

# **Transformação no espaço de cores**

Prof. Dr. Rogério Galante Negri

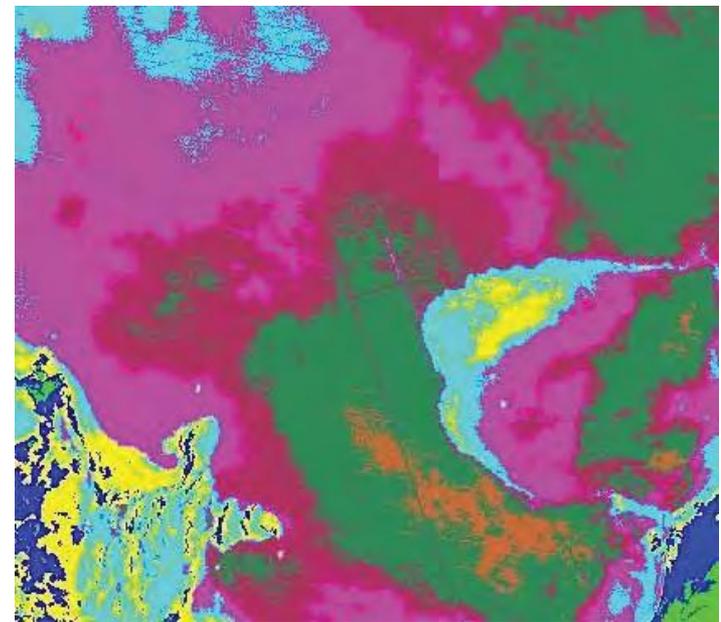
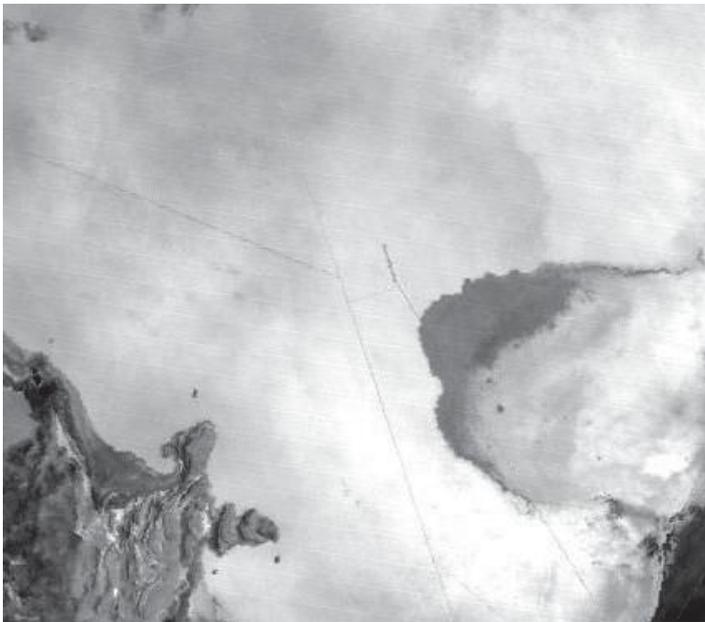
---

# Cor

- O meio mais eficiente de apresentar/analisar imagens de SR é através representações coloridas (é como vemos!)
  - Cor
    - Aspecto da experiência visual
    - Cor dominante, brilho e intensidade (escura/clara)
    - Iluminação da cena, tipo de superfície, altura do observador
  - Experimento misturando três cores (RGB) + Intensidades
  - Possui representação gráfica/numérica/vetorial
-

