



# Sensoriamento Remoto II

- 2: transformações espetrais
  - IHS,
  - Tasseled Cap

UFPR – Departamento de Geomática  
Prof. Jorge Centeno

2020 copyright@ centenet



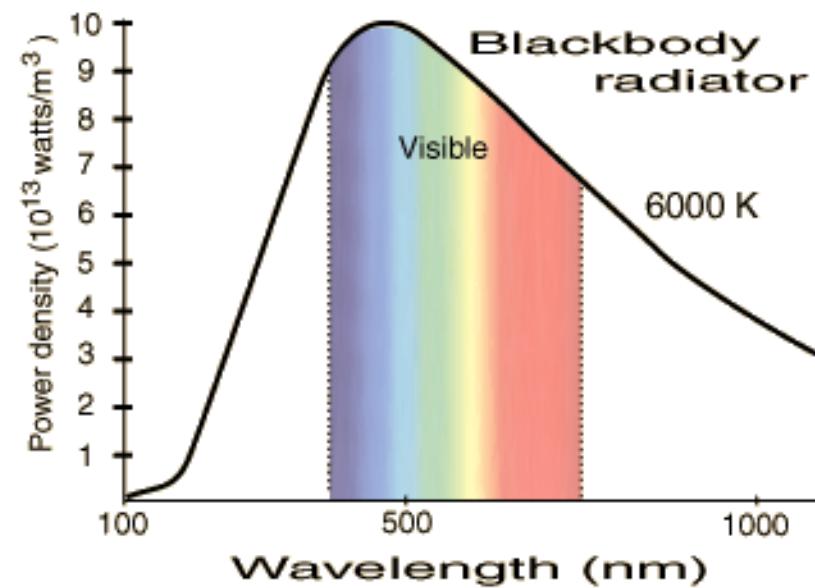
# Sensoriamento Remoto II

- **IHS**
  - **Intensity**
  - **Hue**
  - **Saturation**

UFPR – Departamento de Geomática  
Prof. Jorge Centeno

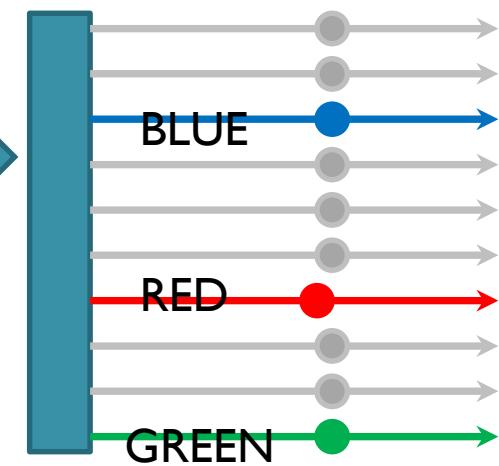
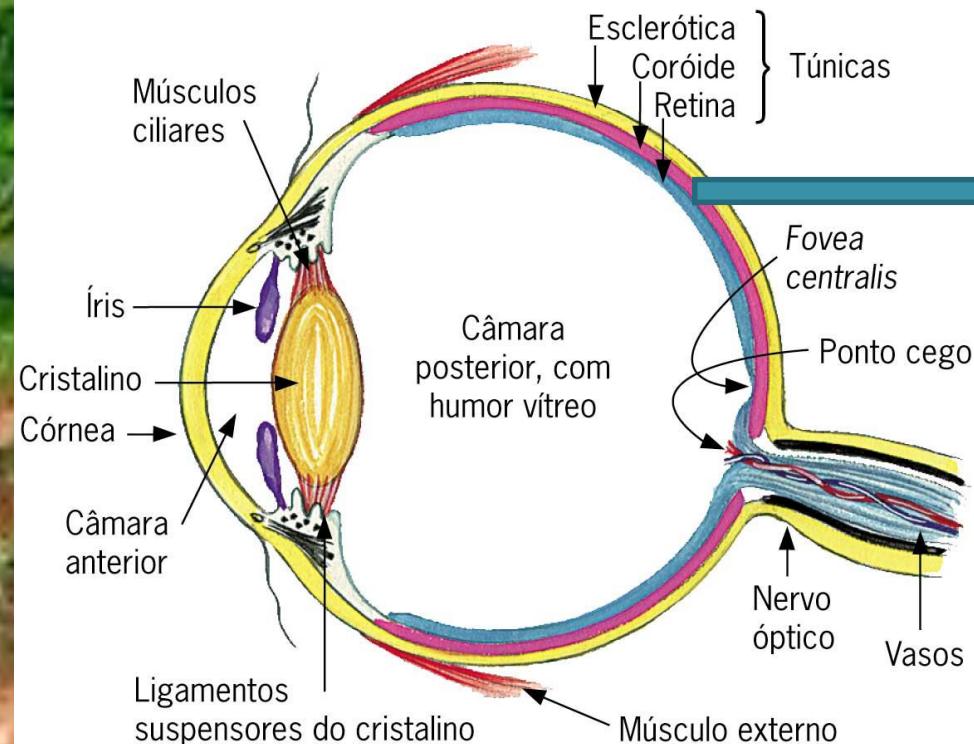
# LUZ - COR

