

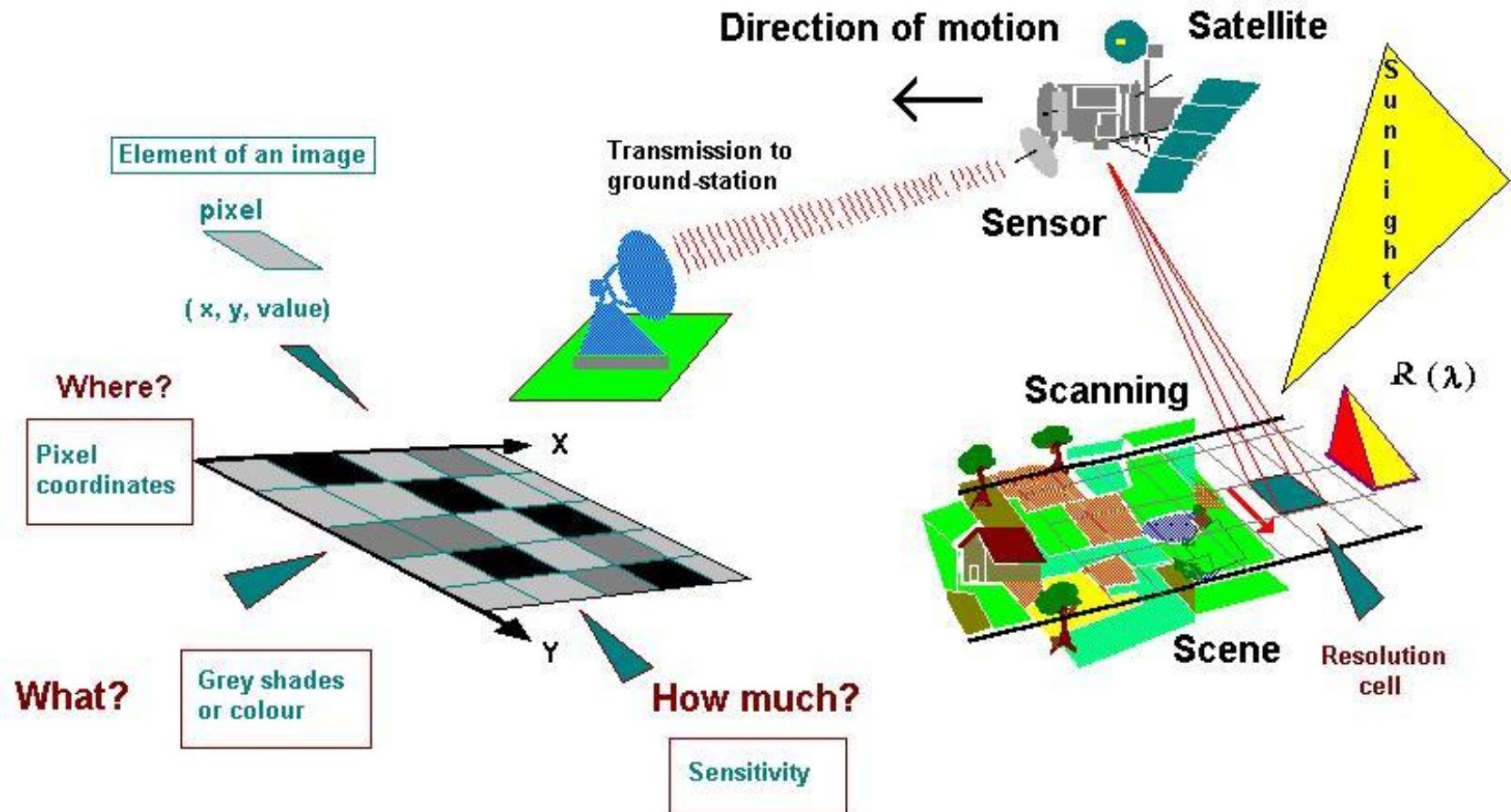
SENSORIAMENTO REMOTO

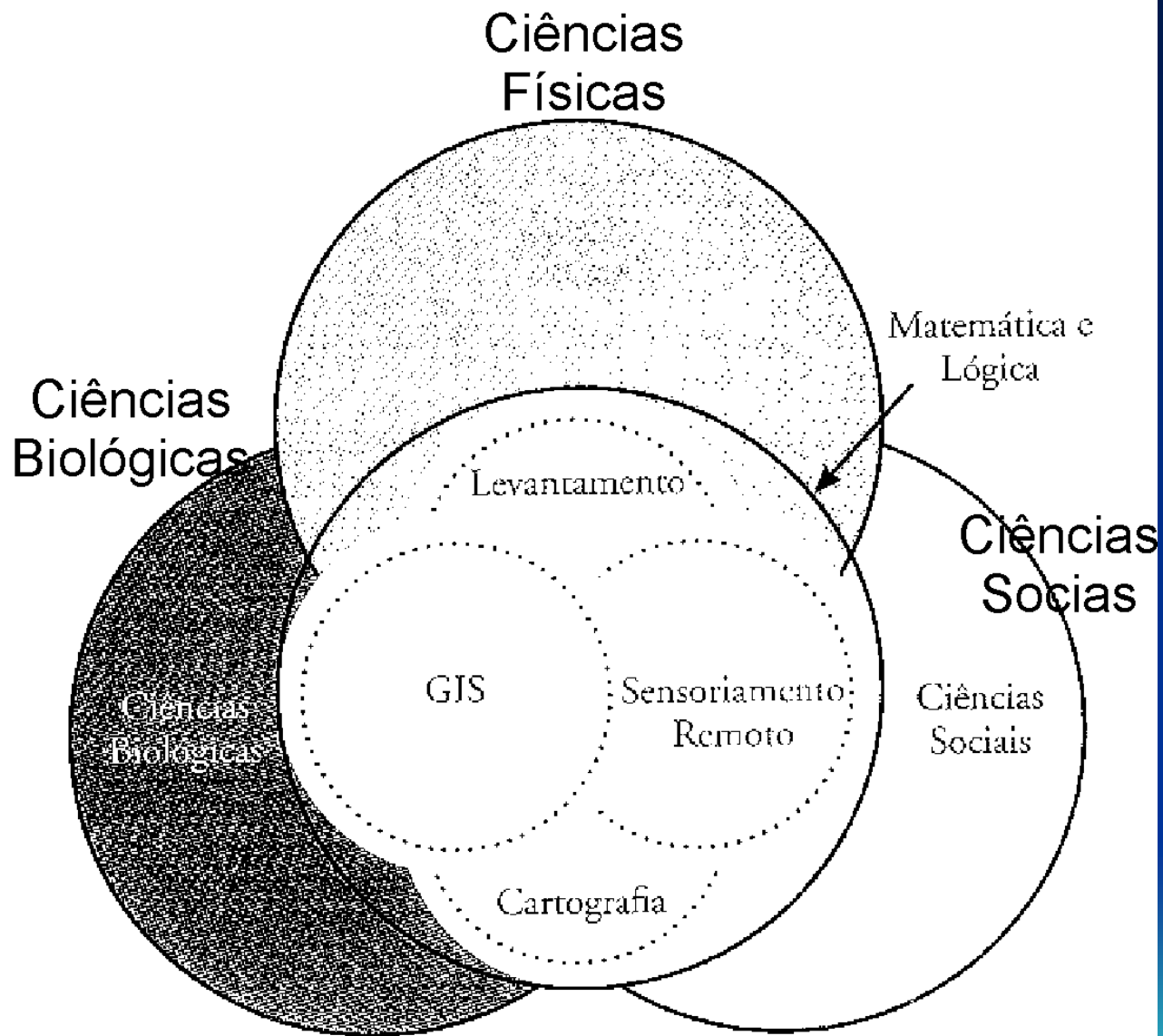
Conjunto de técnicas utilizadas para reconhecer um objeto ou um conjunto de objetos, através de **MEDIDAS EFETUADAS À DISTÂNCIA**, utilizando a energia eletromagnética refletida e/ou emitida pelos materiais e registradas por dispositivos situados à **distância dos mesmos (sensores)**, em função:

- ❑ DA REPARTIÇÃO DOS OBJETOS GEOGRÁFICOS
- ❑ DA ASSINATURA ELETROMAGNÉTICA
- ❑ DA EVOLUÇÃO DO SINAL ELETROMAGNÉTICO NO TEMPO
- ❑ DAS INTER-RELAÇÕES TEMPORAIS E ESPACIAIS DOS OBJETOS

SENSORIAMENTO REMOTO

Acquisition and reproduction of remotely sensed images





OBJETIVO DO SENSORIAMENTO REMOTO

A partir da radiação eletromagnética,
fornecer informações sobre
a paisagem sob a forma de dados-
imagens.

Formas de obtenção de dados

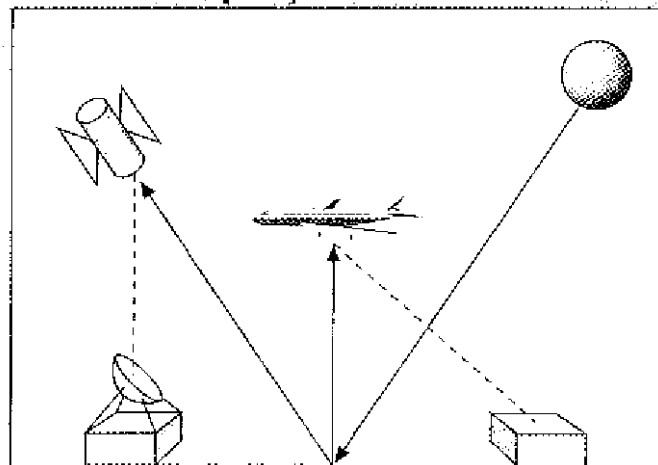
Sensoriamento Remoto Orbital (Satélites)

Sensoriamento Remoto Aéreo (Aviões e VANT's ou Drones)