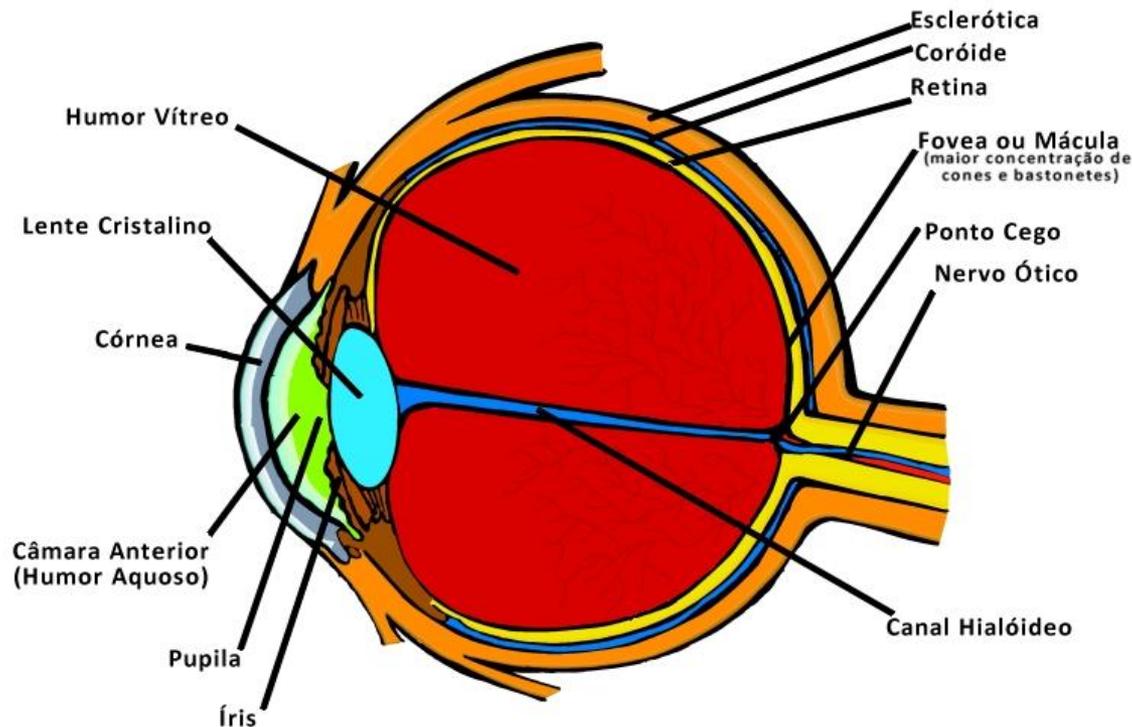
# Fatiamento de histograma

- Procedimento mais simples
- Os valores de brilho (NC) são reorganizados em intervalos
- Cada intervalo é associada a uma cor
- As cores desta “banda fatiada” é uma pseudocor
- Pseudocor é diferente de composição colorida



# Espaço RGB

- O sistema RGB é o mais usado – especialmente *8-bits*
- A luz visível quando passa pela pupila é focada na retina pelas lentes oculares
- Na retina existem os cones e bastonetes, conectados por redes de fibras nervosas ao nervo óptico

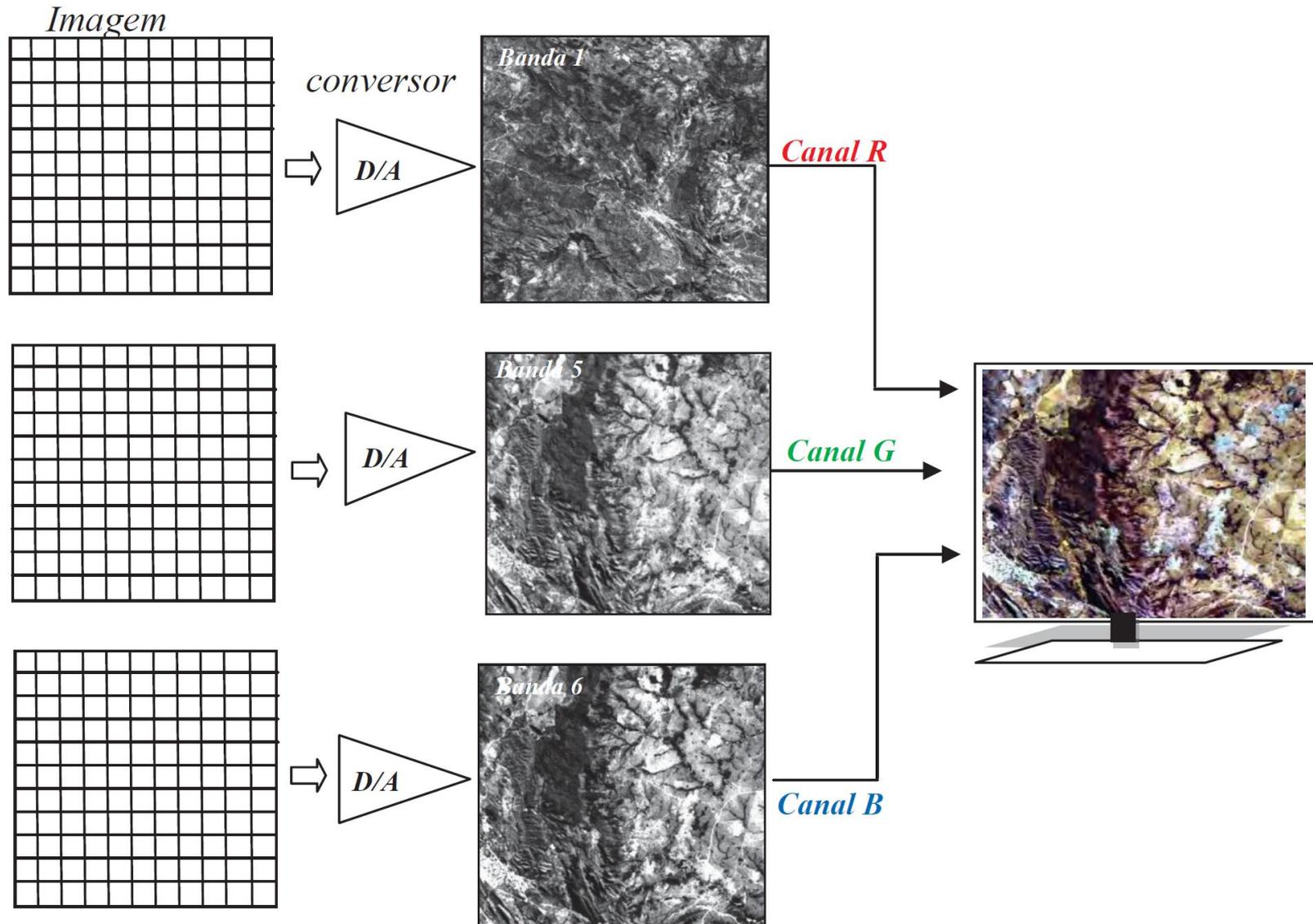


# Espaço RGB

- A energia detectada pelo olho vai ao cérebro e forma a imagem
  - $5 \times 10^6$  cones – distinção de matiz (Hue) e percepção de pureza (Saturação)
  - $150 \times 10^6$  bastonetes – luz de baixa iluminação (intensidade)
- Teoria do “triestímulo” - existem 3 tipos de cones, cada um para uma cor primária
- A cor é a soma da fração de estímulo das cores primárias

