

Manipulação, Visualização e Interpretação de Imagens de Sensoriamento Remoto

Alexandre Xavier Falcão

Instituto de Computação - UNICAMP

afalcao@ic.unicamp.br

Objetivo

- Extrair informações quantitativas e visualizar as imagens de modo a facilitar sua interpretação.

Roteiro

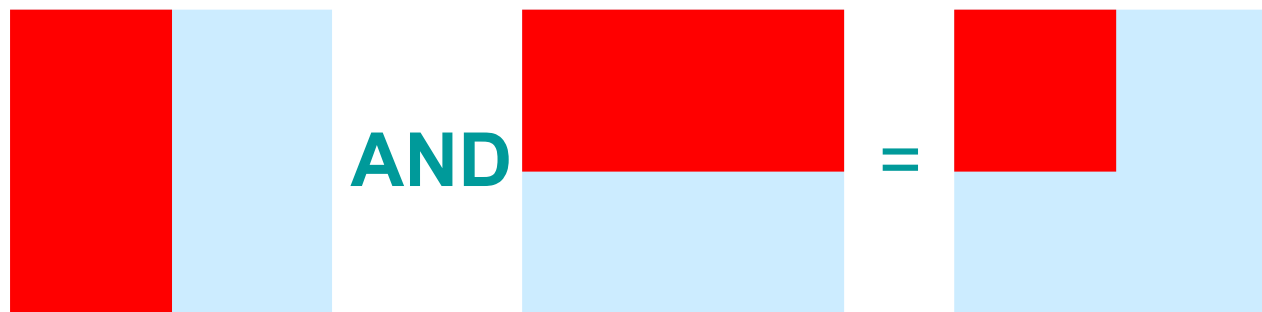
- Operações Lógicas e Aritméticas.
- Razão de Bandas.
- Índices de Vegetação.
- Conceitos sobre Cor.
- Espaço RGB.
- Tabelas de Cores.
- Composições Coloridas.
- Espaços de Cores HSV, XYZ, Luv e IHS.

Operações Lógicas e Aritméticas

- Realizadas entre pixels correspondentes.
- Algumas aplicações:
 - ◆ União e interseção entre regiões de interesse;
 - ◆ Controle de cobertura vegetal, expansão de áreas urbanas e uso do solo;
 - ◆ Realce por razão de bandas;
 - ◆ Cálculos de índices de vegetação;
 - ◆ Conversões entre espaços de cores.

Operações Lógicas

A	B	A . O R . B	A . A N D . B
0	0	0	0
1	0	1	0
0	1	1	0
1	1	1	1



Interseção entre regiões de interesse.

Operações Aritméticas

Adição, subtração, multiplicação, divisão, multiplicação por um escalar, etc.

Multiplicação

10	03	06	02
10	09	05	04
05	08	06	08
02	07	05	04

 *

01	00	00	00
01	01	00	00
00	01	00	00
00	00	00	00

 =

10	00	00	00
10	09	00	00
00	08	00	00
00	00	00	00

Máscara de uma região de interesse aplicada a uma banda.

Razão de Bandas

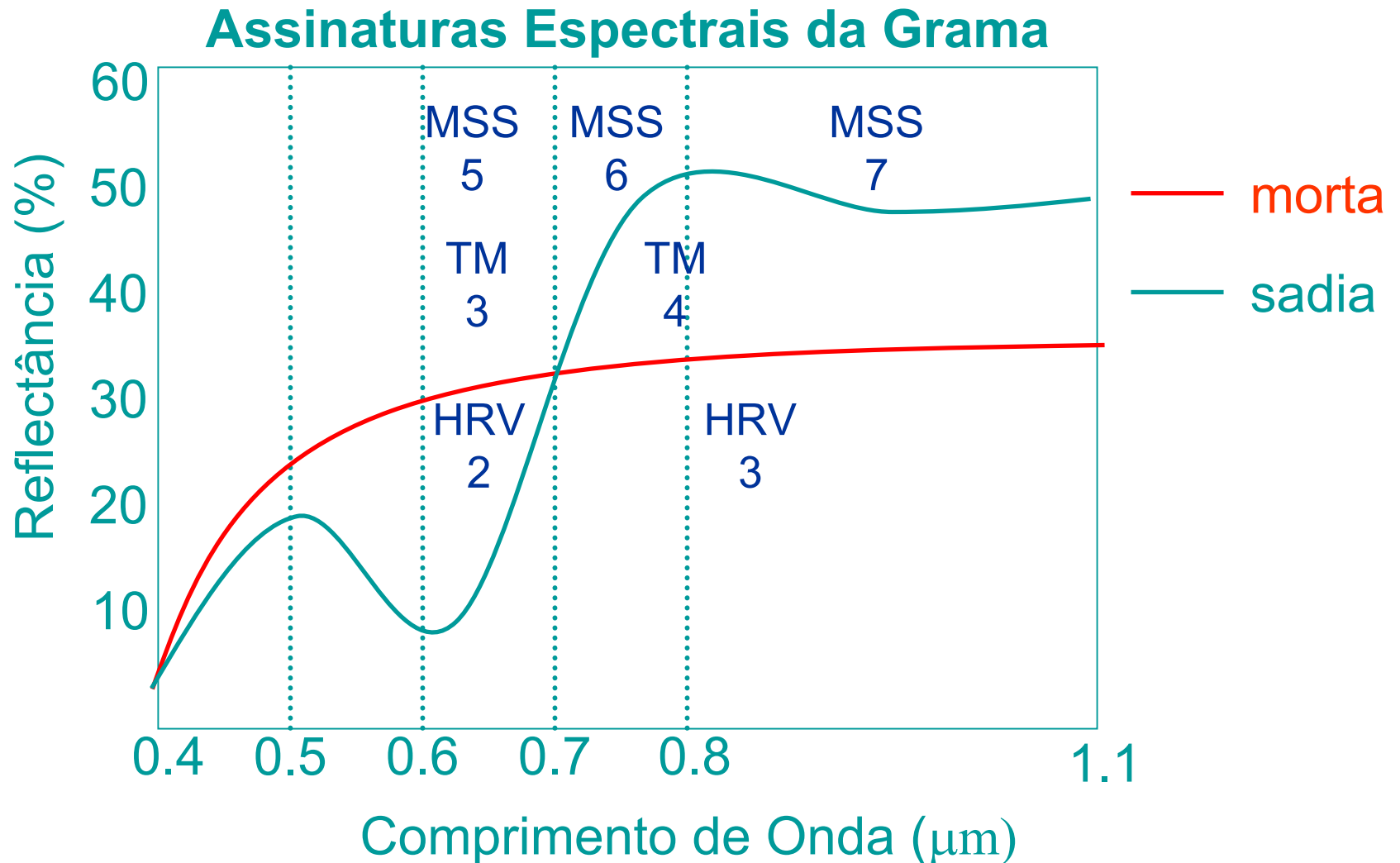
(a) Realce da vegetação

$$IV / V$$

onde IV é a banda do infra-vermelho e V é a do vermelho.

