



Sensoriamento Remoto II

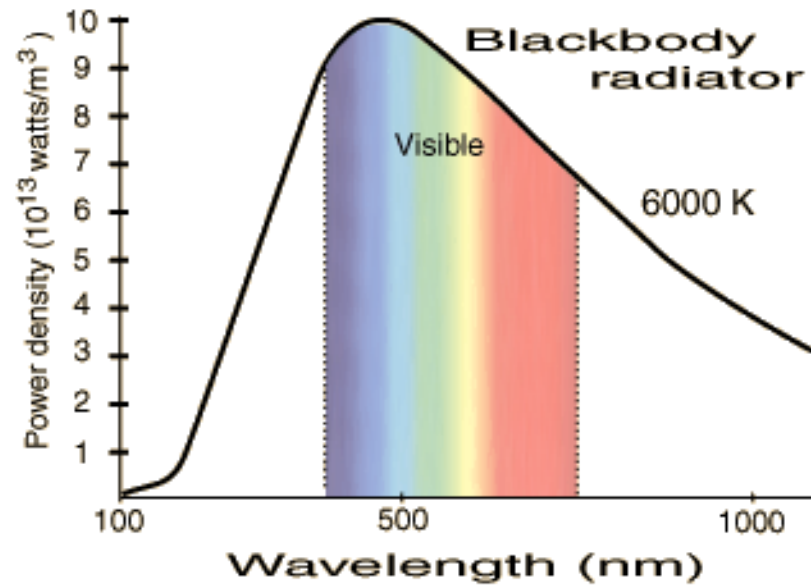
- **2: transformações espectrais**
 - IHS,
 - Tasseled Cap

UFPR – Departamento de Geomática
Prof. Jorge Centeno

2020 copyright@ centenet

LUZ - COR

- Faixa visível

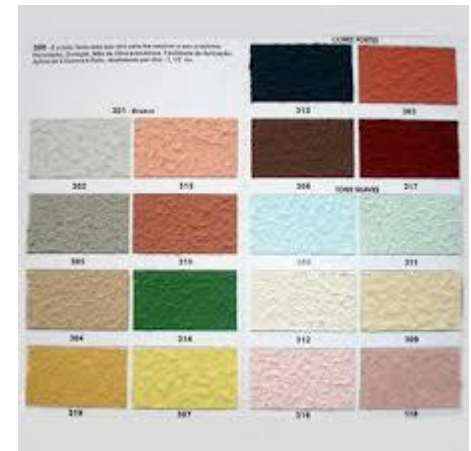


O que é cor?

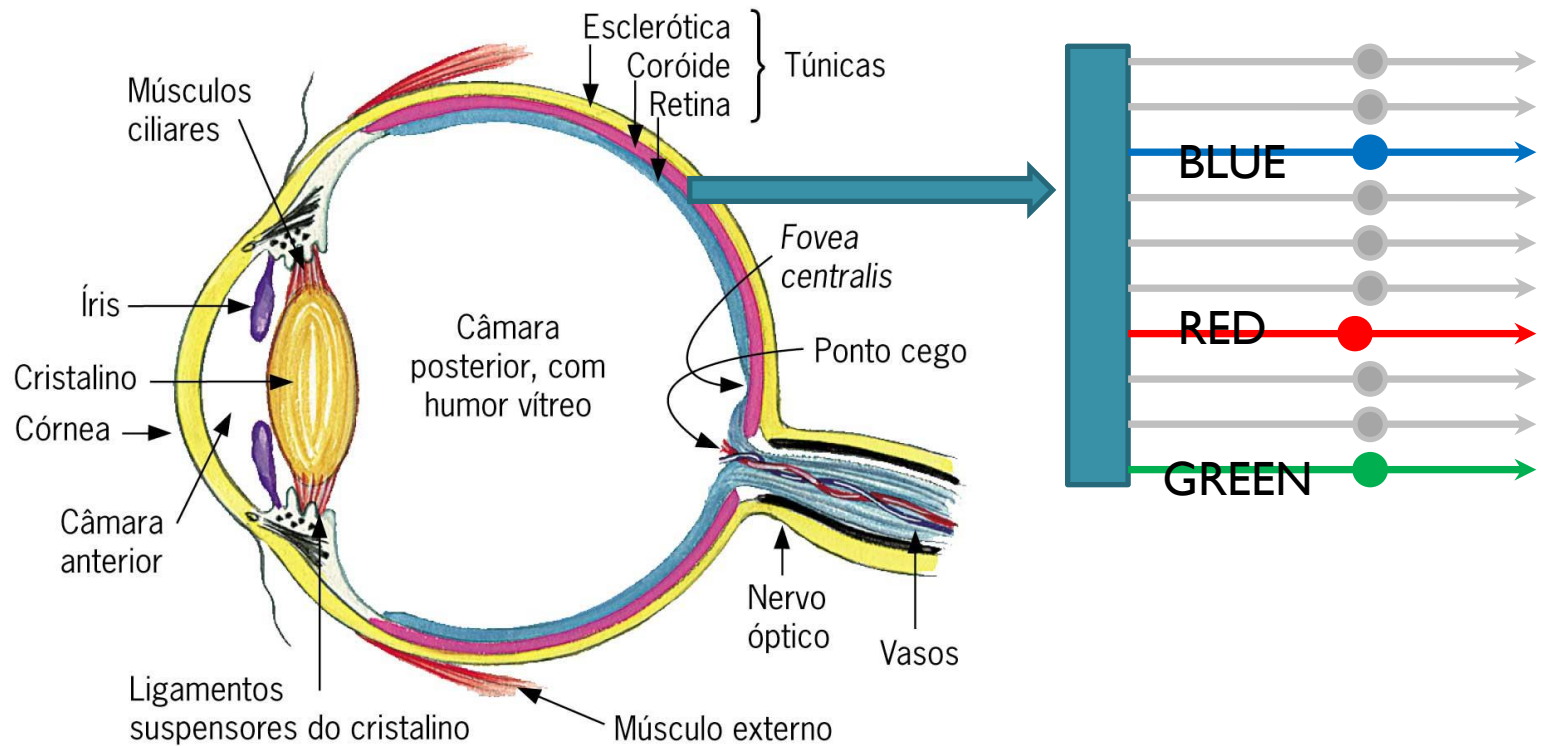
Como descrever as cores?

Como descrever cores?

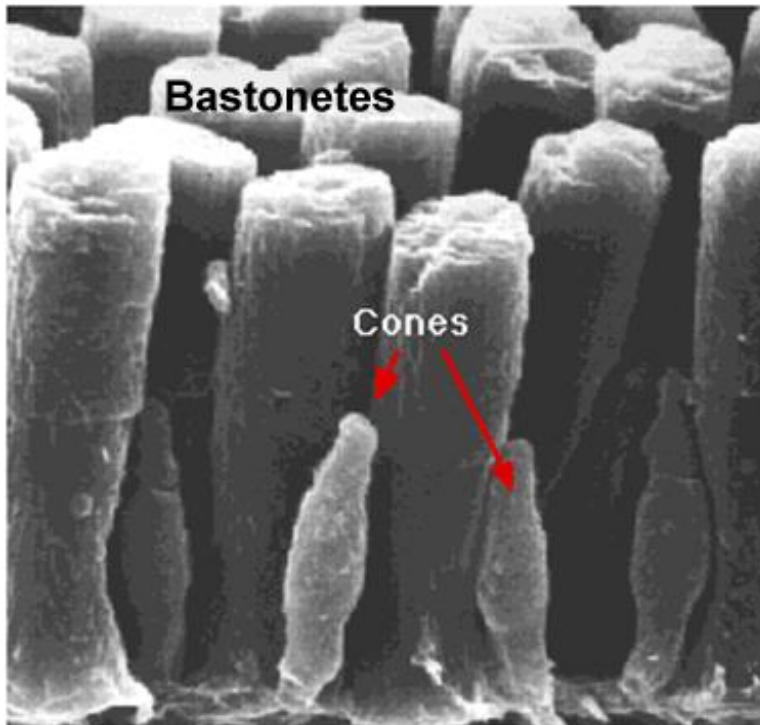
Azul? “Mais Azul”, azul marinho?
Azul escuro? Azul mais escuro?



