

Sensoriamento Remoto Aplicado à Geografia

Sensores

Prof. Dr. Fernando Shinji Kawakubo

Registro da REM

- ❖ A REM ao interagir com o objeto sofre reflexão, absorção e transmissão.
- ❖ A parcela da REM refletida que chega no sensor (fluxo radiante) é convertida em um sinal.
- ❖ O sensor registra o sinal (fluxo radiante proveniente do alvo) de maneira ANALÓGICA ou ELETRÔNICA.
- ❖ O Fluxo radiante é expresso em unidade física, que posteriormente é convertido em unidades de bits.

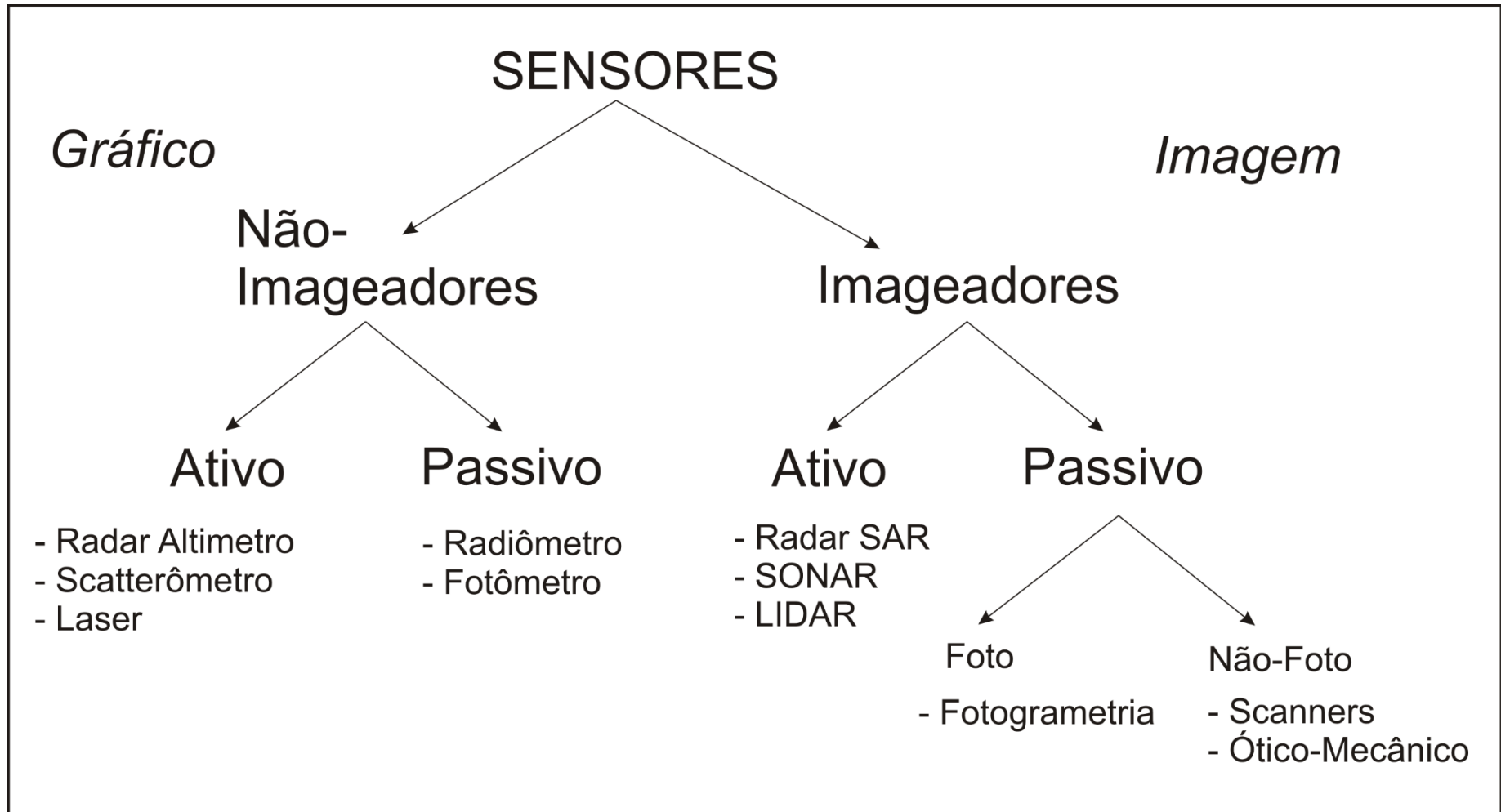
Registro da REM

Definição de SENSOR

- ❖ Equipamento utilizado para para captar a REM proveniente dos diferentes objetos e transformar esta radiação em algum sinal passível de ser interpretado;
- ❖ Focalizar a REM proveniente de um objeto sobre um sistema de dispersão (prisma, rede de difração), capaz de decompor a REM em diferentes comprimentos de onda;
- ❖ Detectar a REM em cada comprimento de onda;

Registro da REM

Classificação de SENSORES quanto ao tipo de instrumento

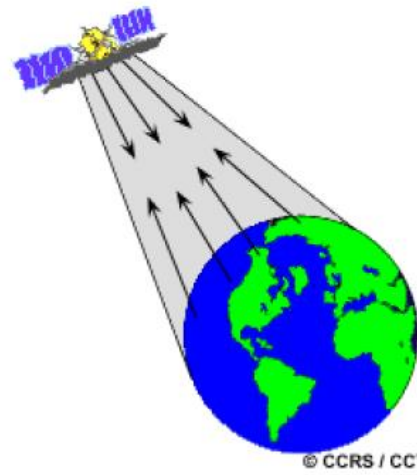
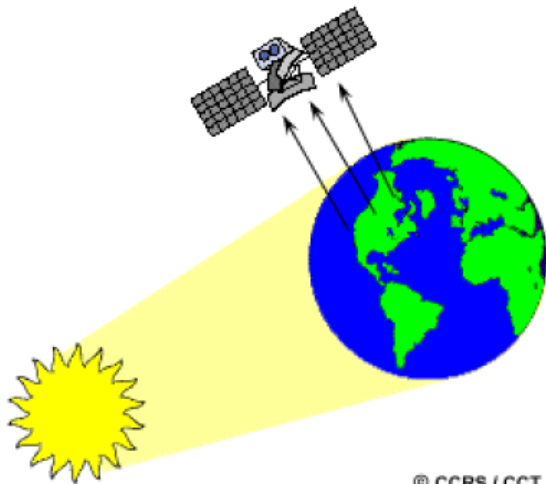


Registro da REM

Tipos de SENSORES (Fonte de Radiação)

Sensores Passivos: utilizam a radiação solar refletida ou emitida. Ex. Fotografia aérea, videografia, imagens adquiridas no visível e infravermelho.

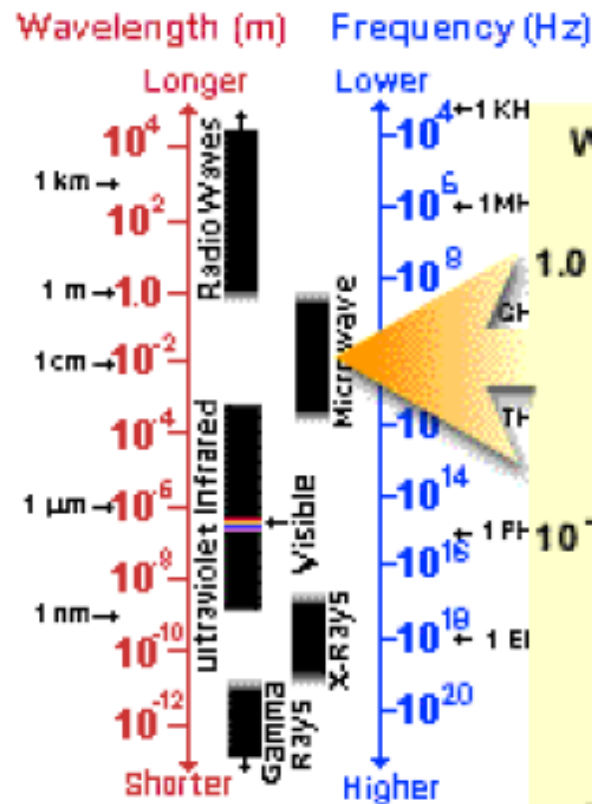
Sensores Ativos: possuem fonte própria de energia. Ex. Sistema de radar SAR, LIDAR etc. Os sistemas SAR (radar de abertura sintética) operam nas faixas das microndas.



Radar (Radio Detecting and Ranging) de Abertura Sintética – SAR (Synthetic Aperture Radar)

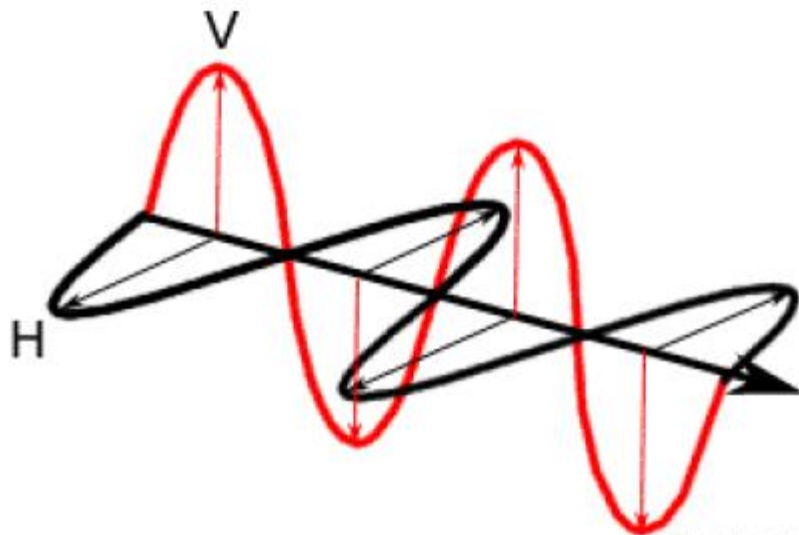
- ❖ Opera na faixa de comprimento de onda das micro-ondas.
- ❖ Imageamento em visada lateral.
- ❖ Mede rugosidade, geometria, umidade e propriedades elétricas dos objetos.
- ❖ Sofre pouca interferência dos efeitos atmosféricos.
- ❖ Capacidade de penetração da radiação.
- ❖ Polarização da onda.
- ❖ RADAMBRASIL

