

# FOTOGRAMETRIA I

Prof Felipe: Aulas 1 e 2

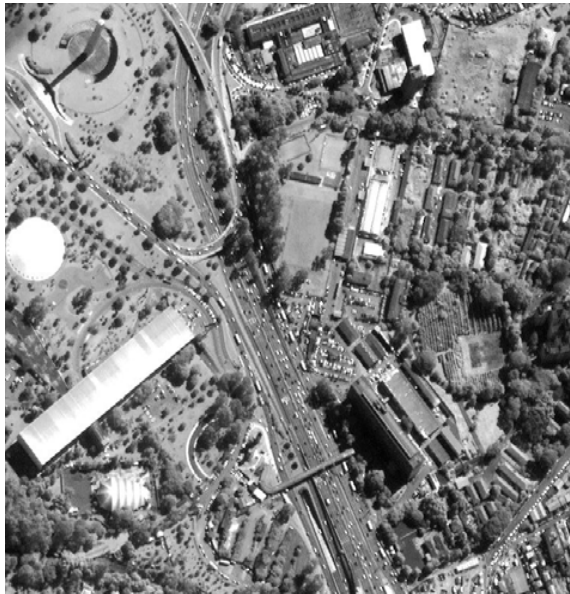
## 2- Câmaras Fotogramétricas

- Generalidades (fotografia)
- Elementos
- Fotografia aérea
- Espectro Eletromagnético

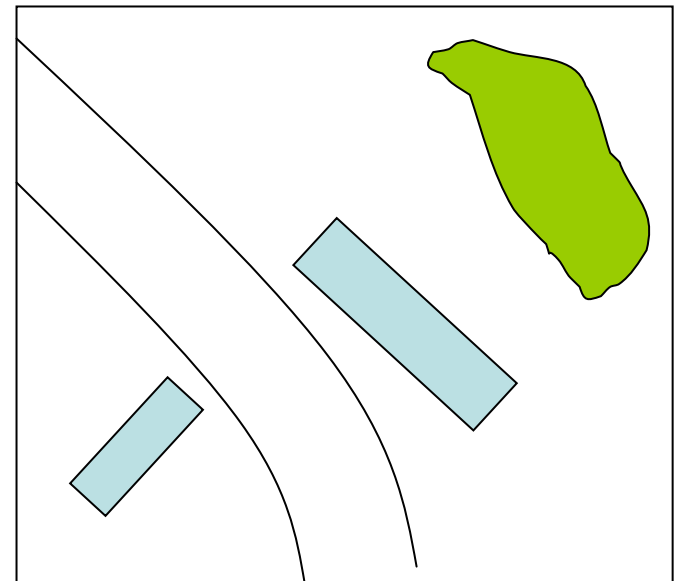
***“Fotogrametria*** é a arte, ciência, e tecnologia de obtenção de informações confiáveis sobre os objetos físicos e o meio ambiente através de processos de gravação, medição e interpretação de imagens fotográficas e padrões da energia eletromagnética radiante e outros fenômenos” (ASPRS, 1980).

# Conceito

A fotografia aérea tem sido usada desde os primórdios do Século XX como provedor de dados espaciais em uma grande gama de aplicações.



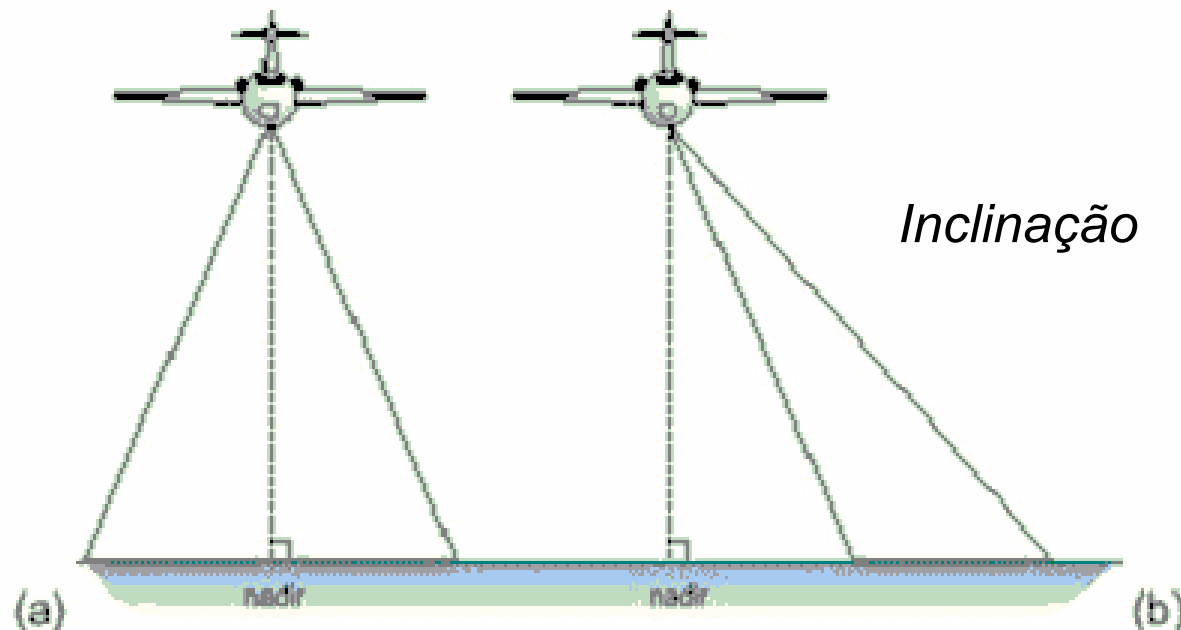
Foto



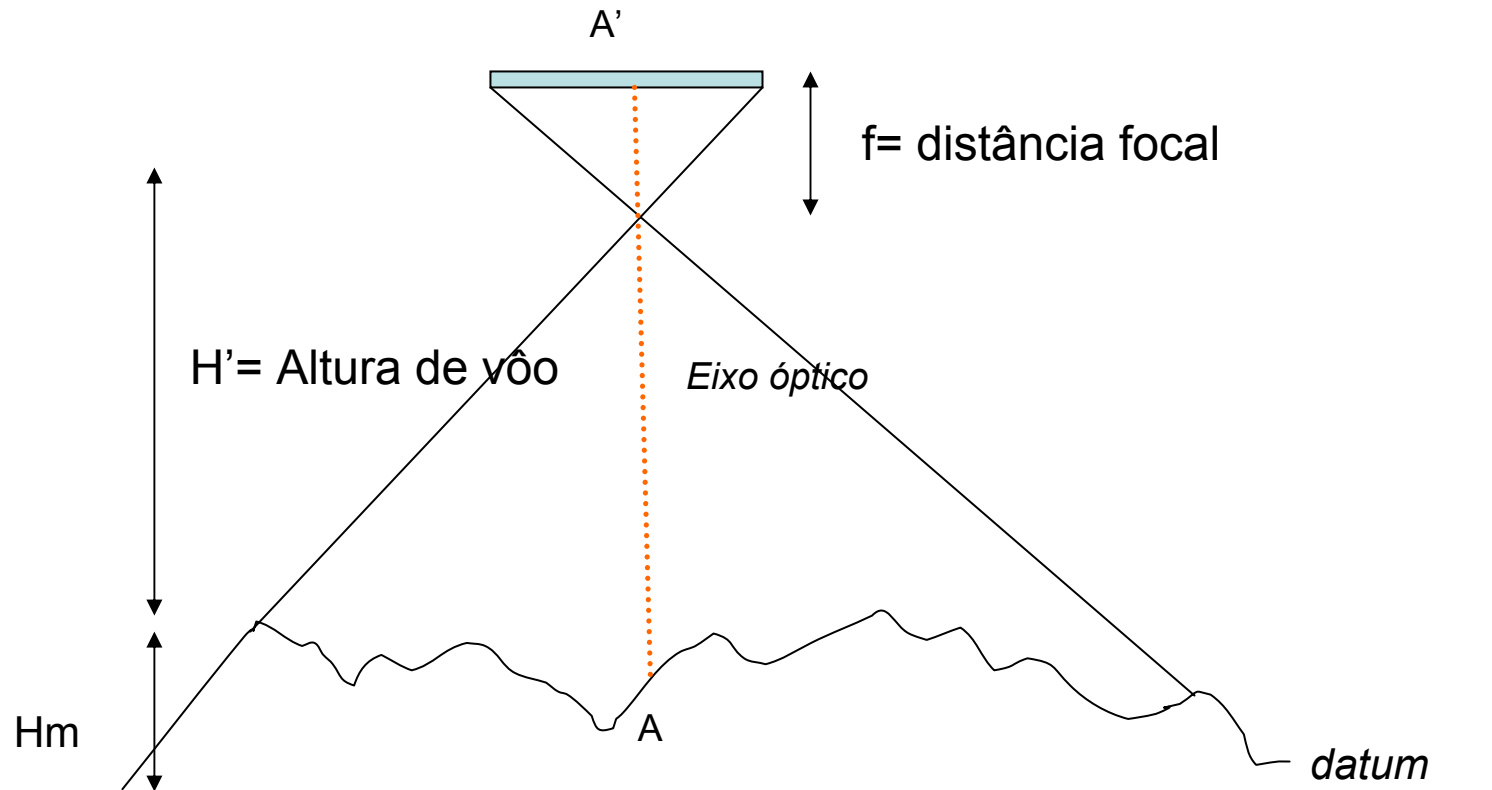
MAPA ( E, N) <sup>3</sup>

A fotografia aérea VERTICAL permite obter medidas fidedignas de confiança da superfície terrestre.

