

C U R S O

MATERIAL DE APOIO PARA A COMPREENSÃO DOS PRINCÍPIOS DE SENSORIAMENTO REMOTO E PROCESSAMENTO DE IMAGENS

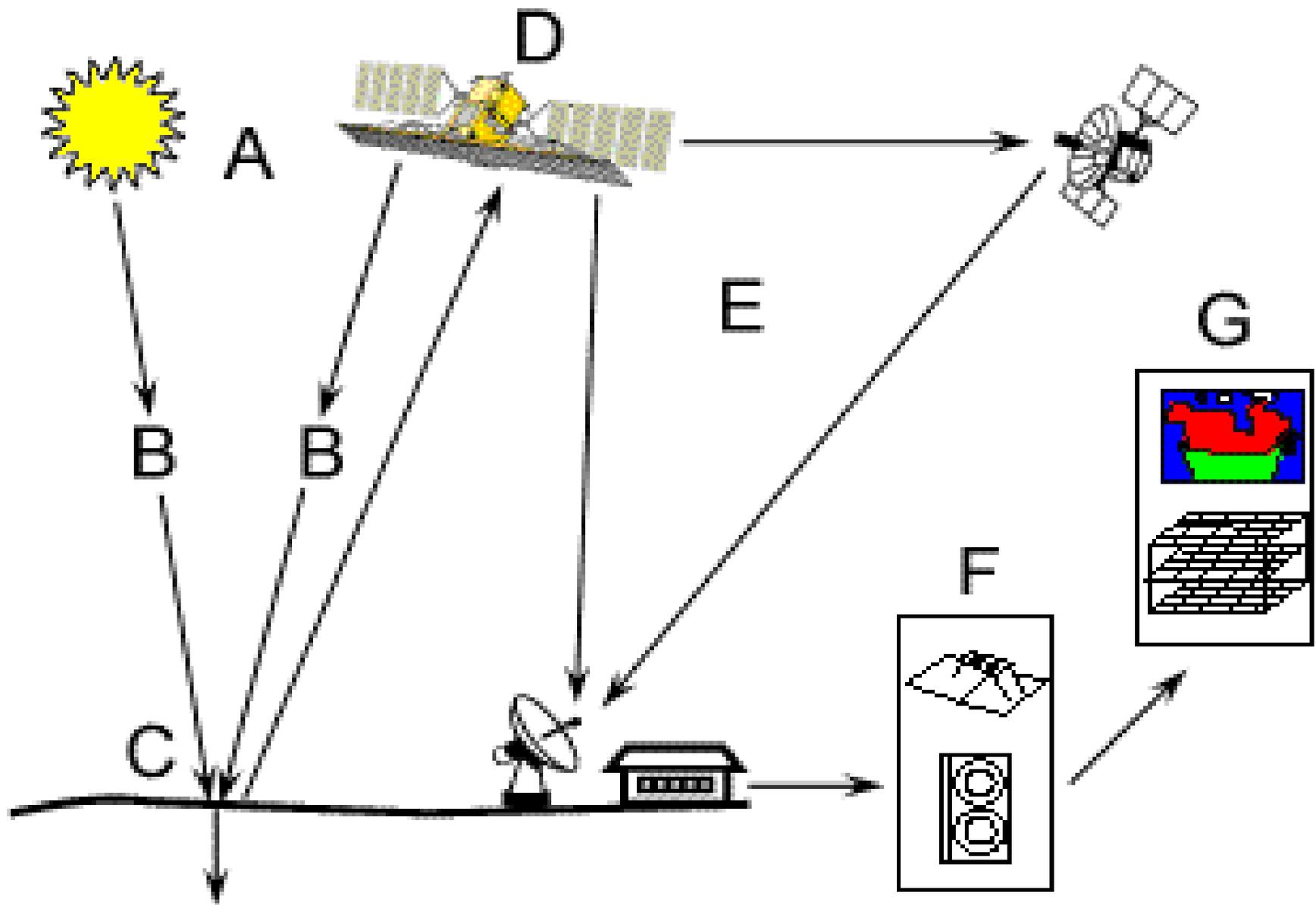
DOCENTES

Prof. Dr. Getulio Batista

Dr. Nelson Dias

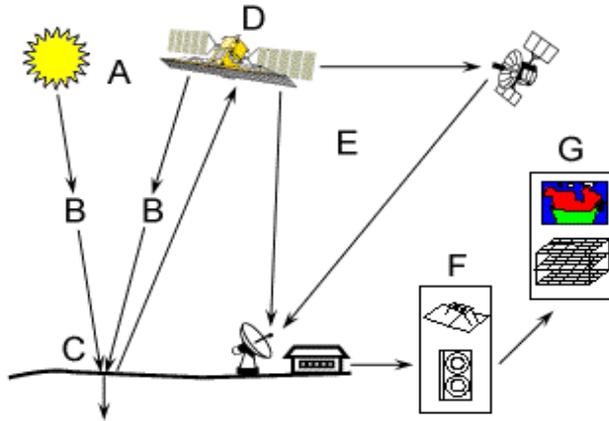
Conceituação do SR

- O principal objetivo do Sensoriamento Remoto é expandir a percepção sensorial do ser humano, seja através da visão sinóptica (panorâmica) dada pela visão aérea ou espacial seja pela possibilidade de se obter informações em regiões do espectro eletromagnético inacessíveis à visão humana.
- O SR expande a oportunidade, acesso, visão sinóptica >> um modelo da superfície trazido para dentro do laboratório



1.1 o que é Sensoriamento Remoto?

- 1) Fonte de Energia ou Iluminação (A)
- 2) Interação entre a Radiação e a Atmosfera (B)
- 3) Interação com o Objeto (C)
- 4) Registro da Energia pelo Sensor (D)
- 5) Transmissão, Recepção, e Processamento (E)
- 6) Interpretação e Análise (F)
- 7) Modelagem e Aplicação (G)



Componente

Exemplo da Máquina Fotográfica

A - 1 - Fonte

Sol (ou outra fonte luminosa e.g. lâmpada)

B - 2 - Meio 1

(entre a fonte e o alvo) Ar (atmosfera)

C - 3 - Alvo

Pessoa (ou uma paisagem)

B - 2 - Meio 2

(entre o alvo e o sensor) Ar (atmosfera)

D - 4 - Sensor

Máquina fotográfica (filme)

E - 5 – Processador

Aparelhos do laboratório de revelação

F - 6 - Analista

Pessoa que observa (analisa) a foto

G – 7 – Integração

Organização do álbum

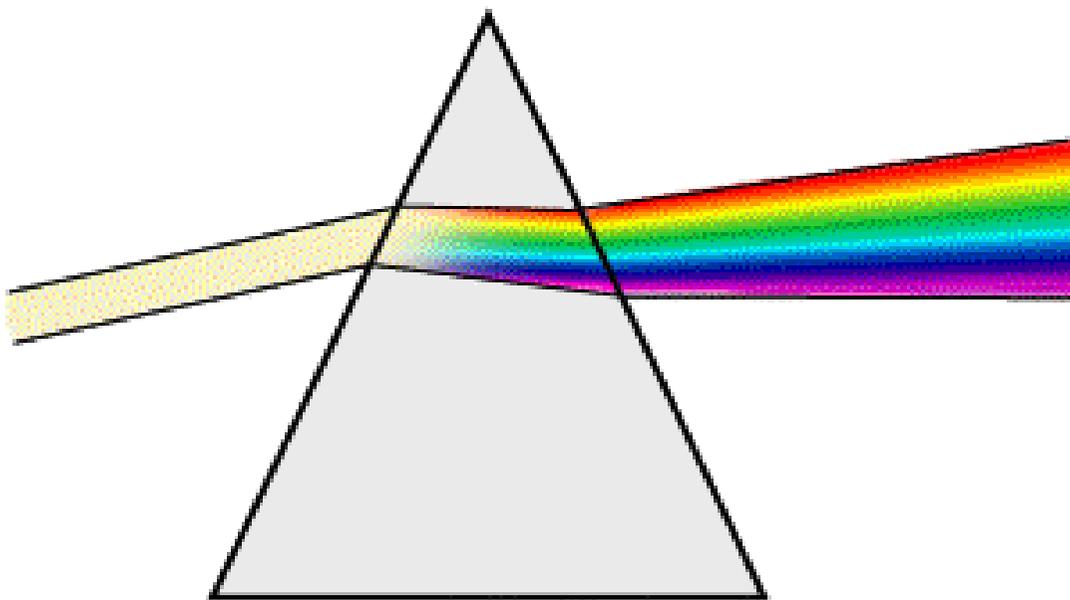
RADIAÇÃO



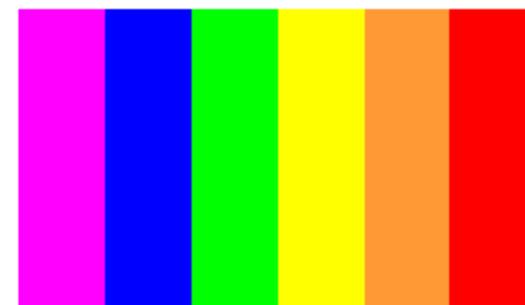
Qualquer objeto acima do zero absoluto emite radiação.

O sol é nossa principal fonte de radiação.

Prisma

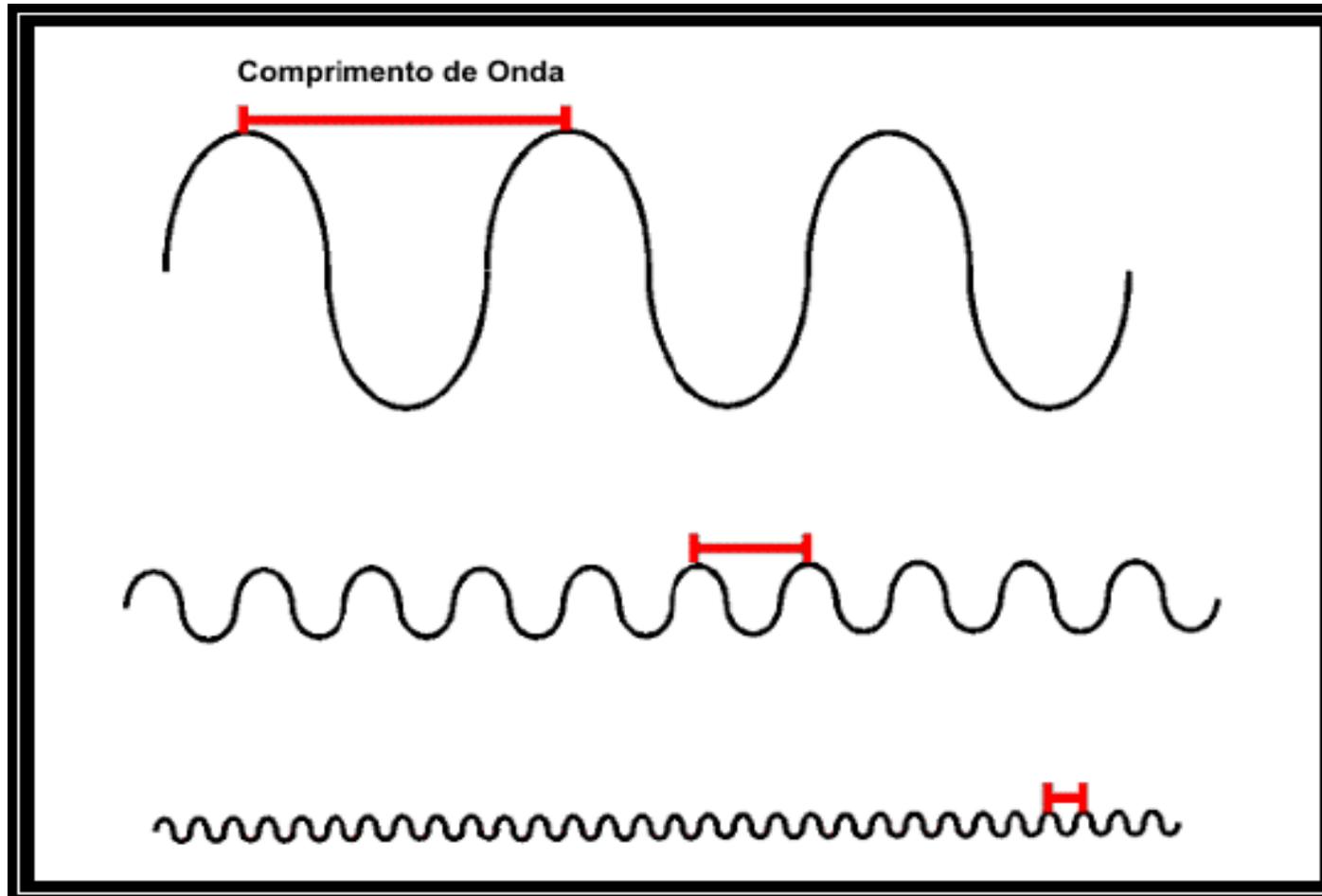


Cores

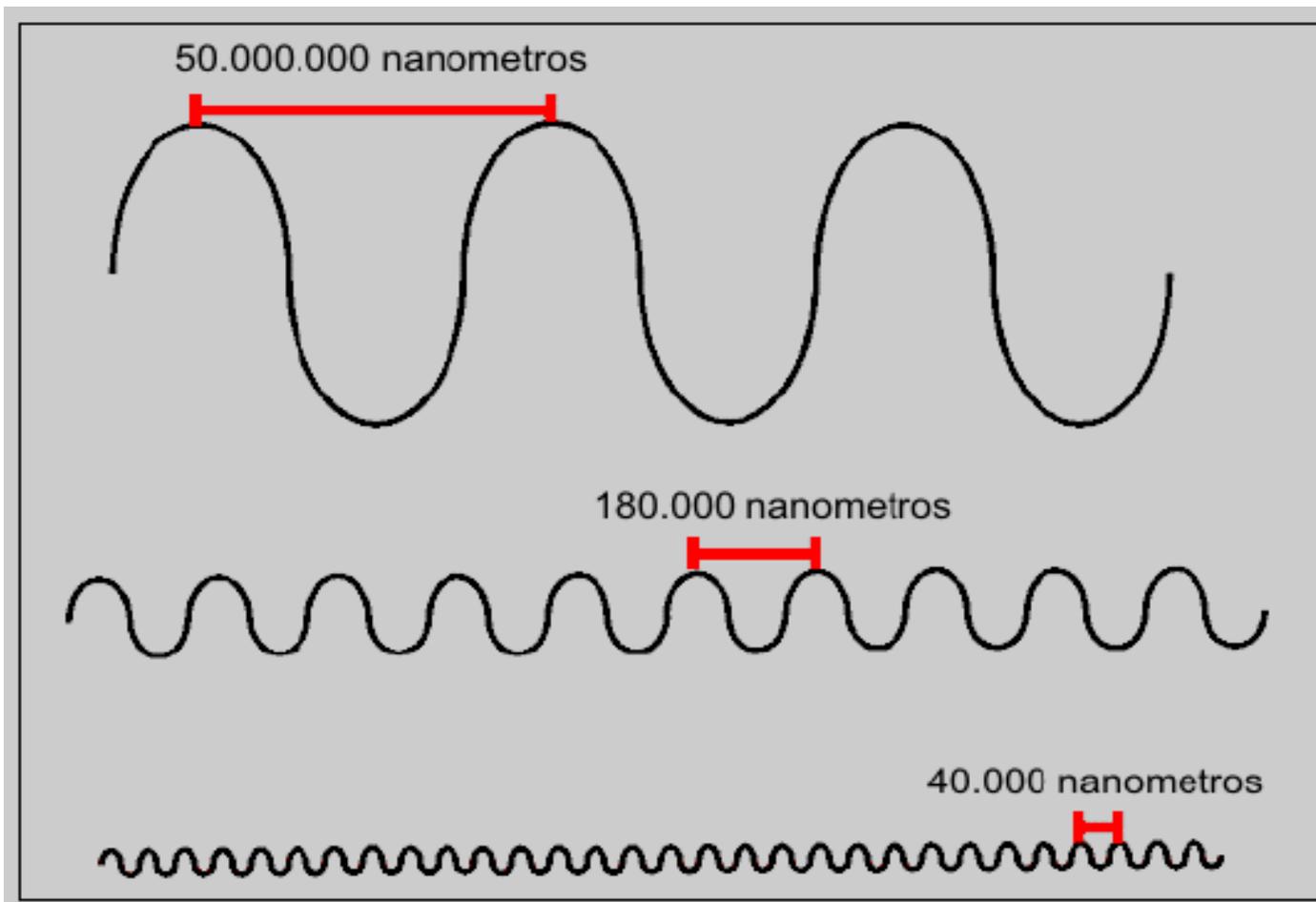


Comprimento de onda +

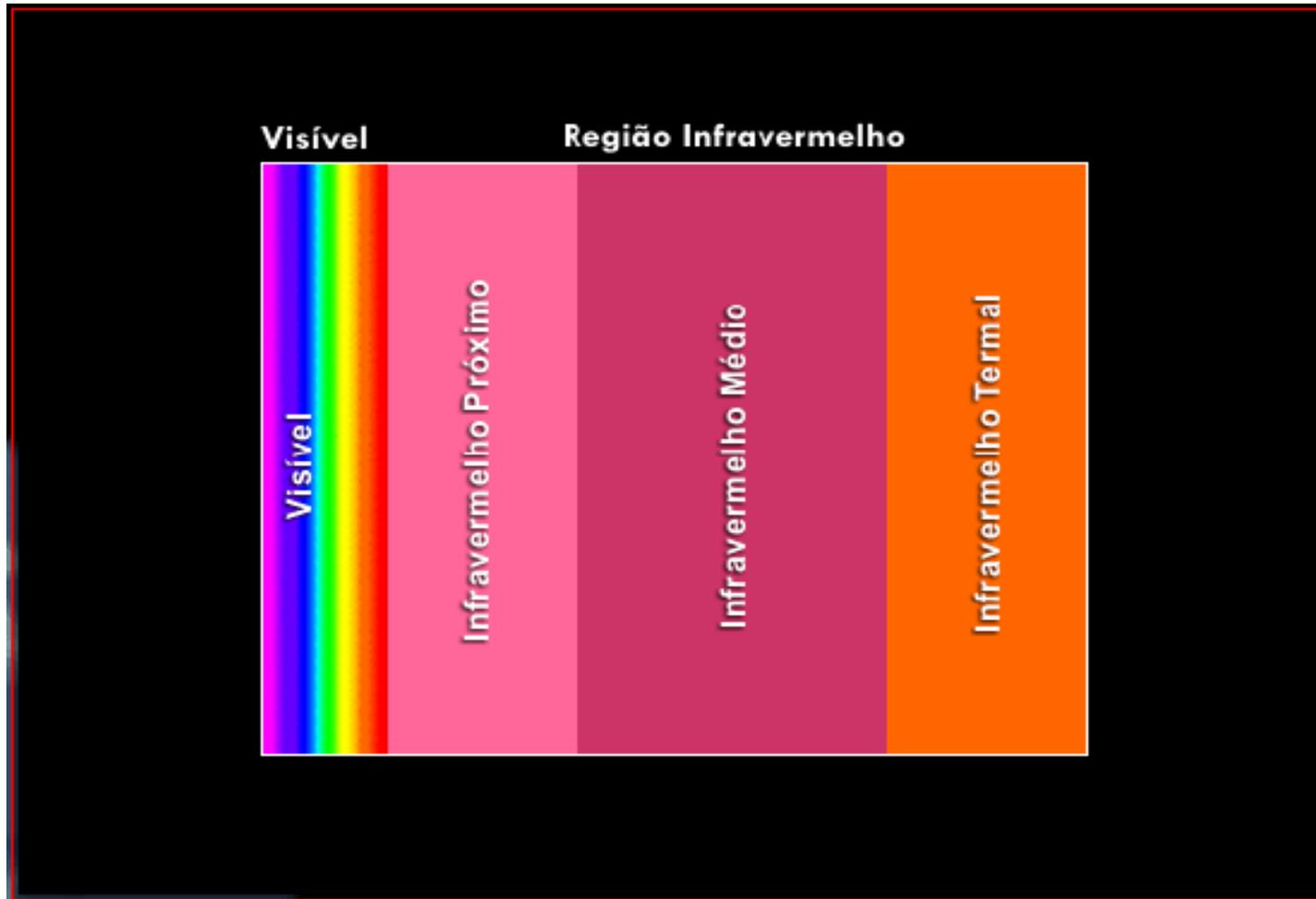
RADIAÇÃO



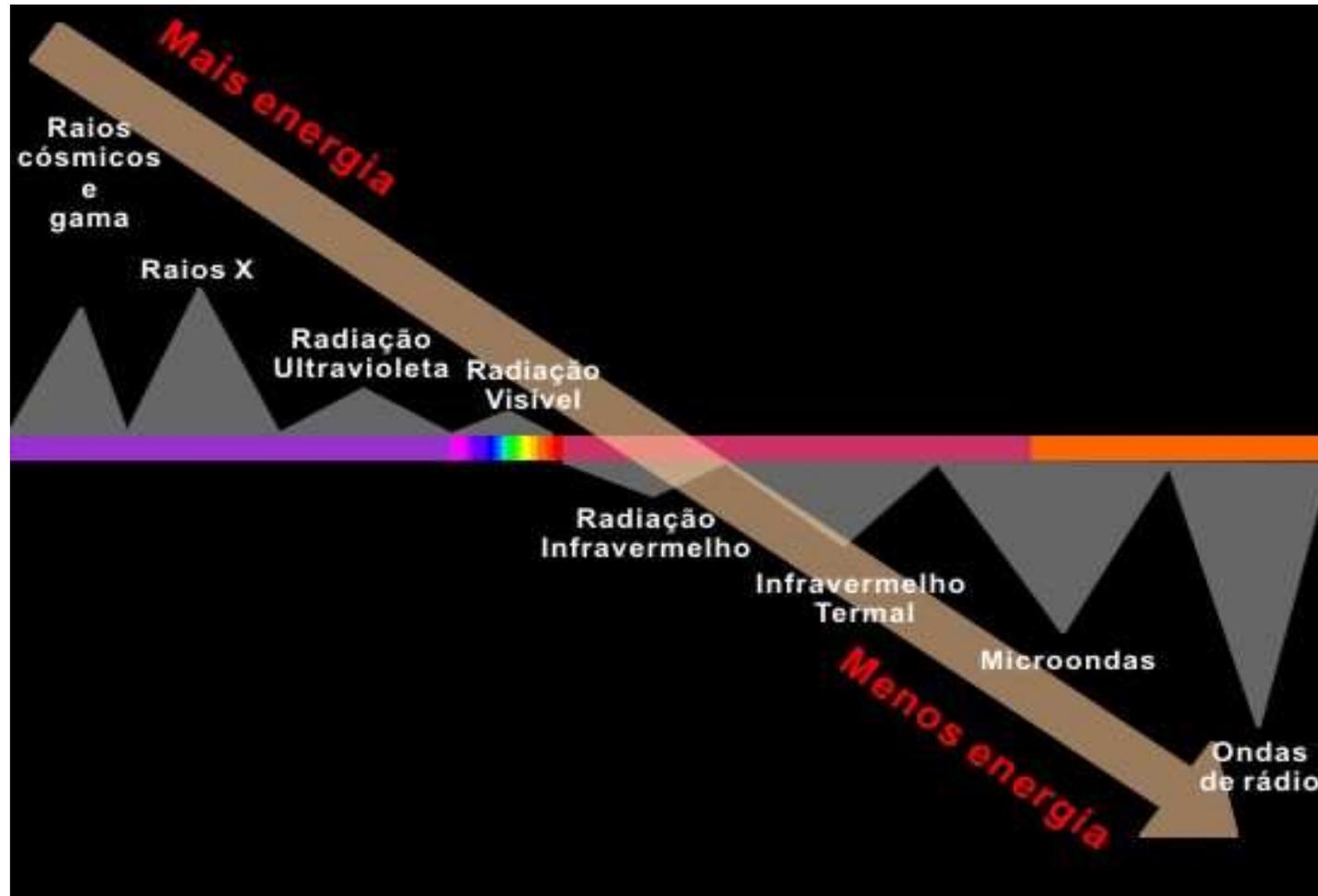
RADIAÇÃO



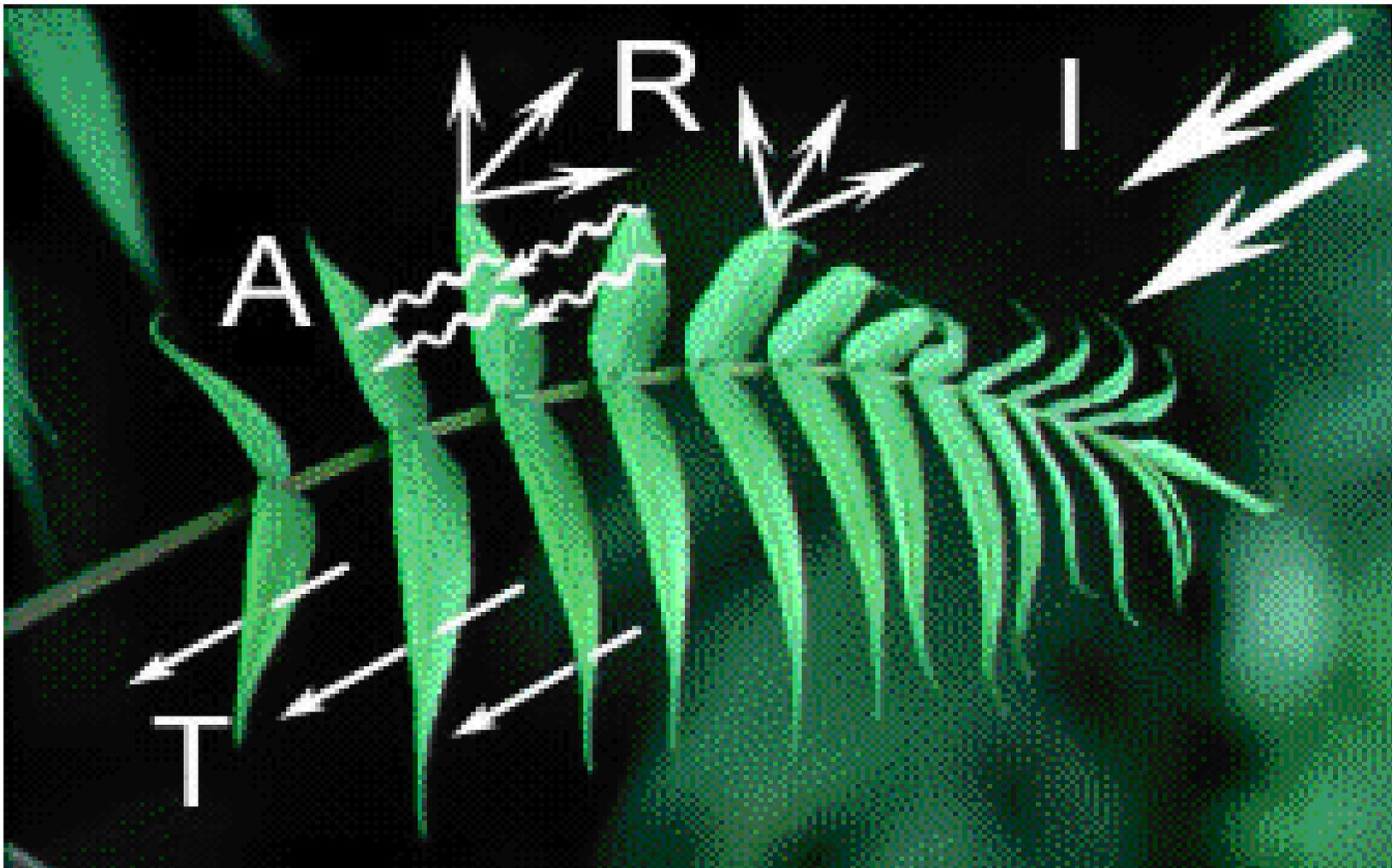
FAIXAS ESPECTRAIS



ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO



INTERAÇÃO DA ENERGIA COM A SUPERFÍCIE DA TERRA



Três formas de interação da energia com o alvo:

$$\mathbf{R + A + T = I}$$

INTERAÇÃO DA ENERGIA COM A SUPERFÍCIE



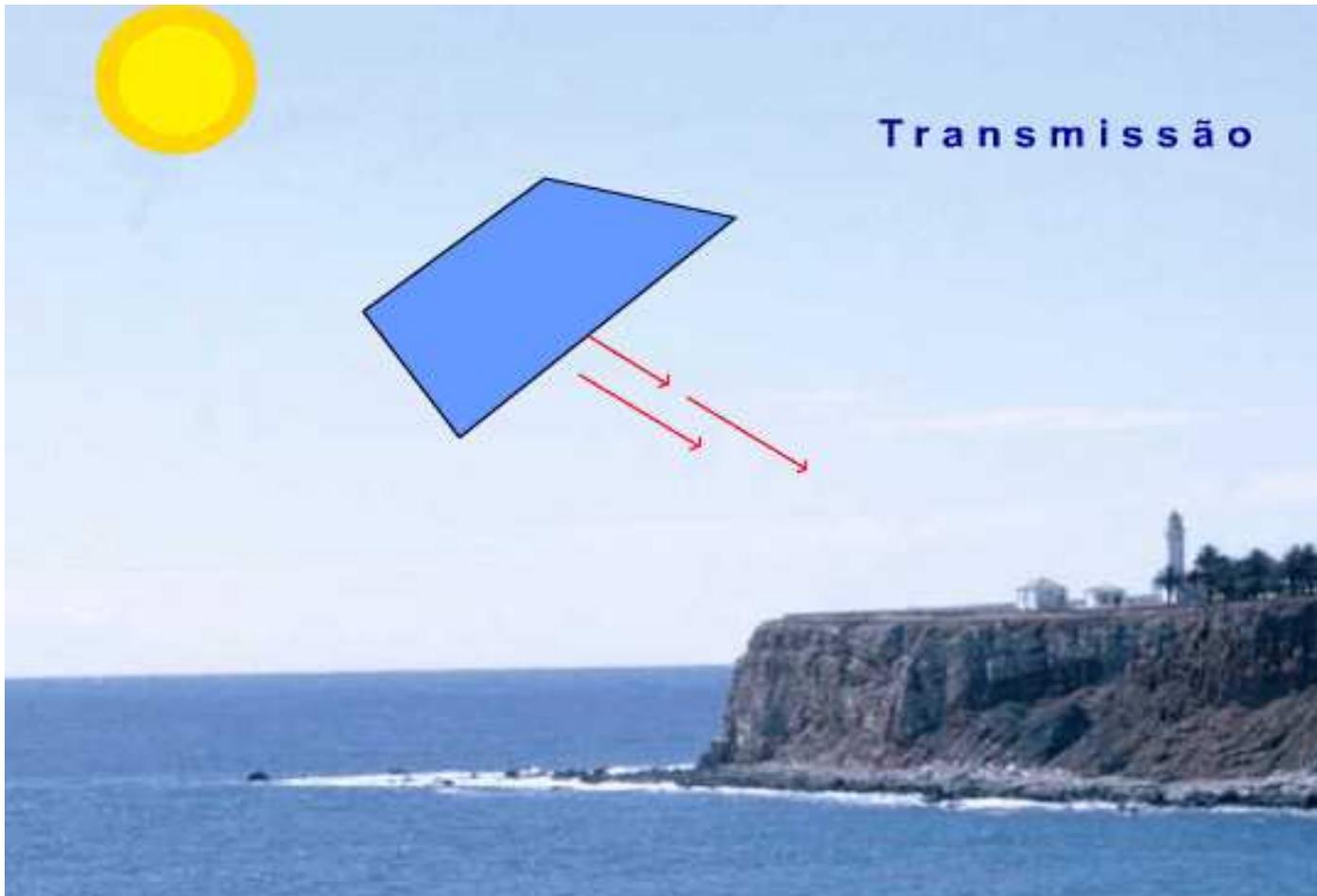
INTERAÇÃO DA ENERGIA COM A SUPERFÍCIE



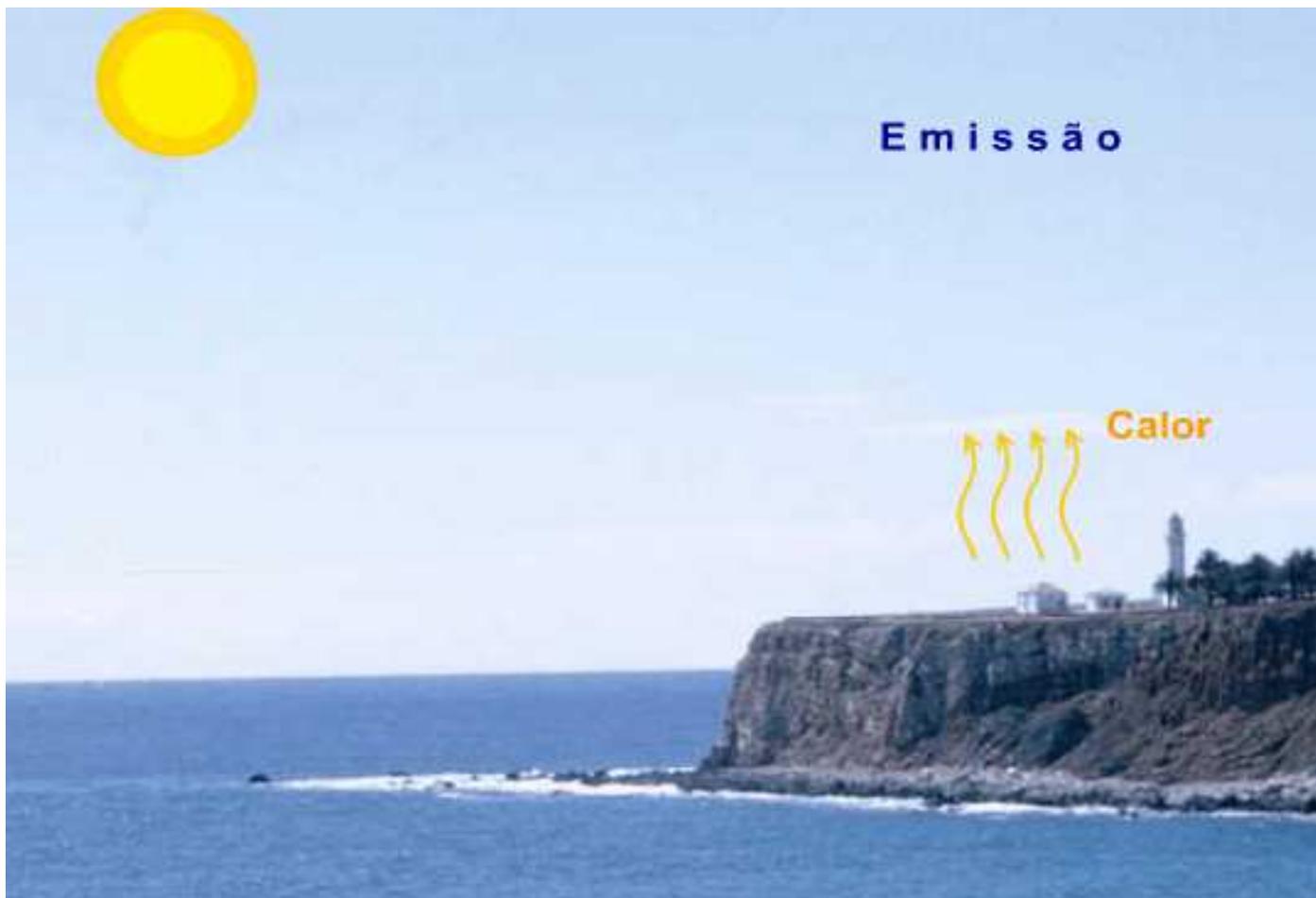
INTERAÇÃO DA ENERGIA COM A SUPERFÍCIE

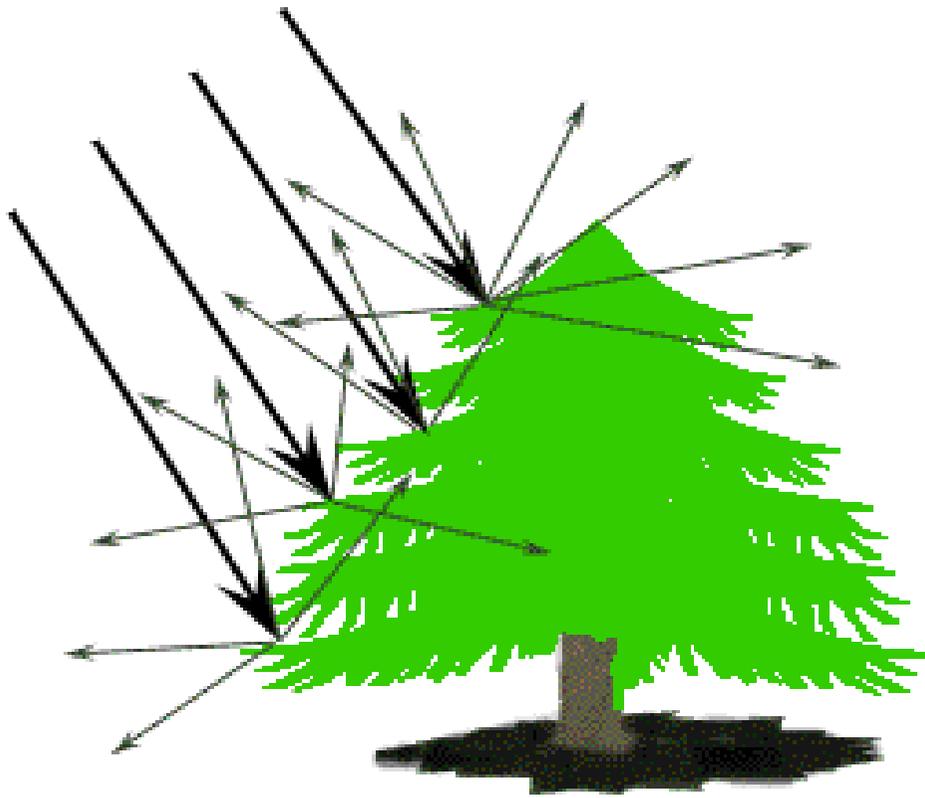


INTERAÇÃO DA ENERGIA COM A SUPERFÍCIE

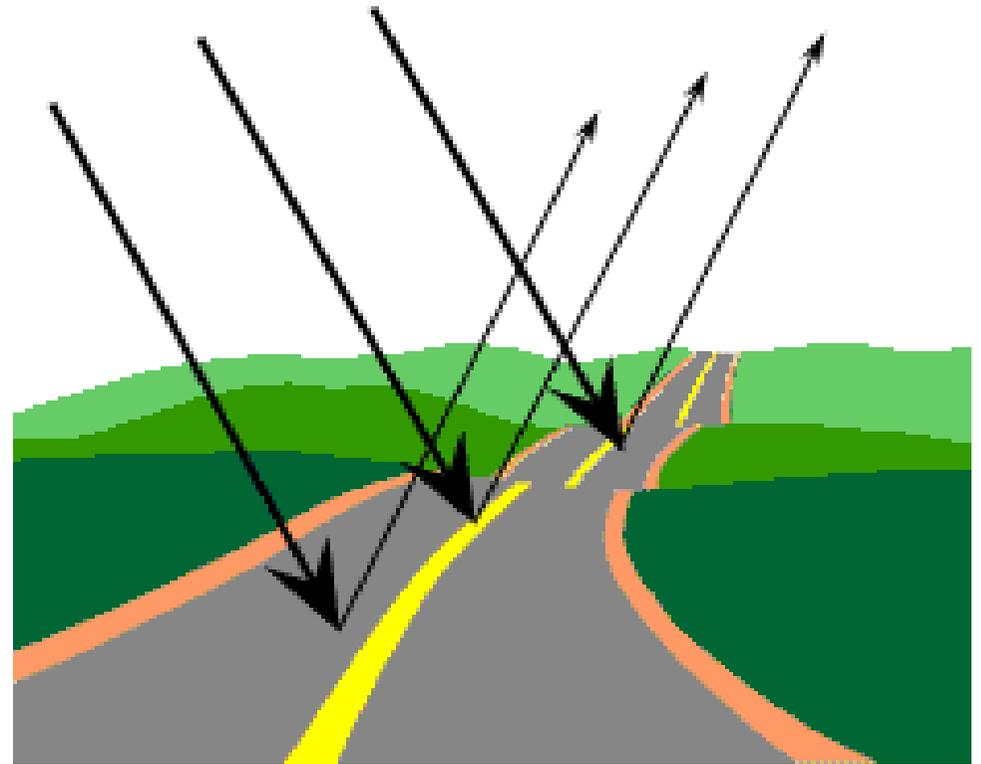


INTERAÇÃO DA ENERGIA COM A SUPERFÍCIE

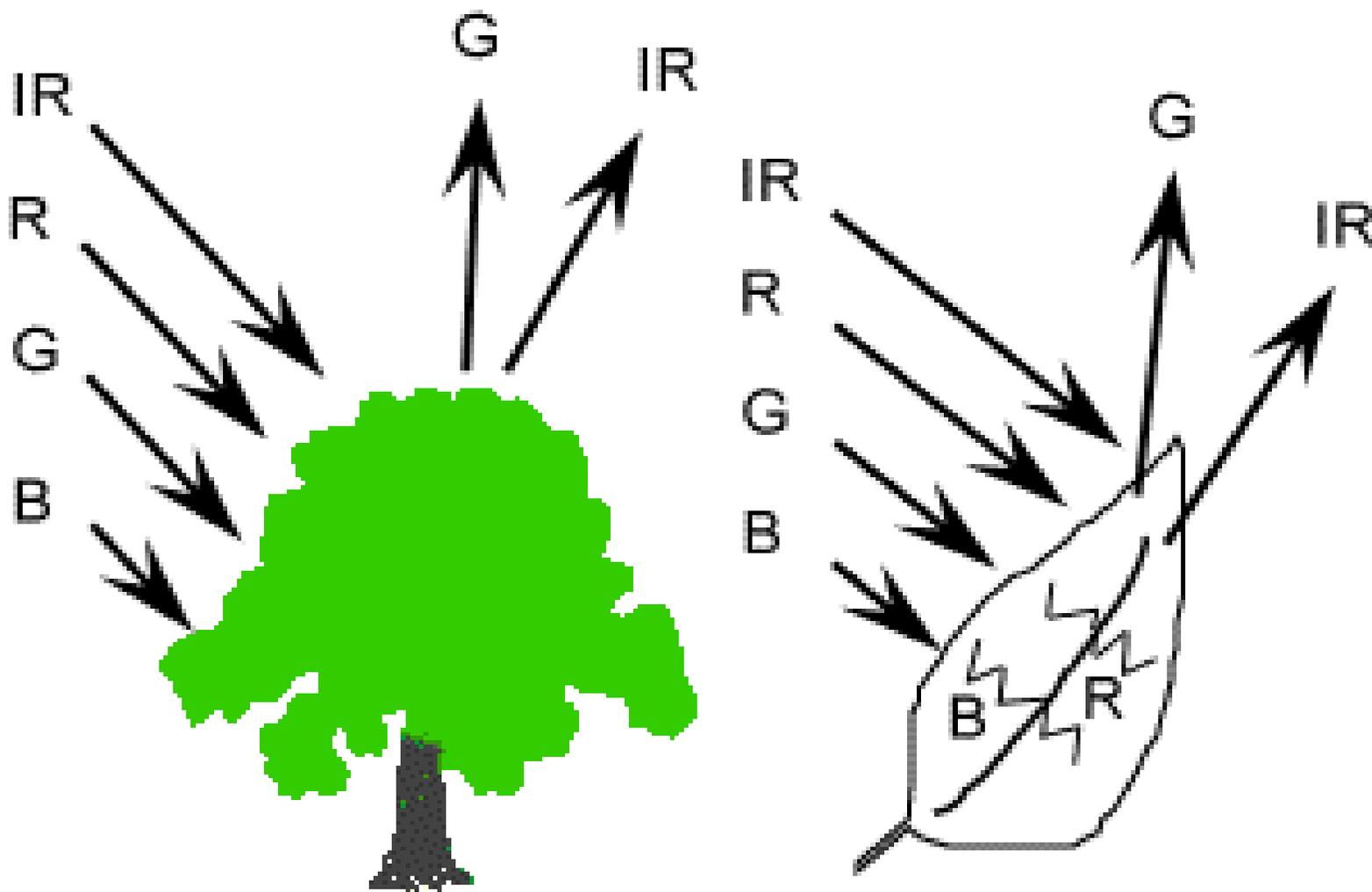




Reflexão Difusa

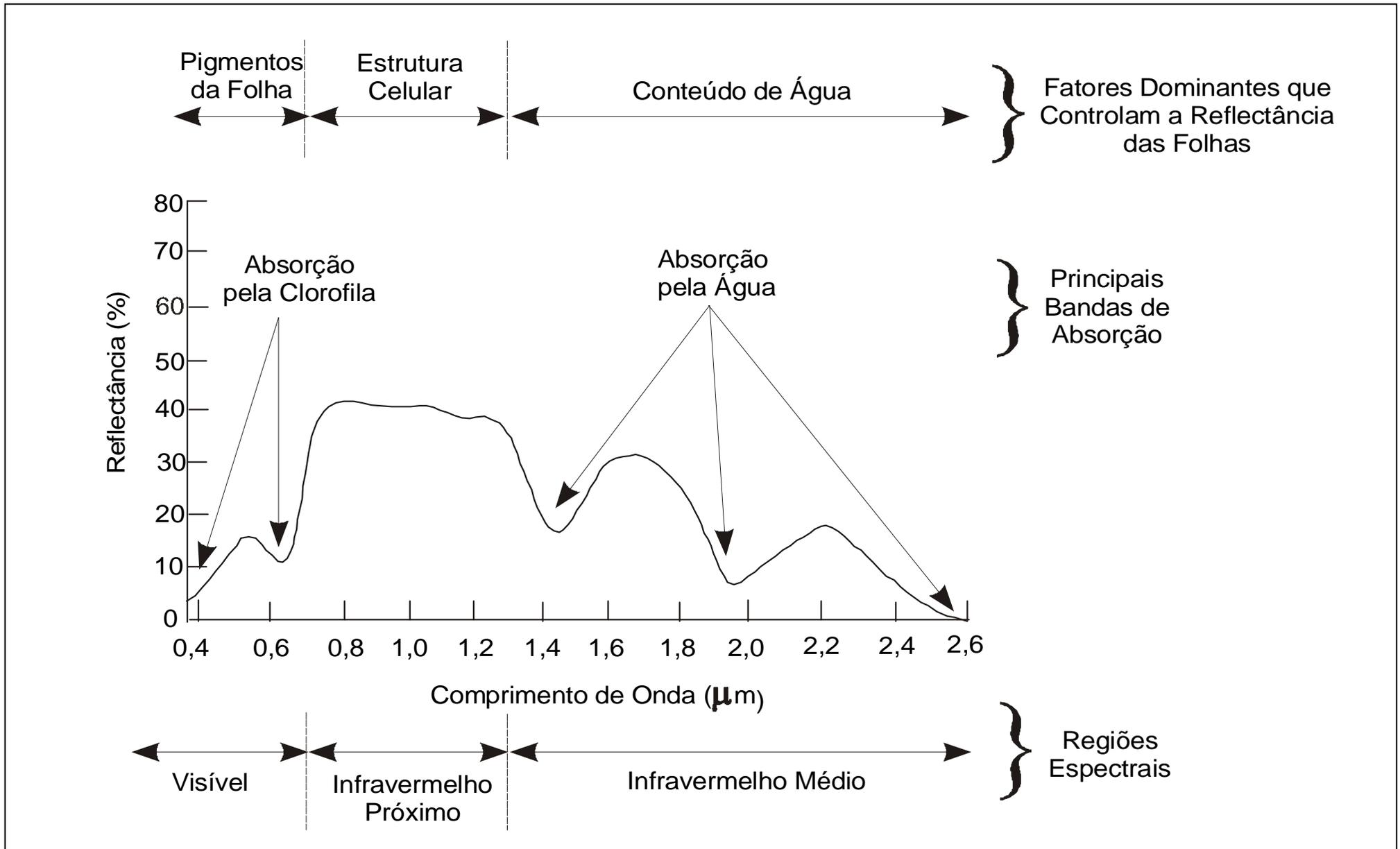


Reflexão Especular



Reflexão da folha e da copa

COMPORTAMENTO ESPECTRAL DA FOLHA



REFLECTÂNCIA DA VEGETAÇÃO



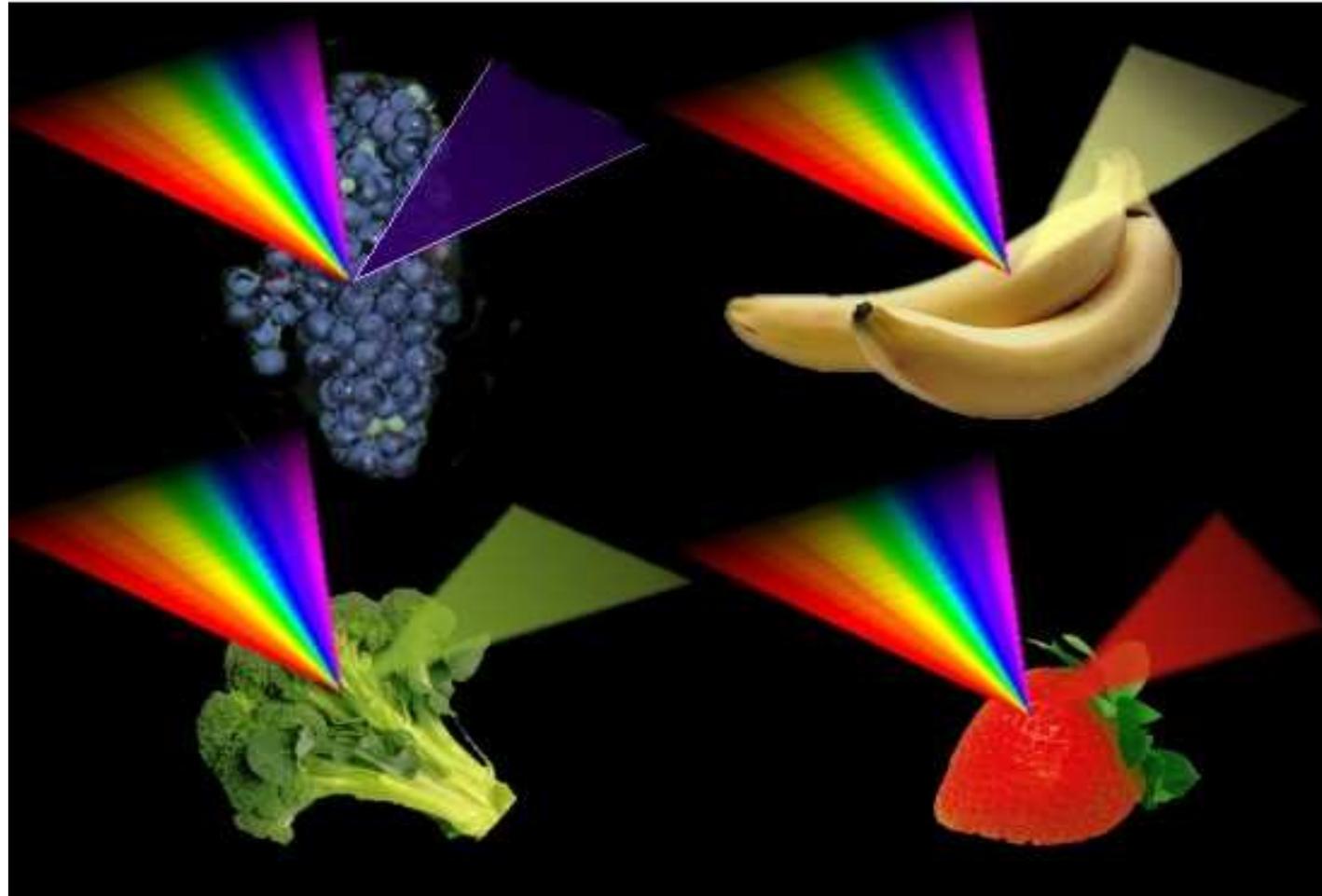
Vegetação no Visível



Vegetação no Infravermelho

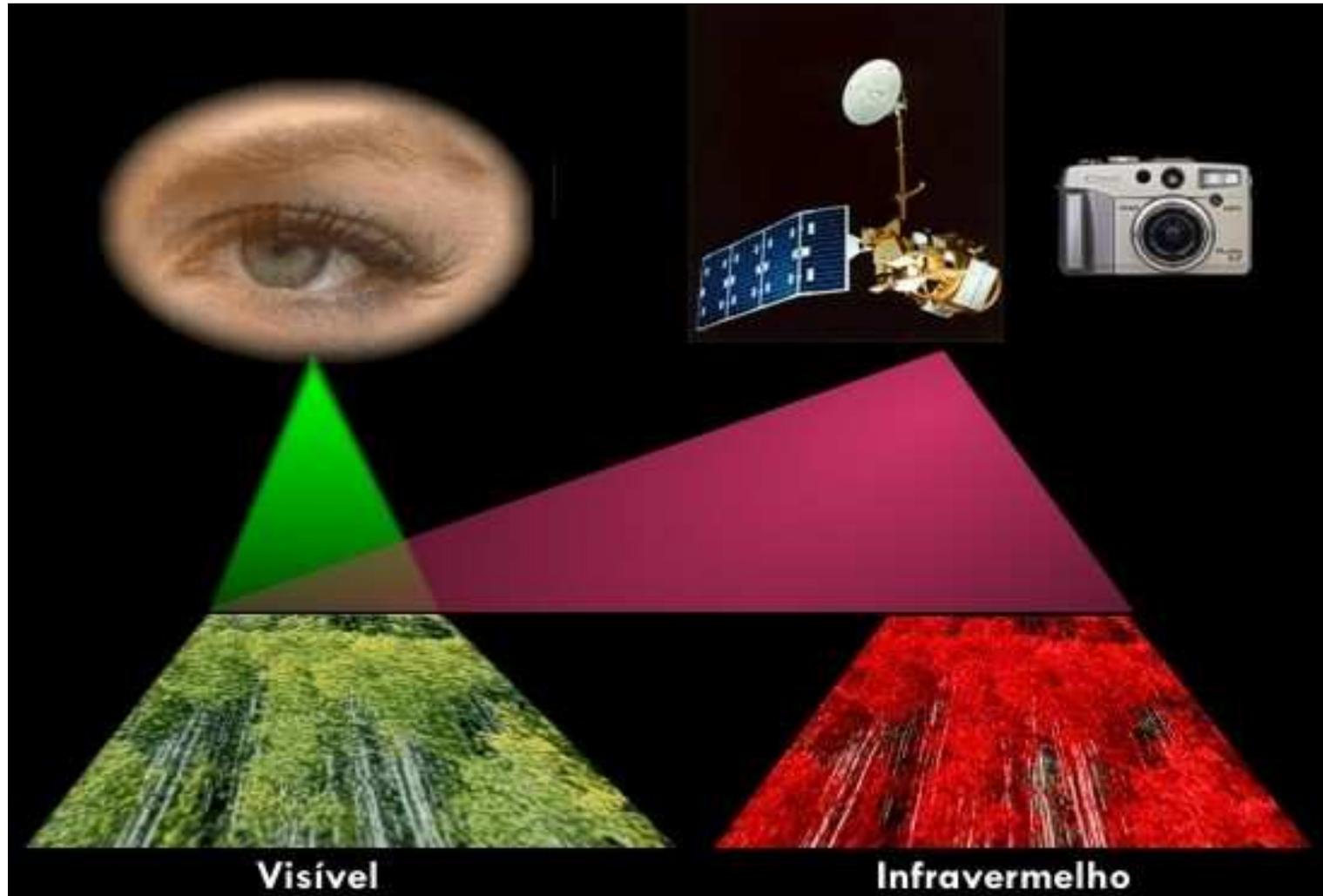
REFLECTÂNCIA

Luz branca
incidente

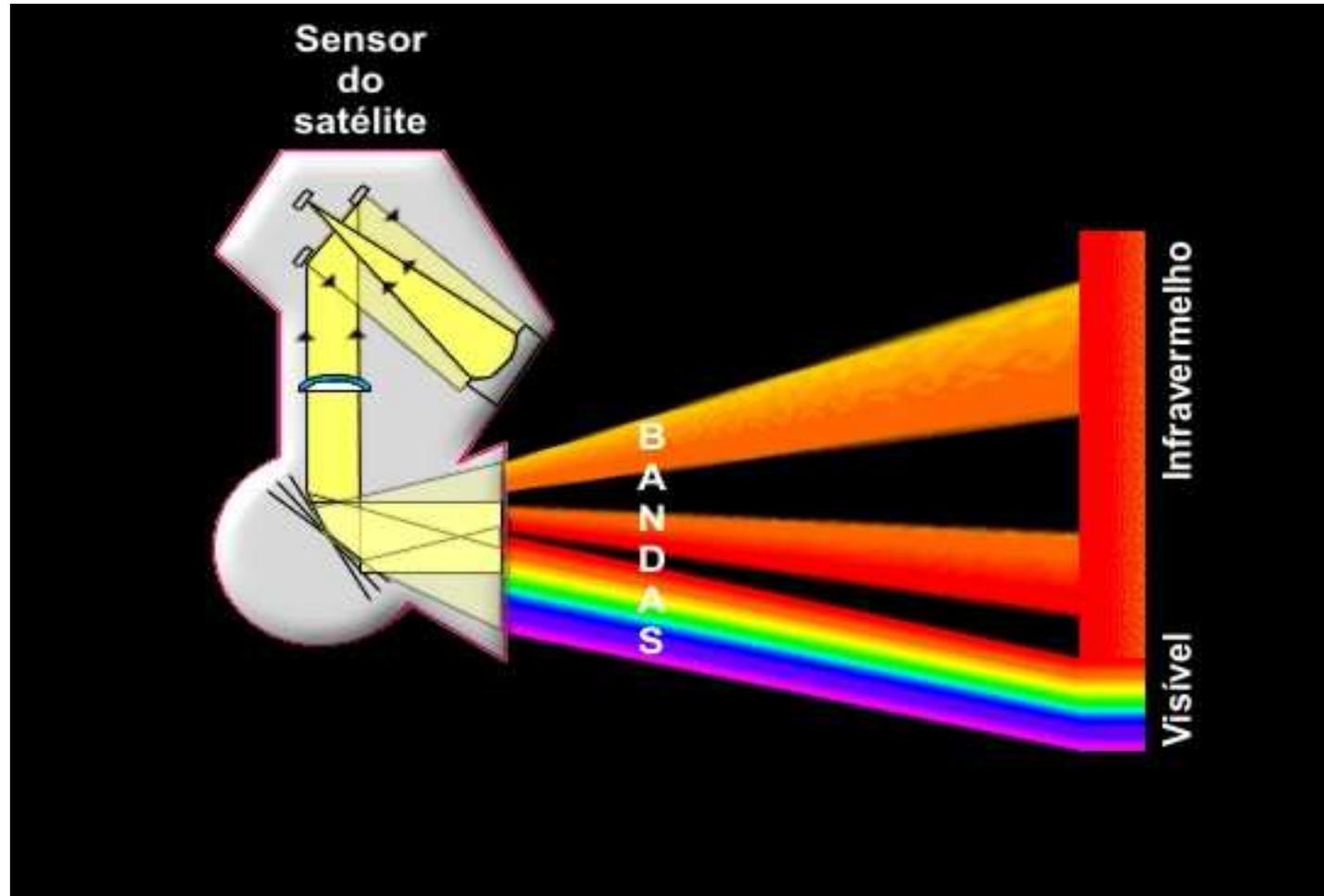


Reflexão
Depende do alvo

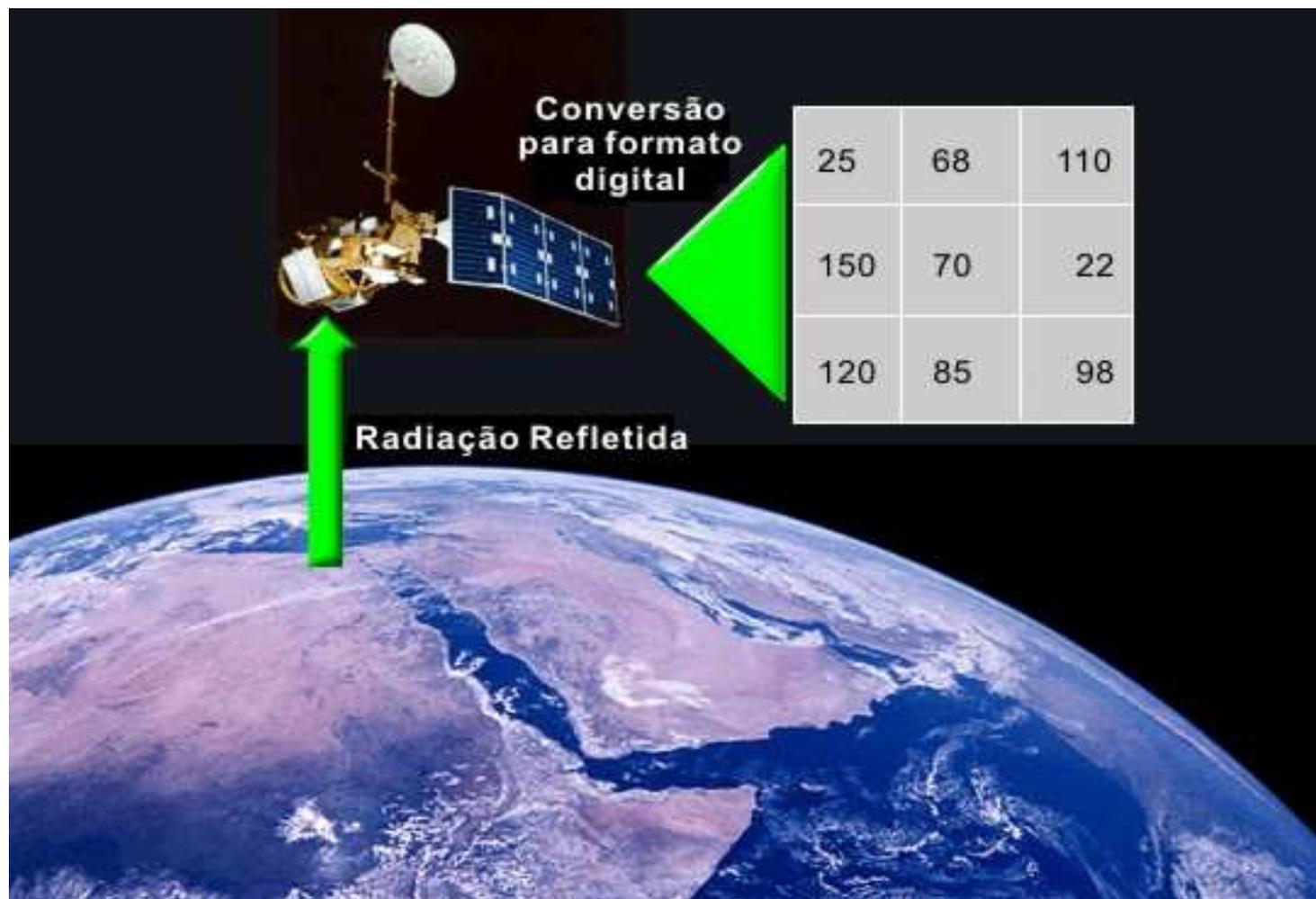
SENSORES REMOTOS



SENSORES



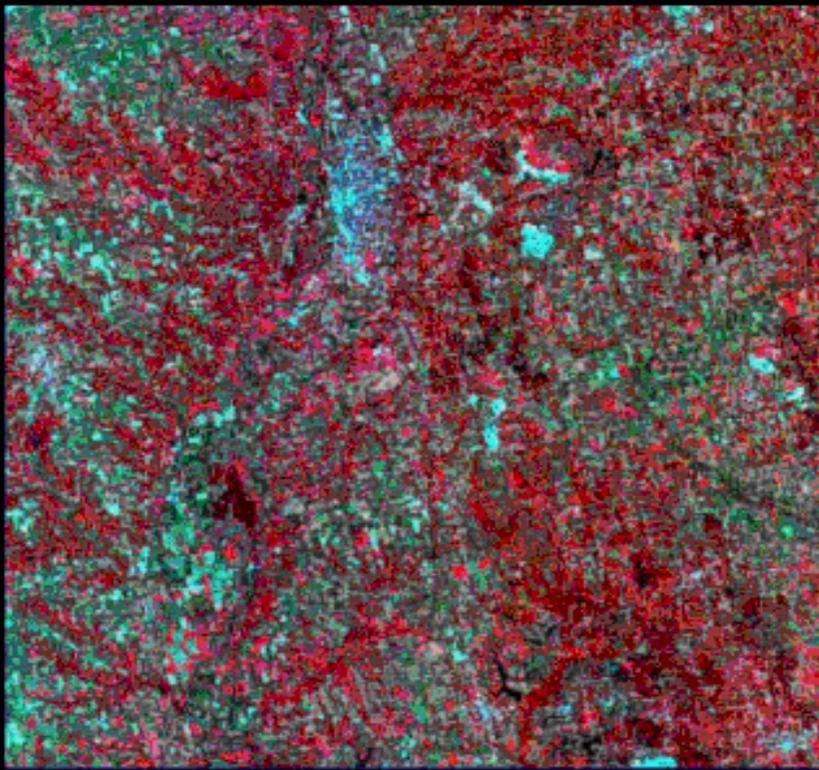
IMAGEM



IMAGEM

Imagem Landsat TM

185 km = 7.000 colunas ou mais

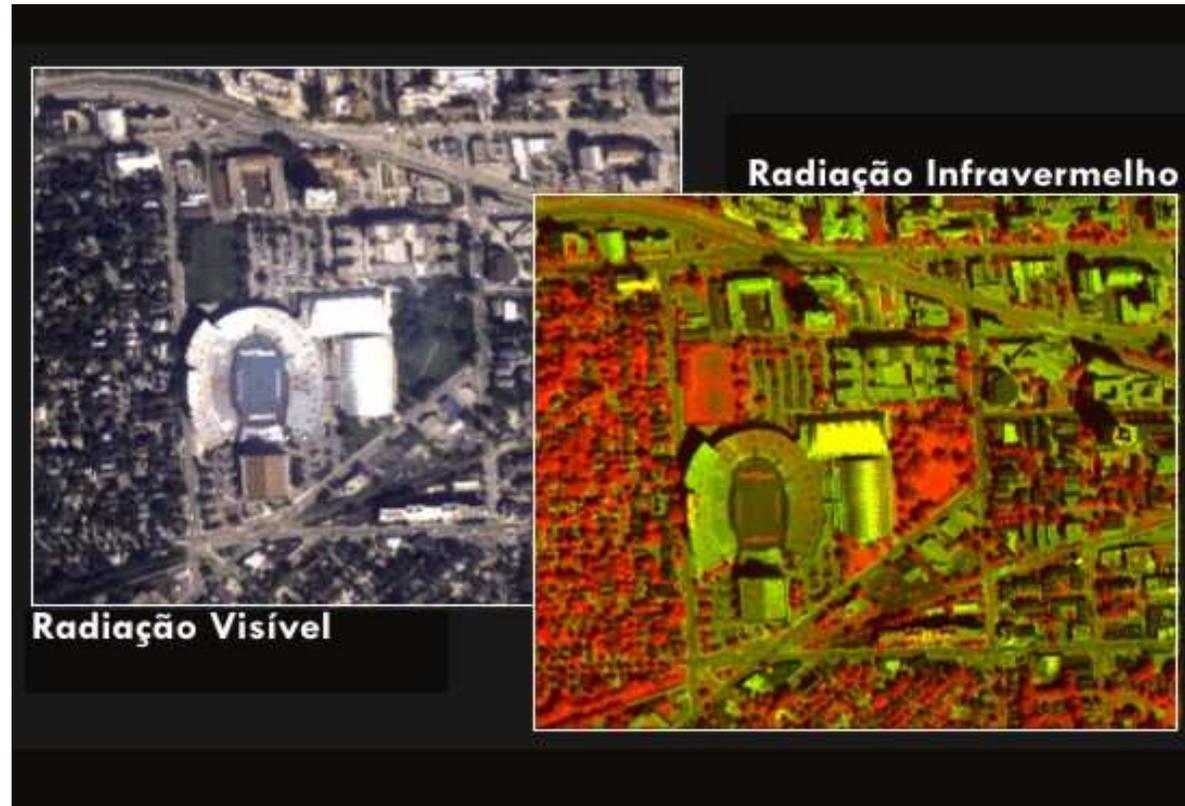


185 km = 6.000 linhas ou mais

**Mais de
42 milhões
de pixels.**

IMAGENS

COMPOSIÇÕES COLORIDAS



Colorida normal

Colorida falsa cor

SATÉLITES E SENSORES

Sistemas de Coleta de Dados:

- **Passivos**
- **Ativos**

Sistemas Passivos :

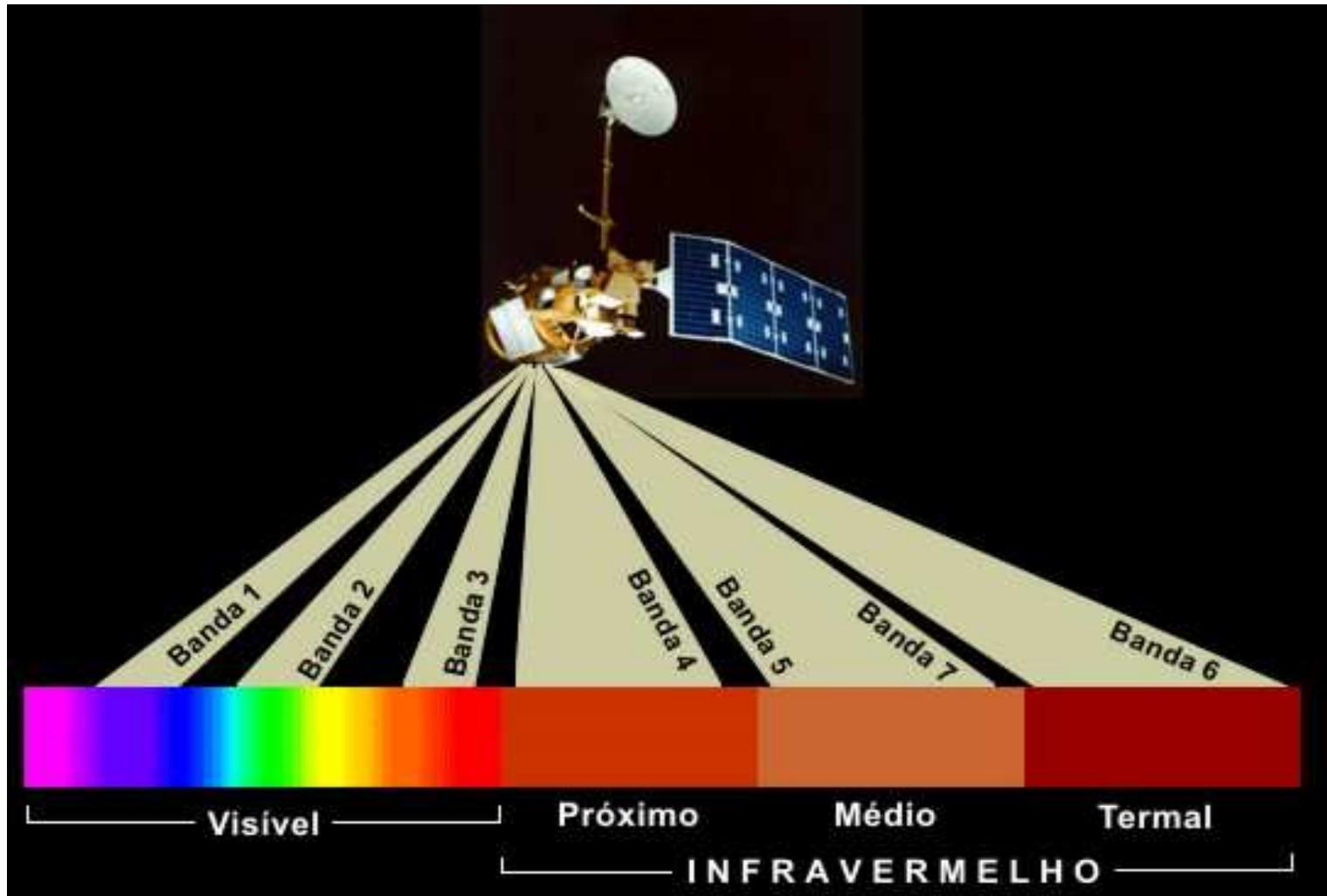
- **Landsat**
- **Spot**
- **Ikonos**
- **Quickbird**
- **CBERS e outros ...**

Sistemas Ativos :

- **Radar**
- **Lidar**

Bandas espectrais
do Landsat TM

LANDSAT TM



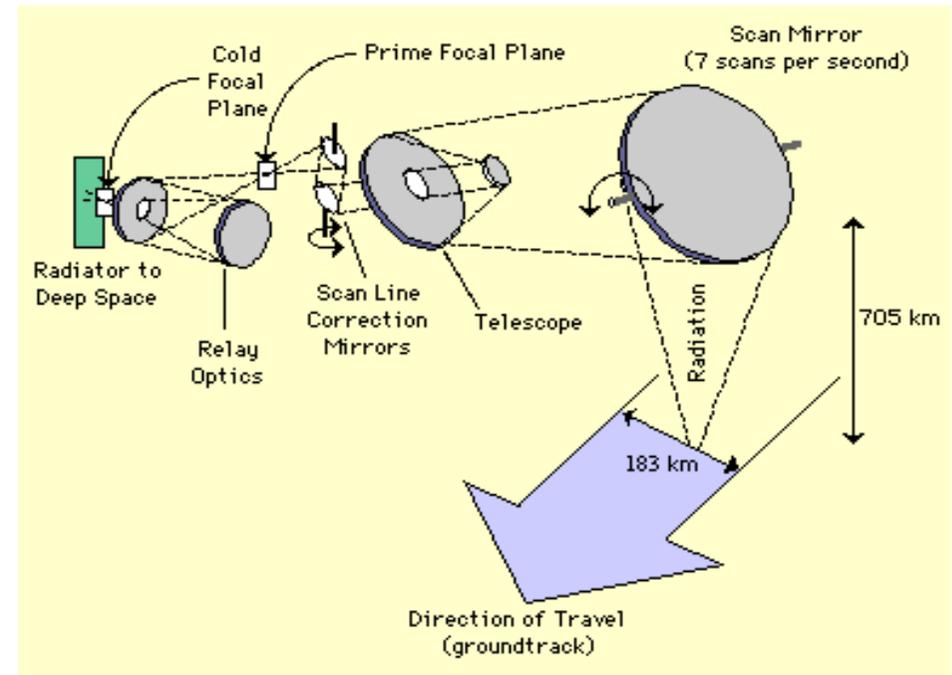
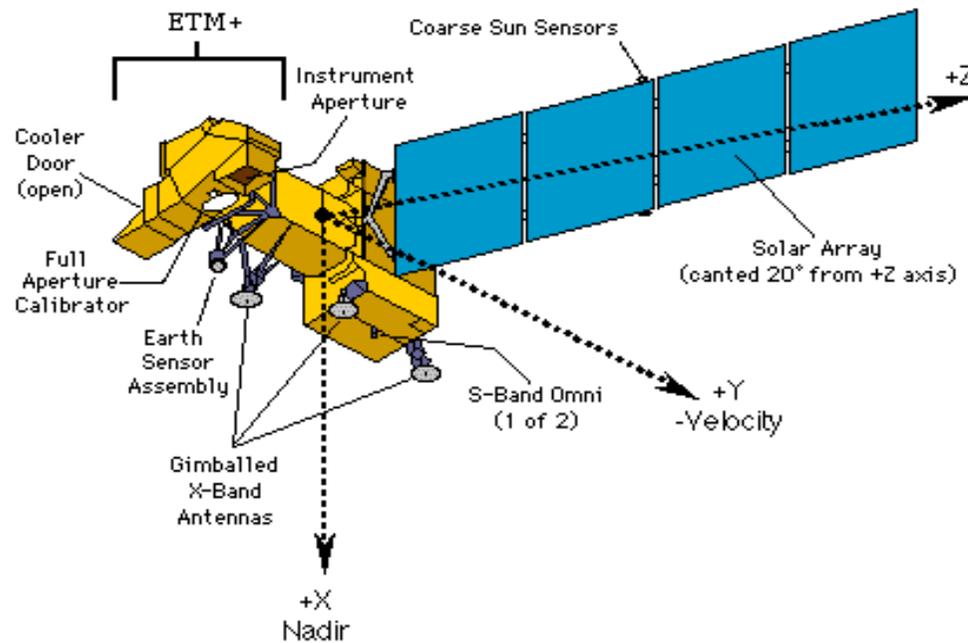
SATÉLITES

Evolução da série de satélites Landsat ao Longo do Tempo

LANDSAT SATELLITES 1-7							
System	Launch (End of Service)	Sensors	Resolution (meters)	Communications	Alt. Km	R Days	D Mbps
Landsat 1	07/23/72 (01/06/78)	RBV MSS	80 80	Direct downlink with recorders	917	18	15
Landsat 2	01/22/75 (02/25/82)	RBV MSS	80 80	Direct downlink with recorders	917	18	15
Landsat 3	03/05/78 (03/31/83)	RBV MSS	40 80	Direct downlink with recorders	917	18	15
Landsat 4*	07/16/82	MSS TM	80 30	Direct downlink TDRSS	705	16	85
Landsat 5	03/01/84	MSS TM	80 30	Direct downlink TDRSS**	705	16	85
Landsat 6	10/05/93 (10/05/93)	ETM	15 (pan) 30	Direct downlink with recorders	705	16	85
Landsat 7	04/15/99	ETM+	15 (pan) 30 60	Direct downlink with recorders (solid state)	705	16	150

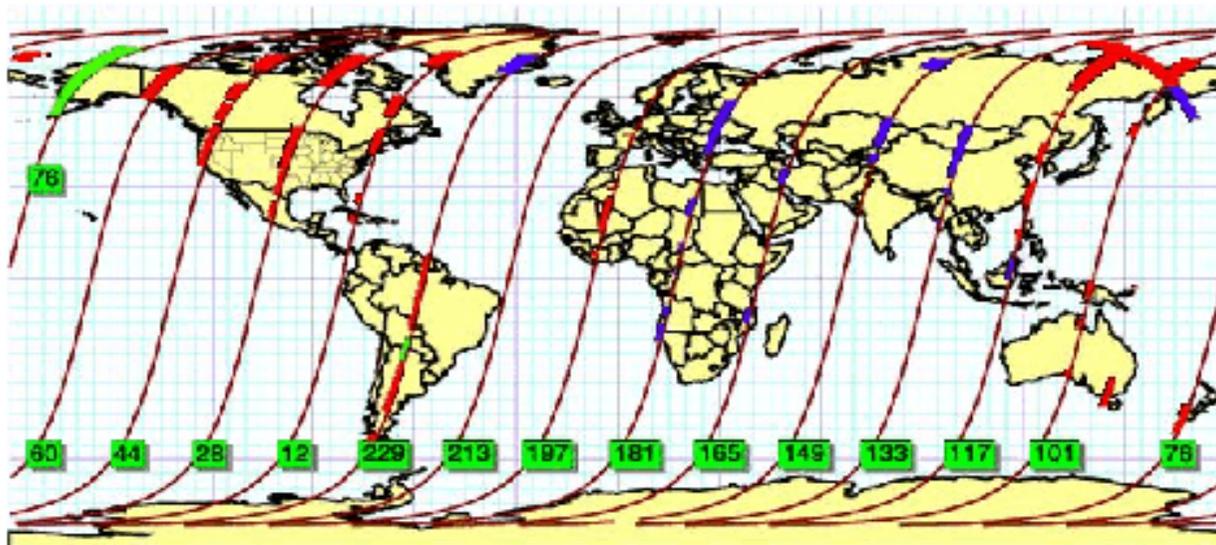
LANDSAT 7

Características do Landsat 7 ETM



LANDSAT

Órbita do Landsat 7 ETM



Legend

-  = Path (orbit) of Satellite
-  = Path Number

Ground Receiving Stations

-  = USGS/EROS Data Center - Sioux Falls, SD
-  = Svalbaard, Norway
-  = Poker Flat, Alaska

NO BRASIL: CUIABÁ, MT

LANDSAT

Resolução Temporal = 16 dias

Freqüência de passagem num mesmo ponto.