Levantamentos em campo

Informações derivadas do Sensoriamento Remoto

Aquisição de dados

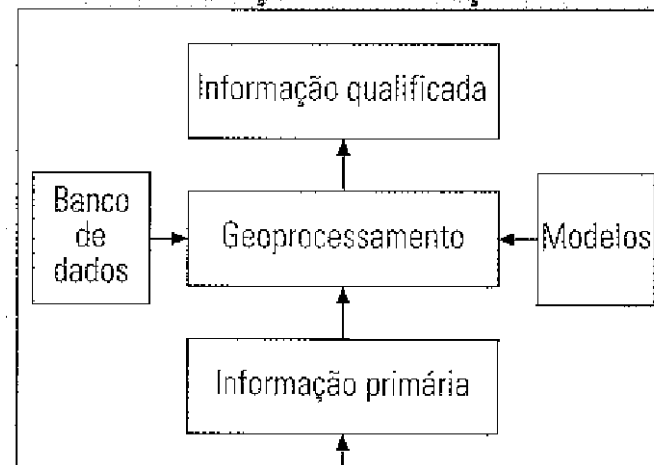


Estação de
recepção

Centro de
dados

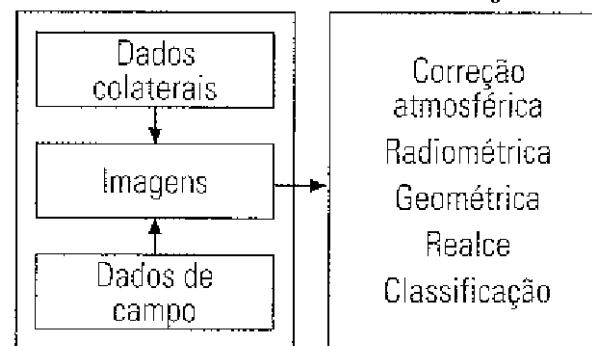
Processamento
Geração de catálogos
Arquivo
Distribuição

Produção de informação



Calibragem

Processamento de imagens



Elementos que devem ser compreendidos para uma correta interpretação dos dados adquiridos:

Radiação eletromagnética;
Fonte de radiação;
Efeitos atmosféricos;
Comportamento espectral dos alvos;
Sistema sensor.

Sensoriamento Remoto: introdução, princípios físicos, espectro eletromagnético

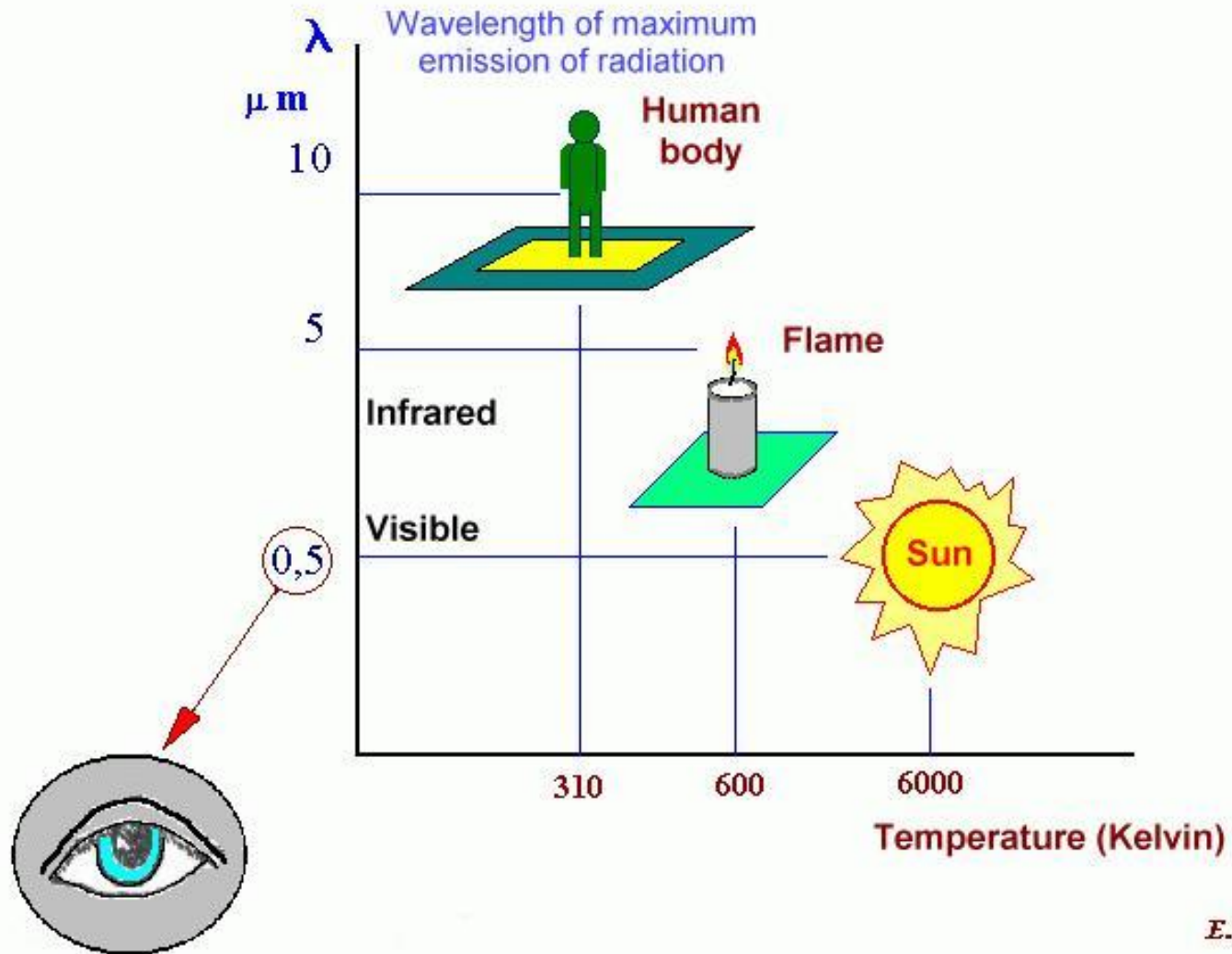
Princípios físicos: fonte da radiação, natureza da radiação eletromagnética (corpuscular (fótons) e ondulatório com os campos eletro e magnético).

Emitância, dispersão da luz, comprimento de onda, conceito de frequência, velocidade da luz ($3 \times 10^8 \text{ m/s}$) em função do comprimento de onda e da frequência ($c = \lambda \cdot f$).

Radiação solar no topo da atmosfera e ao nível do mar (absorção devido aos gases da atmosfera).

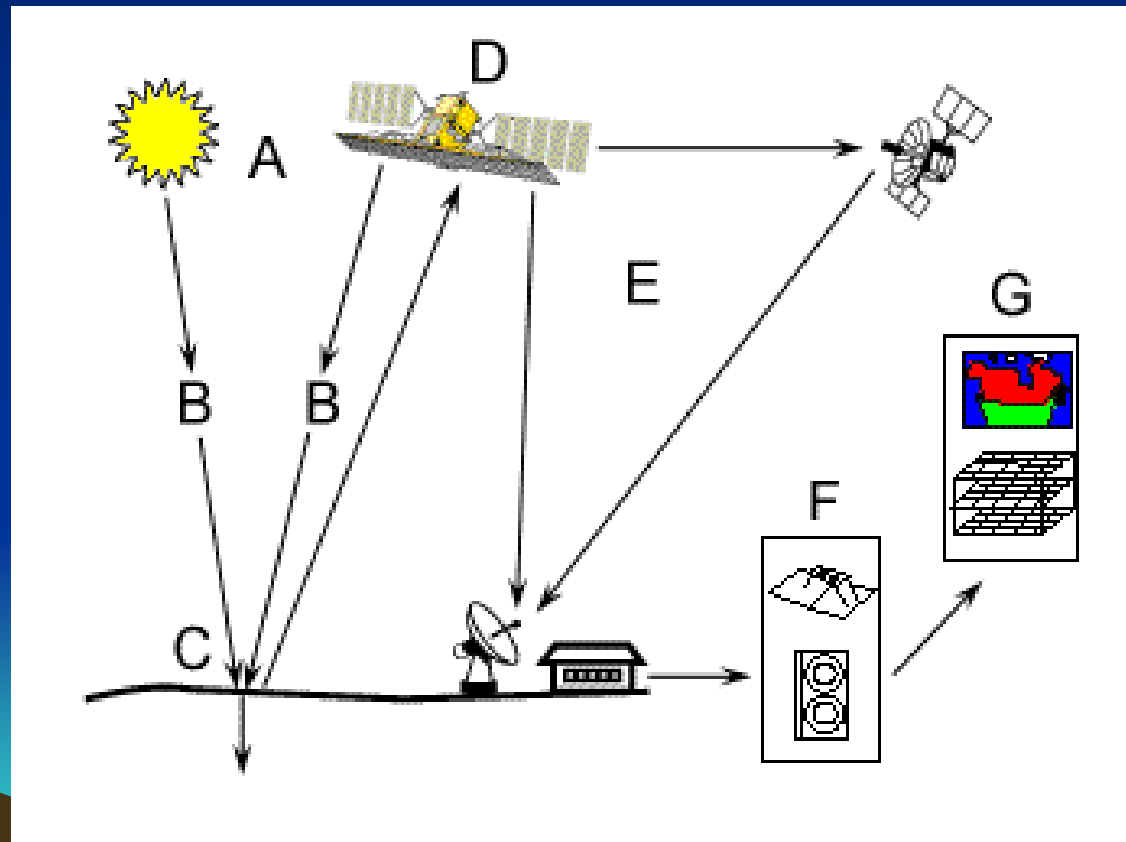
Janelas atmosféricas.

Temperature and radiation of bodies



E.L.

- 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)

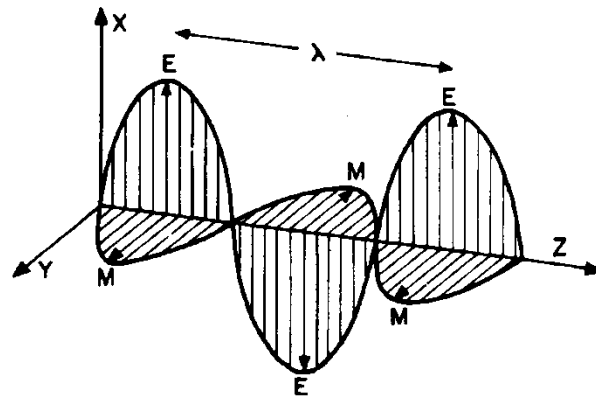


O fluxo de energia eletromagnética, ao se propagar pelo espaço, pode interagir com superfícies ou objetos, sendo por estes refletido, absorvido e/ou reemitido.

Este fluxo depende fortemente das propriedades físico-químicas dos elementos irradiados, e o fluxo resultante constitui uma valiosa fonte de informações a respeito daquelas superfícies ou objetos.