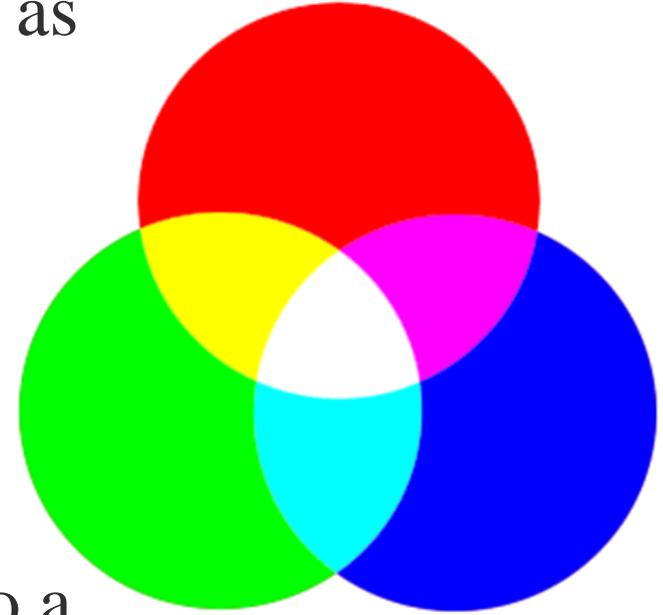
$$Cor = x_R + x_G + x_B$$

# Display da imagem (no PC)



# Adição das cores primárias

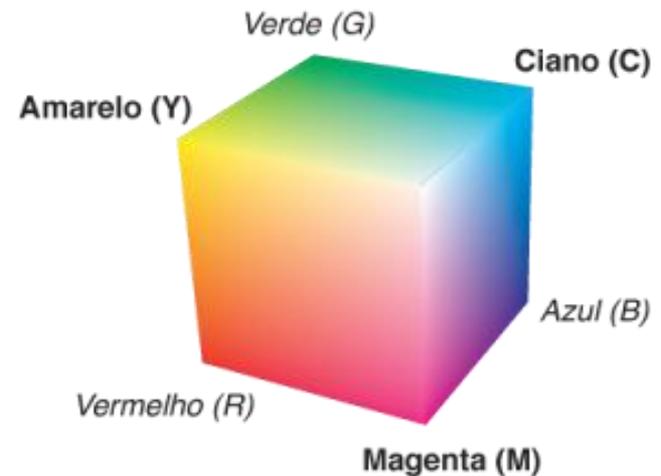
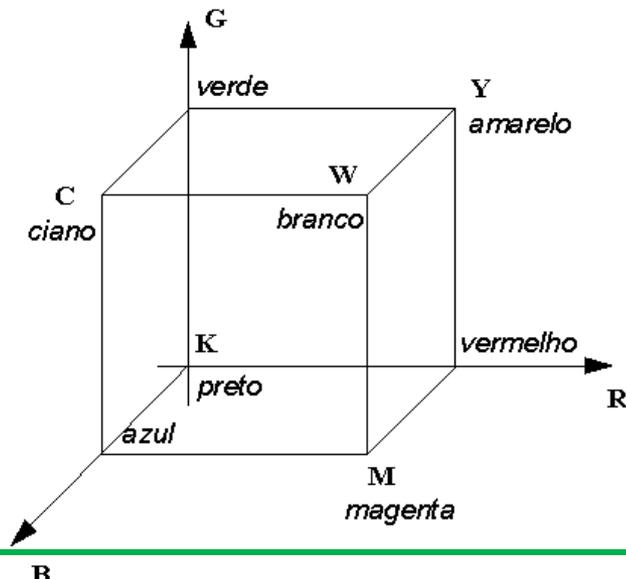
- Combinação de projeção de focos de luz
- As combinações entre focos mostram as cores geradas:
  - Amarelo,
  - Ciano
  - Magenta
  - Branco
- Milhões de cores são obtidas variando a intensidade de cada foco