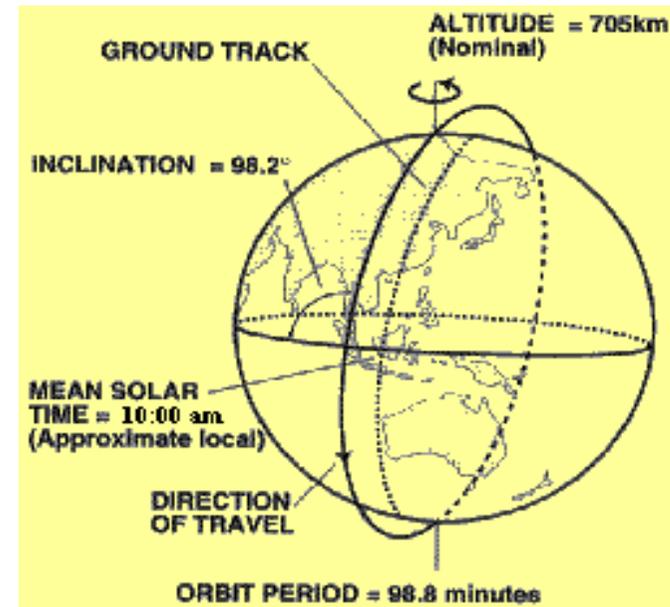


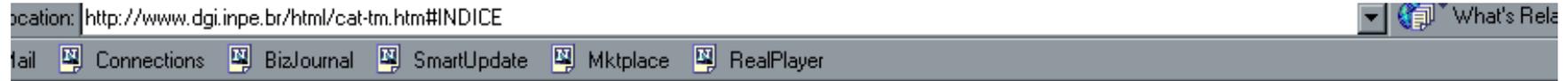
IMAGE SIDELAP OF ADJACENT SWATHS

Latitude (degrees)	Image Sidelap (percent)
0	7.3
10	8.7
20	12.9
30	19.7
40	29.0
50	40.4
60	53.6
70	68.3
80	83.9



Órbita Base (Base) x Ponto

GRADE DO LANDSAT NO BRASIL



Coordenadas nominais dos centros das cenas para cada base/ponto da grade de referência Landsat-5 (WRS)

Clique no número da órbita base cujos **pontos X coordenadas** deseja ver:

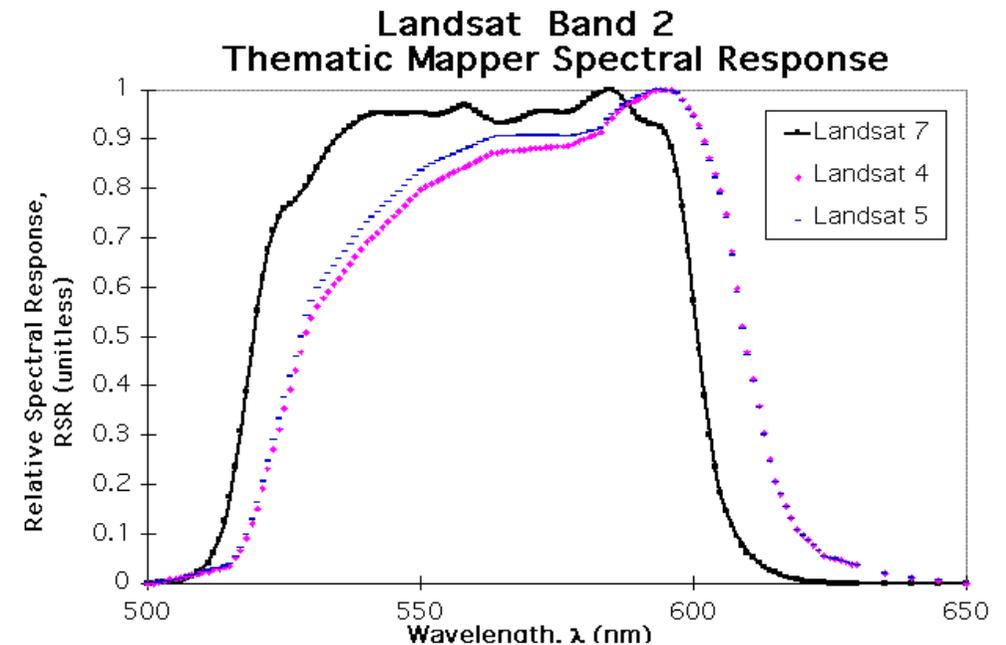
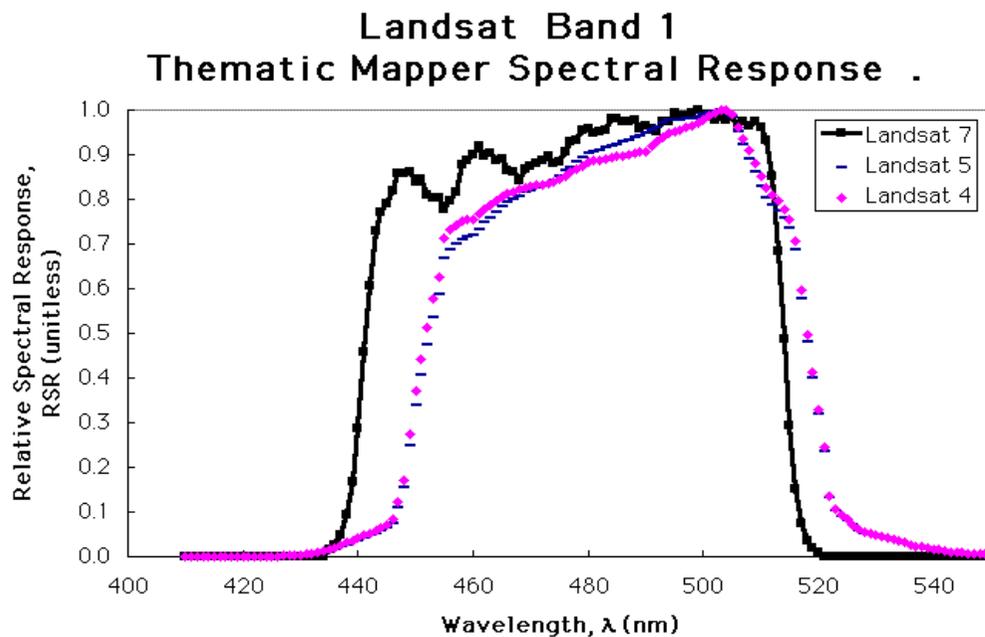
001	002	003	004	005	006	007	008	009	010
214	215	216	217	218	219	220	221	222	223
224	225	226	227	228	229	230	231	232	233

	PT.	LAT.	LONG.	PT.	LAT.	LONG.
;	055	07:14	-63:03	056	05:47	-63:22
)	058	02:54	-63:59	059	01:27	64:17
;	061	01:27	-64:54	062	-02:54	-65:13
.	064	-05:47	-65:50	065	-07:14	-66:08
7	067	-10:07	-66:46	068	-11:34	-67:04
t	070	-14:27	-67:43	071	-15:54	-68:02
:	073	-18:47	-68:41	074	-20:13	-69:01
.	076	-23:06	-69:42	077	-24:33	-70:03
t	079	-27:25	-70:45	080	-28:52	-71:07
)						

LANDSAT

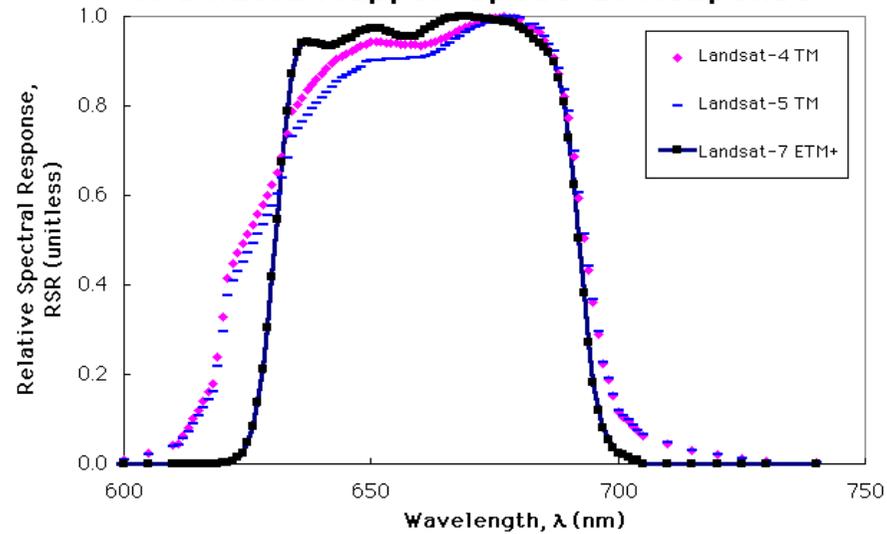
Características do Landsat 7 ETM => Resolução Espectral

TM AND ETM+ SPECTRAL BANDWIDTHS								
Bandwidth (μ) Full Width - Half Maximum								
Sensor	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5	Band 6	Band 7	Band 8
TM	0.45 - 0.52	0.52 - 0.60	0.63 - 0.69	0.76 - 0.90	1.55 - 1.75	10.4 - 12.5	2.08 - 2.35	N/A
ETM+	0.45 - 0.52	0.53 - 0.61	0.63 - 0.69	0.78 - 0.90	1.55 - 1.75	10.4 - 12.5	2.09 - 2.35	.52 - .90

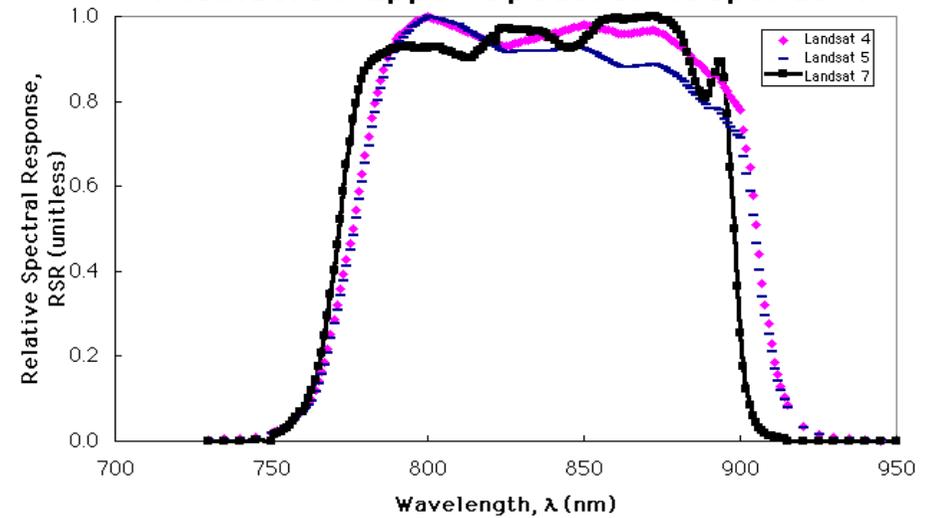


LANDSAT

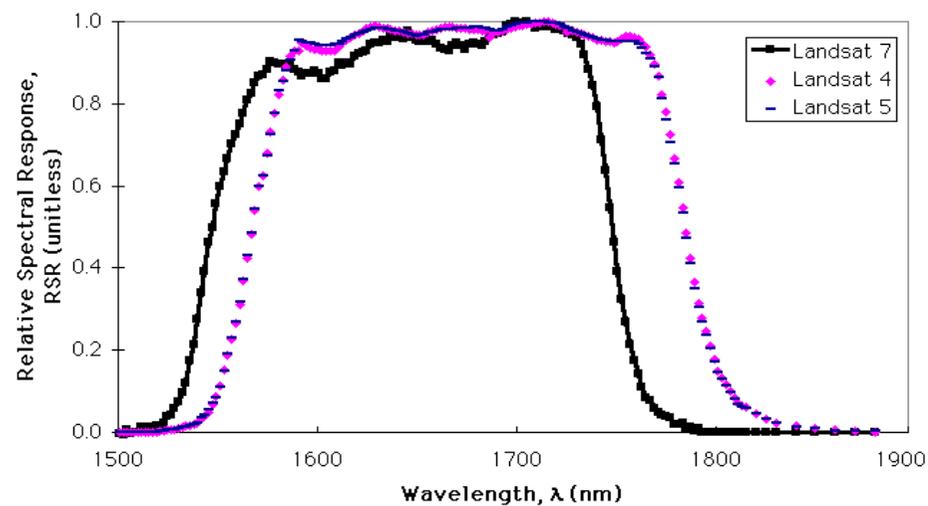
Landsat Band 3 Thematic Mapper Spectral Response



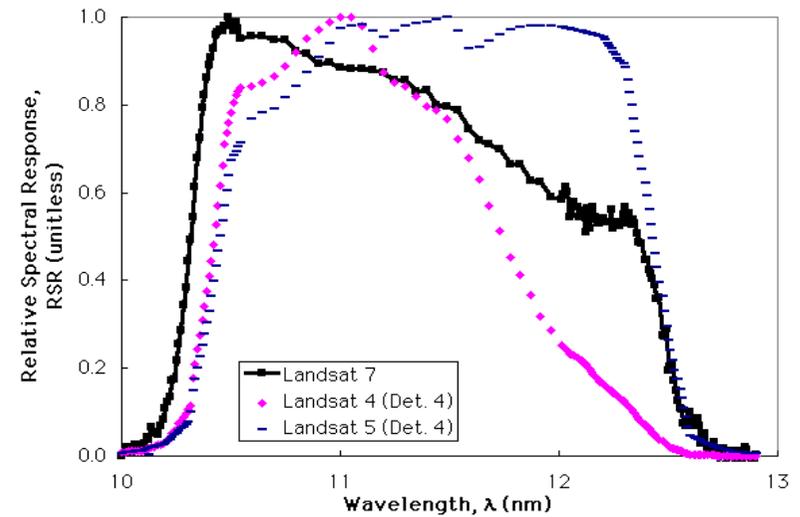
Landsat Band 4 Thematic Mapper Spectral Response



Landsat Band 5 Thematic Mapper Spectral Response

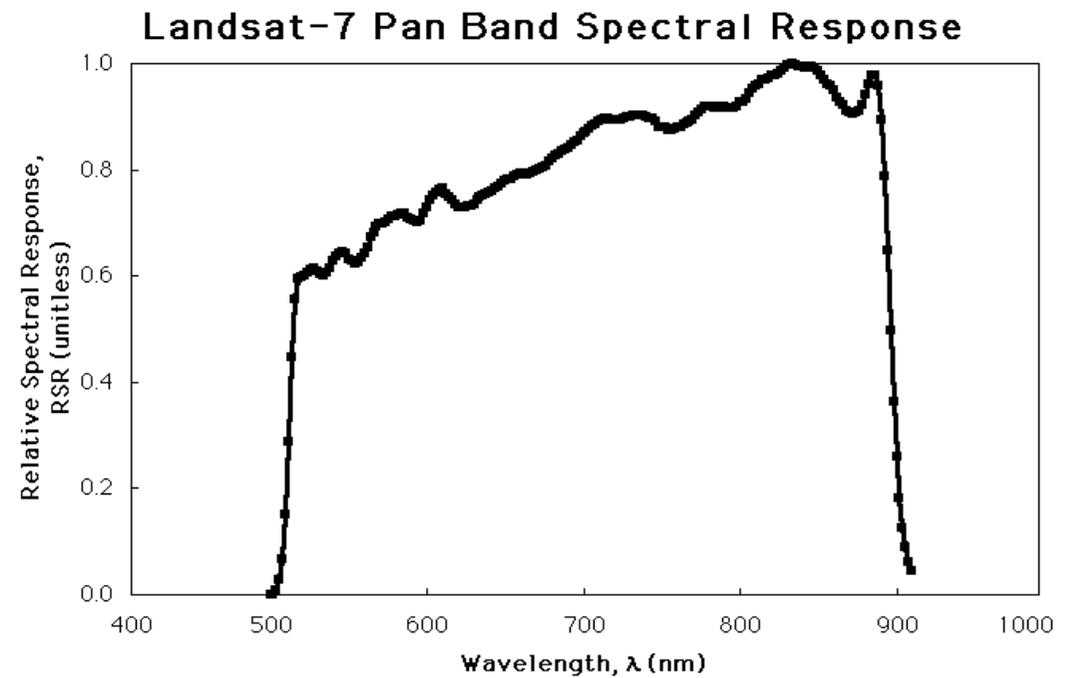
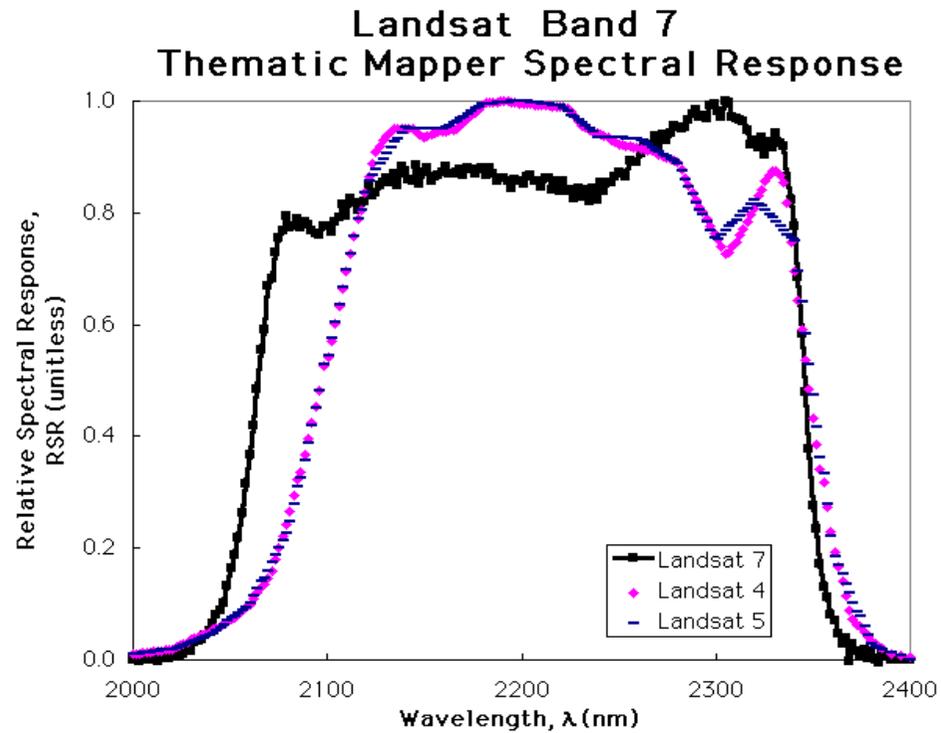


Landsat Band 6 Thematic Mapper Spectral Response

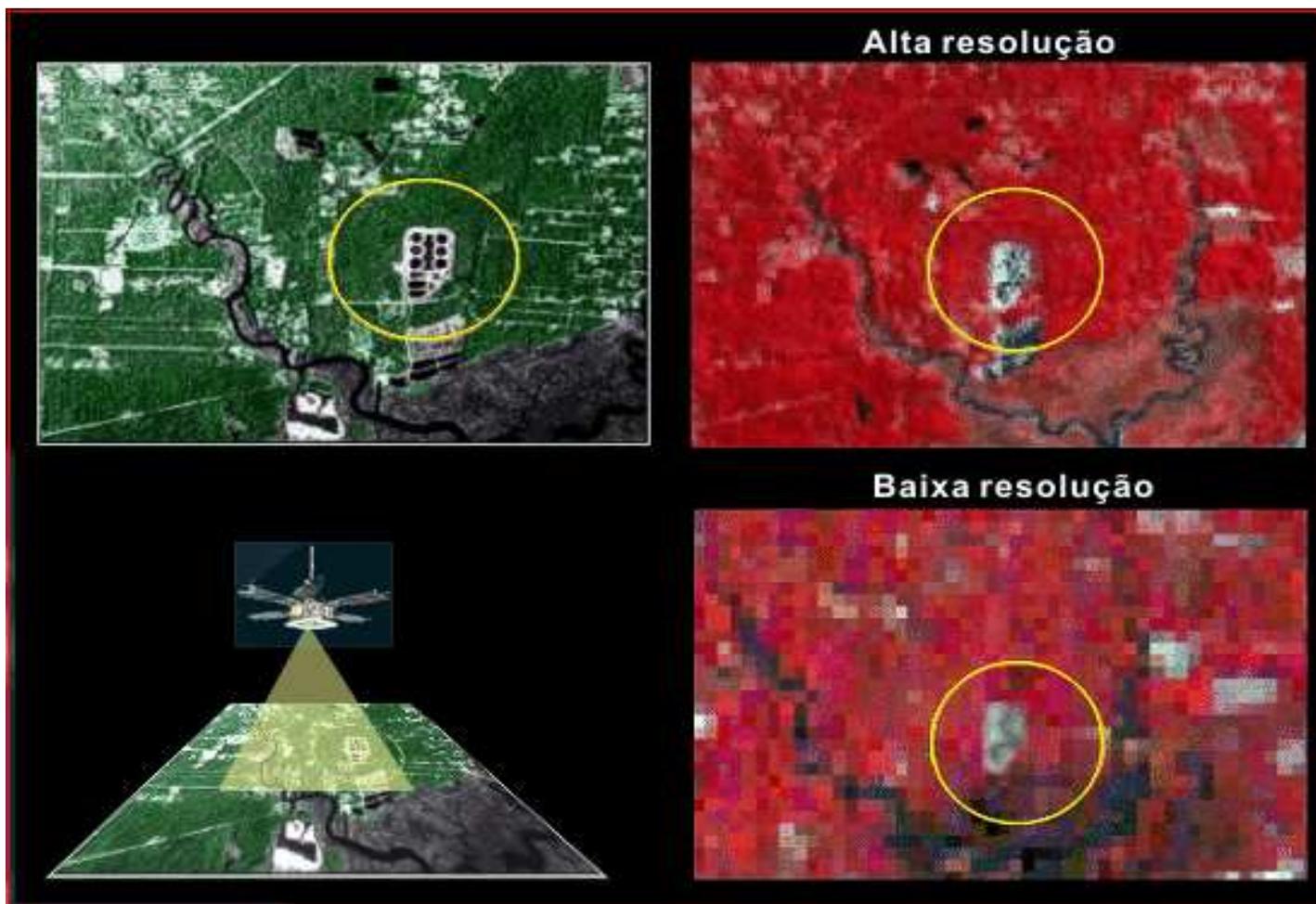


LANDSAT

Características do Landsat 7 ETM => Resolução Espectral

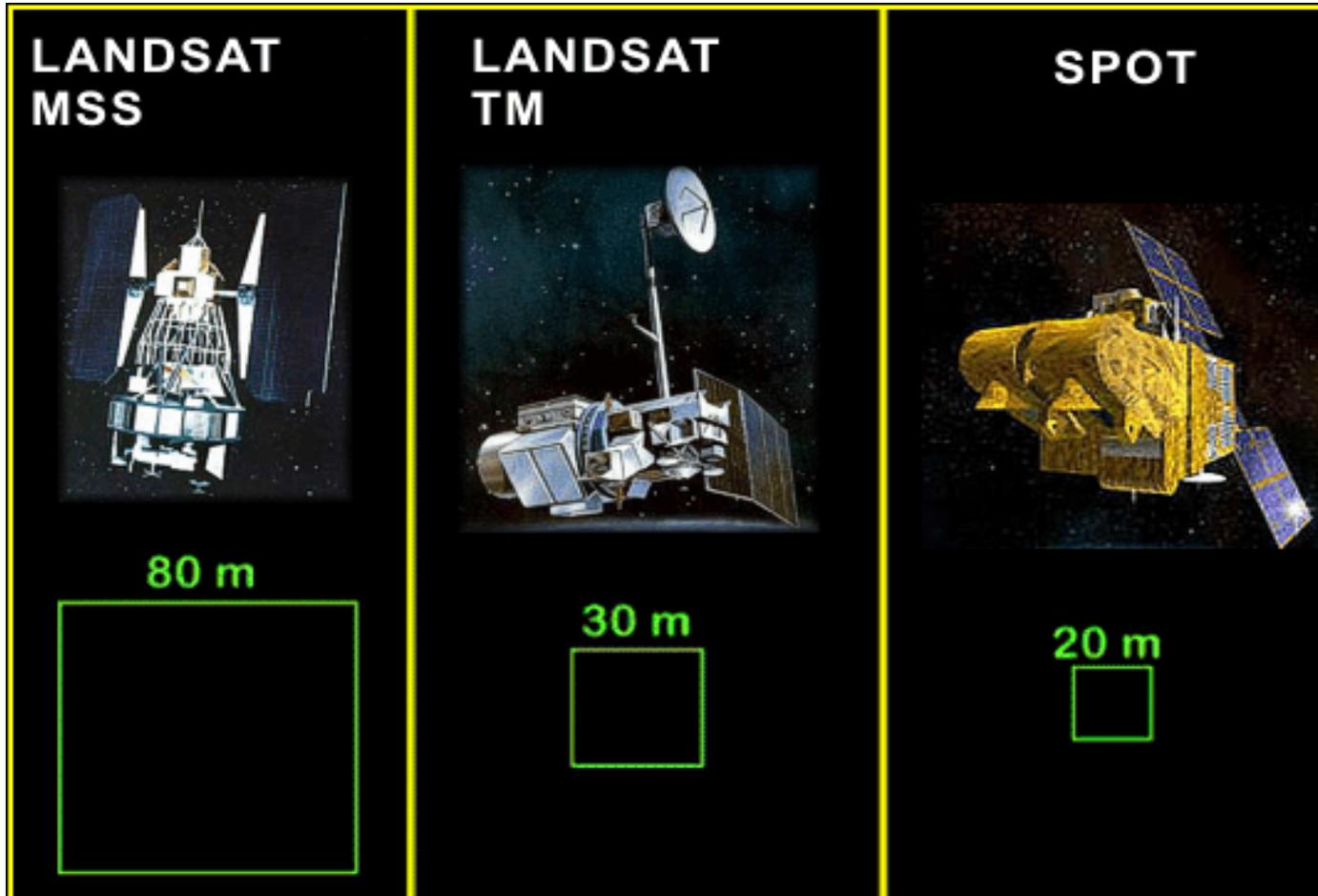


Resolução Espacial



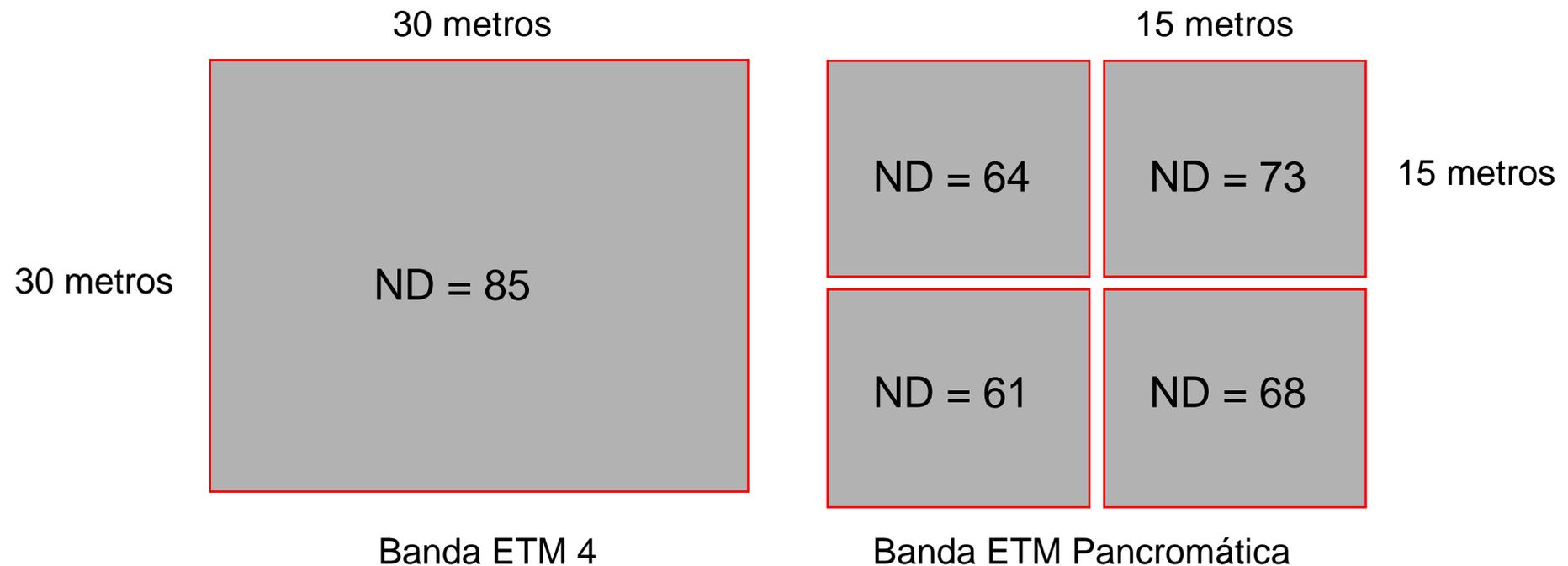
SATÉLITES

Resolução Espacial



RESOLUÇÃO ESPACIAL

Reamostragem das bandas multiespectrais de 30 para 15 metros.



DADOS DE IMAGENS

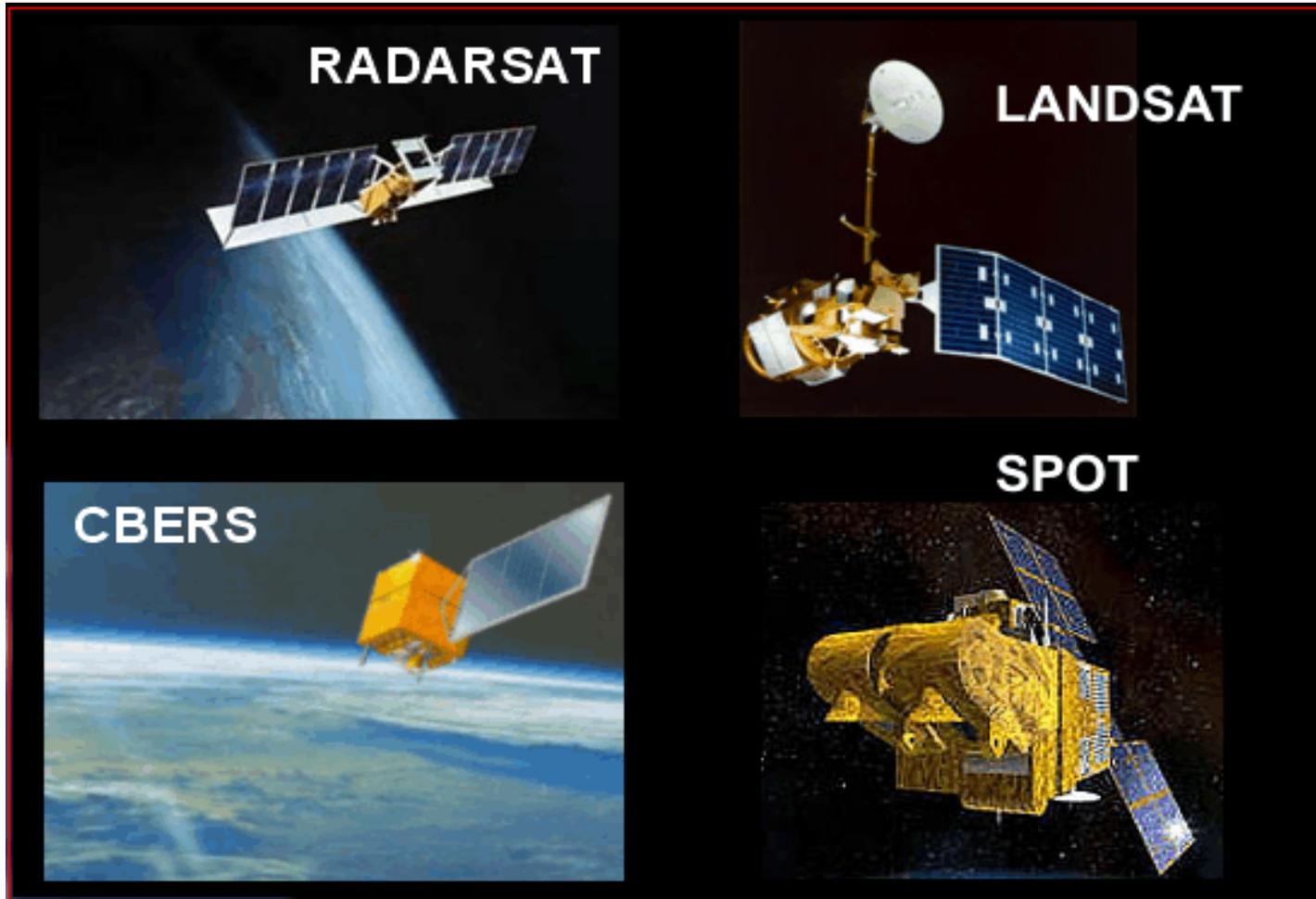
Informações típicas
sobre uma imagem
Landsat 7 ETM

Dataset Attribute	Attribute Value
Entity ID	7001070000118050
Data Classification	Normal
Acquisition Date	2001/06/29
Upper Left Corner	13°30'48"S, 68°24'12"W
Upper Right Corner	13°46'01"S, 66°39'02"W
Lower Left Corner	15°08'50"S, 68°46'22"W
Lower Right Corner	15°24'09"S, 67°00'22"W
Browse Available	Yes
Date of Last Update	2001/06/30
WRS Path	1
Scene Center	14°27'25"S, 67°42'29"W
WRS Row	70
Full Aperature Cal Flag	Unknown
Aggregate Cloud Cover	0 to 9% Cloud Cover
Image Quality 2	9
Flight Path	Descending
Scene Stop Time	2001:180:14:24:14.0542868
Sun Elevation	40.6553459
Image Quality 1	9
Sun Azimuth	40.7366447
Day or Night	Day
Scene Start Time	2001:180:14:23:47.0266618
Upper Left Quad Cloud Cover	0 to 9% Cloud Cover
Upper Right Quad Cloud Cover	0 to 9% Cloud Cover
Lower Left Quad Cloud Cover	0 to 9% Cloud Cover
Lower Right Quad Cloud Cover	0 to 9% Cloud Cover
Receiving Station	EDC



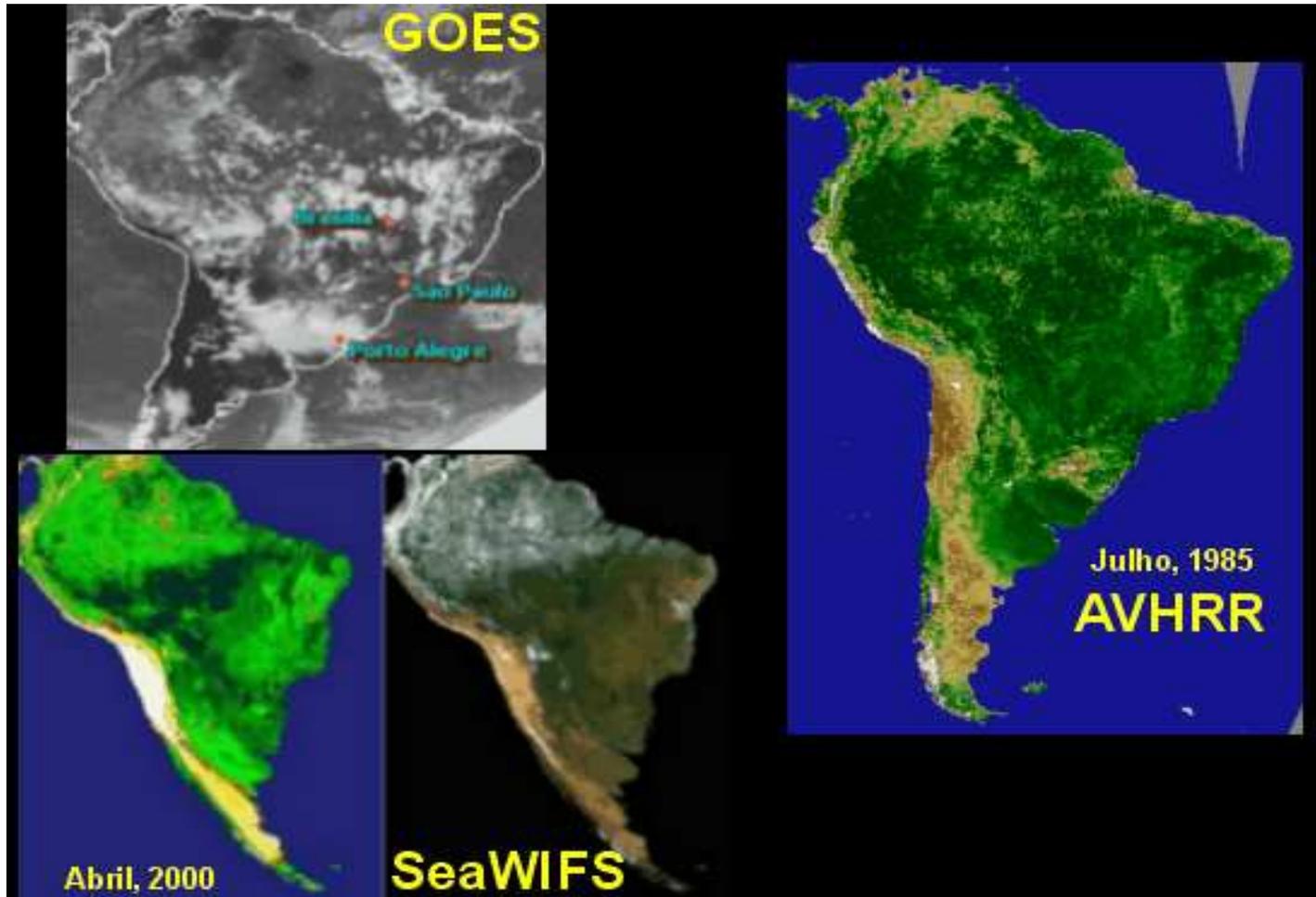
SATÉLITES

Em Operação (alta resolução)



