM** (multi vapor metálico) de **IRC=75**
e **VS** (Vapor de Sódio) **IRC=22**.

Repare especialmente nas cores com mesmo número em ambas as
fotos.

Sistemas de cores subtrativos CMY

$$(c,m,y) = (1-r, 1-g, 1-b)$$

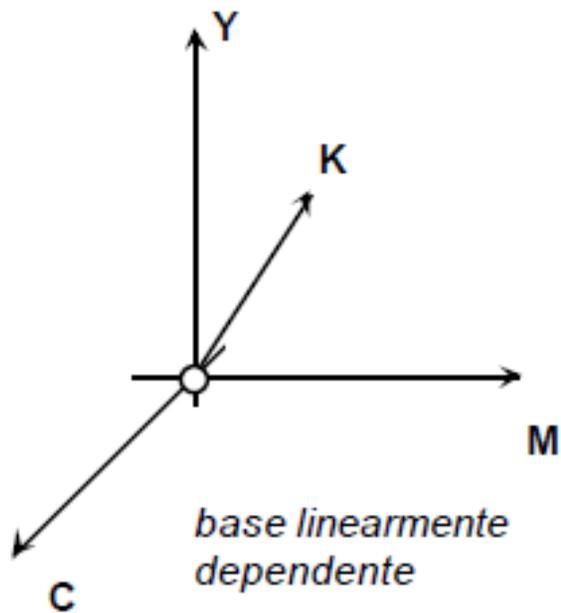


Mas sempre se pode ter

Mais coordenadas, linearmente dependentes!

Sistemas de cores subtrativos
CMYK

CMYK



$$K := \alpha \min (C, M, Y)$$

$$\alpha \in [0,1]$$

$$C := C - K$$

$$M := M - K$$

$$Y := Y - K$$

Modelo de Sensações Oponentes

Considera que as respostas dos 3 tipos de cones são combinadas para alimentar um dos **2 canais de cores oponentes**: o **vermelho-verde** e o **amarelo-azul**

Este modelo usa a característica de que a cor **vermelha** e **verde** se cancelam, ou seja, não são vistas simultaneamente no mesmo lugar, não existe o **vermelho esverdeado**!

O mesmo acontece com o **amarelo** e **azul** não existindo assim o **amarelo azulado**.

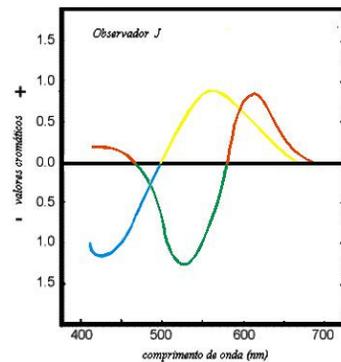
Este espaço consegue explicar vários fenômenos visuais que não são adequadamente explicados pelas outras teorias.

Percepção de Cor

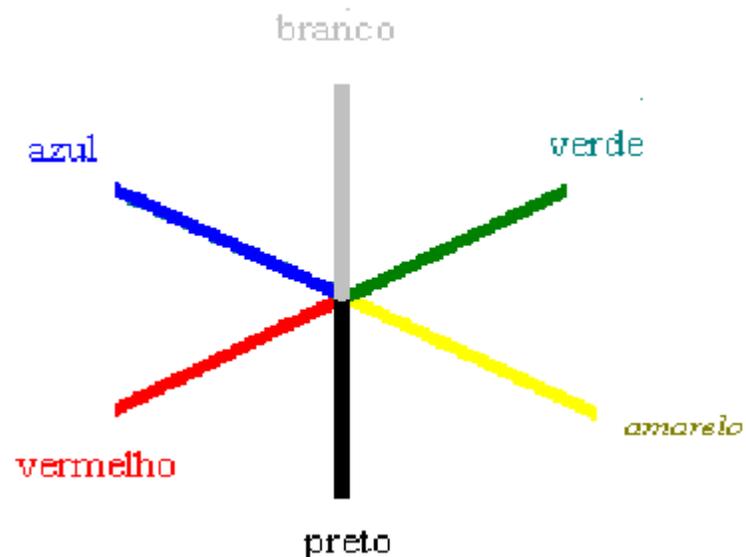
Mais sobre as deficiências cromáticas em:

http://en.wikipedia.org/wiki/Color_blindness#Clinical_forms_of_color_blindness

A complexidade da forma de descrição da percepção fazem surgir os diversos modelos e espaços de cores como os oponentes.

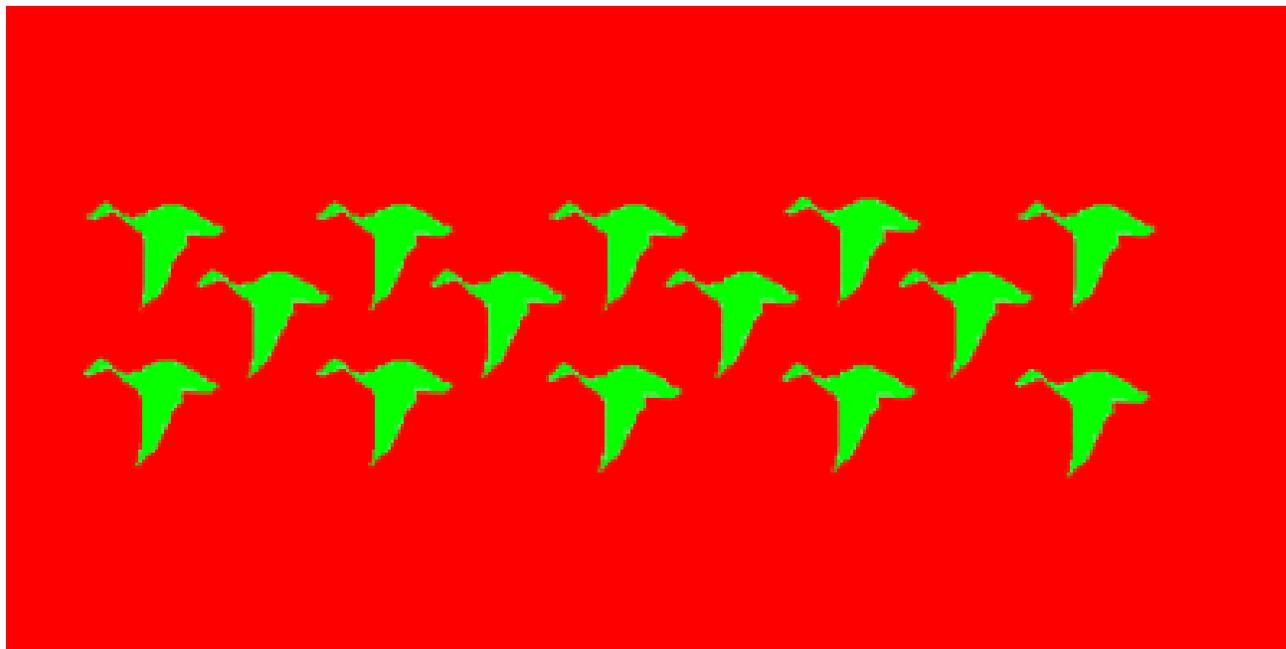


Sistemas de cores oponentes

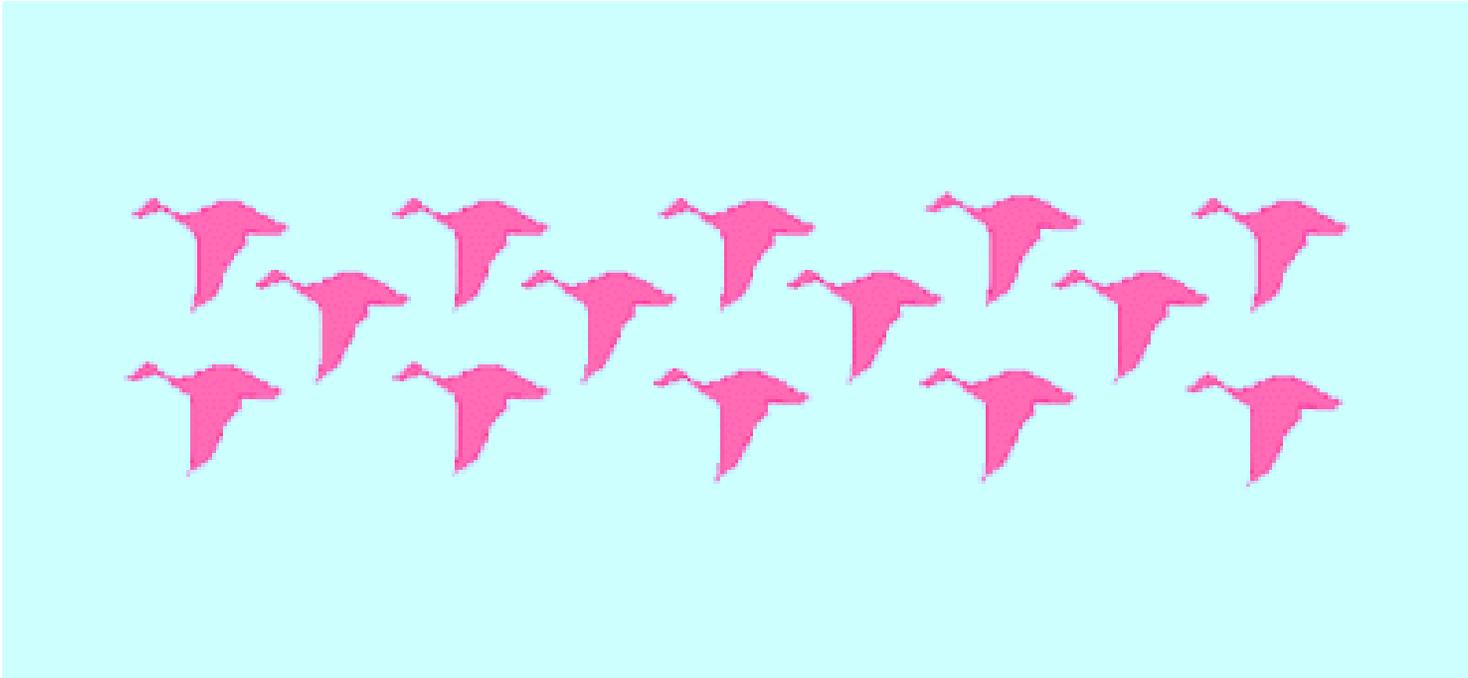


Cores oponentes explicam coisas como: as After Colors or Images

Fixe nesta imagem por pelo menos 20 segundos, depois olhe para uma parede branca que cores você vê?