Na fotografia aérea vertical não há inclinação da câmera aérea na tomada da cena.



As fotografias podem ser classificadas de acordo com a orientação da câmara e o tipo de emulsão utilizada.



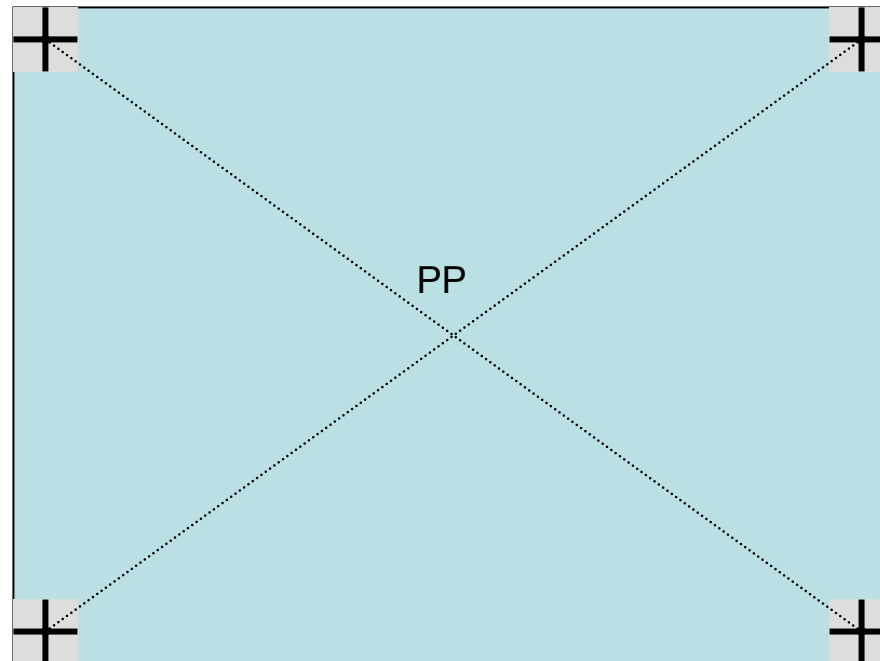
$H'$  = Altura de vôo, centro perspectivo ao solo

$H$  = Altitude de vôo, Altura de vôo + Altitude média do terreno ( $H_m$ )

PP = ponto principal: pé da perpendicular baixada do centro óptico ao plano da fotografia;

Nadir = vertical

$f$  = distância focal: distancia ao longo do eixo óptico ao plano da fotografia



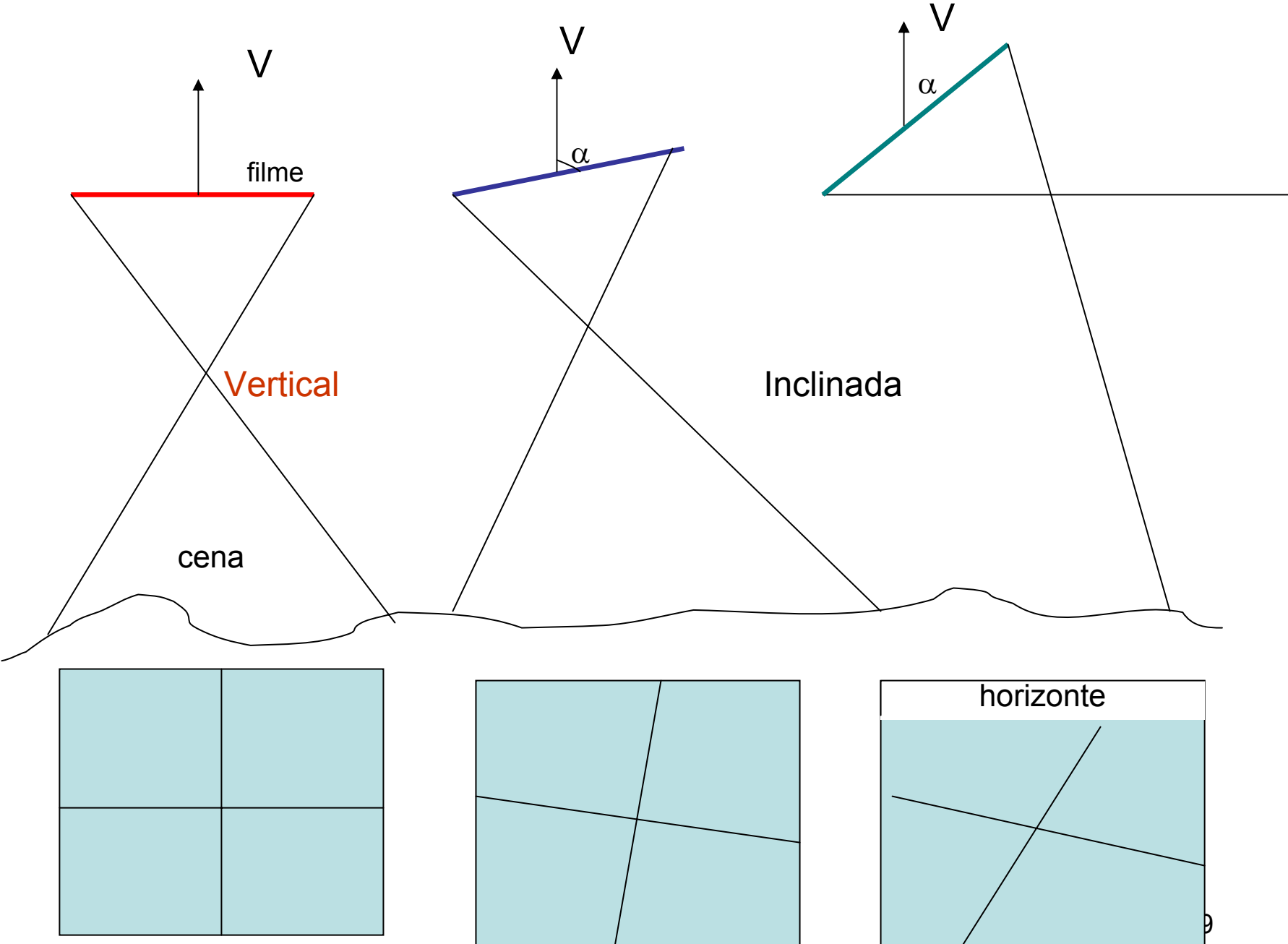
*Marcas Fiduciais*

As fotografias de acordo com a orientação da câmara digital pode ser classificadas em verticais e inclinadas (ou oblíquas).

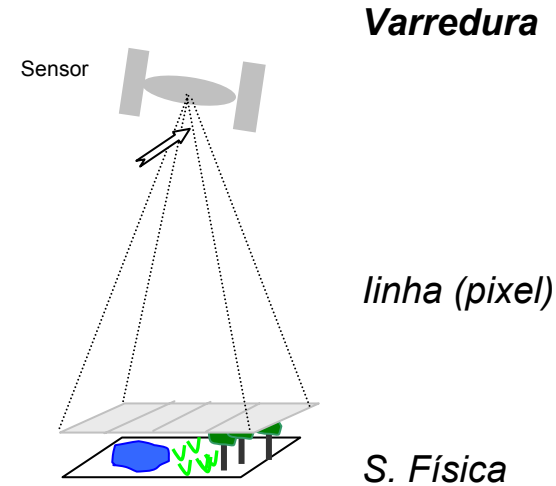
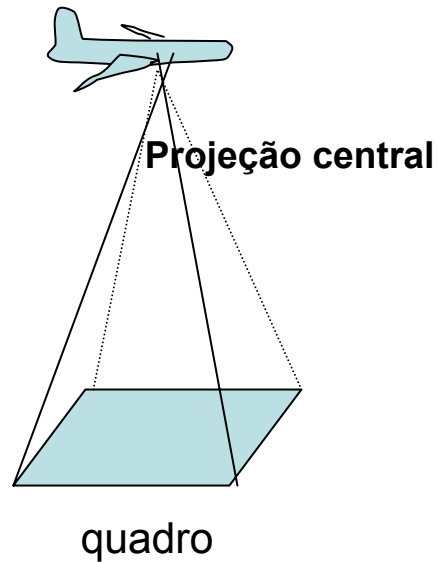
A fotografia vertical é aquela de o ângulo de inclinação ( $\alpha$ ) é menor que  $3^\circ$ .