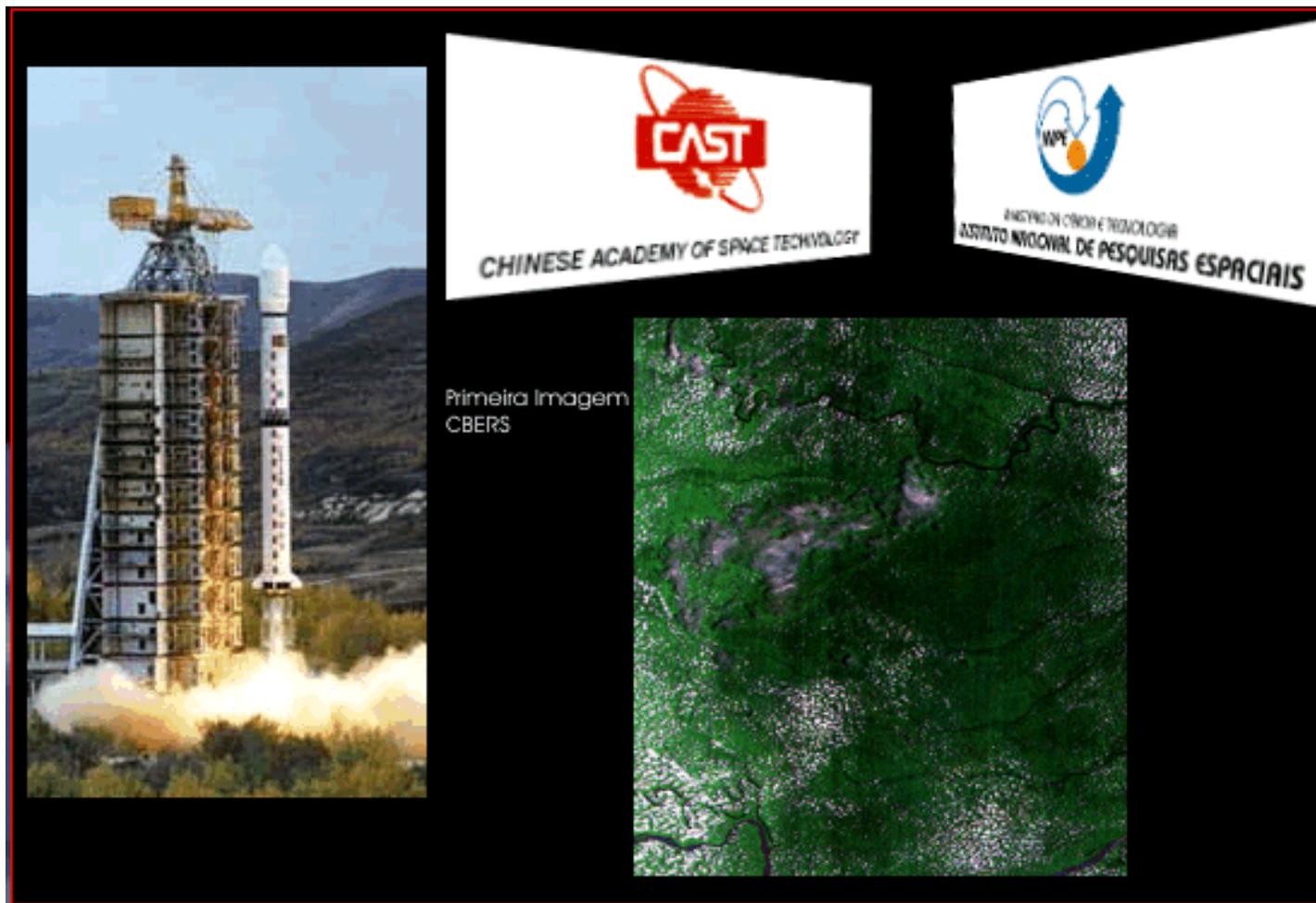
SATÉLITES

Em Operação (baixa resolução)



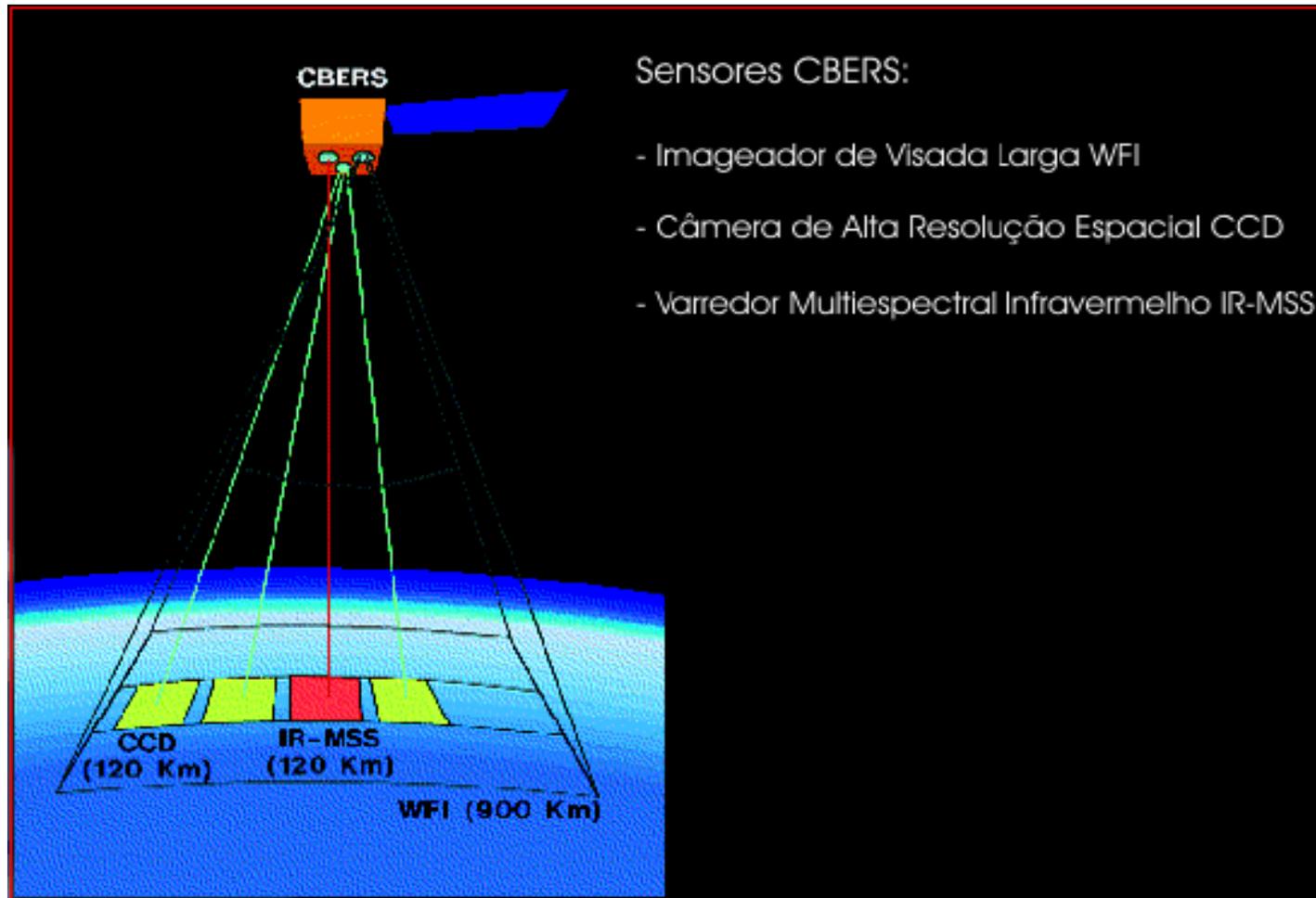
SATÉLITES

CBERS



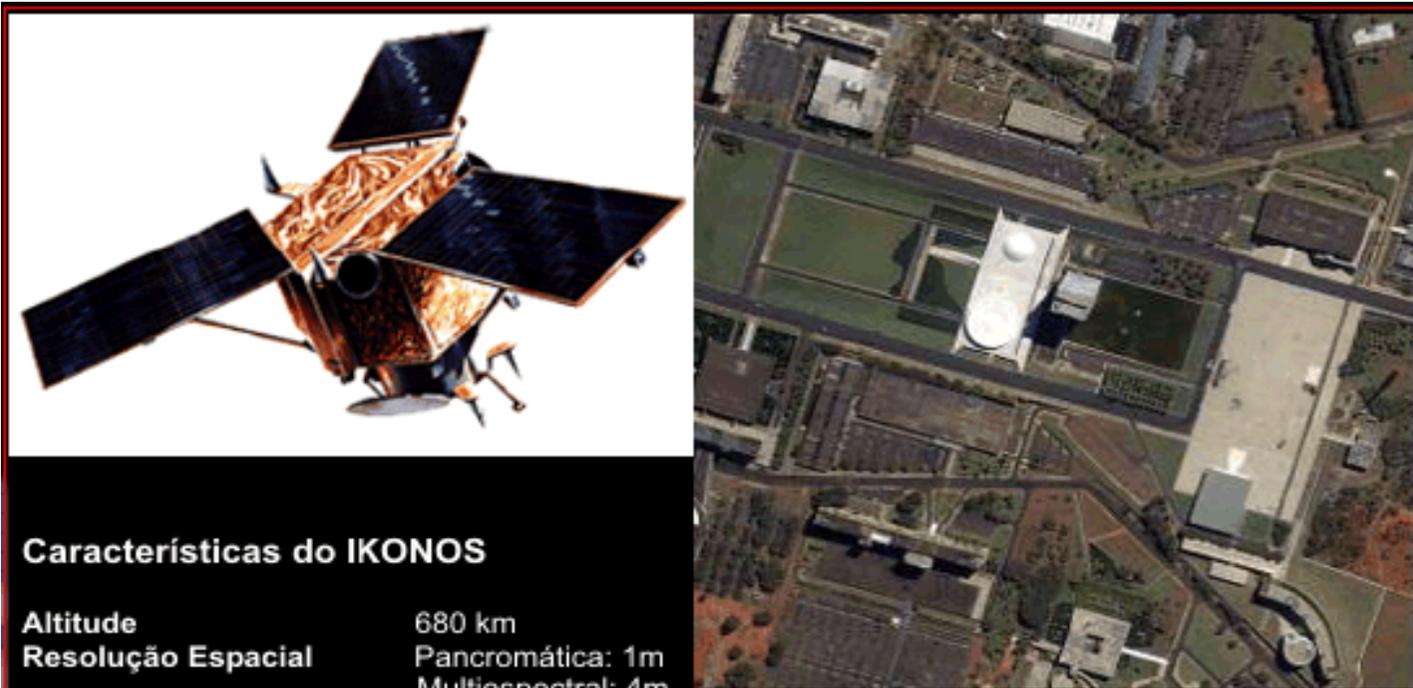
SATÉLITES

CBERS



SATÉLITES

IKONOS



The image shows the IKONOS satellite in the top left corner, a small satellite with a gold-colored body and two large black solar panels. To its right is a high-resolution satellite image of a city area, showing buildings, roads, and green spaces. Below the satellite image is a table of its characteristics.

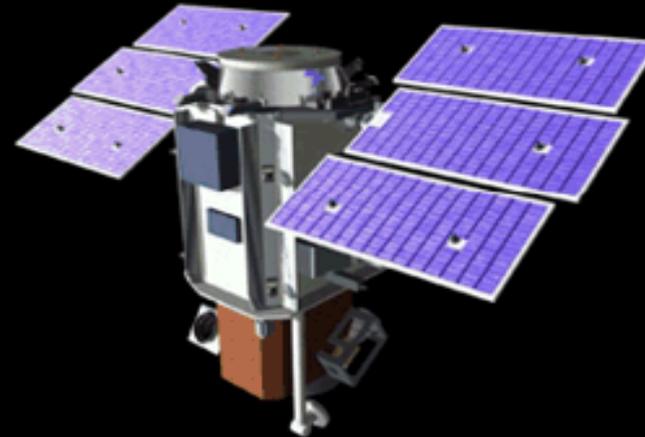
Características do IKONOS	
Altitude	680 km
Resolução Espacial	Pancromática: 1m Multiespectral: 4m
Bandas espectrais	Pan 0.45 - 0.90 μ Azul 0.45 - 0.52 μ Verde 0.52 - 0.60 μ Vermelho 0.63 - 0.69 μ Infra vermelho próximo 0.76 - 0.90 μ
Imageamento	13km na vertical (cenas de 13km x 13km)
Frequência de Revisita	2.9 dias no modo Pancromático 1.5 dia no modo Multiespectral

SATÉLITES

QUICKBIRD

Características do QuickBird

Tempo de revisita	1 a 3,5 dias, dependendo da latitude (30° off-nadir)
Largura do imageamento	16.5 km x 16.5 km, no nadir
ResoluçãoPan:	61 cm (nadir) to 72 cm (25° off-nadir)
Multiespectral:	de 2.44 m (nadir) até 2.88 m (25° off-nadir)
Bandas	Pancromática 450 - 900 nm
	Azul: 450 - 520 nm
	Verde: 520 - 600 nm
	Vermelho: 630 - 690 nm
	Infravermelho próximo : 760 - 900 nm



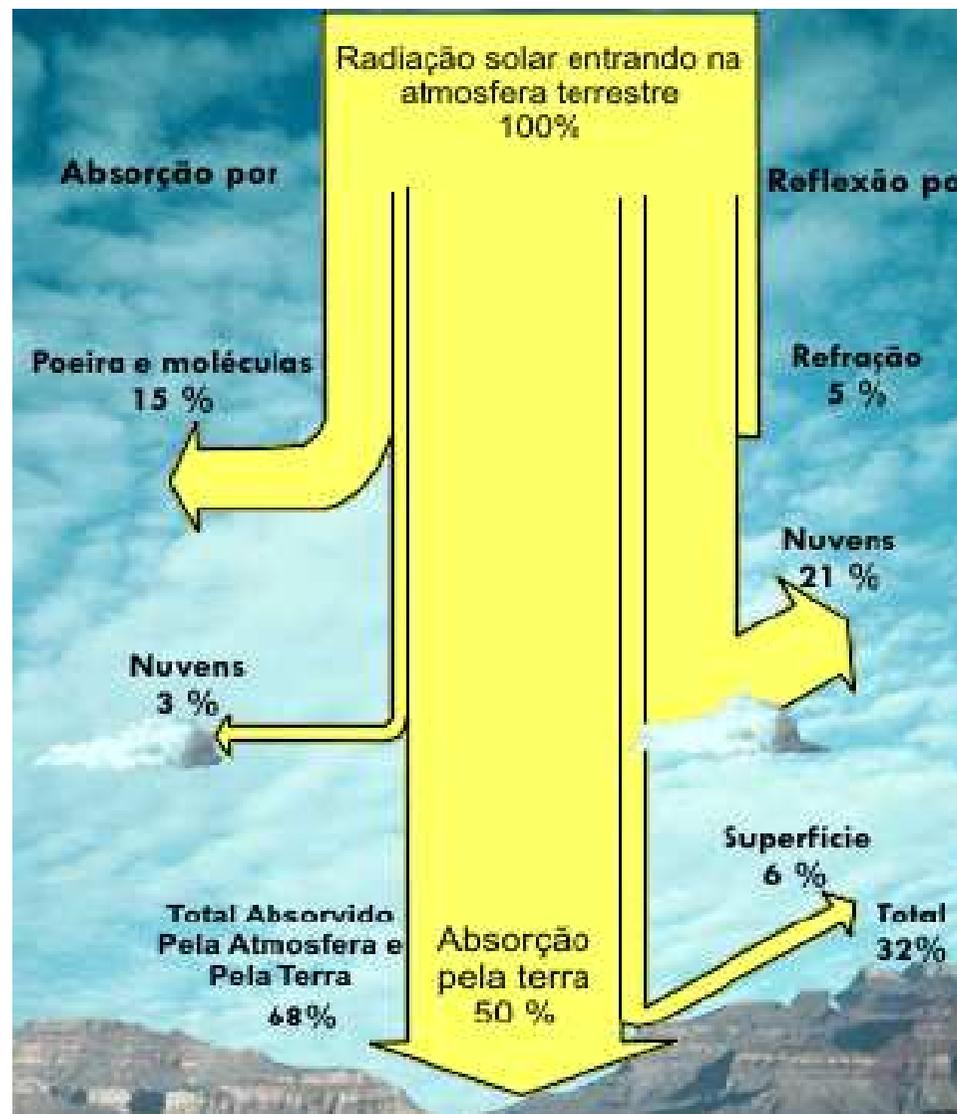
**CORREÇÃO ATMOSFÉRICA,
RADIOMÉTRICA E
GEOMÉTRICA**

CORREÇÕES

Correção Radiométrica

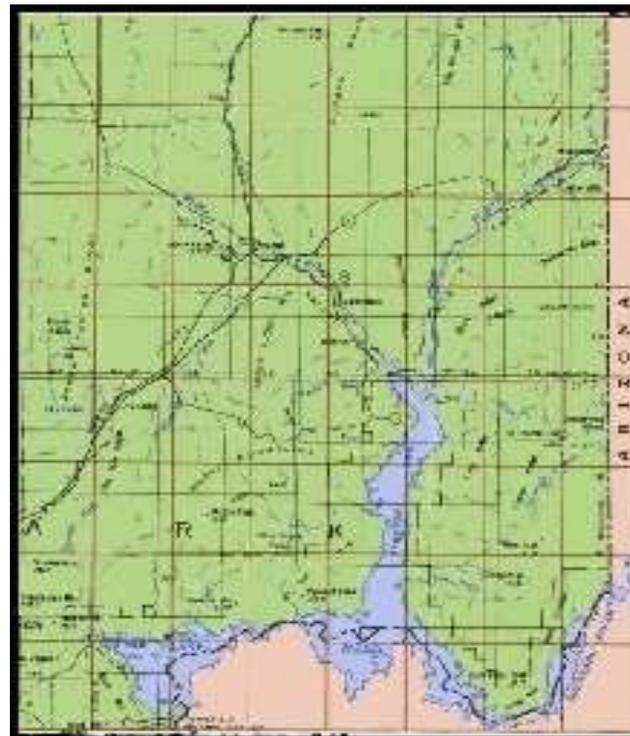
Correção Atmosférica

Conversão para Reflectância



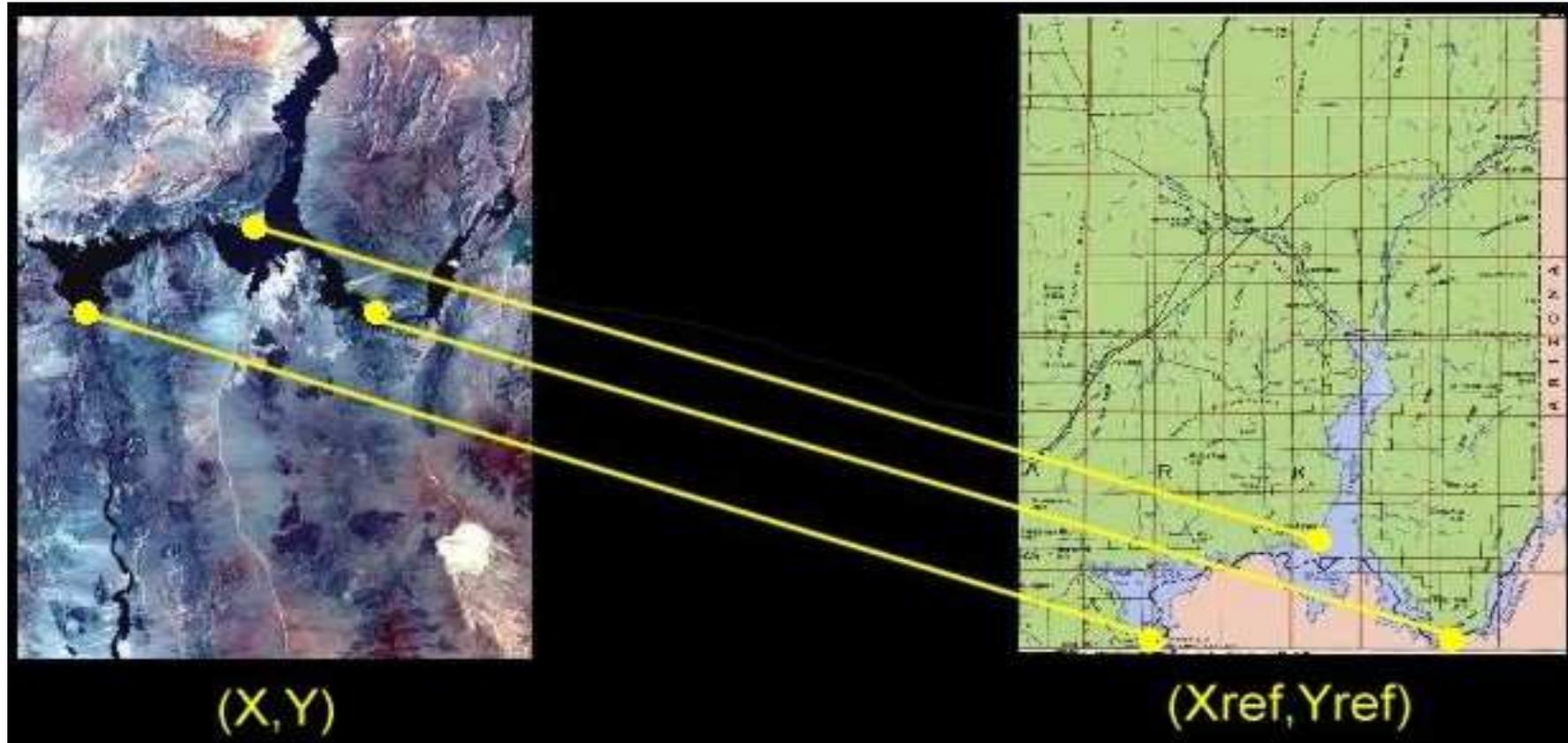
CORREÇÕES

Correção Geométrica



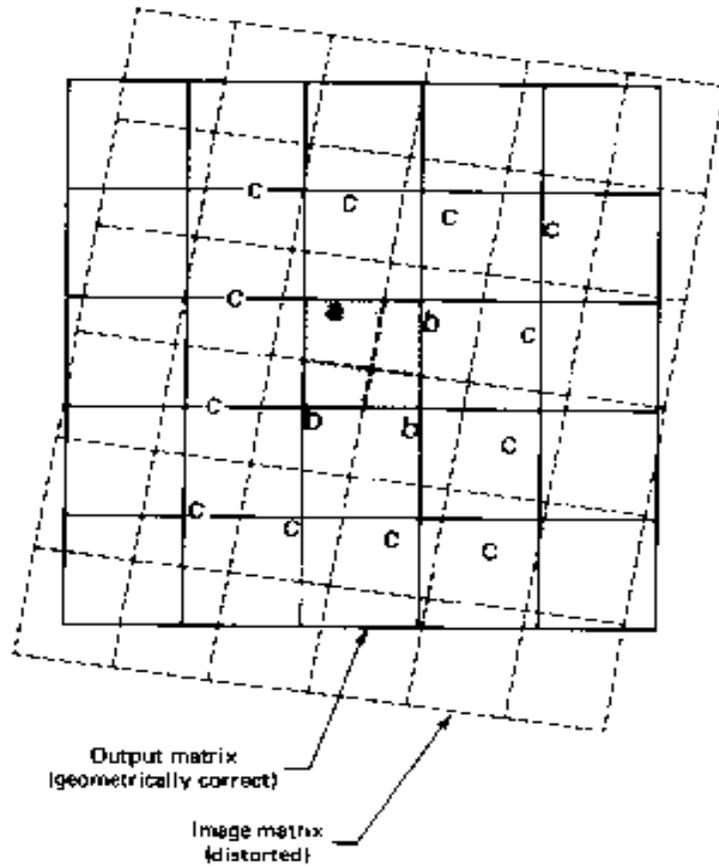
CORREÇÕES

Correcção Geométrica



CORREÇÕES

Correcção Geométrica



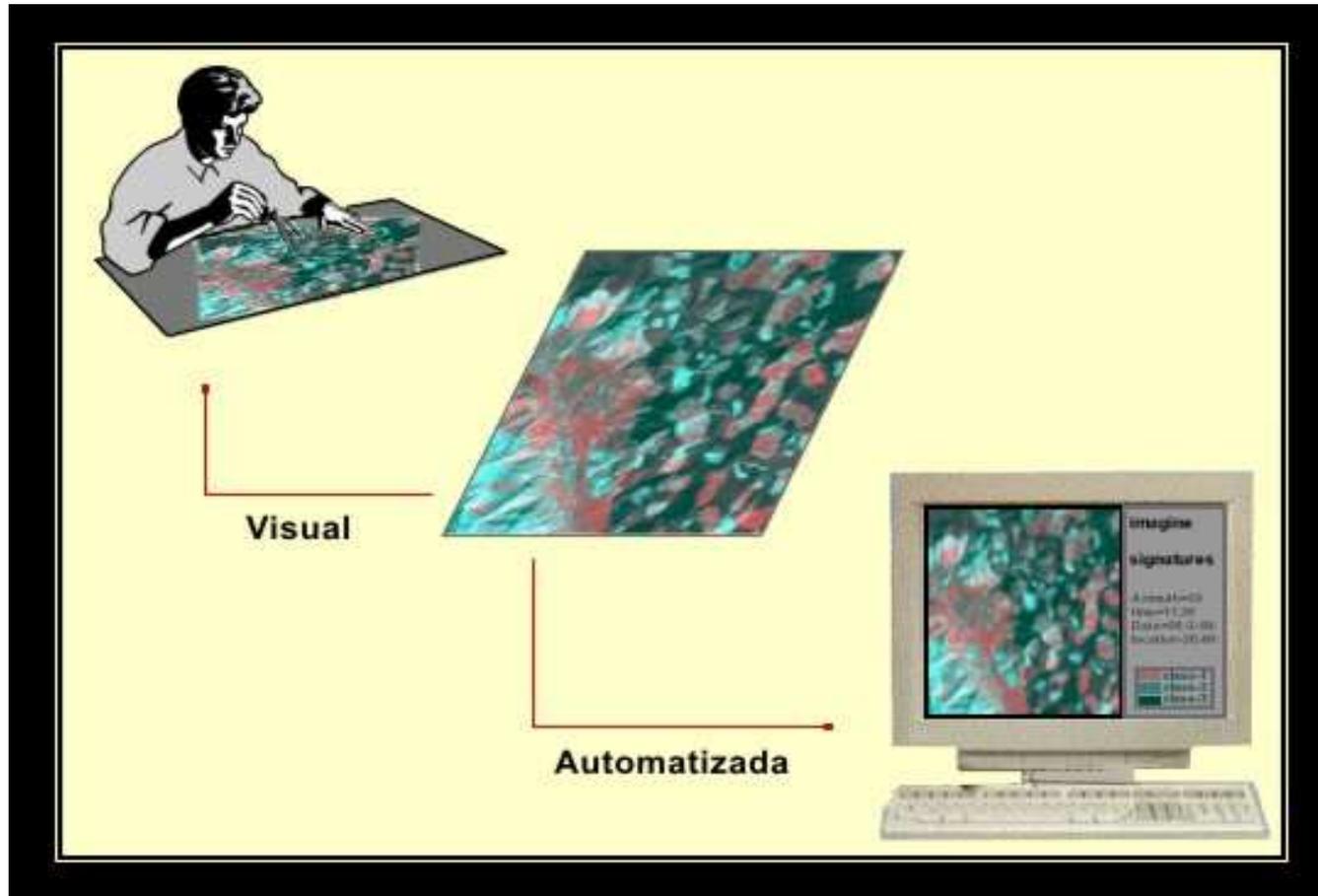
CORREÇÕES

Correção Geométrica

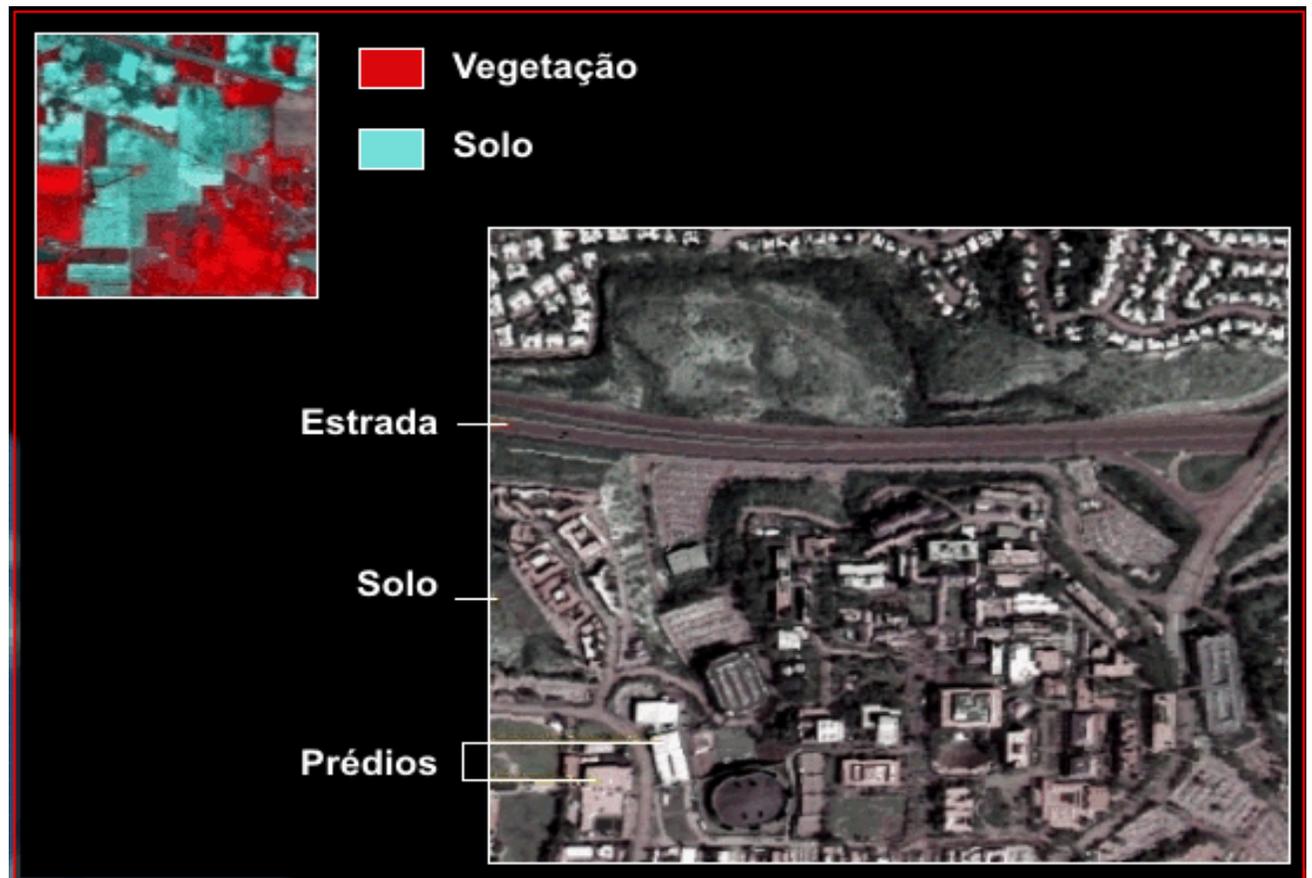
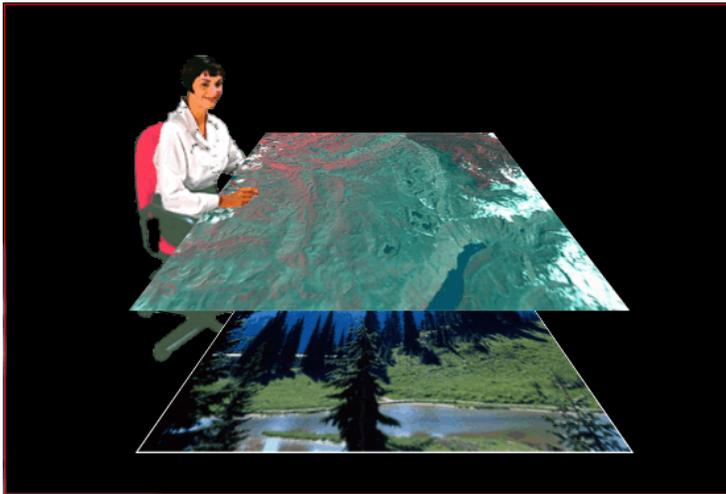