RGB é o sistema padrão dos monitores

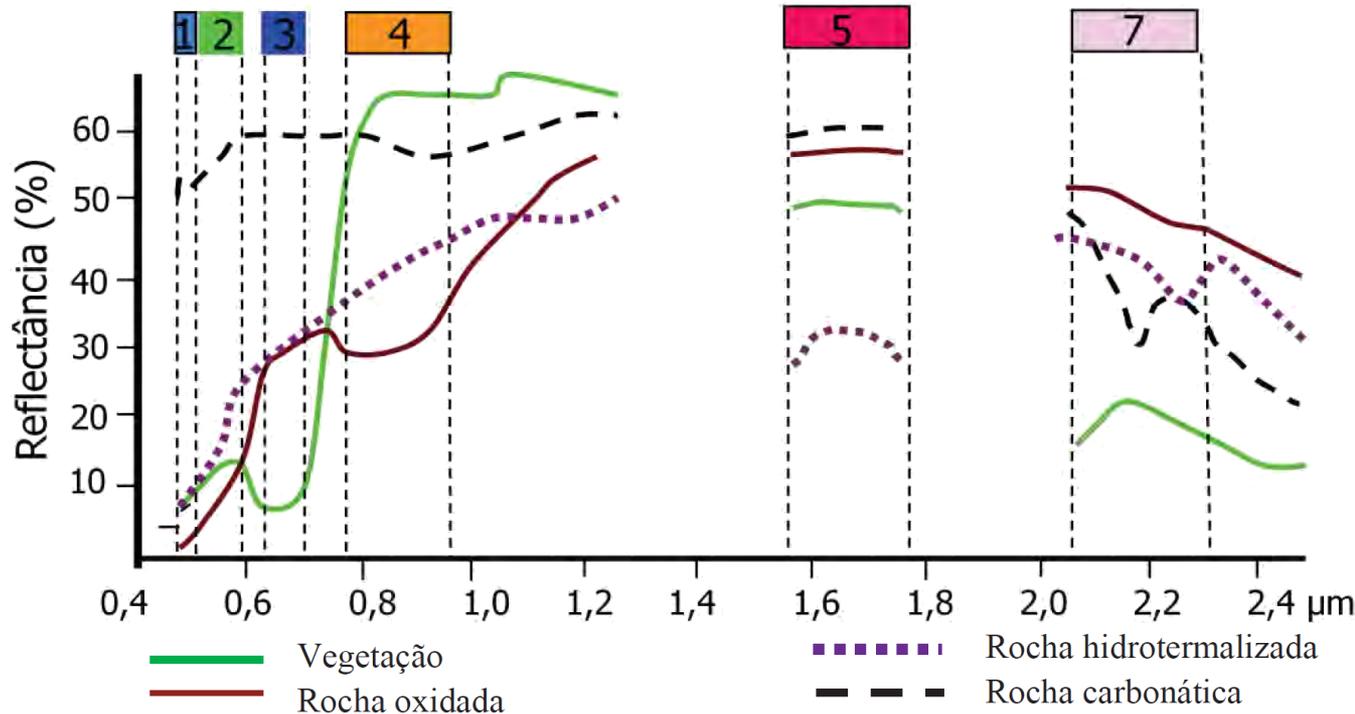
# Espaço RGB (novamente)

- O espaço RGB é representado por um cubo
- Relacionado com a teoria do triestímulo
- Intervalos de brilho das banda estão ligadas aos eixos do cubo
- Uma cor é um vetor que está dentro deste cubo
- Os vértices são as cores primárias/secundárias
- A diagonal contém os tons de cinza
- Sobre os vértices estão as cores saturadas



# Combinação de bandas/cores

- A melhor combinação de bandas para formar um triplete deve ser analisada cuidadosamente
- Suponhamos 6 bandas  $\rightarrow \frac{6!}{(6-3)!} = 120$  combinações
- Verificar o comportamento espectral dos alvos de interesse e escolher as bandas que os distingue é uma saída!

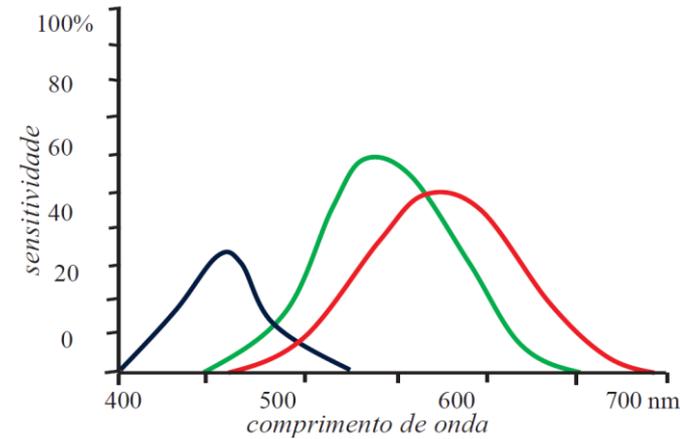


Bandas do sensor ETM do satélite LANDSAT-7

Quais as 3 melhores para separar os alvos?

# Cuidado com o Azul!

- A visão é menos sensível à cor azul
- Ao realizar a composição colorida, bandas de maior variância devem ser associadas ao verde/vermelho
- Já bandas de menor variância, devem ser associadas ao azul
- A banda 5 (ex. anterior) possui maior variância