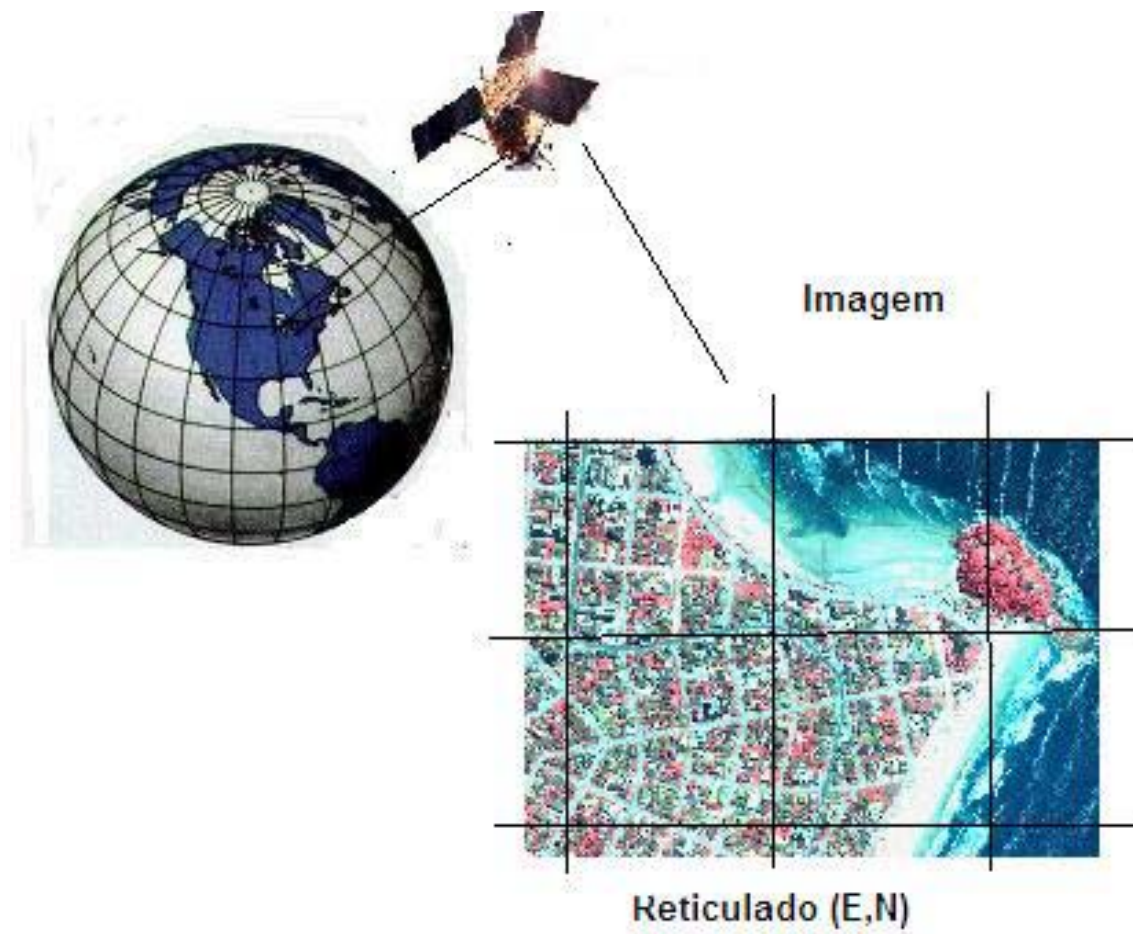
Foto realmente vertical é aquela que o ângulo de inclinação é NULO.





# Fotografia aérea e imagem de satélite



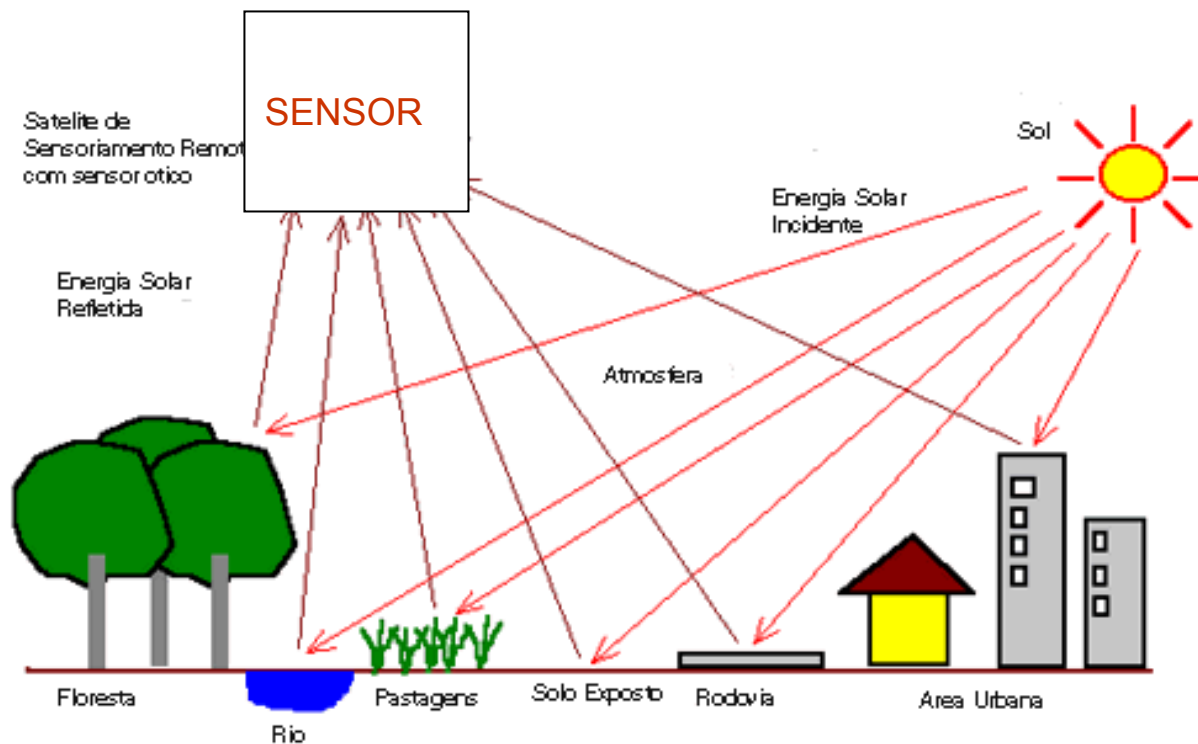


## *Tipos de filme*

As emulsões disponibilizada para as fotografias aéreas são :

- Pancromática
- Infravermelho
- Colorida

Os objetos da superfície terrestre refletem e absorvem seletivamente energia eletromagnética, devido a sua diferente composição molecular. Esta característica, denominada **resposta espectral** dos objetos permite identificá-los numa FOTOGRAFIA AEREA ou imagem de sensoriamento remoto.



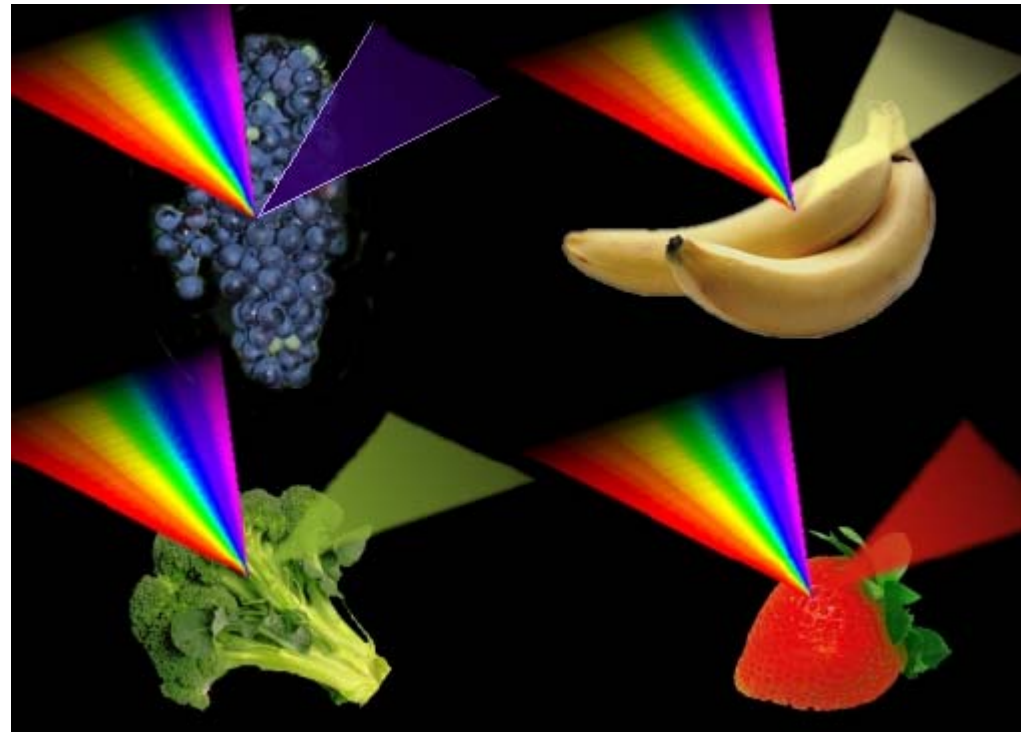
Vale a pena lembrar que as FOTOGRAFIAS AEREAS baseiam-se na aquisição de informações armazenadas pelos **sensores**, que captam a energia eletromagnética irradiada por um objeto.

A energia emitida ou refletida por objetos da superfície física da terra é transmitida aos sensores em forma de ondas eletromagnéticas. A informação recebida pelo sensor pode ser codificada em termos de frequência, intensidade e polarização da onda.

A luz visível ou luz branca é um conjunto de ondas, com diferentes frequências e comprimentos de onda, que nosso cérebro traduz como cores.

Portanto, cada cor corresponde a uma determinada onda eletromagnética, com frequência e comprimento de onda específico.

As cores de um objeto são dependentes dos comprimentos de onda que são refletidos por ele.



