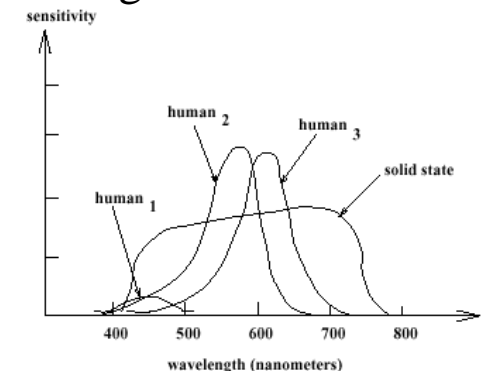
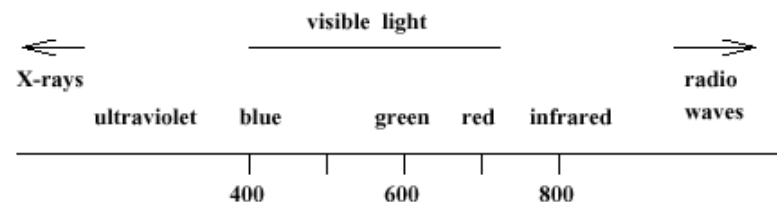


# 6º CAPÍTULO

## Extracção de cor e textura



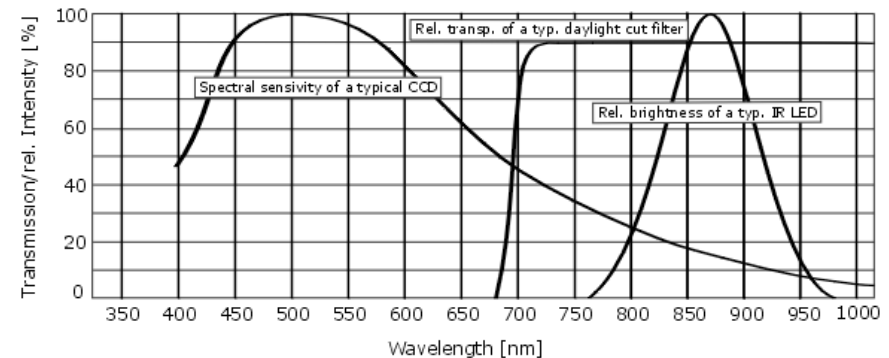
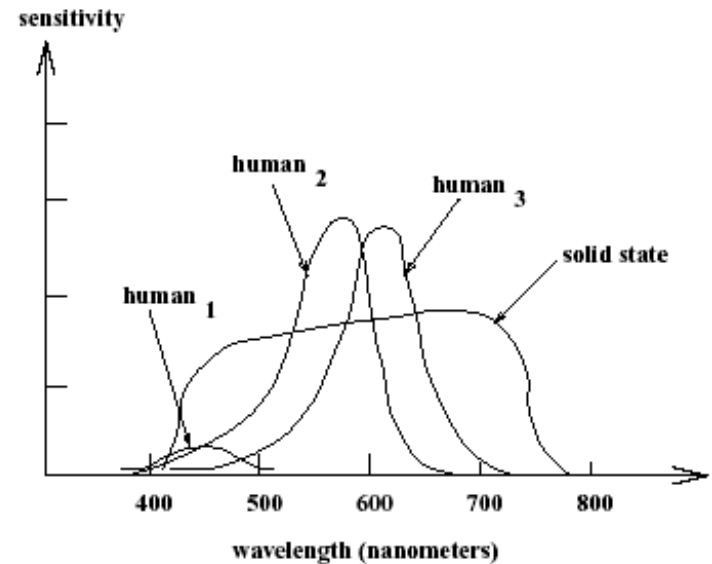
- Percepção de cor depende de 3 principais factores:
  - O modo como a energia da fonte de iluminação se distribui ao longo do espectro
  - A reflectância da superfície do objecto, ou seja qual a relação entre o espectro emitido pela fonte e o espectro radiado pela superfície
  - A sensibilidade espectral do sensor
    - Um objecto diz-se ‘azul’ se quando iluminado com luz branca parece azul. O mesmo objecto parece violeta se iluminado com luz vermelha. Um carro azul iluminado com luz solar intensa (branca) aquece e radia energia na banda IR (invísivel ao olho humano mas visível por sensor IR)