543



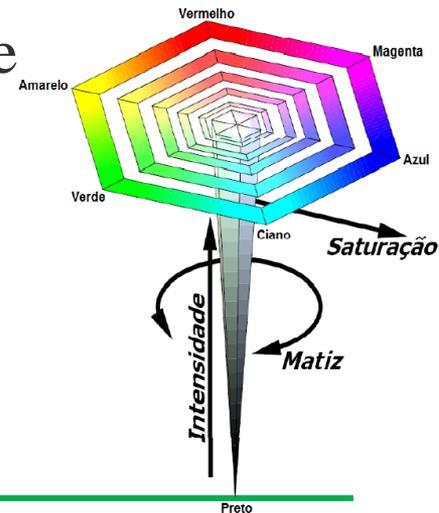
453



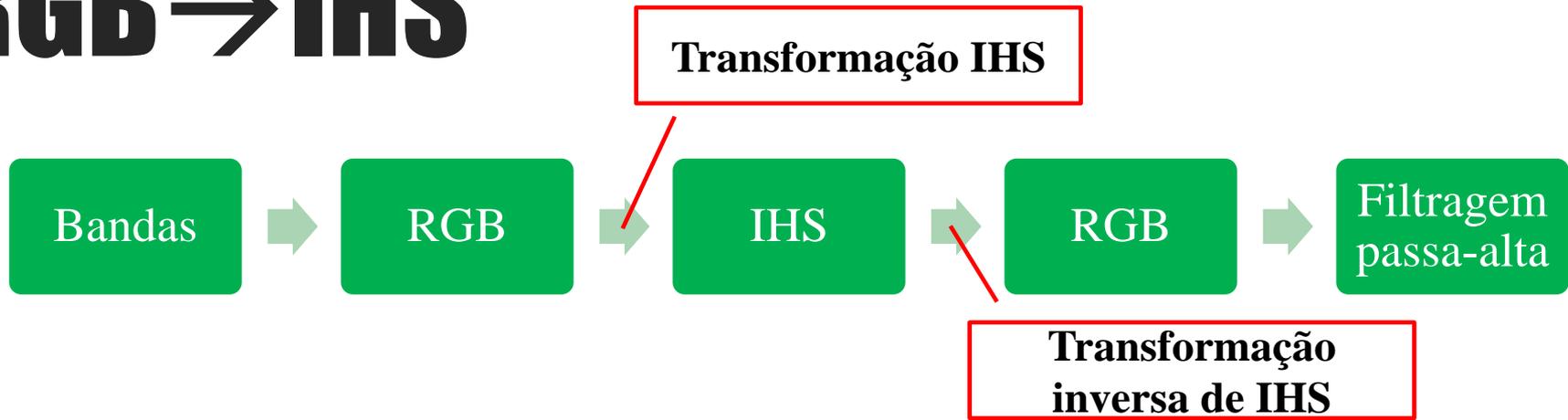
345

# Espaço IHS

- Pela percepção fisiológica, ao descrever uma cor usamos os atributos “brilhante”, “clara”, “escura” ou “pura”
- São equivalentes a: Intensidade, Hue e Saturação (IHS)
  - I – quantidade de brilho
  - H – Hue (ou matiz) é a cor espectral dominante
  - S – grau de diluição de uma cor pura por luz branca
- No RGB, ajuste de cores são geradas por “ganho” e “brilho” em cada cor básica
- No espaço IHS é possível manipular cada componente
- IHS é equivalente ao cubo RGB

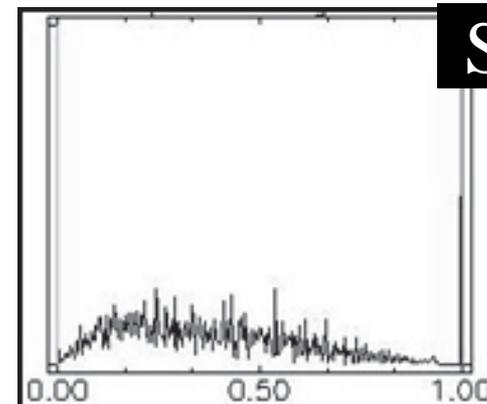
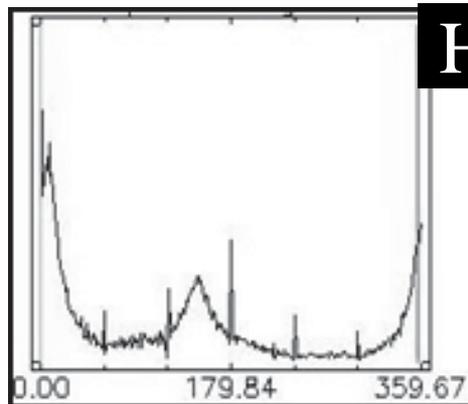
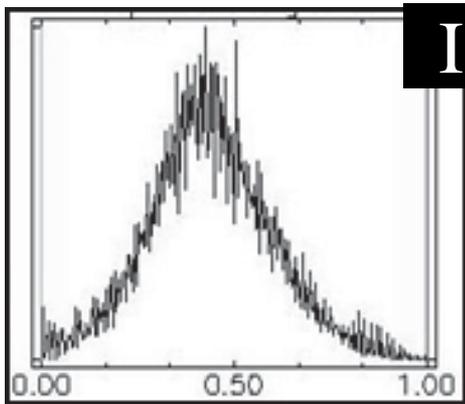


# RGB → IHS



- Transforma-se o espaço “cubo RGB” para IHS
- São obtidas as componentes I, H e S separadamente
- Mudanças em I, H e S podem ser feitas
- Para observar as alterações feitas, aplica-se IHS inverso