- Faixa visível

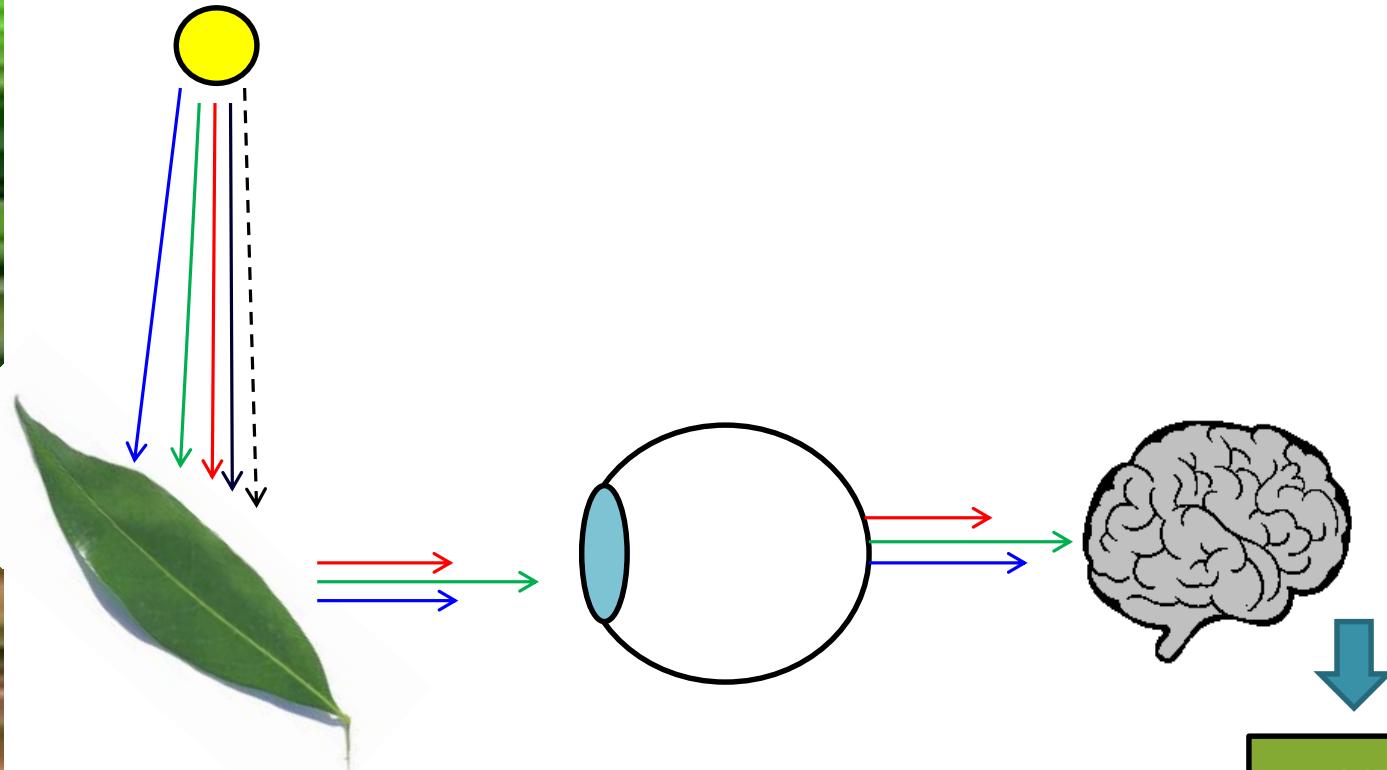


O que é cor?  
Como descrever as cores?