*FONTE: INPE, 2003*

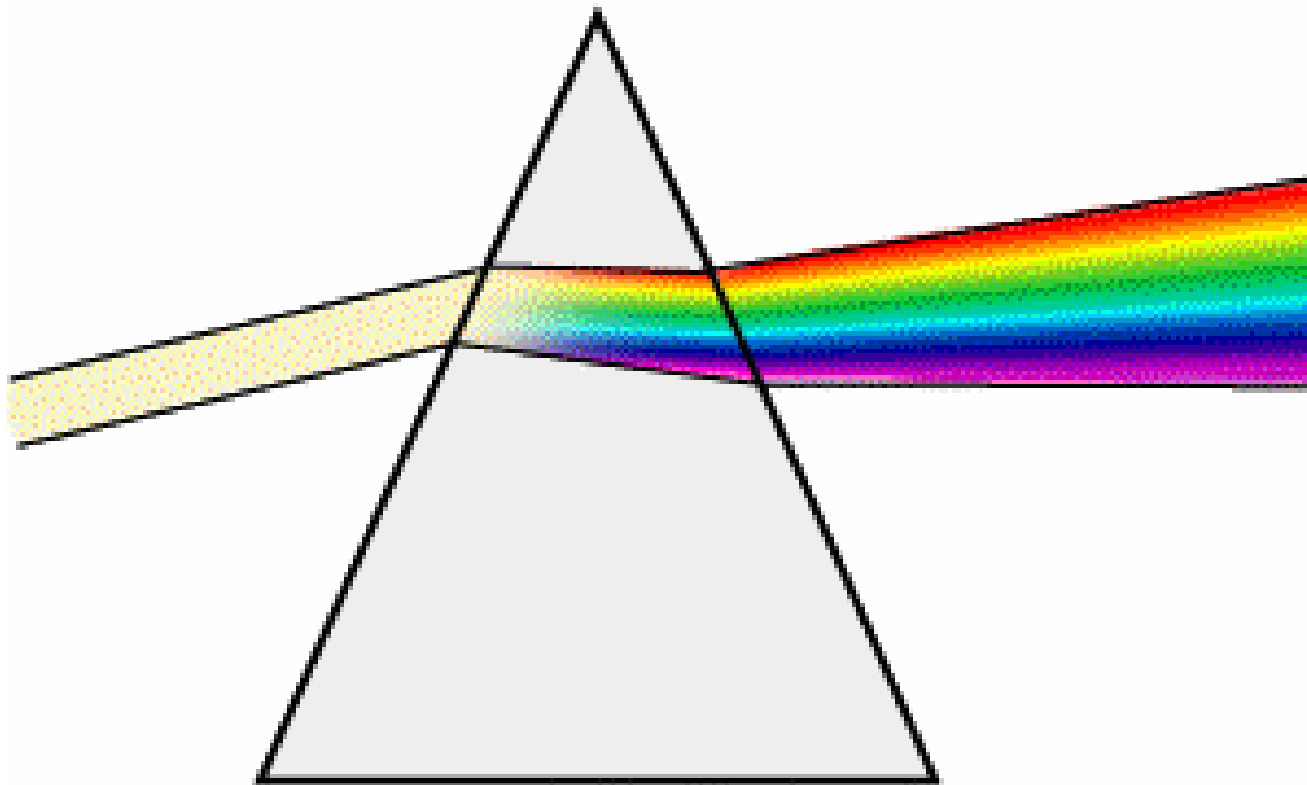
# Espectro eletromagnético

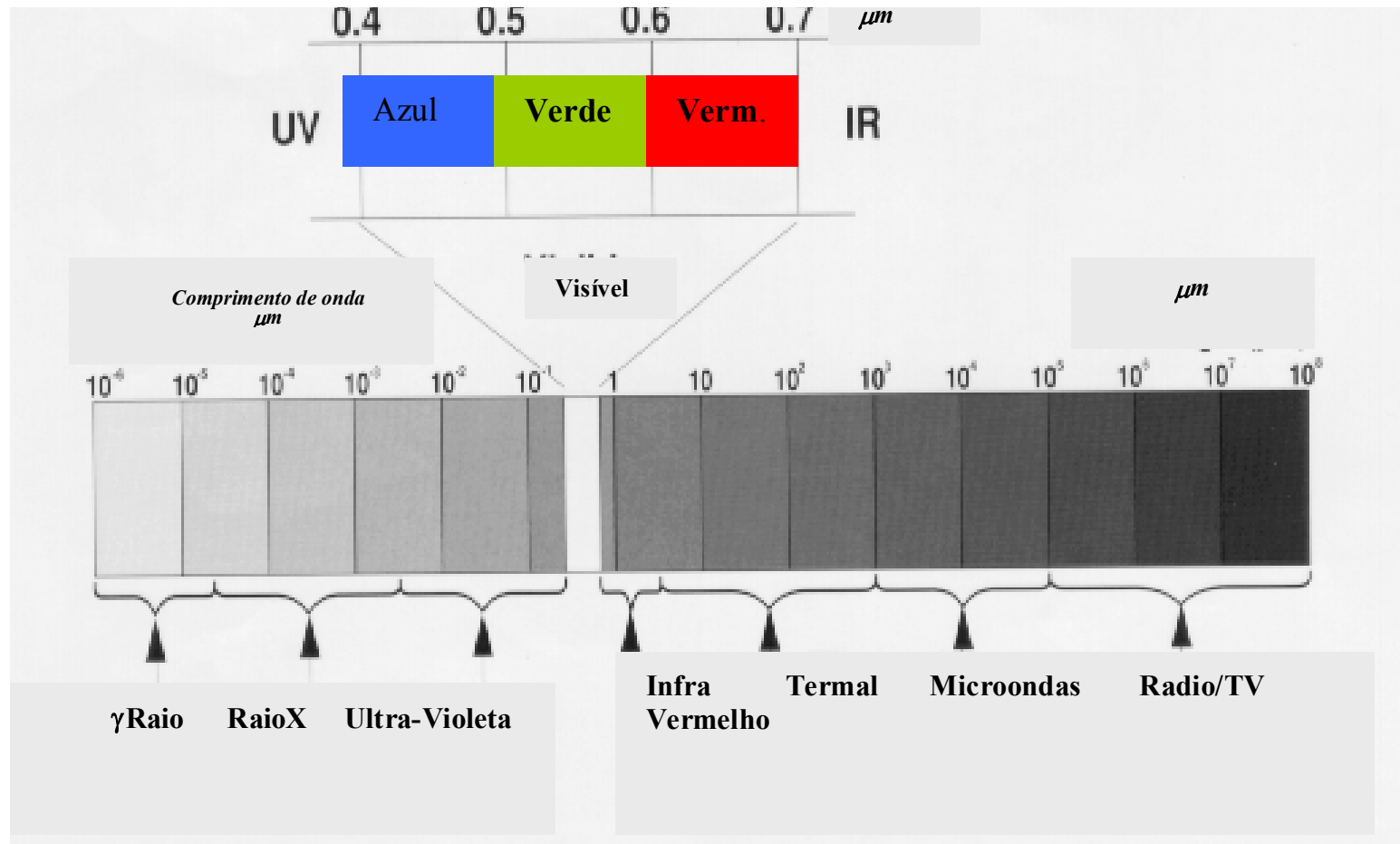
*Os filmes podem ser sensíveis a diferentes faixas ou bandas do espectro eletromagnético*

*O conjunto de comprimentos de onda que compõem a radiação eletromagnética é denominado espectro eletromagnético.*

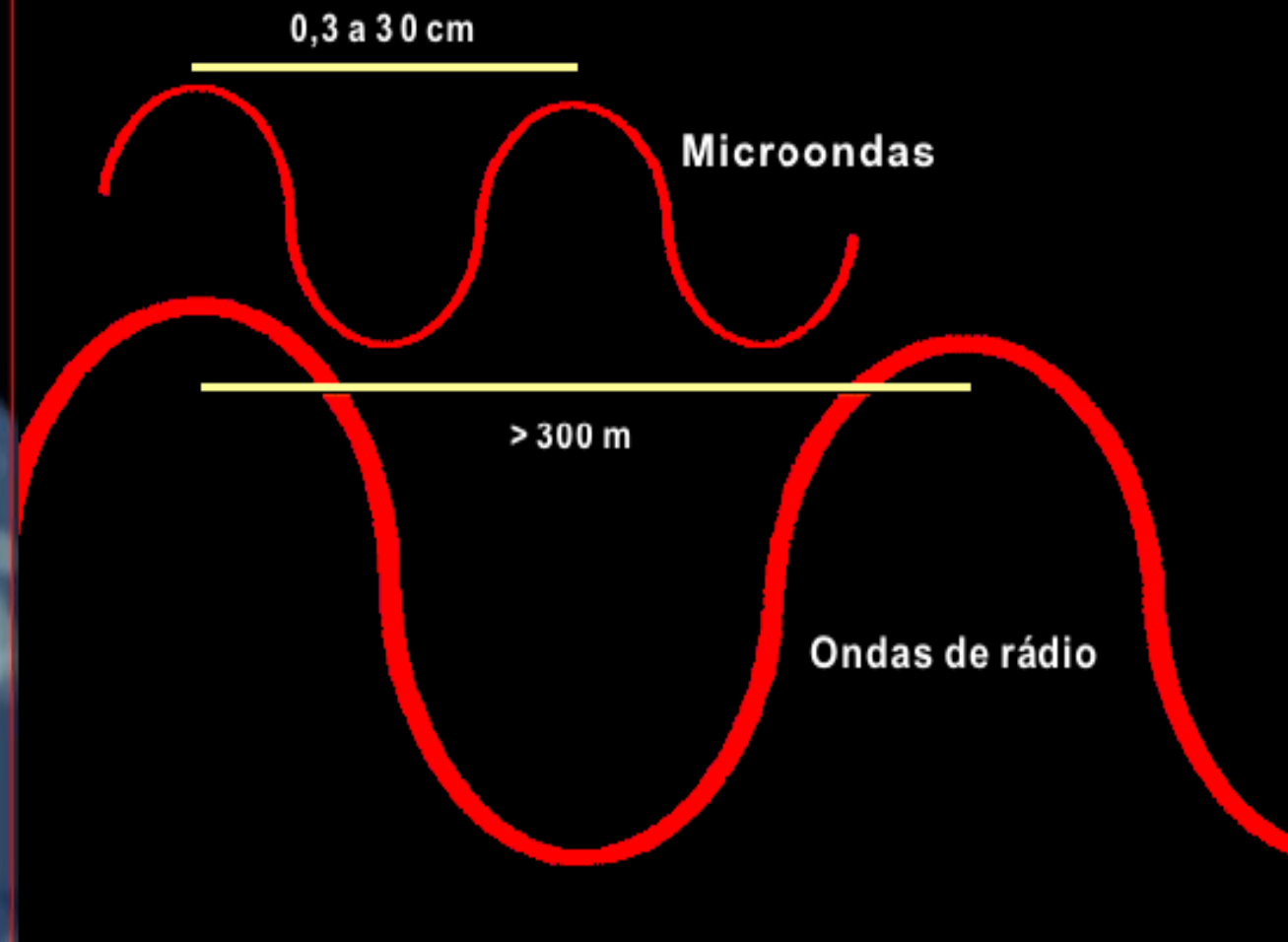


A luz branca é subdividida em diferentes comprimentos de onda do visível até o infravermelho