# IHS



Intervalos

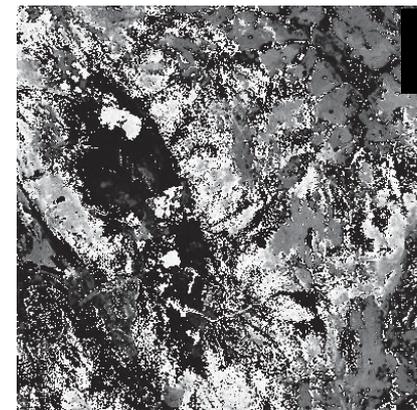
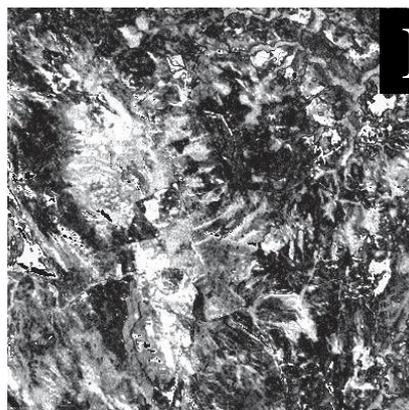
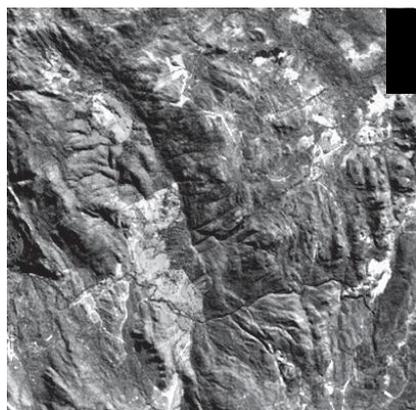


Imagem  
RGB  
(original)

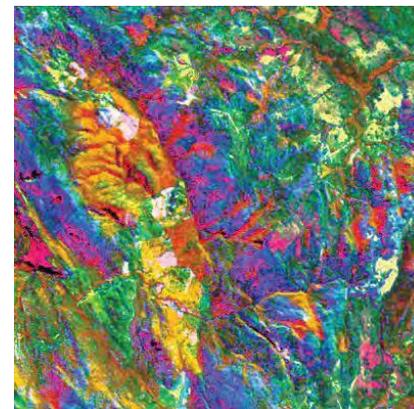
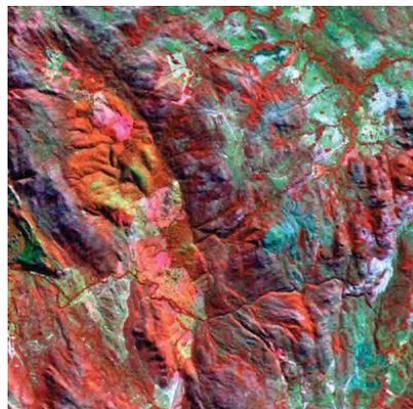


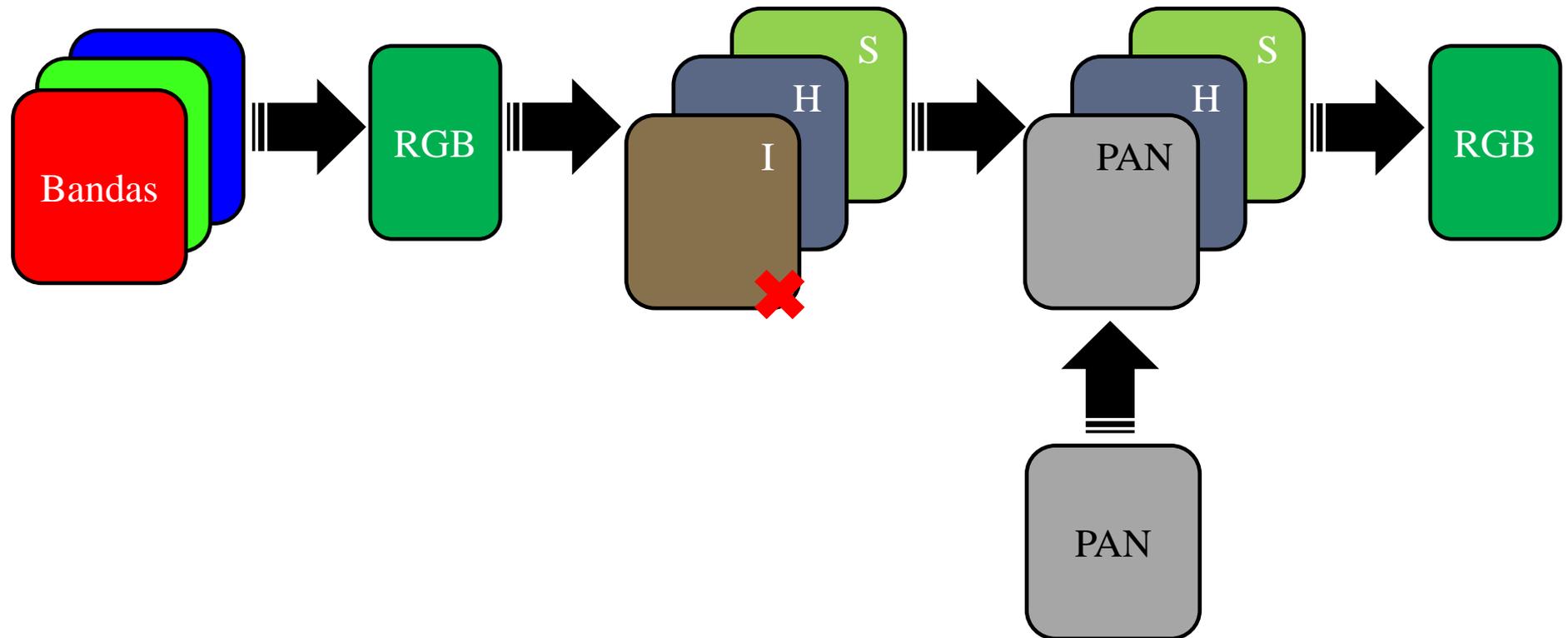
Imagem  
IHS

# Fusão de imagens

- Decompor em IHS pode ser usado para outras finalidades, além de gerar representações coloridas
  - Pode ser usada para combinar imagens de diferentes sensores/resoluções
  - É conhecido como fusão de imagens, e o objetivo é aumentar a resolução de imagens multiespectrais usando uma imagem de alta resolução espacial (pancromática)
  - Representar em IHS tem algumas propriedades, como ordenar as resoluções espaciais do I, H e S como o olho humano percebe
  - I é recebida por máxima resolução (mais bastonetes, do que cones [H])
-