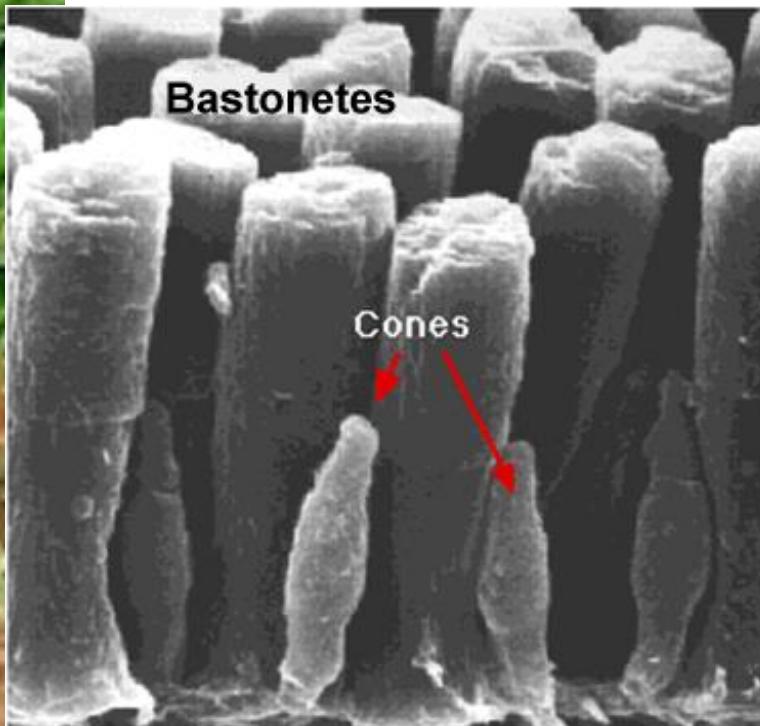
## Olho humano em corte



# Perceber luz como “cor”

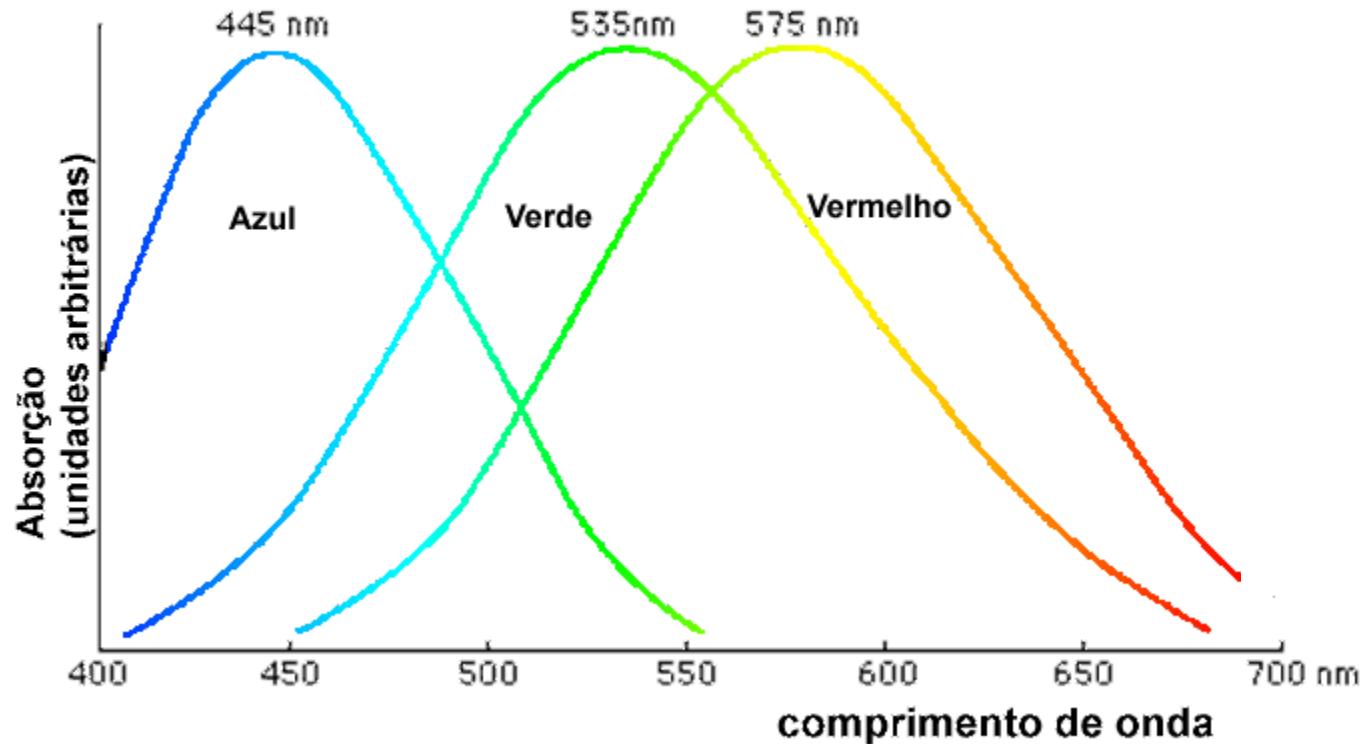


# Cones e bastonetes



- 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.

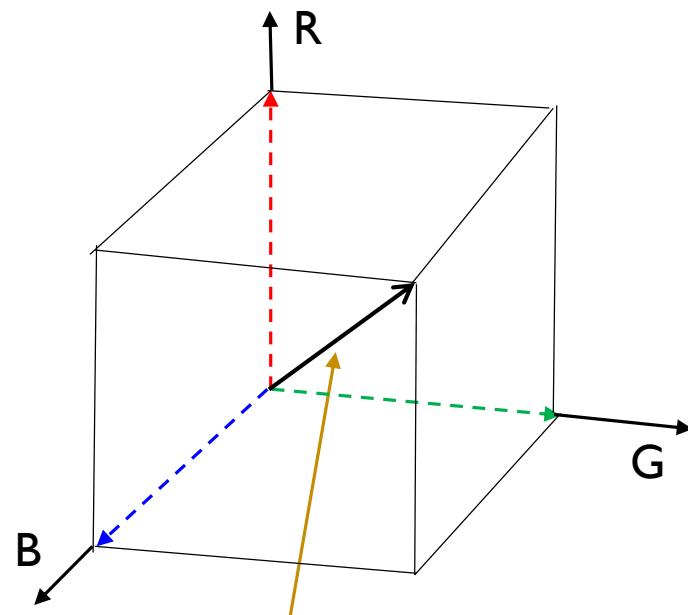
# Sensibilidade de 3 tipos de cones



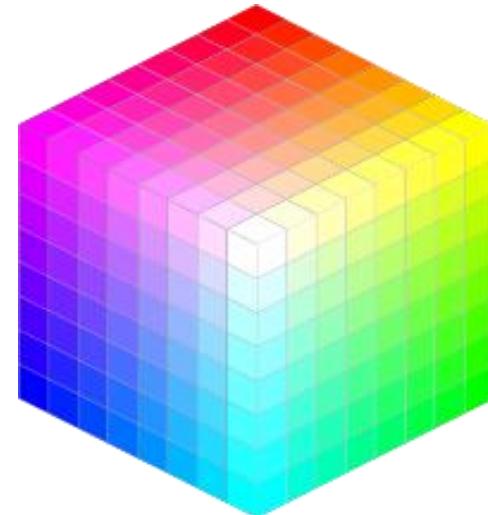
- Podemos chamar de cones B,G e R?