Para microondas e ondas de rádio, unidades maiores como centímetros, por exemplo, podem ser utilizadas. Um centímetro é 1/100 de um metro. As microondas, como atualmente usadas em sensoriamento remoto, estão compreendidas entre 0,3 a 30 cm. Comprimentos de onda maiores do que as microondas, como

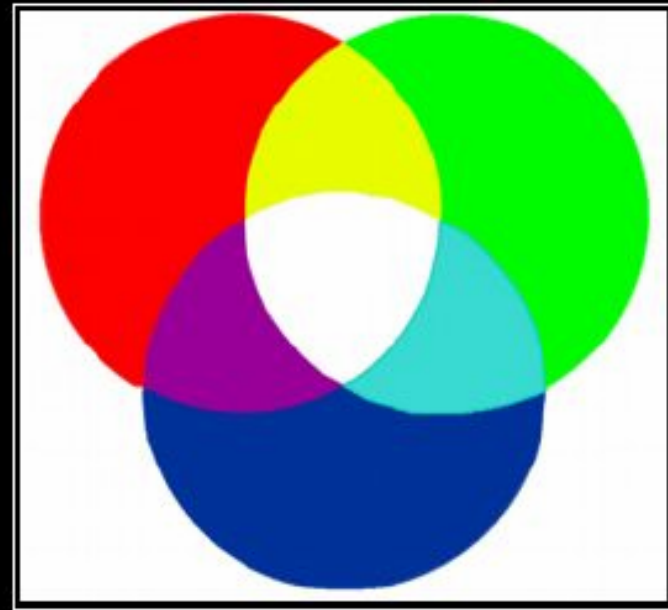


*FONTE: INPE, 2003*

- Os filmes **pancromáticos ou P&B**, abrangem uma um intervalo de  $0,4 \mu\text{m} - 0,7 \mu\text{m}$  . Esta emulsão é a mais amplamente utilizada em fotogrametria e Fotointerpretação;
- A emulsão **colorida** é baseada na combinacao das cores primárias (A-V-V);
- **Infravermelha**: emulsões sensíveis a faixa do espectro entre  $0.7 - 1.5 \mu\text{m}$ . Útil a fotointerpretação.

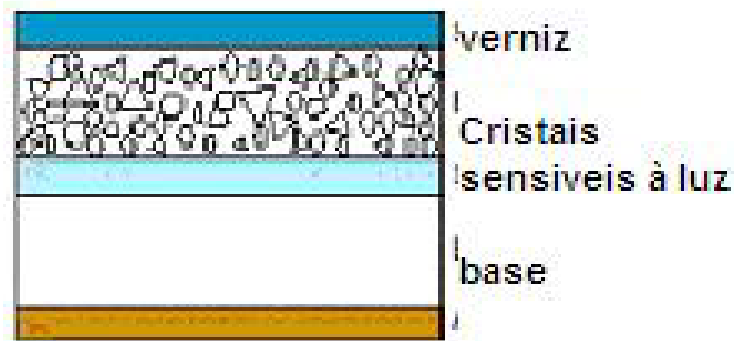
# SISTEMA DE CORES RGB

**V**ermelho, azul e verde são denominadas cores primárias porque todas as outras cores são produzidas pelas várias combinações destes comprimentos de onda.



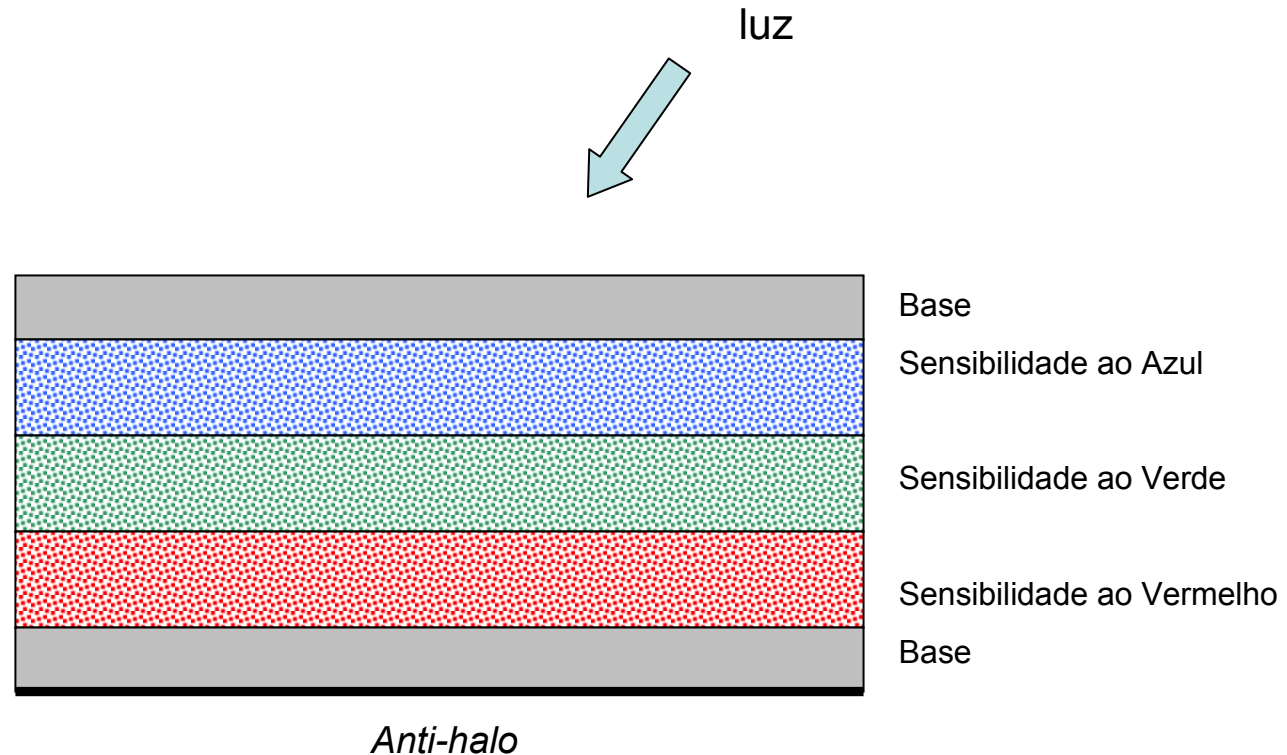
## *Características Espectrais do Filme*

A **sensibilidade** é a medida da quantidade de energia necessária para alterar a densidade do filme. Esta depende do tempo de exposição e refletância do objetos.



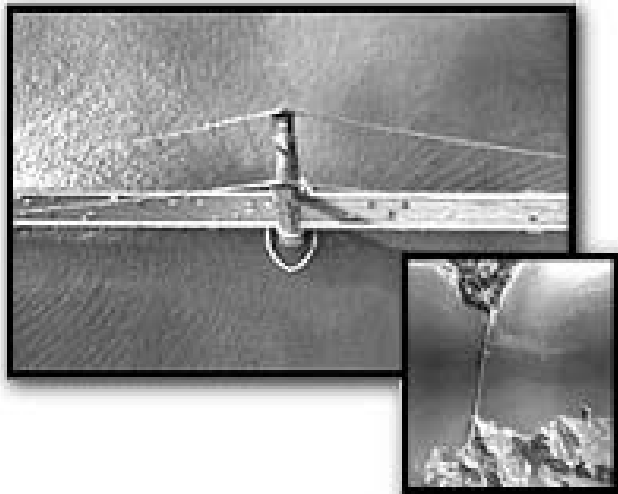
Sensibilidade ESPECTRAL, descreve o intervalo espectral cujo o filme é sensível.