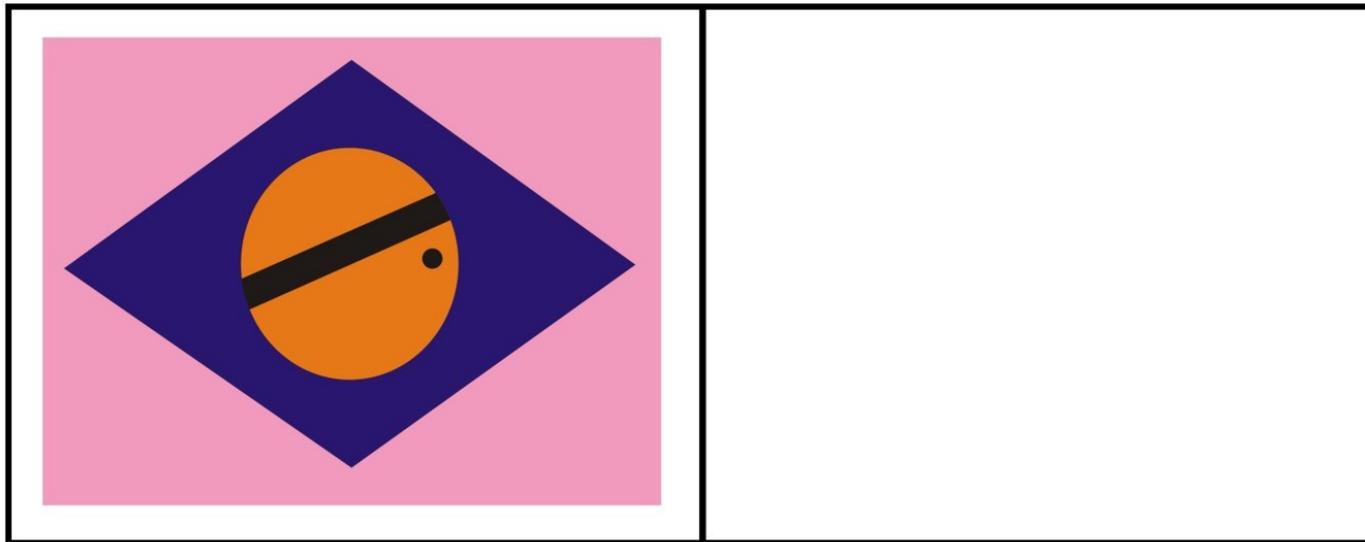


After Colors or After Images



Outras Características das Cores

After colors



Saturação na percepção de cores.

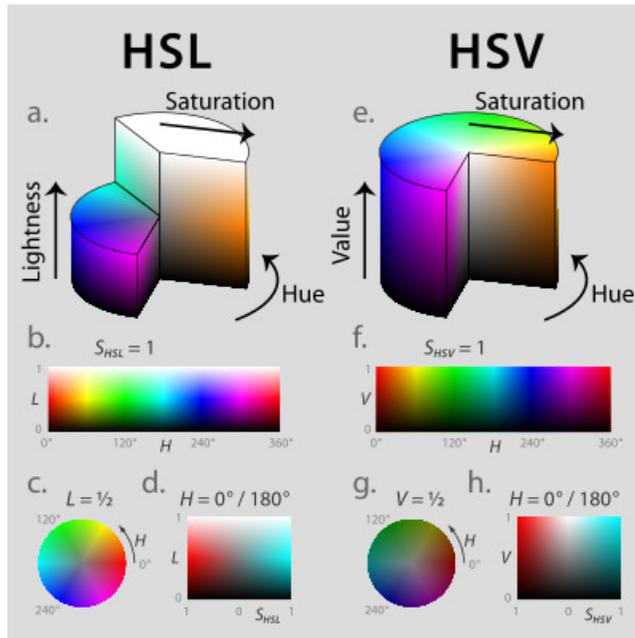
Modelo Psico físico

Estes tipos de espaços são baseados na percepção subjetiva da cor pelo ser humano, ou seja, como a cor e a iluminação são tratadas de formas distintas pelo sistema perceptivo , a componente de intensidade (ou brilho) nestes tipos de espaços fica desacoplada da informação cromática (matiz + saturação).

Um das primeiras tentativas de organizar a percepção das cores em um espaço se atribui a **Munsell e Ostwald** (em 1915).

Outro exemplo é o espaço *HSV* , com as componentes Matiz (*Hue*), saturação (*Saturation*) e intensidade (*Value*).

Formas cilíndricas e cônicas



Modelos de cor

Elementos que descrevem a cor mais próximos a **intuição humana**:

- matiz;
- saturação;
- intensidade.

(a) Mudança de Matiz



(b) Mudança de Saturação

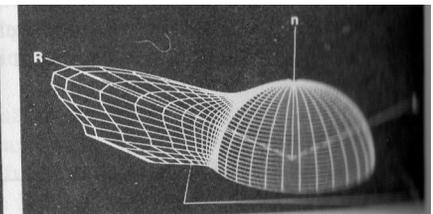
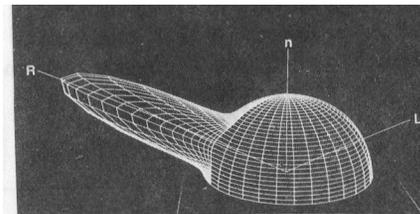
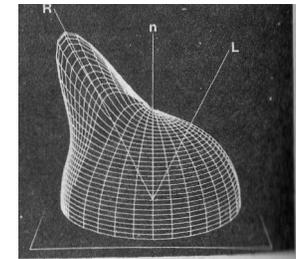
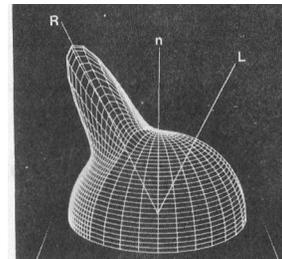
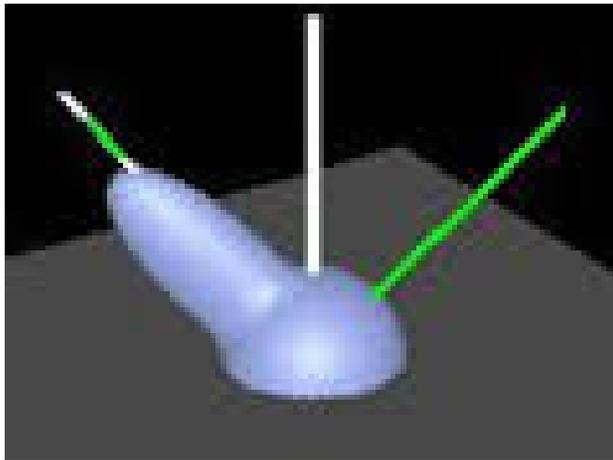


(c) Mudança de Intensidade



Variações no matiz, saturação e intensidade.

Poder só alterar a saturação
é muito importante para os
shadings : BRDF



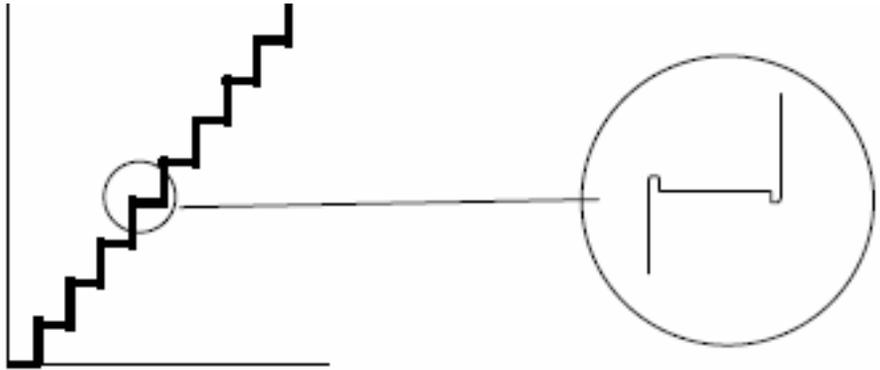
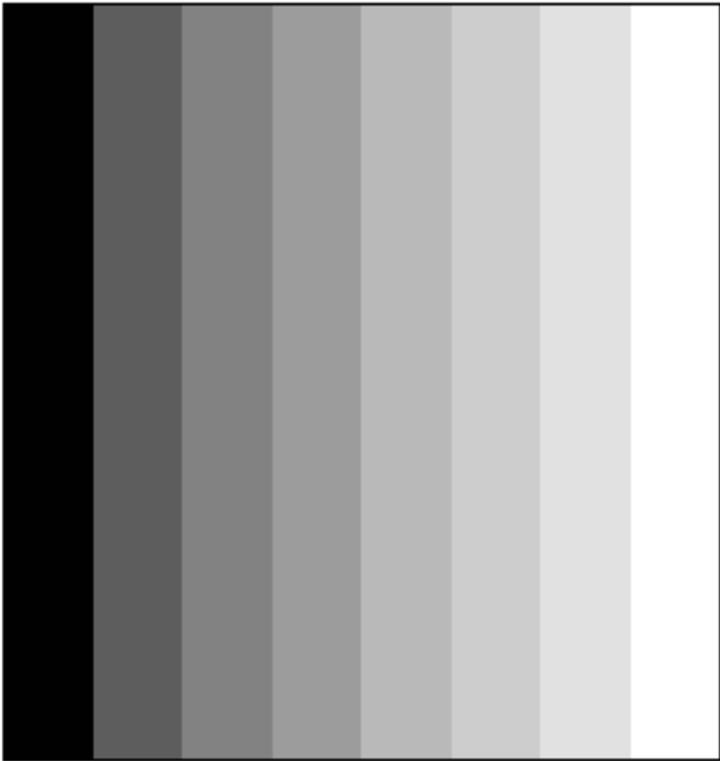
Sempre que se usar

Sombreamento constante em uma área as bordas serão intensificadas, assim sombreamento constante só se usa para

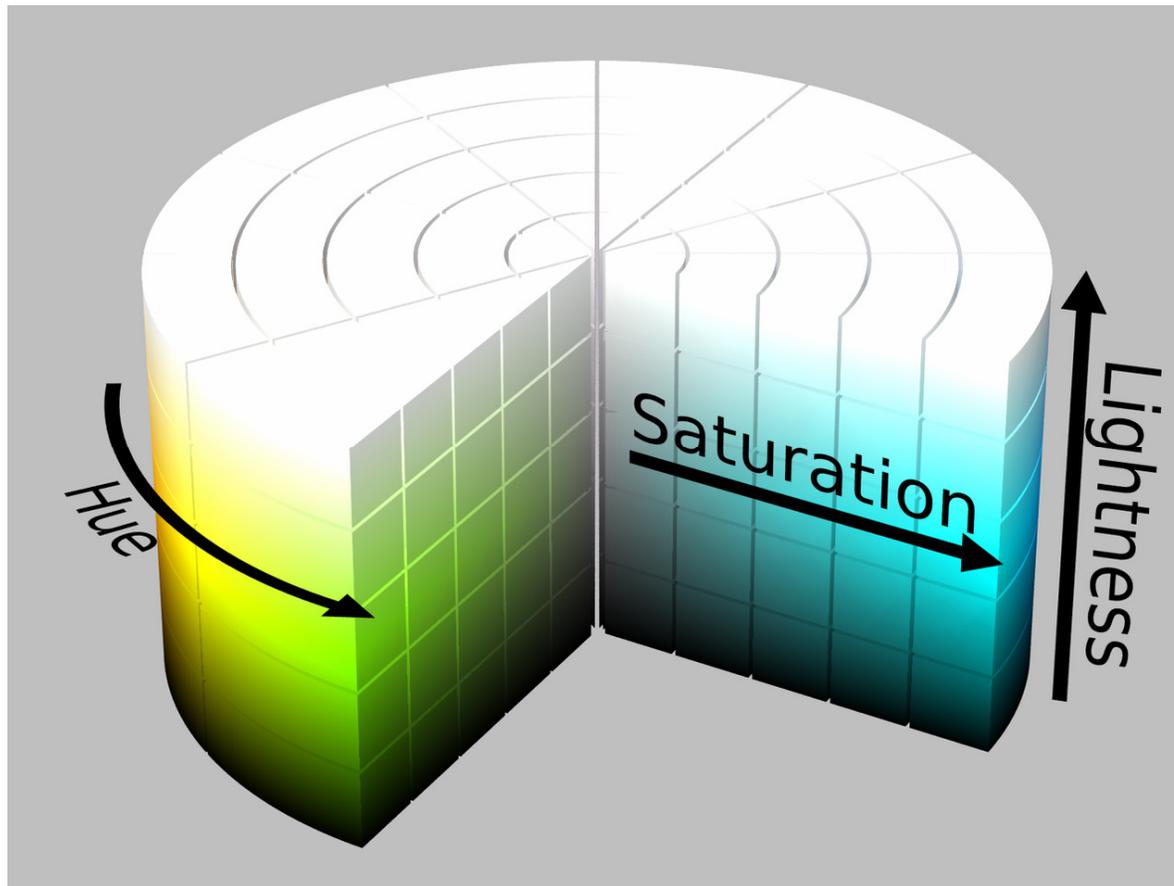
Objetos realmente compostos de áreas planas: poliedros.