- Outros factores que afectam a percepção de um objecto:
  - Material (superfícies especulares ou matizadas), distância, orientação

# Sensibilidade dos receptores

- Os receptores de cor (*cones*) da retina são sensíveis apenas a uma dada gama de comprimentos de onda
- O Sistema Visual Humano (SVH) dispõe de 3 tipos de *cones*
- O cérebro é responsável pela fusão da informação proveniente destas 3 fontes – Percepção de cor
- Como é possível?
  - Existem infinitas possibilidades de distribuições espectrais, mas apenas são necessárias 3 características.
- Nota importante:
  - Os sensores CCD têm, geralmente, boa sensibilidade na zona do infravermelho (vantagem ou desvantagem?)



- A cor percebida depende da:

- Fonte de iluminação

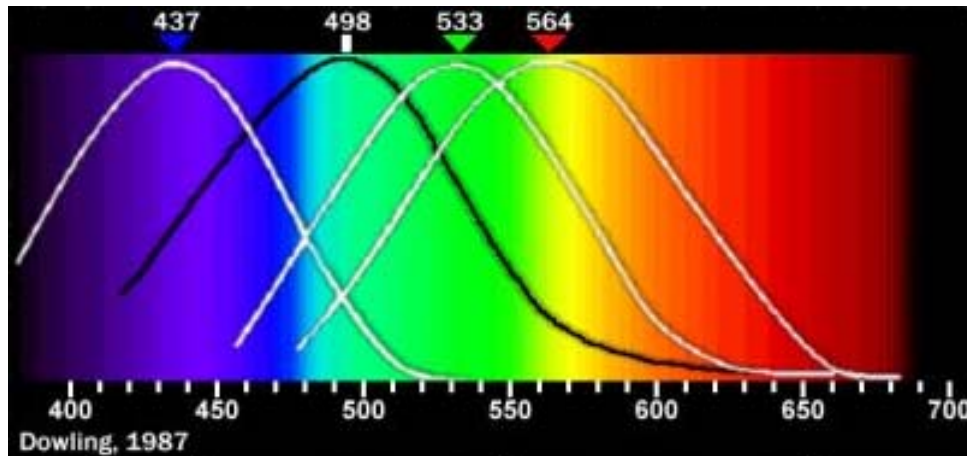
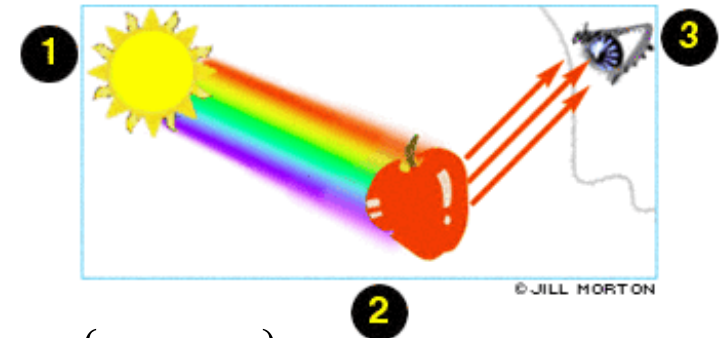
$$E(\lambda)$$

- Reflectância do objecto (*albedo*)

$$S(\lambda)$$

- Sensibilidade do observador

$$f_C(\lambda), C \in \{R, G, B\}$$



(linha escura → sensibilidade dos *rods*)