Faixas das micro-ondas



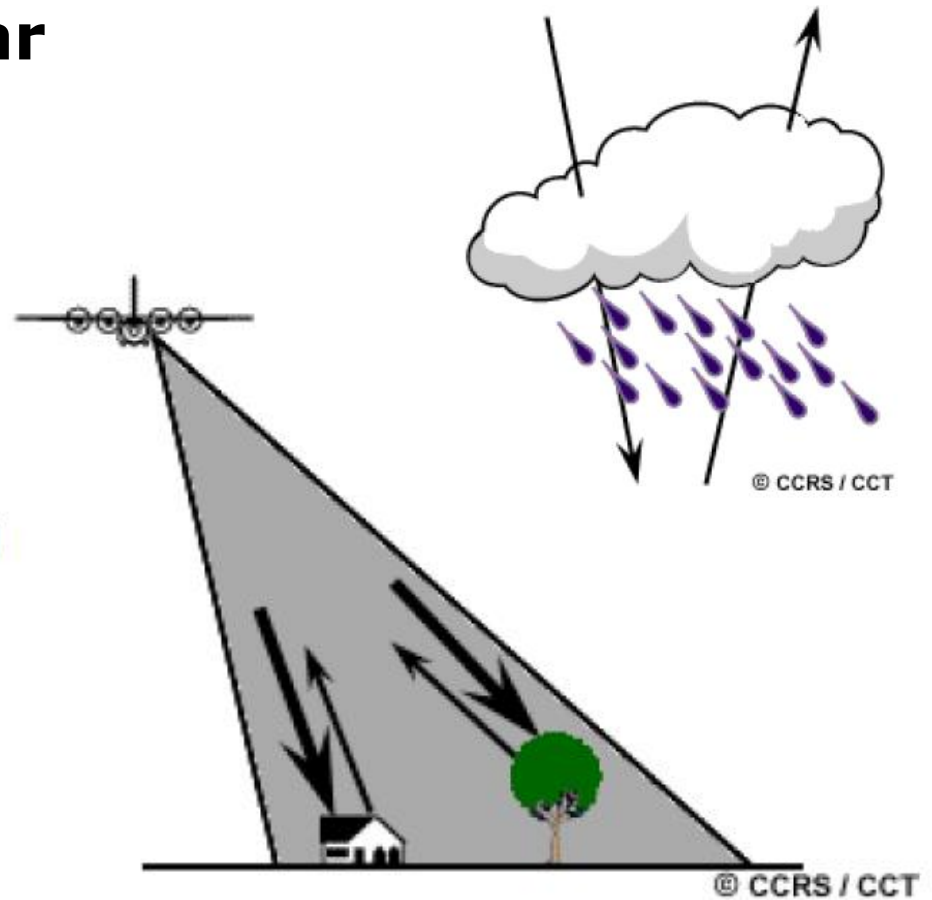
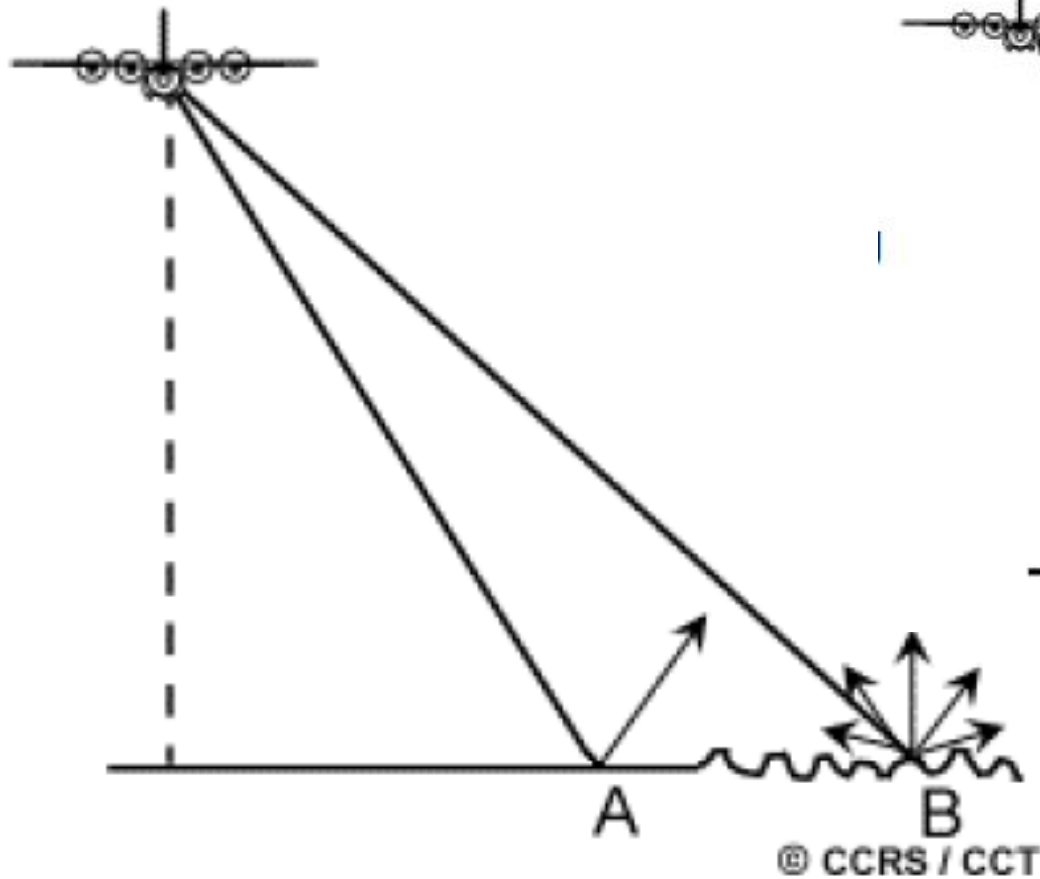
Microwaves

Wavelength (metres)	Frequency (GHz)
P-band 30-100 cm	0.3
L-band 15-30 cm	1
S-band 7.5-15 cm	2
C-band 3.75-7.5 cm	4
X-band 2.4-3.75 cm	8
KU-band 1.67-2.4 cm	12.5
K-band 1.1-1.67 cm	18
Ka-band 0.75 - 1.1 cm	26.5
millimetre band	40
sub-millimetre band	



Polarização
H = Horizontal
V = Vertical

Imageamento por Radar



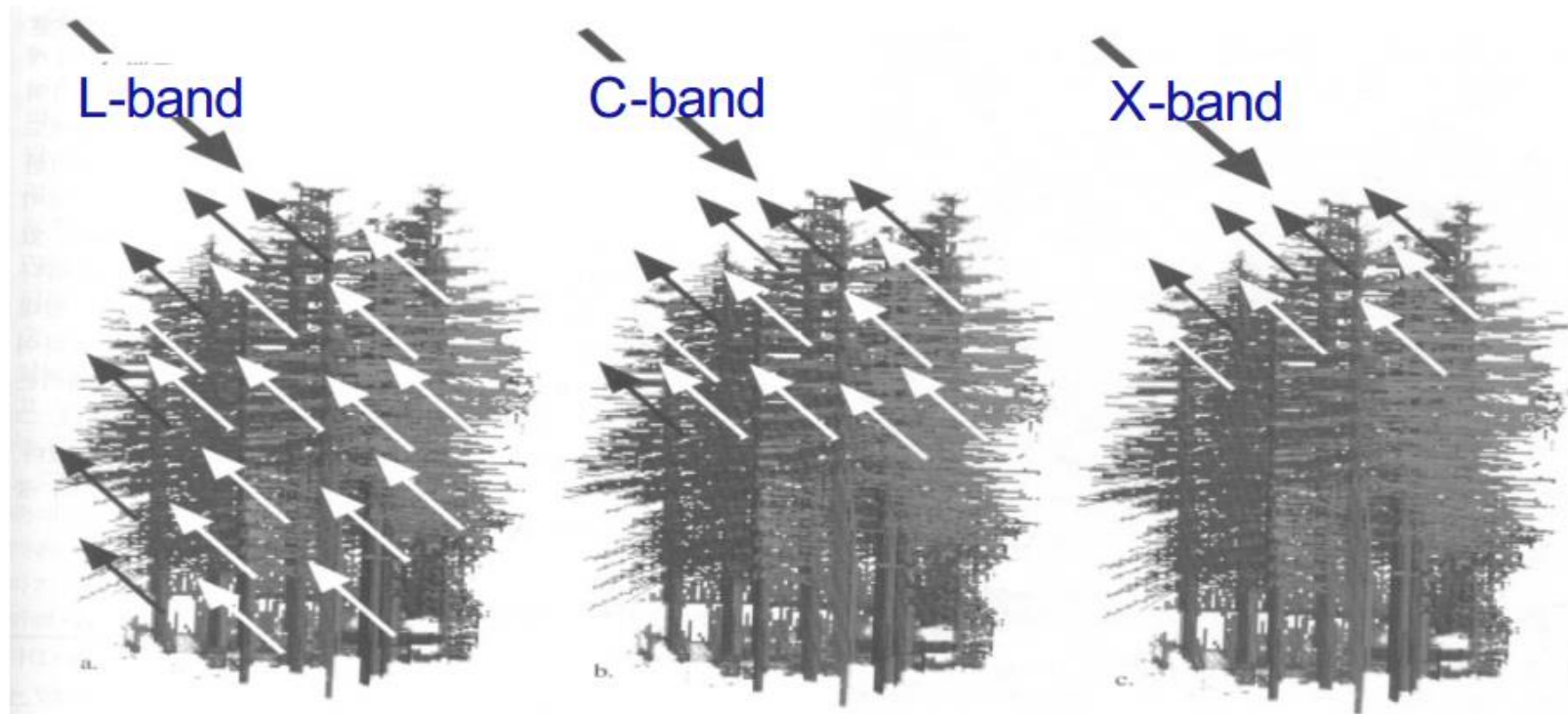
Superfície lisa = pouco retorno de sinal para a antena SAR.
Superfície rugosa = maior retorno de sinal para a antena SAR.

Principais Sistemas Orbitais SAR

Tabela 1. Principais sistemas orbitais com SAR. Melhor resolução em metros (range; azimuth).
Do SEASAT ao PALSAR-1 as missões foram completadas (fonte: atualização de Ouchi 2013).