# Fusão IHS

- É feita a transformação IHS
- A componente I é substituída pela banda pancromática (maior res.)
- Realizando a transformada inversa, obtém-se uma imagem de maior resolução



# Fusão IHS

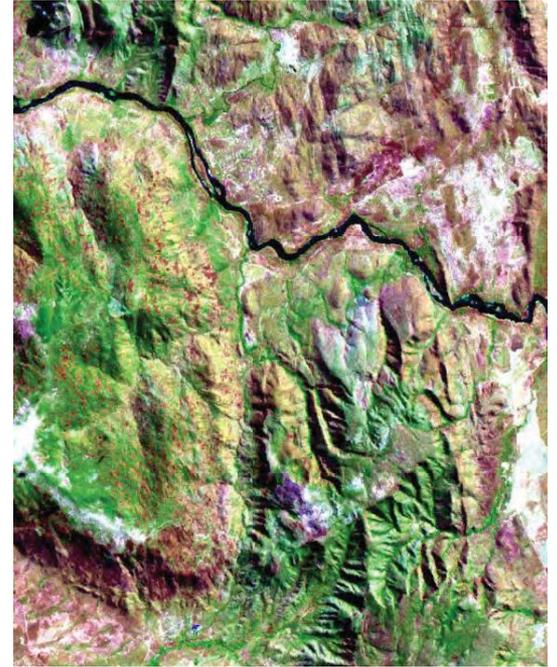
PAN



MULTI.



IHS



# Outras propostas de fusão

- Fusão no domínio espacial
    - Transformadas *wavelets*
    - Filtros passa-alta
  - Fusão no domínio espectral
    - IHS
    - Principais Componentes
    - Gram-Schmidt
  - Fusão via operações algébricas
    - Brovay
    - Multiplicativa
-

# Brovvey (cor normalizada)

- Combinação matemática de soma/mult. entre imagens de diferentes resoluções espaciais
- Cada banda da imagem multispectral é multiplicada pela PAN e dividida pelo somatório das bandas multispectrais
- Somente três bandas espectrais são usadas

$$V_i = \frac{M_i \times PAN}{\sum_j M_j}$$

Valor de saída  
para banda  $i$

Bandas multispectrais  
usadas na composição  
colorida

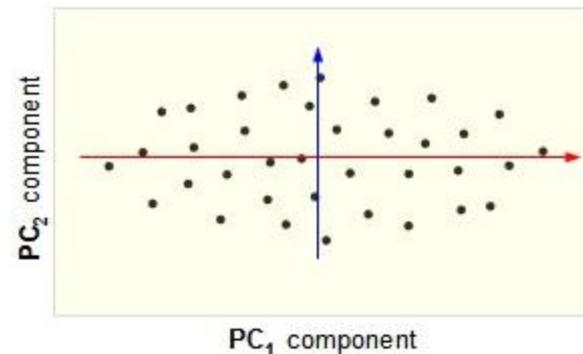
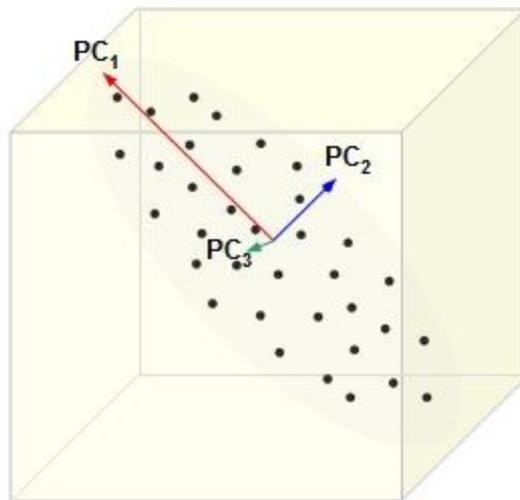
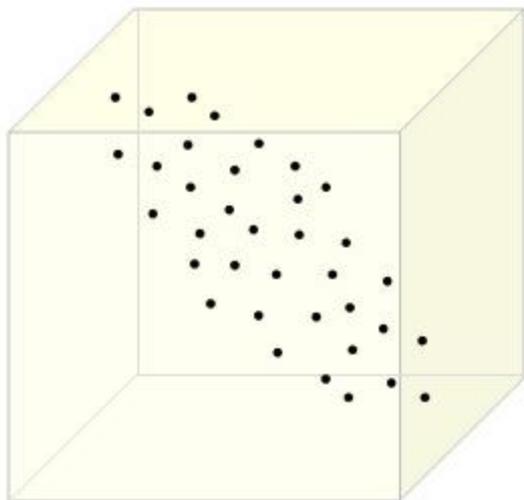
# Principais Componentes