$$G = \int_{\lambda} E(\lambda) S(\lambda) f_G(\lambda) d\lambda$$

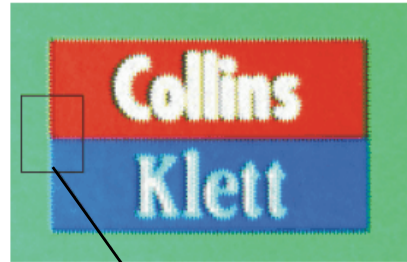
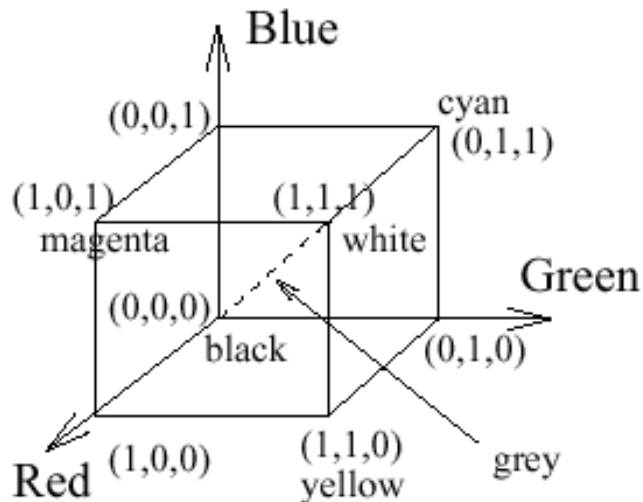
$$B = \int_{\lambda} E(\lambda) S(\lambda) f_B(\lambda) d\lambda$$

$$R = \int_{\lambda} E(\lambda) S(\lambda) f_R(\lambda) d\lambda$$

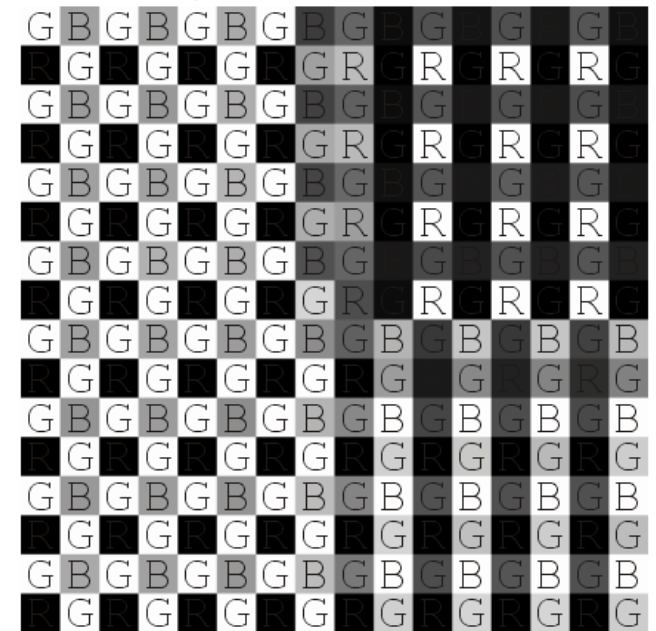
# Representação de cor na base RGB

- Actualmente, os sistemas gráficos usam 3 bytes (RGB) para representar a cor de um pixel (*true color*) → 16.777.216 codificações possíveis (cores possíveis?)
  - 16 bits/pixel é considerado suficiente (5 bits para cada uma das componentes RGB, mais um bit adicional para o verde). O SVH tem maior sensibilidade na zona do verde.

## Cubo RGB



## Monitor RGB



# Outros sistemas de representação de cor

---

	Sistema aditivo	Sistema subtrativo	
	RGB	CMY	HSI
RED	(255, 0, 0)	( 0, 255, 255)	(0.0 , 1.0, 255)
YELLOW	(255, 255, 0)	( 0, 0, 255)	(1.05, 1.0, 255)
	(100, 100, 50)	(155, 155, 205)	(1.05, 0.5, 100)
GREEN	( 0, 255, 0)	(255, 0, 255)	(2.09, 1.0, 255)
BLUE	( 0, 0, 255)	(255, 255, 0)	(4.19, 1.0, 255)
WHITE	(255, 255, 255)	( 0, 0, 0)	(-1.0, 0.0, 255)
GREY	(192, 192, 192)	( 63, 63, 63)	(-1.0, 0.0, 192)
	(127, 127, 127)	(128, 128, 128)	(-1.0, 0.0, 127)
	( 63, 63, 63)	(192, 192, 192)	(-1.0, 0.0, 63)
	...		
BLACK	( 0, 0, 0)	(255, 255, 255)	(-1.0, 0.0, 0)