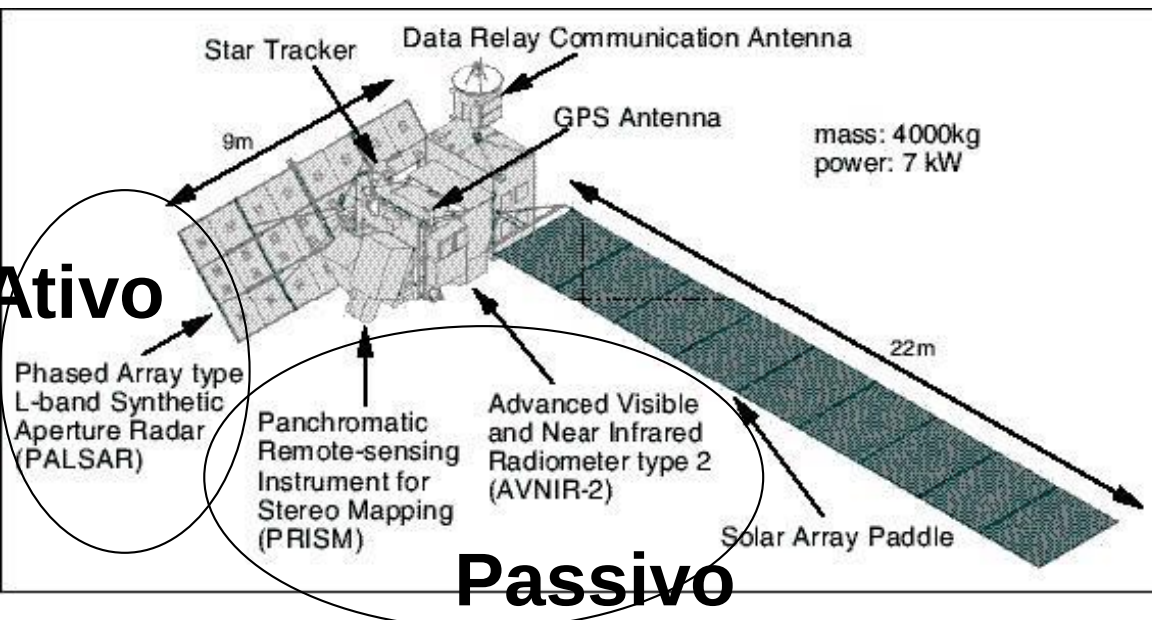
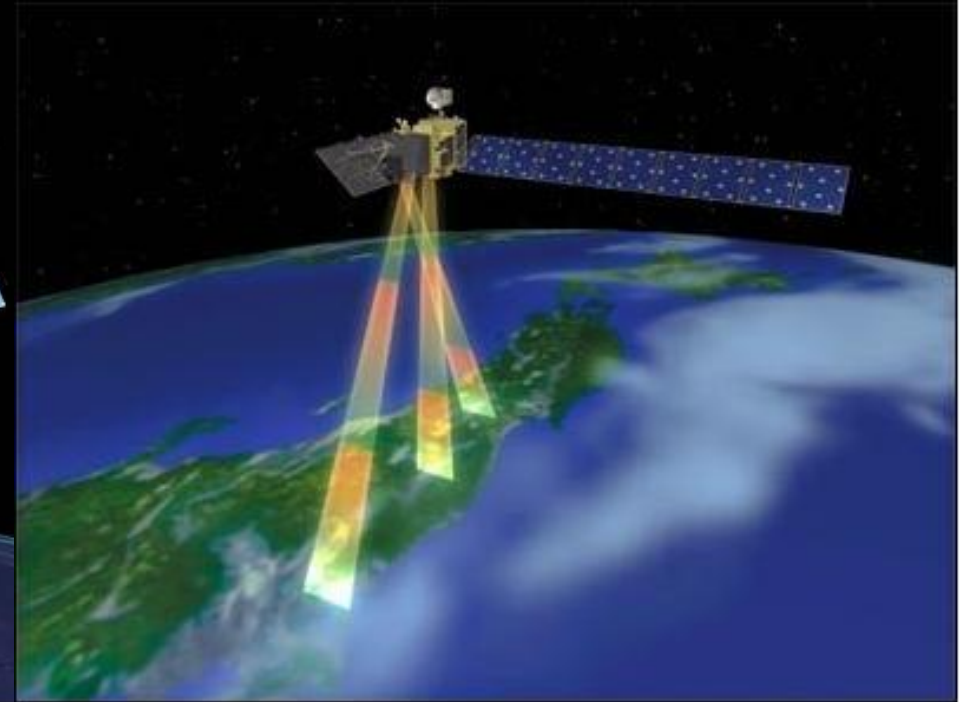
satélite	agência/país	ano	banda	resolução	polarização	peso kg
SEASAT	NASA/EUA	1978	L	6; 25	HH	2.290
SIR-A	NASA/EUA	1981	L	7; 25	HH	idem
SIR-B	NASA/EUA	1984	L	6; 13	HH	idem
ERS-1	ESA	1991	C	5; 25	VV	2.400
ERS-2	ESA	1995		5; 25	VV	2.400
ALMAZ	URSS	1991	S	8; 15	HH	3.420
JERS-1	NASDA/Japão	1992	L	6; 18	HH	1.400
SIR-C/ X-SAR	NASA/EUA, DLR/Alemanha ASI/Itália	1994	L, C X	7, 5; 13 6; 10	Quad VV	11.000
RADARSAT-1	CSA/Canadá	1995	C	8; 8	HH	3.000
SRTM	NASA/EUA DLR/Alemanha	2000	C X	15; 8 8; 19	Dual VV	13.600
ASAR	ESA	2002	C	10; 30	Dual	8.211
PALSAR-1	JAXA/Japão	2006	L	5; 10	Quad	3.850
SAR LUPE	Alemanha	2006/08	X	0,5; 0,5	Quad	770
RADARSAT-2	CSA/Canadá	2007	C	3; 3	Quad	2.200
Cosmo-Skymed	ASI/Itália	2007-10	X	1; 1	Quad	1.700
TerraSAR-X	DLR/Alemanha	2007	X	1; 1	Quad	1.230
TanDEM-X	DLR/Alemanha	2009	X	1; 1	Quad-	1.230
RISAT-1	ISRO/INDIA	2012	C	3; 3	Quad	1.858
KOMPSAT-5	KARI/Coreia Sul	2013	X	1; 1	Quad	1.400
SENTINEL-1	ESA	2014	C	5; 5	Dual	2.300
PALSAR-2	JAXA	2014	L	3, 1	Quad	2.000