Dentro desse contexto, caracterizam-se as propriedades físico-químicas de alvos naturais e artificiais, através da detecção, registro e análise do fluxo de energia radiante, por eles refletido e/ou emitido.

De todas as formas de energia existentes, a de especial importância para o sensoriamento remoto é a radiação eletromagnética ou energia radiante, cujas fontes principais são o Sol e a Terra.



E = CAMPO ELÉTRICO

M = CAMPO MAGNÉTICO

X = PLANO DE EXCITAÇÃO DO CAMPO ELÉTRICO

Y = PLANO DE EXCITAÇÃO DO CAMPO MAGNÉTICO

Z = DIREÇÃO DE PROPAGAÇÃO DA ONDA ELETROMAGNÉTICA

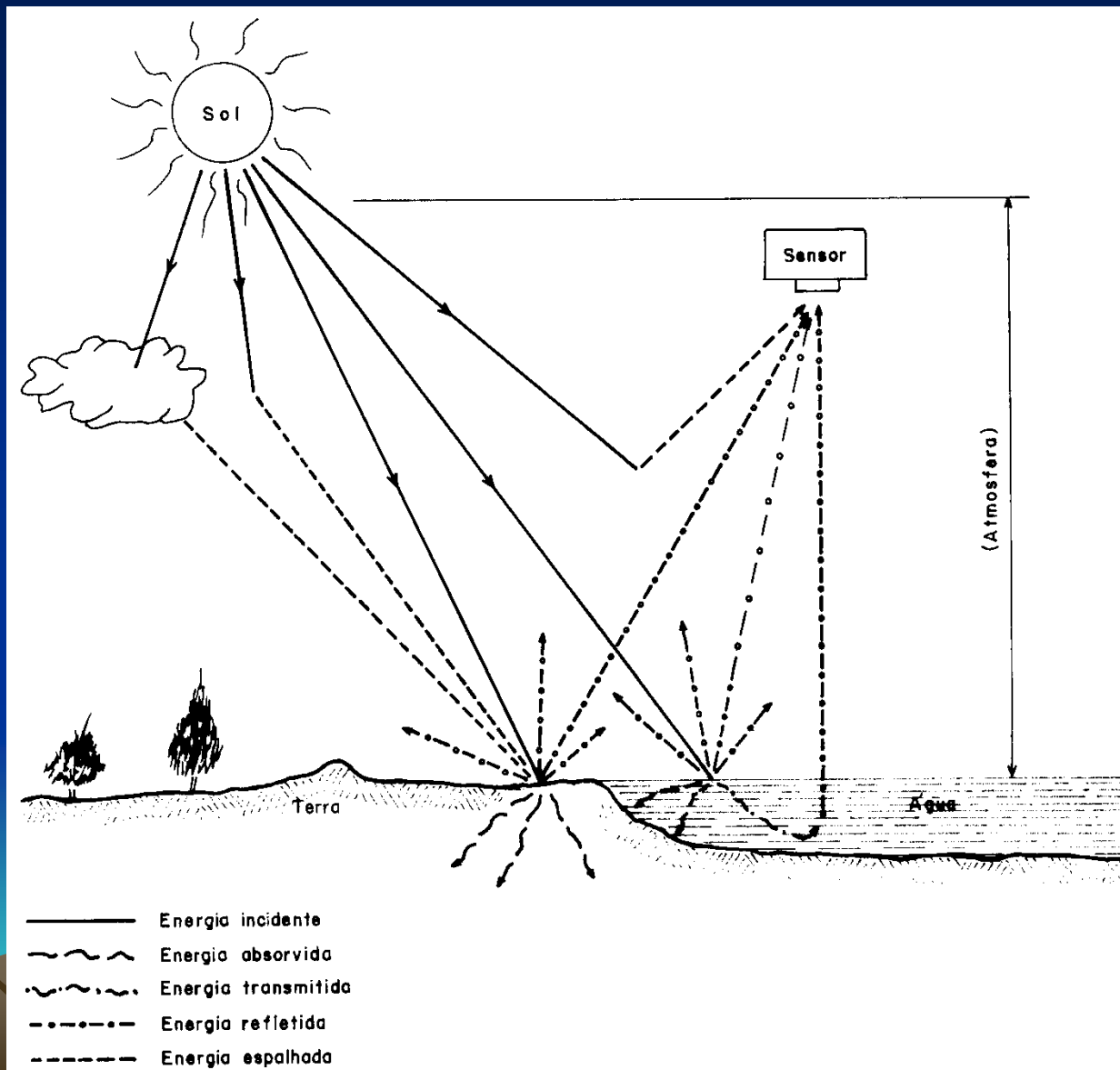
λ = COMPRIMENTO DE ONDA

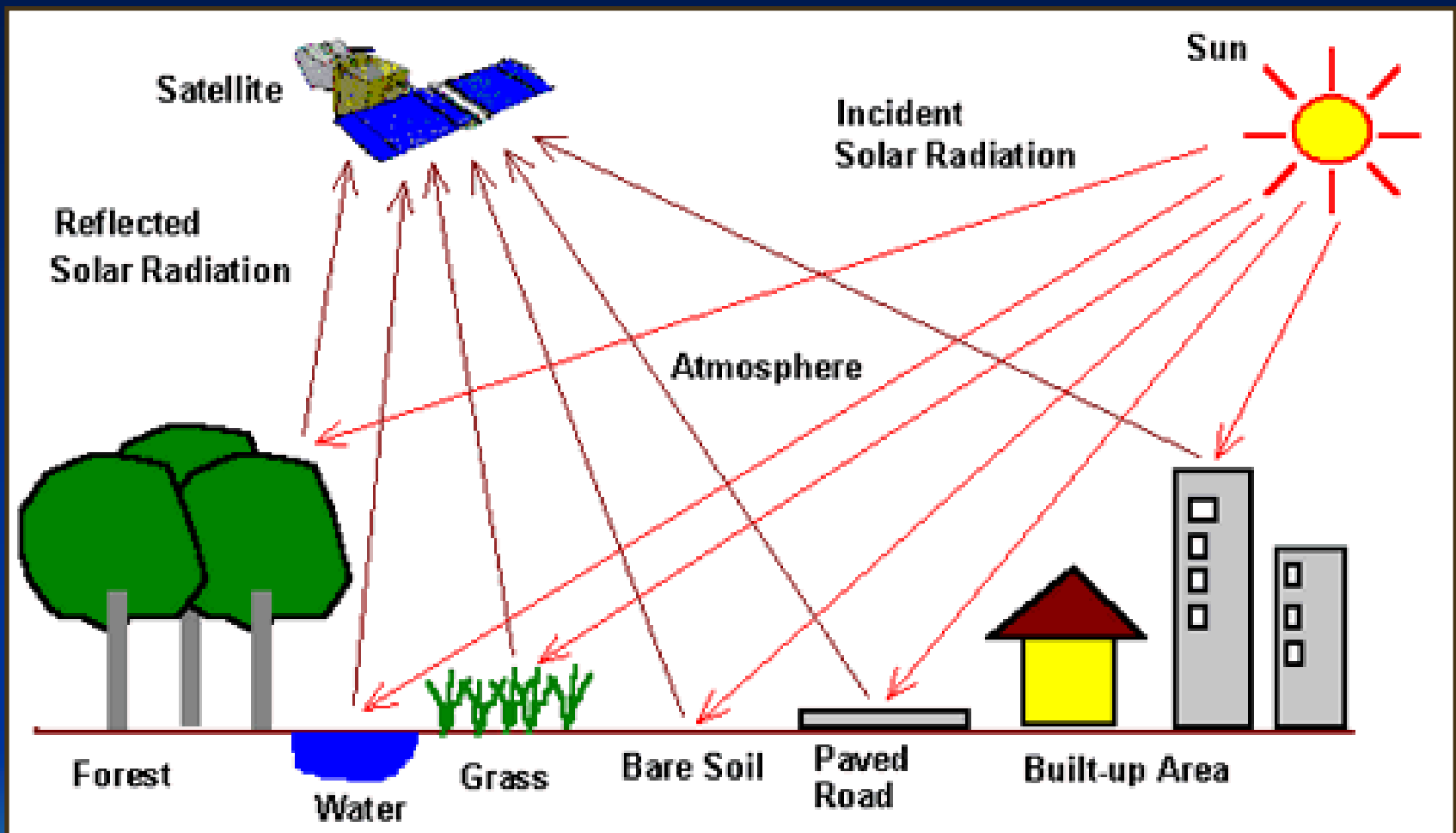
↑ = VETORES E/M QUE REPRESENTAM O VALOR INSTANTÂNEO DO CAMPO ELÉTRICO E/OU MAGNÉTICO

Flutuações dos campos elétrico (E) e magnético (M) de uma onda eletromagnética se propagando na direção Z.