## Crominância:

$$r = \frac{R}{R + G + B}$$

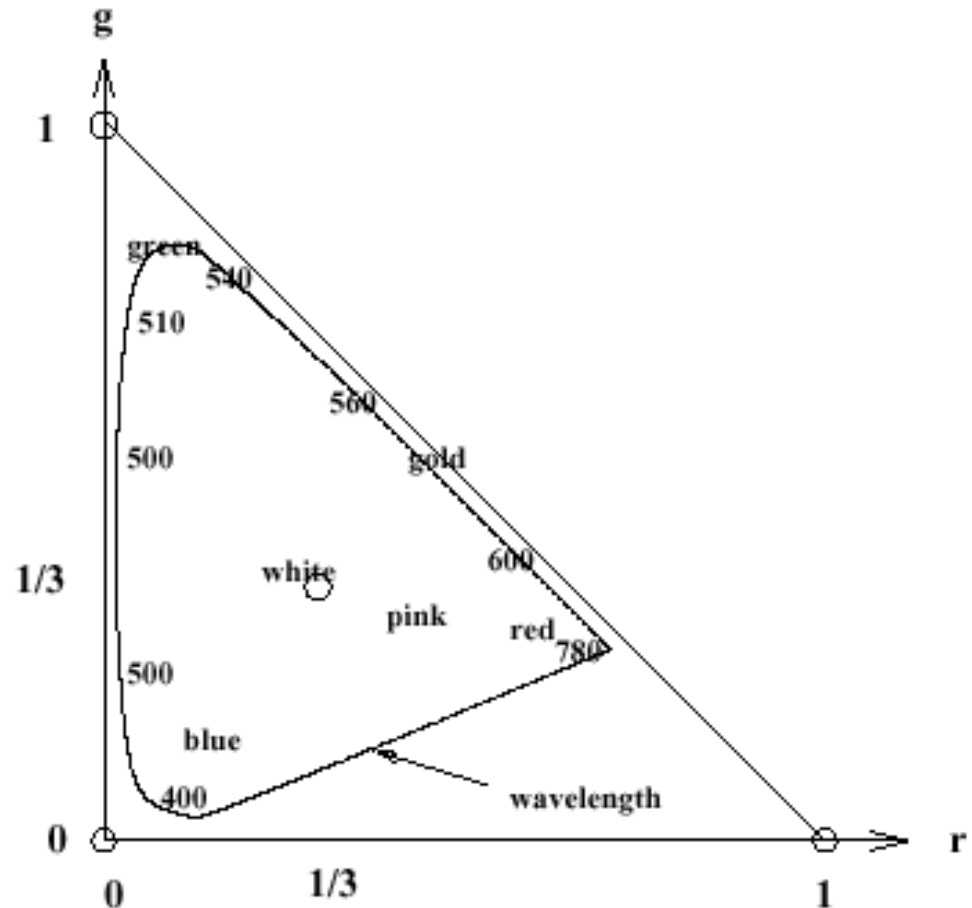
$$g = \frac{G}{R + G + B}$$

## Luminância:

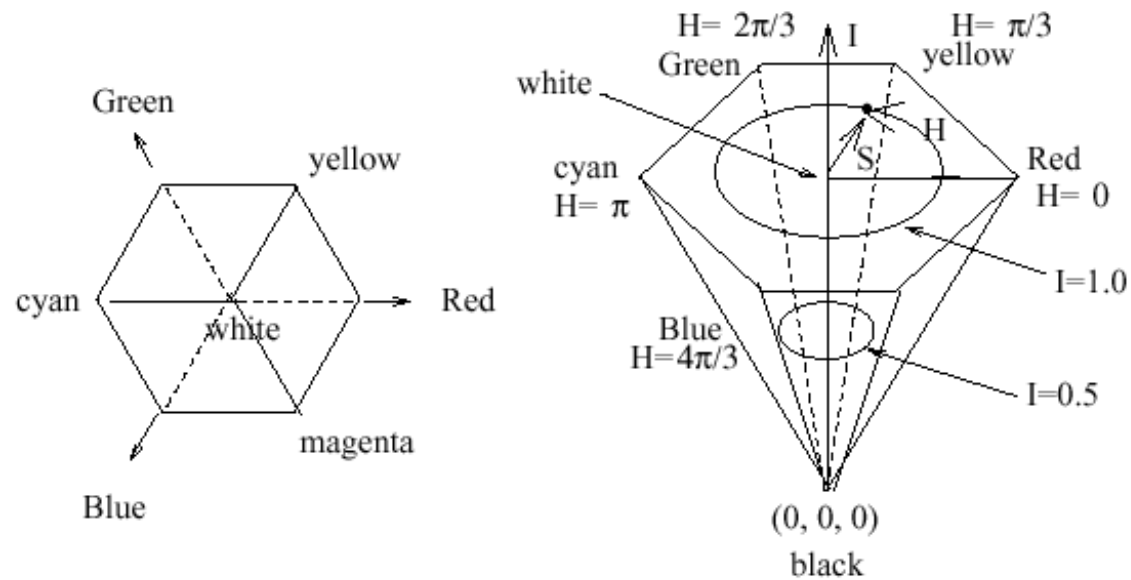
$$I = (R + G + B)/3$$

Outra alternativa:

- normalizar pelo  $\max(R,G,B)$



# Representação HSI



Efeito provocado pela alteração da componente saturação:



original

+40%

-20%



# Conversão de RGB para HSI

## Conversion of RGB encoding to HSI encoding.

$R, G, B$  : input values of RGB all in range  $[0,1]$  or  $[0,255]$ ;

$I$  : output value of intensity in same range as input;

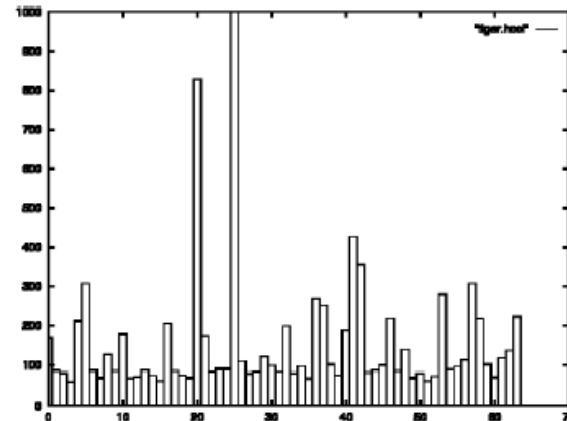
$S$  : output value of saturation in range  $[0,1]$ ;

$H$  : output value of hue in range  $[0,2\pi)$ ,  $-1$  if  $S$  is 0;

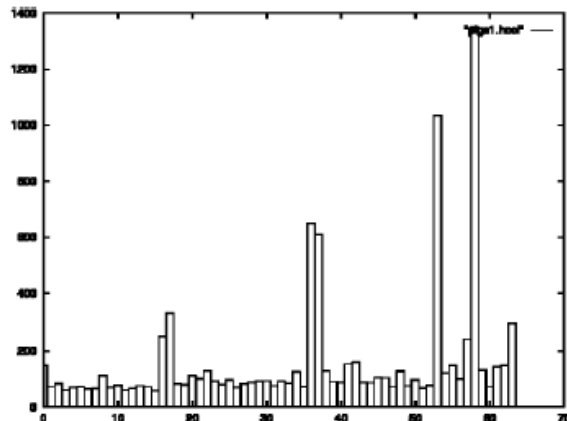
$R, G, B, H, S, I$  are all floating point numbers;

```
procedure RGB_to_HSI( in  $R, G, B$ ; out  $H, S, I$ )
{
   $I := \max ( R, G, B );$ 
   $\min := \min ( R, G, B );$ 
  if ( $I \geq 0.0$ ) then  $S := (I - \min )/I$  else  $S := 0.0$ ;
  if ( $S \leq 0.0$ ) then {  $H := -1.0$ ; return; }
    "compute the hue based on the relative sizes of the RGB components"
   $\text{diff} := I - \min$ ;
  "is the point within +/- 60 degrees of the red axis?"
  if ( $r = I$ ) then  $H := (\pi/3) * (g - b) / \text{diff}$ ;
  "is the point within +/- 60 degrees of the green axis?"
  else if ( $g = I$ ) then  $H := (2 * \pi/3) + \pi/3 * (b - r) / \text{diff}$ ;
  "is the point within +/- 60 degrees of the blue axis?"
  else if ( $b = I$ ) then  $H := (4 * \pi/3) + \pi/3 * (r - g) / \text{diff}$ ;
  if ( $H \leq 0.0$ )  $H := H + 2\pi$ ;
}
```