Poder de Penetração do Radar SAR

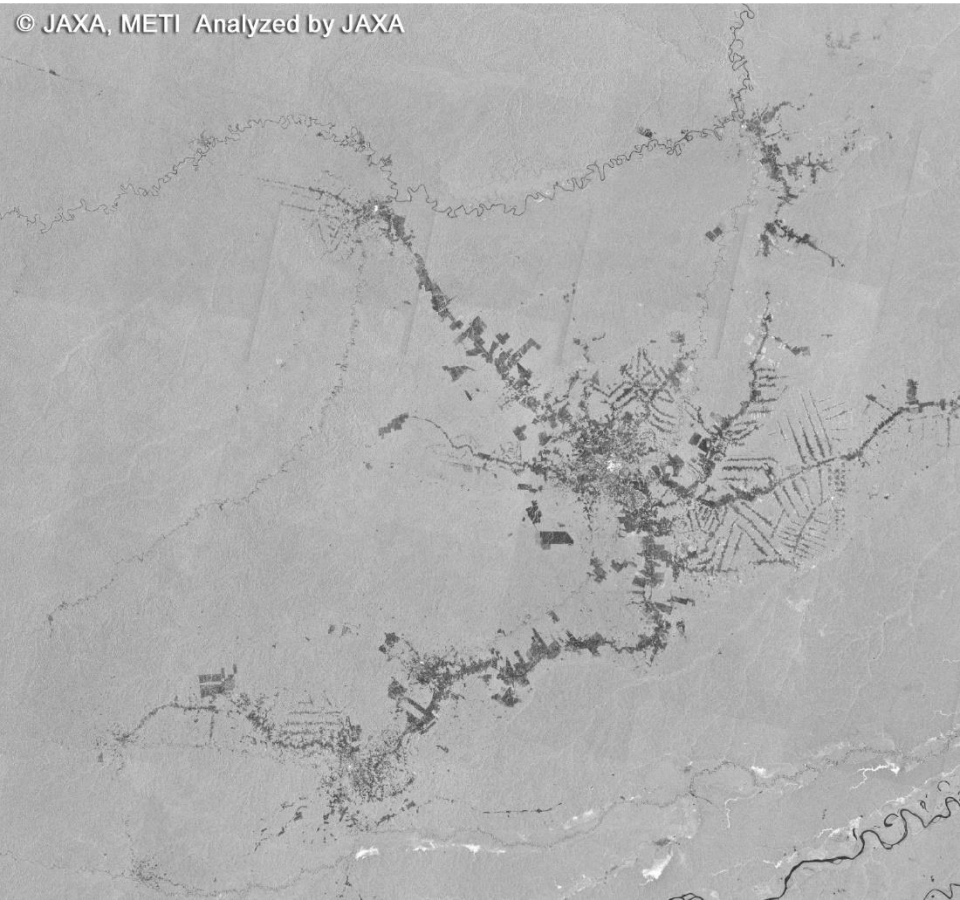


ALOS

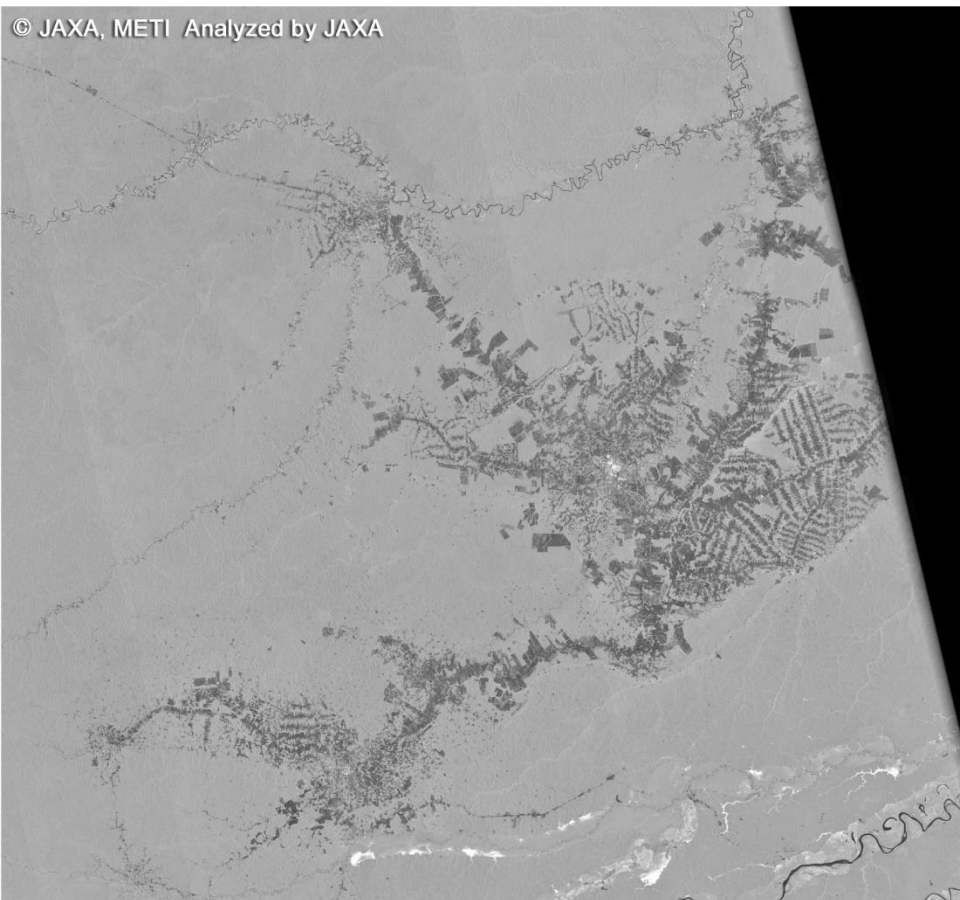
VÁRIOS SENSORES: PASSIVO E ATIVO



Imagens de Radar do JERS e PALSAR na Amazônia Brasileira



JERS-1995



ALOS-PALSAR-2006

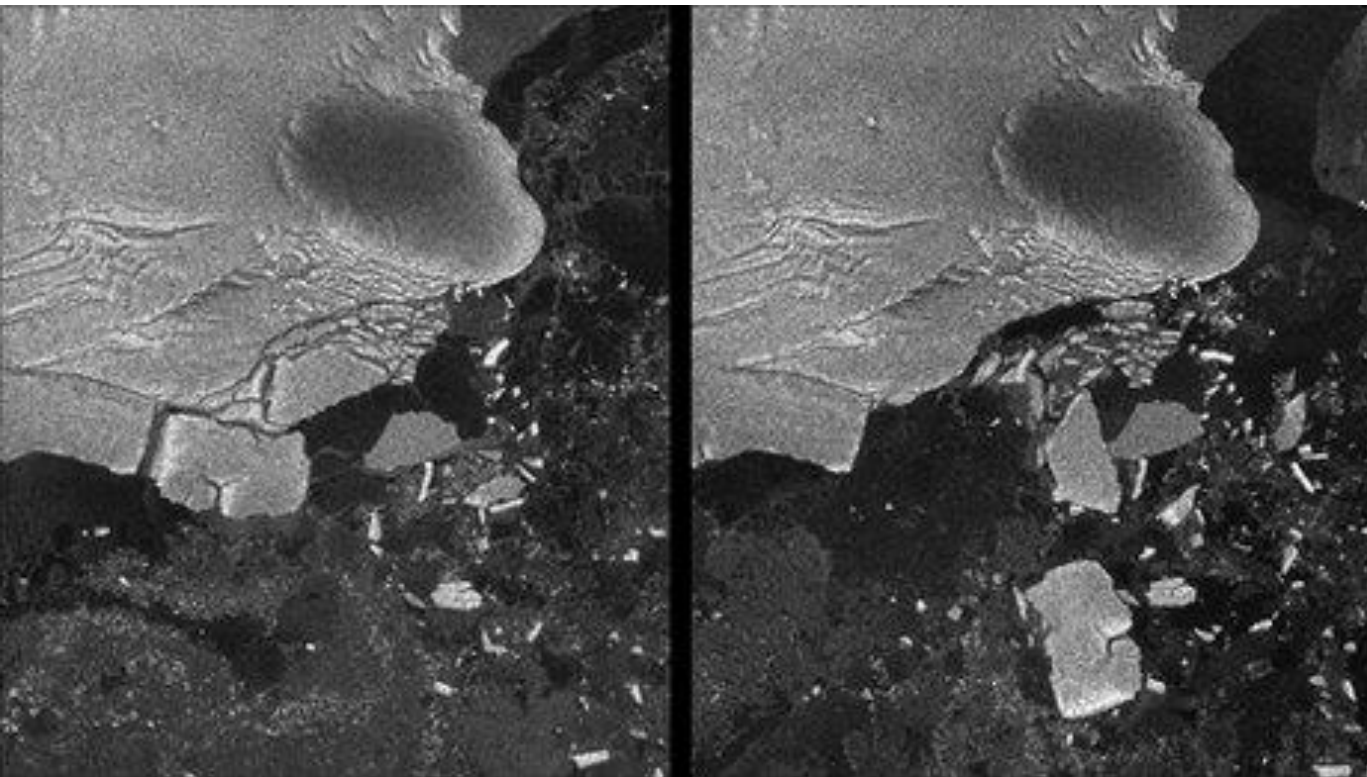
RADARSAT



Exsudações de óleo
(manchas pretas circulares)
detectadas em imagem
RADARSAT ScanSAR Narrow
do Green Canyon, Golfo do Mexico

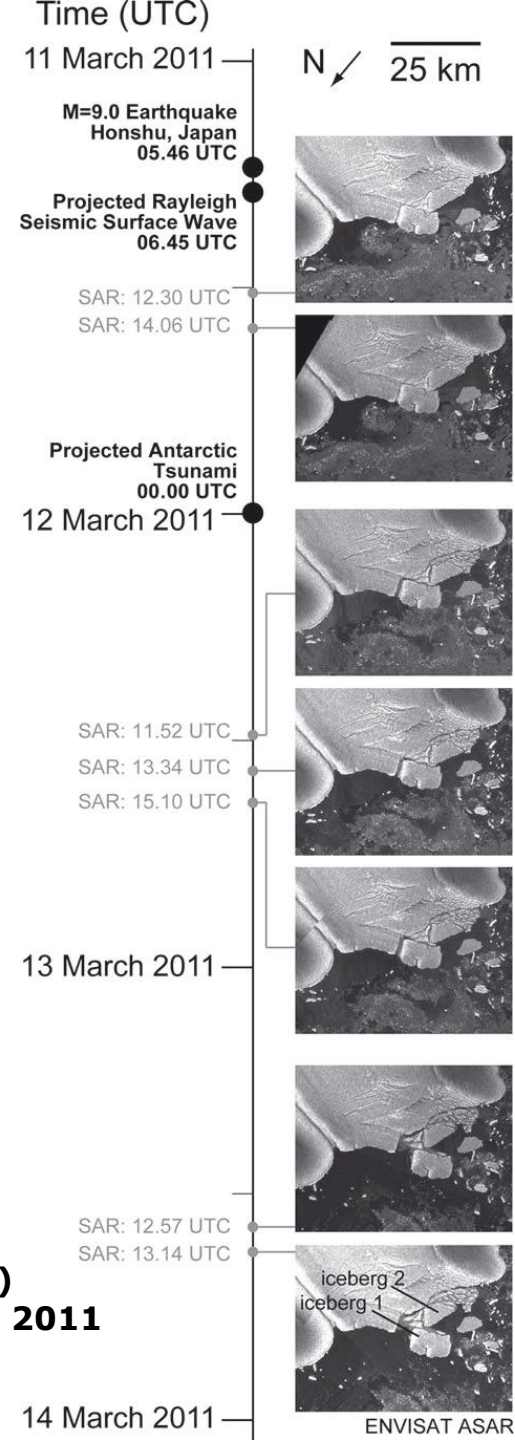
http://www.threetek.com.br/oleo_apl.php

ENVISAT ASAR

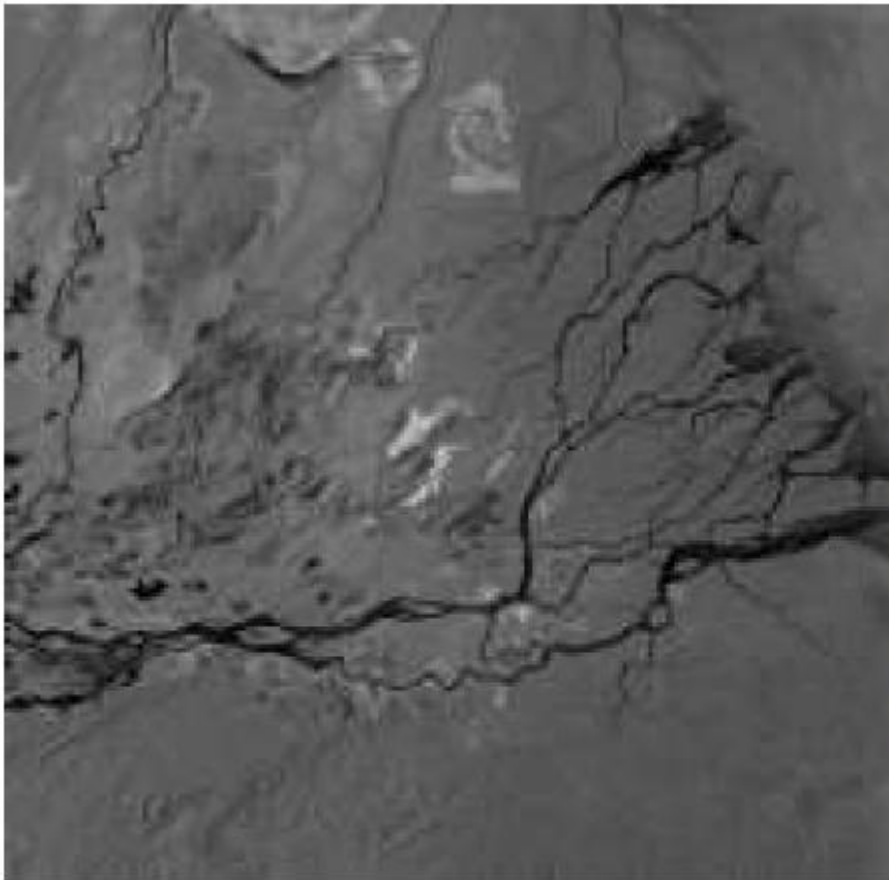


**Images captured by Envisat on 12 (l) and the 16 (r)
of March show ice breaking off into the sea**

**BRUNT et al. Antarctic ice-shelf calving triggered by the Honshu (Japan)
earthquake and tsunami, March 2011. Journal of Glaciology, Vol. 57, No. 205 2011**