# Filme colorido



A ultima camada da composição do filme é denominada anti-halo. Tem a finalidade de absorver a luz que atravessa a emulsão e a base, impedindo a reflexão da luz

P&B



Infravermelha



Imagem de  
satélite



	<b>Fotografia aérea</b>	<b>Imagem</b>	<b>Mapa</b>
<b>Geometria</b>	Há deslocamentos devido a distorção da câmera e variações do relevo	Há distorções devido a curvatura da terra, inclinação do sensor.	Correto de acordo com escala
<b>Elementos Feições</b>	Objetos visíveis são representáveis	Objetos visíveis são classificáveis	Seleção de feições: temático e topográfico
<b>Mídia</b>	Digital ou analógica	Digital (raster ou matricial), multiespectral.	Digital ou analógica

# CÂMARAS AÉREAS

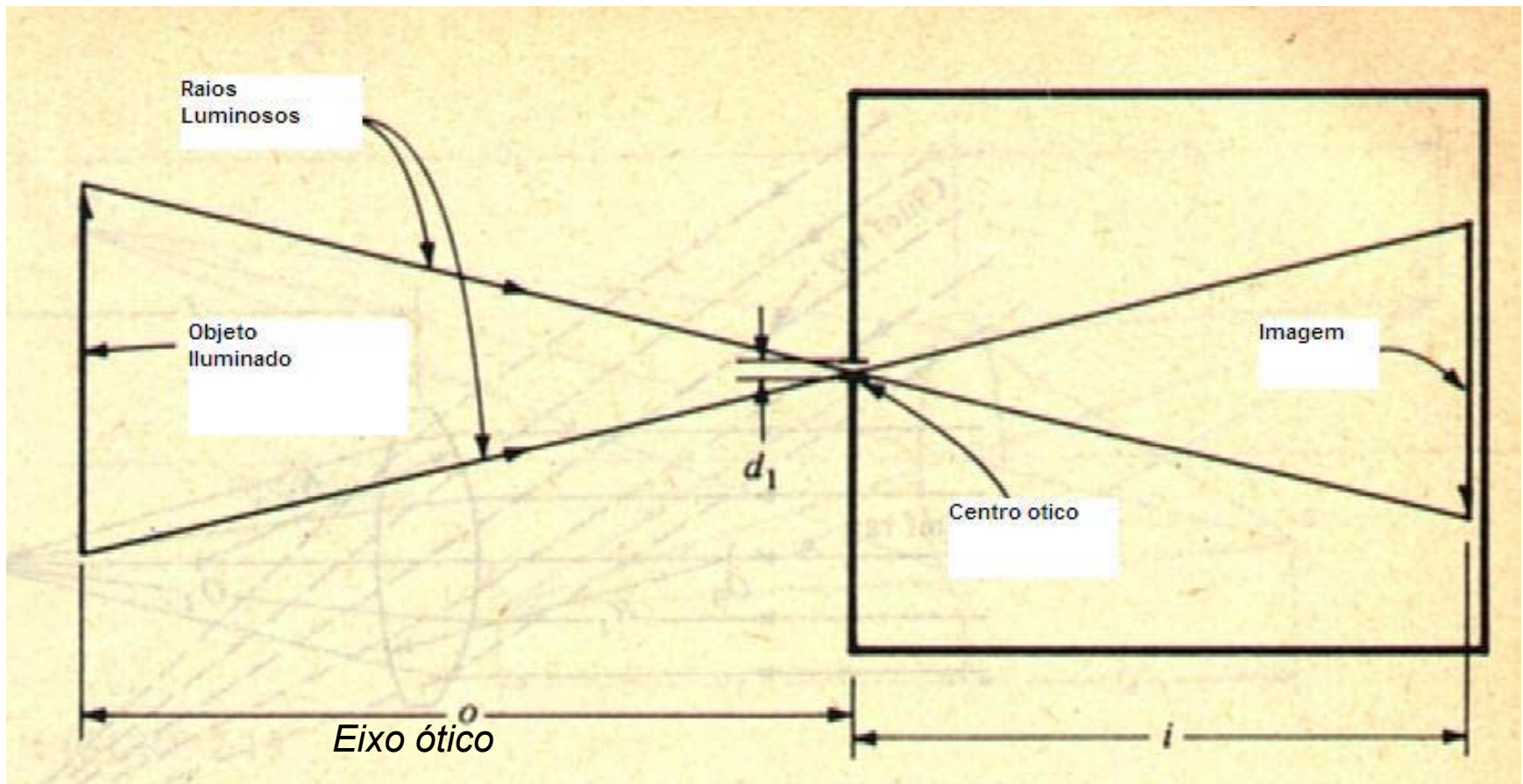
As câmeras aéreas diferem das convencionais pelos seguintes aspectos:

- a) Existência de marcas fiduciais;
- b) Orientação interna conhecida;
- c) Alto padrão geométrico na construção

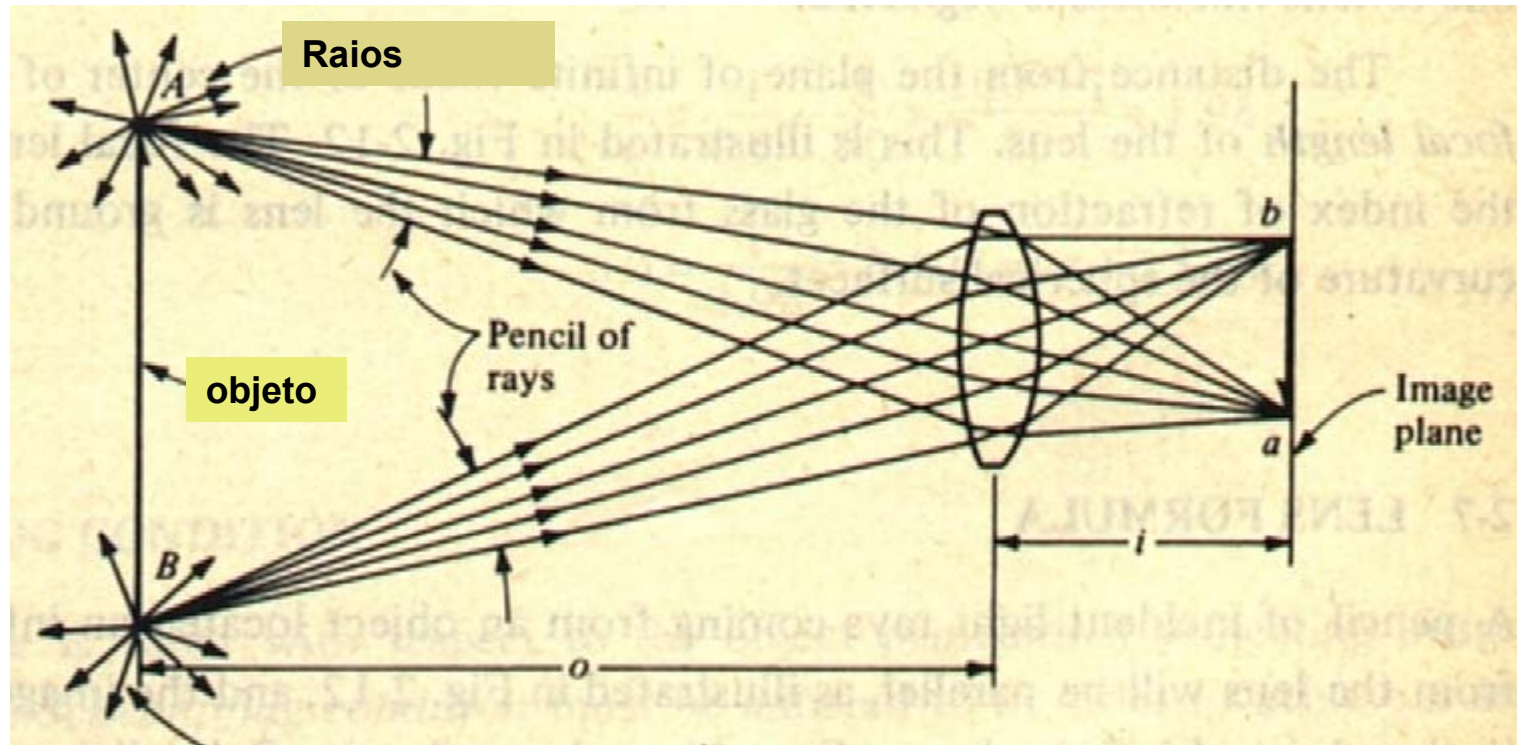
A câmara aérea é um SENSOR remoto ainda hoje mais utilizado.

A câmara é uma imitação grosseira do olho humano que registram informações luminosas.