# Histograma de cor

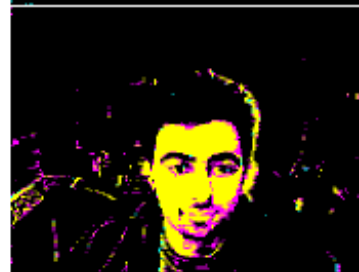
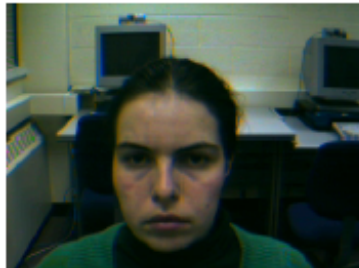


$$Intersection\{h_I, h_M\} = \sum_{j=1}^K \min\{h_I(j), h_M(j)\}$$

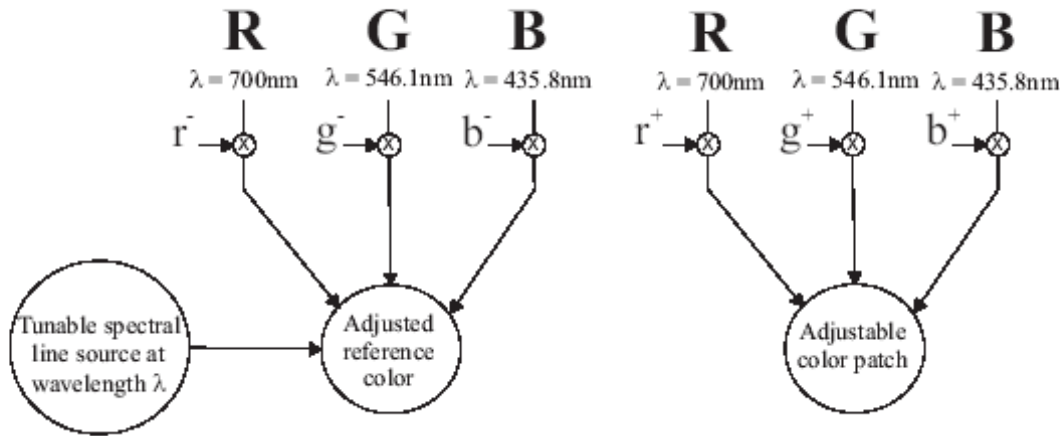


$$match\{h_I, h_M\} = \frac{\sum_{j=1}^K \min\{h_I(j), h_M(j)\}}{\sum_{j=1}^K h_M(j)}$$