INTERPRETAÇÃO VISUAL

I N T E R P R E T A Ç Ã O



INTERPRETAÇÃO

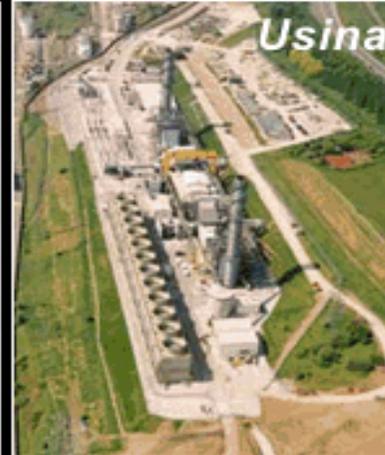


I N T E R P R E T A Ç Ã O

Forma



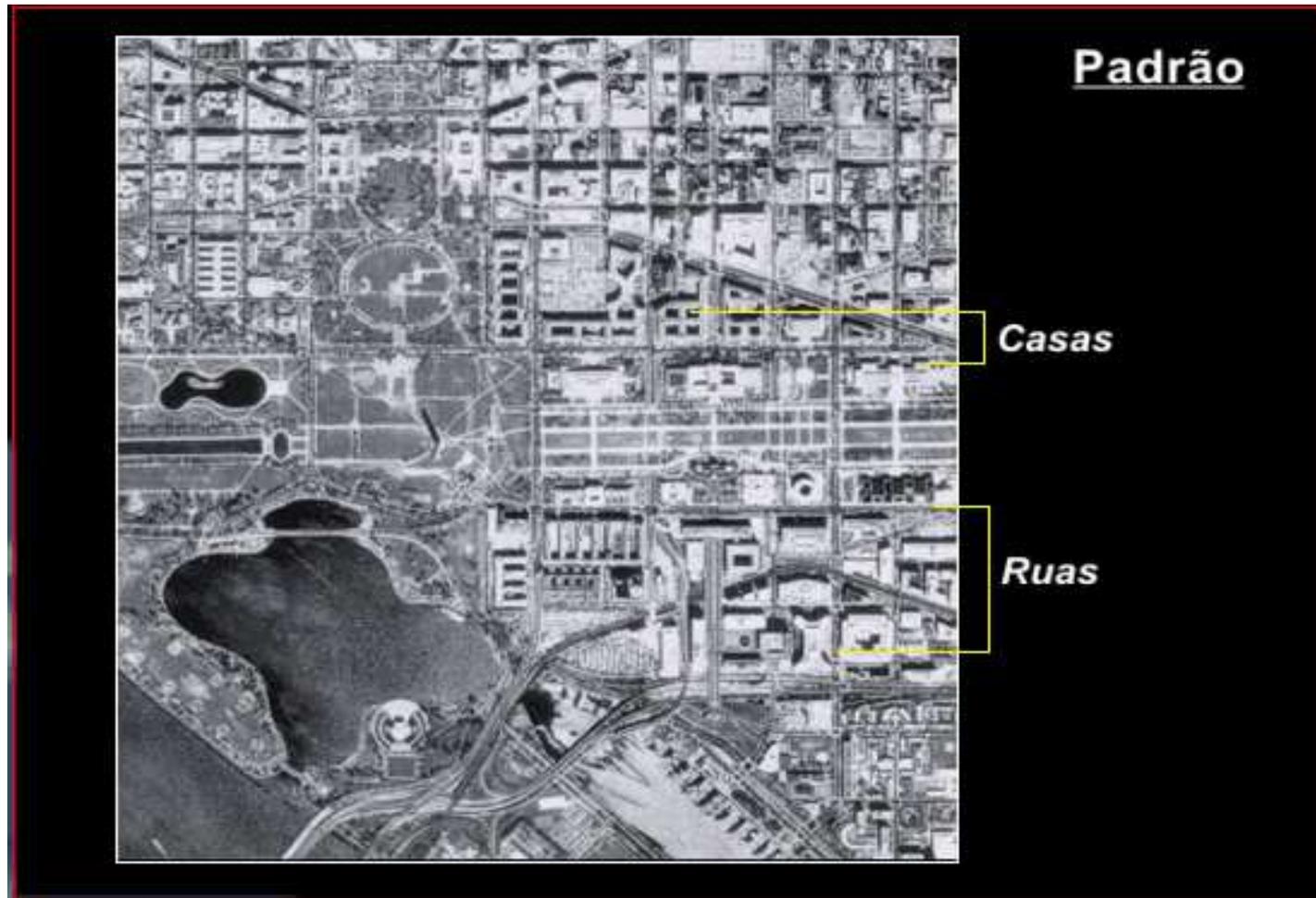
INTERPRETAÇÃO



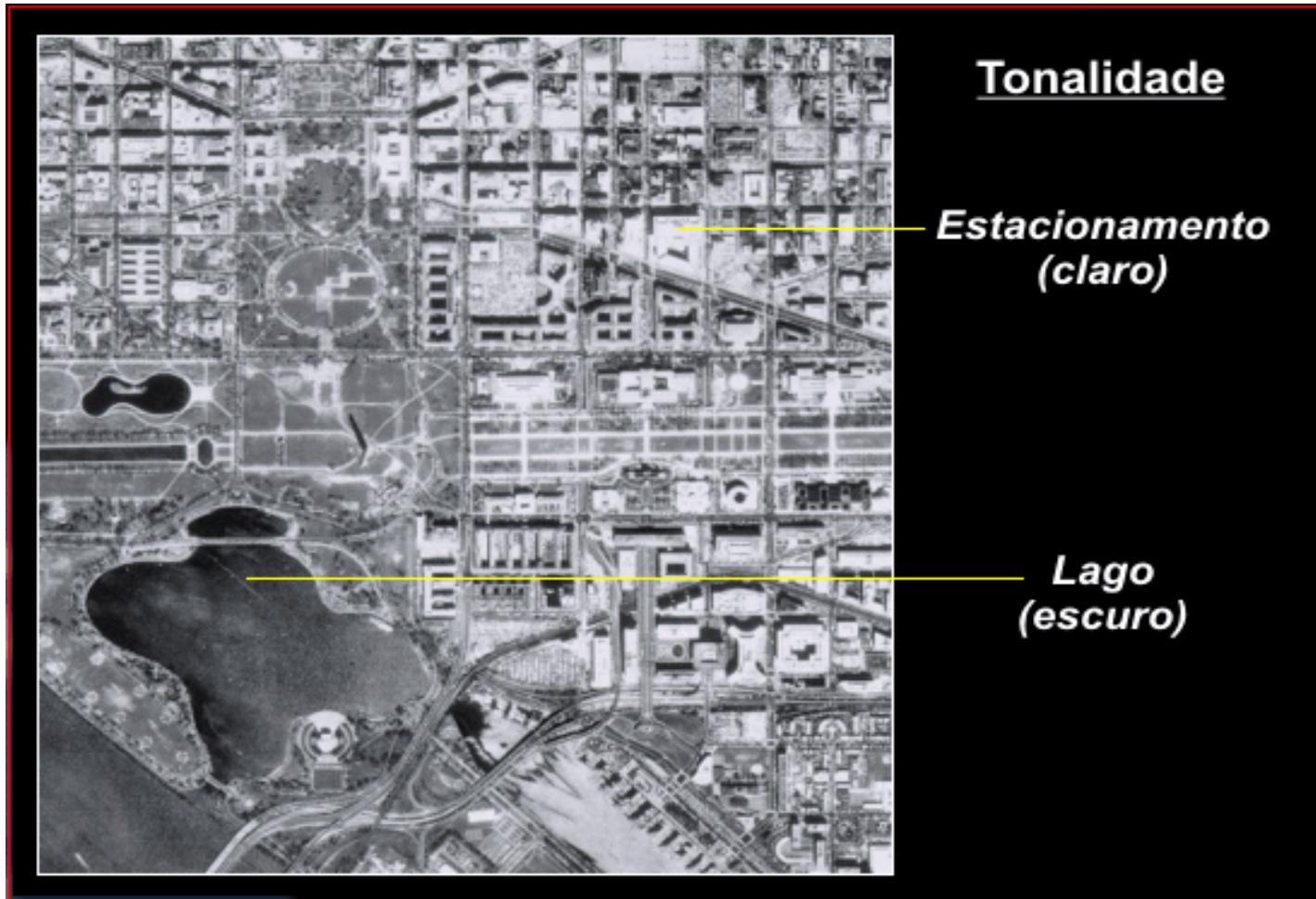
T
A
M
A
N
H
O



INTERPRETAÇÃO



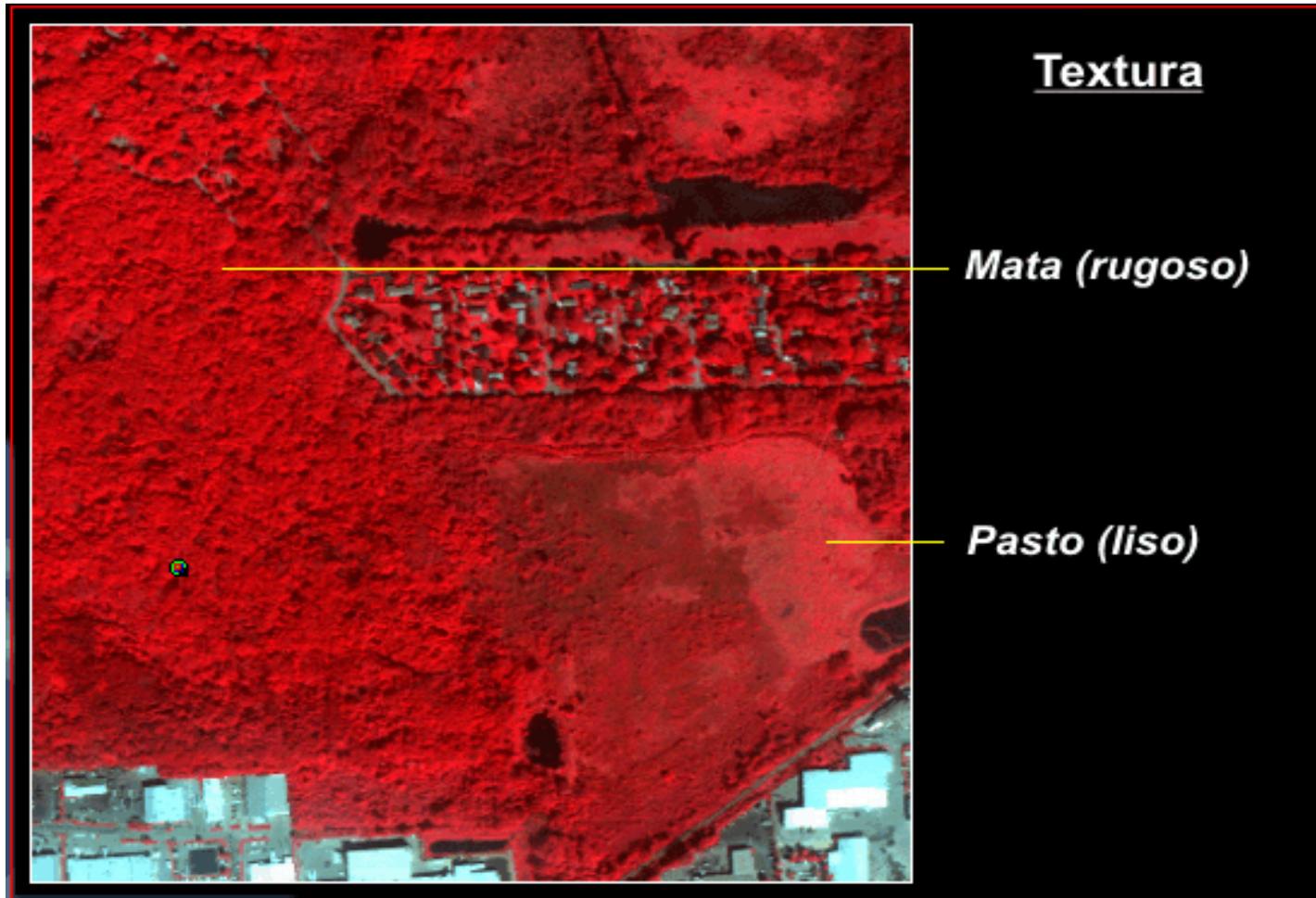
INTERPRETAÇÃO



INTERPRETAÇÃO



I N T E R P R E T A Ç Ã O



INTERPRETAÇÃO

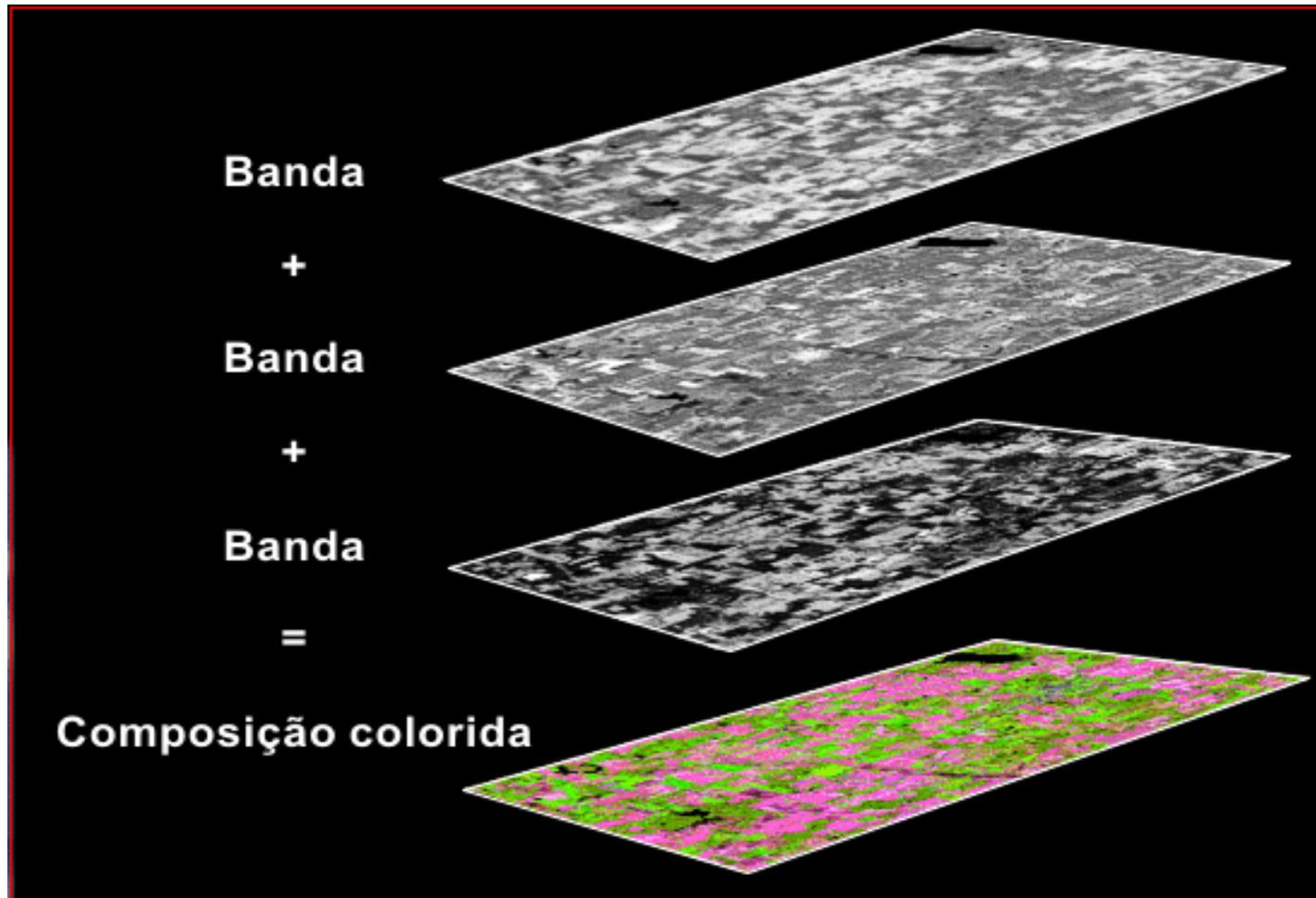


Sombra

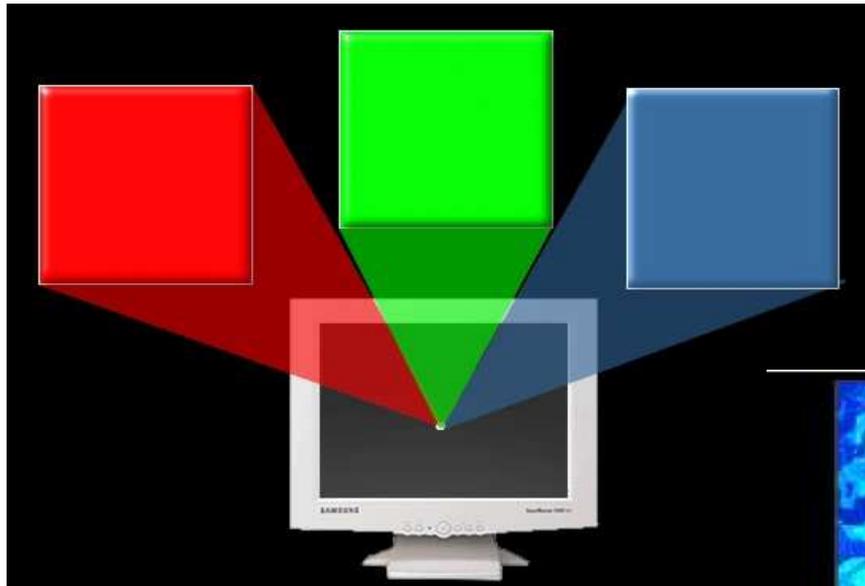
Sombra do edifício

Edifício alto

I N T E R P R E T A Ç Ã O



I N T E R P R E T A Ç Ã O

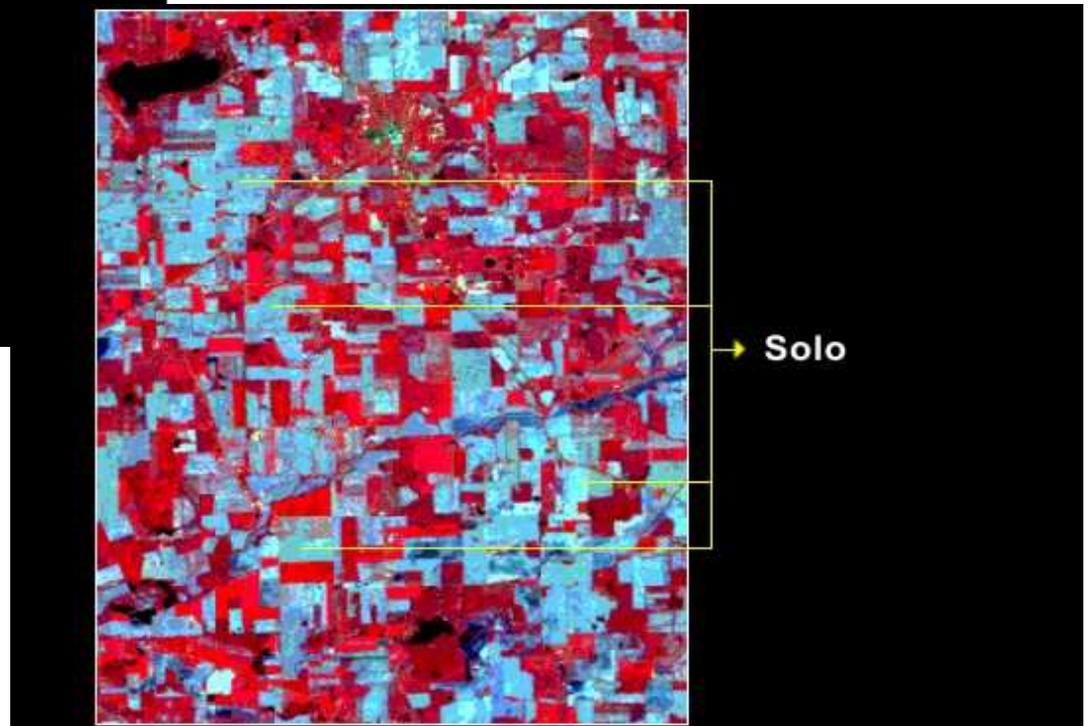
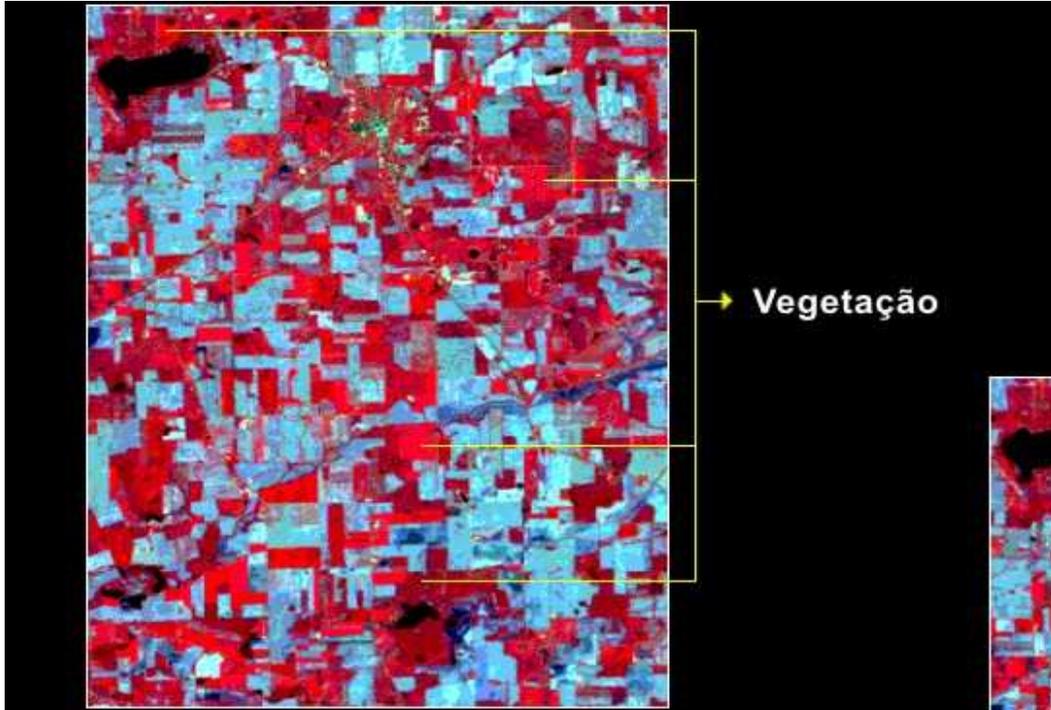


Sistema RGB

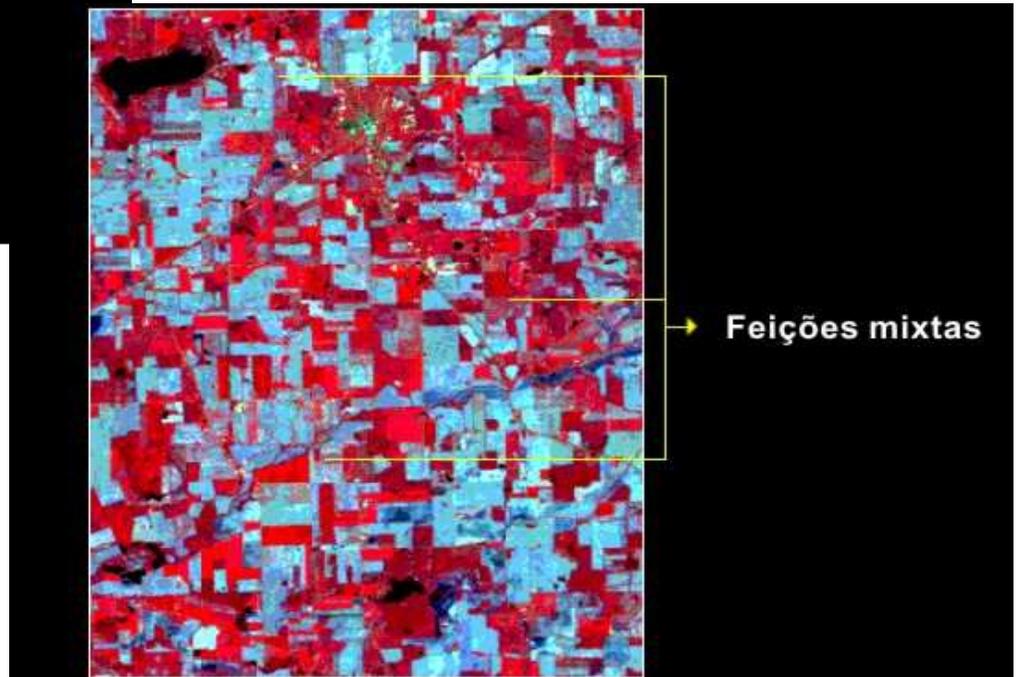
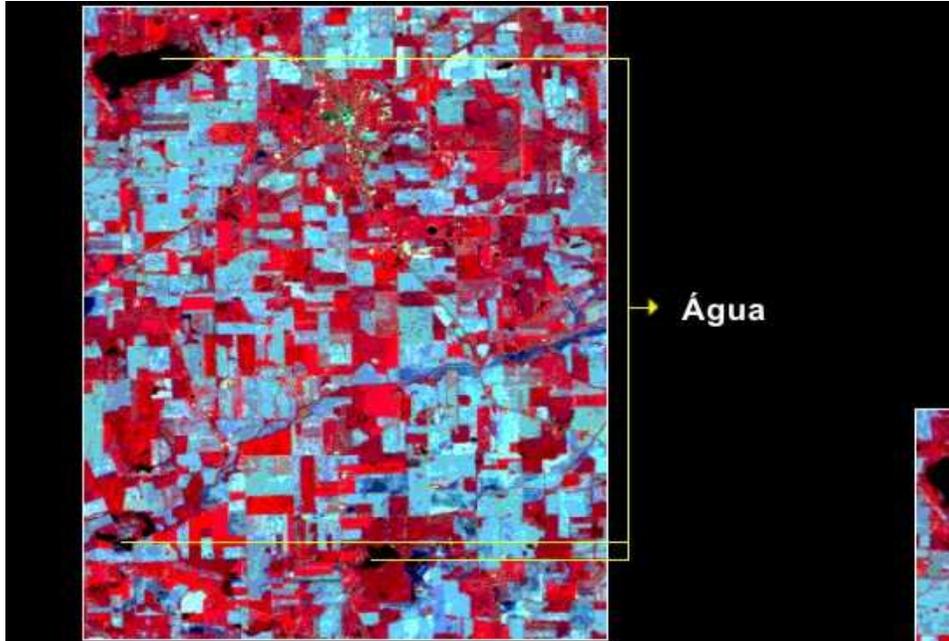


RGB = Vermelho + Verde + Azul

I N T E R P R E T A Ç Ã O



INTERPRETAÇÃO



Exercício Prático de Interpretação

ELEMENTOS DE FOTOINTERPRETAÇÃO

Tonalidade/Cor

Tonalidades claras estão associadas a área de elevada radiância, emitância ou retro-espalhamento em imagens de sensores óticos e termais e ativos de microondas, respectivamente. As cores mais claras e mais escuras, e suas combinações são derivadas da combinação de tonalidade das bandas individuais.

Textura

A textura de imagem representa a freqüência de mudanças tonais por unidade de área dentro de uma dada região. A textura da imagem depende da resolução espacial do sistema, do processo de imageamento e da escala da imagem utilizada.

Padrão

O padrão define o arranjo espacial dos objetos na cena. O significado do padrão também depende do tipo de imagens analisadas, de sua escala e sua resolução espacial.

Localização/Contexto

A localização representa a posição relativa do objeto ou feição dentro da cena em relação a outros objetos.

Forma

Representa a configuração espacial do objeto. Pode ser bi ou tridimensional (estereoscopia).

Sombra

A sombra dos objetos pode ser utilizada como fonte de informação sobre limites de unidades geológicas, dimensões relativas de escarpas, árvores. Depende da resolução espacial do sensor e da escala da imagem.

Tamanho

O tamanho dos objetos é função da resolução do sistema e da escala das imagens. O tamanho do objeto pode ajudar em sua identificação.

Tonalidade



Textura



Forma



Padrão



Sombra/Tamanho



Associação



1. Identifique na fotografia abaixo as seguintes características/objetos e explique com base nos elementos de interpretação visual descritos:

- Pista de corrida
- Rio
- Estradas
- Pontes
- Áreas residenciais
- Barragem



(Fonte: Tutorial do CCRS)

CHAVE DE INTERPRETAÇÃO

REGIÃO

TEXTURA
RUGOSA

TEXTURA
LISA

COR
VERDE

COR
MAGENTA

COR
ESCURA

COR
MAGENTA

FLORESTA
INTACTA

FLORESTA
QUEIMADA

PASTAGEM
QUEIMADA

PASTAGEM
INTACTA

EXERCÍCIO DE FOTOINTERPRETAÇÃO

Análise geral da imagem (região, localização, sensor, resolução, bandas espectrais, composição colorida, data de aquisição, escala, qualidade (ruído, nuvens, névoa), dados auxiliares (mapas, informação climática, censos agropecuário, etc.)

1. Identificar 4 alvos e descrever como eles aparecem em cada um dos produtos (usar os elementos de interpretação para a descrição)
2. Identificar uma cava de areia inativa e uma ativa e explicar como as identificou
3. Cobrir a legenda dos mapas e explicar como separar (identificar) a banda 3 da banda 5
4. Como apareceria uma área de reflorestamento se a combinação de cores fosse 4R, 5G, 3B?
5. Qual a distância entre o centro de Taubaté e o centro de Pindamonhangaba?
6. Qual o comprimento da pista do aeroporto do BAVEX?

C U R S O

INTRODUÇÃO AO SENSORIAMENTO REMOTO E PROCESSAMENTO DE IMAGENS

Lição 2

DOCENTES

Prof. Dr. Getulio Batista

Dr. Nelson Dias

R E S P O S T A S
E S P E C T R A I S

RESPOSTAS ESPECTRAIS

Números Digitais ou ND

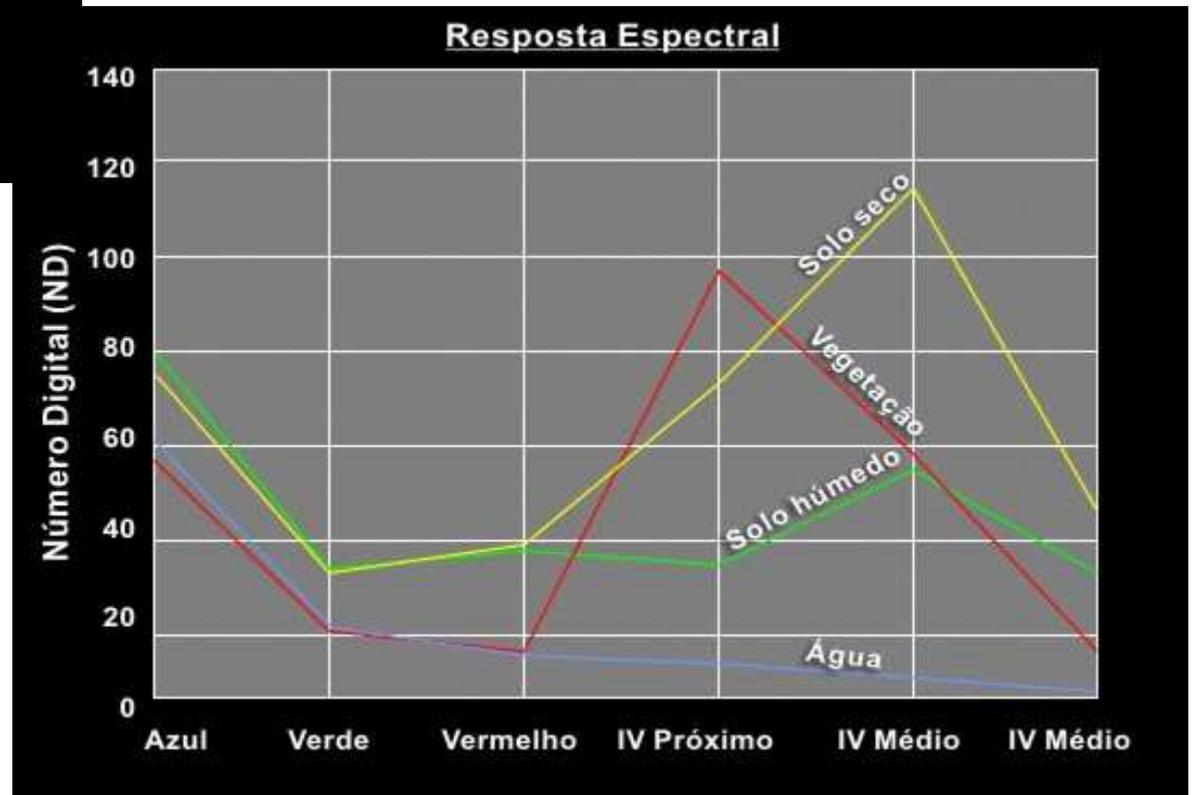


RESPOSTAS ESPECTRAIS

36	43	32	37	51	68	61
34	39	41	49	54	63	60
29	32	33	41	48	44	47
21	23	21	31	36	34	35
17	21	20	24	27	31	28
19	17	17	21	45	75	83
11	14	12	34	67	66	91
15	14	16	23	54	68	97
19	21	23	21	38	54	73
27	25	32	48	52	57	63

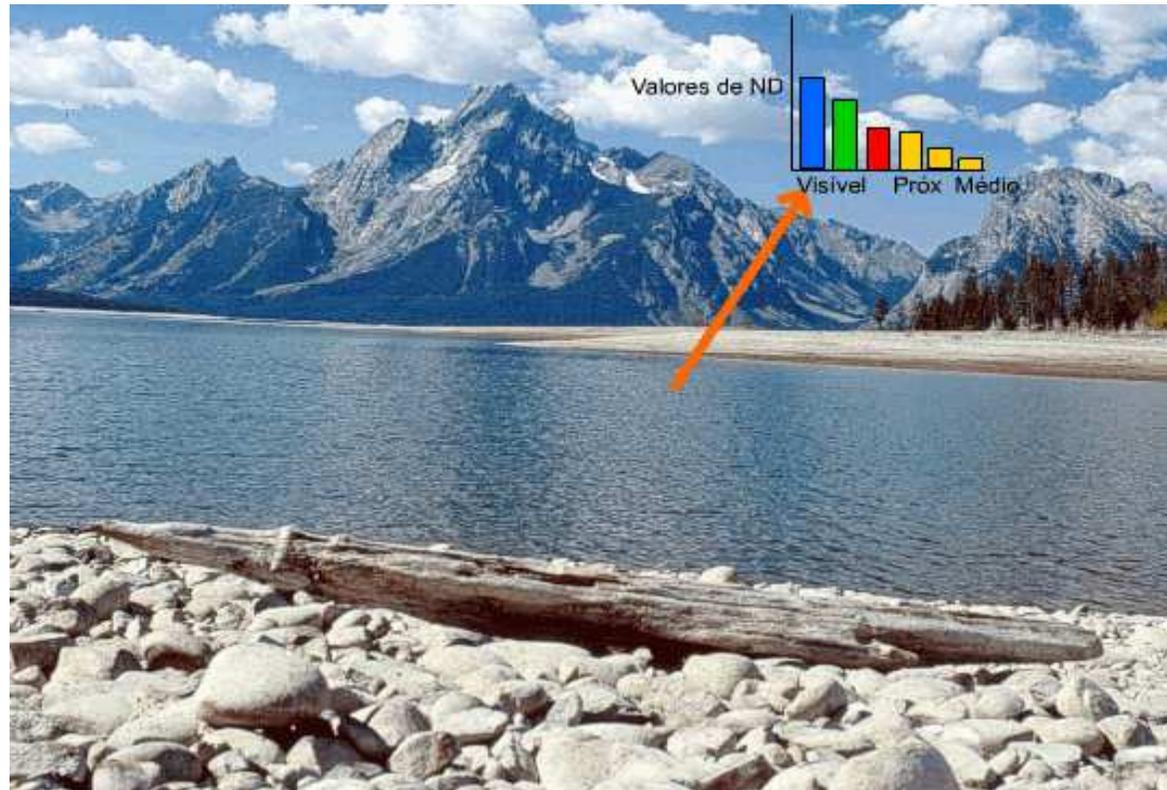


RESPOSTAS ESPECTRAIS



RESPOSTAS ESPECTRAIS

Energia Refletida pela Água

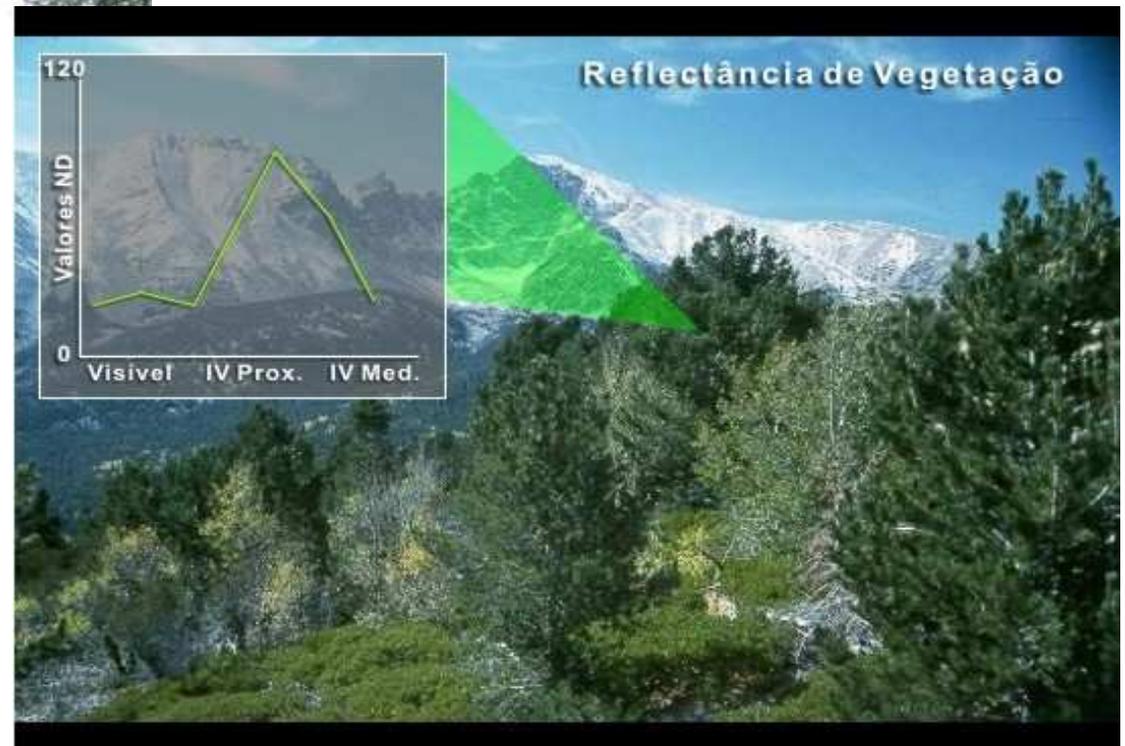


RESPOSTAS ESPECTRAIS

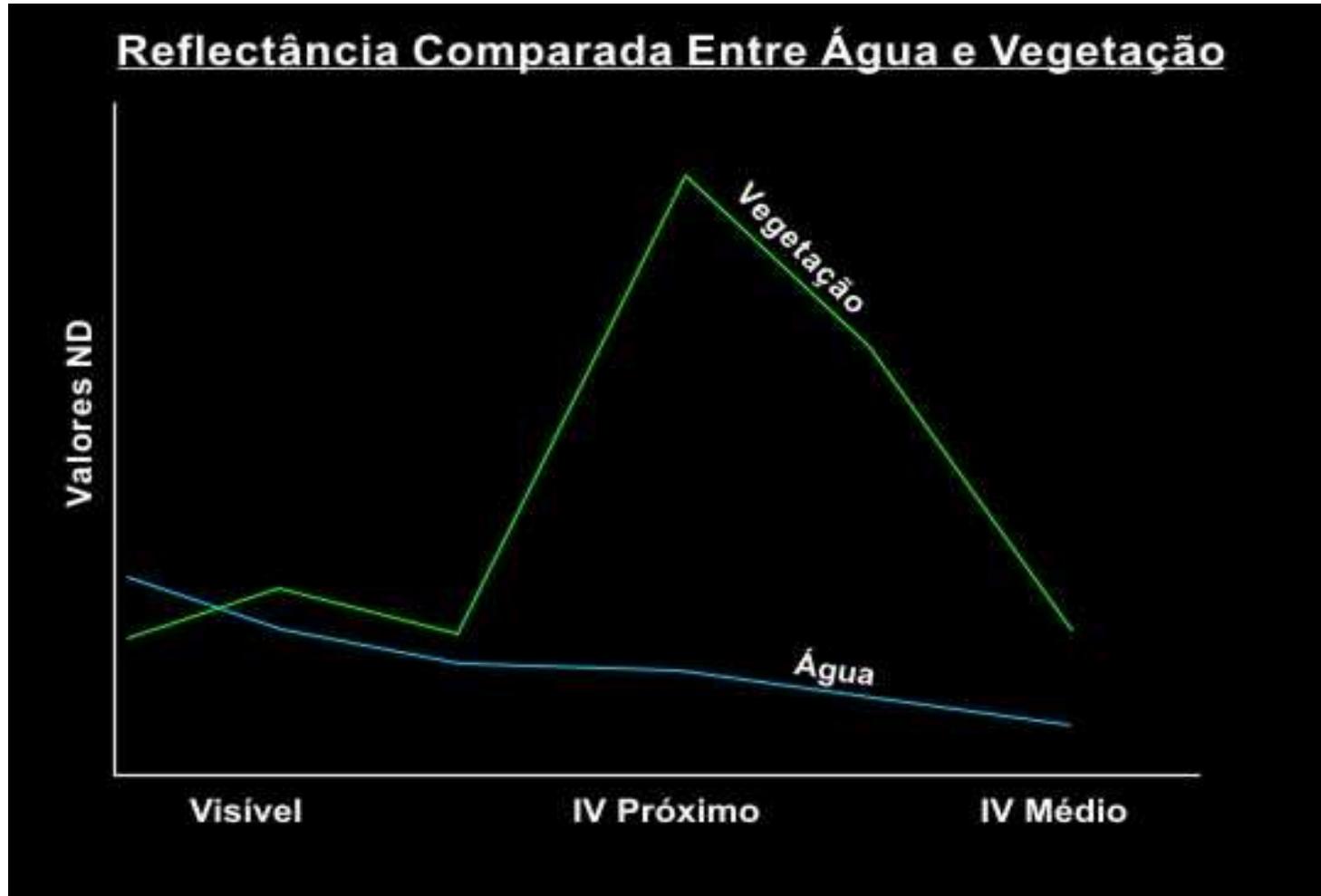
Reflectância de Água



Reflectância de Vegetação

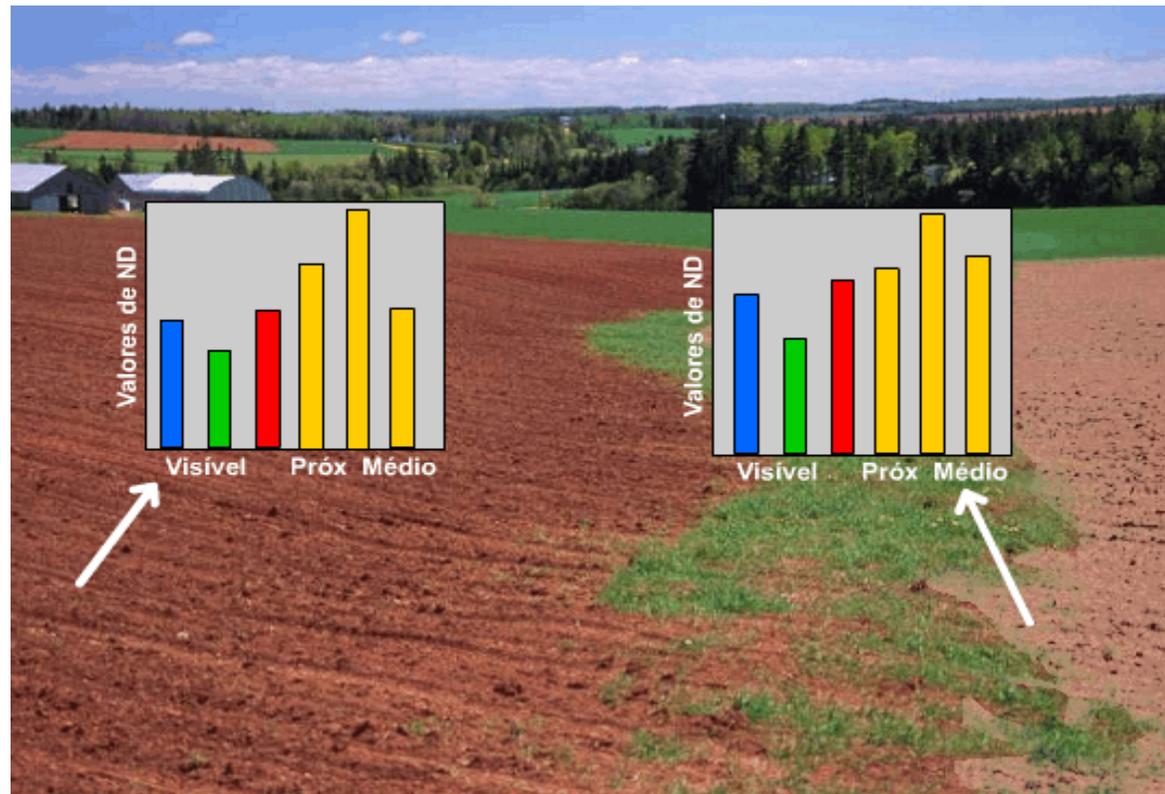


RESPOSTAS ESPECTRAIS

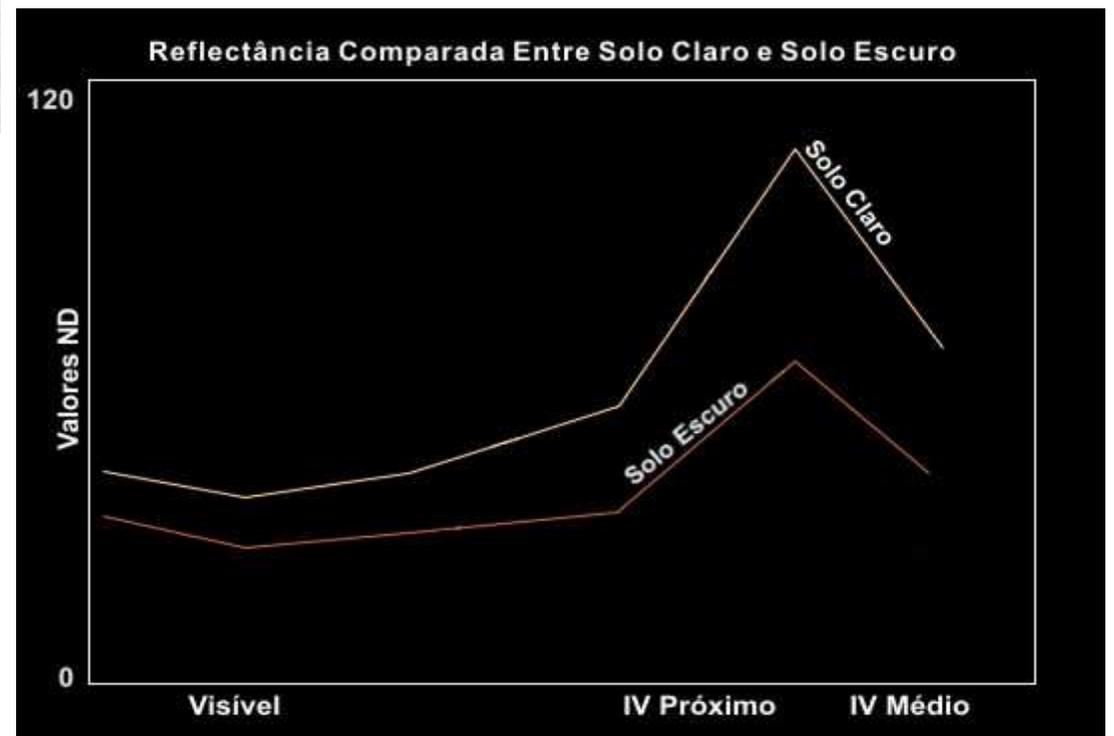
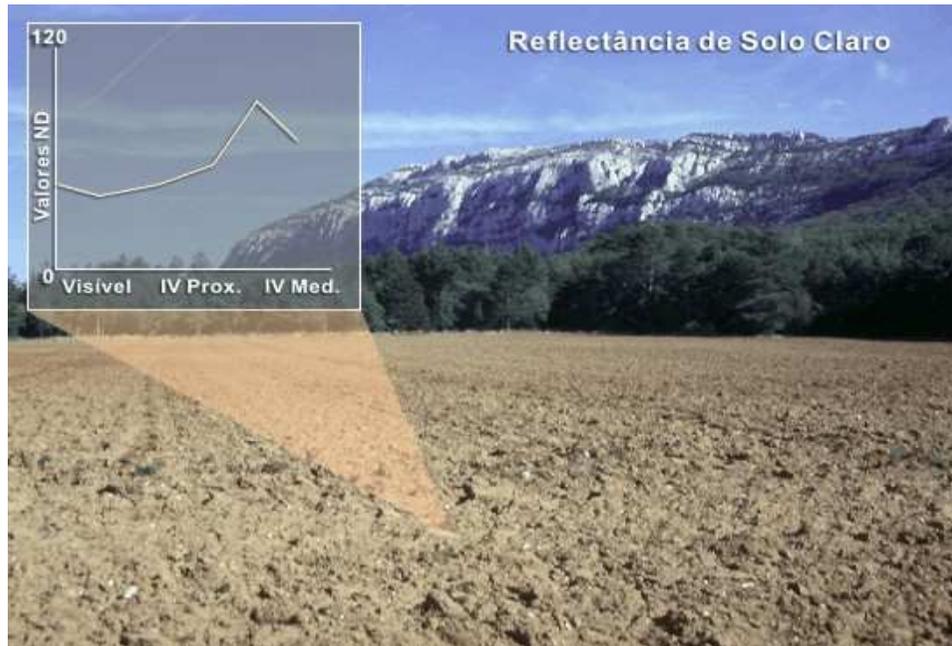