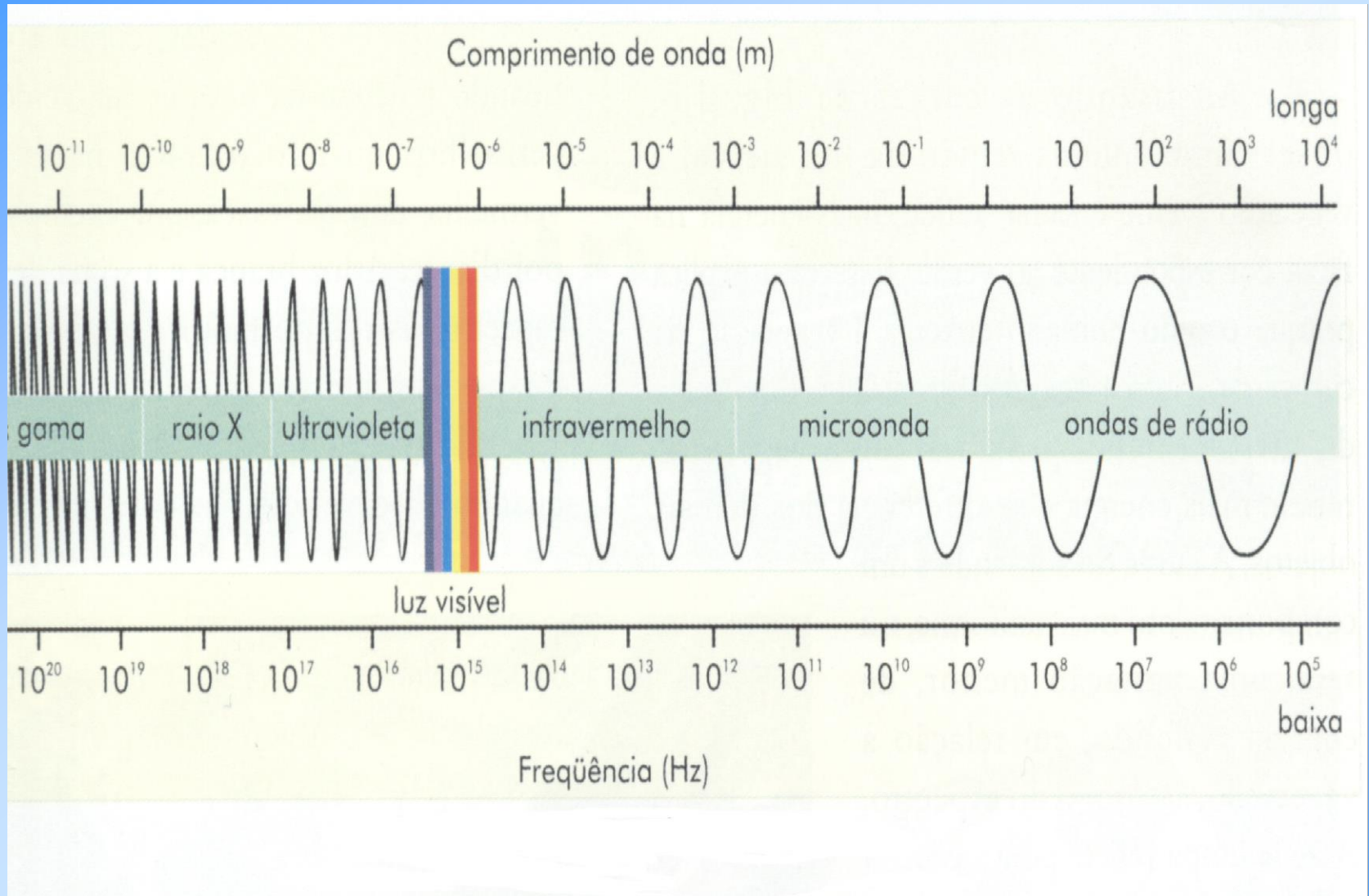
FONTE: Colwell (1963).

INTERAÇÕES DA RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA

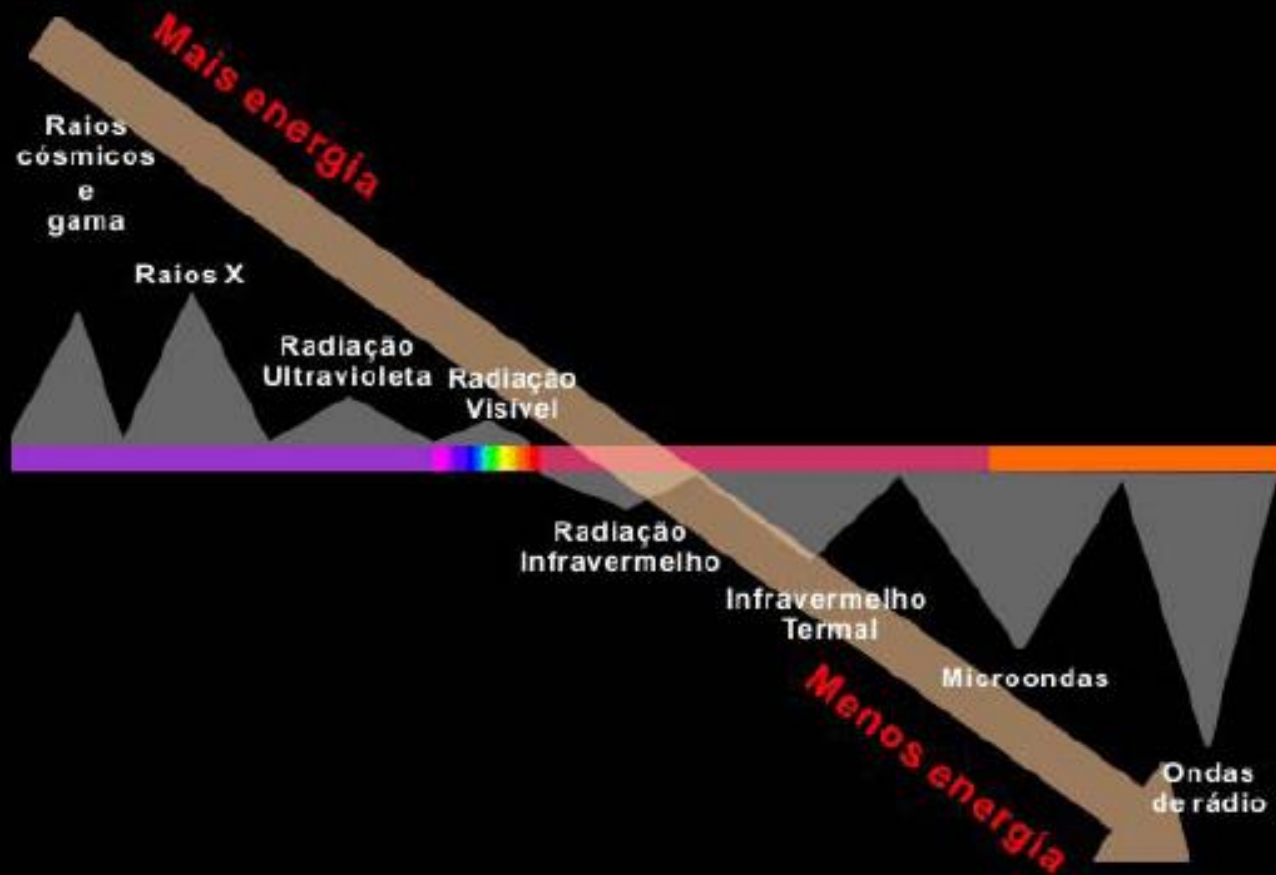


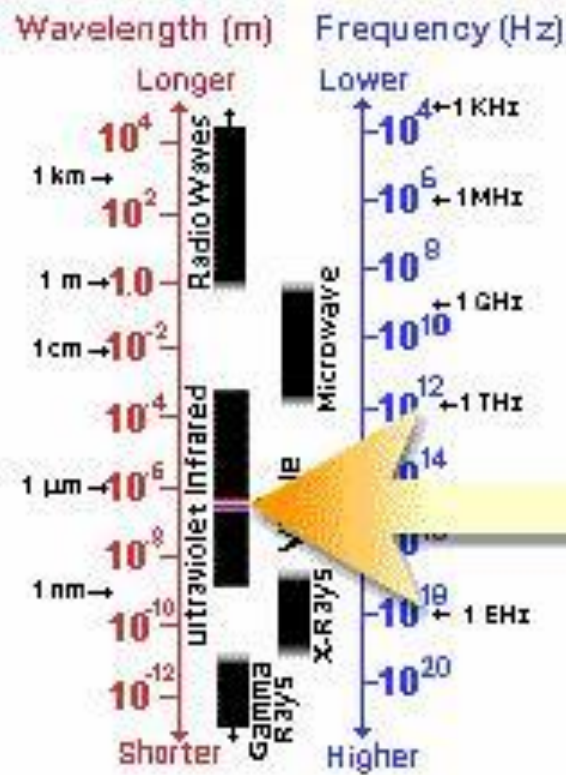


ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO



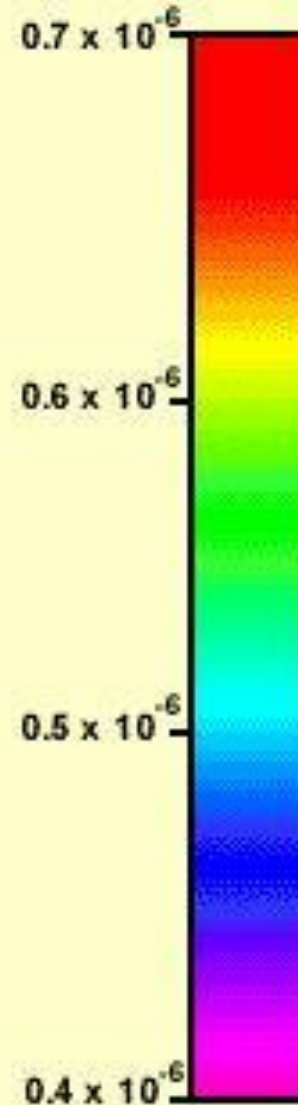
ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