# CUBO RGB

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



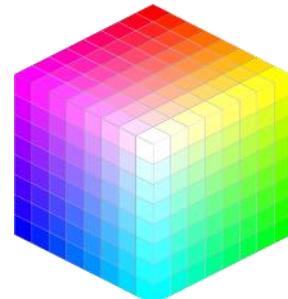
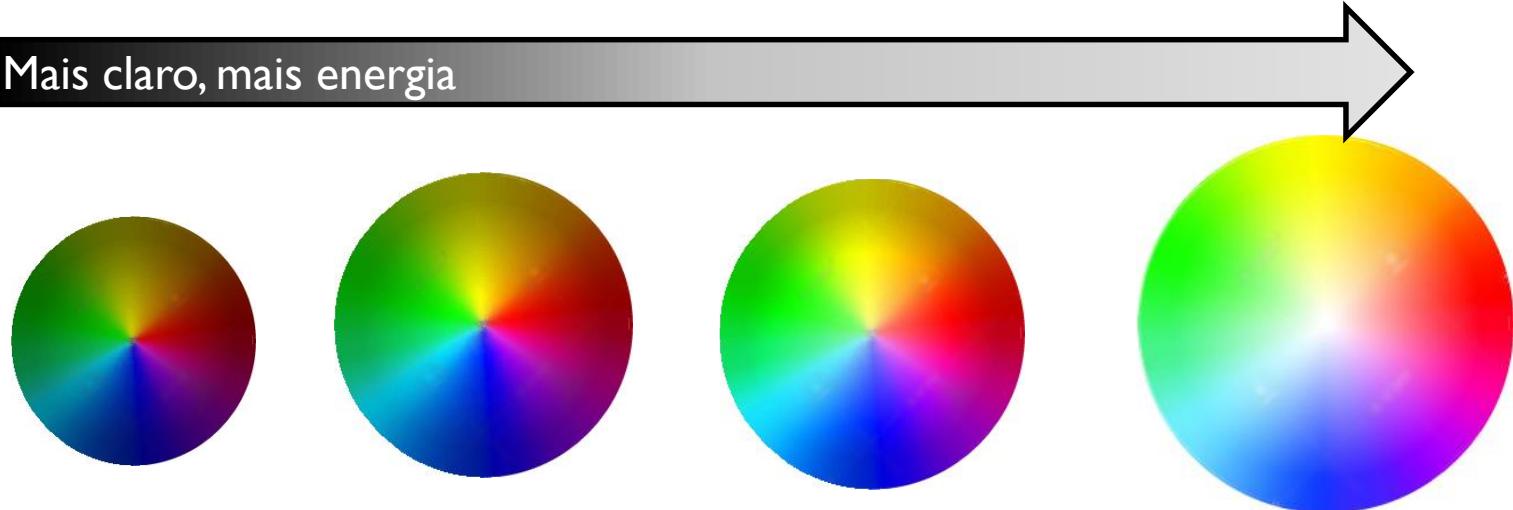
Linha de cinza:  
vai de  $(0,0,0)$  a  $(1,1,1)$ . Região de cores  
sem saturação. Branco, cinza, preto...





# 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



RED

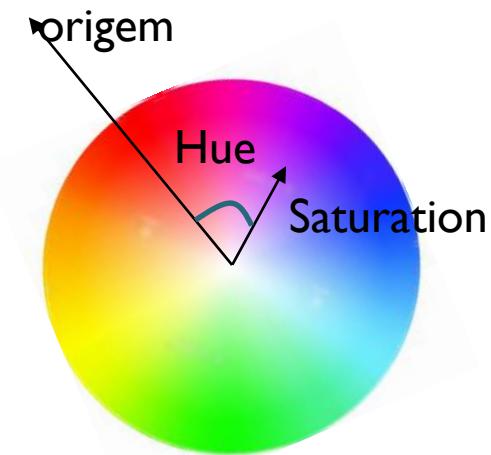
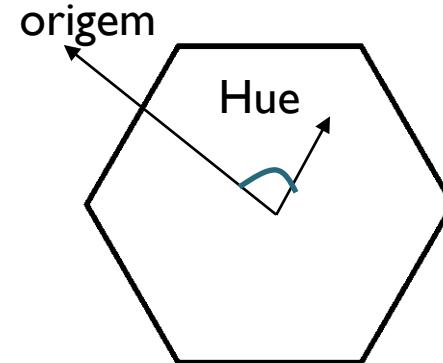
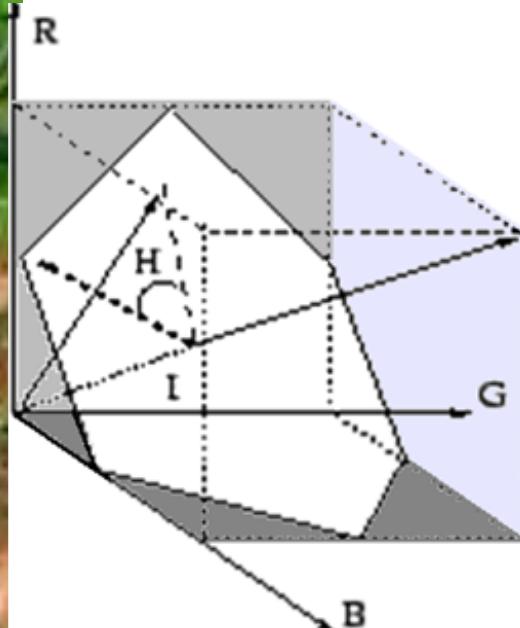


$(R+G+B)/3$



# Hue & Saturation

- Fazendo um corte perpendicular à linha de cinzas podemos medir
- o afastamento da cor em relação à linha de cinzas (Saturação)
- e a direção deste afastamento (tonalidade=Hue)



- Somente falta definir uma origem...

# Definamos então:

Um sistema 3D (rotação de RGB)

Com as seguintes propriedades

- $Z_1, Z_2$  e  $Z_3$  são perpendiculares;
- Um eixo é perpendicular à linha de cinzas ( $Z_1$ );
- b)  $Z_2$  e  $Z_3$  definem um plano perpendicular a  $Z_1$ .

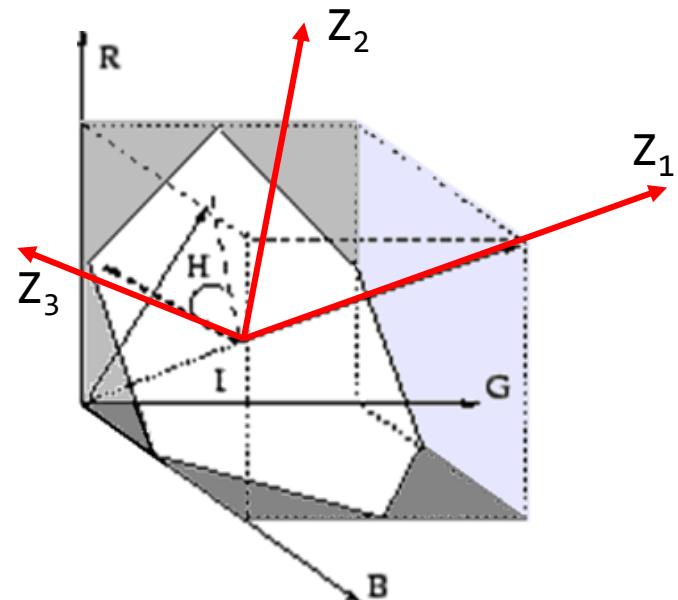
$Z_1 = (1,1,1)$  ou um múltiplo

$$Z_1 * Z_2 = 0$$

$$Z_1 * Z_3 = 0$$

$$Z_3 * Z_2 = 0$$

$$Z_1 = R + G + B \dots \text{Ou seja,} \dots = \text{Intensidade total}$$



# Dois eixos perpendiculares

Se  $z_1 = [1, 1, 1]$

... e  $z_2$  é perpendicular a  $z_1$ ,

Então o produto escalar destes dois vetores é nulo.