RESPOSTAS ESPECTRAIS

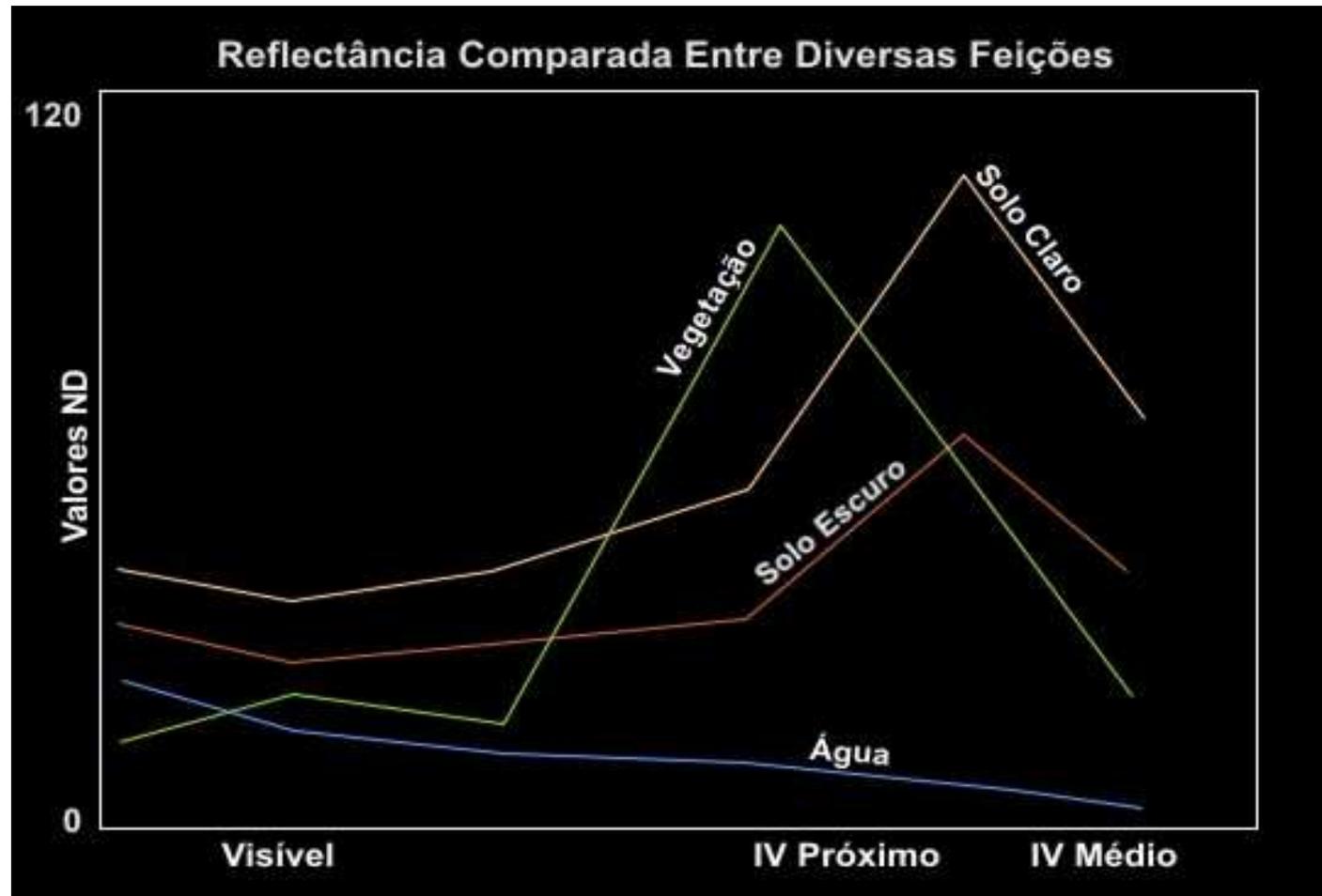
Energia Refletida pelo Solo



RESPOSTAS ESPECTRAIS

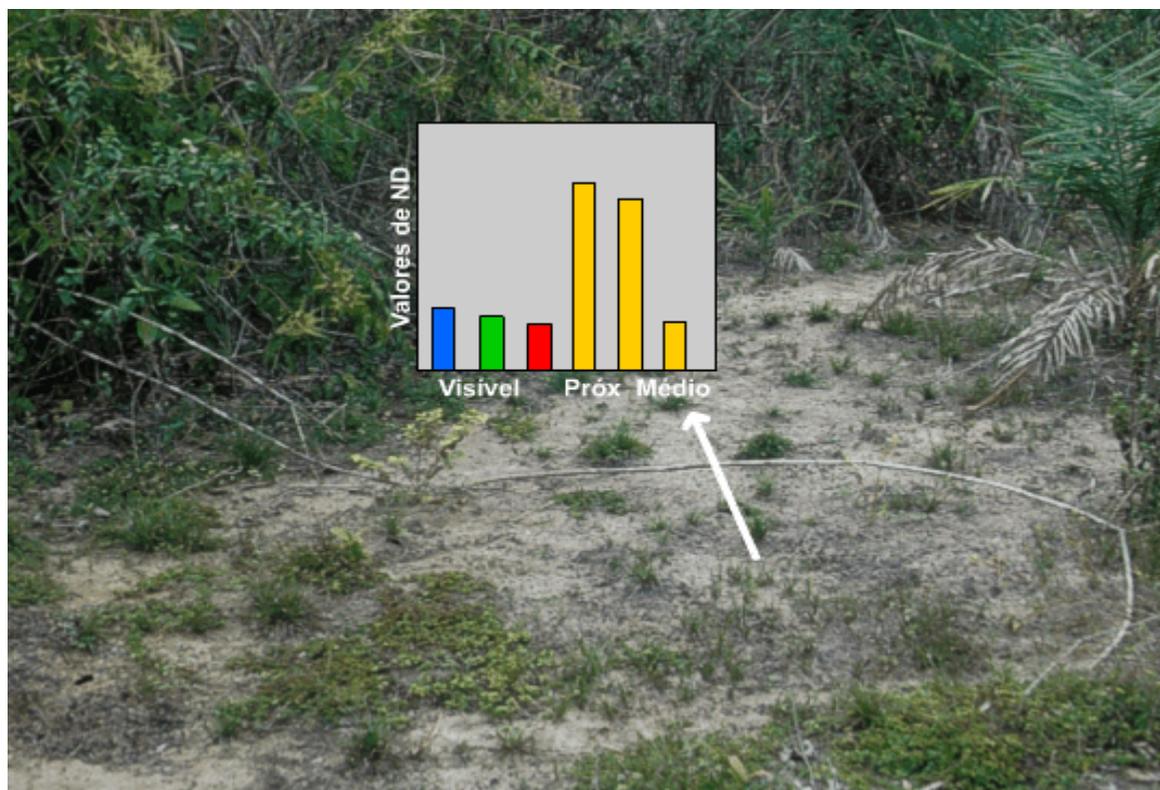


RESPOSTAS ESPECTRAIS



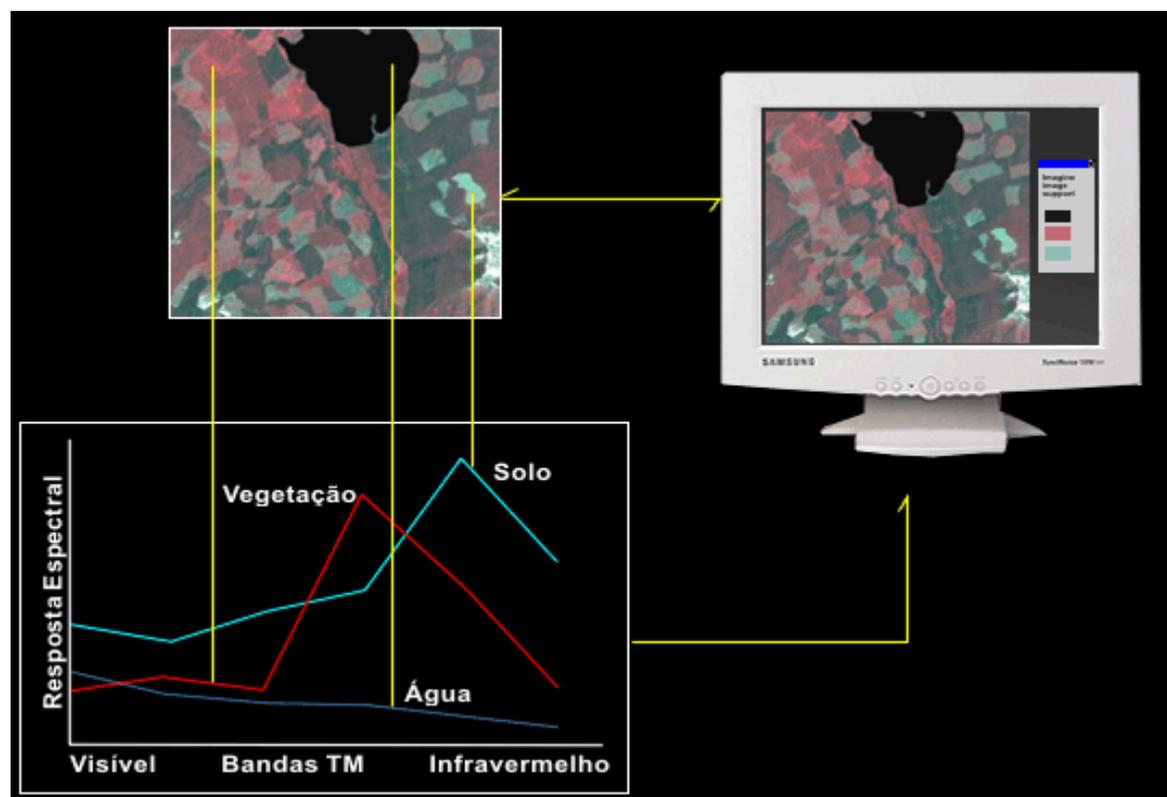
RESPOSTAS ESPECTRAIS

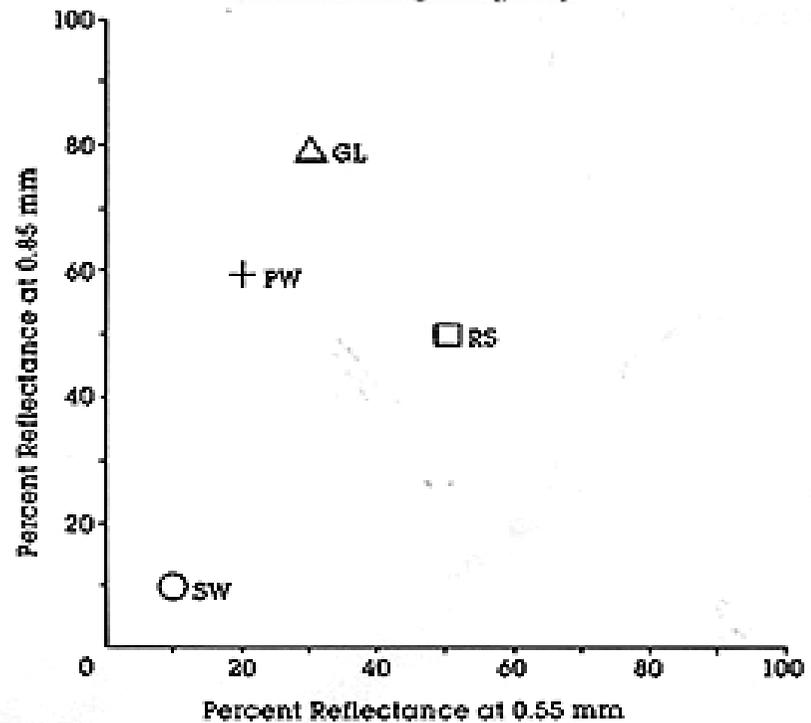
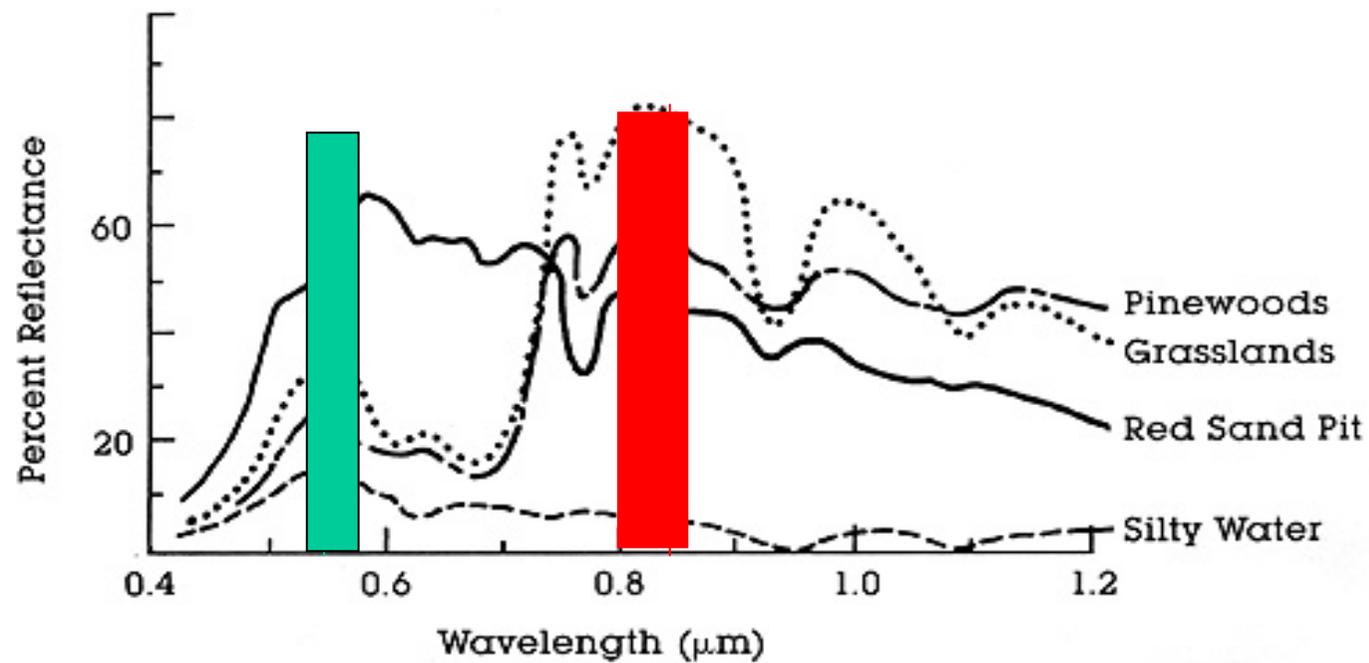
Energia Refletida por Feições Mistas



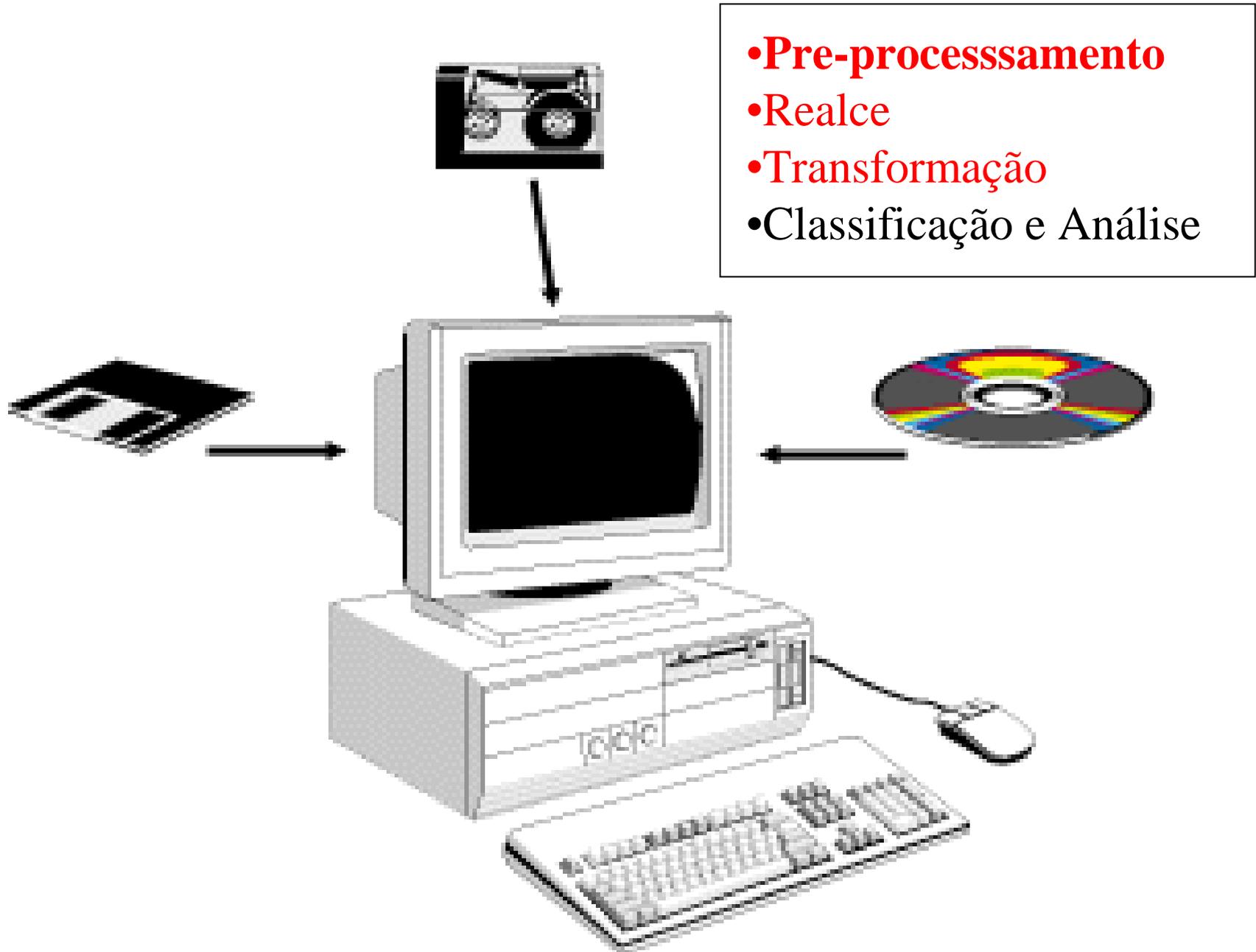
RESPOSTAS ESPECTRAIS

Interpretação Digital da Imagem

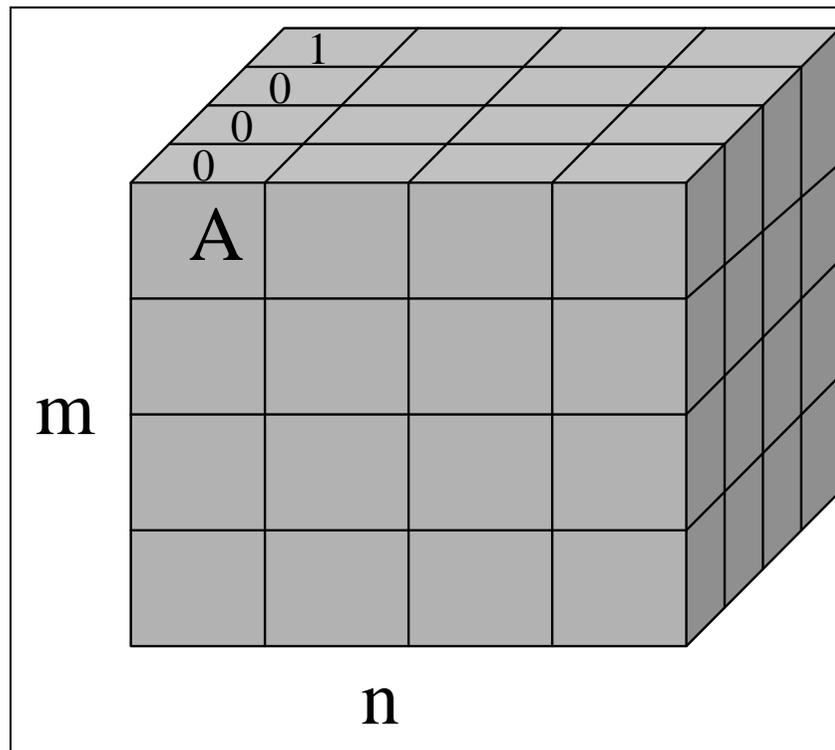




Análise Digital



Representação, na memória de um computador, de uma imagem digital formada por **m** e **n** pixels ou colunas, e com uma resolução radiométrica de 4 bits. O pixel A corresponde ao nível digital $\{[(0 \times 2^3) + (0 \times 2^2) + (0 \times 2^1) + (1 \times 2^0)] = 1\}$ (Adaptado de Mather, 1987).



formato em grade (grid) ou formato raster > adequado > sistemas de varredura (aquisição) + equipamentos visualização das imagens também > formato raster. registros lógicos > valores de cada pixel > independentemente serem pontos, linhas ou áreas > facilidade de endereçamento

Formato “raster” vs. vetorial

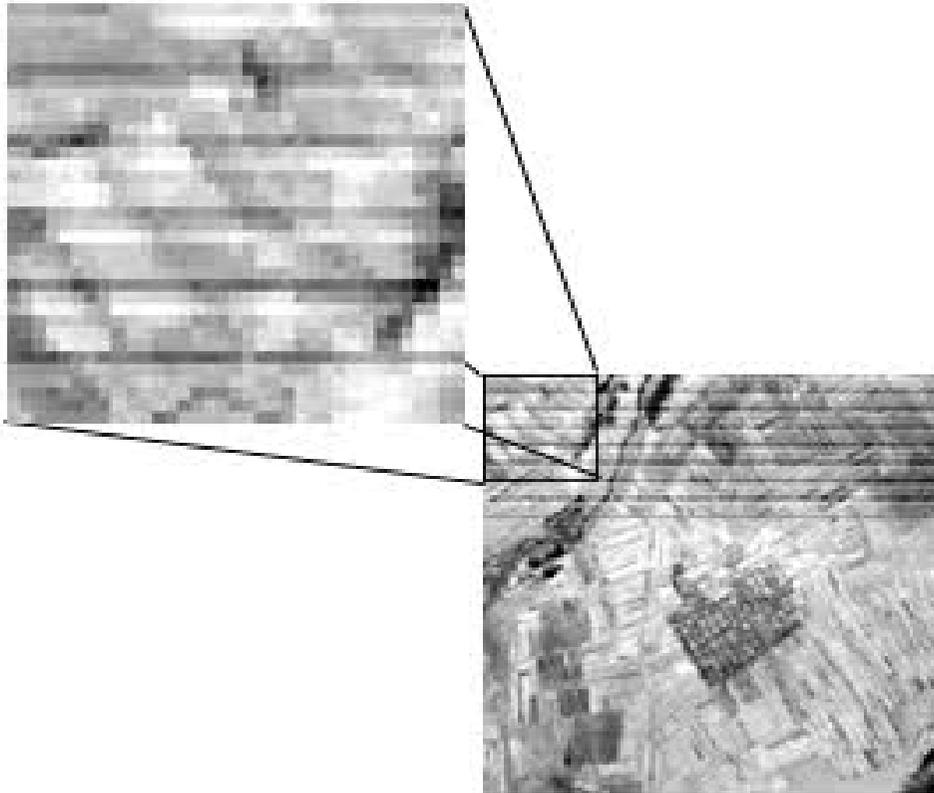
Conceito de Processamento Digital

Pré-Processamento



Pré-Processamento: Esticamento de Contraste

“Striping”