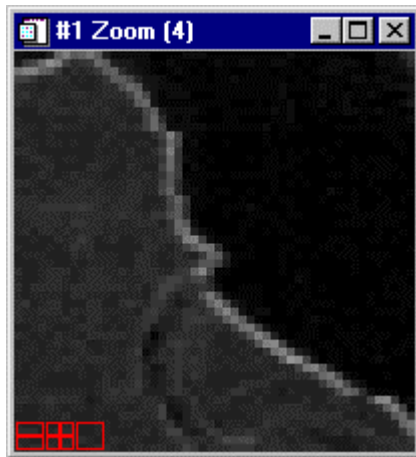
- O brilho é proporcional à saúde da vegetação.
- Vegetação sadia reflete 40-50% do infra-vermelho (0.7-1.1 μ m).
- Fotosíntese absorve 80-90% da luz visível (0.4-0.7 μ m).

Razão de Bandas (cont.)

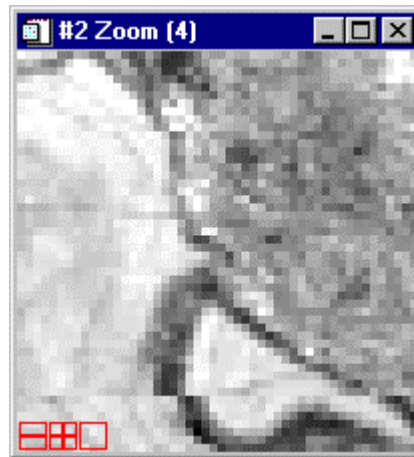


Razão de Bandas (cont.)

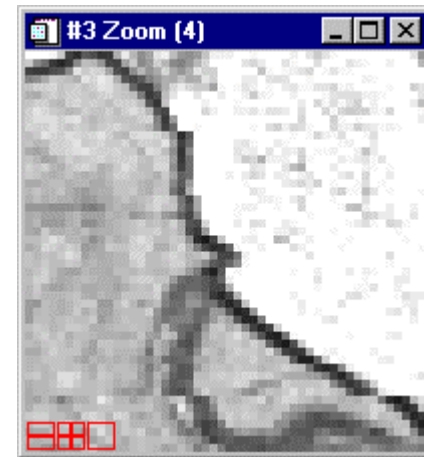
Divisa entre plantação de cana e mata fechada.



TM 3
Vermelho



TM 4
Infra-Vermelho



TM4/TM3

Razão de Bandas (cont.)

(b) Realce de solos

- Ricos em óxido de ferro

TM3 / TM1

MSS6 / MSS7

- Ricos em argila

TM5 / TM7

Índices de Vegetação

- Medem a densidade e as condições de áreas com vegetação.
- Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

$$\frac{(IV - V)}{(IV + V)}$$

IV é a banda do infra-vermelho e V é a do vermelho

- Tasseled Cap (Kauth and Thomas - 1976)
 - ◆ Mede brilho, verde e umidade do solo.
 - ◆ Muito usada em aplicações agrícolas.

Índices de Vegetação (cont.)

- NDVI no TM

$$\frac{(TM4 - TM3)}{(TM4 + TM3)}$$

- NDVI no MSS

$$\frac{(MSS6 - MSS5)}{(MSS6 + MSS5)}$$

$$\frac{(MSS7 - MSS5)}{(MSS7 + MSS5)}$$

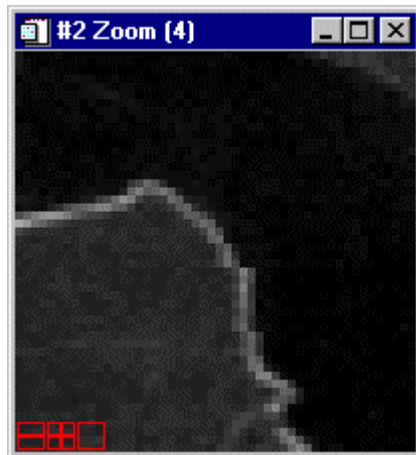
- NDVI no HRV

$$\frac{(XS3 - XS2)}{(XS3 + XS2)}$$

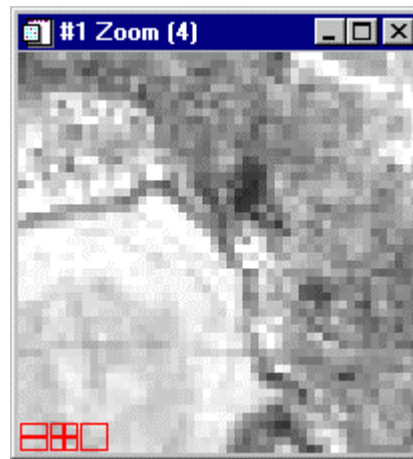
Índices de Vegetação (cont.)

- NDVI no TM

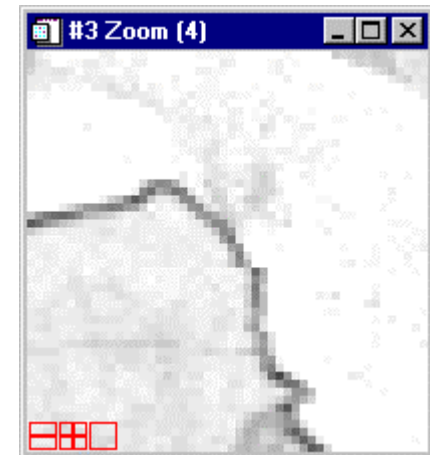
Divisa entre plantação de cana e mata fechada.