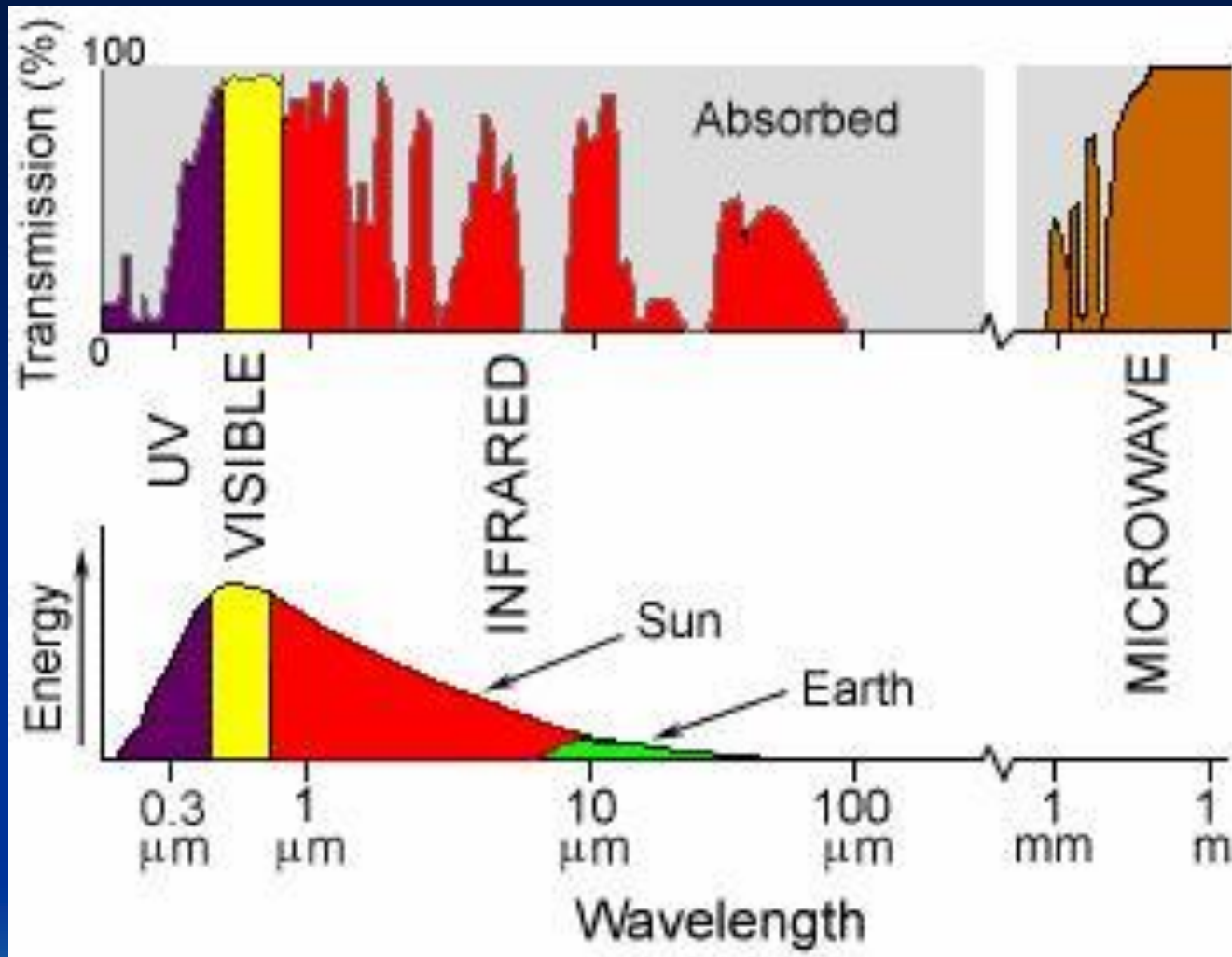




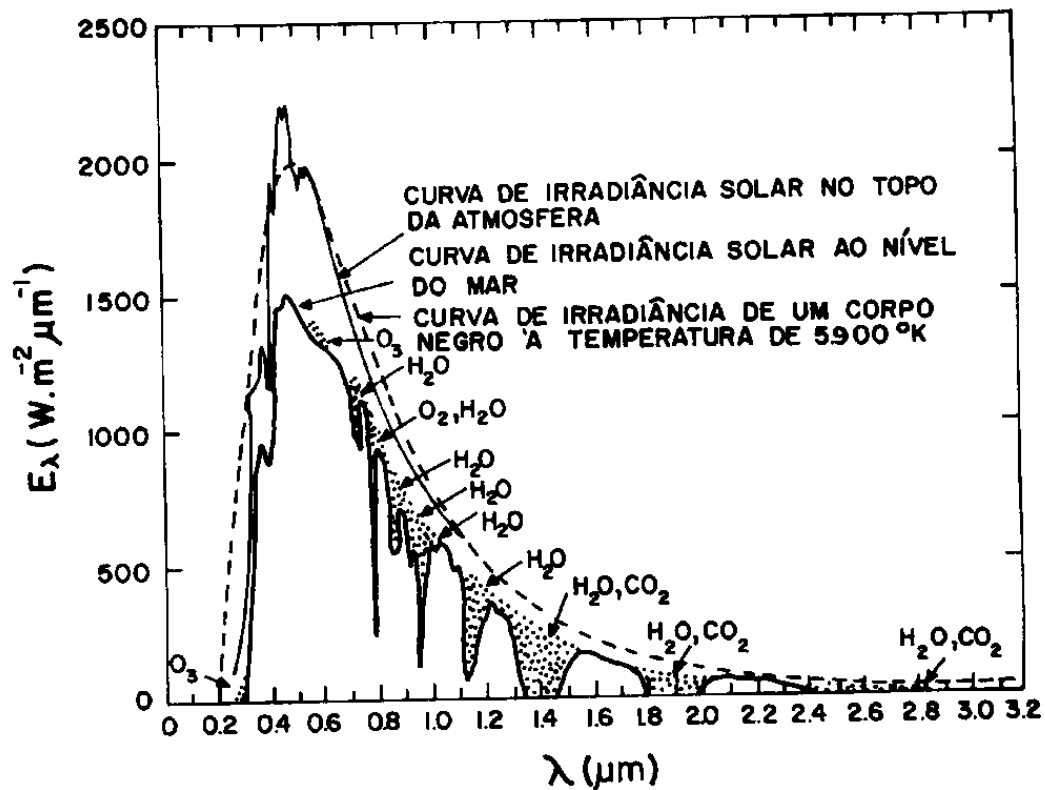
Visible

Wavelength
(metres)