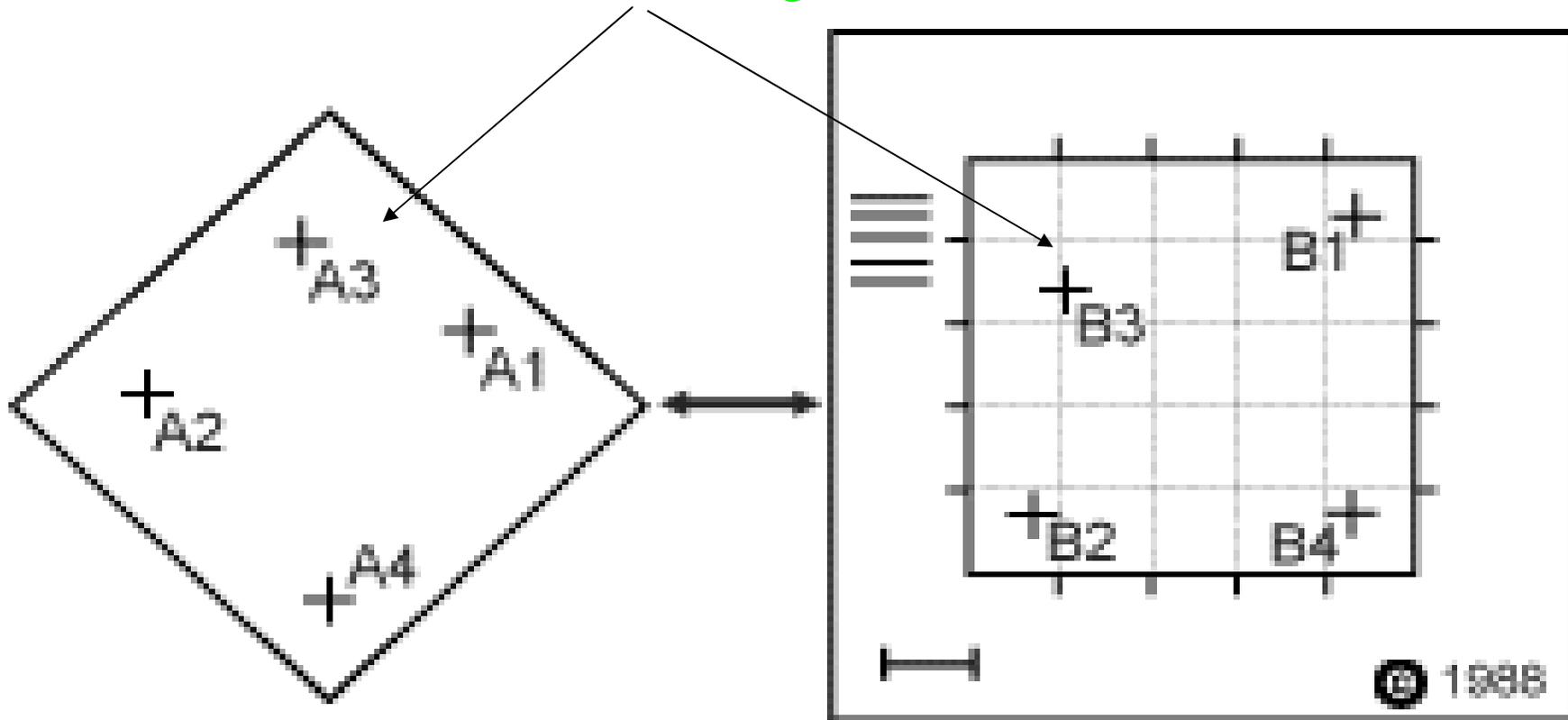


Ruído - Perda de linhas



Registro de Imagens

Pontos Homólogos



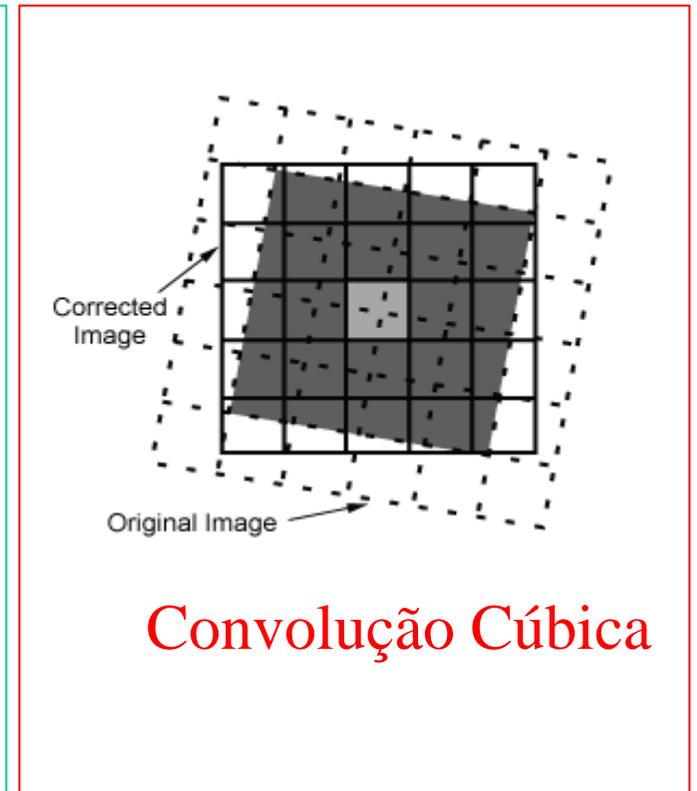
A

Imagem

B

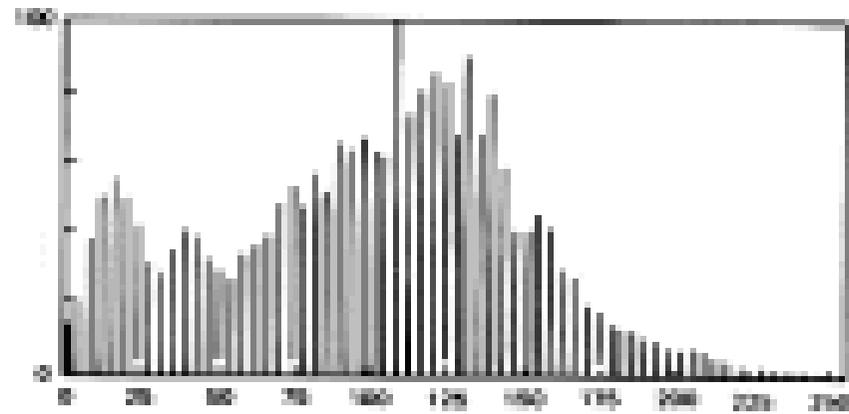
Mapa de Referência

Reamostragem

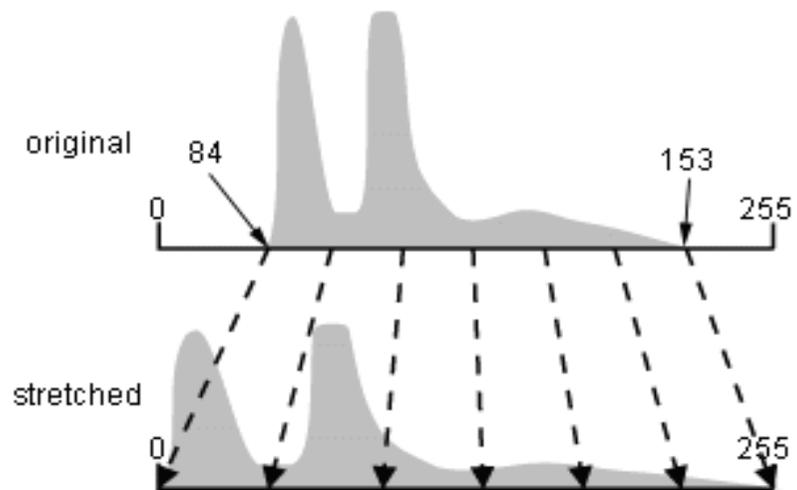


Ligado ao processo de Registro / Integração de Dados

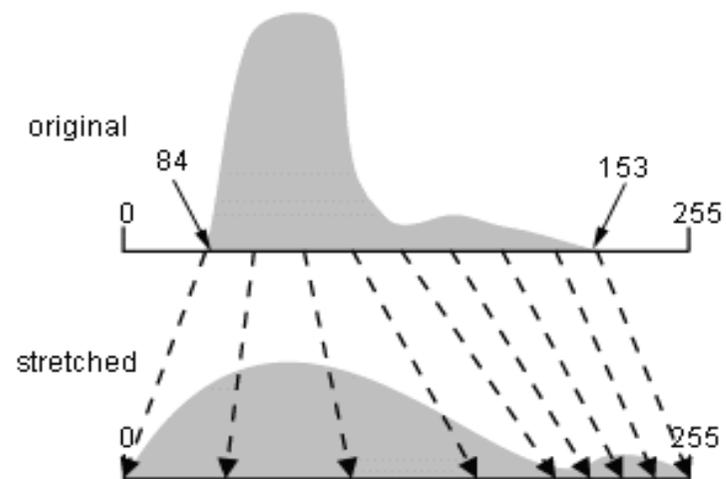
Histograma



Esticamento de Contraste

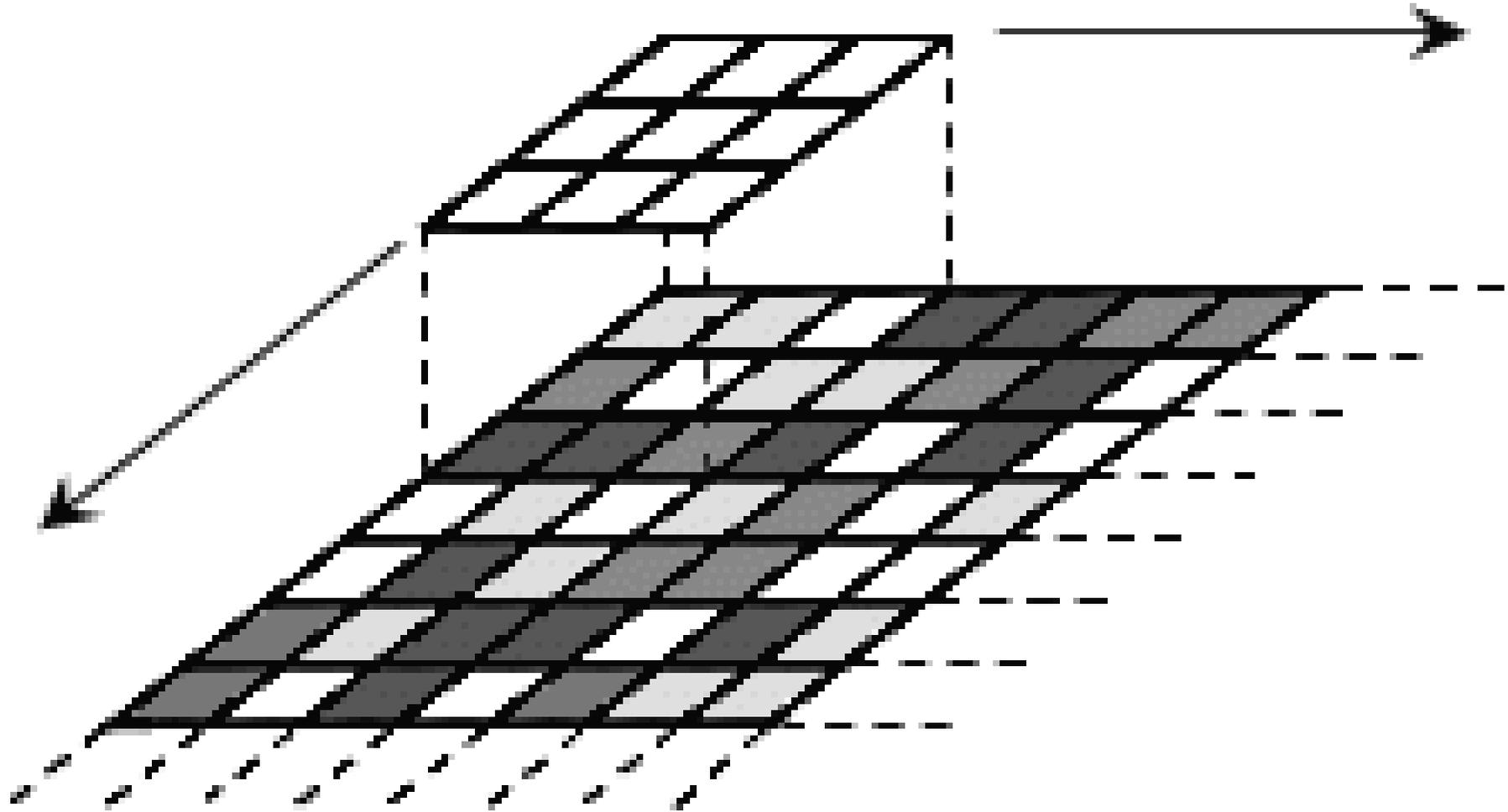


Contraste Linear



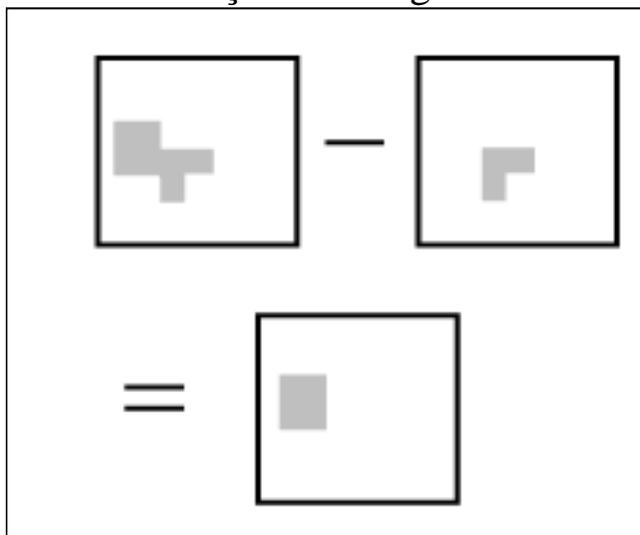
Equalização de Histogramas

Filtragem

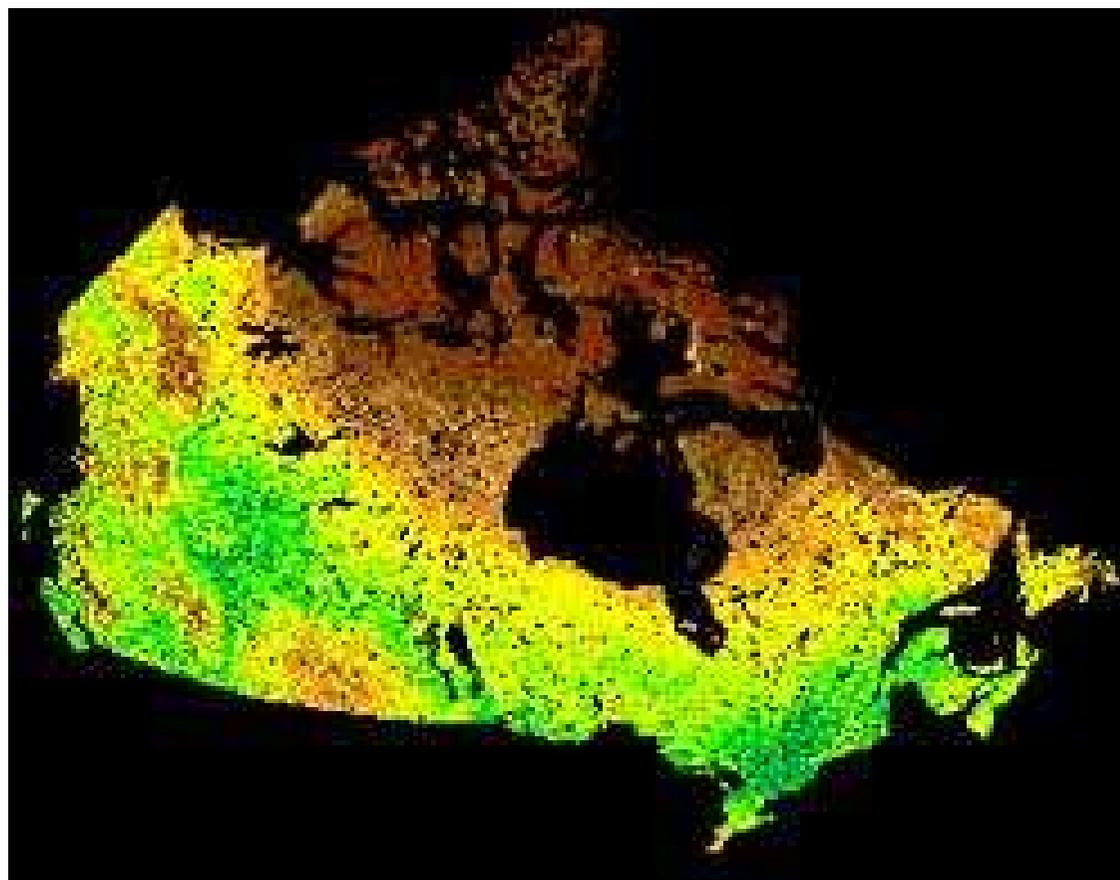


Transformações de Imagens

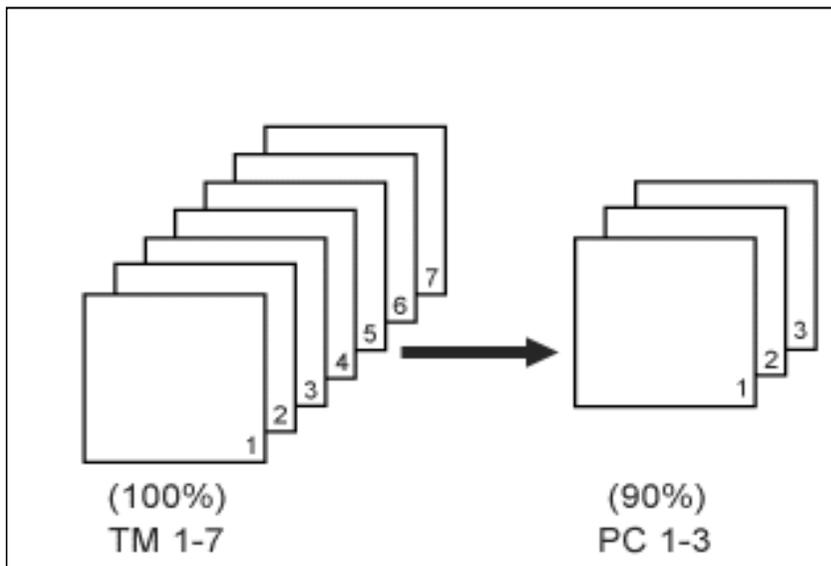
Subtração de Imagens



Índice de Vegetação --> NDVI



Principais Componentes



Outro exemplo: Modelo de Mistura
Gera imagens **sombra, vegetação, solo**

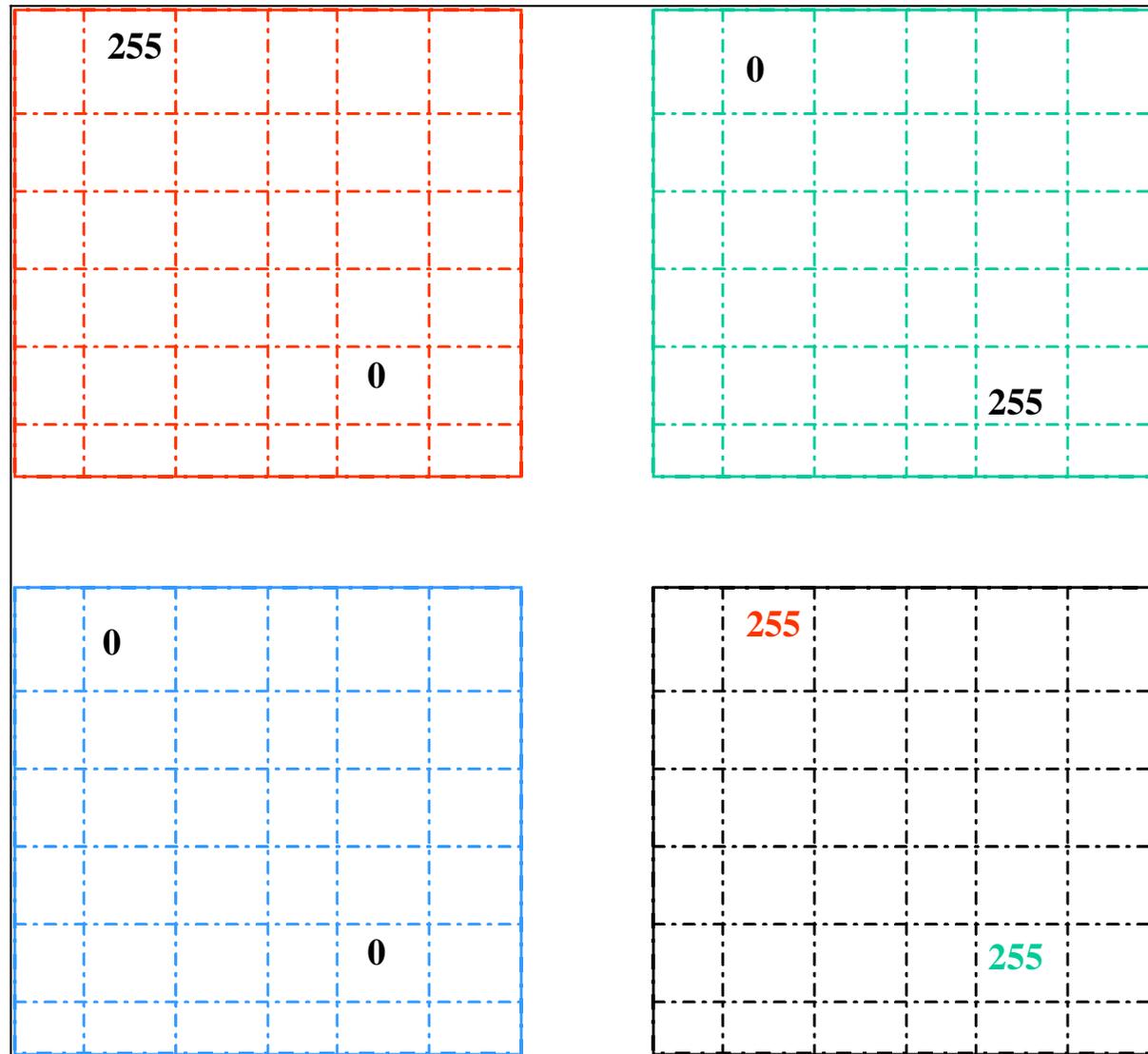
MELHORAMENTO DE IMAGENS

ÍNDICES

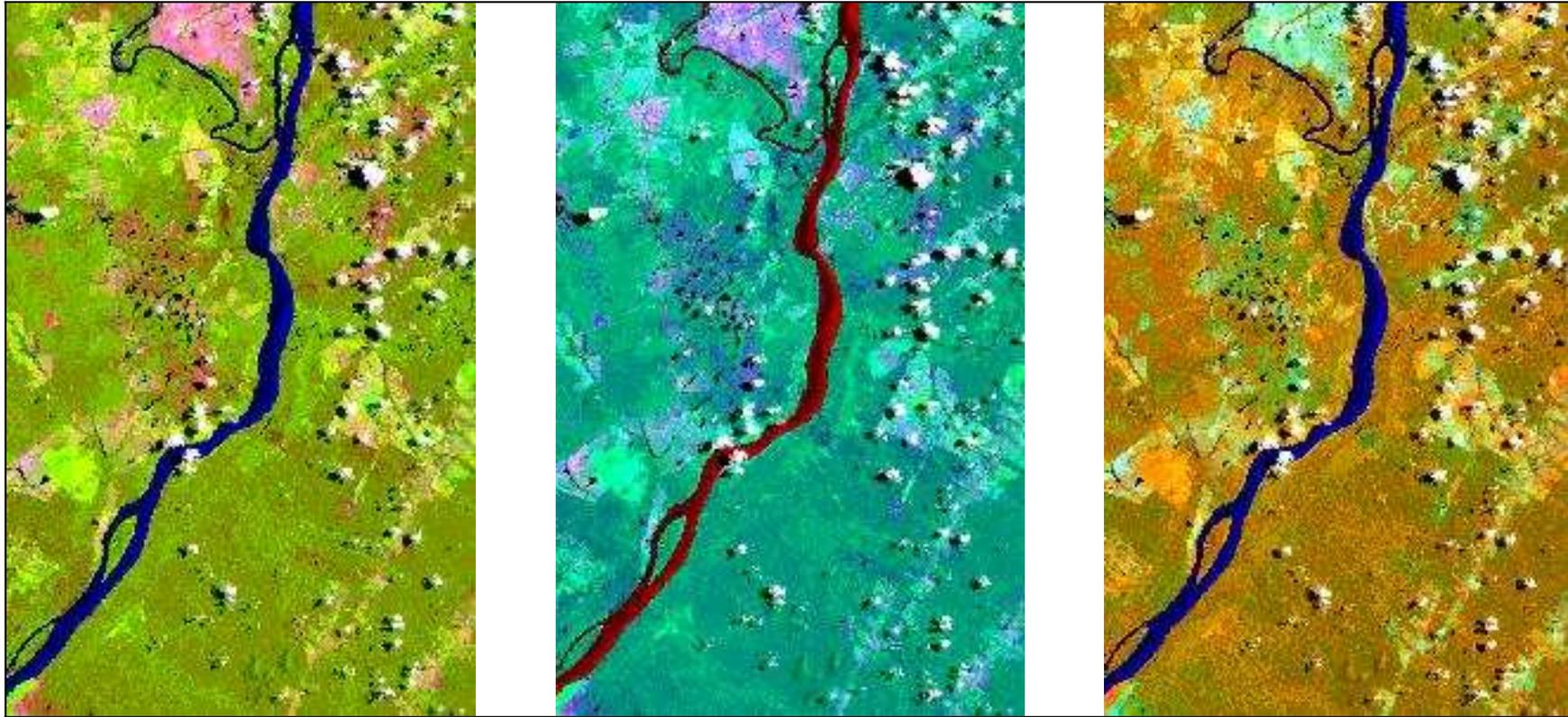
$$\text{IVDN} = \frac{\text{Verm} - \text{IVP}}{\text{Verm} + \text{IVP}}$$

$$\text{MSAVI} = \frac{\{(2 \times (\text{IVP}+1)) - [\{(2 \times \text{IVP})+1\}^2 - 8 (\text{IVP}-\text{Verm})\} \times \frac{1}{2}] .}{2}$$

Ilustração do processo de formação de uma imagem colorida



Composições coloridas do mesmo conjunto de bandas espectrais associadas a diferentes combinações de cores.



3 (A) 4 (Verd) 5 (Verm)

3(Vm) 4 (Vd) 5 (Az)

3 (A) 5 (Verd) 4 (Verm)

C L A S S I F I C A Ç Ã O

Tipos de classificação:

- **Supervisionada: as classes são criadas a partir de amostras que o operador coleta para cada classe;**
- **Não-supervisionada: o computador cria automaticamente um número máximo de classes, o qual pode ser definido pelo operador.**

C L A S S I F I C A Ç Ã O

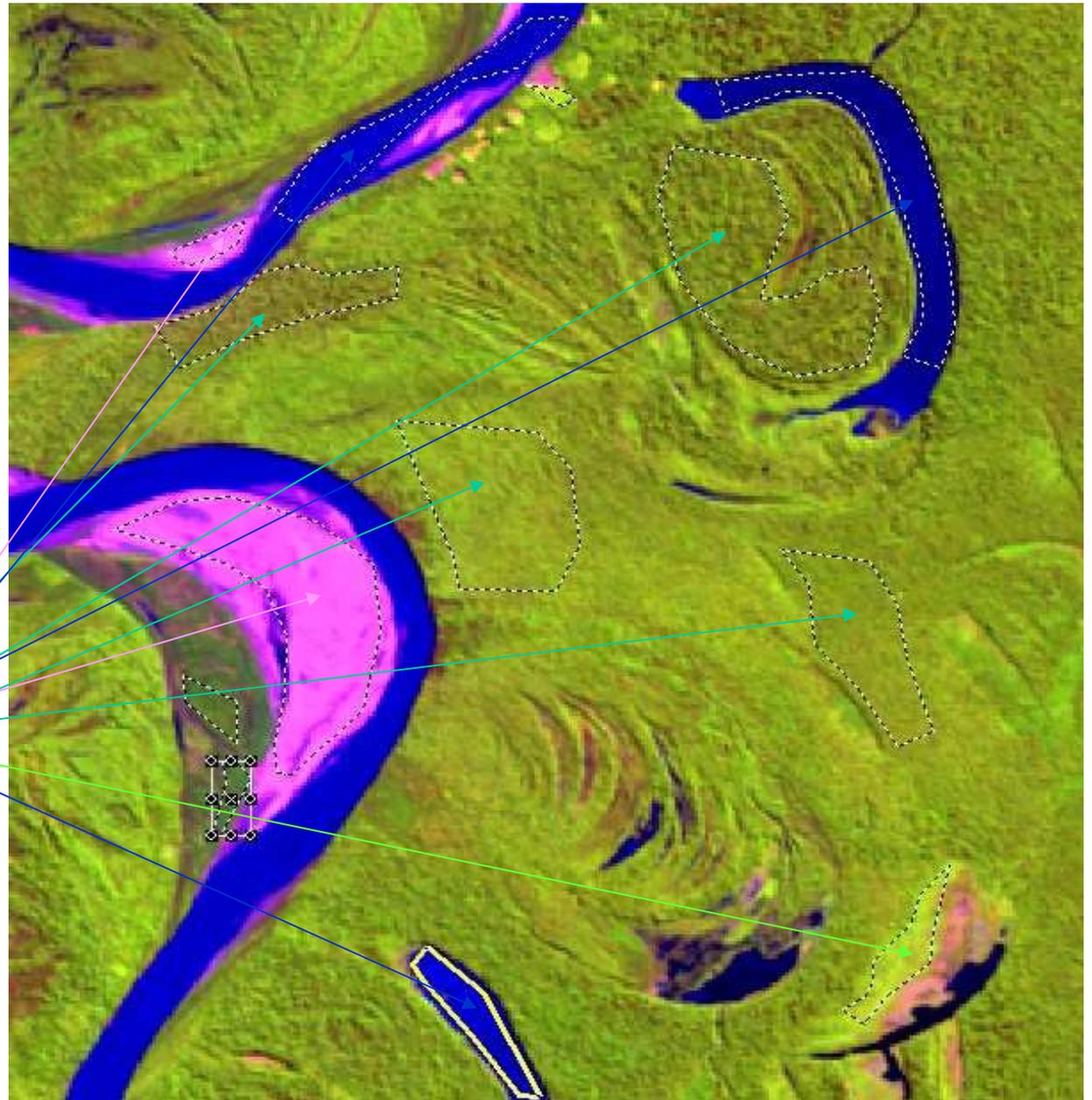
Imagem a ser classificada



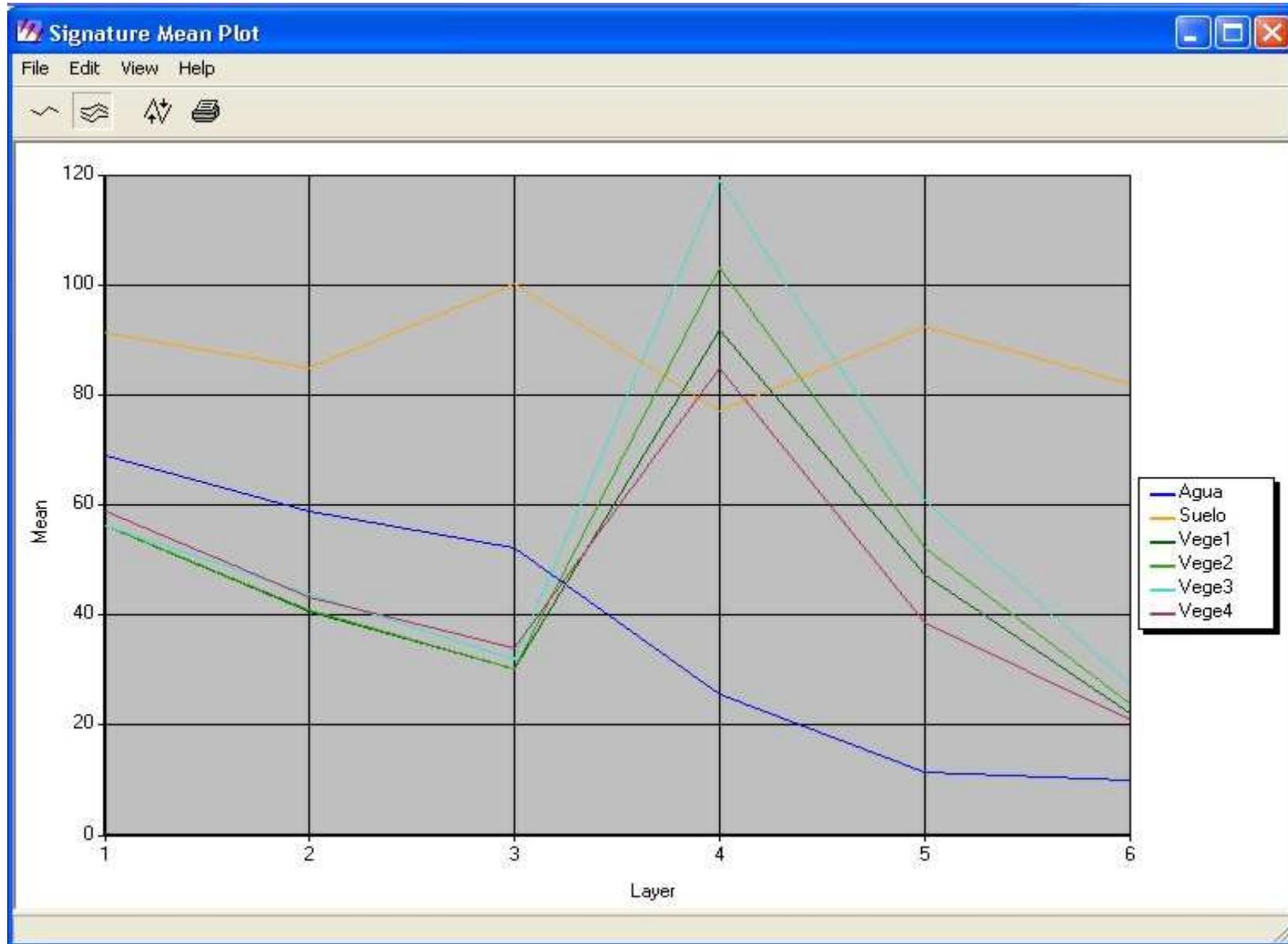
C L A S S I F I C A Ç Ã O

Imagem a ser classificada

Amostragem



C L A S S I F I C A Ç Ã O



CLASSIFICAÇÃO

Editor: , Dir: _ □ ×

File Edit View Find Help

Signature Separability Listing

File: c:/temp/sub_clas_m.sig

Distance measure: Transformed Divergence

Using bands: 1 2 3 4 5 6

Taken 6 at a time

Class

1 Agua
2 Suelo
3 Vege1
4 Vege2
5 Vege3
6 Vege4

Best Minimum Separability

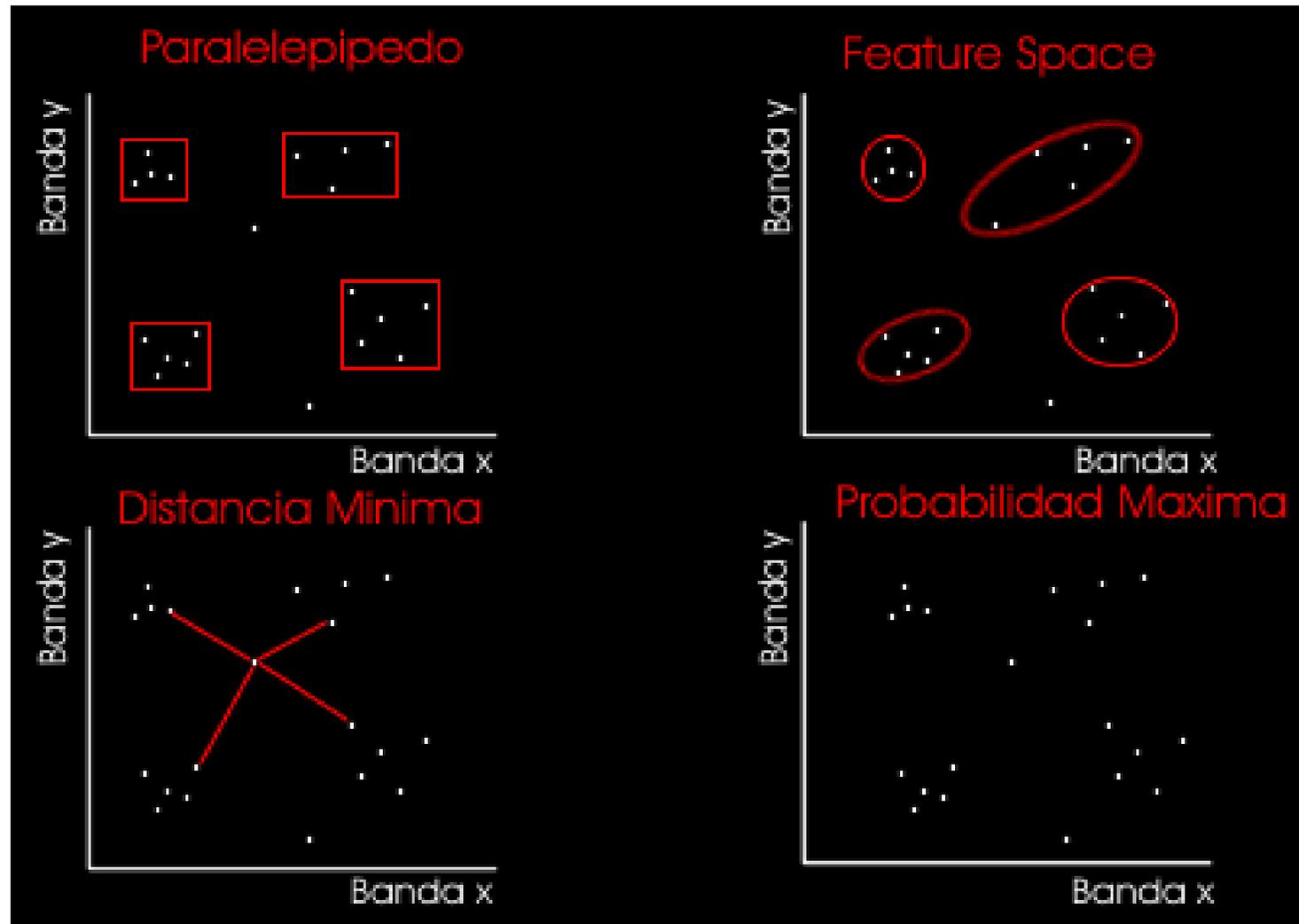
Bands		AVE	MIN	Class Pairs:						
				1: 2	1: 3	1: 4	1: 5	1: 6	2: 3	2: 4
1	2	1891	1121	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
5	6			2000	2000	1121	1832	1859	1554	1999

Best Average Separability

Bands		AVE	MIN	Class Pairs:						
				1: 2	1: 3	1: 4	1: 5	1: 6	2: 3	2: 4
1	2	1891	1121	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
5	6			2000	2000	1121	1832	1859	1554	1999

C L A S S I F I C A Ç Ã O

Métodos de Classificação



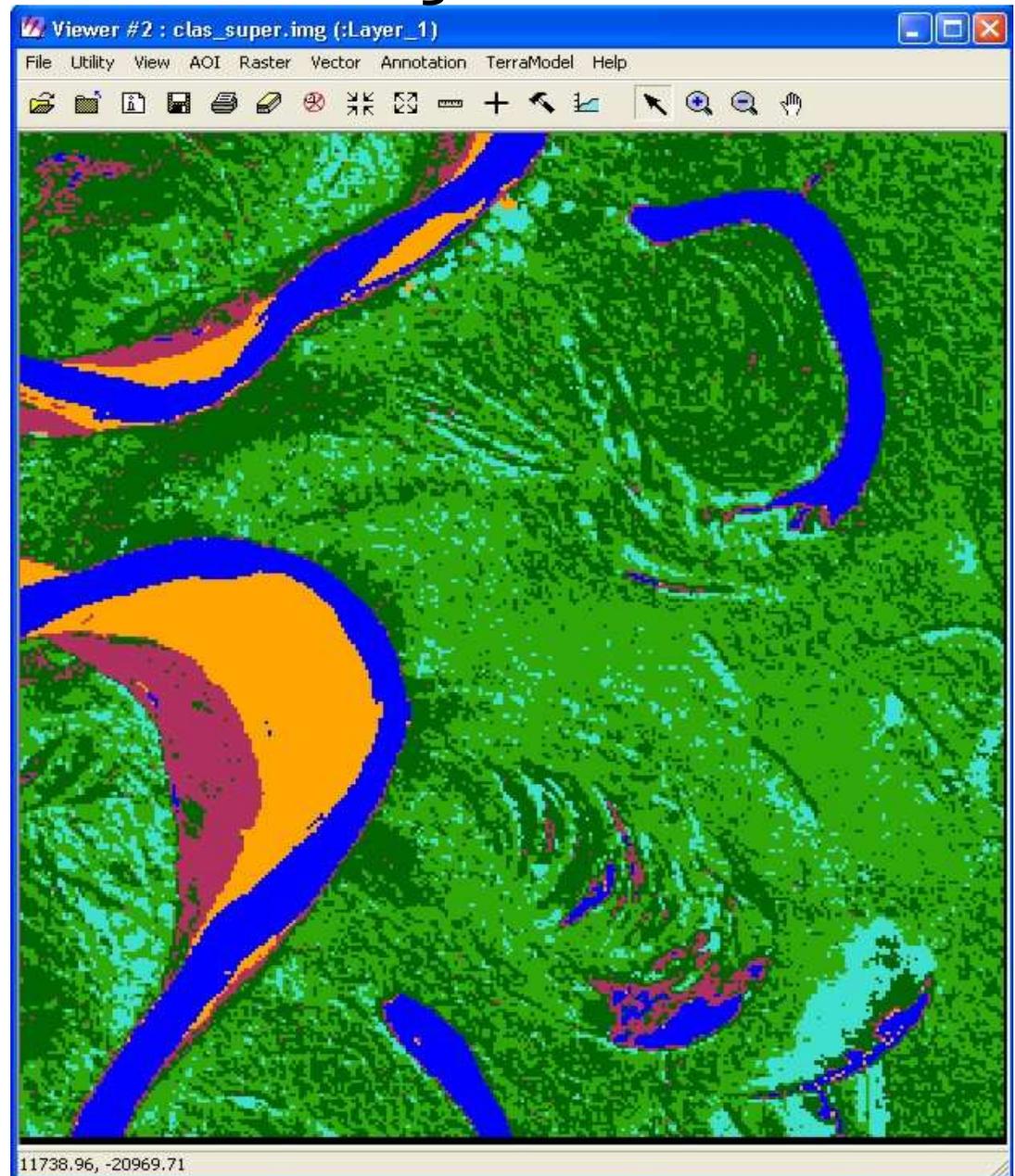
CLASSIFICAÇÃO

Raster Attribute Editor - clas_super.img(:Layer_1)

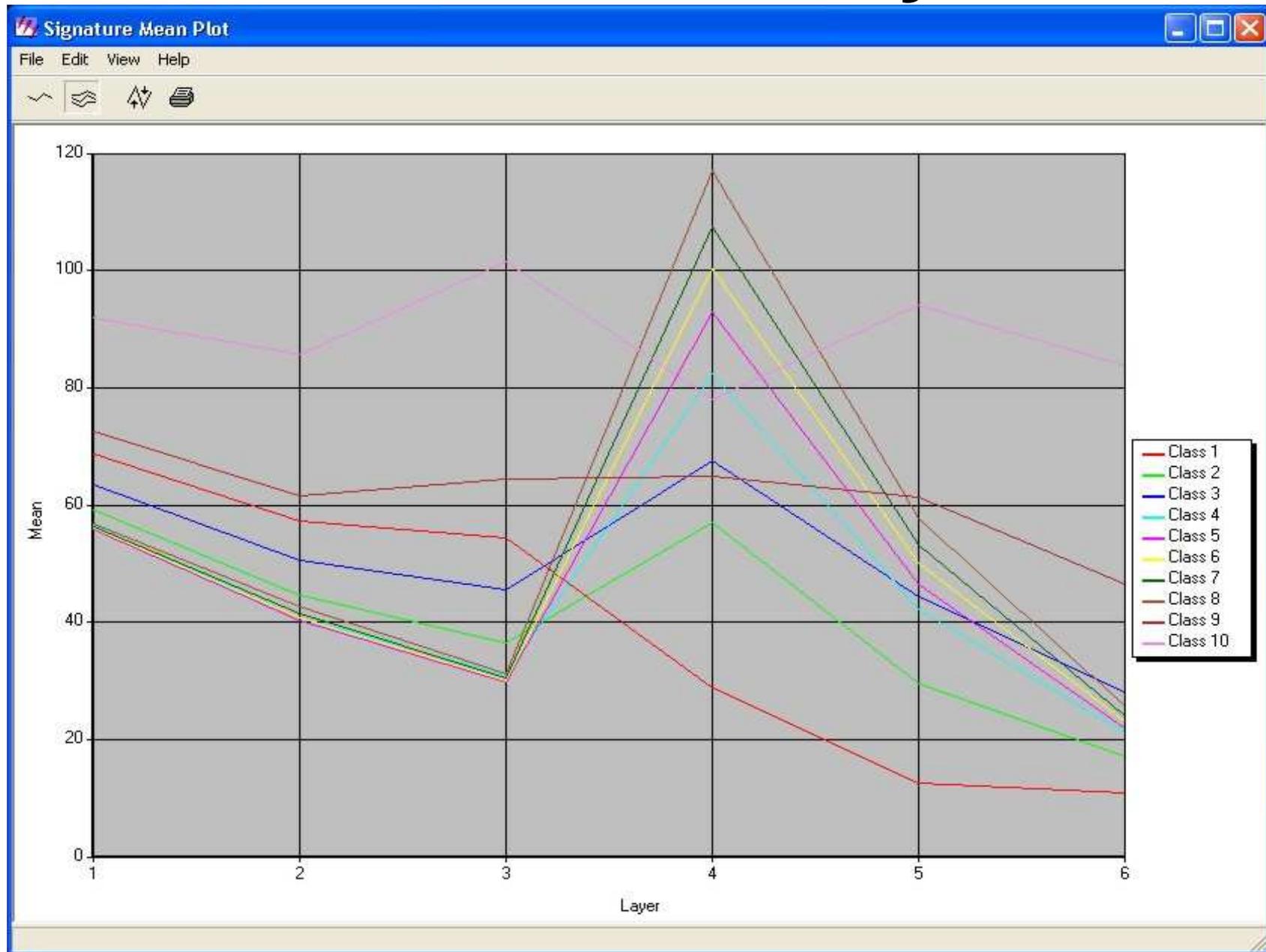
File Edit Help

Layer Number: 1

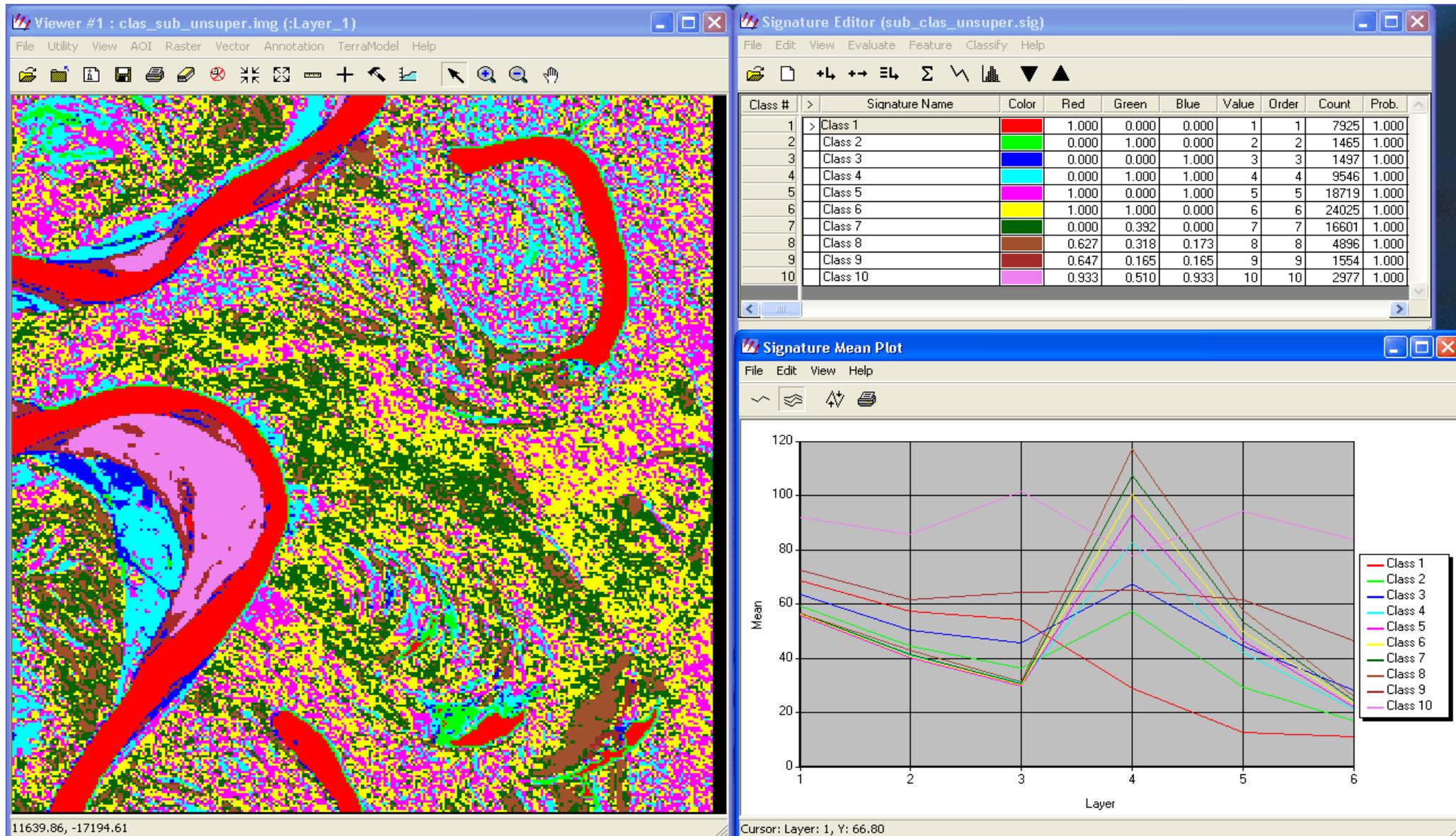
Row	Class Names	Histogram	Color	Red	Green
13		0		0	
14	Água	8313		0	
15	Suelo	4810		1	0.64
16	Vege1	29728		0	0.39
17	Vege2	35777		0.188235	0.65
18	Vege3	6130		0.25098	0.87
19	Vege4	4447		0.690196	0.18