Olho humano em corte

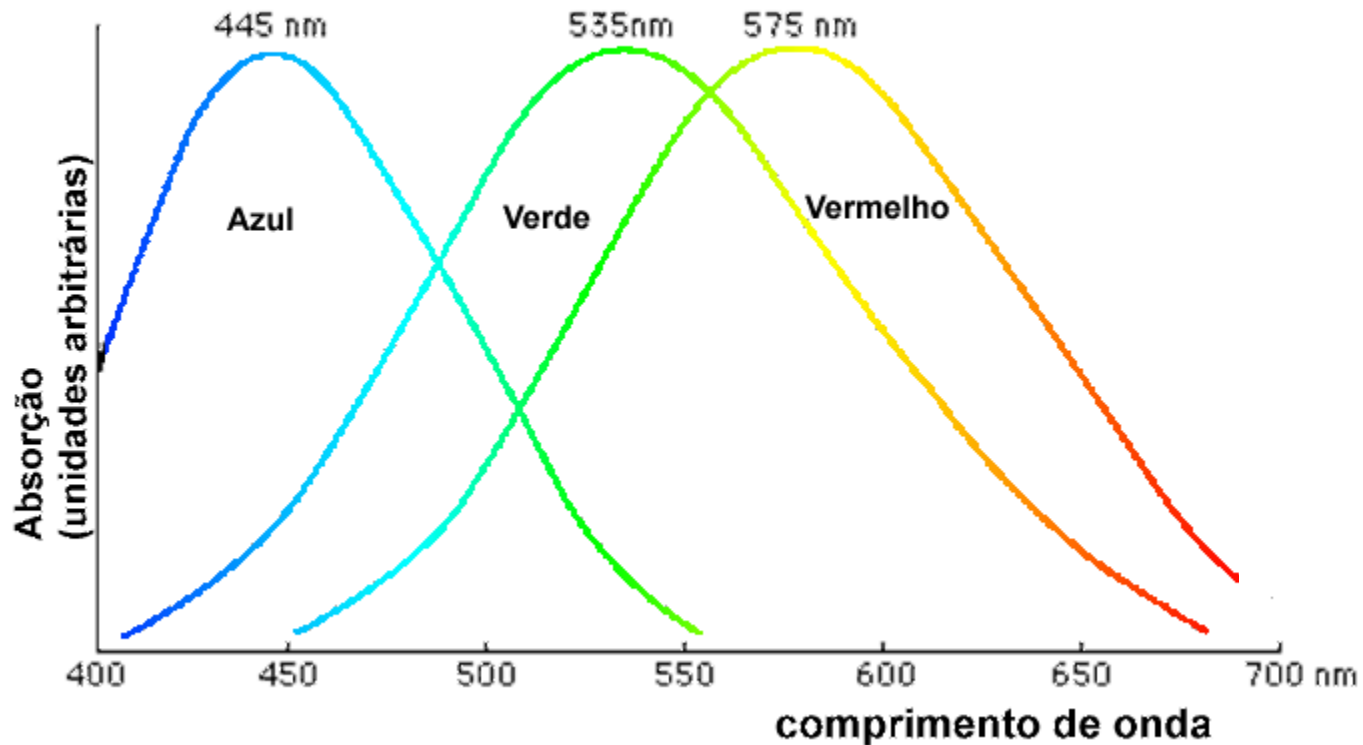


Cones e bastonetes



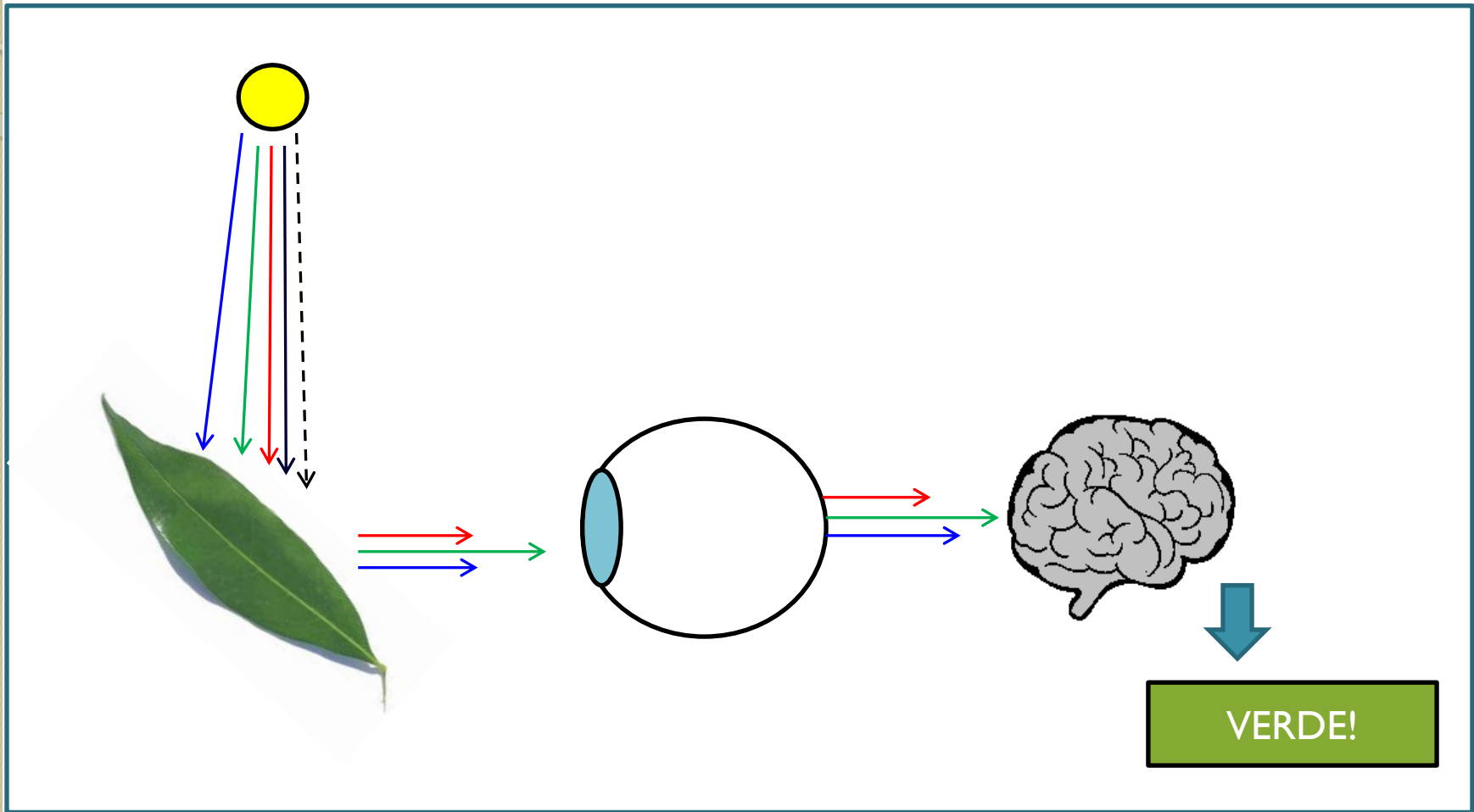
- Existem aproximadamente 6 milhões em cada olho humano concentrados na região fóvea.
- Os bastonetes (rods), percebem a luminosidade.
- Os Cones são as células do olho humano capazes de reconhecer as cores.