Comprimetos de ondas mais efetivos para o sensoriamento remoto



 BANDA DE ABSORÇÃO POR GASES QUE CONSTITUEM A ATMOSFERA TERRESTRE

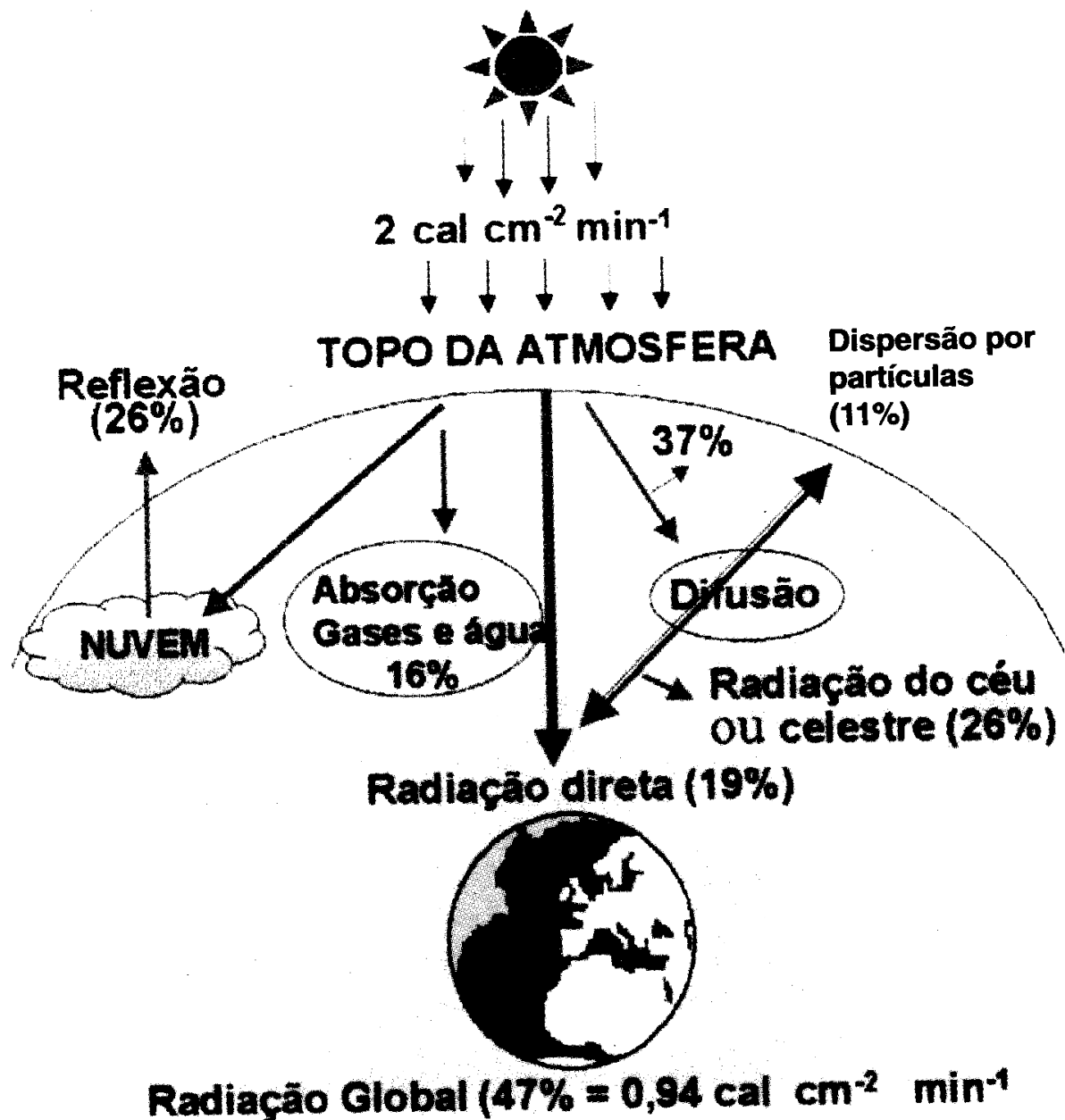
O_3 - OZÔNIO

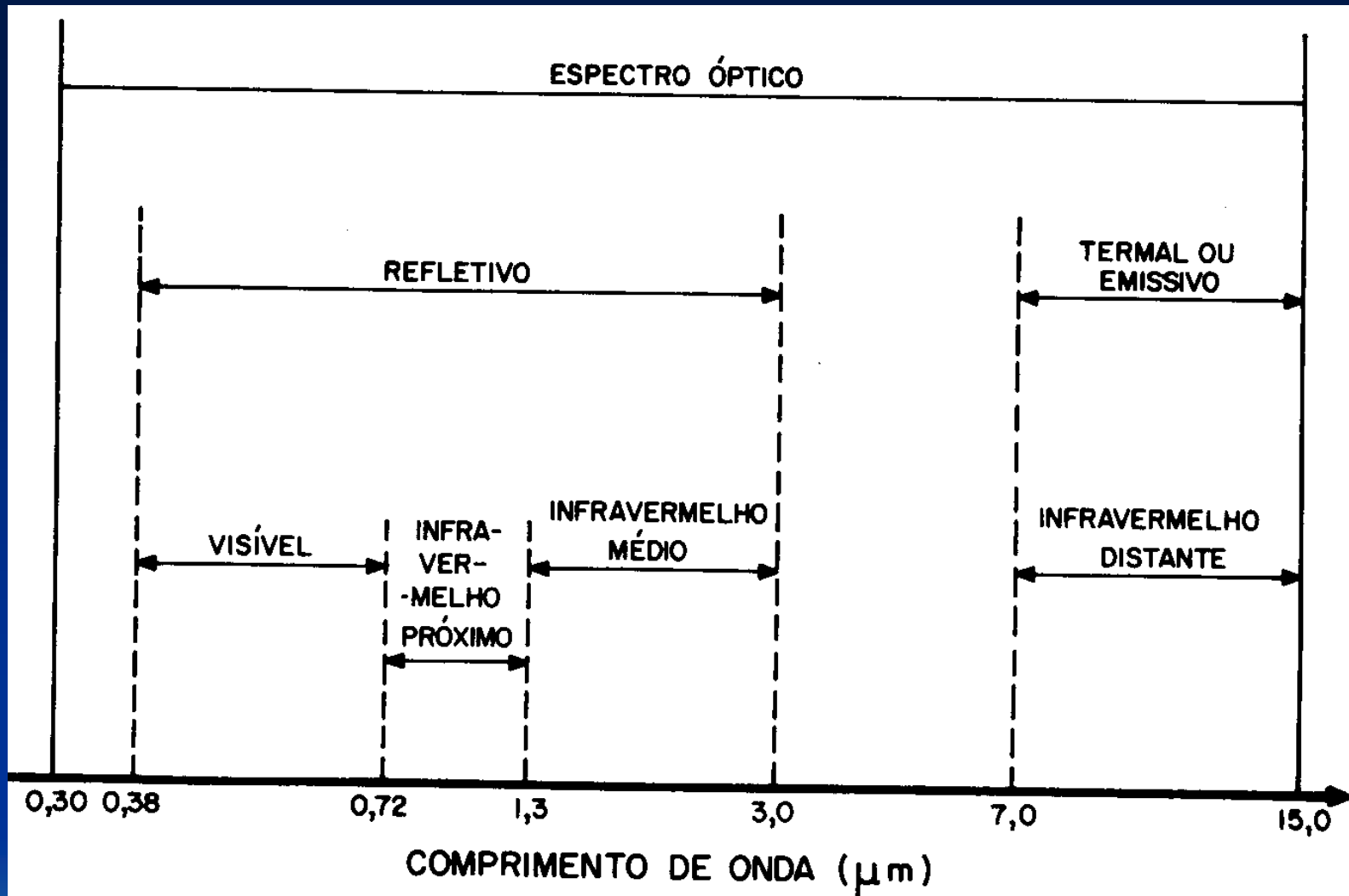
H_2O - VAPOR D'ÁGUA

O_2 - OXIGÊNIO

CO_2 - GÁS CARBÔNICO

Curva de irradiância solar.
FONTE: Slater (1980).





Regiões do espectro óptico. FONTE: Swain e Davis,(1978).

Características das imagens quanto a sua resolução

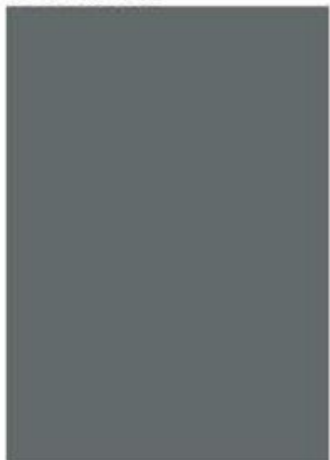
O termo resolução em sensoriamento remoto pode ser atribuído a quatro diferentes parâmetros:

- resolução espacial
- resolução espectral
- resolução radiométrica
- resolução temporal.

Resolução espacial

- A **resolução** espacial de uma imagem refere-se ao **tamanho** que este pixel representa na realidade.
- Para um mesmo sensor remoto, cada pixel representa sempre uma **mesma área** com as mesmas dimensões na superfície da Terra.

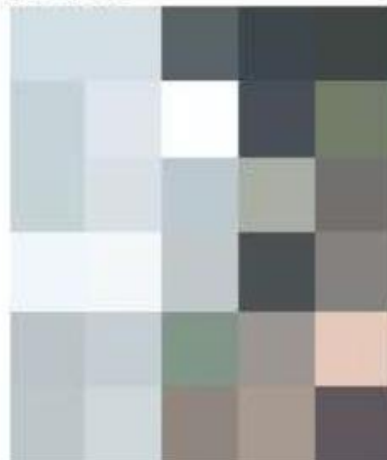
12.8m



6.4m.



3.2m



1.6m



0.80m



0.40m



0.20m

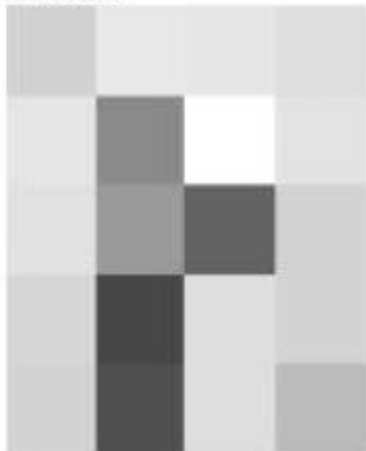


0.10m

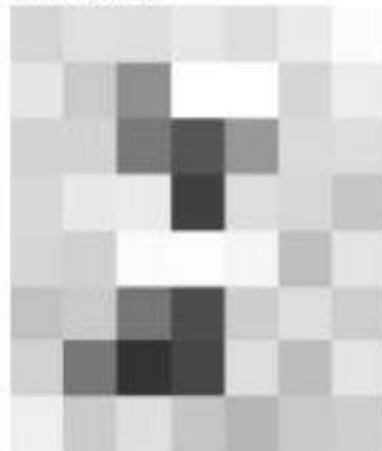


6

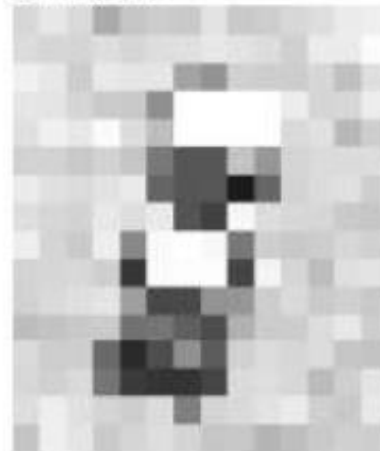
1.6m



0.80m



0.40m



0.20m



0.10m



0.05m



0.03m



0.01m



Resolução espectral

Envolve três parâmetros de medida:

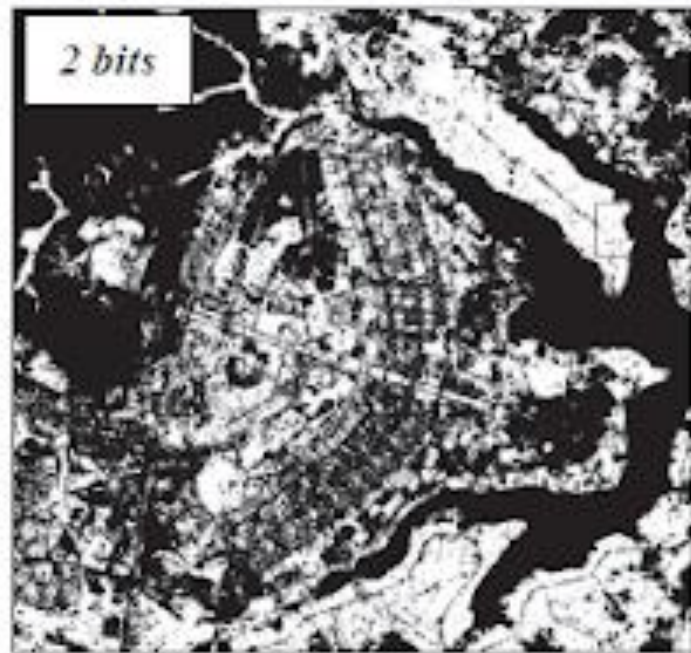
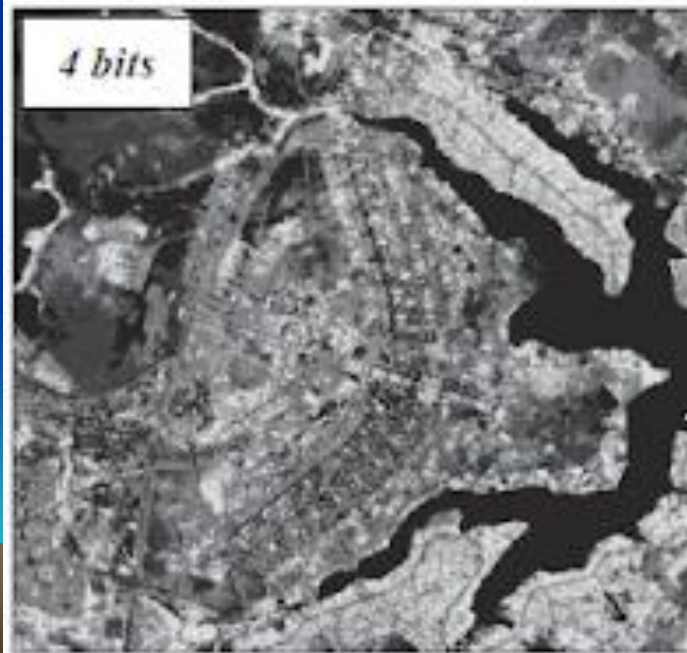
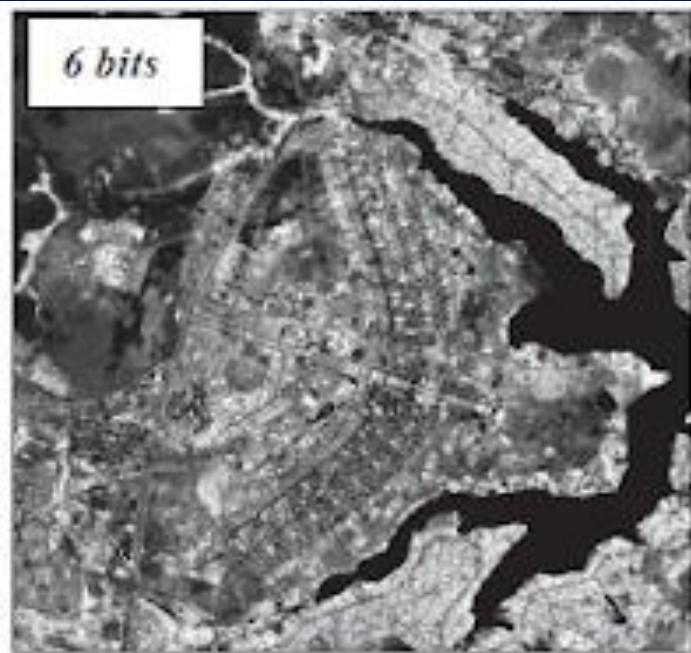
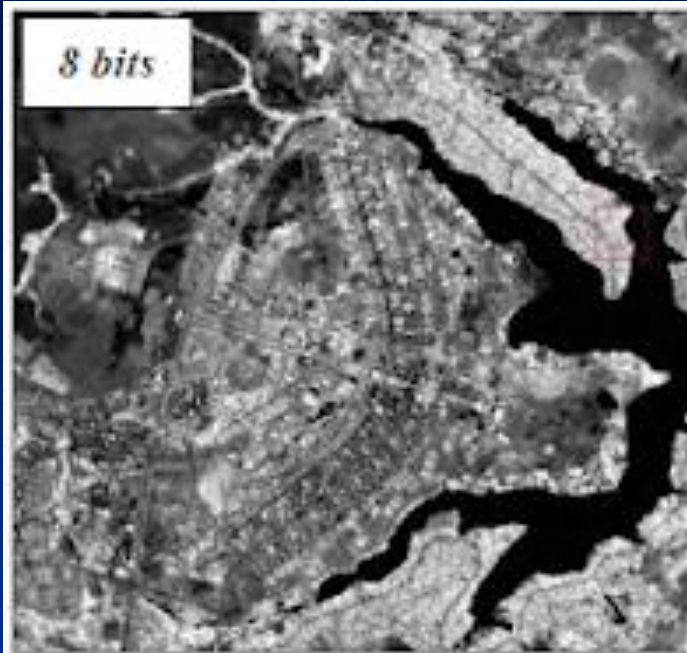
1. Número de bandas;
2. Largura do comprimento de onda;
3. Posição da banda no espectro.