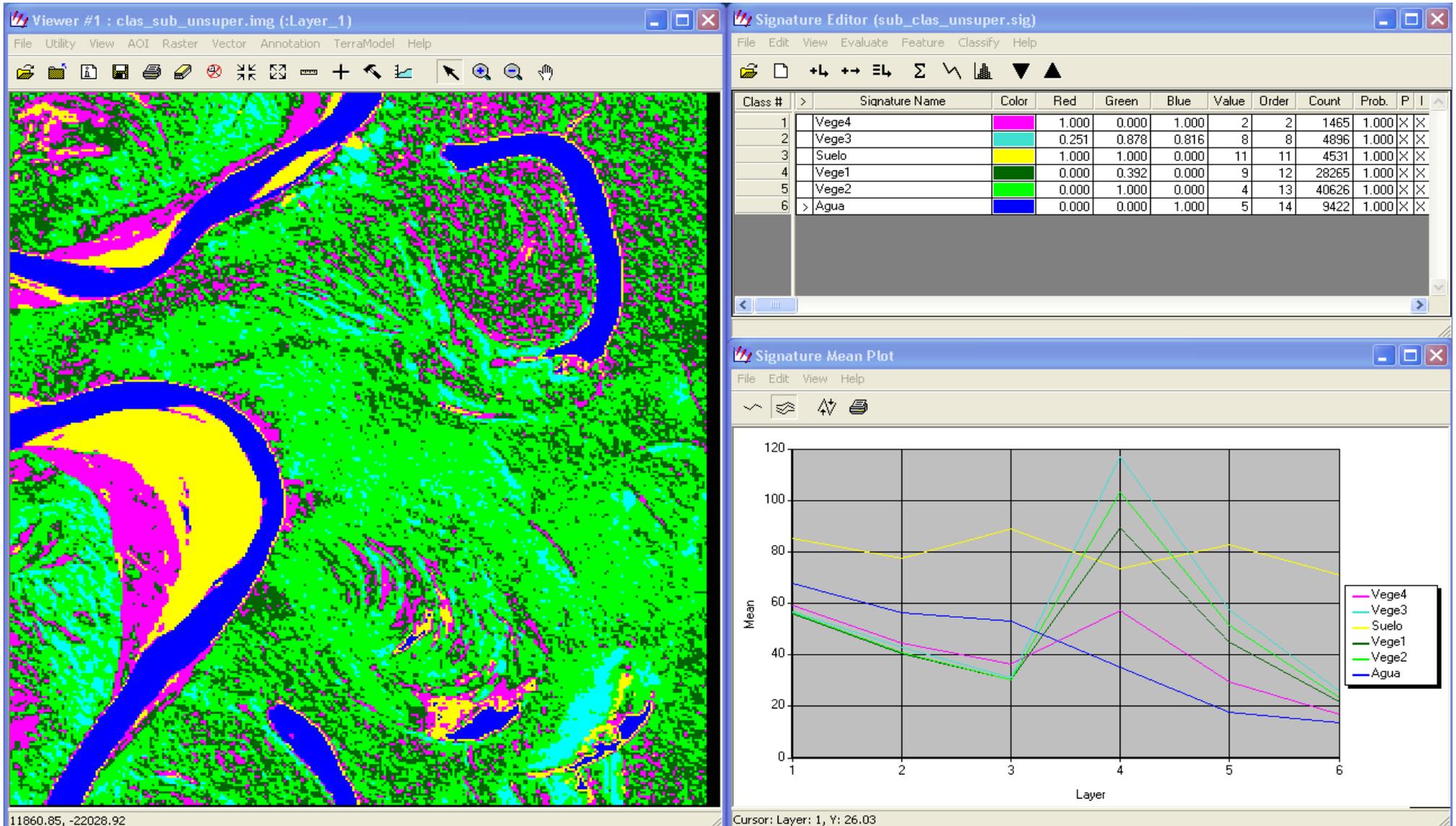
C L A S S I F I C A Ç Ã O



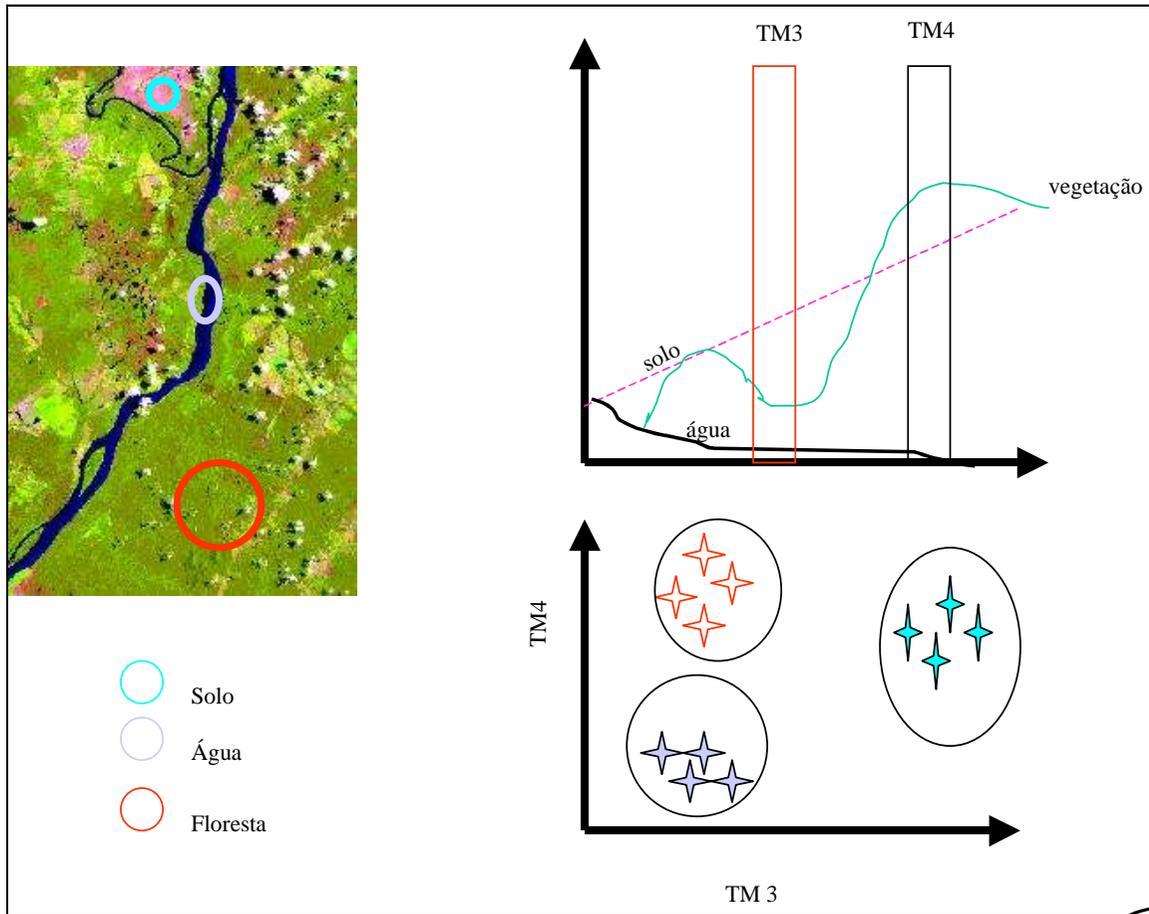
CLASSIFICAÇÃO



CLASSIFICAÇÃO



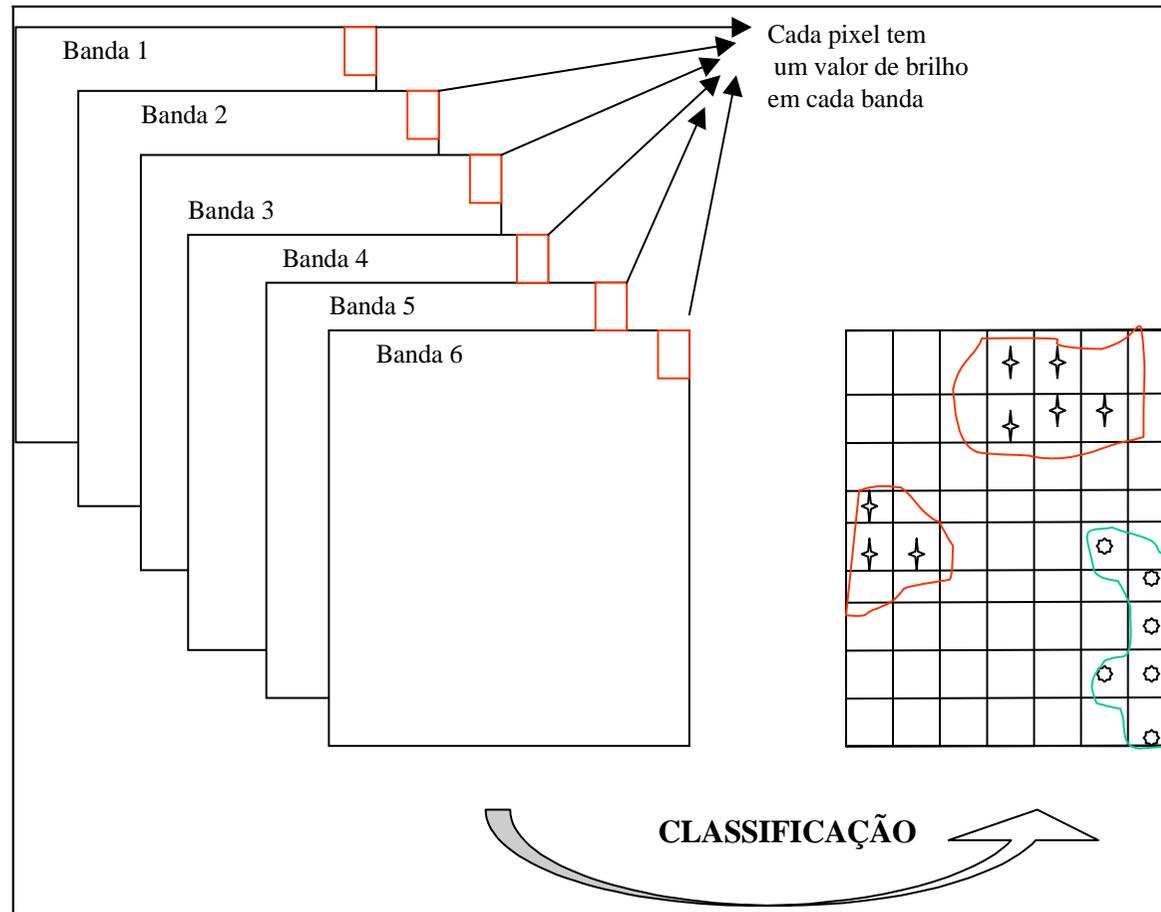
Métodos de interpretação de imagens digitais: Análise quantitativa – Classificação.



representação bidimensional > níveis de brilho de uma imagem e sua relação com o comportamento espectral dos tipos de cobertura do solo.

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ X_n \end{pmatrix}$$

Classificação de Imagens

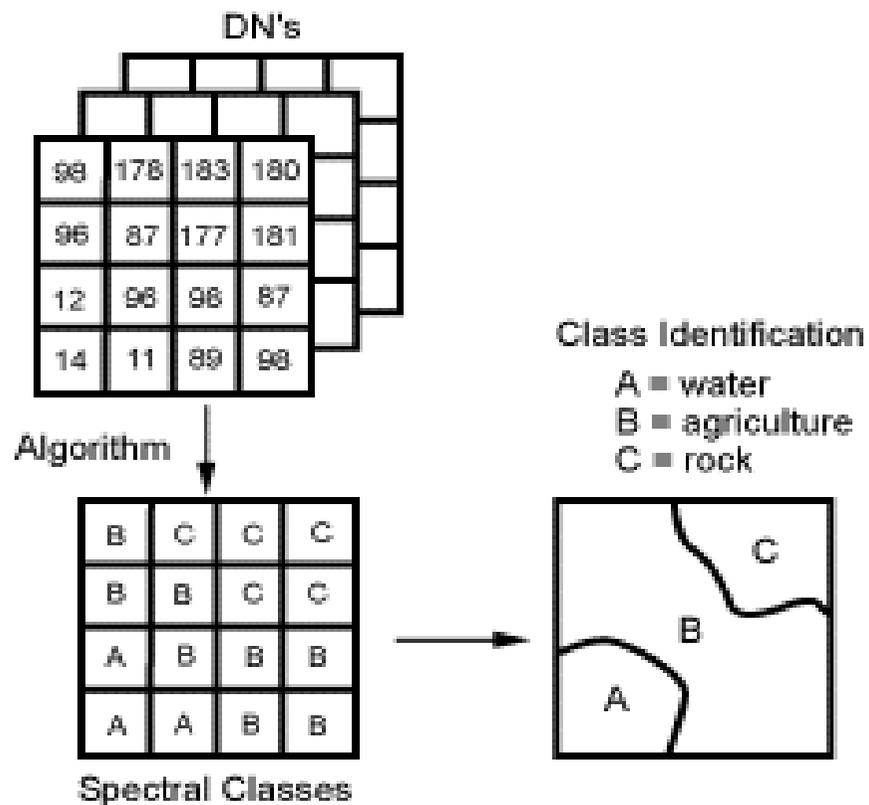


O processo de classificação consiste em atribuir cada pixel da imagem a uma dada “classe espectral” em função do “vetor de pixels” representativos de cada material da superfície

Tipos de Classificação

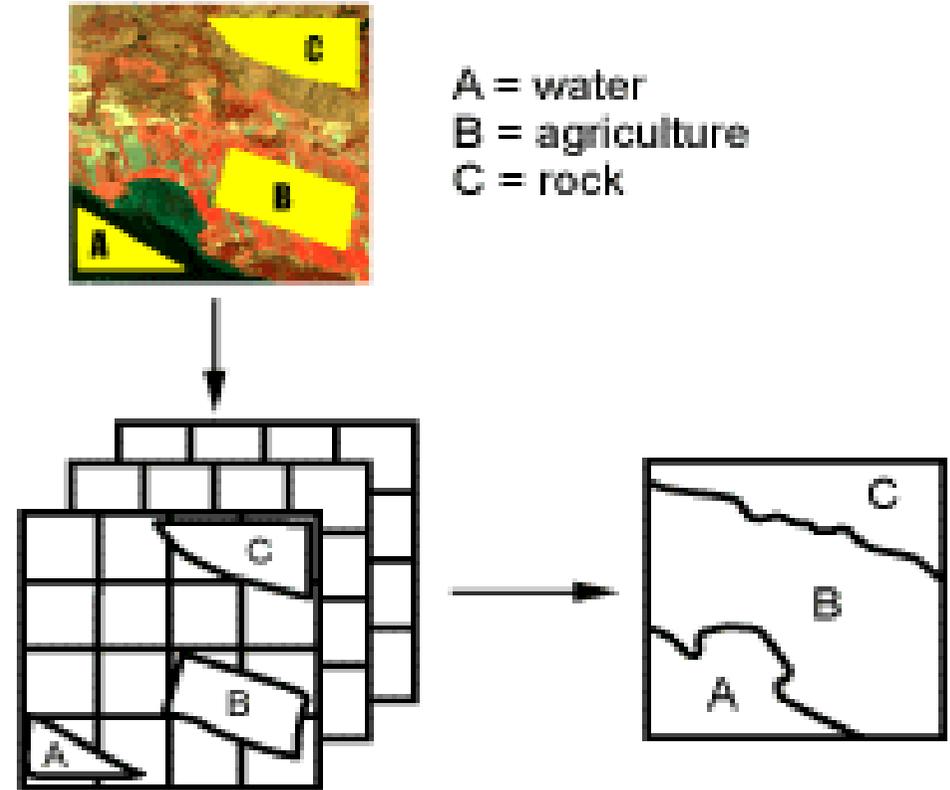
Classificação não supervisionada

- os pixels de uma imagem são alocados em classes “espectrais” sem que o usuário saiba de antemão sua classe “informativa”.
- a classe informativa à qual pertence cada pixel é portanto determinada *a posteriori*.
- a classificação *não supervisionada* é um passo importante a ser executado antes da classificação *supervisionada*
- permite ao analista conhecer o número de classes espectrais existentes na cena.



Classificação Supervisionada

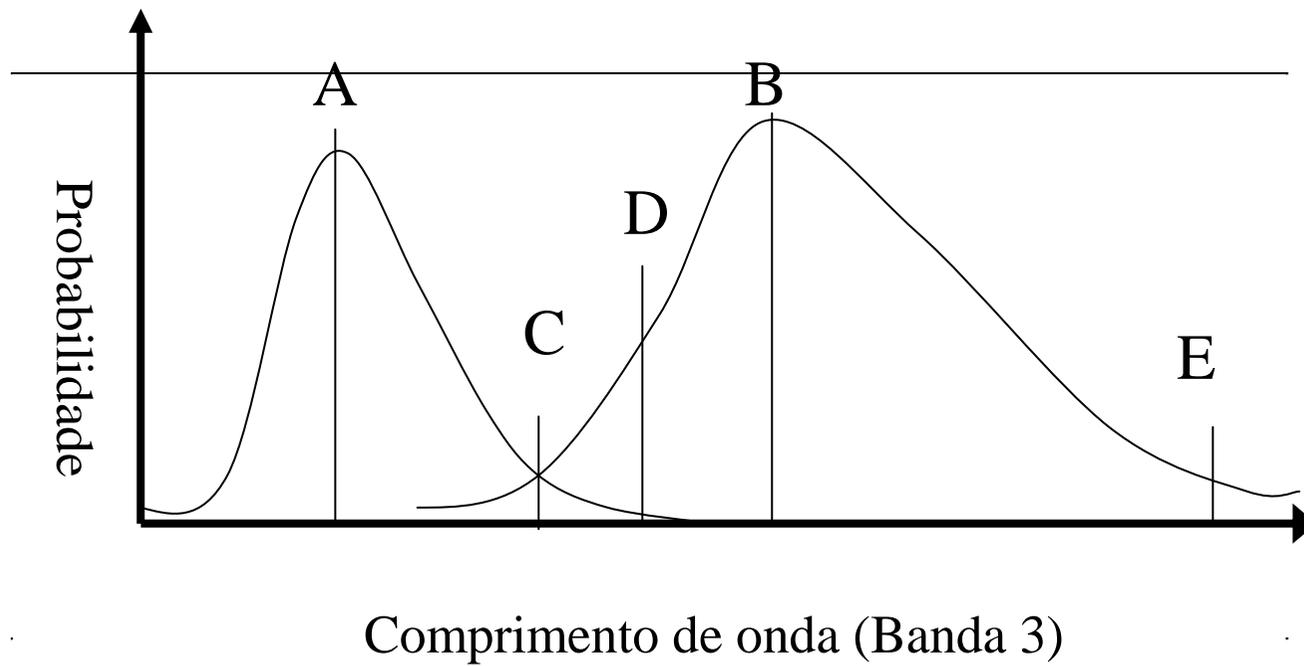
- baseada no conhecimento prévio sobre a localização espacial de algumas amostras das classes de interesse
- a classificação supervisionada pode ser determinística ou probabilística
- classificação determinística: baseia-se na descrição da classe fornecida pelo usuário
- classificação probabilística: cada classe espectral é descrita por uma distribuição de probabilidade no espaço multiespectral.



Passos do processo de classificação

- 1) escolha do melhor conjunto de bandas espectrais para a classificação;
- 2) localização precisa de áreas de “treinamento”;
- 3) determinação da relação entre o alvo e o nível digital das bandas escolhidas (Função de distribuição de probabilidade);
- 4) classificação de cada pixel para toda a cena;
- 5) avaliação da exatidão da classificação (exatidão vs. Precisão).

Classificação Probabilística



Passos do processo de classificação

- 1) escolha do melhor conjunto de bandas espectrais para o objeto de classificação de interesse;
- 2) localização precisa de áreas de “treinamento”;
- 3) determinação do relacionamento entre o tipo de objeto e o nível digital das bandas escolhidas;
- 4) extrapolação desse relacionamento para toda a cena;
- 5) avaliação da precisão da classificação realizada.

Seleção de canais

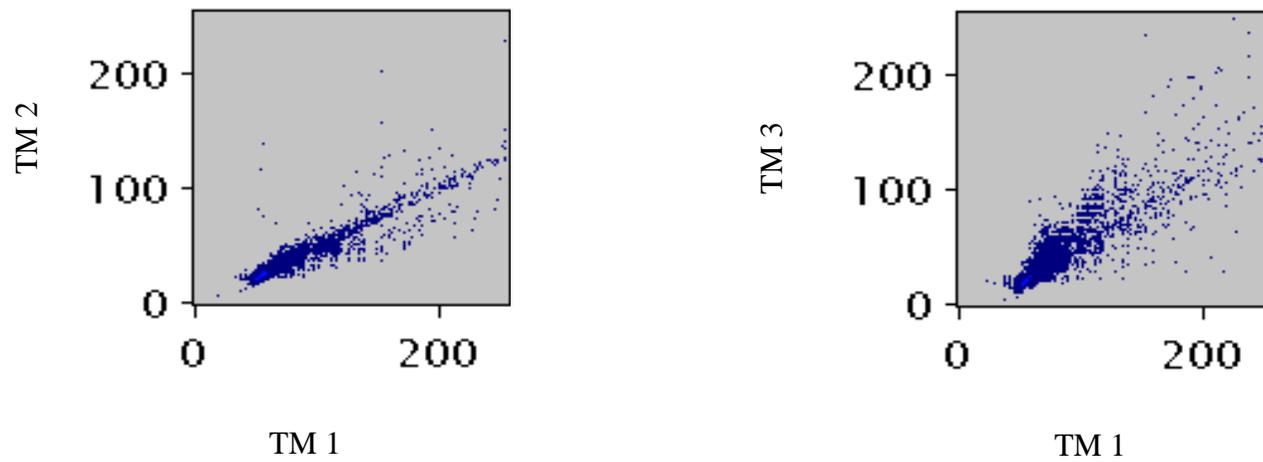
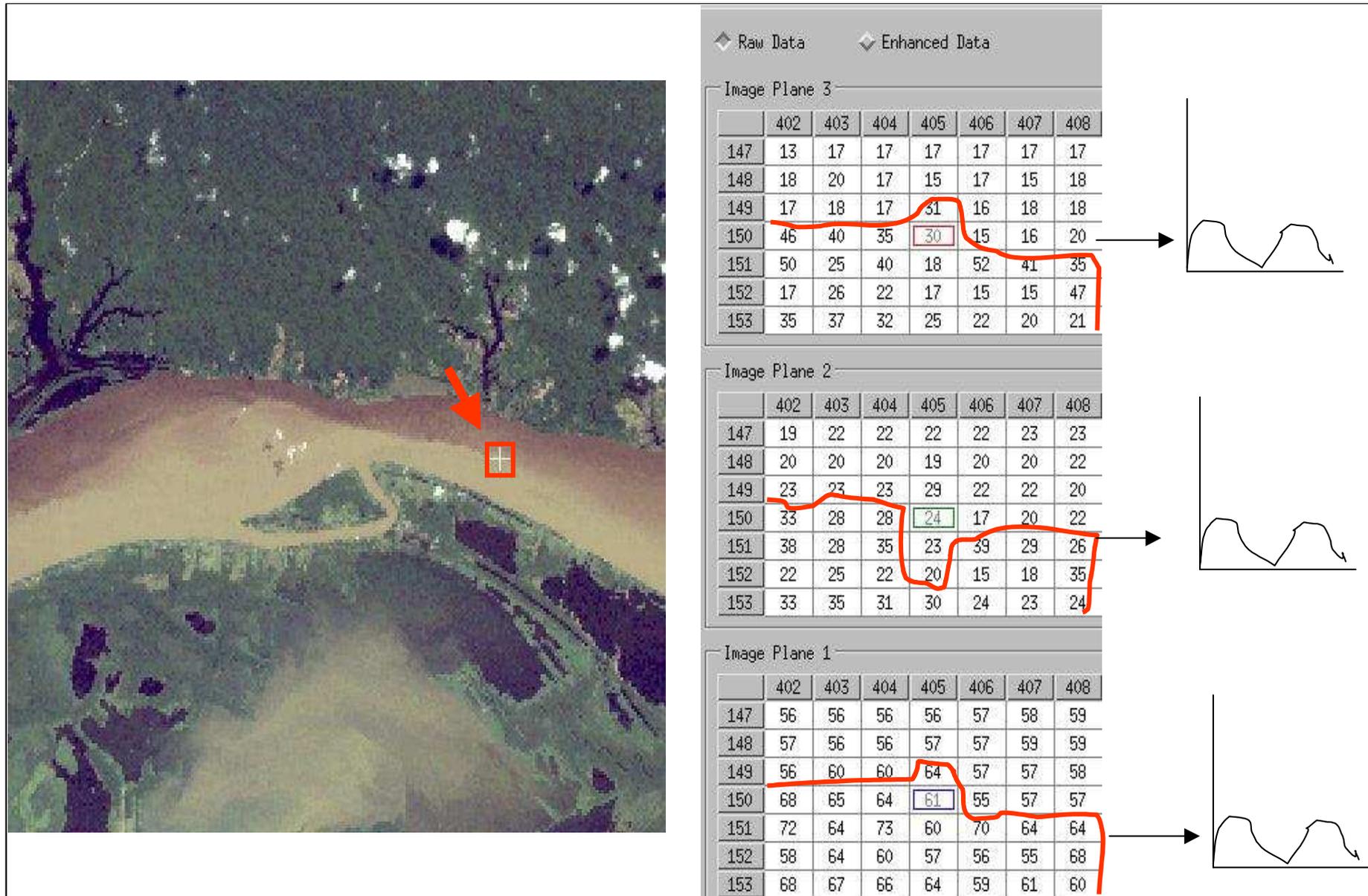


Gráfico de dispersão do nível digital de bandas espectrais.

Seleção de amostras



Seleção de amostras



Exemplo de amostra de treinamento inadequada com pixels representativos de mais de uma “classe espectral”.

Seleção de amostras

- processo de “treinamento” do algoritmo - >cria regras de decisão para a alocação de os pixels em classes espectrais.

- 1) as amostras de uma dada classe devem ser representativas de todos os dados daquela classe;

- 2) as amostras de cada classe devem se ajustar aos pressupostos teóricos da regra de decisão adotada.

A avaliação da exatidão da classificação

- determinação da qualidade da classificação em relação à realidade.
- avaliação da exatidão de classificação depende da disponibilidade de dados de campo.

Métodos:

- razão entre a área total de cada classe obtida na imagem em relação à área total da classe determinada em campo ou em fotografias aéreas sem levar em conta a localização das classes
- matriz de confusão.

Avaliação da Exatidão da Classificação

Exemplo de Matriz de Erro

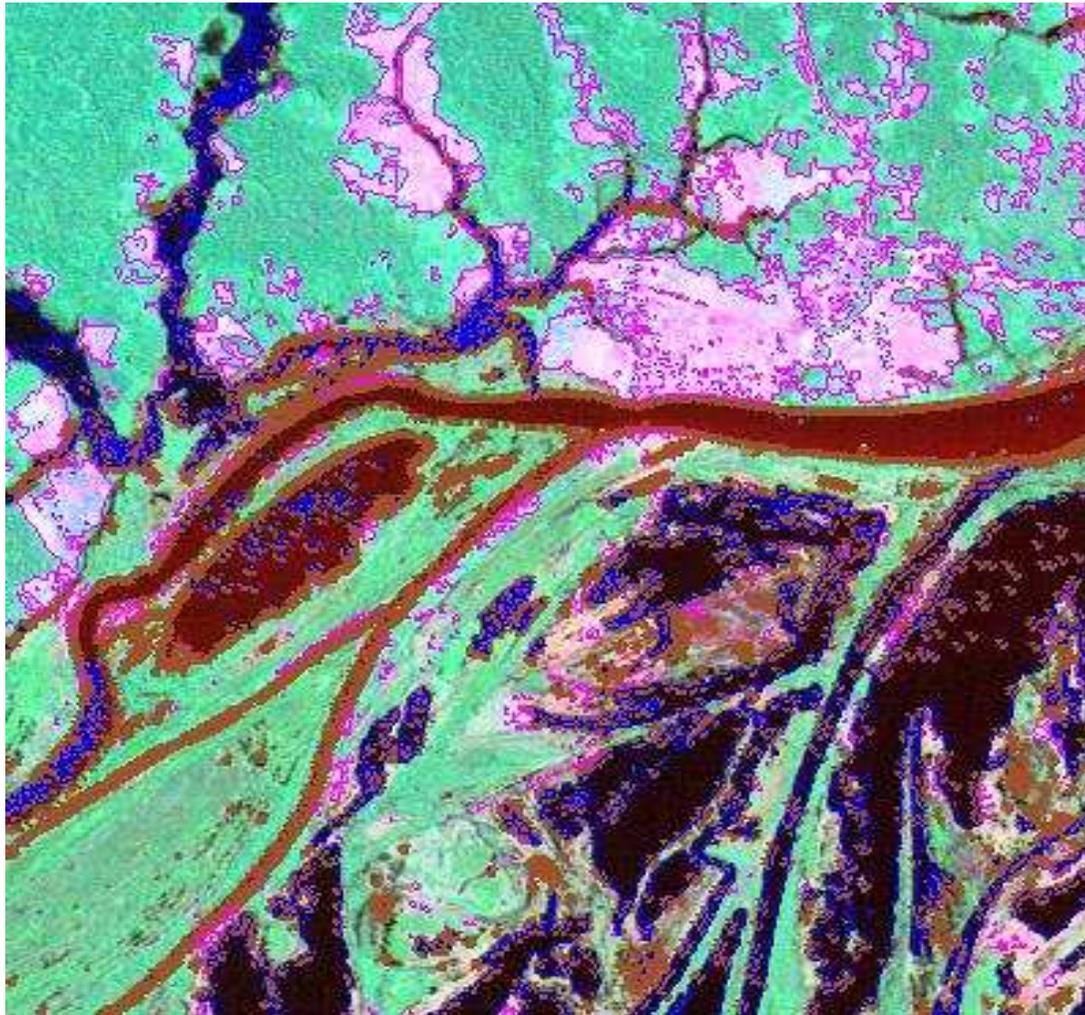
DADOS CLASSIFICADOS	DADOS DE REFERÊNCIA				TOTAL DA LINHA
	CANA	MILHO	FEIJÃO	BATATA	
CANA	65	4	22	24	<i>115</i>
MILHO	6	81	5	8	<i>100</i>
FEIJÃO	0	11	85	19	<i>115</i>
BATATA	4	7	3	90	<i>104</i>
TOTAL DA COLUNA	<i>75</i>	<i>103</i>	<i>115</i>	<i>141</i>	434

(Adaptada de Fidalgo, 1995).

Exercícios

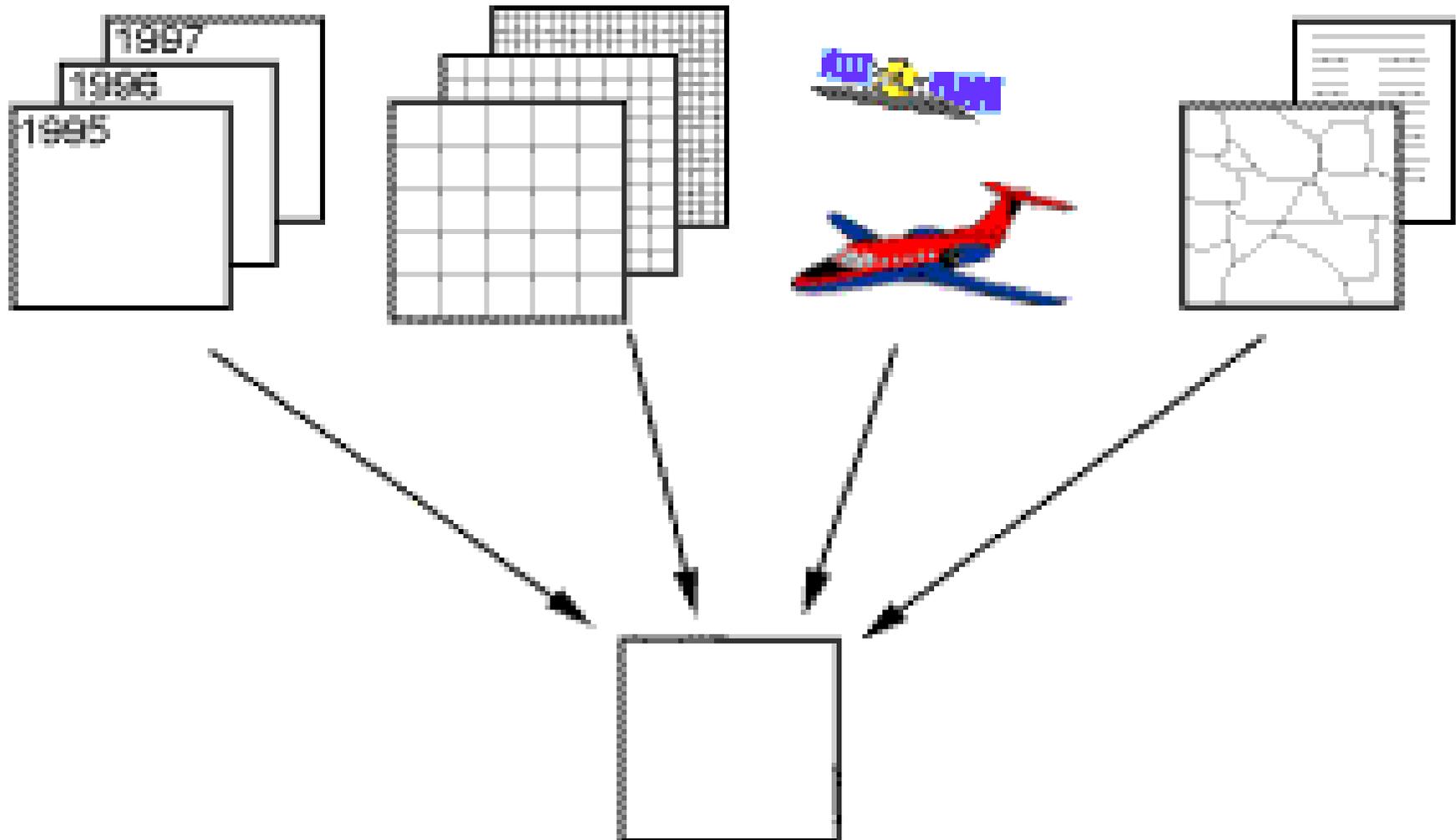
- Explique as diferenças entre a interpretação visual de imagens e a interpretação quantitativa (Interpretação Digital ou Classificação Digital) de imagens.
- Quais os elementos de “foto-interpretação” utilizados no processo de extração de informações a partir de análise visual de imagens.
- Quais as fases da “foto-interpretação”.
- Quais as vantagens e desvantagens das chaves de identificação? Que cuidados devem ser tomados ao utilizar chaves pré-existentes.

Vetor superposto à imagem

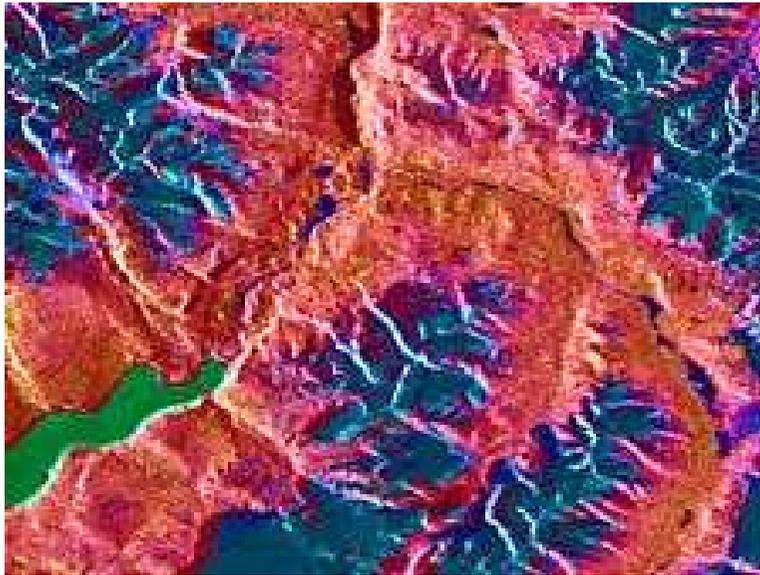


Rosa - Área antropizada
Azul - Água Preta
Marrom- Água Túrvida

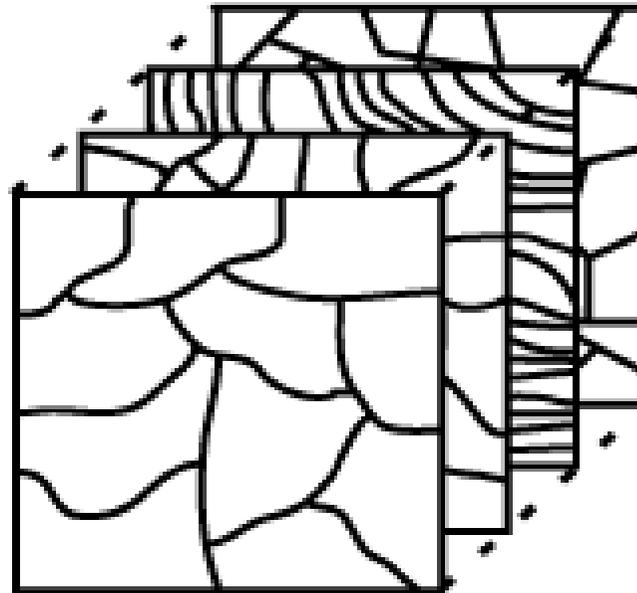
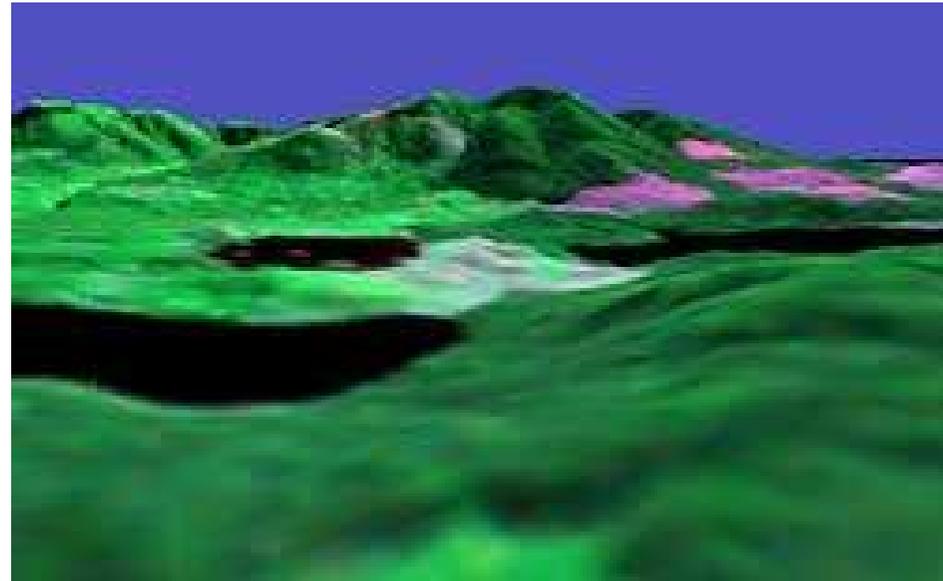
Integração de Dados



Dados Ópticos + Radar



DEM + Imagens de S. Remoto (Visão em 3-D)



Sistemas de Informações
Geográficas --> SIGs

↓
SPRING