Sensibilidade de 3 tipos de cones

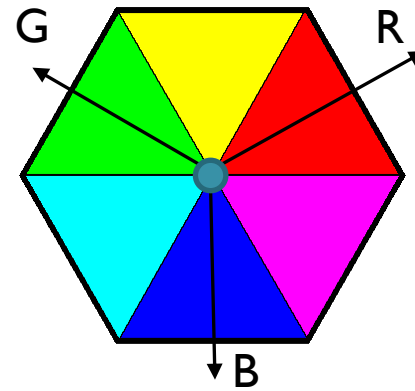
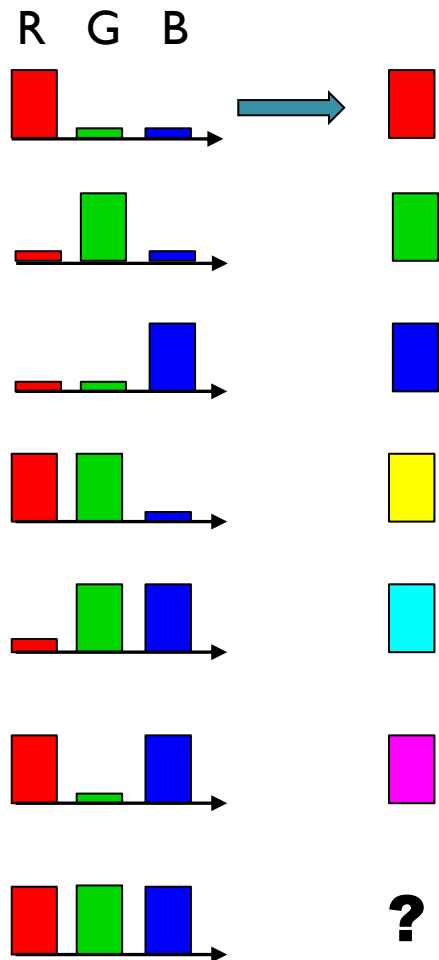


- Podemos chamar de cones B,G e R?

Perceber luz como “cor”



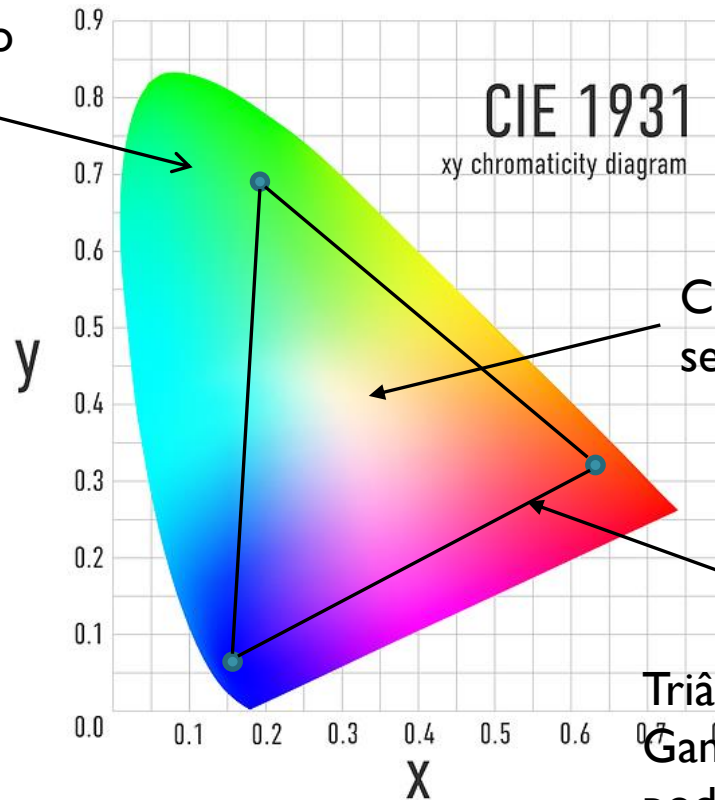
Combinando a sensação...



CIE Comissão Internacional de Iluminação (Commission internationale de l'éclairage)



Todas as cores
percebidas pelo olho



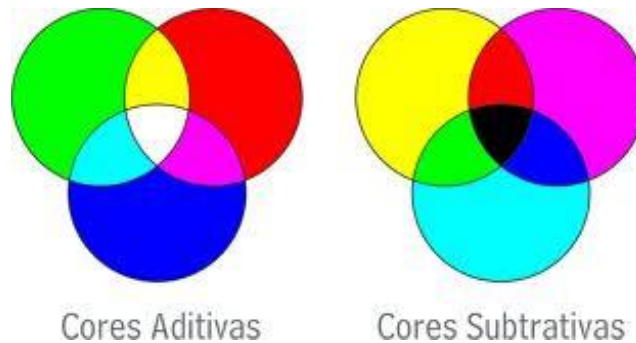
Combinções
sem saturação

Triângulo

Gamut: todas as cores que
podem ser representadas por
adição

Combinação aditiva de cores

- Na tela do computador são combinadas luzes, logo se verifica a combinação aditiva das cores básicas R – G – B.