TM 3
Vermelho



TM 4
Infra-Vermelho



NDVI

Índices de Vegetação (cont.)

- Tasseled Cap no TM

	1	2	3	4	5	7
Brilho	0,33183	0,33121	0,55177	0,42514	0,48087	0,25252
Verde	-0,24717	-0,16263	-0,40639	0,85468	0,05493	-0,11749
Umidade	0,13929	0,22490	0,40359	0,25178	-0,70133	-0,45732
Umidade	0,84610	-0,70310	-0,46400	-0,00320	-0,04920	-0,01190

Índices de Vegetação (cont.)

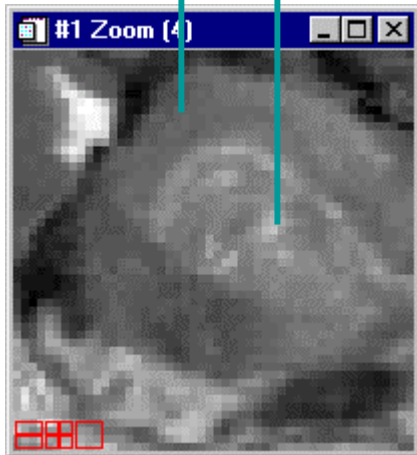
- Tasseled Cap no TM



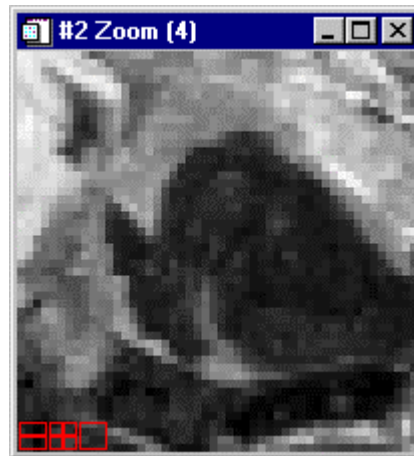
Índices de Vegetação (cont.)

- Tasseled Cap no TM

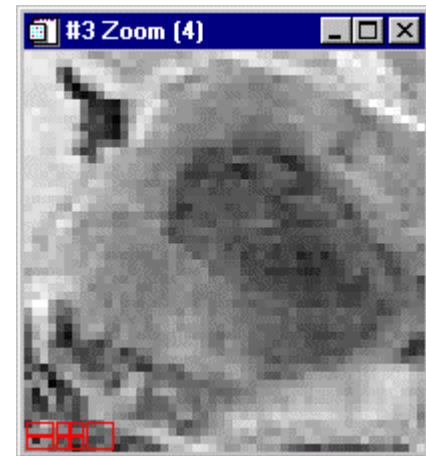
vegetação
solo exposto



Brilho



Verde

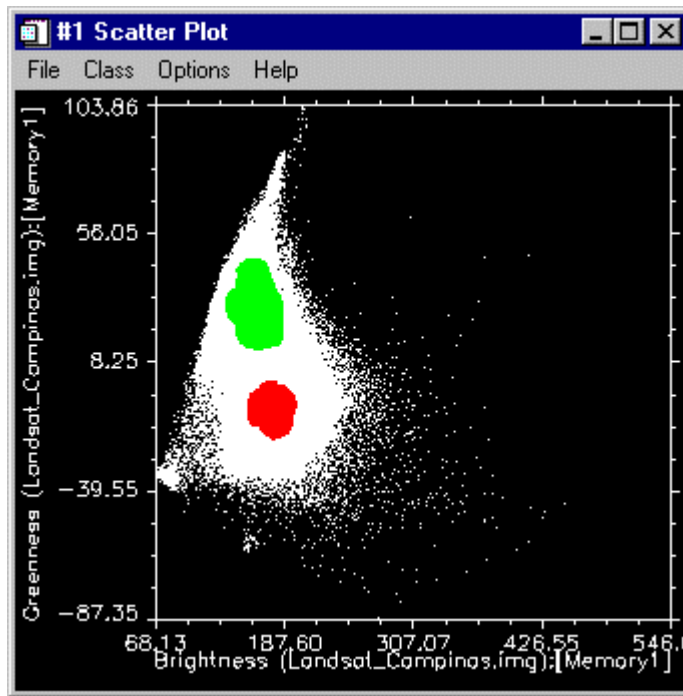


Umidade

Índices de Vegetação (cont.)