Objetos curvos ou naturais, outros modelos de sombreamento!

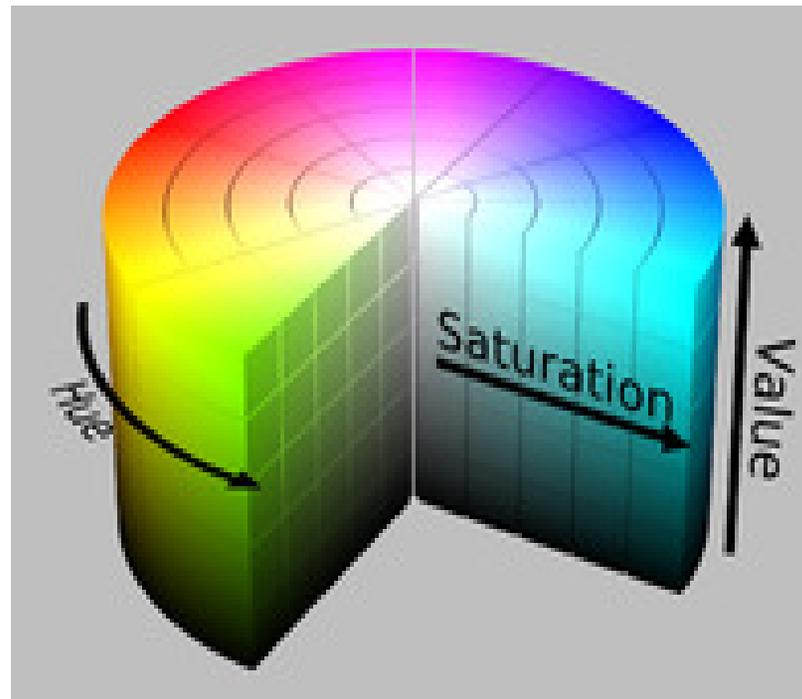
Banda de Mach



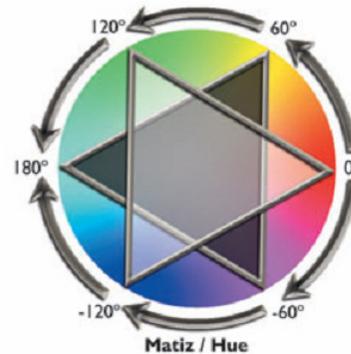
Para CG:



Em aplicações usuais de CG



Independientemente de estarem mais gastas, novas ou apagadas, o que caracteriza em termo das cores essas imagens?



Ao fazer a animação de uma fruta verde ficar madura:

no RGB seria

0 , 100% , 0 - > 100% , 0 , 100%
(verde) - > (magenta)

Se feito em 3 interpolações de tons teríamos:

25% , 75% , 25% (verde mais claro)

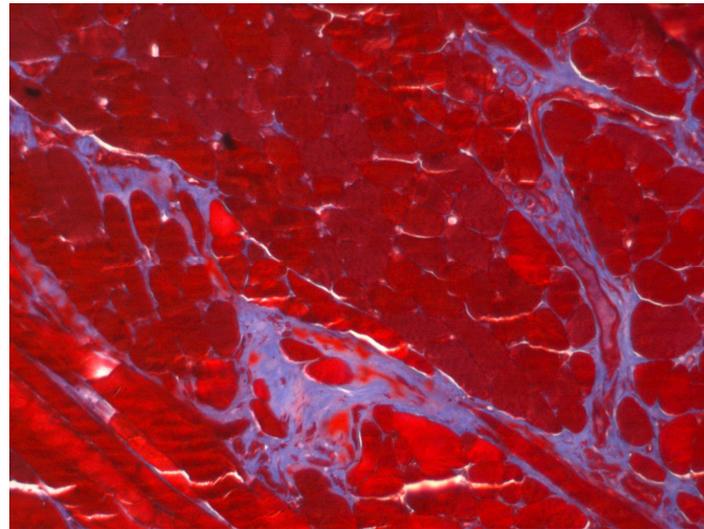
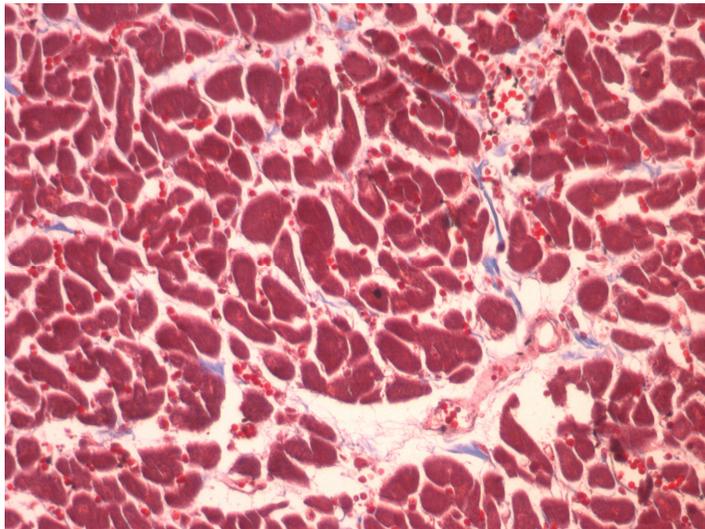
50 % , 50 % , 50% - > **cinza!!!! Isso é o esperado?**

75 % , 25% , 75% (magenta claro)

100 % , 0 % , 100% (magenta)

Identificar a área de um agente reativo: em ciano

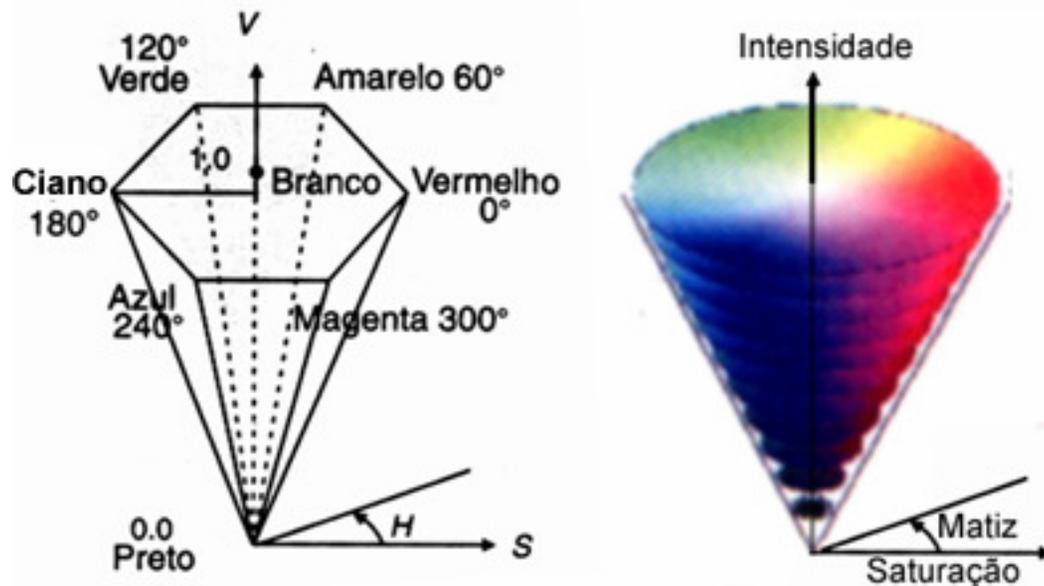
Identificar um matiz e pequenas variações em
torno dele:



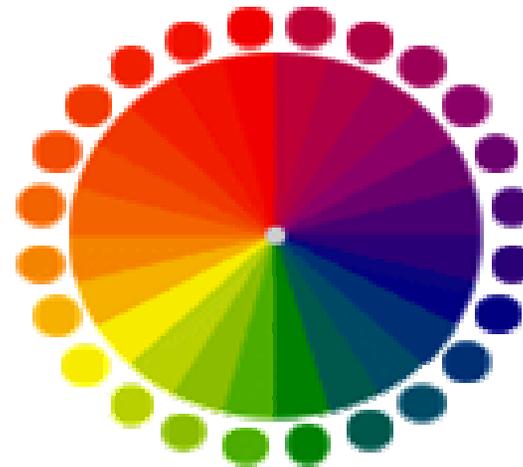
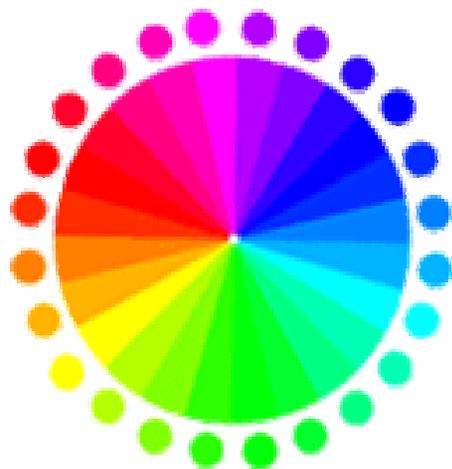
O espaço *HSV* foi desenvolvido em 1978 por *Alvey Ray Smith*,

baseando-se em como um artista plástico descreve as misturas de cores.

As cores principais (vermelho, amarelo, verde, ciano, azul e magenta) ocupam os vértices da base de uma pirâmide hexagonal invertida



Hue = matiz
(diferencia as cores tanto na forma
aditiva quando na subtrativa)
representação em espaços do tipo HVS,
HLS, Pantone, Munsell, etc...