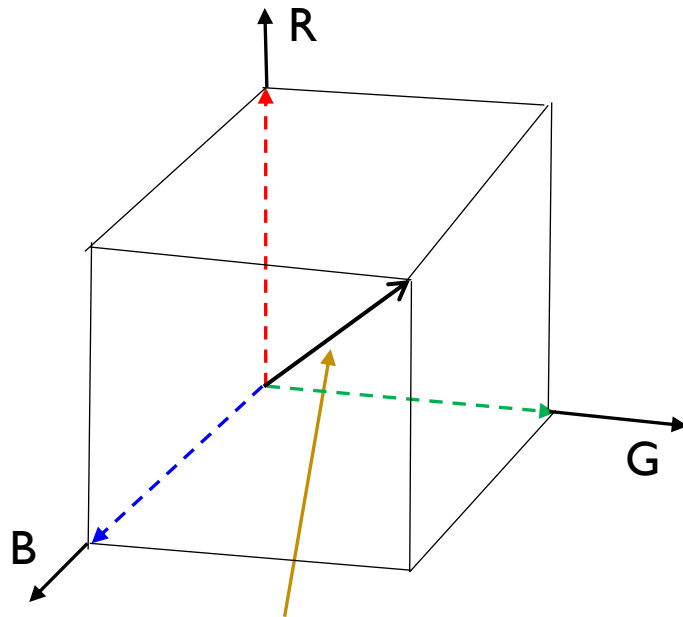


Logo, cada cor pode ser descrita por uma combinação RGB

$$\text{COR} = r * I(\text{R}) + g * I(\text{G}) + b * I(\text{B})$$

CUBO RGB

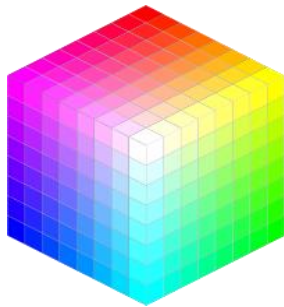
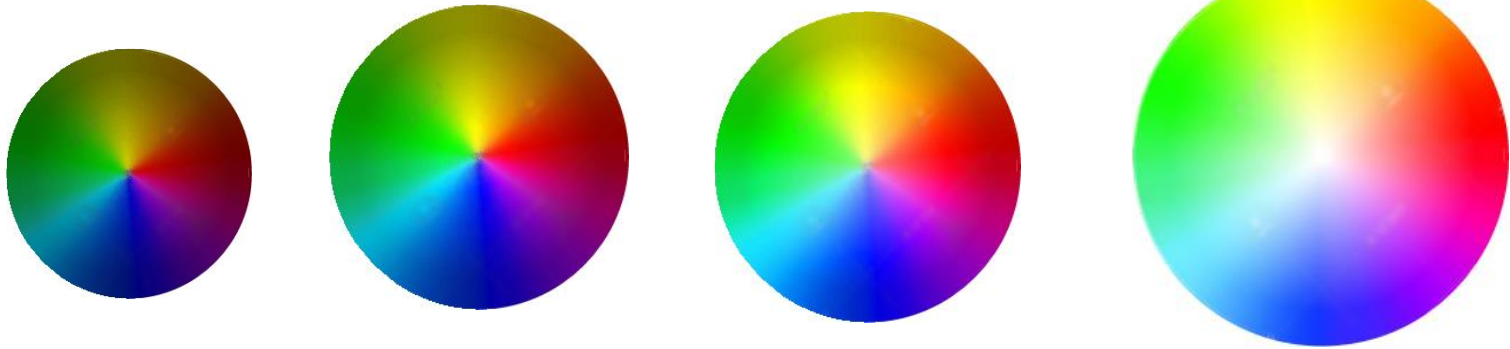
- As cores podem ser representadas pelo vetor (r,g,b) dentro de um cubo de cores



Linha de cinza:
vai de $(0,0,0)$ a $(1,1,1)$. Região de cores
sem saturação. Branco, cinza, preto...

Variação de intensidade

Mais claro, mais energia



De que cor é a combinação RGB:

$(0,1 \ 0,2 \ 0,1) =$

$(0,2 \ 0,4 \ 0,2) =$

$(0,3 \ 0,6 \ 0,3) =$

$(0,5 \ 1,0 \ 0,5) =$

Qual delas tem mais energia (intensidade)?

Intensidade da cor

- o total de intensidade da cor, ou seja a soma de todas as componentes:
- $I=r+g+b$
- Ou normalizando
- $I=(r+g+b)/3$
- Se é a soma de todas as bandas do visível... Não lembra uma banda pancromática?

RGB



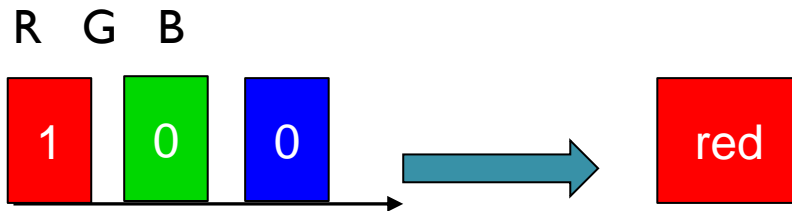
B










R+G+B



Calcule a intensidade de ...



cor	R	G	B	Intensidade	
	1	1,0	0,0	0,0	
	2	0,0	0,0	1,0	
	3	1,0	1,0	0,0	
	4	1,0	0,0	0,1	
	5	0,0	0,9	0,1	
	6	1,0	1,0	1,0	
	7	0,0	0,0	0,0	

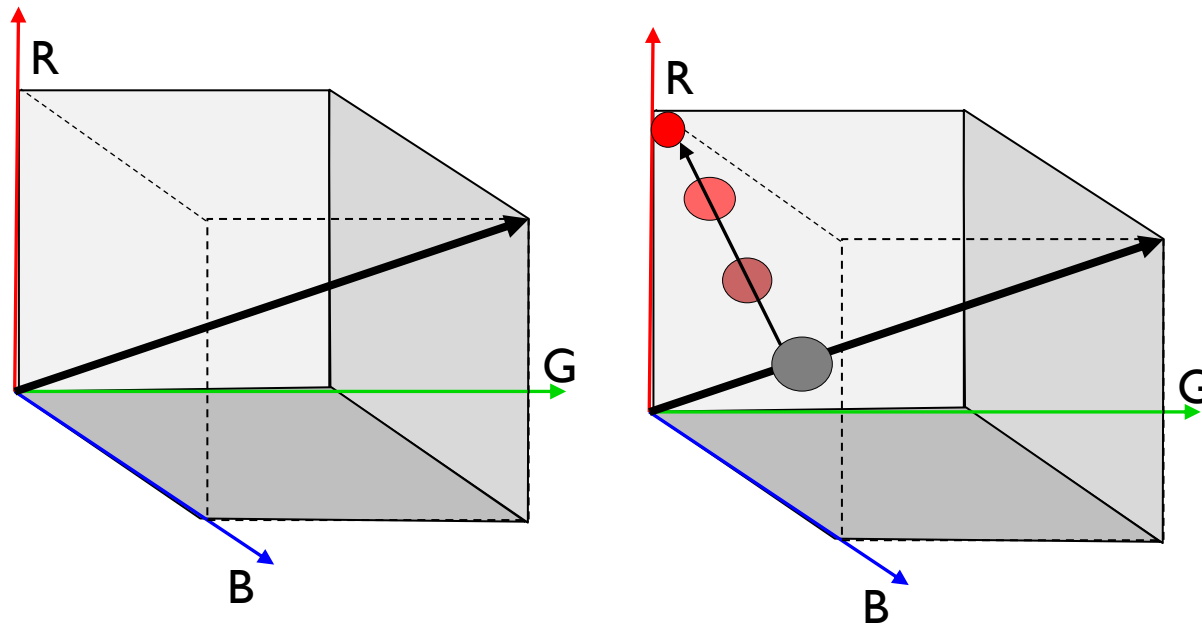


Como veria o jogo em uma TV preto e branco?



Saturação

- Ao longo da diagonal principal se encontram os cinzas, variando do preto ao branco.
- Se a cor se afasta desta linha, deixa de ser cinza e ganha cor, ganha saturação da cor.



