

Fisiologia das alterações de cor - Percepção e medição da cor -

Fisiologia Pós-colheita

Mestrado em Ciência e Tecnologia Pós-colheita
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Domingos Almeida

Percepção da cor

• Percepção da cor é tridimensional

- Tonalidade (*hue*)
 - Croma ou saturação (*chroma*)
 - Luminosidade (*lightness*).
- } Cromaticidade

• Retina

- Bastonetes – sensíveis à luminosidade
 - Luminoso
 - Escuro
- Cones – sensíveis à cromaticidade
 - Sensíveis ao vermelho
 - Sensíveis ao verde
 - Sensíveis ao azul

Medição da cor



Sistemas de medição da cor (1)

- **Sistema RGB**
- **Sistema de Munsell**
 - Comparação com amostras
 - ~5000 cores, enquanto olho humano distingue 10 milhões
 - Tonalidade (hue)
 - Valor (luminosidade) (0-10)
 - Croma
 - Usar o CIE iluminante C

Sistemas de medição da cor (2)

- **Tri-estímulo X, Y, Z (CIE, 1931)**
 - Commission Internationale d'Eclairage
 - X ~ vermelho
 - Y ~ verde
 - Z ~ azul
 - Base de funcionamento dos colorímetros tri-estímulos

- **Sistema Y x y (CIE, 1931)**

- **Sistema L, a, b de Hunter**

Sistemas de medição da cor (3)

- **Sistema L*, a*, b* (CIE, 1976 ou CIELAB)**
 - Representa melhor a percepção do olho humano do que o sistema Y x y
 - Coordenadas cartesianas
 - L* – luminosidade
 - 0 = preto
 - 100 = branco
 - a* > 0 → vermelho/púrpura
 - a* < 0 → verde
 - b* > 0 → amarelo
 - b* < 0 → azul
 - a* = b* = 0 → cor acromática (cinzento)

- **Os valores a* e b* não são variáveis independentes e não devem ser analisados directamente**

Sistemas de medição da cor (4)

• Sistema L* C* h°

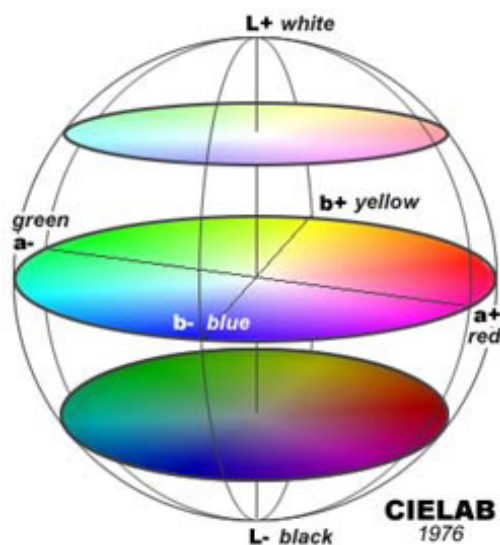
- Localização da cor no espaço igual à do sistema L*a*b*.
- Coordenadas angulares (cilíndricas) em vez de coordenadas cartesianas
- L* = L* - luminosidade
- C* - croma – pureza ou intensidade da cor

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

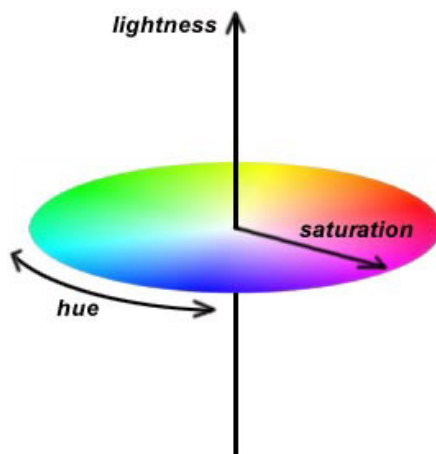
- h° - tonalidade (cor propriamente dita)

$$h^{\circ} = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right)$$

Espaço de cor CIELAB



Coordenadas polares



Apresentação dos dados

- Reportar e analisar L^* , C^* e h°
- Reportar
 - Tipo de iluminante

Iluminante	X_o	Y_o	Z_o	K_a	K_b
A	109,828	100,000	35,547	185	38
C	98,041	100,000	118,103	175	70
D_{65}	95,018	100,000	108,845	172	67

- Standard de calibração
- Geometria do iluminante, ângulo de iluminação

Tri-estímulo

- Equações a aplicar no caso de as razões X/X_0 , Y/Y_0 e Z/Z_0 serem superiores a 0.008856

$$L^* = 116 \left(\frac{Y}{Y_0} \right)^{1/3} - 16$$

$$a^* = 500 \left[\left(\frac{X}{X_0} \right)^{1/3} - \left(\frac{Y}{Y_0} \right)^{1/3} \right]$$

$$b^* = 200 \left[\left(\frac{Y}{Y_0} \right)^{1/3} - \left(\frac{X}{X_0} \right)^{1/3} \right]$$

Diferença entre a cor medida e a cor desejada

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

$$\Delta H^* = \sqrt{(\Delta E^*_{ab})^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2}$$

Interpretação dos dados

- **L*** - **luminosidade**
 - 0 = preto
 - 100 = branco

- **C*** - **croma**
 - C* = 0, cinzento
 - Maior valor indica maior pureza ou intensidade da cor

- **h°** - **tonalidade (cor propriamente dita)**
 - 0° = vermelho
 - 90° = amarelo
 - 180° = verde
 - 270° = azul
 - Olho distingue $\Delta h^\circ > 2,5$

Casos particulares

- **Índice de cor para o tomate (fruto)**

$$TCI = \frac{2000 \times a^*}{L^* \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}}$$

- **Razão a*/b***