Base de uma câmara



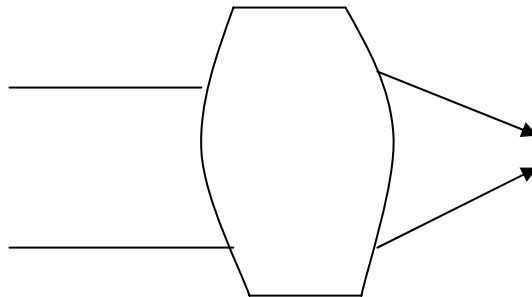
O eixo óptico de uma lente é definido como uma linha que agrupa os centros de curvatura da superfície esférica da lente



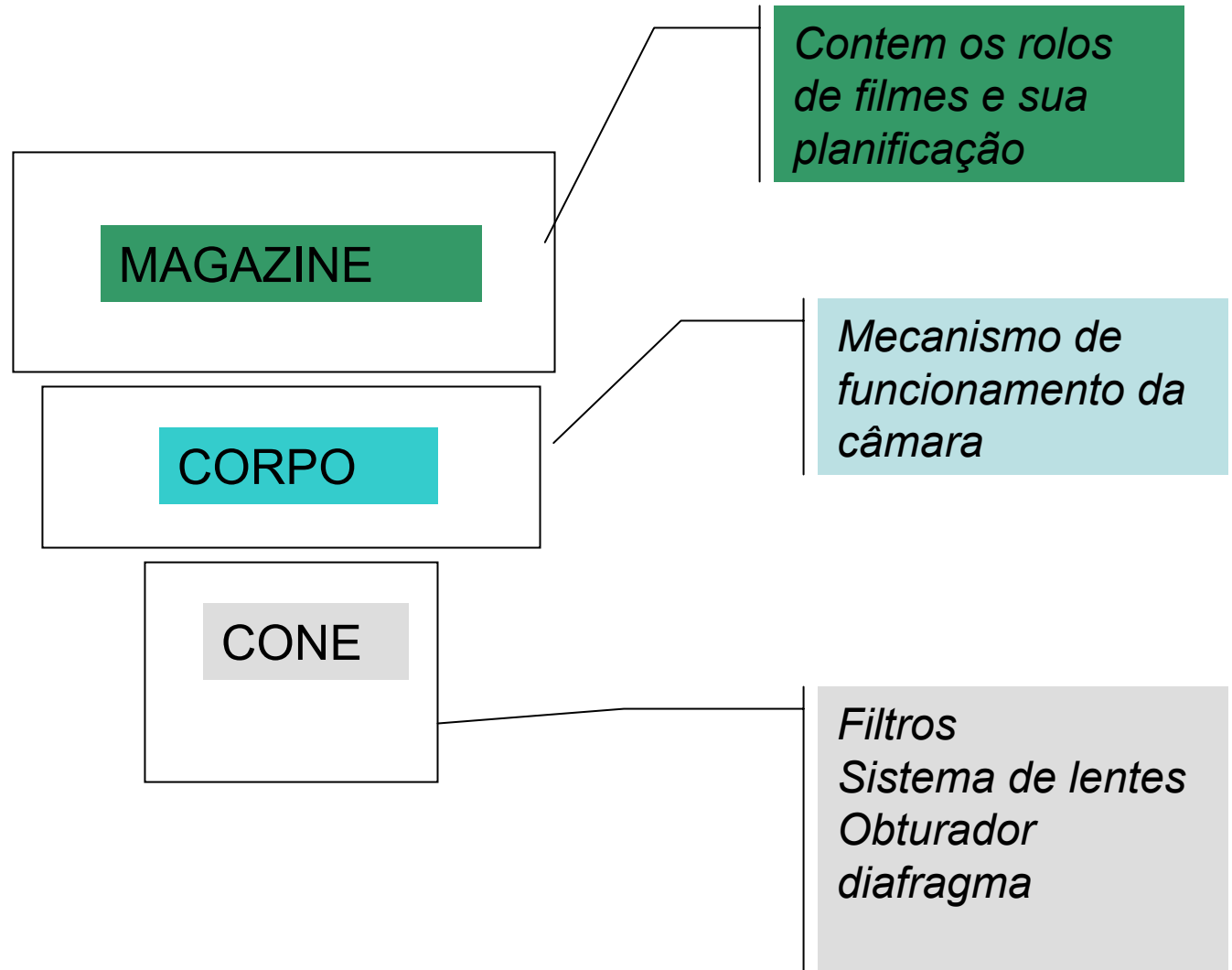
FONTE: WOLF (1982)

As **Lentes** são peças de vidro óptico , de duas faces esféricas ou uma face esférica e outra plana. A função dae em um instrumento fotogramétrico é condensar os raios de luz e levá-los a convergir no foco.

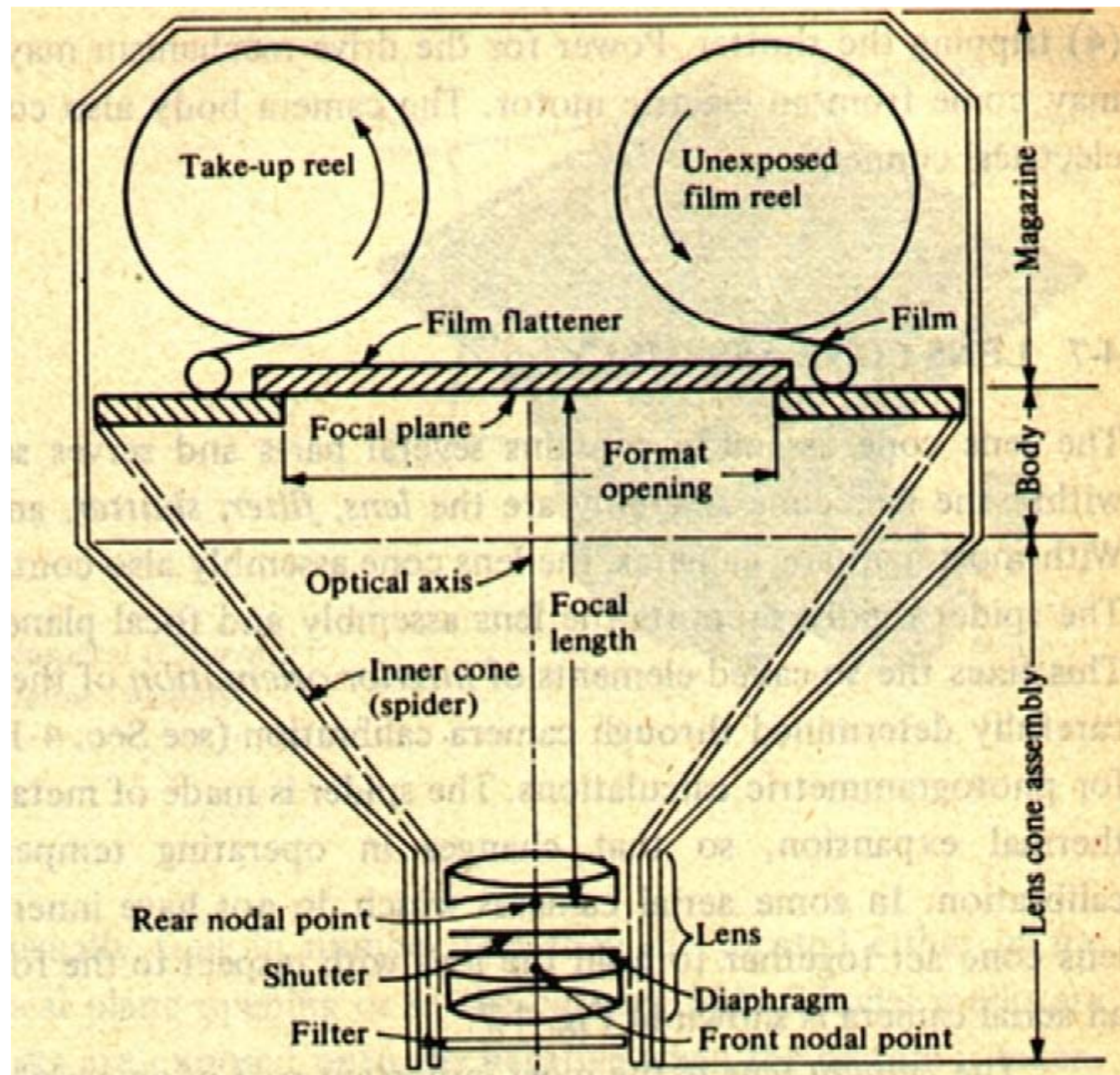
As lentes convergentes produzem imagens reais invertidas, que podem ser recebidas em um anteparo e sensibilizar uma emulsão foto sensível