- É como aumentar tinta a uma lata de tinta branca

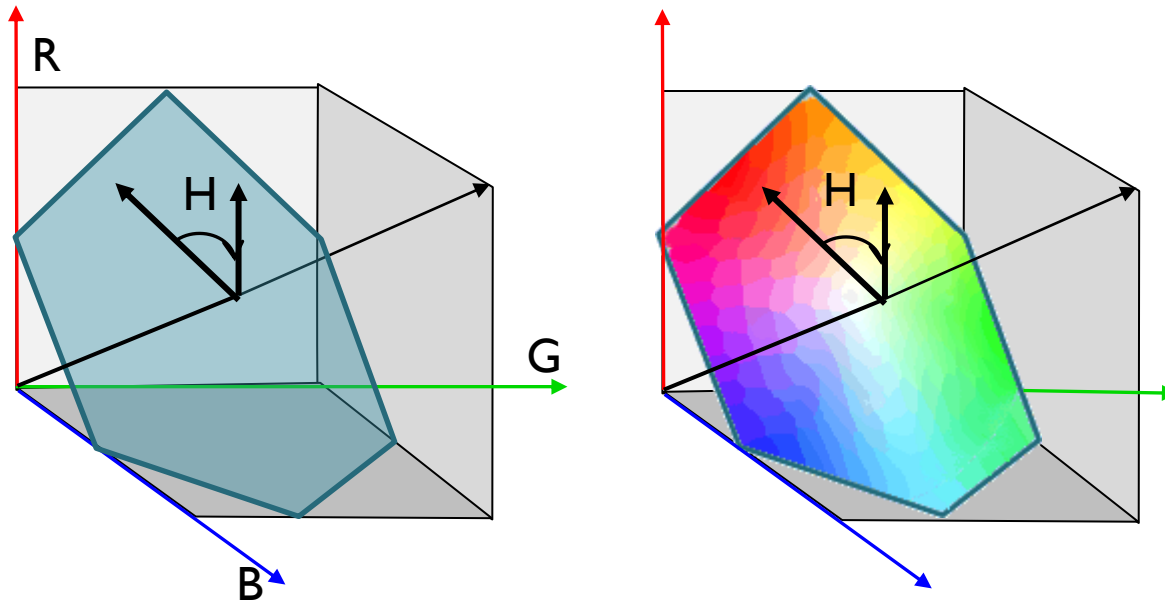


Tonalidade (Hue – H)

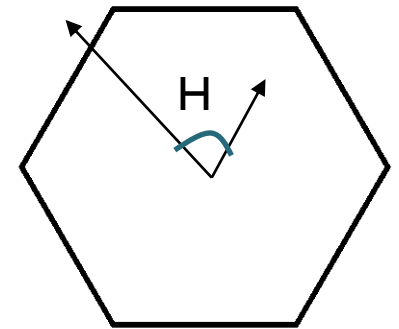
A direção na que a cor se afasta da linha de cinza descreve a cor predominante, a tonalidade.

Definindo um plano perpendicular à linha de cinzas...

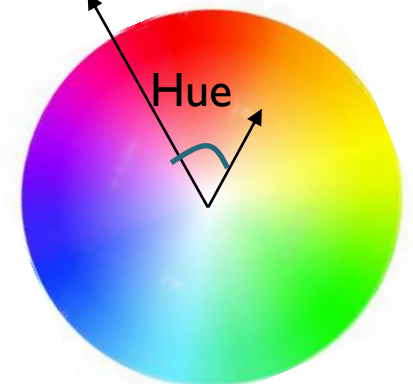
E escolhendo uma direção como origem...



origem



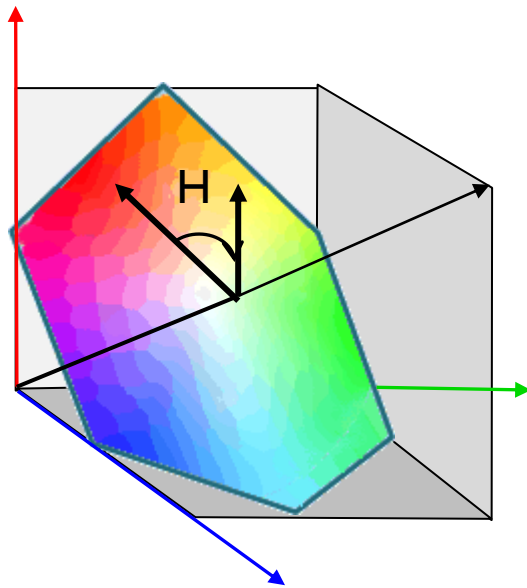
origem



Podemos descrever a tonalidade como um ângulo

I-H-S

Com estas três componentes (intensidade, Tonalidade e Saturação (Intensity, Shue, Saturation) é possível descrever qualquer ponto dentro do cubo de cores.



Intensidade: proporcional ao total de energia em todas as cores;

Hue: Tonalidade predominante na cor

Saturação: Grau de pureza da cor.

Para calcular IHS então: Z_2

Primeiro apliquemos uma rotação ao sistema de forma que o novo sistema (Z_1, Z_2, Z_3) tenha as seguintes propriedades:

- Z_1, Z_2 e Z_3 são perpendiculares;
- Um eixo é paralelo à linha de cinzas (Z_1)

Com isto:

- Z_2 e Z_3 definem um plano perpendicular a Z_1 .

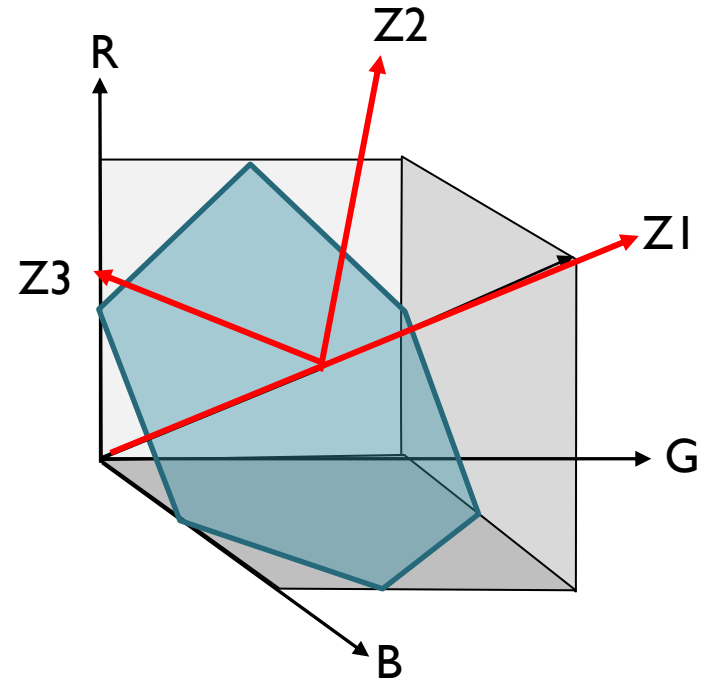
Logo:

$Z_1 = (1, 1, 1)$ ou um múltiplo

$$Z_1 * Z_2 = 0$$

$$Z_1 * Z_3 = 0$$

$$Z_3 * Z_2 = 0$$



Dado $Z1 = [1,1,1]$...

$$Z1 * Z2 = 0$$

$$[1 \ 1 \ 1] * [v_1, v_2, v_3] = 0$$

$$v_1 + v_2 + v_3 = 0$$

Poderia ser $Z2 = [0 \ 1 \ -1]$, ou um múltiplo disto ...