Modelos mais próximos a dispositivos ou hardwares

3 luzes primárias (aditivos)

3 tintas primárias (subtrativos)

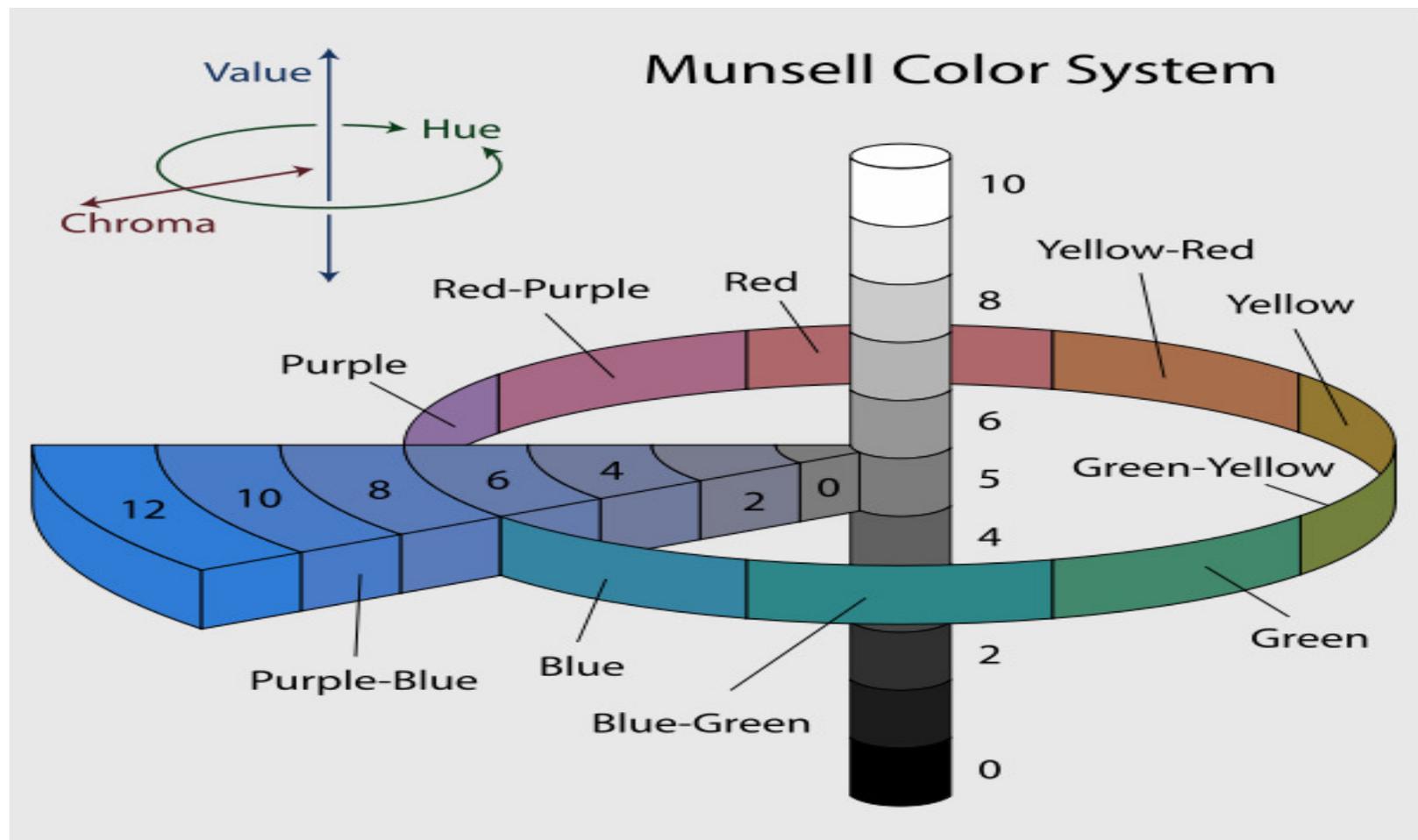
Cores análogas

| RGB | YCbCr | Cor |
|-------------|-------------|---|
| 122 139 139 | 132 130 121 |  |
| 52 245 255 | 209 142 87 |  |
| 71 60 139 | 74 161 130 |  |
| 255 0 255 | 78 214 229 |  |
| 218 112 214 | 137 162 170 |  |
| 255 140 0 | 148 55 184 |  |

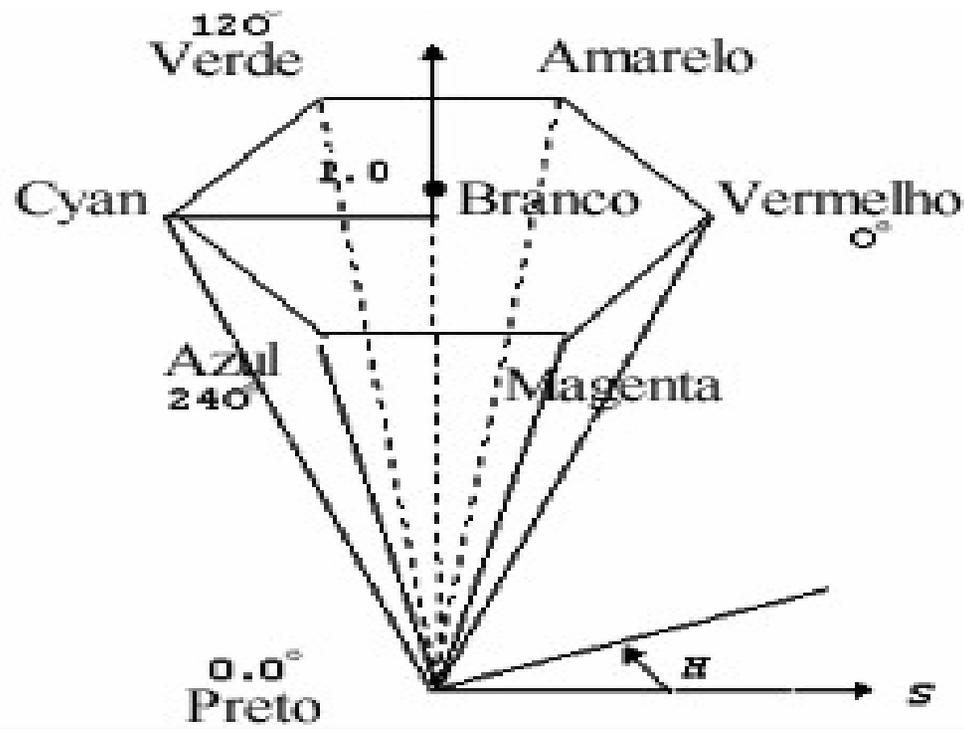
exemplo

| COR | CIELAB | RGB |
|---|--|---------------------------|
|  | $L^* = 53.233; a^* = 80.423; b^* = 66.966$ | R = 255, G = 0, B = 0 |
|  | $L^* = 87.737; a^* = -85.885; b^* = 82.714$ | R = 0; G = 255; B = 0 |
|  | $L^* = 32.303; a^* = 79.435; b^* = -108.797$ | R = 0; G = 0; B = 255 |
|  | $L^* = 97.138; a^* = -21.169; b^* = 93.992$ | R = 255, G = 255, B = 0 |
|  | $L^* = 60.320; a^* = 98.608; b^* = -61.782$ | R = 255, G = 0, B = 255 |
|  | $L^* = 61.976; a^* = 56.208; b^* = 70.851$ | R = 255, G = 100, B = 0 |
|  | $L^* = 42.375; a^* = 0.211; b^* = -0.497$ | R = 100, G = 100, B = 100 |
|  | $L^* = 22.406; a^* = 49.623; b^* = -31.091$ | R = 100, G = 0, B = 100 |
|  | $L^* = 20.949; a^* = -30.591; b^* = 28.301$ | R = 0, G = 60, B = 0 |
|  | $L^* = 36.932; a^* = 65.416; b^* = -101.071$ | R = 0, G = 50, B = 255 |

Alguns sistemas usam características **mais intuitivas** para descrever as cores

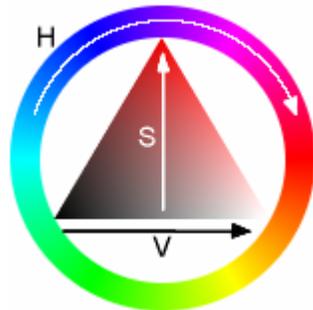


HSV



O algoritmo de RGB para HSV

- Para fazer a transformação os valores RGB devem ser normalizados, isto é, devem estar entre o valor mínimo **zero** e máximo de **um**



- //Primeiro identifique os valores máximos e mínimos:
- $\max = \text{máximo}(R,G,B)$, $\min = \text{mínimo}(R,G,B)$
- //depois os valores de saturação e brilho:
- $V = \max$, $S = (\max - \min) / \max$
- //ai passe a calcular as cores ou H:
- if $S = 0$ /* H passa a ser irrelevante, a cor no HSV será : $(0,0,V)$ */
- else
- $R1 = (R - \min) / (\max - \min)$
- $G1 = (G - \min) / (\max - \min)$
- $B1 = (B - \min) / (\max - \min)$
- if $R1 = \max$, $H = G1 - B1$
- else if $G1 = \max$, $H = 2 + B1 - R1$
- else if $B1 = \max$, $H = 4 + R1 - G1$
- //(converte-se H em graus)
- $H = H * 60$
- //usa-se H variando de 0 a 360° , S e V variando entre 0 e 1
- if $H < 0$, $H = H + 360$
- // a cor no HSV será : (H,S,V) */

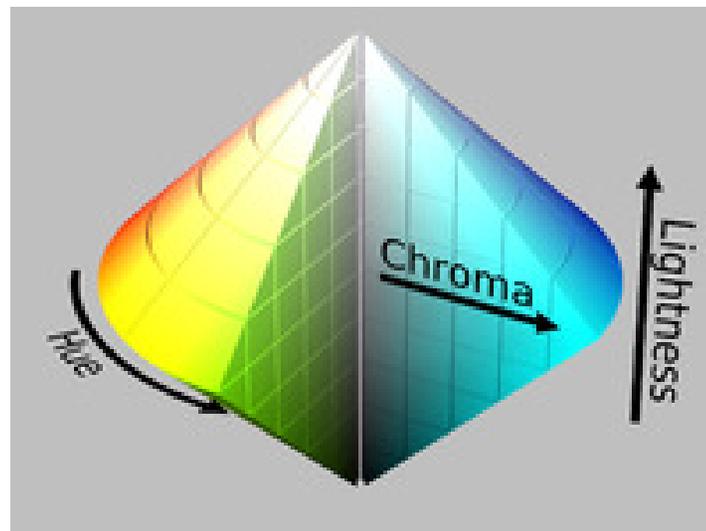
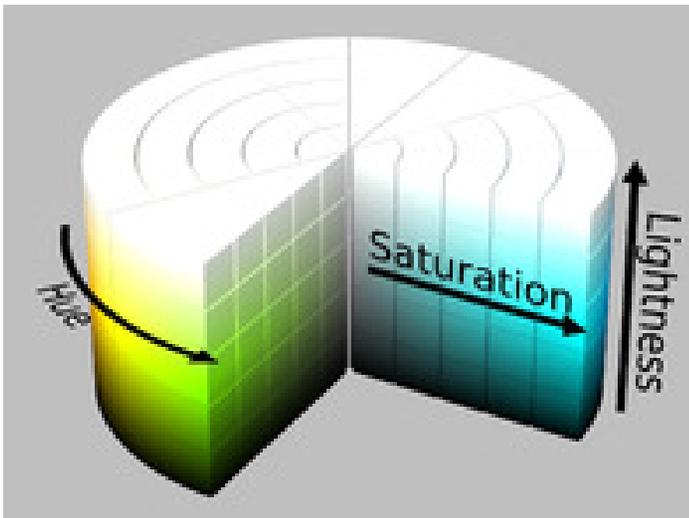
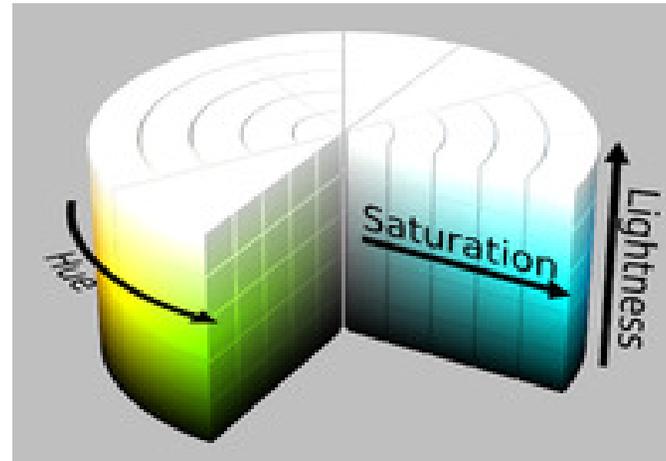
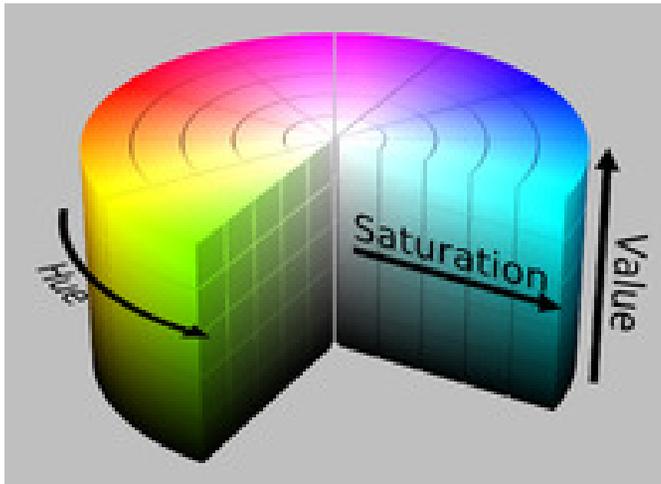
Ou para valores em graus e sendo MAX e MIN os valores máximo e mínimo, respectivamente, dos valores (R, G, B):