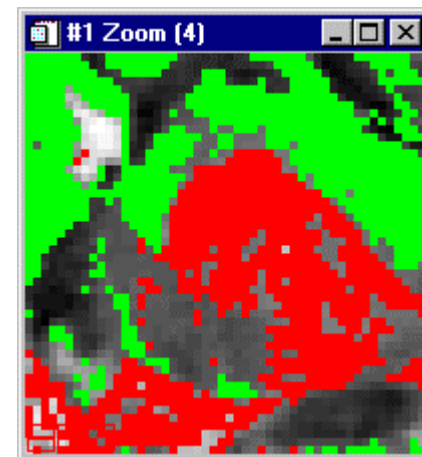
- Tasseled Cap no TM

Verde



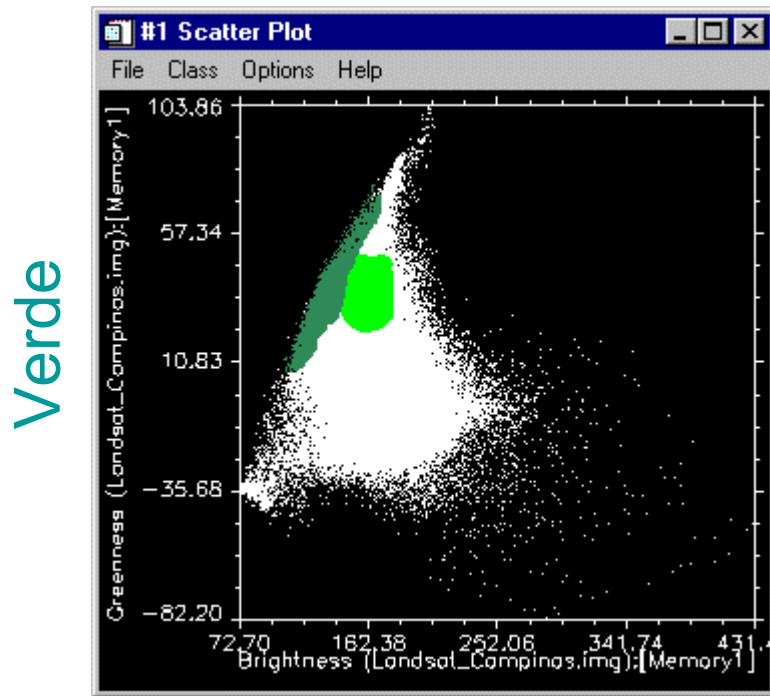
Brilho

- solo exposto
- vegetação



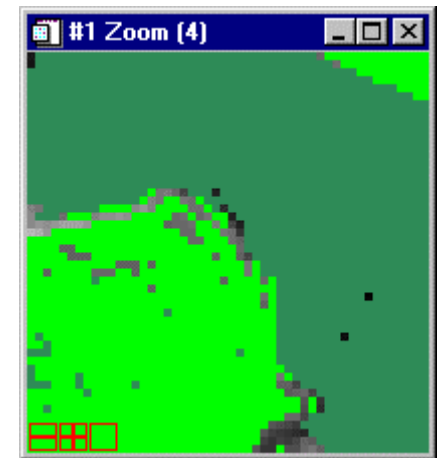
Índices de Vegetação (cont.)

- Tasseled Cap no TM



Verde

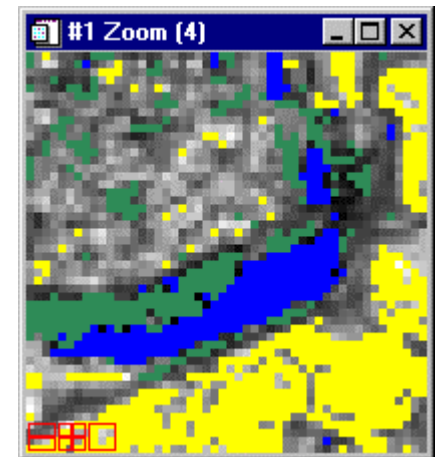
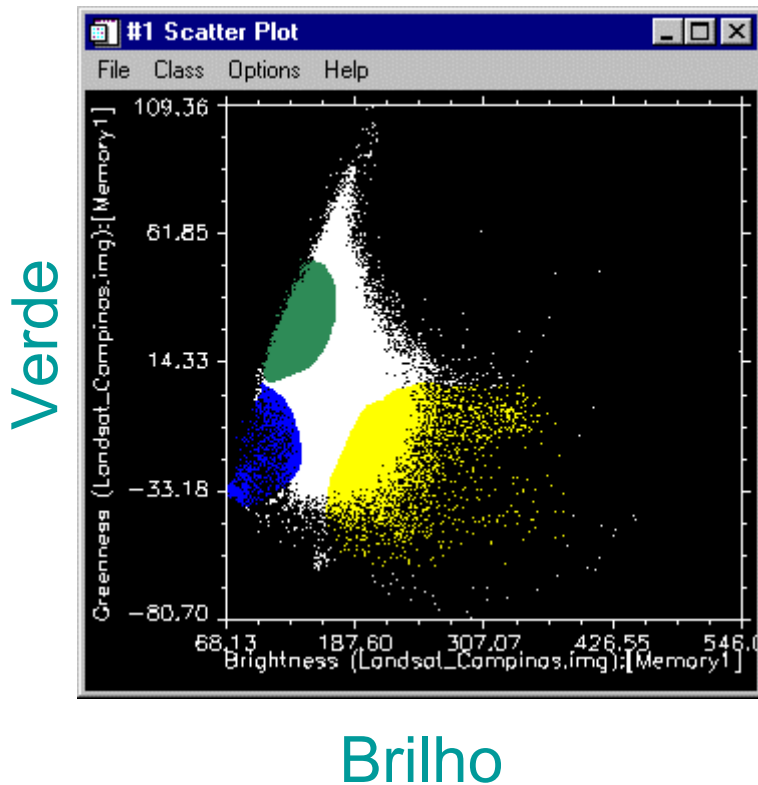
Brilho



-  Plantação de cana
-  Mata fechada

Índices de Vegetação (cont.)

- Tasseled Cap no TM



- Água
- Vegetação
- Área urbana

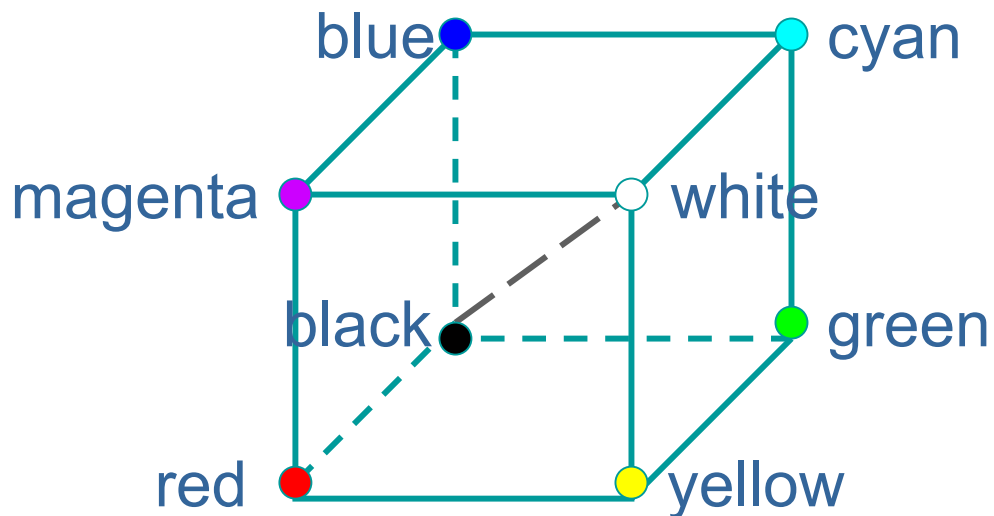
Uso de Cores

- A cor é o resultado da percepção da luz visível (0.4-0.7mm) incidente na retina.
- O olho é mais sensível ao verde, depois ao vermelho e menos ao azul.
- A sensação da soma ponderada do vermelho (R), verde (G) e azul (B) gera a maioria das cores visíveis (Thomas Young, 1773-1829) ⇒ Espaço RGB.