Dados $Z1$ e $Z2$, calcular $Z3$:

$$Z1 * Z3 = 0$$

$$Z3 * Z3 = 0$$

$$[1 \ 1 \ 1] * [v_1, v_2, v_3] = 0$$

$$[0 \ 1 \ -1] * [v_1, v_2, v_3] = 0$$

1) $v_1 + v_2 + v_3 = 0$

2) $v_2 - v_3 = 0$

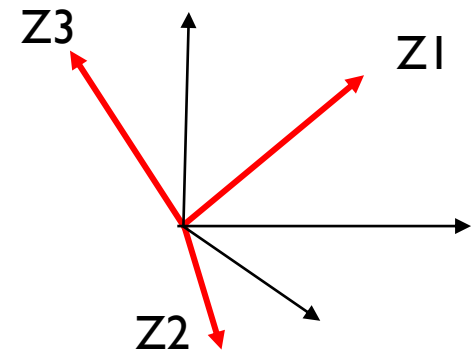
de (2) ... $v_2 = v_3$

Somando ((1) + (2) ...

$$v_1 + 2v_2 = 0$$

$$v_1 = -2v_2$$

$$\text{Ou } Z3 = [2 \ -1 \ -1]$$



Os três vetores são paralelos

a:

$$Z1 = [1 \ 1 \ 1]$$

$$Z2 = [0 \ 1 \ -1]$$

$$Z3 = [2 \ -1 \ -1]$$

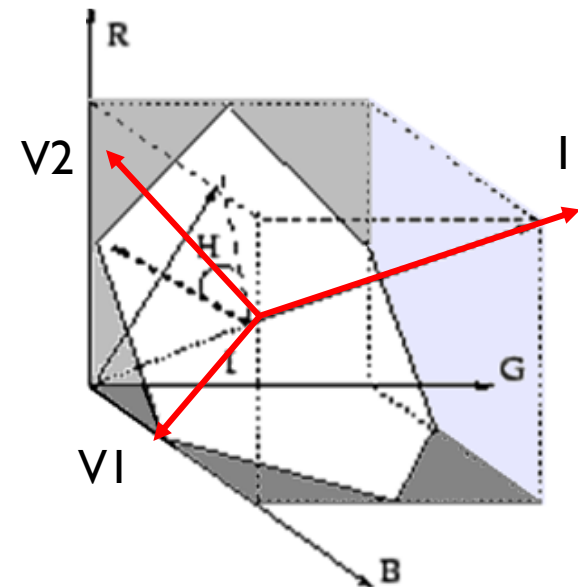
Transformação RGB-HSV

- Chamando $Z1, Z2, Z3$ de $(I, V1, V2)$

$$\begin{bmatrix} I \\ V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & -1 \\ 2 & -1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

Ou normalizando ...

$$\begin{pmatrix} I \\ V_1 \\ V_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sqrt{3}/3 & \sqrt{3}/3 & \sqrt{3}/3 \\ 0 & 1/\sqrt{2} & -1/\sqrt{2} \\ 2/\sqrt{6} & -1/\sqrt{6} & -1/\sqrt{6} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$



Transformação RGB-HSV

$$H = \tan^{-1}\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

$$S = \sqrt{(V_1)^2 + (V_2)^2}$$

$$V = I$$

Pode-se calcular as componentes
Hue (matiz)

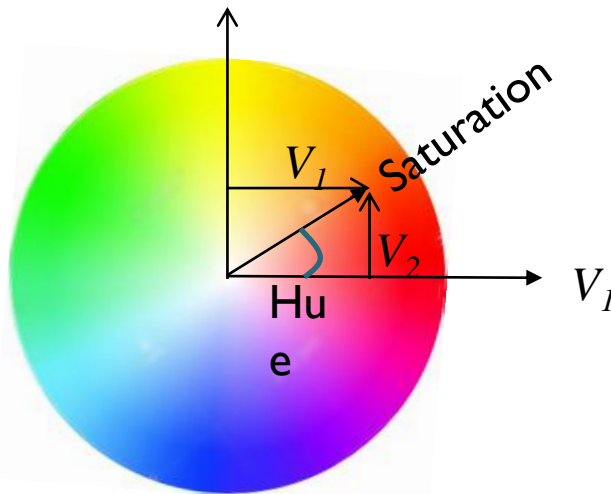
Saturação

E Intensidade

H: (Hue) cor predominante

S: saturação, ou quanto se
afasta da linha central (cinzas)

I: Intensidade (soma de
toda a energia das três cores)



A inversa ... RGB-HSV

- Transformações HSV-RGB

$$V_1 = S \cos H$$

$$V_2 = S \sin H$$

$$I = V$$

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sqrt{3}/3 & 0 & 2/\sqrt{6} \\ \sqrt{3}/3 & 1/\sqrt{2} & -1/\sqrt{6} \\ \sqrt{3}/3 & -1/\sqrt{2} & -1/\sqrt{6} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I \\ V_1 \\ V_2 \end{pmatrix}$$



UMA PAUSA

Transformação tasseled cap

- A transformação *tasseled cap* foi originalmente desenvolvida para o estudo de campos de agricultura.
- Analisando a variação espectral de campos agrícolas em imagens do antigo MSS foram constatadas algumas propriedades que variam em função do crescimento da vegetação.