$$H = \begin{cases} 60 \times \frac{G - B}{MAX - MIN} + 0, & \text{se } MAX = R \text{ e } G \geq B \\ 60 \times \frac{G - B}{MAX - MIN} + 360, & \text{se } MAX = R \text{ e } G < B \\ 60 \times \frac{B - R}{MAX - MIN} + 120, & \text{se } MAX = G \\ 60 \times \frac{R - G}{MAX - MIN} + 240, & \text{se } MAX = B \end{cases}$$

HLS

- **HLS** é um sistema usado na área de agronomia e pedologia.
- Utiliza os conceitos de **matiz** (hue), **pureza de cor** (saturação) e **luminosidade** (L).
- O Sistema presta uma descrição muito precisa da cor, dando suporte à comunicação de cor.

cuidados



Sistema Pantone

- **O Pantone é uma empresa.**

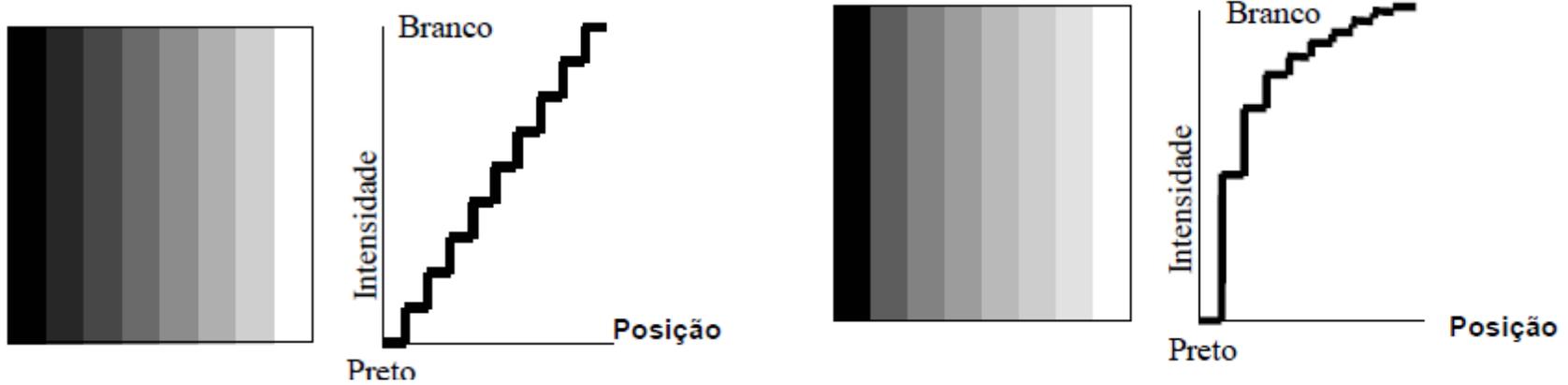
Fundada em 1962 em New Jersey, Estados Unidos, a Pantone Inc. é famosa pela (“*Pantone Matching System*” ou PMS), um sistema de cor utilizado em varias indústrias especialmente a indústria gráfica, além da indústria têxtil, de tintas e plásticos.

As cores Pantone são descritas pelo seu número.

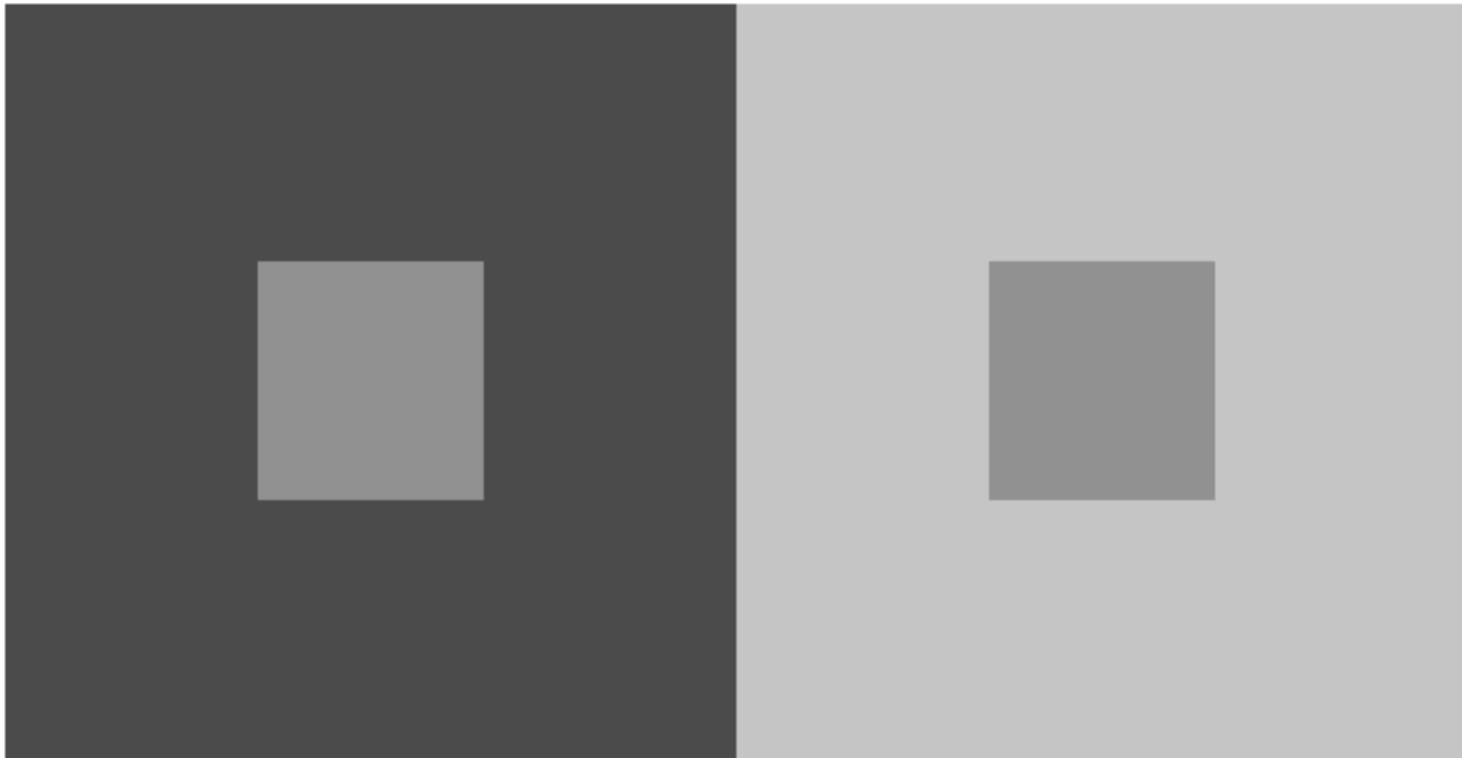
Exemplo:

| PANTONE* | PANTONE* | PANTONE* | PANTONE* | PANTONE* | PANTONE* | PANTONE* | PANTONE* |
|--|---|--|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | |
| PANTONE % R 71 G 69 B 68 Cool Gray 8 C R 181 G 178 B 173 Ⓞ O :: HTML B5B0AD | PANTONE % R 99 G 72 B 77 182 C R 252 G 184 B 196 HTML FC8BC4 | PANTONE % R 89 G 90 B 82 7485 C R 227 G 230 B 209 HTML E3E8D1 | PANTONE % R 78 G 85 B 90 290 C R 199 G 217 B 230 HTML C7D9E6 | PANTONE % R 78 G 90 B 89 317 C R 199 G 230 B 227 HTML C7E9E3 | PANTONE % R 87 G 75 B 85 286 C R 222 G 191 B 217 HTML DEBFD9 | PANTONE % R 95 G 93 B 51 100 C R 242 G 237 B 130 HTML F2ED82 | PANTONE % R 95 G 81 B 69 719 C R 242 G 207 B 176 HTML F2CF80 |
| | | | | | | | |
| PANTONE % R 64 G 63 B 62 Cool Gray 7 C R 163 G 161 B 158 Ⓞ O :: HTML A3A19E | PANTONE % R 99 G 55 B 63 183 C R 252 G 140 B 161 HTML FC8CA1 | PANTONE % R 77 G 89 B 63 7486 C R 196 G 227 B 161 HTML C4E5A1 | PANTONE % R 68 G 81 B 90 291 C R 173 G 207 B 230 HTML ADCFE6 | PANTONE % R 60 G 86 B 87 318 C R 153 G 219 B 222 HTML 99D8DE | PANTONE % R 82 G 84 B 80 297 C R 209 G 163 B 204 HTML D1A3CC | PANTONE % R 96 G 93 B 35 101 C R 245 G 237 B 89 HTML F5E059 | PANTONE % R 84 G 77 B 62 720 C R 240 G 196 B 198 HTML F0C49E |
| | | | | | | | |
| PANTONE % R 59 G 58 B 57 Cool Gray 8 C R 150 G 148 B 145 Ⓞ O :: HTML 969491 | PANTONE % R 97 G 36 B 46 184 C R 247 G 92 B 117 HTML F75C76 | PANTONE % R 58 G 67 B 43 7487 C R 148 G 212 B 110 HTML 94DE6E | PANTONE % R 47 G 70 B 88 292 C R 120 G 179 B 224 HTML 7893E0 | PANTONE % R 29 G 80 B 83 319 C R 74 G 204 B 212 HTML A4CCD4 | PANTONE % R 59 G 27 B 58 258 C R 150 G 69 B 148 HTML 944694 | PANTONE % R 96 G 91 B 8 102 C R 245 G 233 B 30 HTML F5E814 | PANTONE % R 90 G 69 B 50 721 C R 230 G 176 B 128 HTML E6B080 |
| | | | | | | | |
| PANTONE % R 83 G 53 B 52 Cool Gray 9 C R 135 G 135 B 133 Ⓞ O :: HTML 878786 | PANTONE % R 90 G 5 B 18 185 C R 230 G 13 B 46 HTML E60D2E | PANTONE % R 40 G 83 B 24 7488 C R 102 G 212 B 61 HTML 66D43D | PANTONE % R 0 G 28 B 73 293 C R 0 G 71 B 186 HTML 00478A | PANTONE % R 0 G 61 B 64 320 C R 0 G 156 B 163 HTML 009CA3 | PANTONE % R 44 G 7 B 42 259 C R 112 G 18 B 107 HTML 701268 | PANTONE % R 97 G 88 B 9 Yellow C R 247 G 224 B 23 HTML F7E017 | PANTONE % R 84 G 56 B 33 722 C R 214 G 143 B 84 HTML D68F54 |
| | | | | | | | |
| PANTONE % R 45 G 45 B 45 Cool Gray 10 C R 115 G 115 B 115 Ⓞ O :: HTML 737373 | PANTONE % R 81 G 9 B 17 186 C R 207 G 13 B 43 HTML CF142B | PANTONE % R 42 G 67 B 30 7489 C R 107 G 171 B 77 HTML 6BA84D | PANTONE % R 0 G 22 B 81 294 C R 0 G 56 B 130 HTML 003882 | PANTONE % R 0 G 52 B 54 321 C R 0 G 133 B 138 HTML 00856A | PANTONE % R 38 G 9 B 35 260 C R 97 G 23 B 89 HTML 611759 | PANTONE % R 77 G 68 B 6 103 C R 196 G 173 B 15 HTML CAAD0F | PANTONE % R 75 G 45 B 16 723 C R 191 G 115 B 41 HTML 8F7329 |
| | | | | | | | |
| PANTONE % R 40 G 39 B 40 Cool Gray 11 C R 102 G 99 B 102 Ⓞ O :: HTML 666366 | PANTONE % R 69 G 11 B 18 188 C R 125 G 33 B 46 HTML B01C2E | PANTONE % R 38 G 57 B 24 7490 C R 97 G 145 B 61 HTML 61913D | PANTONE % R 0 G 18 B 39 295 C R 0 G 46 B 99 HTML 002E63 | PANTONE % R 0 G 44 B 45 322 C R 0 G 112 B 115 HTML 007073 | PANTONE % R 35 G 11 B 31 261 C R 92 G 28 B 79 HTML 5C1C4F | PANTONE % R 66 G 59 B 4 104 C R 168 G 150 B 10 HTML A8960A | PANTONE % R 58 G 30 B 1 724 C R 148 G 77 B 3 HTML 944D03 |
| | | | | | | | |
| PANTONE % R 49 G 13 B 17 189 C R 125 G 33 B 46 HTML 7D212B | PANTONE % R 43 G 51 B 20 7491 C R 110 G 130 B 51 HTML 6E8233 | PANTONE % R 0 G 16 B 25 296 C R 0 G 41 B 64 HTML 002940 | PANTONE % R 0 G 38 B 39 323 C R 0 G 97 B 99 HTML 006163 | PANTONE % R 32 G 13 B 27 262 C R 82 G 33 B 69 HTML 522145 | PANTONE % R 50 G 45 B 6 105 C R 128 G 115 B 15 HTML 80730F | PANTONE % R 50 G 24 B 1 725 C R 128 G 81 B 3 HTML 803003 | |
| Refer to page i for Icon Definitions C = Coated Paper 52.4 G | Refer to page i for Icon Definitions C = Coated Paper 14 C | Refer to page i for Icon Definitions C = Coated Paper 104 C | Refer to page i for Icon Definitions C = Coated Paper 30 C | Refer to page i for Icon Definitions C = Coated Paper 34 C | Refer to page i for Icon Definitions C = Coated Paper 25 C | Refer to page i for Icon Definitions C = Coated Paper 2 C | Refer to page i for Icon Definitions C = Coated Paper 90 C |

Percepção não linear e não proporcional a intensidade

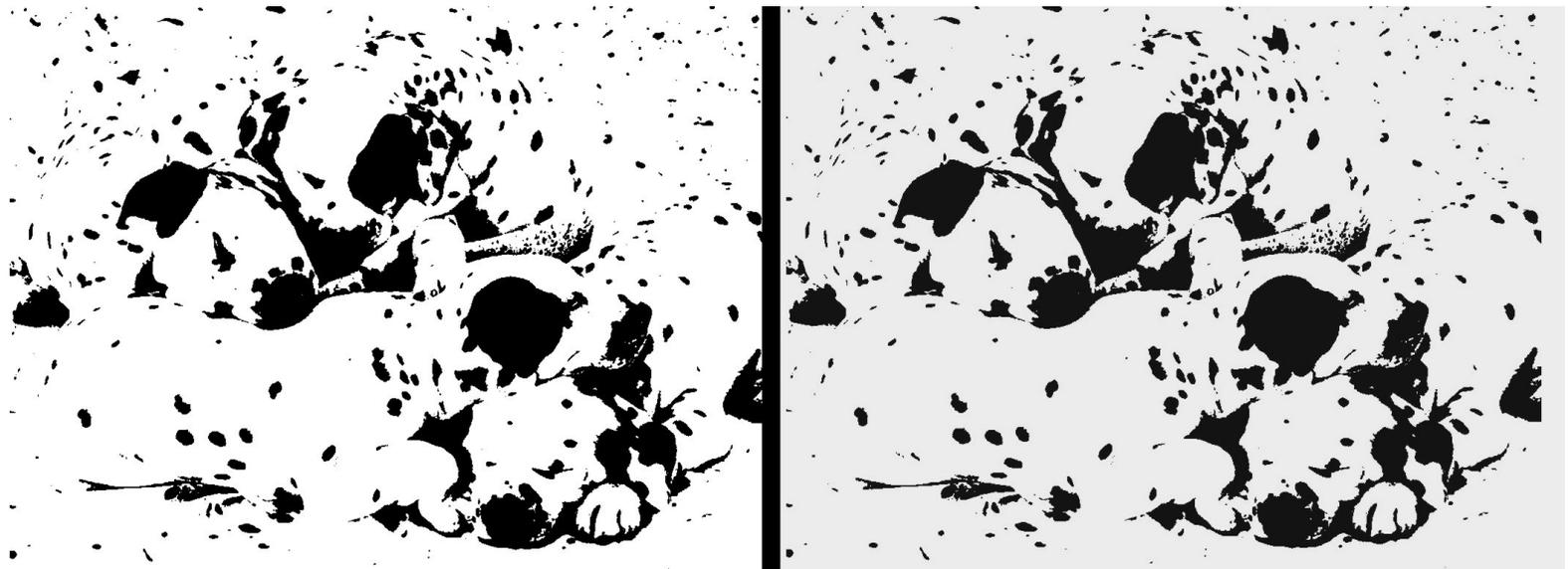


Relação entre contraste e vizinhos



Outras Características das Cores

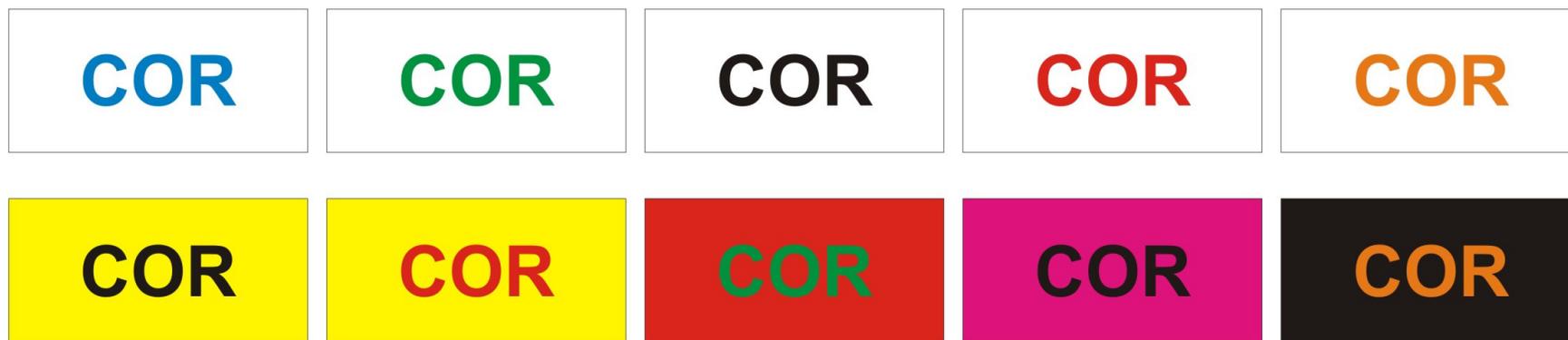
Contraste Excessivo



Contraste excessivo em A e redução de contraste em B

Outras Características das Cores

Contraste fundo-letra



Contrastes ideais de cores

Outras Características das Cores

Invariância perceptiva de cor

ZUL ROXO AZUL VERDE AMARELO
SA PRETO LARANJA ROSA VERM
MARELO VERMELHO MARROM A
ZUL VERDE PRETO LARANJA RO

Invariância perceptiva da cor associada a palavras.

Percepção e Cognição

- Processo Informativo
- Detecção
- Reconhecimento
- Discriminação

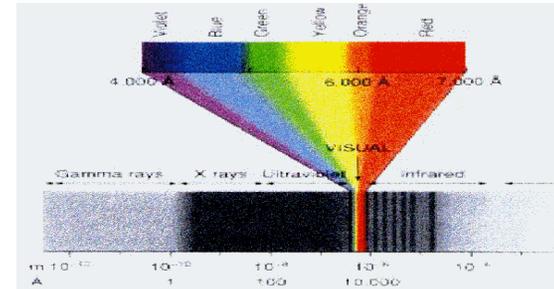


Ilusão.

Iluminação

Fontes (aditivas) : - naturais (sol, fogo, estrelas)

- artificiais (vídeo, TV, lâmpadas).