Uso de Cores (cont.)

■ Espaço RGB

- ◆ Aditivo.
- ◆ Diagonal \equiv Cinza.
- ◆ Complementar do espaço CMY (subtrativo)

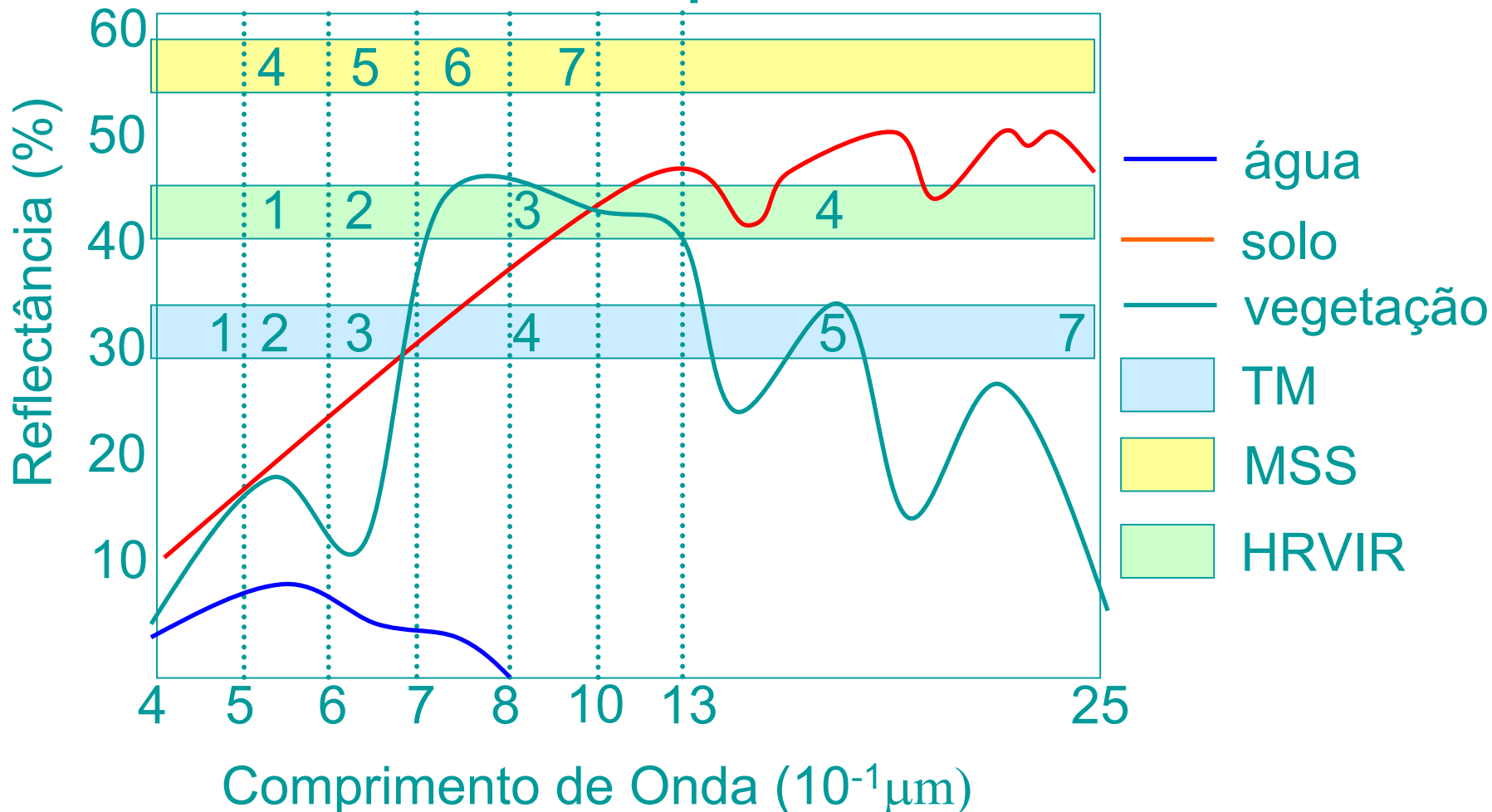


Uso de Cores (cont.)

- O olho percebe cerca de 30 níveis de cinza e 7 milhões de cores \Rightarrow uso de tabelas de cores e composições coloridas melhora a interpretação.
- A imagem de uma banda pode ser transformada em uma imagem RGB usando uma tabela de cores.
- Subconjuntos de três bandas podem ser compostos em uma imagem RGB associando cada banda a uma componente de cor \Rightarrow Composições coloridas.
- O olho percebe mais variações de azul, depois de vermelho e menos de verde \Rightarrow regiões de interesse com pouca variação de valor em uma dada banda deveriam ser associadas ao azul.

Uso de Cores (cont.)

Assinaturas Espectrais



Tabelas de Cores

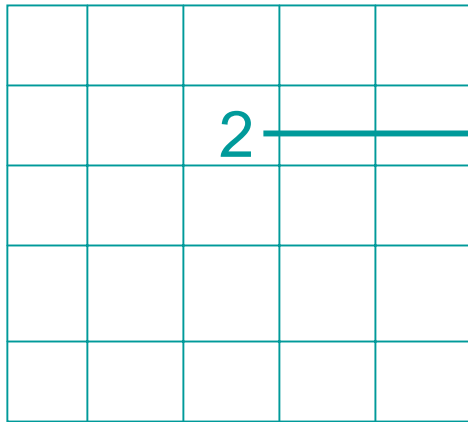


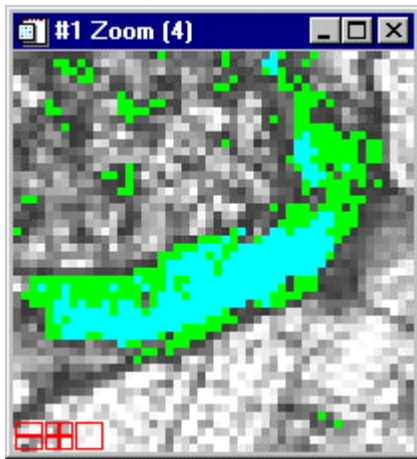
Imagem Monocromática de 8bits (0-255 níveis de cinza).