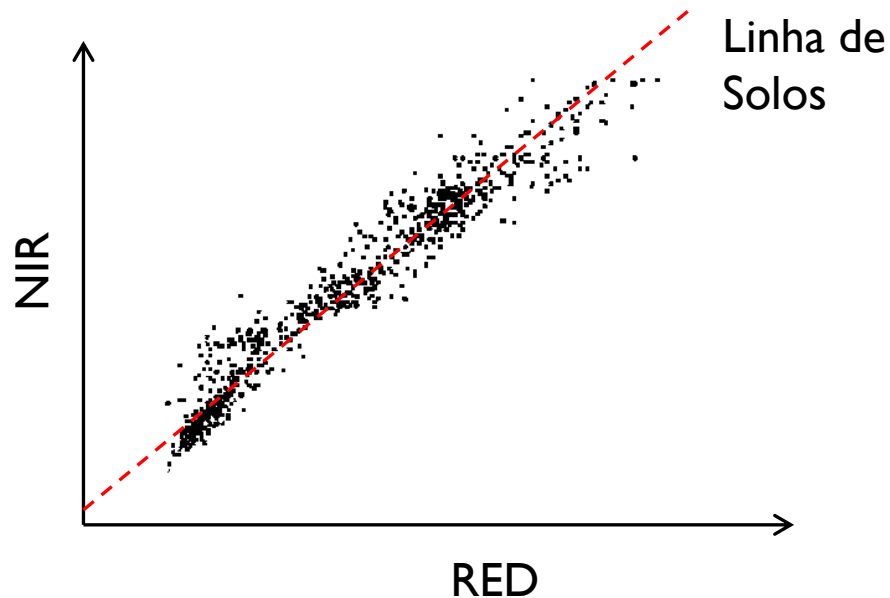




- <http://auracle.ca/news/wordpress-content/uploads/2011/08/ag-montage.jpg>

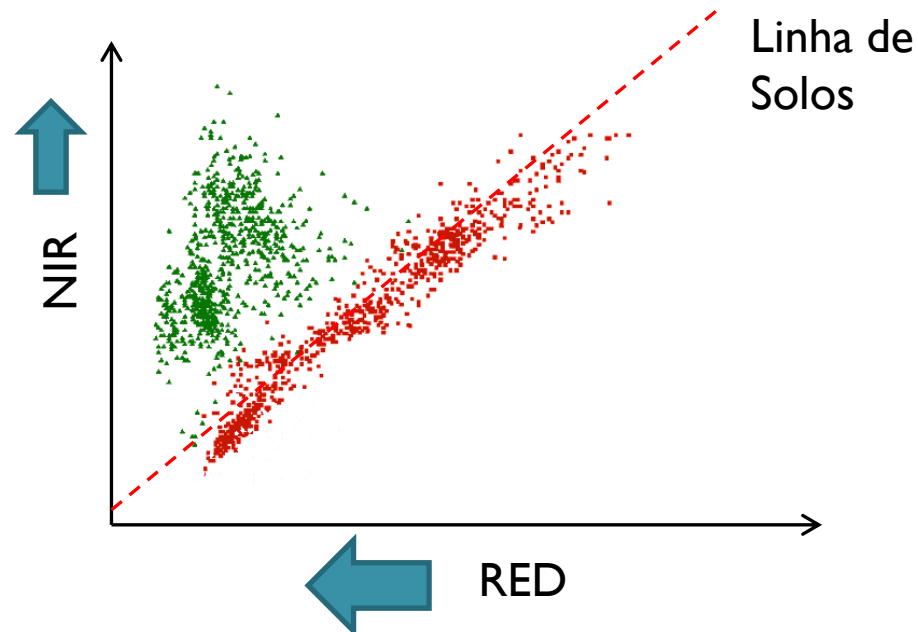
Imagine ...

- Considerando a variação espectral nas bandas vermelho e infravermelho notou-se que os campos agrícolas, quando descobertos de vegetação, formam uma.
- As bandas são altamente correlacionadas, independentemente do tipo ou cor de solo presente.

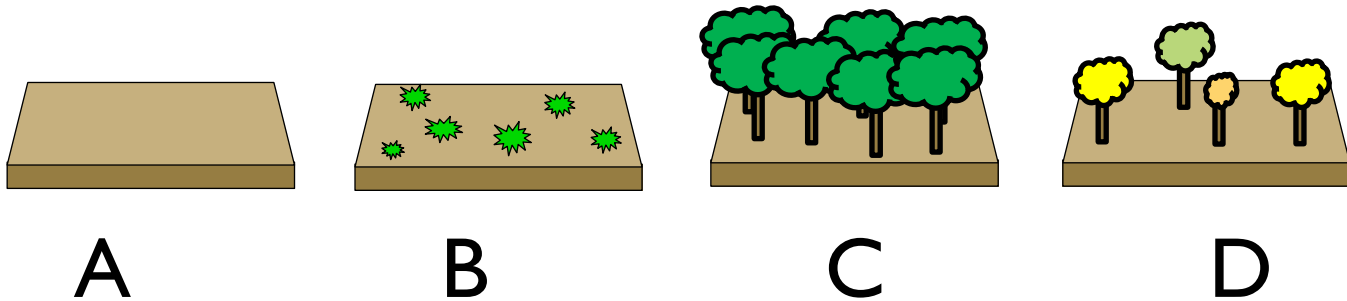
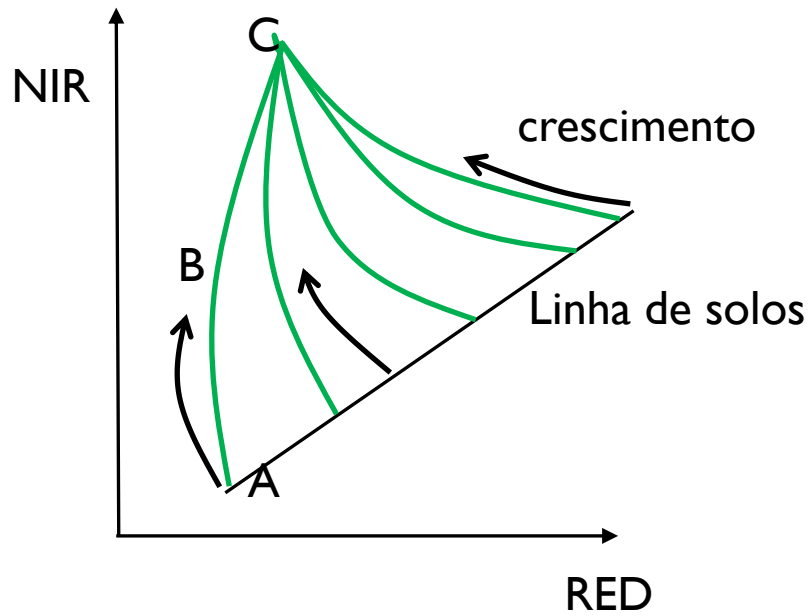


crecimento

- Na medida em que a vegetação cresce, a resposta espectral do pixel torna-se mais escura na banda RED , sendo este fenômeno mais evidente para regiões com solos claros, até atingir o ponto onde todo o pixel é coberto por vegetação.