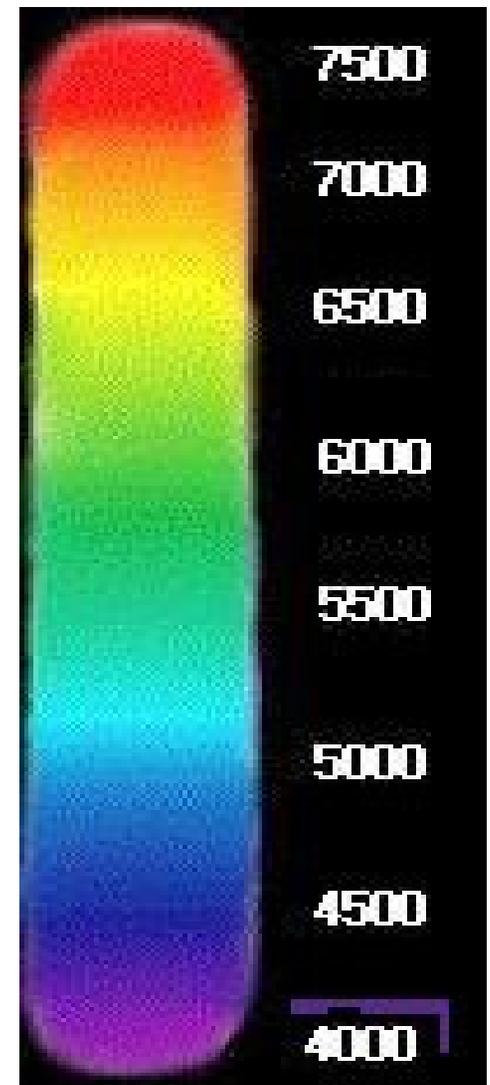


| Classificação Geral | Tipos Especiais | Modelos |
|--------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| Incandescentes | Refletoras | Vidro prensado |
| | | Vidro soprado |
| Com refletor na parte esférica | | |
| | Halógenas | - |
| Descarga | Baixa pressão (fluorescentes) | Com starter |
| | | Sem starter |
| | De alta pressão | Vapor de Mercúrio |
| | | Vapor metálico |
| | | Luz mista |
| | Vapor de sódio | |

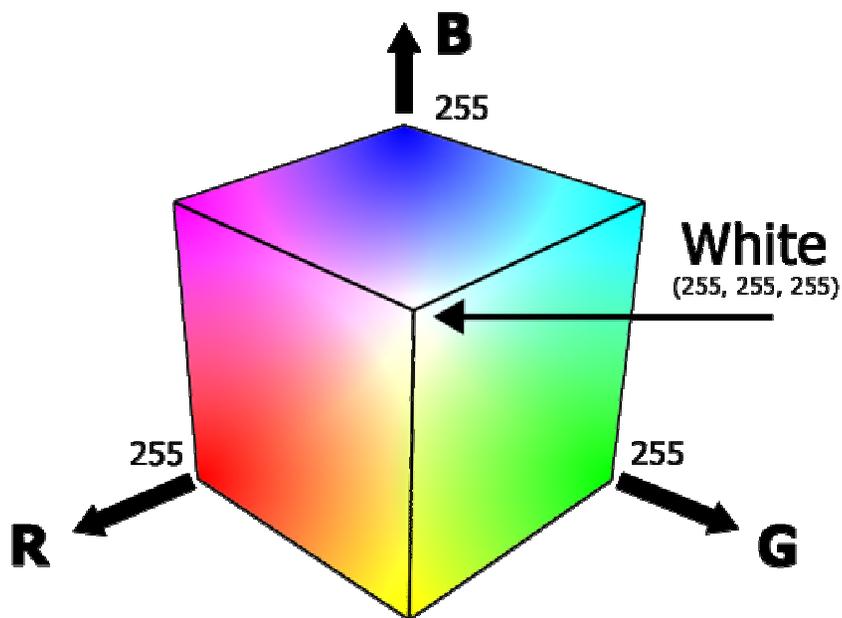
Classificação das lâmpadas

O espectro da luz do Sol, dita "branca", é um contínuo com todas as cores visíveis.

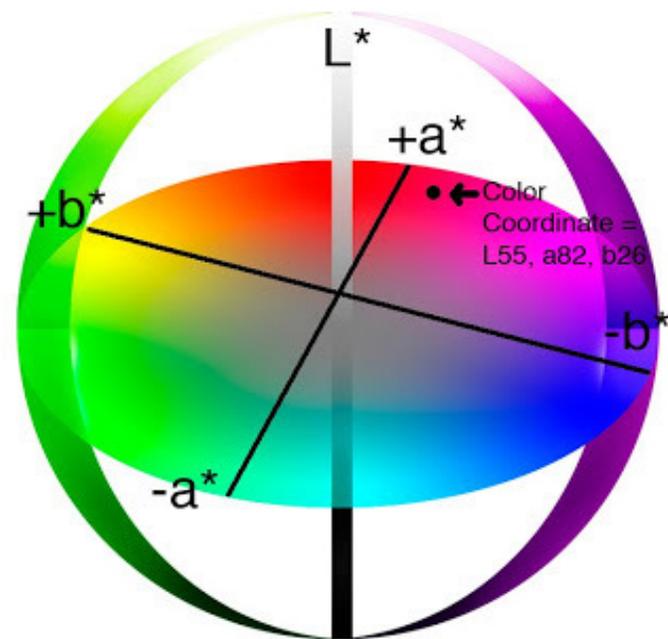
Hoje sabemos que essas componentes têm comprimentos de onda que vão desde: 4000 Ångstroms (violeta) até 7500 Ångstroms (vermelho).



VISUALIZAÇÃO GEOMÉTRICA



RGB: visualização pelo formato de um cubo, onde não existem posições negativas, e estas variam de 0 até 255 para cada cor primária (R, G ou B).



CIELAB: visualização pelo formato de uma esfera, existem valores negativos de cor que variam do -120 até 120, sua luminosidade varia de 0 até 100.

Outros sistemas

- **Modelo CIE/xyY (1931)** - modelo colorimétrico xyY, que representa as cores de acordo com a sua cromaticidade (eixos x e y) e a sua luminância (eixo y)
- **Modelo CIE/Luv (1960)** – é um modelo que traça no diagrama cromático um polígono que tem todas as cores capazes de reprodução, todavia , este modelo de representação não leva em conta fatores físicos de percepção da cor pelo olho humano.
- **Modelo CIE/Lab (1976)** - finalmente, o modelo colorimétrico **L a*b*** (também conhecido sob o nome de CIELAB), supre essa deficiência dos anteriores,

ESPAÇO DE CORES CIELAB

- No espaço de cores CIELAB, a intensidade luminosa é descrita pela luminosidade (L^*), e as cores por duas coordenadas, que variam de -120 a 120:

ESPAÇO DE CORES CIELAB

- A coordenada a^* contém o espectro de cores que variam entre **vermelho** e **verde** e;

A coordenada b^* , por sua vez possui o espectro de cores variantes entre as cores **amarelo** e **azul**

YCbCr

YCbCr é a versão digital do vídeo componente (a versão analógica do vídeo componente, que é a mais usada, é chamada YPbPr). Estes dois padrões são também conhecidos como YUV. “Y” é a informação de luminância (a imagem em preto-e-branco), Cb é a diferença entre o azul e a luminância (B-Y) e o Cr é a diferença entre o vermelho e a luminância (R-Y). Os três números representam as taxas de amostragem usadas para codificar os sinais Y, Cb e Cr, respectivamente.

RGB - > Y Cr Cb

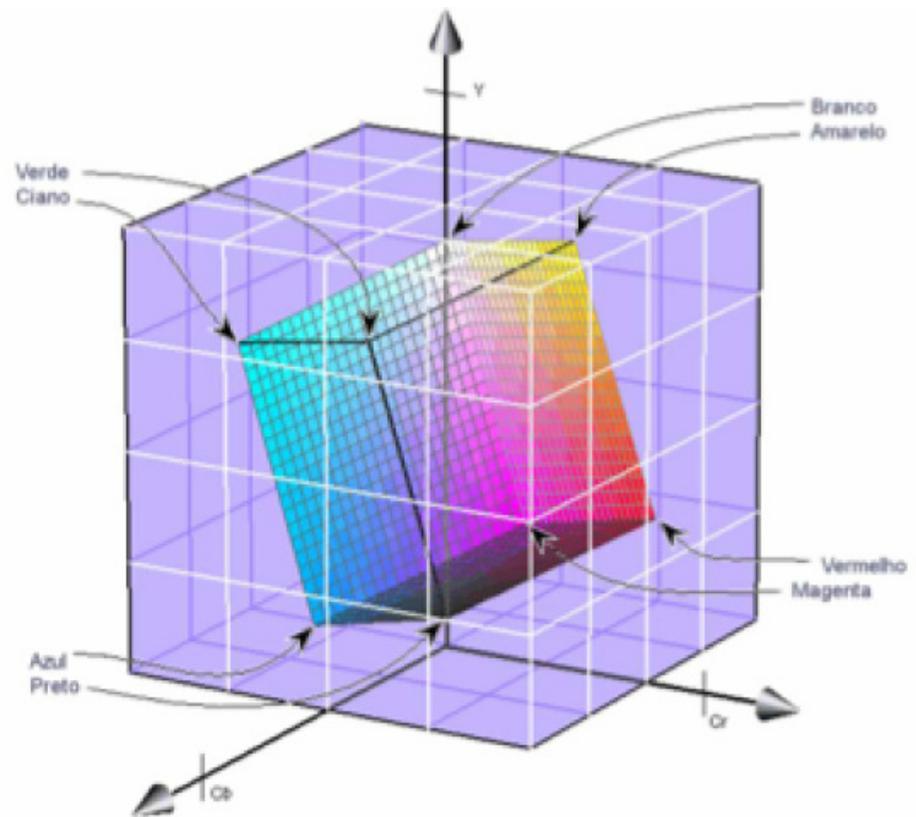
$$\begin{aligned}y &= 16 + (0.2125 * r + 0.7154 * g + 0.0721 * b) * 219 / 256; \\cb &= 128 + ((-0.115) * r - 0.386 * g + 0.5000 * b) * 224 / 256; \\cr &= 128 + (0.5000 * r - 0.454 * g - 0.046 * b) * 224 / 256;\end{aligned}$$

Y Cr Cb - > RGB

```
r = ((y - 16)) * 255 / 219 + 1.575 * ((cr - 128) * 255) / 224;  
g = ((y - 16)) * 255 / 219 - 0.187 * ((cb - 128) * 255) / 224 - 0.4678 * ((cr - 128) * 255) / 224;  
b = ((y - 16)) * 255 / 219 + 1.8508 * ((cb - 128) * 255) / 224;
```

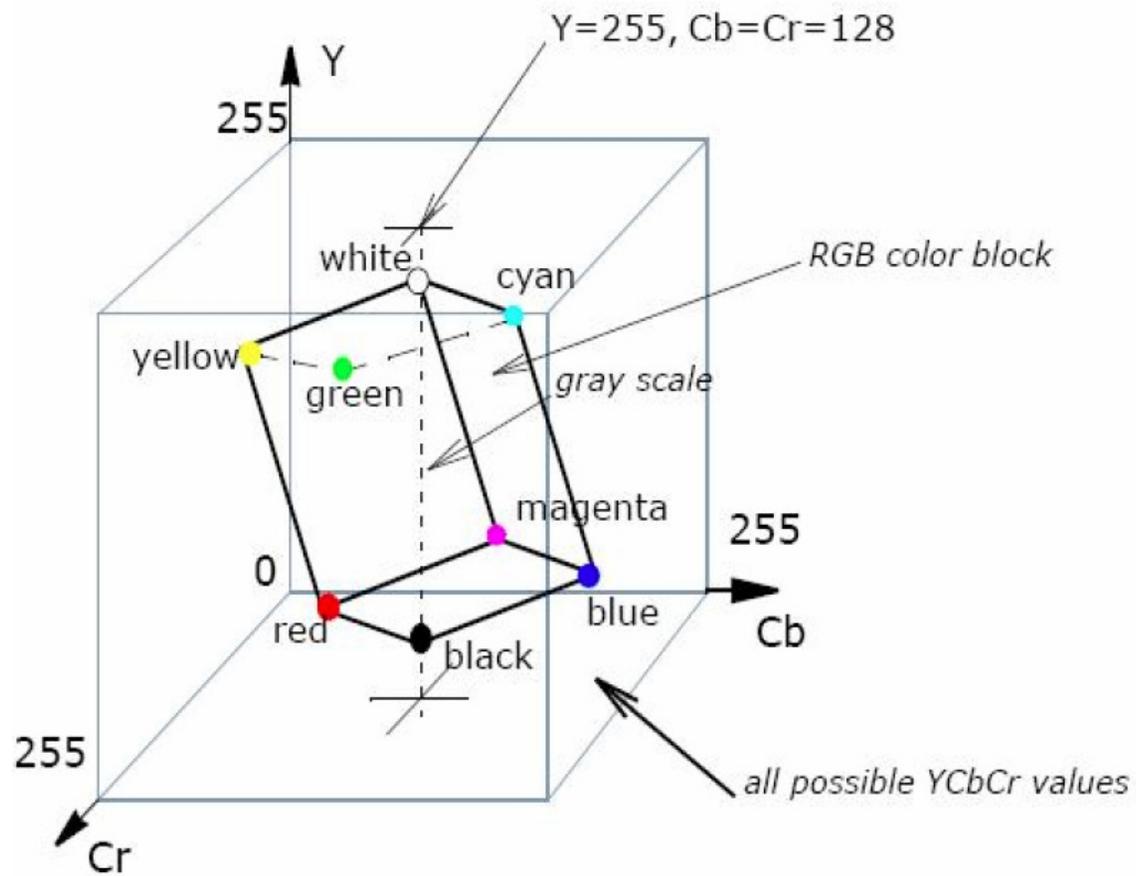
O YCbCr não é um espaço de cores absoluto e sim uma forma de codificação das informações digitais RGB. Esta codificação está definida na recomendação ITU-T 601-4 e é dependente do dispositivo. A compressão MPEG (formato de vídeo H264) usada em DVDs, blu-rays, projetores LCD, televisores digitais de alta definição e câmeras digitais produzem vídeo codificado usando YCbCr.