$$z_1 \cdot z_2 = 0$$

$$[1, 1, 1] \cdot [a \ b \ c] = 0$$

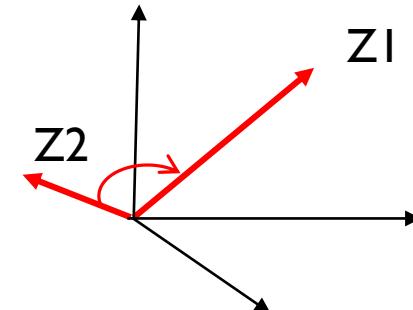
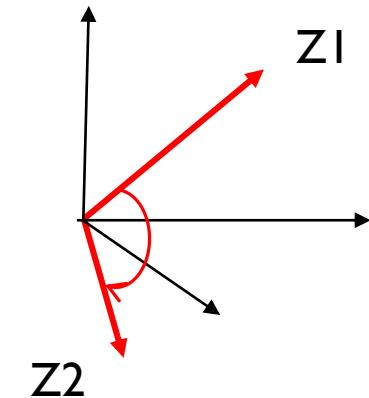
Existem inúmeras soluções, pode-se escolher a mais conveniente.

$z_2$  pode ser  $[1 \ 0 \ -1]$ , por exemplo.

Ou  $(-\frac{1}{2} \ 0 \ \frac{1}{2})$ , ou ...

Prova:

$$[1 \ 1 \ 1] \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix} = 0$$



# O terceiro eixo

Se já se conhece  $z_1$  e  $z_2$ ,

E se...

$z_3$  é perpendicular a  $z_1$

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = 0$$

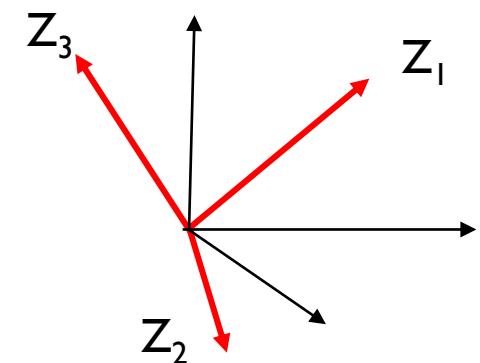
$z_3$  Perpendicular a  $z_2$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = 0$$

$$x + y + z = 0$$

$$x - z = 0$$

Uma solução é  $z_3 = (-1, 2, -1)$



Lembrando que  $z_2$  e  $z_3$  definem um plano perpendicular a  $z_1$ .

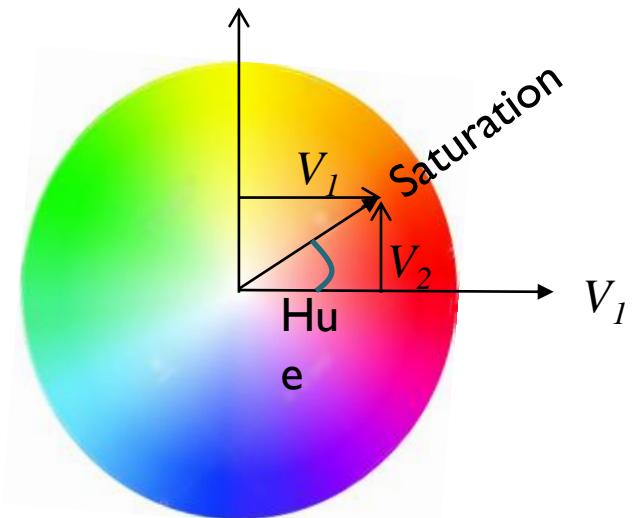
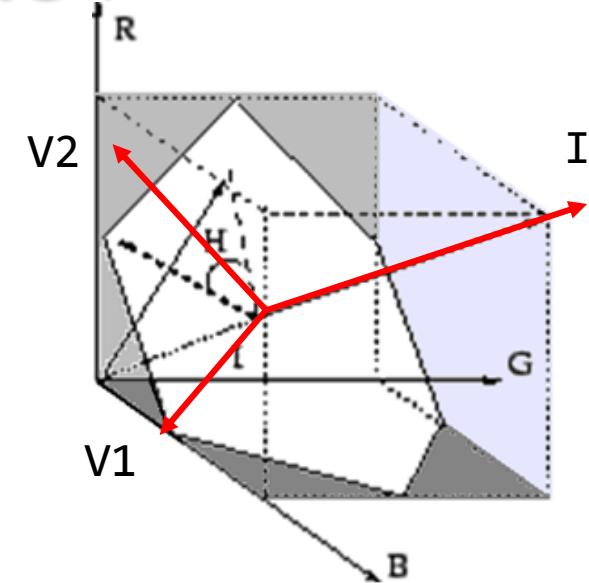
# Transformação RGB-HSV