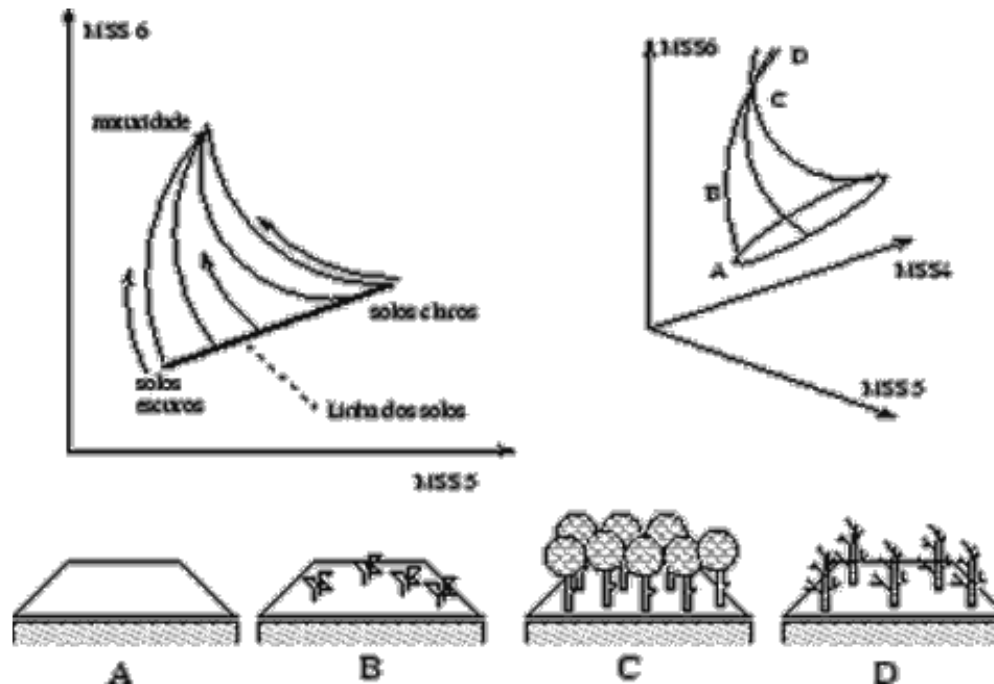


Red vs. NIR

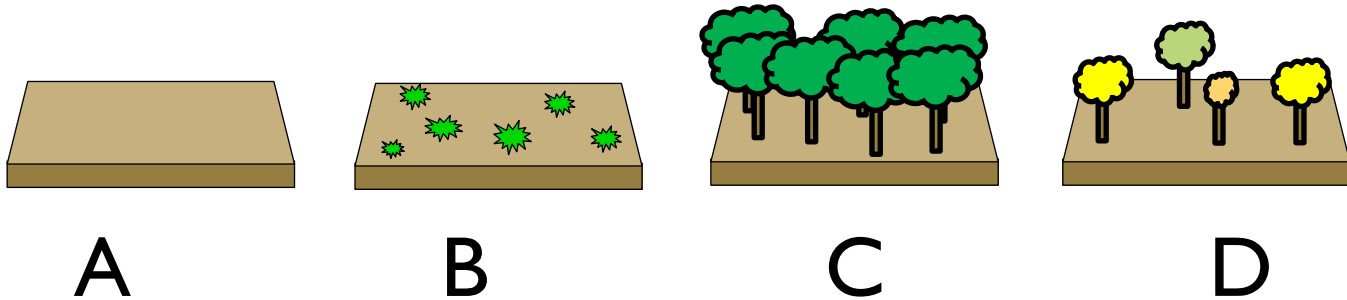
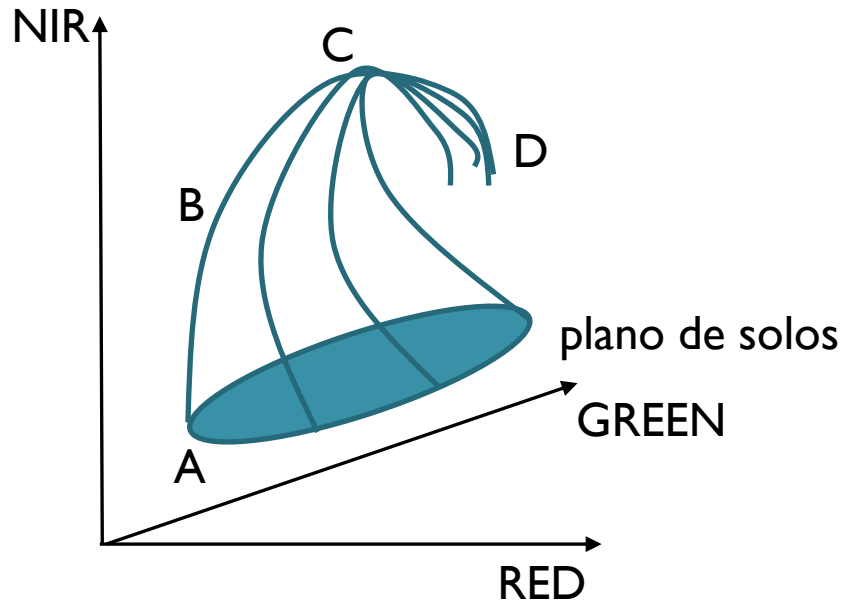


Tasseled cap

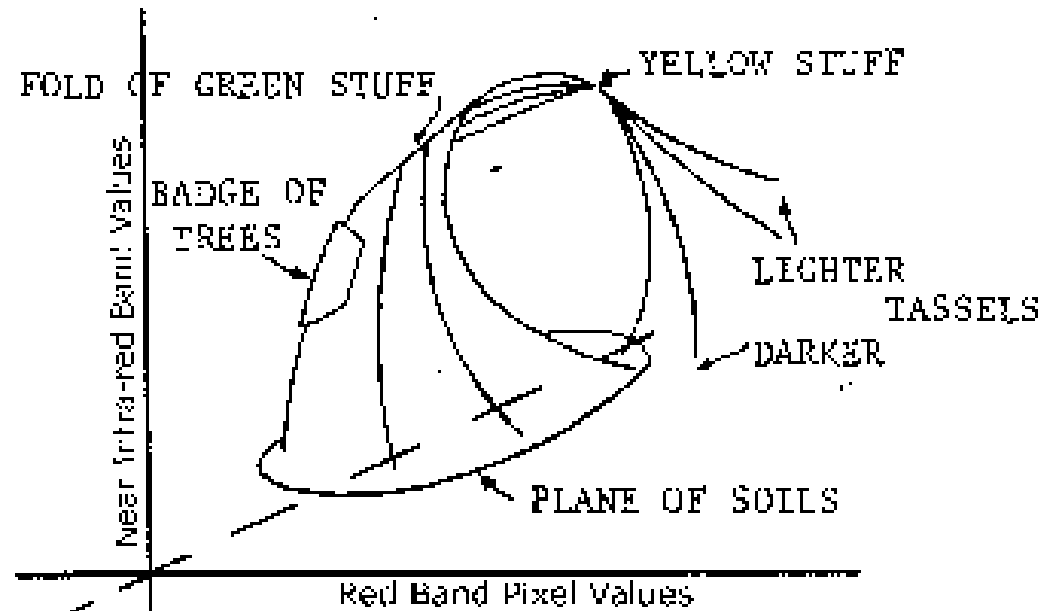
- No plano formado pelas bandas verde e vermelho, nota-se que os solos não formam uma linha, se não uma leve dispersão origina uma elipse.
- Quando a folha se torna amarela, a resposta espectral na banda 4 diminui e cresce na banda 5. Combinando as três bandas, forma-se um cone inclinado, que tem a aparência de um gorro com borlas, do que deriva o nome inglês *tasseled cap*.




Red, NIR + Green



Tasseled cap



- R.J. Kauth and G.S. Thomas, "The tasseled Cap -- A Graphic Description of the Spectral-Temporal Development of Agricultural Crops as Seen by LANDSAT." *Proceedings of the Symposium on Machine Processing of Remotely Sensed Data*, Purdue University of West Lafayette, Indiana, 1976, pp. 4B-41 to 4B-51.



Estes fatos sugeriram a criação de um sistema, apropriado para descrever a evolução da vegetação em campos agrícolas, com os seguintes eixos:

- Primeiro eixo paralelo à linha de solos nas bandas RED e NIR, chamado de *solos*;
- Segundo eixo paralelo à direção de crescimento da vegetação, chamado de *verde*
- Terceiro eixo na direção do amarelamento da folha, chamado de *amarelo*;
- Um quarto eixo que não foi passível de interpretação, denominado de *outras coisas*.

TASSELED CAP LANDSAT MSS DATA



Component	Channel 1	Channel 2	Channel 3	Channel 4
Brightness	0.433	0.632	0.586	0.264
Greenness	-0.290	-0.562	0.600	0.491
Yellowness	-0.829	0.522	-0.039	0.194
"Non-such"	0.223	0.012	-0.543	0.810

TASSELED CAP THEMATIC MAPPER DATA

Component	Channel 1	Channel 2	Channel 3	Channel 4	Channel 5	Channel 7
Brightness	0.3037	0.2793	0.4343	0.5585	0.5082	0.1863
Greenness	-0.2848	-0.2435	-0.5436	0.7243	0.0840	-0.1800
Wetness	0.1509	0.1793	0.3299	0.3406	-0.7112	-0.4572

<http://www.sjsu.edu/faculty/watkins/tassel.htm>



FIM da aula