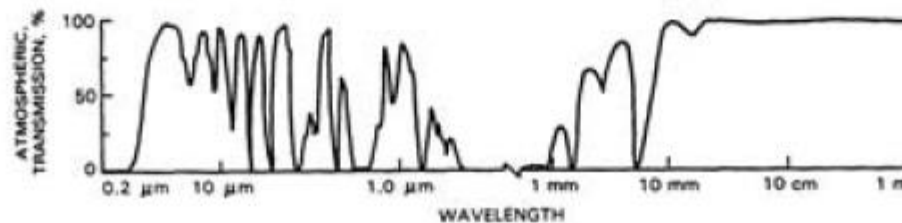
Pouca Interferência Atmosférica



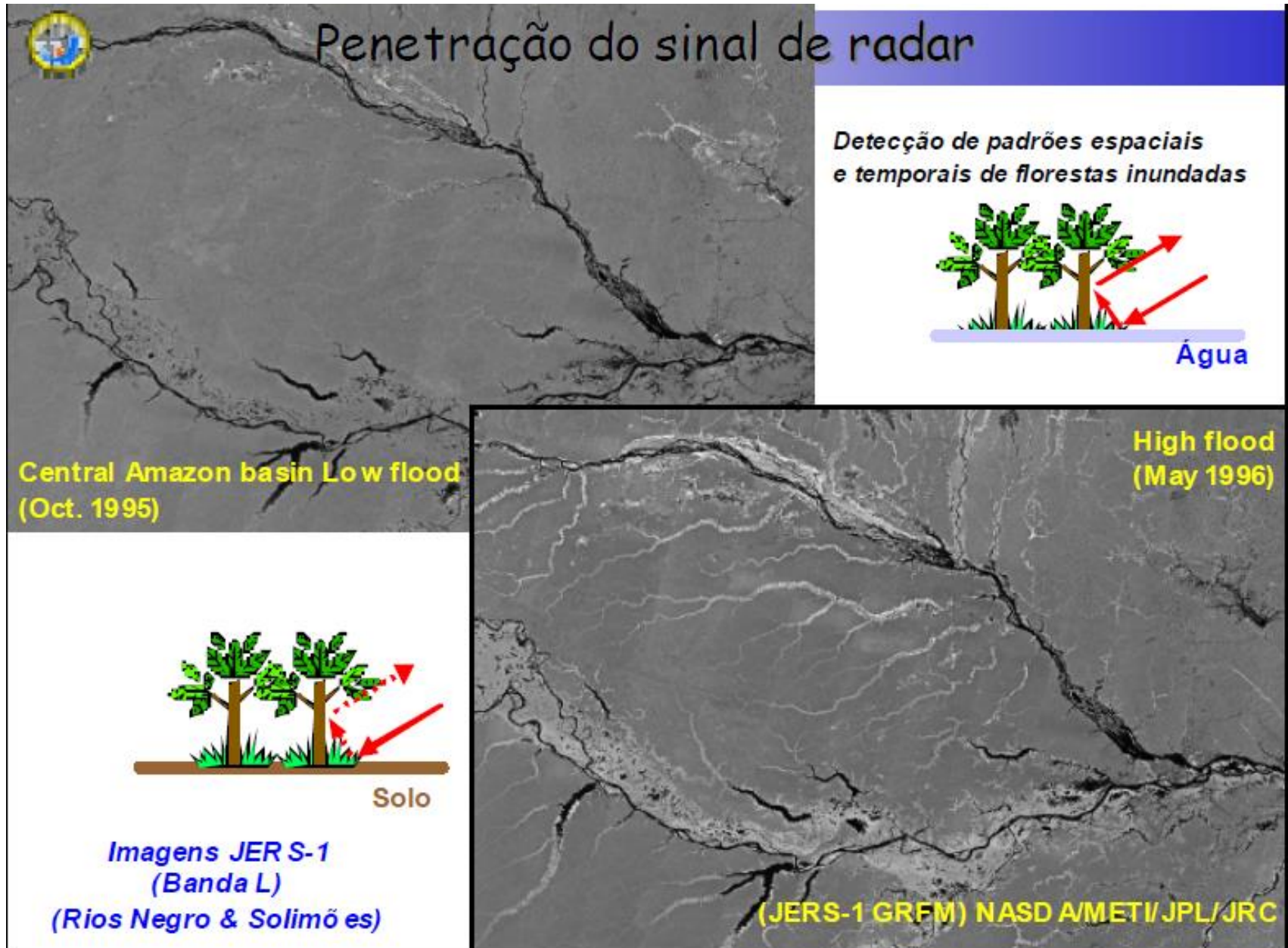
Radarsat -Banda-C



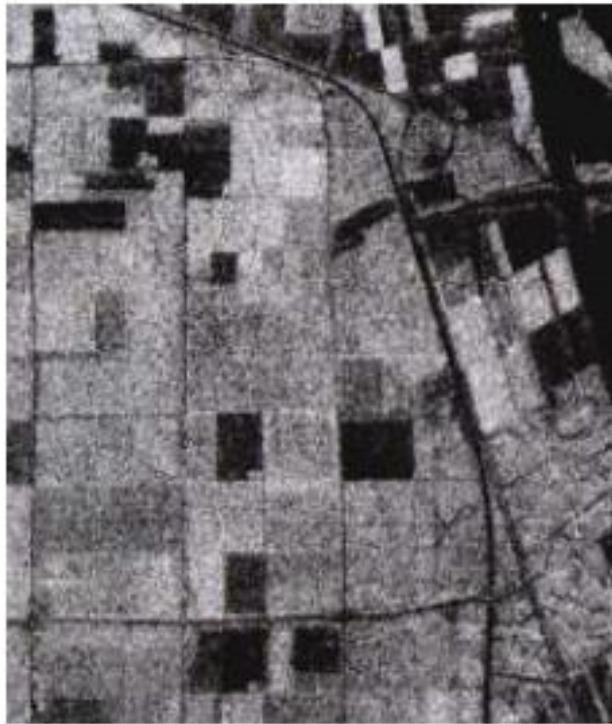
Landsat - TM 345



Penetração e Interação com a Água



Polarização HH em diferentes bandas



C-HH ($\lambda \approx 5$ cm)



L-HH ($\lambda \approx 23$ cm)



P-HH ($\lambda \approx 70$ cm)

Frevoland - Holanda (AirSAR - NASA/JPL)

Composição RGB com diferentes polarizações

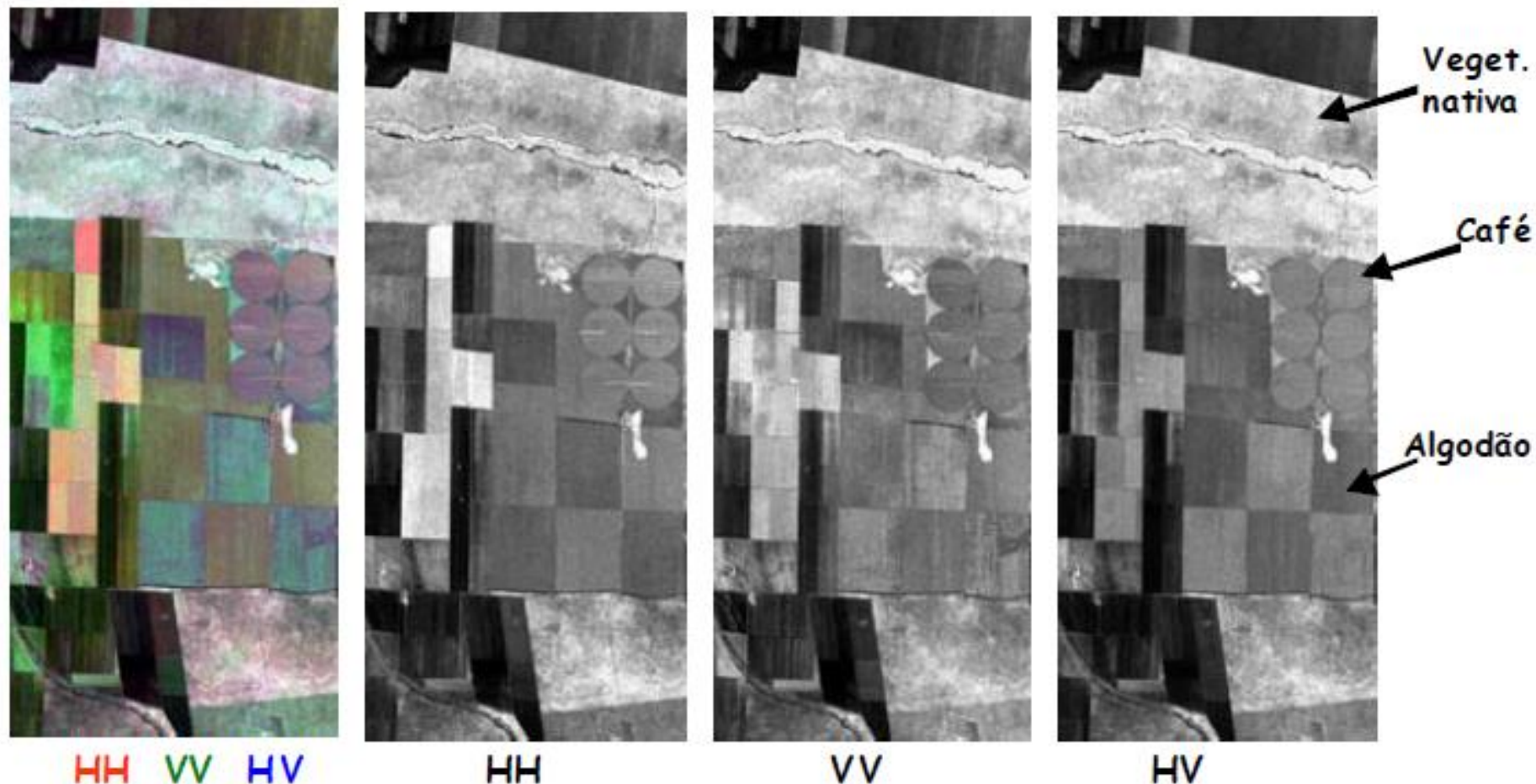


Imagem Polarimétrica do sensor R99B (SIPAM) banda L
- Região de Barreiras (BA)

PRINCIPAIS TIPOS DE SISTEMAS SENSORES

- ❖ Câmeras Fotográficas
- ❖ Scanners (Sistemas de Varredura Eletrônica)
- ❖ Radares Imageadores SAR