Chamando  $z_1, z_2, z_3$  de  $(I, V_1, V_2)$

$$H = \arctan\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

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

$$V = I$$



# Transformação RGB-HSV

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

- H: (Hue) cor predominante
- S: saturação, ou quanto se afasta da linha central (cinzas)
- I: Intensidade (soma de toda a energia das três cores)

$$H = \arctan\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

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

# A inversa ... RGB-HSV

Transformações

HSV-RGB

$$V_1 = S \cos(H)$$

$$V_2 = S \sin(H)$$

$$I = V$$

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

# Sensoriamento Remoto II

- **Tasseled Cap**

UFPR – Departamento de Geomática  
Prof. Jorge Centeno

2025 copyright@ centenet



# 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.



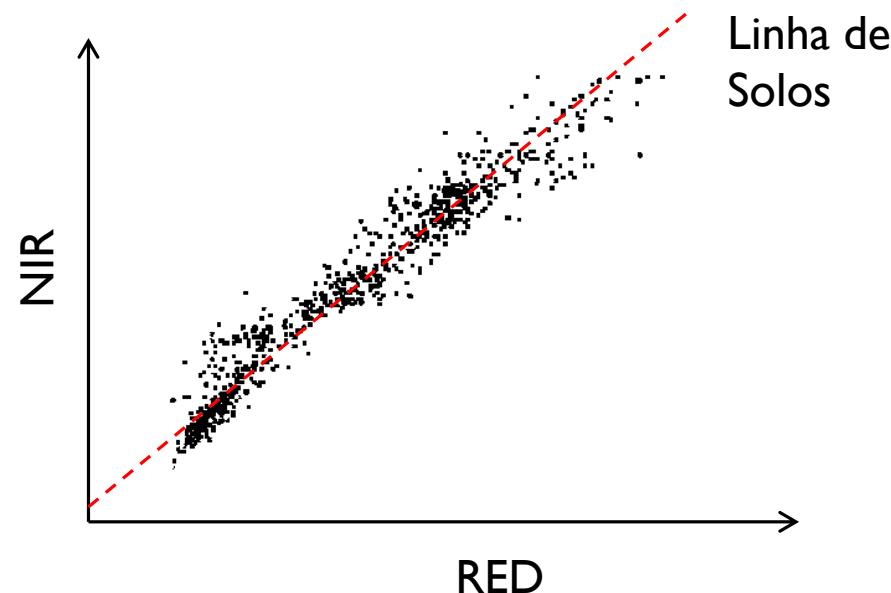


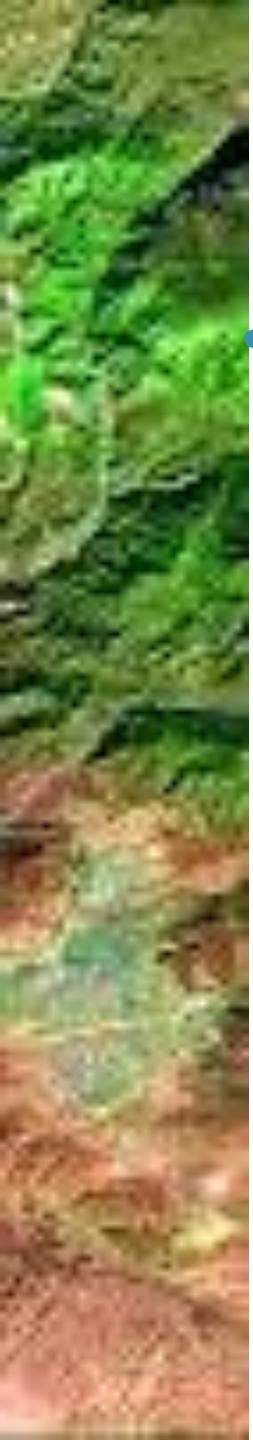
- <http://auracle.ca/news/wordpress-content/uploads/2011/08/ag-montage.jpg>



# Imagine ...

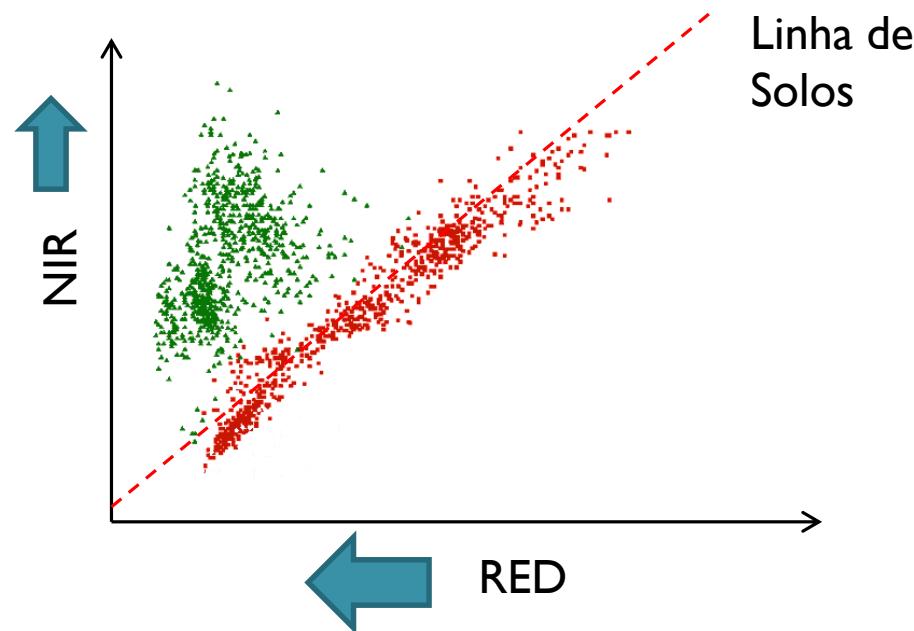
- Considerando a variação espectral nas bandas vermelho e infravermelho notou-se que os campos agrícolas, quando descobertos de vegetação, formam uma.
- As bandas são altamente correlacionadas, independentemente do tipo ou cor de solo presente.