	R	G	B	
0				
1				
2	255	255	0	yellow
≈	≈	≈	≈	
254				
255				

Tabela de Cores

Tabelas de Cores (cont.)

- Density Slicing (fatiamento de níveis)



■ vegetação

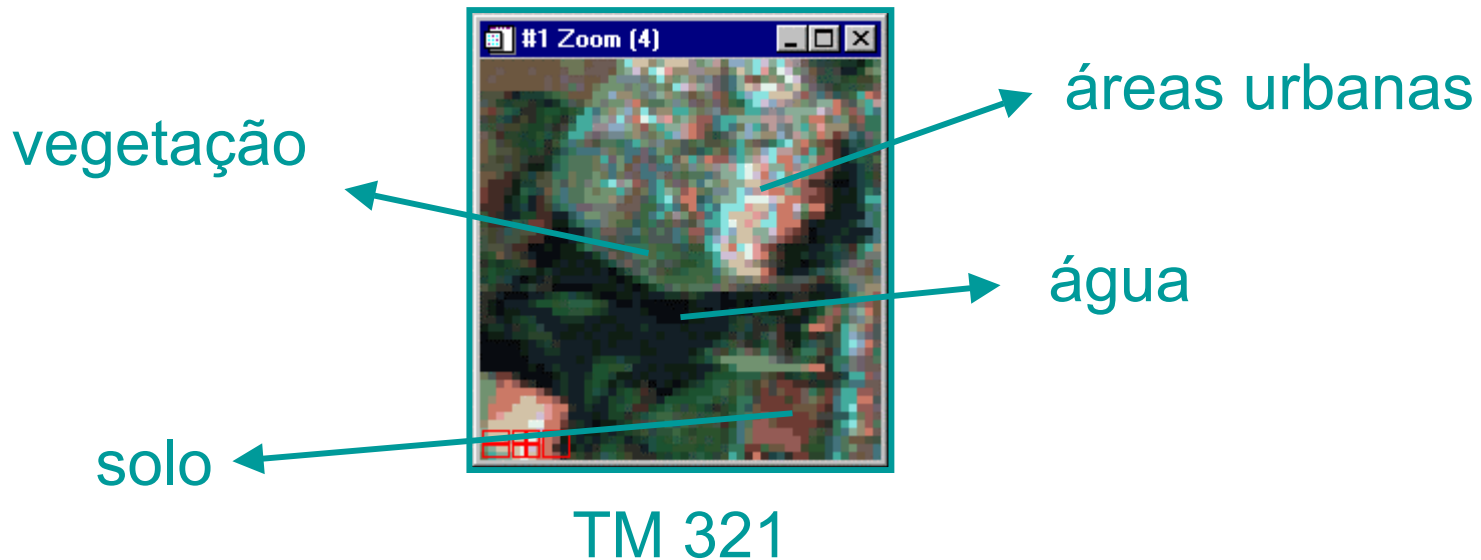
■ água

nível	cor
0 - 9	cyan
10 - 20	green

Banda 7 do TM

Composições Coloridas

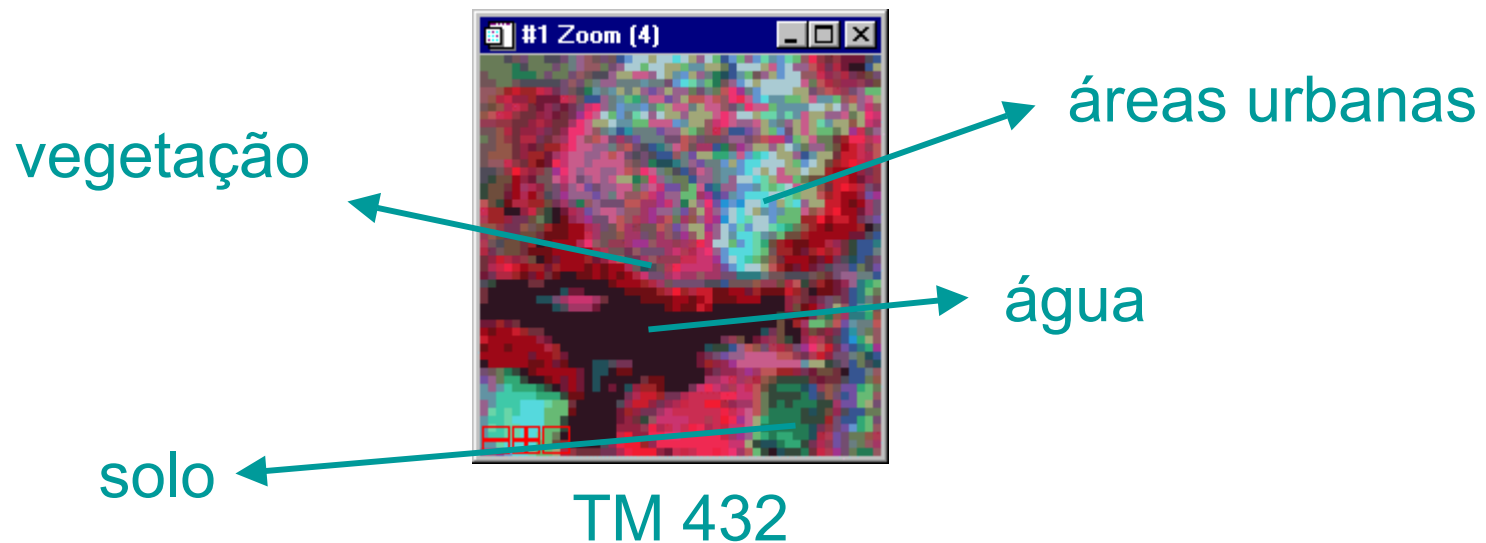
- Natural: R-Vermelho, G-Verde, B-Azul.



Não existem receitas sobre composições coloridas. A melhor composição vai depender das características espectrais do material em estudo e do tipo de sensor.

Composições Coloridas (cont.)