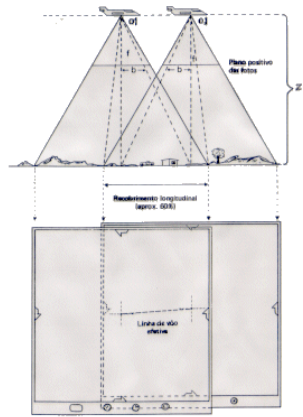
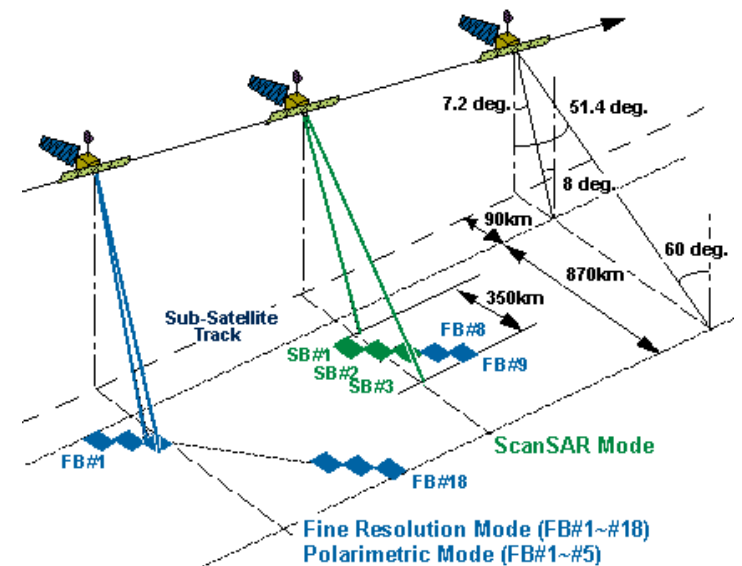
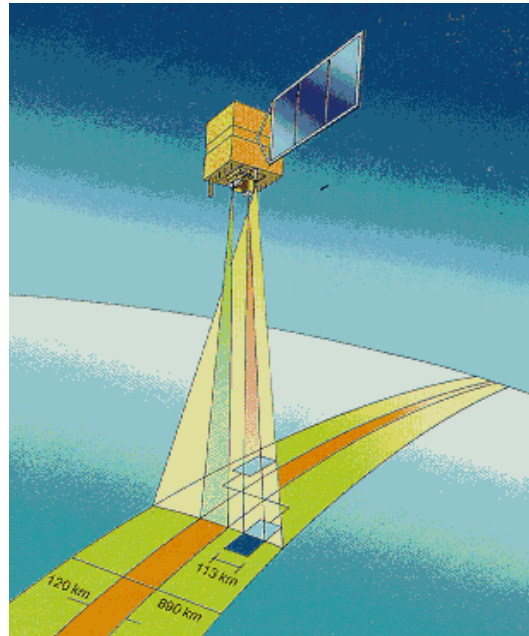
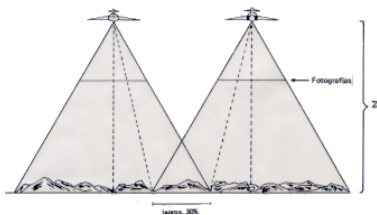


fig. 4.3 - Recobrimento longitudinal



WHERE IS THE INTERNATIONAL SPACE STATION?

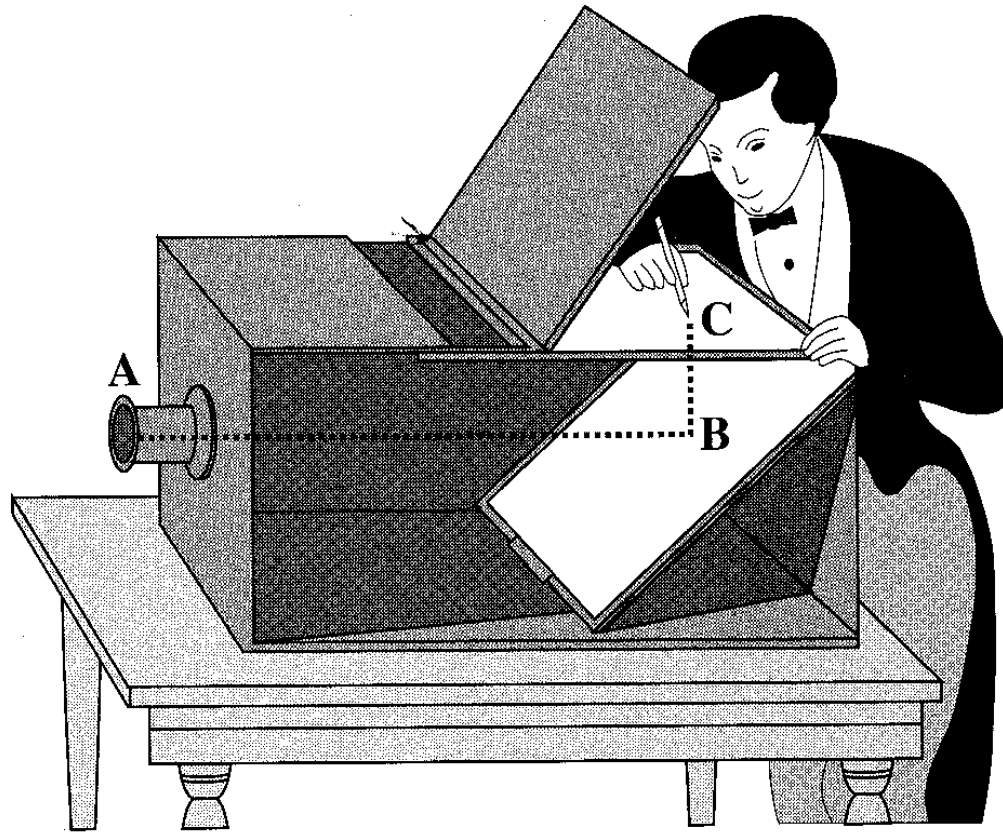


<http://www.ustream.tv/channel/iss-hdev-payload>



http://earthnow.usgs.gov/earthnow_app.htm

Fotogrametria



O que é Fotogrametria?

De acordo com ASPRS* (1966), é a arte, ciência e tecnologia de obter **informações de confiança** a respeito de objetos e fenômenos do meio ambiente através do registro, medição e interpretação de imagens fotográficas.

ASPRS = American Society for Photogrammetry and Remote Sensing

O que é Fotogrametria?

A fotogrametria pode ser dividida em duas grandes áreas:

- ❖ Fotogrametria métrica: consiste em realizar medições na foto (distância, área, volume, elevação etc.), elaborar cartas plani-altimétricas, mosaicos, ortofotos etc.
- ❖ Fotogrametria interpretativa: tem como objetivo o reconhecimento e identificação dos objetos presentes na fotografia.

Aerolevantamento

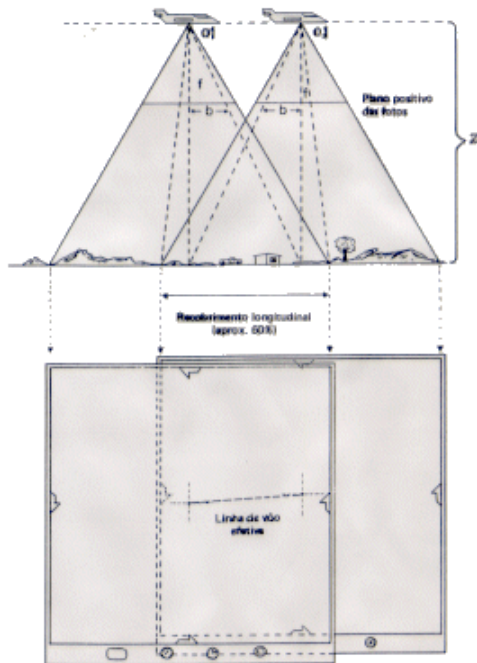
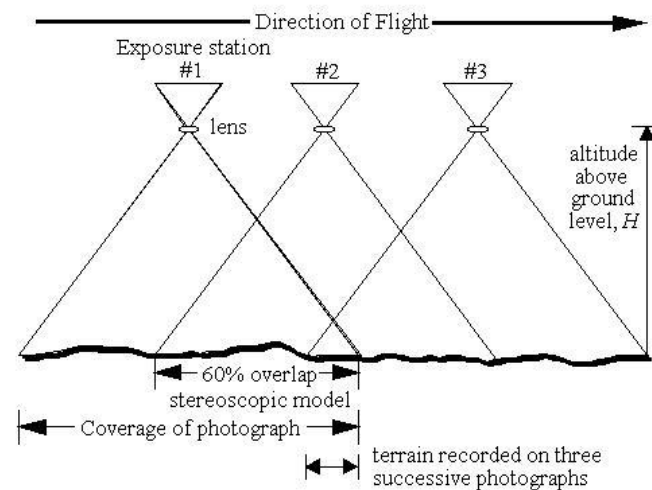
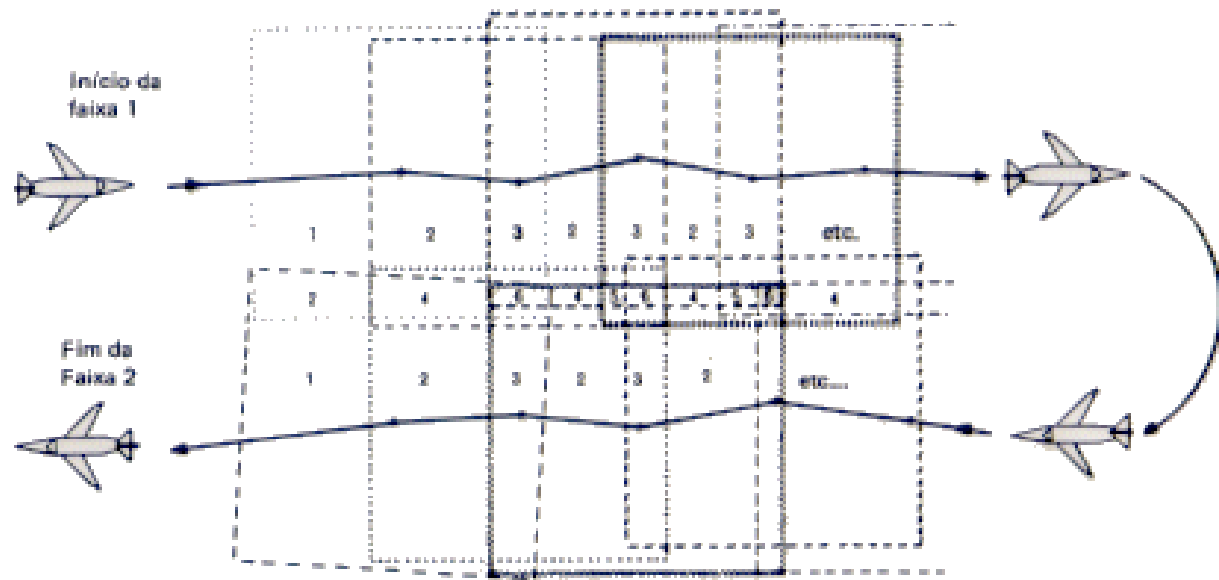
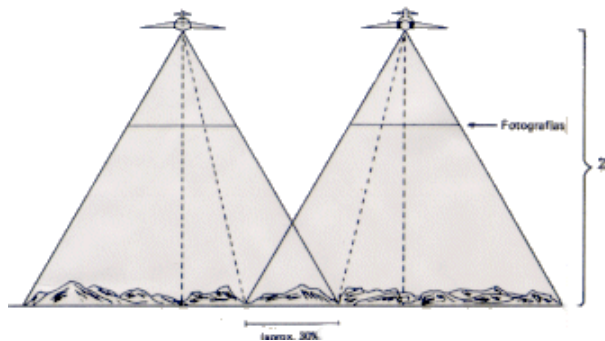
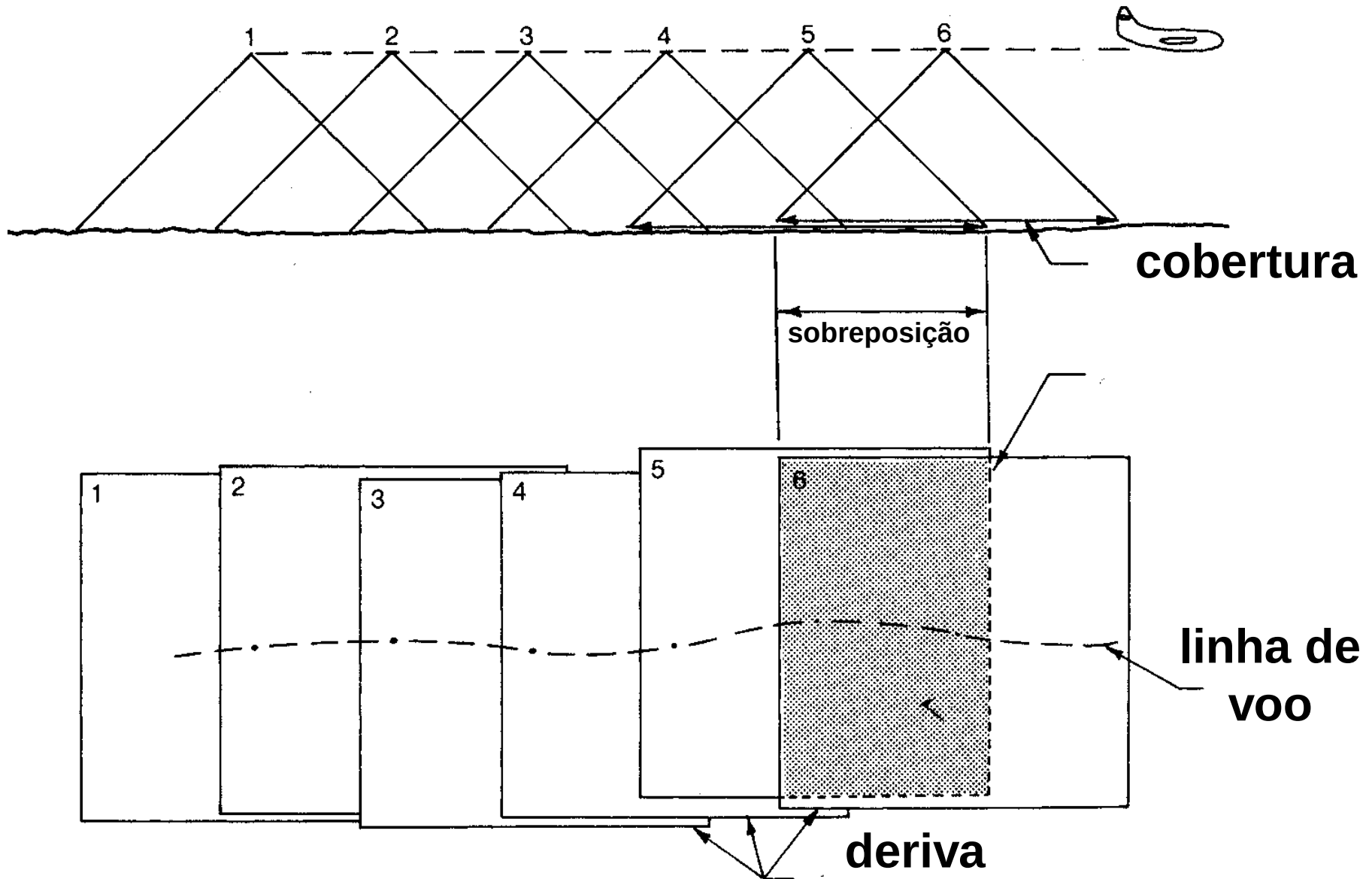