- A resolução espectral tem a ver com o número de bandas que os sensores conseguem discretizar.
- Quanto mais bandas um sensor possuir, maior será sua resolução espectral.

Resolução radiométrica

- Cada pixel possui também um atributo Z, que indica o seu nível de cinza (DN – digital number), que vai variar do preto ao branco.
- O nível de cinza representa a intensidade de energia eletromagnética (refletida/emitida) média medida pelo sensor para a área da superfície da Terra correspondente ao tamanho do pixel.
- Cada sensor possui um limite de tons.

- Este limite é mensurado em bits. Como os computadores utilizados para este propósito possuem um sistema binário, o número de tons de cinza que o sensor conseguirá captar sempre será igual ao sistema elevado ao número de bits. No nosso caso será 2 elevado ao número de bits do sensor.
- Os sistemas LANDSAT7, SPOT5 e CBERS possuem sensores de 8 bits, por isso sua resolução radiométrica será de 28, o que corresponde a 256 NC (Z).
- No caso do IKONOS II as imagens possuem profundidade radiométrica de 11 bits o que corresponde a $2^{11} = 2048$ níveis de cinza aumentando o poder de contraste e de discriminação das imagens, inclusive nas áreas de sombra.



Resolução temporal

- Corresponde ao tempo que o satélite leva para recobrir a mesma área novamente.
- **LANDSAT**: 16 dias para voltar a imagear uma mesma área no globo;
- **WorldView**: varia de 1,1 a 4,6 dias;
- **Quickbird**: 1 a 3,5 dias (dependendo da latitude);
- **CBERS**: 26 dias (ocorre variações de sensor para sensor);
- **RapidEye**: 24 horas (off-nadir) e 5,5 dias (nadir);
- **SPOT**: 26 dias (variações de sensores);
- **IKONOS**: 1,5 a 3 dias (dependente da latitude);
- **GeoEye**: 3 dias (no máximo).

PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

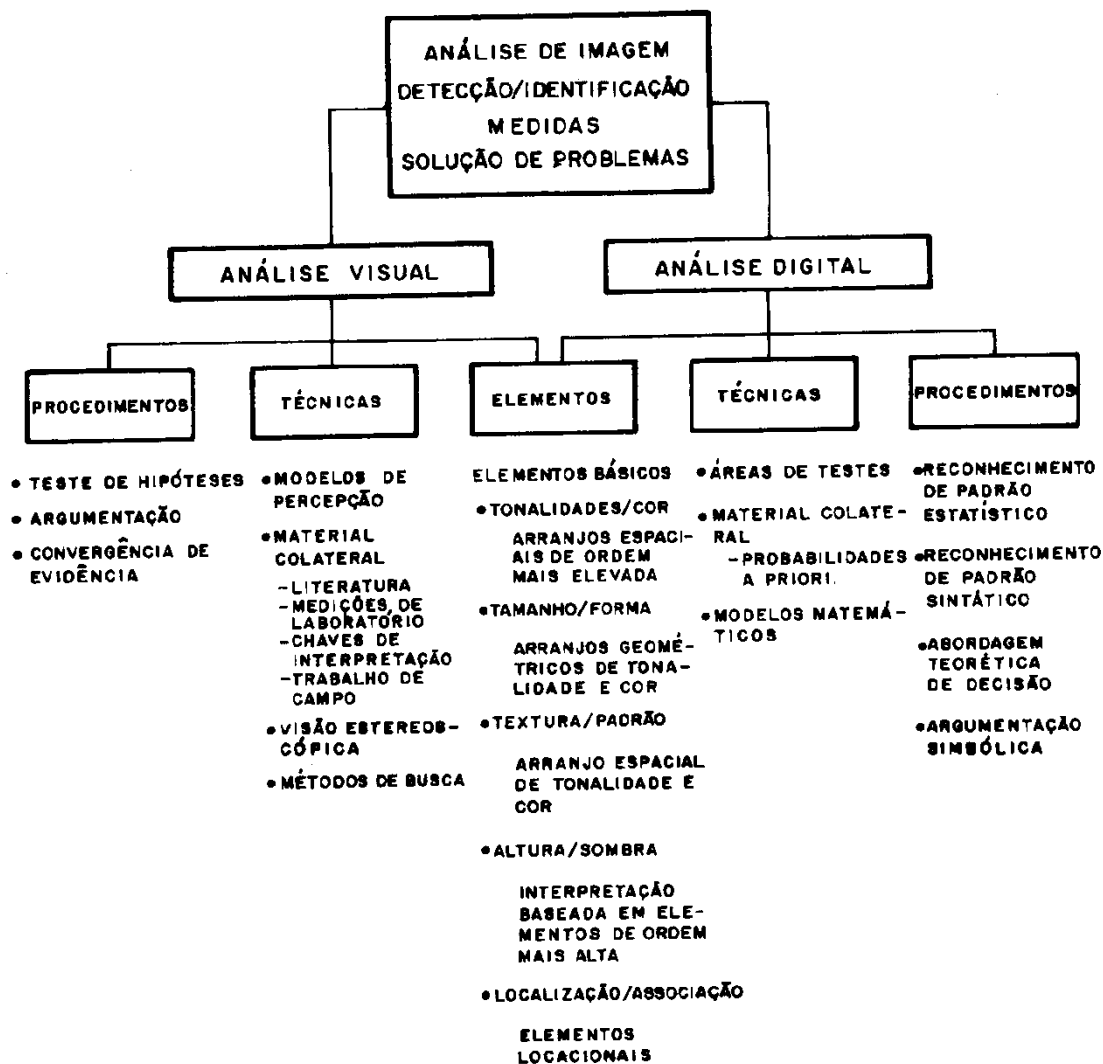


Fig. 7.22 - Esquema conceitual do processo de análise de imagens.

FONTE: Estes et alii (1983).

Funções do processamento digital de imagens

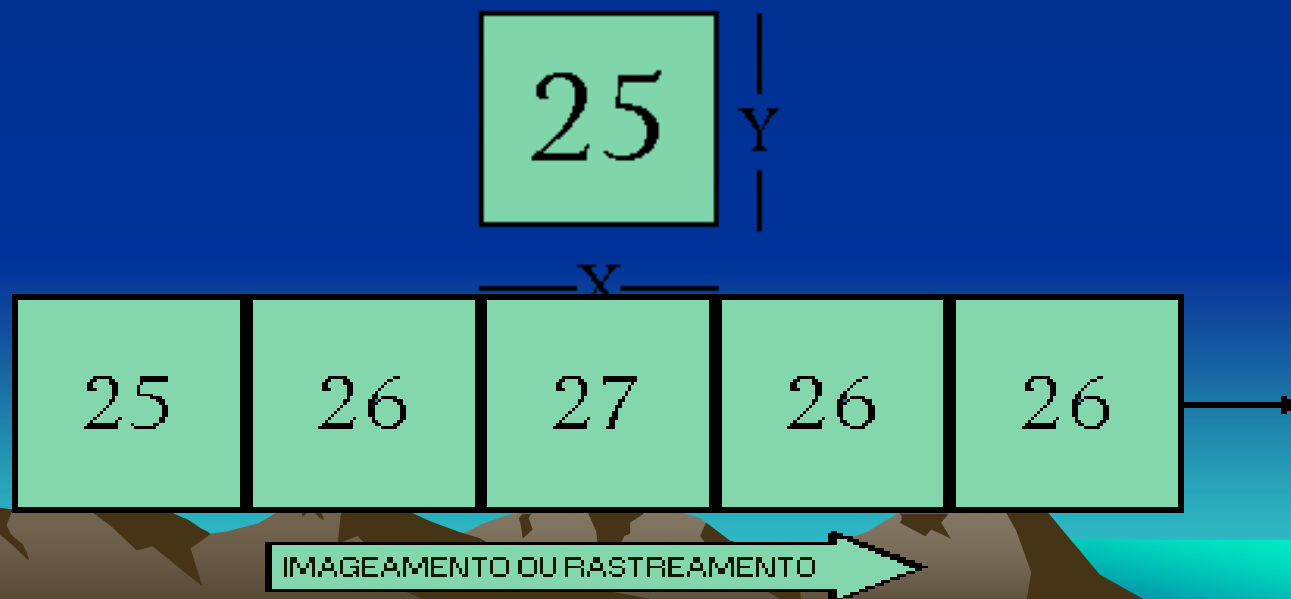
- Facilitar a identificação e extração da informação contida nas imagens para posterior interpretação;
- Remover ou amenizar degradações e distorções que limitam a capacidade visual humana;
- Processar grande quantidade de dados.