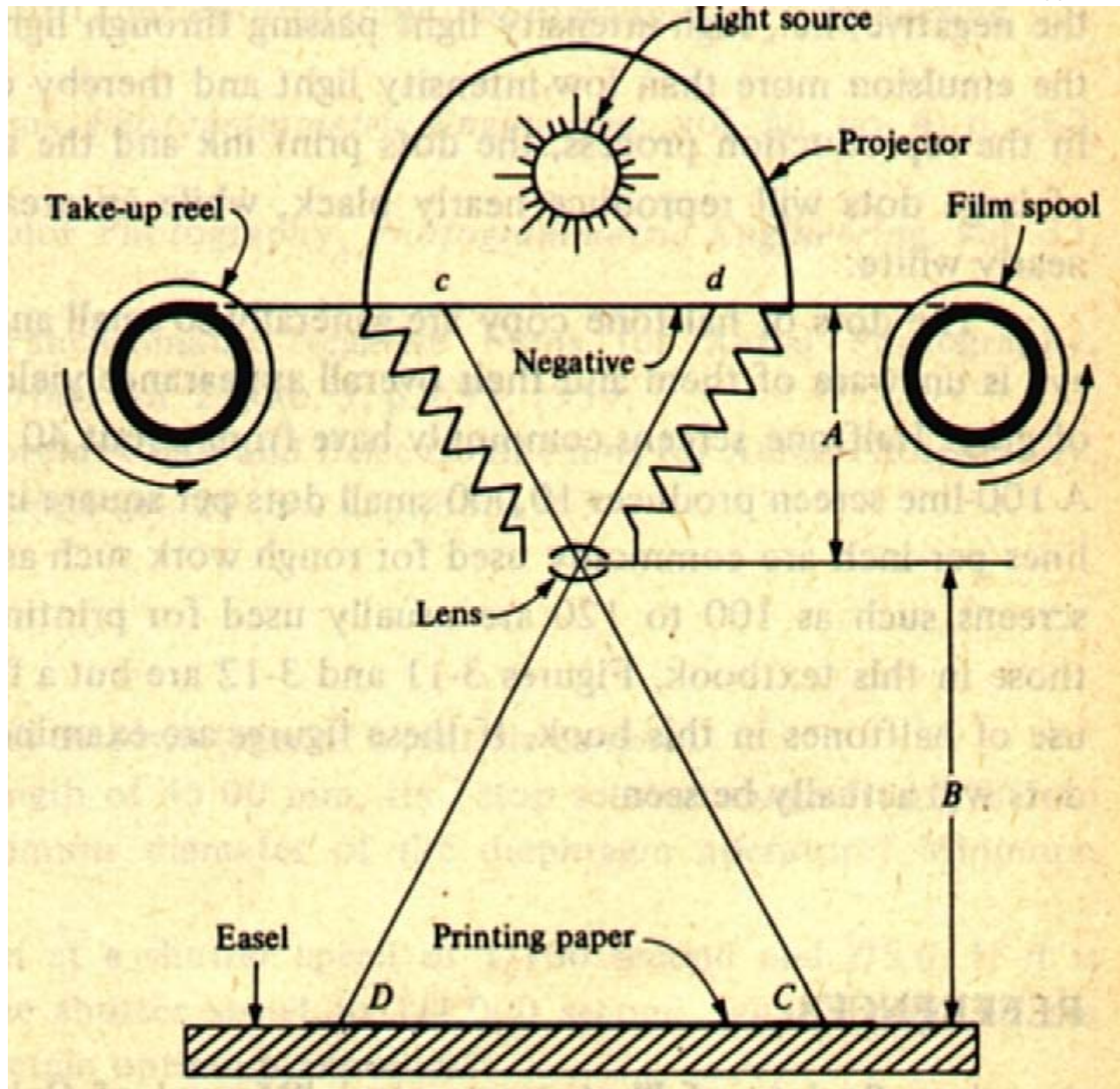
## Componentes da Câmara







FONTE: WOLF (1982)



FONTE: WOLF (1982)



Qual a relação entre o olho humano e os elementos de uma câmara aérea ?

**Filtros**

**Córnea**

**Diafragma**

**Íris**

**Lentes**

**Cristalino**

**Obturador**

**Pálpebra**

# Calibração de Câmaras

É necessário se obter parâmetros geométricos de elementos de orientação interna da câmara. Os elementos de calibração são :

- a)- Distância focal calibrada;
- b)- Posição do ponto principal em relação aos eixos fiduciais;
- c)- Grau de planificação do plano focal;
- d)- Distorção Radial das Lentes;
- e)- Distorção tangencial das Lentes;

# **Câmeras Fotogramétricas Digitais**

As câmeras fotogramétricas digitais são mais um passo altamente revolucionário da fotogrametria e de todo o sensoriamento remoto. Eliminam todo o trabalho de se escanear os filmes, obtêm diretamente vários tipos de imagens, isto é, algumas são multiespectrais, tomando simultaneamente imagens pancromáticas, canais: azul, verde, vermelho e infravermelho próximo.

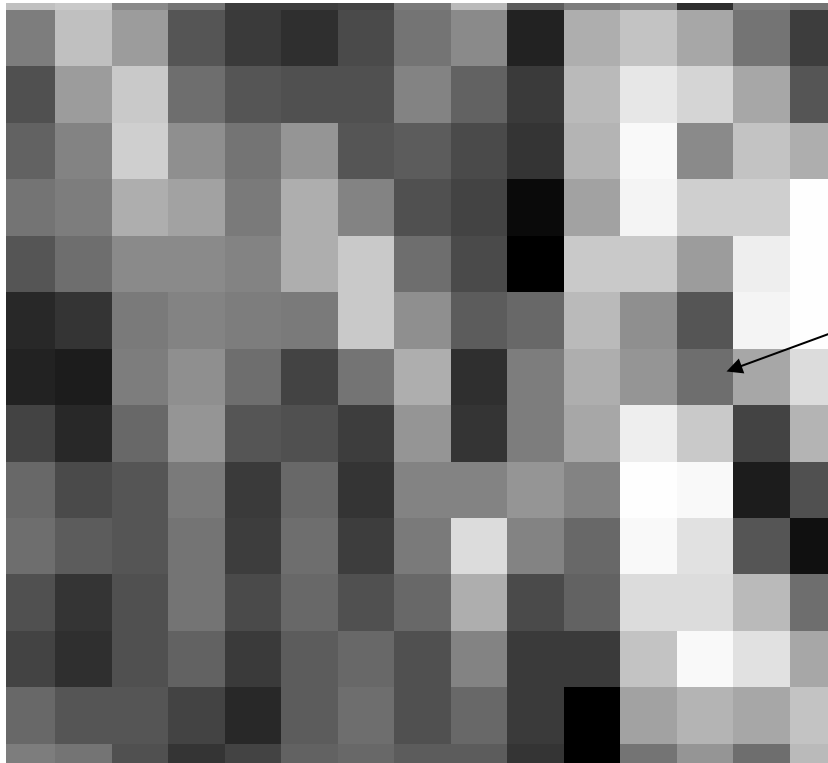
Devido serem sensores CCD de linhas, como os usados pelos satélites da série SPOT, exigem das estações fotogramétricas tratamentos diferentes dos usados nas fotografias de forma quadrada.

A câmera digital não toma uma chapa fotográfica quadrada como as câmeras convencionais de filmes, possui 7 sensores tipo CCD em linha que funcionam:

- 1 – de linha pancromático para trás;
- 2 – de linha pancromático nadiral;
- 3 – de linha pancromático para frente;
- 4 – de linha infravermelho próximo;
- 5, 6 e 7 linhas coloridas, azul, verde e vermelho.

# ESCANERIZAÇÃO

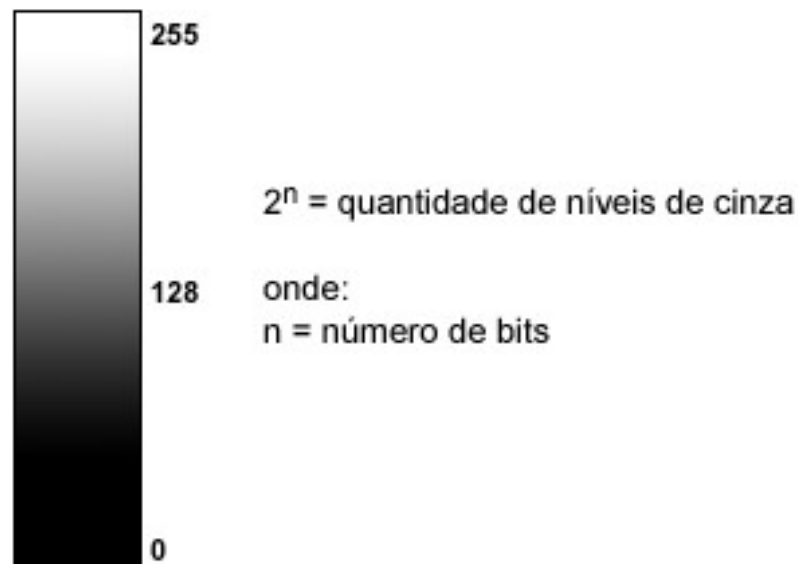
- Sistemas de Fotogrametria Digital e SIG necessitam de imagens digitais.
- A escanerização é a forma mais simples de converter um FILME em meio DIGITAL;
- O brilho da imagem é representado por tons de CINZA ou DIGITAL number;
- No caso de fotografia colorida é separada em R,G,B.



Níveis de Cinza

8 bits: 0-255

O **número de bits** utilizado para armazenar os números digitais define a resolução radiométrica de uma imagem. Esta indica a **quantidade máxima de níveis de cinza** que podem ser utilizados para representar uma imagem. **Quanto maior o número de níveis de cinza, maior é a resolução radiométrica**



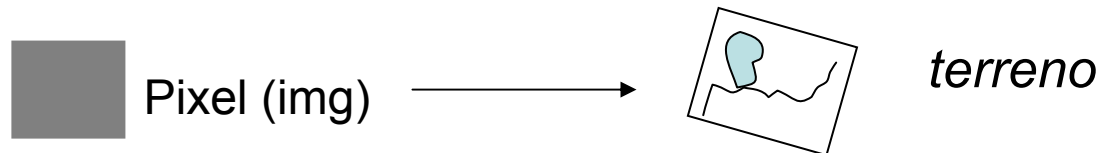
Densidade do Escaner: *Dots per Inch*,  $dpi = 2,54 \text{ cm}$

As fotografias aéreas necessitam de uma boa resolução alta  $dpi$ .

*Escanners comuns: 600 dpi ( $43 \mu\text{m}$ )*

*Escanners Fotogramétricos: 3600 dpi ( $7 \mu\text{m}$ )*

***Resolução espacial*** tamanho do pixel e seu correspondente no terreno.





Considerando a fotografia aérea preta&branca 23 cm x 23 cm, com 600 dpi escaner, resulta num arquivo de:

23 cm= 9' onde  $9 \times 600 = 5.400$  linhas e 5.400 colunas

Com 256 níveis de cinza.

Num escanner fotogrametrico 3600dpi

Tem-se:  $9' \times 3600 = 32.400$  linha 32.400 colunas

Qual a resolução espacial da imagem escanizada?

O tamanho do pixel do terreno pode ser determinado da seguinte fórmula:

Considerando a escala da foto 1: 18.000;

o tamanho do ponto (*dot*): 600dots/inch ou 236 pontos /cm.

Logo um ponto é: 0,004cm ou 0,04mm.

A Resolução do pixel no terreno será:  $0.04 \text{ mm} \times 18.000 = 720 \text{ mm}$  ou 72 cm