- Visa não limitar o número de bandas a ser usada
- Transforma as bandas originais em bandas descorrelacionadas

$$X' = (V \cdot \sqrt{Q}) \cdot X^T$$

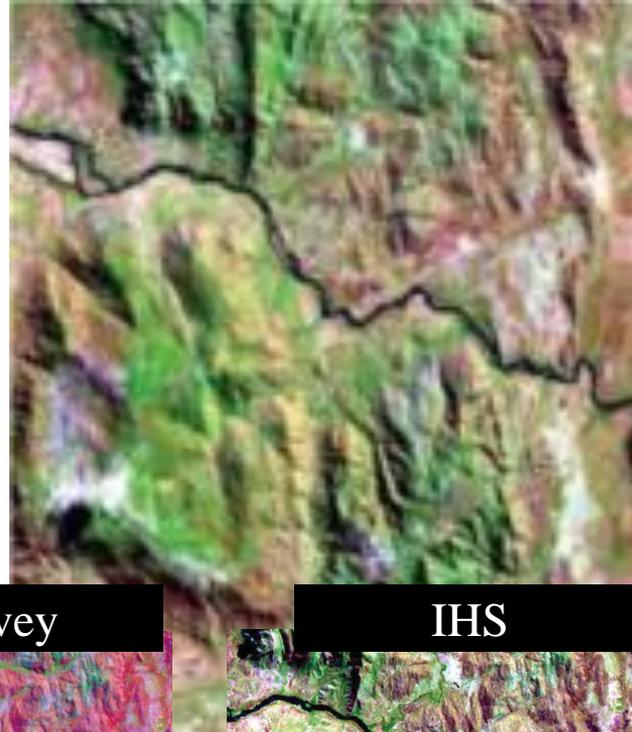
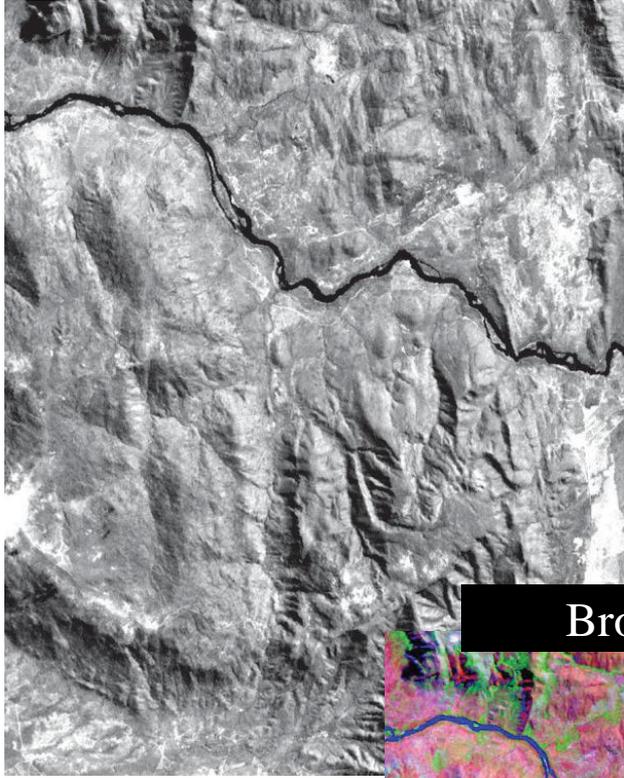
- $X$  é um pixel da imagem original (vetor)
  - Seja  $C_{n \times n}$  a matriz de covariância da imagem ( $n$  bandas)
  - $v_1, v_2, \dots, v_n$  são autovetores de  $C$
  - $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$  são os autovalores de  $C$
  - $Q$  é uma matriz diagonal, com diagonal igual aos  $\lambda_i$ 's em ordem decrescente
  - $V$  é uma matriz cujas colunas são  $v_i$ 's, ordenados segundo o respectivo  $\lambda_i$
-

# Principais Componentes

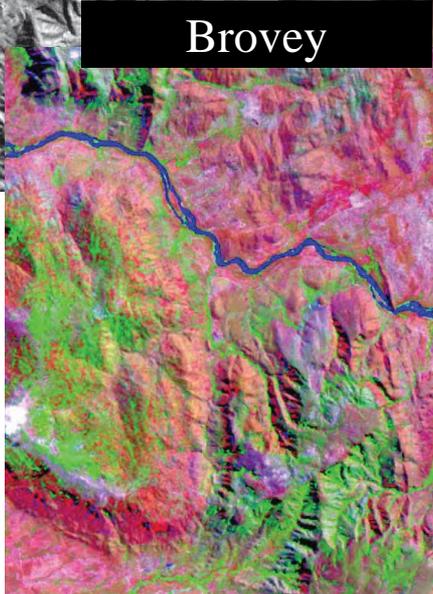


- É feito uma projeção das variâncias em eixos (componentes)
- Por exemplo, as direções cuja projeção das  $n$  bandas proporciona as duas maiores variâncias são dados pelos dois primeiros eixos
- Uma vez calculada as PCA's, teremos novamente  $n$  bandas transformadas
- A primeira banda transformada (PC1) é substituída pela banda PAN
- PC1 contém informação que as outras também contém
- PAN contém maior variação dos alvos, já que é de maior resolução

# Exemplos de Fusão



- Pancromática (15 m)
- Multiespectral (30m)



Brovey



IHS



PC

# Bibliografia da aula

- MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. (Orgs.) **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**, UNB/CNPq, Brasília, 2012.