# Classificação usando cor

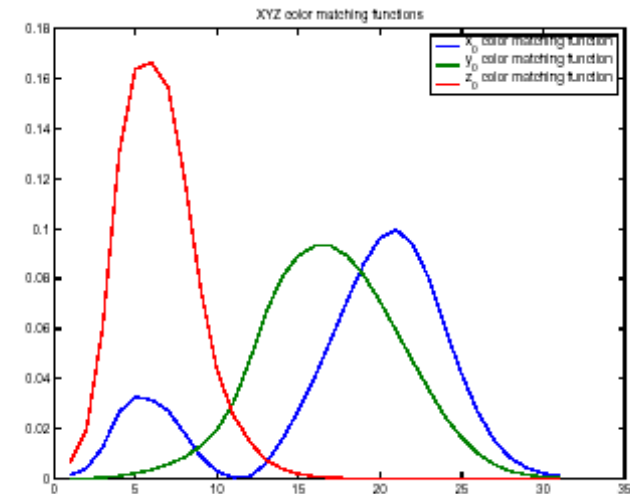
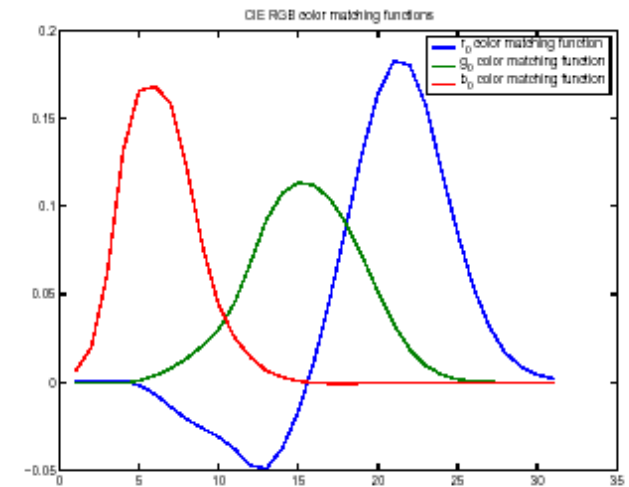


Cores primárias: R, G, B

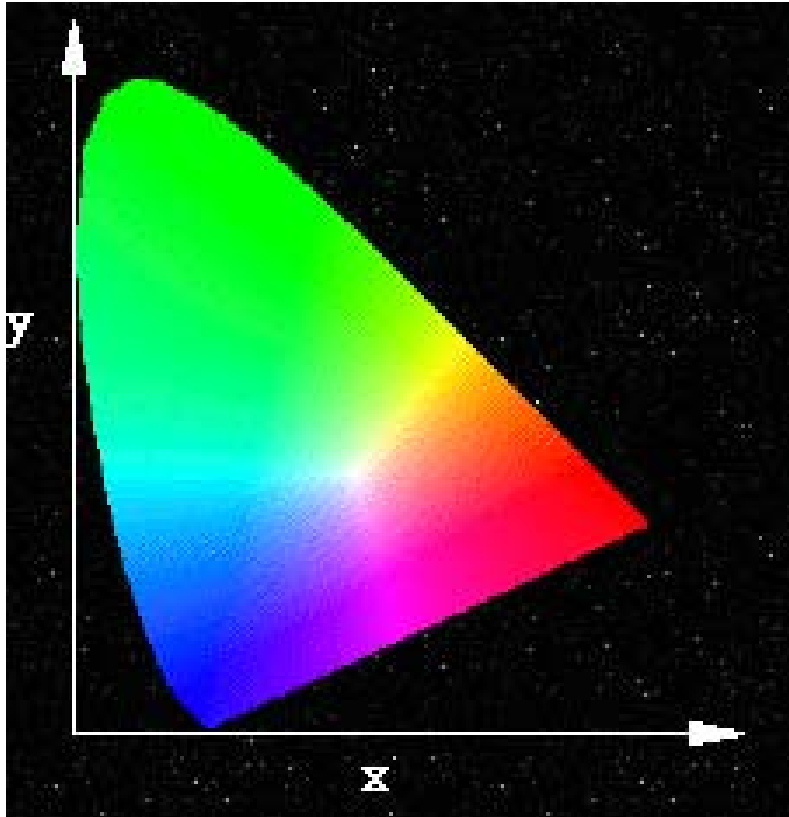


Problema: Algumas cores produzem  
coeficientes negativos

Solução: Transformação linear.  
As cores primárias são agora  
imaginárias  $\rightarrow$  XYZ



# Diagrama de cromaticidade x,y



Coordenadas cromáticas:

$$x = \frac{X}{X + Y + Z}$$

$$y = \frac{Y}{X + Y + Z}$$

$$z = 1 - x - y$$

Relação com as cores primárias, RGB:

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.619 & 0.177 & 0.204 \\ 0.299 & 0.586 & 0.115 \\ 0.000 & 0.056 & 0.944 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$

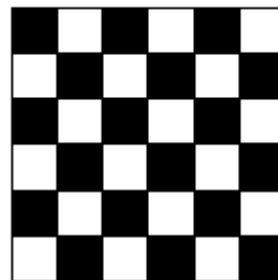
# O que é textura?