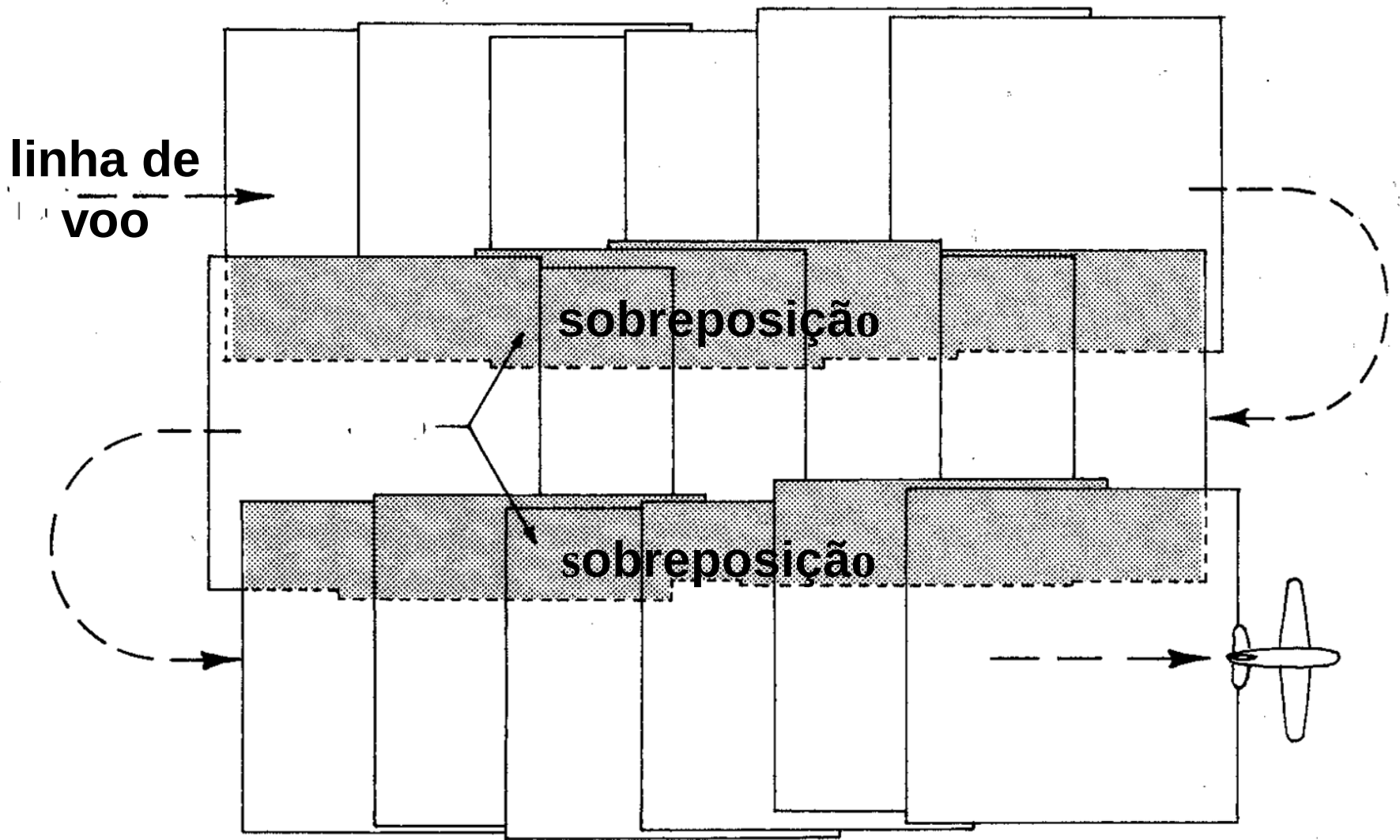
fig. 4.3 - Recobrimento longitudinal



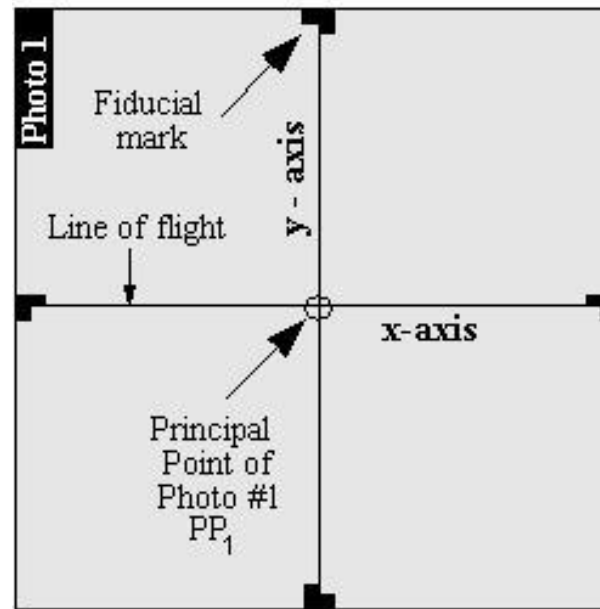
Fotografias Aéreas – Linha de Voo



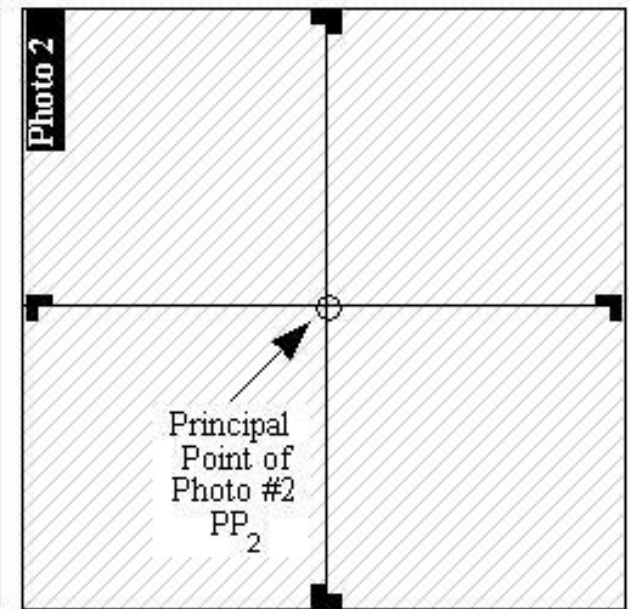
Fotografias Aéreas – Faixas de Voo



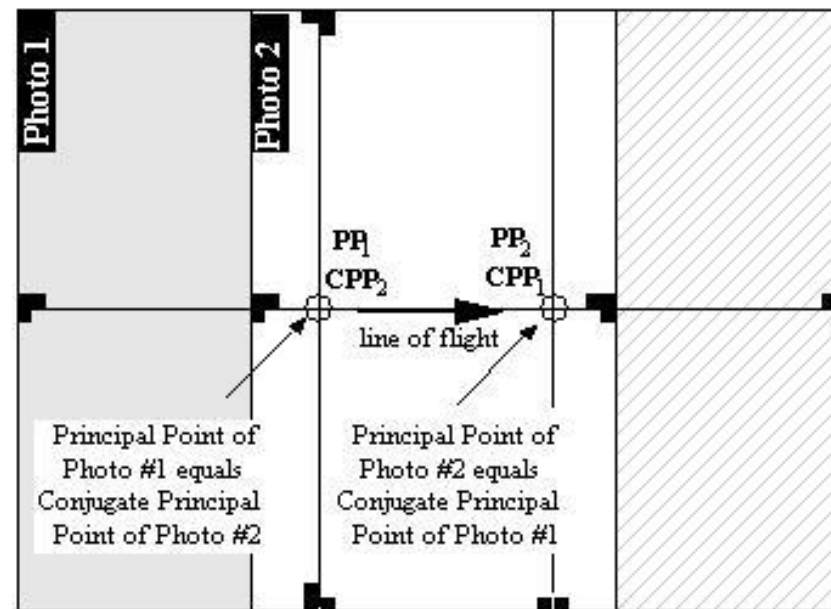
Marcas Fiduciais



a.