IMAGEM

É uma representação, ou modelo, que representa as informações dos objetos através da reflectância espectral

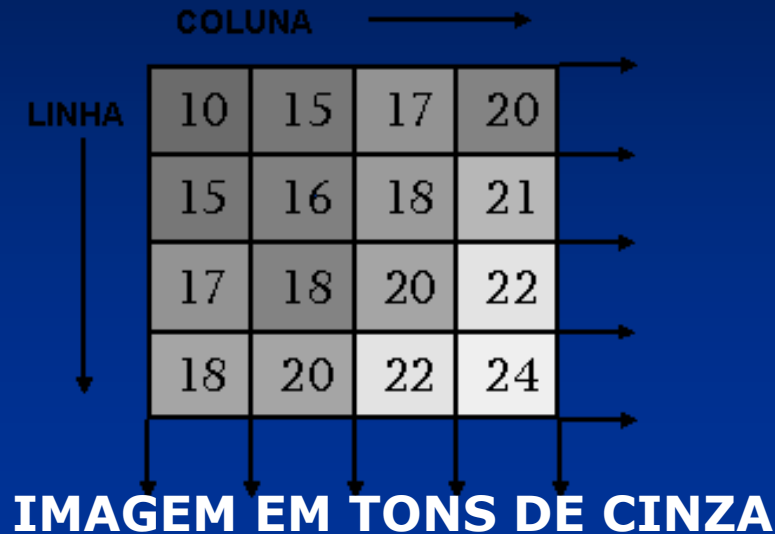
PIXEL (Picture Element)

Um pixel tem propriedades espaciais e espectrais. A propriedade espectral define a intensidade da resposta espectral de uma célula em uma determinada banda espectral



IMAGEM

A imagem é composta por pixels geograficamente ordenados e adjacentes um com os outros constituindo de "n" pixels na direção X e "n" pixels na direção Y.



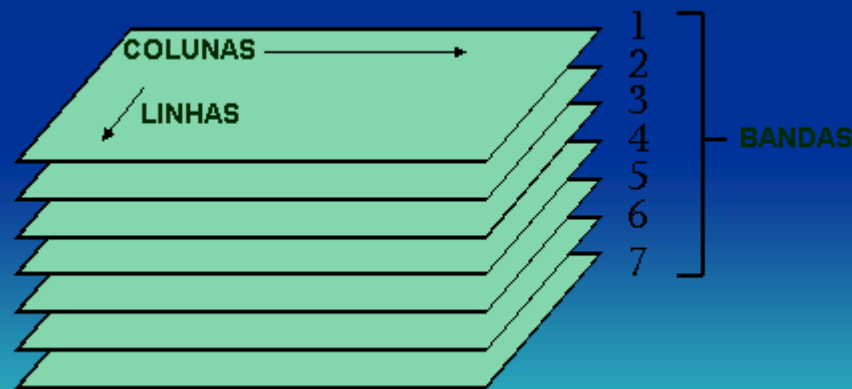
os valores da reflectância estão associados a uma escala de tons que variam de branco (Alta reflectância) ao preto (Baixa Reflectância). Os tons irão variar do preto, para valores de reflectância igual a zero e branco para os valores máximos. A maioria dos sensores possuem uma resolução radiométrica de 256 níveis de cinza.

IMAGEM COLORIDA (IMAGEM MULTIESPECTRAL)

Uma imagem multispectral é aquela formada por 2 ou mais imagens de diferentes faixas espectrais (bandas)

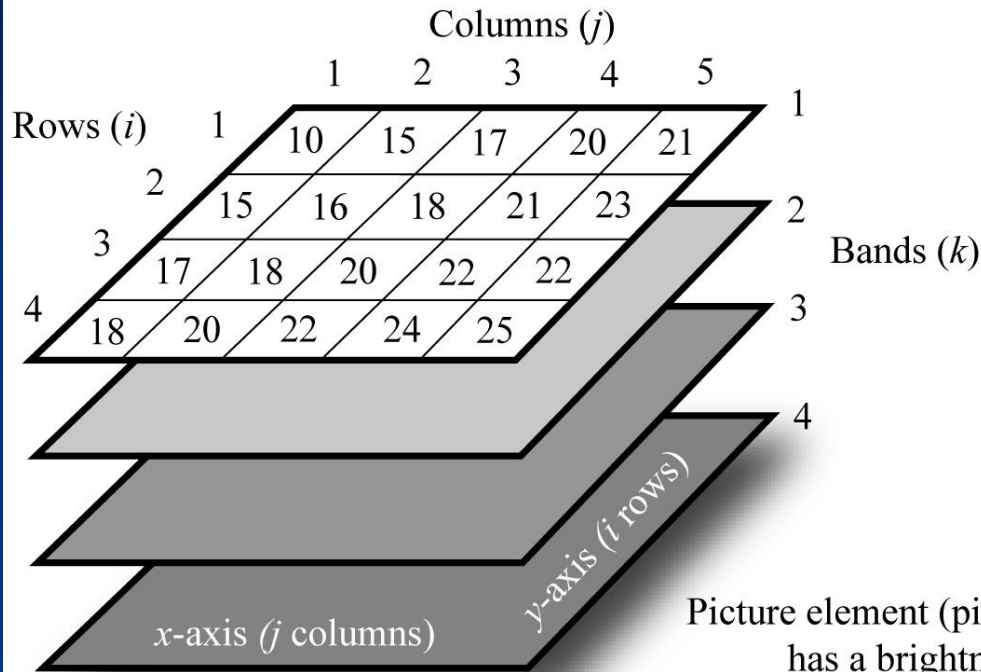
Para formar uma imagem colorida é necessário 3 ou mais bandas espectrais.

Com a superposição das 3 bandas associadas as cores vermelho, azul e verde (RGB)

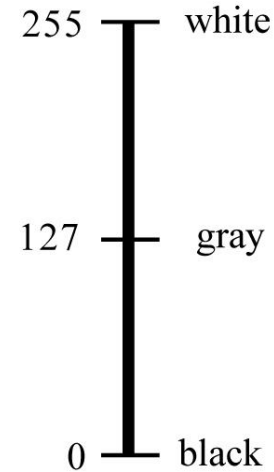


Estrutura de uma imagem

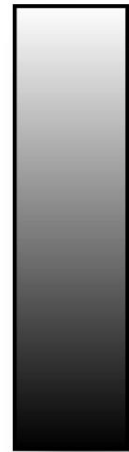
Digital Image Terminology



Brightness value
range (often 8-bit)

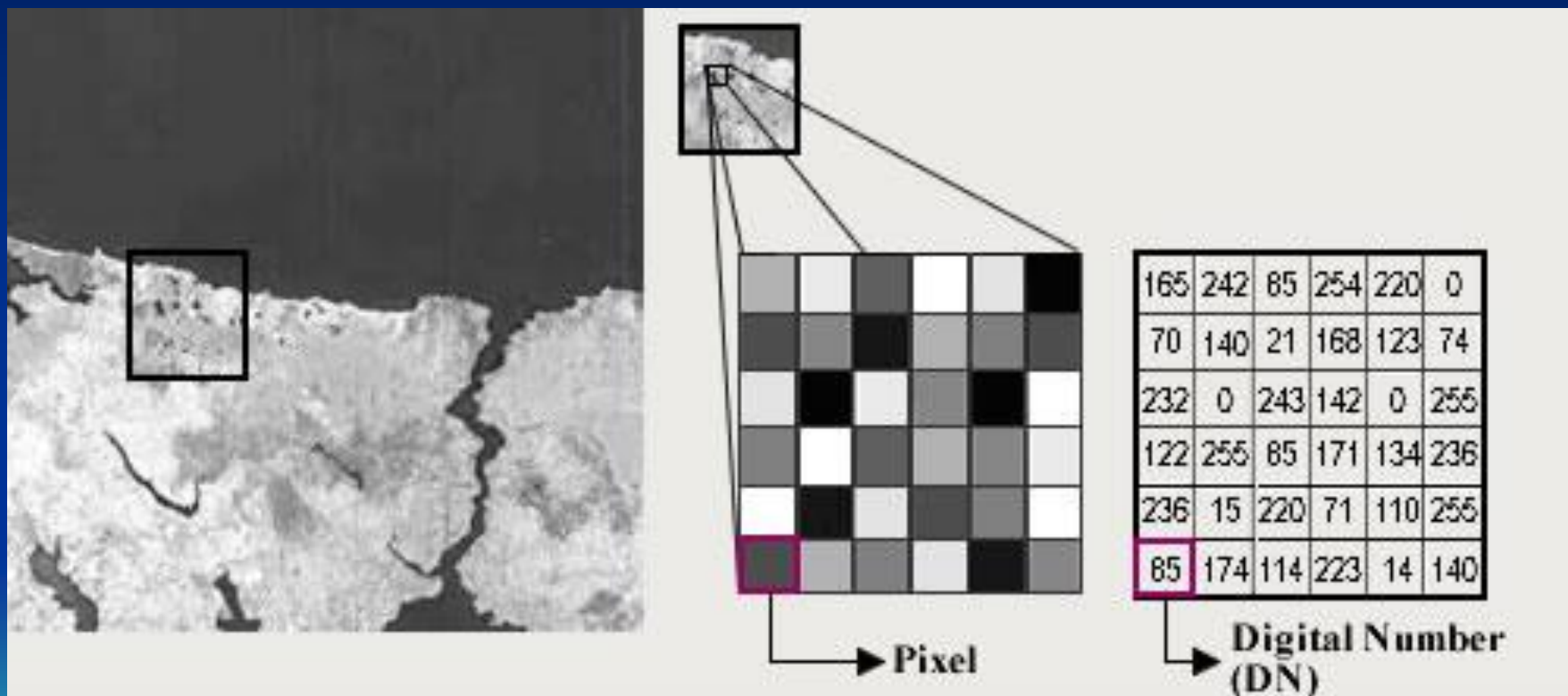


Associated
grayscale



Picture element (pixel) at location row 4, column 4, band 1
has a brightness value of 24, i.e., $BV_{4,4,1} = 24$

Estrutura de uma imagem



PRÉ-PROCESSAMENTO

Eliminação de ruído

Realce de contraste

- Ampliação de contraste

- Composições coloridas

- Filtragem digital

Correção, retificação geométrica e registro

Redução da dimensionalidade

Correção radiométrica

Correção atmosférica

TRANSFORMAÇÕES DE IMAGENS DIGITAIS

Rotação espectral

Restauração

Imagens-índice de vegetação

Modelo linear de mistura espectral

Divisão de bandas

Análise das componentes principais

Análise canônica

SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS DIGITAIS

Classificação supervisionada

Máxima Verossimilhança - MAXVER

Método do paralelepípedo

Mínima distância às médias

Classificação Não-supervisionada

Classificadores por regiões

Segmentação de imagem

Extração de regiões

Classificação