---

- É difícil definir qual o significado de textura
- Textura dá-nos informação acerca da distribuição espacial das intensidades e/ou cores
- É uma característica útil em segmentação de imagens em regiões
- Exemplo:
  - Um mesmo histograma, mas diferentes texturas



**block pattern**

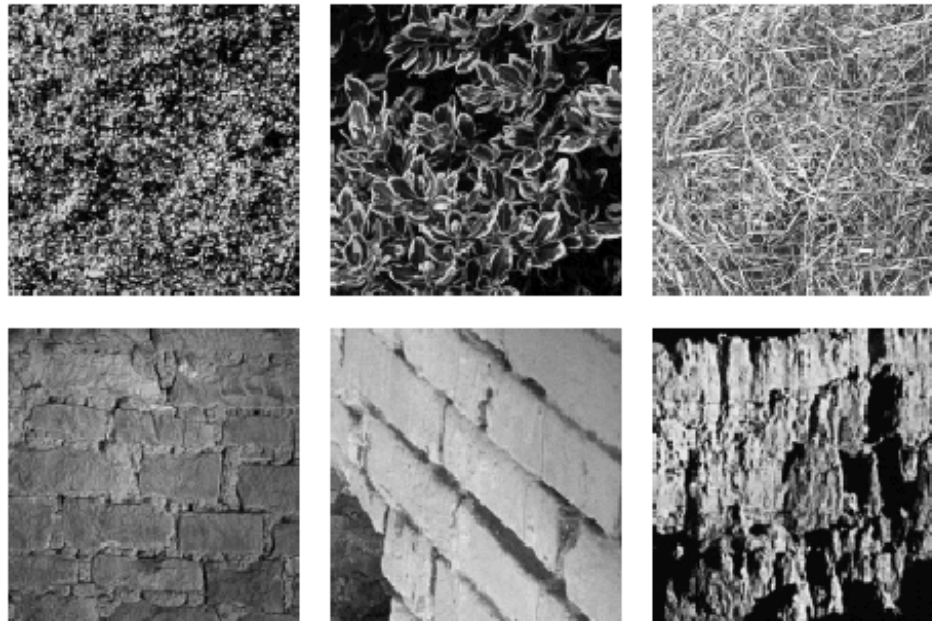


**checkerboard**



**striped pattern**

- Abordagem estrutural
  - textura é o modo como um conjunto de padrões elementares (*texels*) estão dispostos numa região
- Abordagem estatística
  - textura é uma medida quantitativa de como as intensidades luminosas estão dispostas numa região



- Densidade (*edgeness*) e direcção dos edges

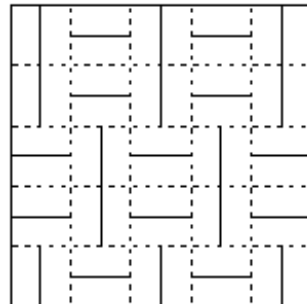
$$F_{edgeness} = \frac{|\{p \mid Mag(p) \geq T\}|}{N}$$

$$F_{magdir} = (H_{mag}(R), H_{dir}(R))$$

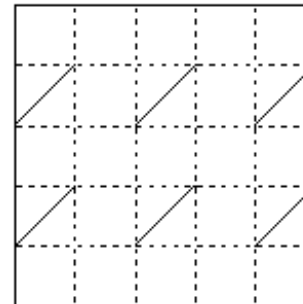
## – Exemplo

- 2 níveis de amplitude: fraca e forte
- 3 níveis de direcção: horizontal, vertical e diagonal

$$F_{edgeness} = \frac{25}{25} = 1$$



$$F_{magdir} = ((0.24, 0.76)(0.48, 0.52, 0.00))$$



$$F_{edgeness} = \frac{6}{25} = 0.24$$

$$F_{magdir} = ((0.00, 0.24)(0.00, 0.00, 0.24))$$

- Distância entre histogramas

$$L_1(H_1, H_2) = \sum_{i=1}^n |H_1(i) - H_2(i)|$$