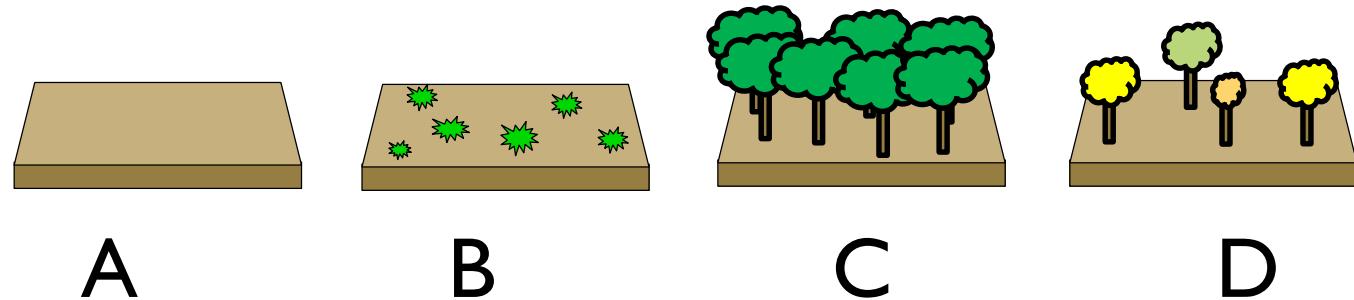
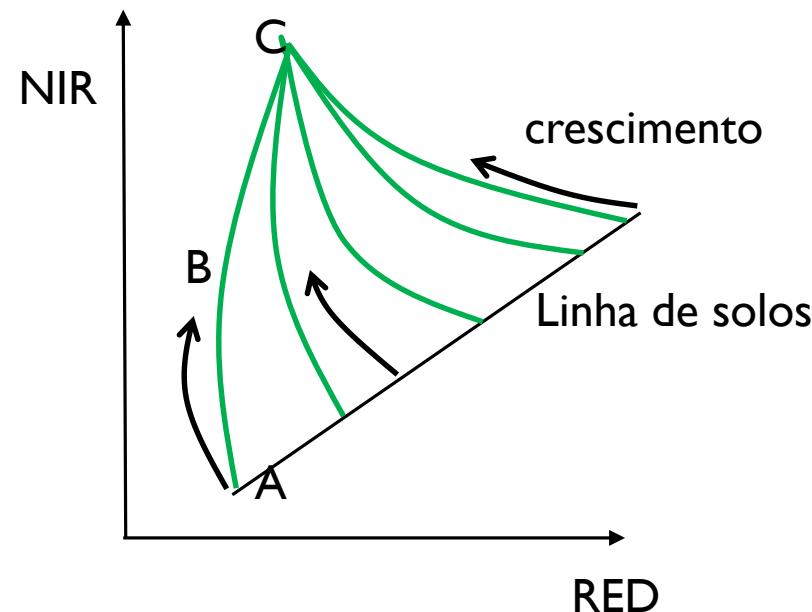


# crescimento

- 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.



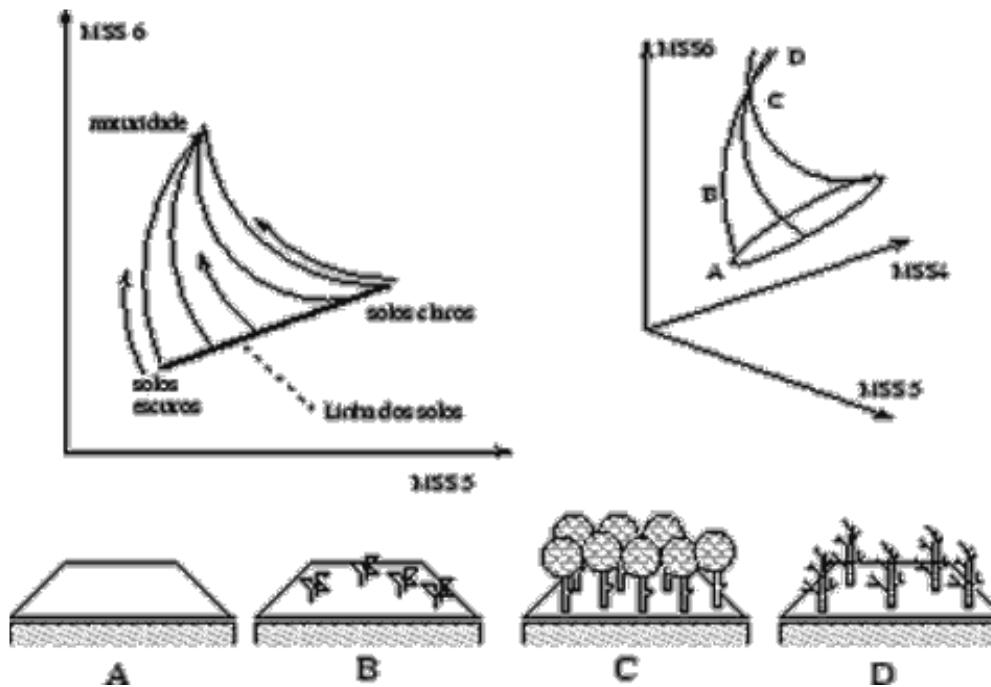
# Red vs. NIR



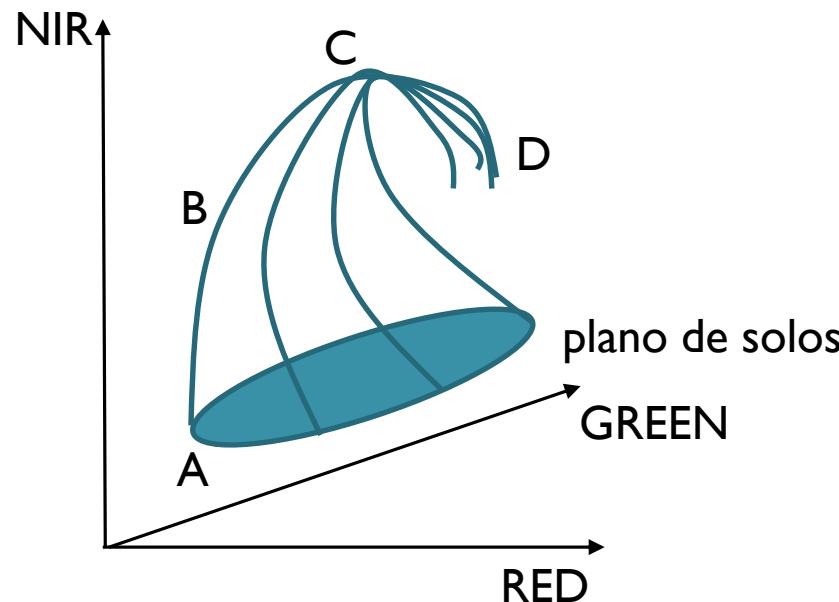


# Tasseled cap

- 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*.