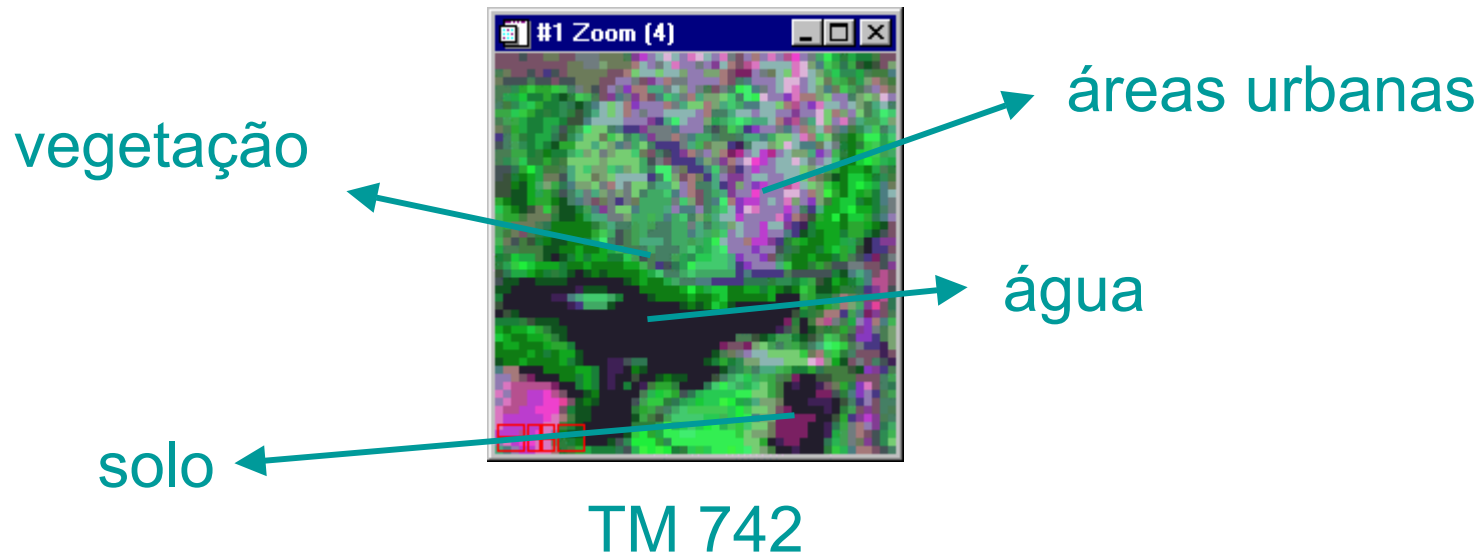
- R-Infra-Vermelho Próximo, G-Vermelho, B-Verde.



Bom para estudar as condições da vegetação e acompanhar o ciclo das plantações.

Composições Coloridas (cont.)

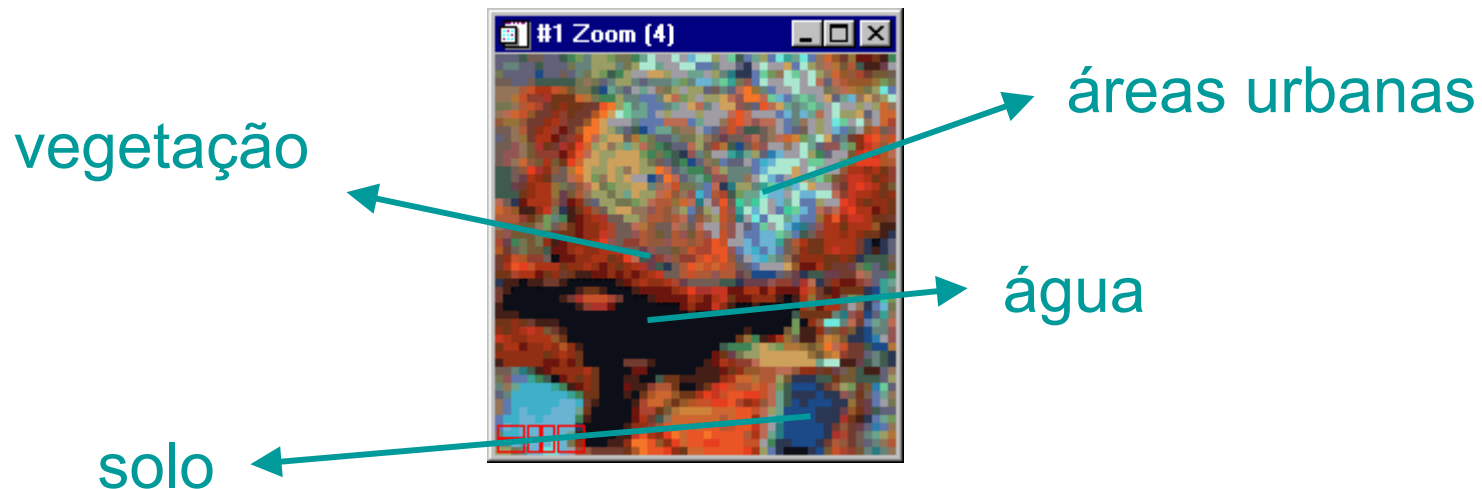
- R-Infra-Vermelho Médio , G- Infra-Vermelho Próximo, B-Verde.



Permite discriminar regiões úmidas (mais escuras) no solo e na vegetação.

Composições Coloridas (cont.)

- R-Infra-Vermelho Próximo, G- Infra-Vermelho Médio, B-Vermelho.