Um espaço equivalente ao YCbCr utilizado em aplicações analógicas é o YPbPr.



RGB representado nos eixos YCbCr.

Cores possíveis RGB ocupam apenas parte do espaço de cor YCbCr limitado pelas faixas nominais, portanto, há muitas combinações YCbCr que resultam em valores inválidos RGB.



Fontes de Iluminação

A iluminação e as cores

As características da cor de uma lâmpada são definidas por:

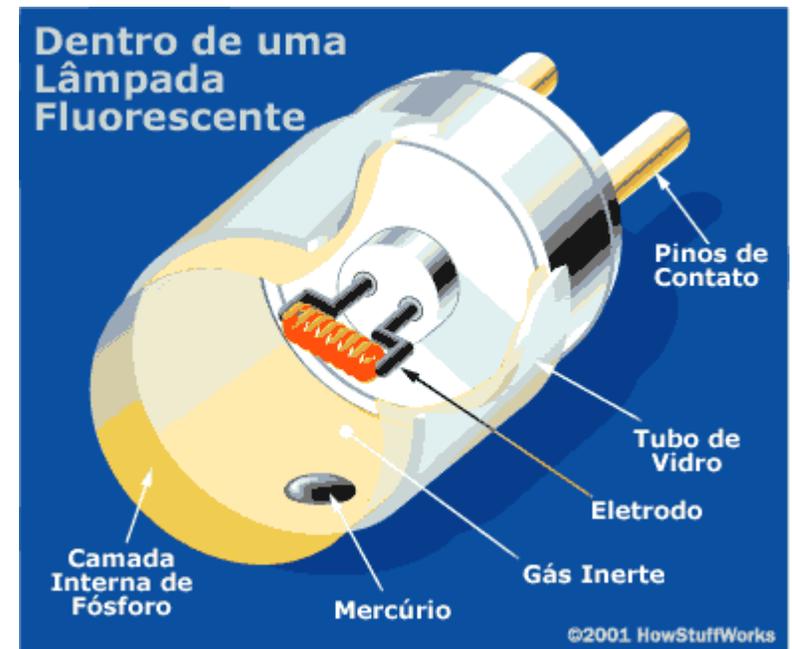
- sua aparência de cor (atributo da temperatura de cor);
- sua capacidade de reprodução de cor (atributo que afeta a aparência de cor dos objetos iluminados).

Associação entre temperatura e aparência de cor de uma lâmpada

| Temperatura de cor (K) | Aparência de cor |
|------------------------|-------------------------------|
| $T > 5000$ | Fria (branca- azulada) |
| $3300 < T < 5000$ | Intermediária (branca) |
| $T < 3300$ | Quente (branca – avermelhada) |

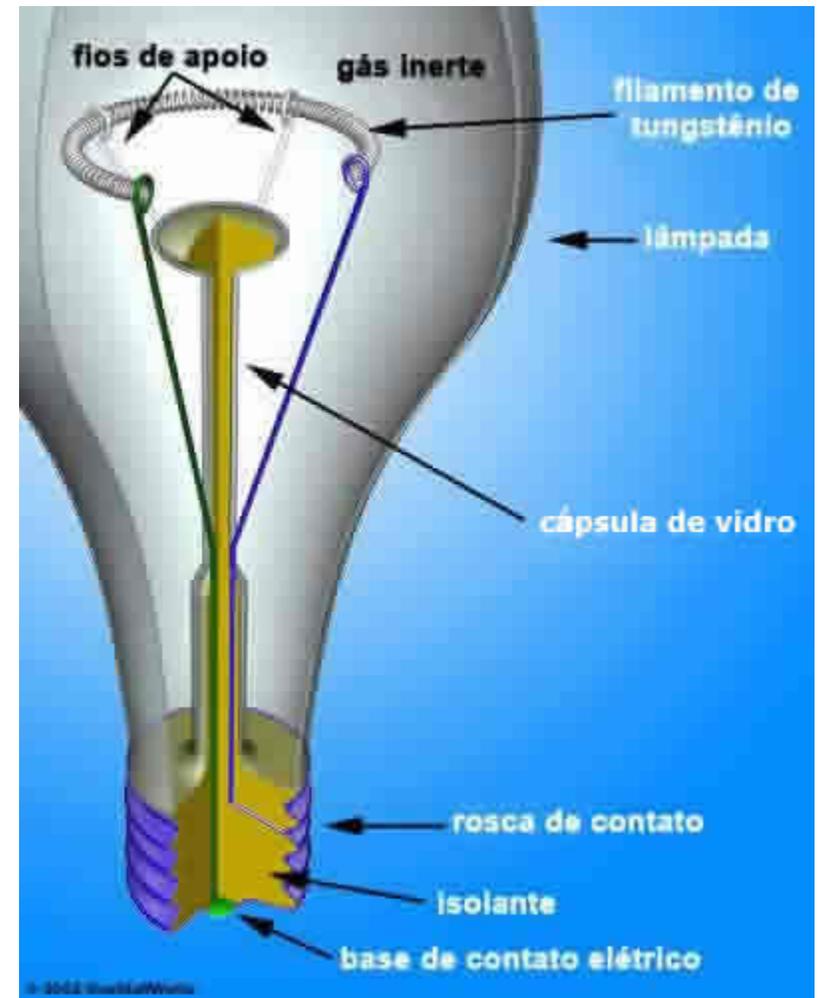
Lâmpadas

- As lâmpadas fluorescentes geram luz pela passagem da eletricidade através de um tubo cheio de gás inerte e uma pequena quantidade de **mercúrio**.
- Quando **energizado o mercúrio emitem luz visível e UV** que são completamente invisíveis. Mas o **revestimento de fósforo do tubo converte** a energia UV em luz visível.
- Os fosforos são substâncias que emitem luz ou **florescem** quando expostos à energia elétrica.
- Na lâmpada fluorescente, **a luz emitida está toda no espectro visível - o fósforo emite a luz branca que podemos ver.** Os fabricantes podem variar a cor da luz usando combinações de fosforos diferentes.

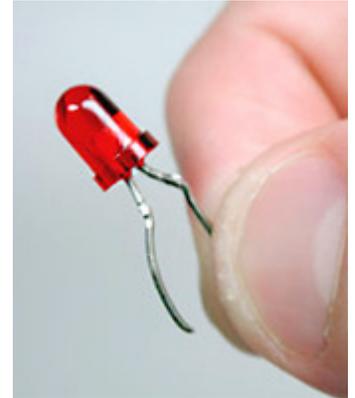


Lâmpadas incandescentes

- Lâmpadas incandescentes liberam a maior parte de sua energia no infravermelho (carregados de calor).
- Apenas cerca de 10% da luz produzida alcança o espectro visível.
- Isso desperdiça muita eletricidade.



Diodos emissores de luz ou LEDs



- Basicamente, os LEDs são lâmpadas pequenas que se ajustam facilmente em um circuito elétrico.
- Mas diferentes de lâmpadas incandescentes comuns eles não têm filamentos que se queimam e não ficam muito quentes.
- Além disso eles são iluminados somente pelo movimento de elétrons em um semicondutores e duram tanto quanto um transistor padrão.

Luz negra

Há dois tipos diferentes de luz negra, mas ambas funcionam basicamente do mesmo modo, parecido /. O filtro negro bloqueia parte da luz visível.

Uma luz negra tubular é uma lâmpada fluorescente com um tipo diferente de revestimento de fósforo. Esse revestimento absorve as ondas curtas UV-B e UV-C nocivas e emite UV-A, do mesmo modo que o fósforo em uma lâmpada fluorescente absorve a luz UV e emite luz visível. O próprio tubo de vidro "negro" bloqueia a maior parte de luz visível, de modo que somente a luz UV-A e alguma luz visível azul e violeta passam por ele.

Uma lâmpada de luz negra incandescente é similar a uma incandescente normal, **mas usa filtros de luz negra para absorver a luz do filamento aquecido.**

Eles absorvem tudo exceto a luz infravermelha e UV-A, além de um pouco da luz visível.



Porque do brilho dos brancos, dentes e outras coisas

- a luz UV emitida pela LUZ NEGRA reage com vários **fosforosos externos** exatamente do mesmo modo que a luz UV dentro de uma lâmpada fluorescente reage com o revestimento de fósforo.
- Os fosforosos externos brilham enquanto a luz UV está brilhando sobre eles.
- Há uma grande quantidade de fosforosos naturais nos dentes e unhas. Há também muitos fósforo em algumas tintas, tecidos e plásticos.
- Algumas peças de suas roupas brancas brilham. Isso acontece por que a maioria dos sabões em pó contém fósforo para fazer o branco parecer mais branco à luz do sol. A luz do sol contém luz UV que faz o branco brilhar "mais claro do que o branco".
- As roupas escuras não brilham porque os pigmentos escuros absorvem a luz UV.

Bibliografia

- Kaiser, Peter K. *The Joy of Visual Perception: A Web Book*, York University, <http://www.yorku.ca/eye/>
- Smal, James; Hilbert, D.S. (1997). *Readings on Color, Volume 2: The Science of Color*, 2nd ed., Cambridge, Massachusetts: MIT Press. ISBN 0-262-52231-4.
- Kaiser, Peter K.; Boynton, R.M. (1996). *Human Color Vision*, 2nd ed., Washington, DC: Optical Society of America. ISBN 1-55752-461-0.
- Wyszecki, Günther; Stiles, W.S. (2000). *Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulae*, 2nd edition, places: Wiley-Interscience. ISBN 0-471-39918-3.
- McIntyre, Donald (2002). *Colour Blindness: Causes and Effects*. UK: Dalton Publishing. ISBN 0-9541886-0-8.
- Shevell, Steven K. (2003). *The Science of Color*, 2nd ed., Oxford, UK: Optical Society of America, 350. ISBN 0-444-512-519.
- Color Theory and Modeling for Computer Graphics, Visualization, and Multimedia Application, editado por Haim Levkowitz, 1997.