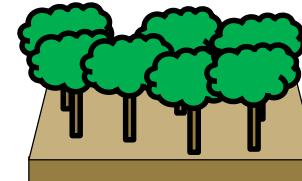
# Red, NIR + Green



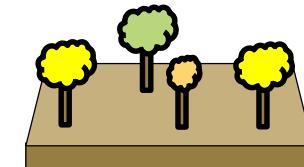
A



B

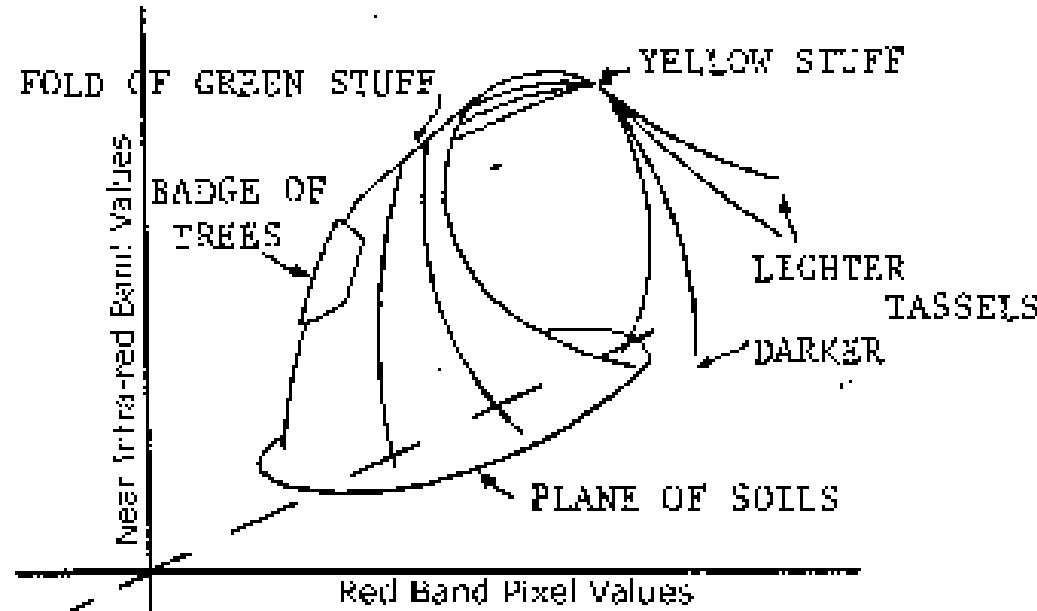


C

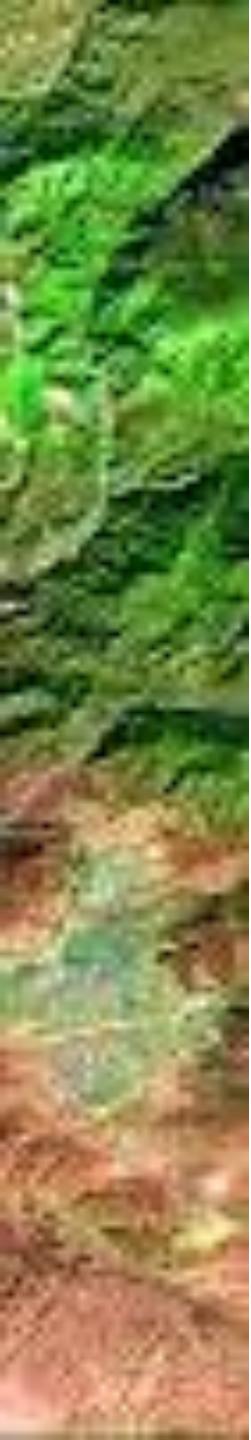


D

# Tasseled cap



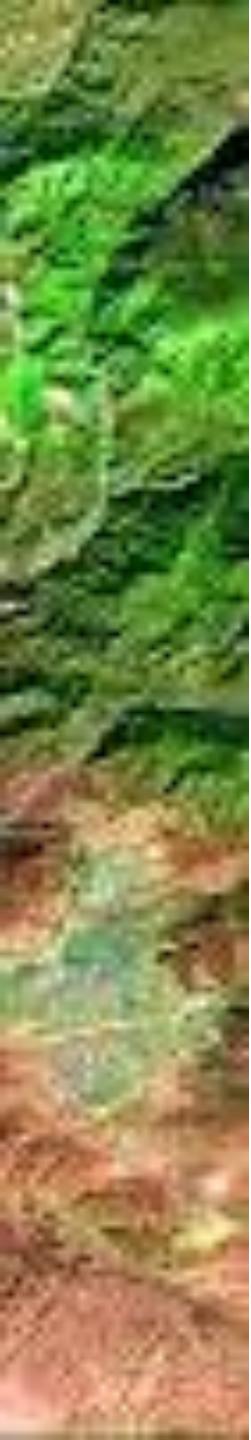
- R.J. Kauth and G.S. Thomas, "The tasseled Cap -- A Graphic Description of the Spectral-Temporal Development of Agricultural Crops as Seen by LANDSAT." *Proceedings of the Symposium on Machine Processing of Remotely Sensed Data*, Purdue University of West Lafayette, Indiana, 1976, pp. 4B-41 to 4B-51.



# Tasseled cap

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