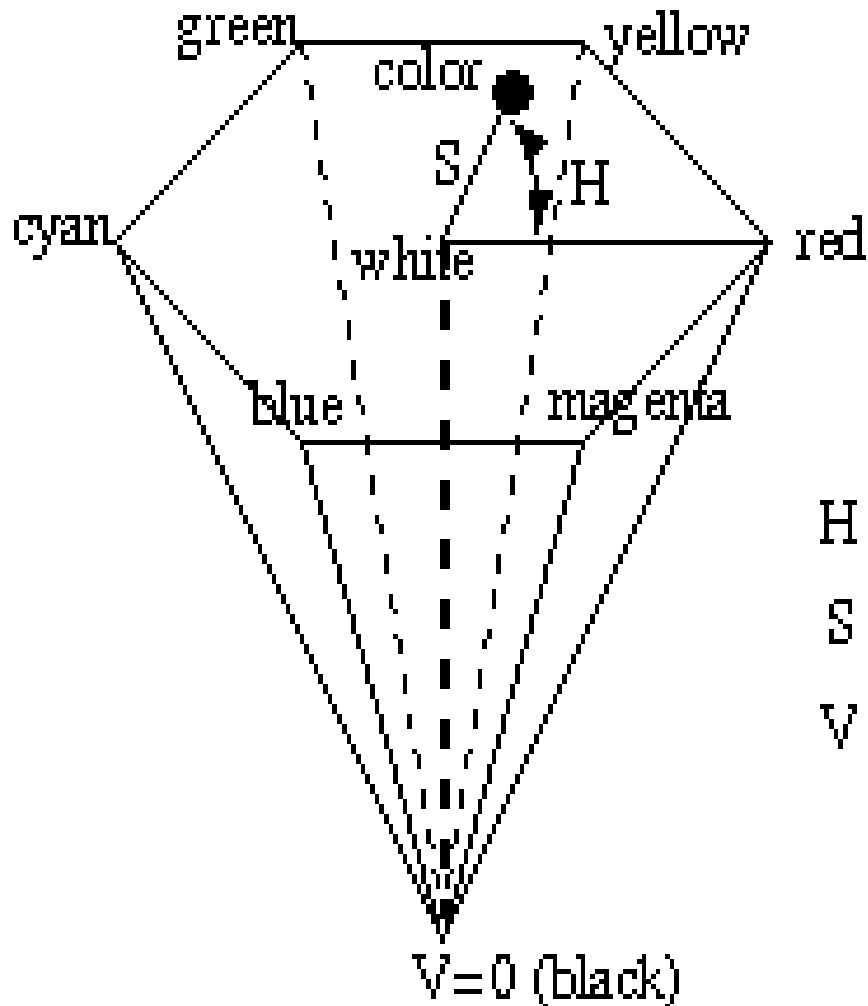
TM 543

Permite diferenciar o uso do solo usando os tons da vegetação: marrom, verde e laranja. Apresenta boa definição entre água e terra.

Uso de Cores (cont.)

- Retina humana tem três tipos de células foto-receptoras de cor \Rightarrow Três componentes numéricas são necessárias para descrever uma cor: intensidade, matiz e saturação.
- A intensidade é responsável pela sensação de brilho.
- A matiz é responsável pela sensação de “cor”.
- A saturação representa o grau de “pureza” da cor.
- Alguns espaços de cores procuram representar estas três componentes: HSV, IHS, HLS.

Espaço HSV



H = hue

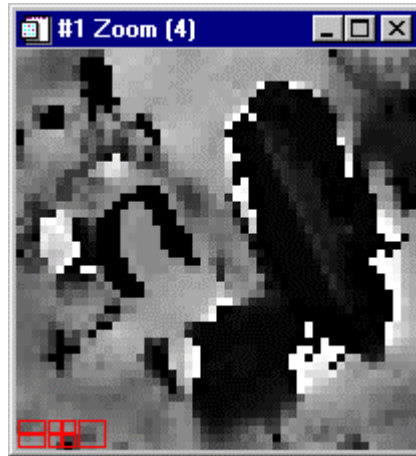
S = saturation

V = value

Espaço HSV (cont.)



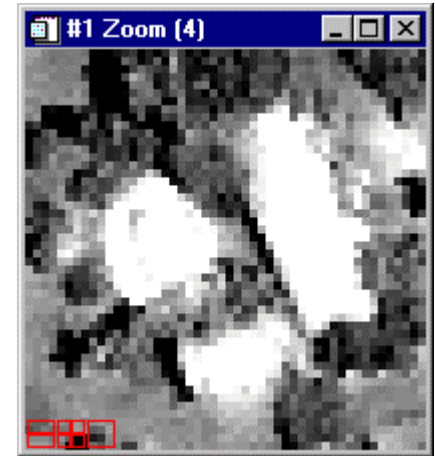
natural



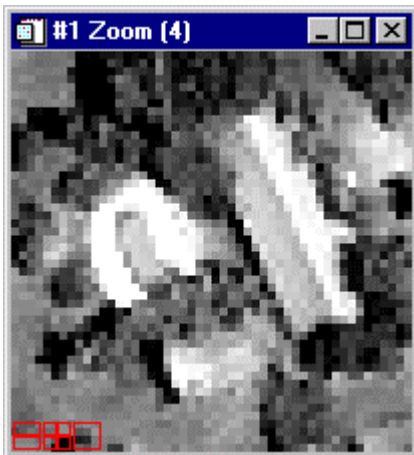
matiz



saturação



valor



Uma melhor estimativa de brilho seria:

$$0.299R + 0.587G + 0.114B$$

(ITU-R Recomendação 601-2)

Espaço HSV (Harrington - 1987)

RGB para HSV

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

$$H = \tan^{-1}\left(\frac{V_2}{V_1}\right), \quad 0 \leq H \leq 2\pi$$

$$S = \sqrt{V_1^2 + V_2^2}, \quad 0 \leq S \leq 1$$

$$V = I, \quad 0 \leq V \leq 1$$

HSV para RGB

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

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

$$I = V$$

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

Espaço XYZ (Observador Padrão - CIE)

(CIE = Comissão Internationale de L'Éclairage)

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.606 & 0.174 & 0.201 \\ 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.000 & 0.066 & 1.117 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$

Y é o brilho.

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.910 & -0.534 & -0.289 \\ -0.984 & 1.998 & -0.027 \\ 0.058 & -0.118 & 0.897 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}$$

Espaço Luv (CIE - Espaço Uniforme)

Primeiro calcula XYZ

$$L = 116 \left(\frac{Y}{Y_0} \right)^{1/3} - 16, \quad \frac{Y}{Y_0} > 0.01, \quad Y_0 = 1$$

$$u = 13L(u' - u_0), \quad u_0 = 0.201$$

$$v = 13L(v' - v_0), \quad v_0 = 0.461$$

$$u' = \left(\frac{4X}{X + 15Y + 3Z} \right)$$

$$v' = \left(\frac{9Y}{X + 15Y + 3Z} \right)$$

Espaço IHS da CIE

Primeiro calcula Luv

$$I = L$$

$$H = \tan^{-1}\left(\frac{v}{u}\right)$$

$$S = \sqrt{u^2 + v^2}$$