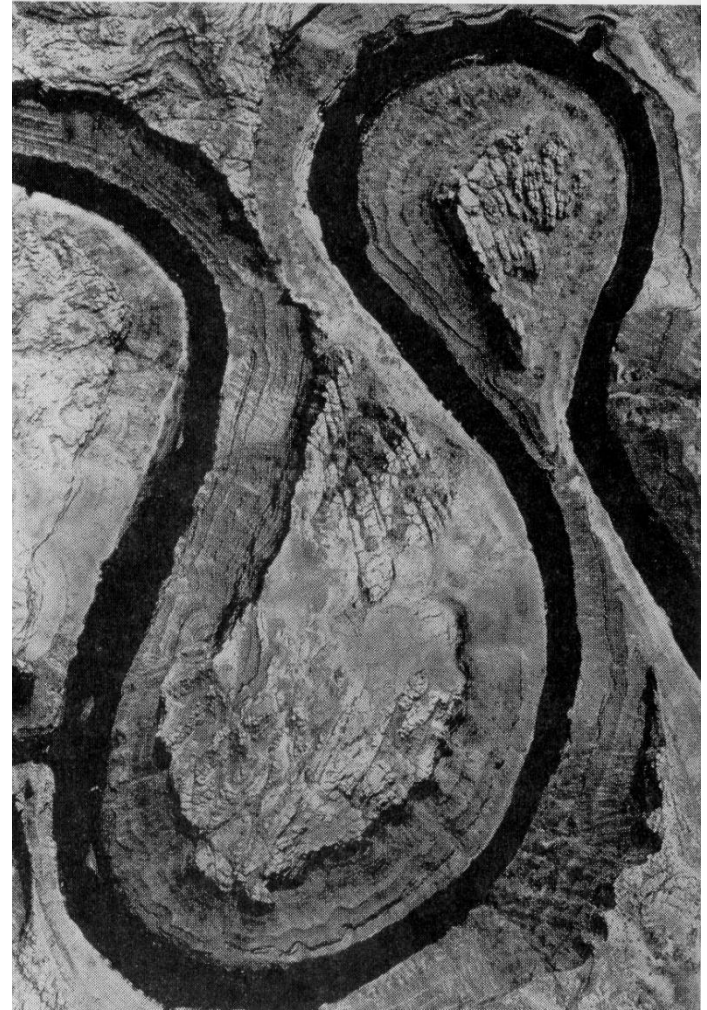
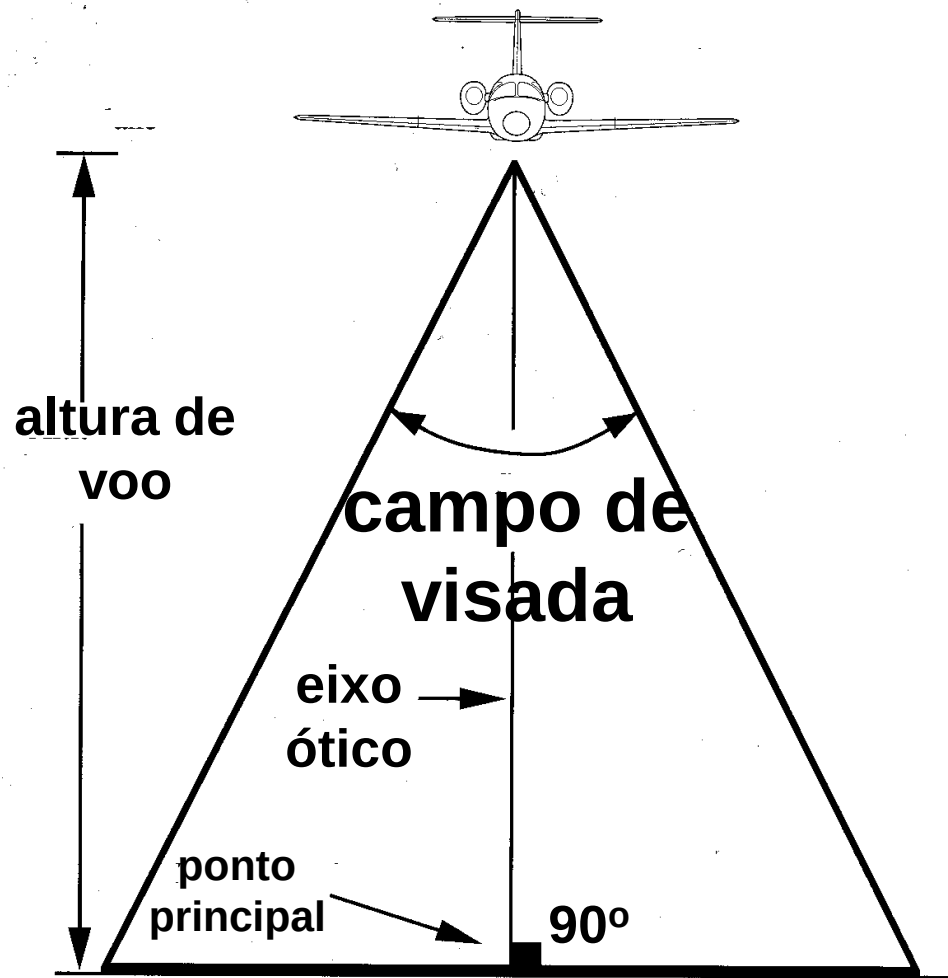


b.



c.

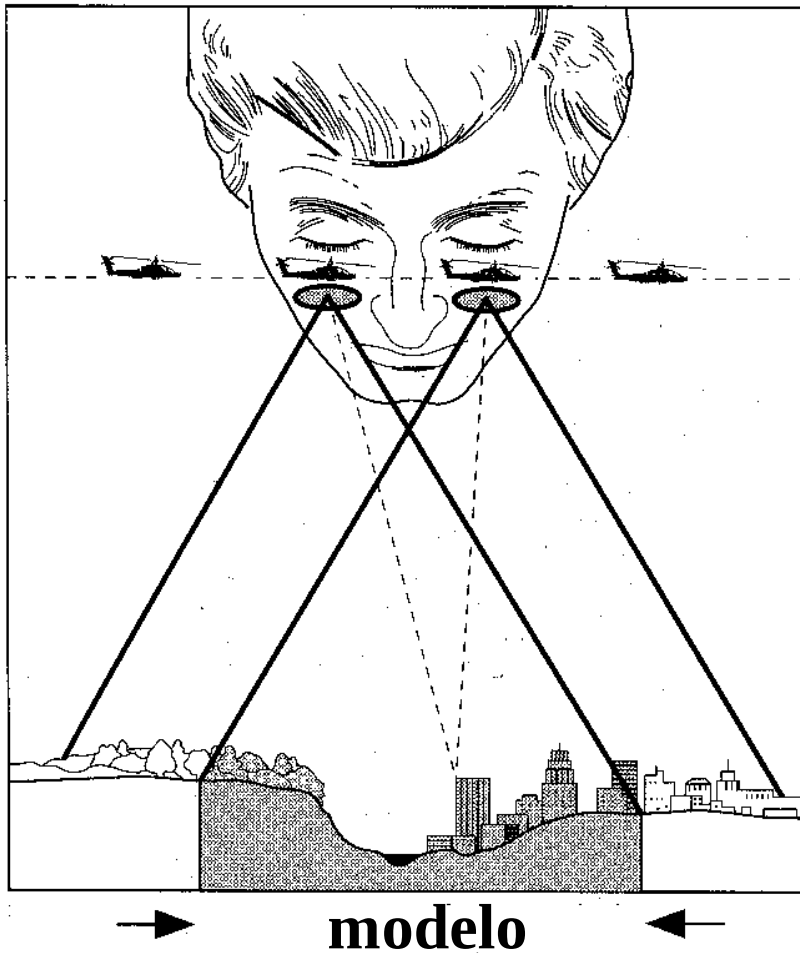
Fotografias Aéreas – Vertical



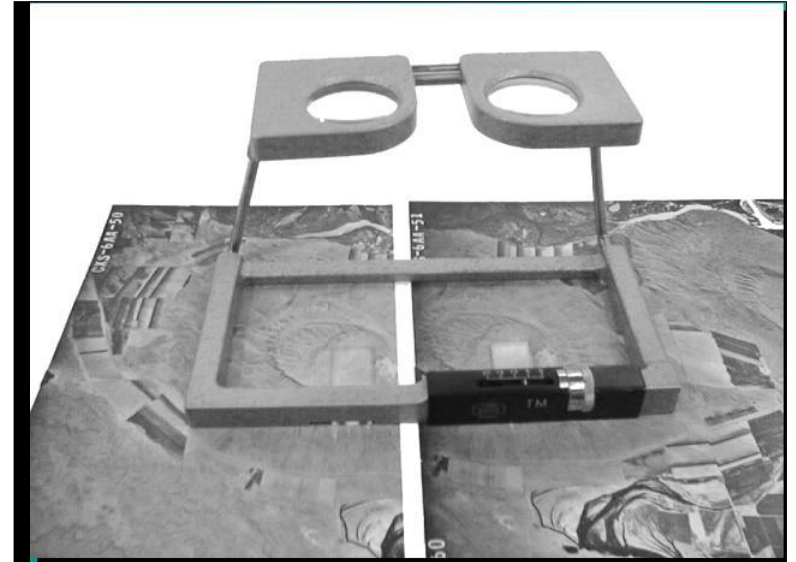
O que é Estereoscopia?

- ❖ É a propriedade que estuda os métodos e técnicas que permitem a visão em perspectiva.
- ❖ Os métodos de julgamento da profundidade são classificados em:
 - Estereoscópico: visão binocular
 - Monoscópico: visão monocular

Modelo Estereoscópico



Estereoscópio de Bolso



Estereoscópio de Espelho

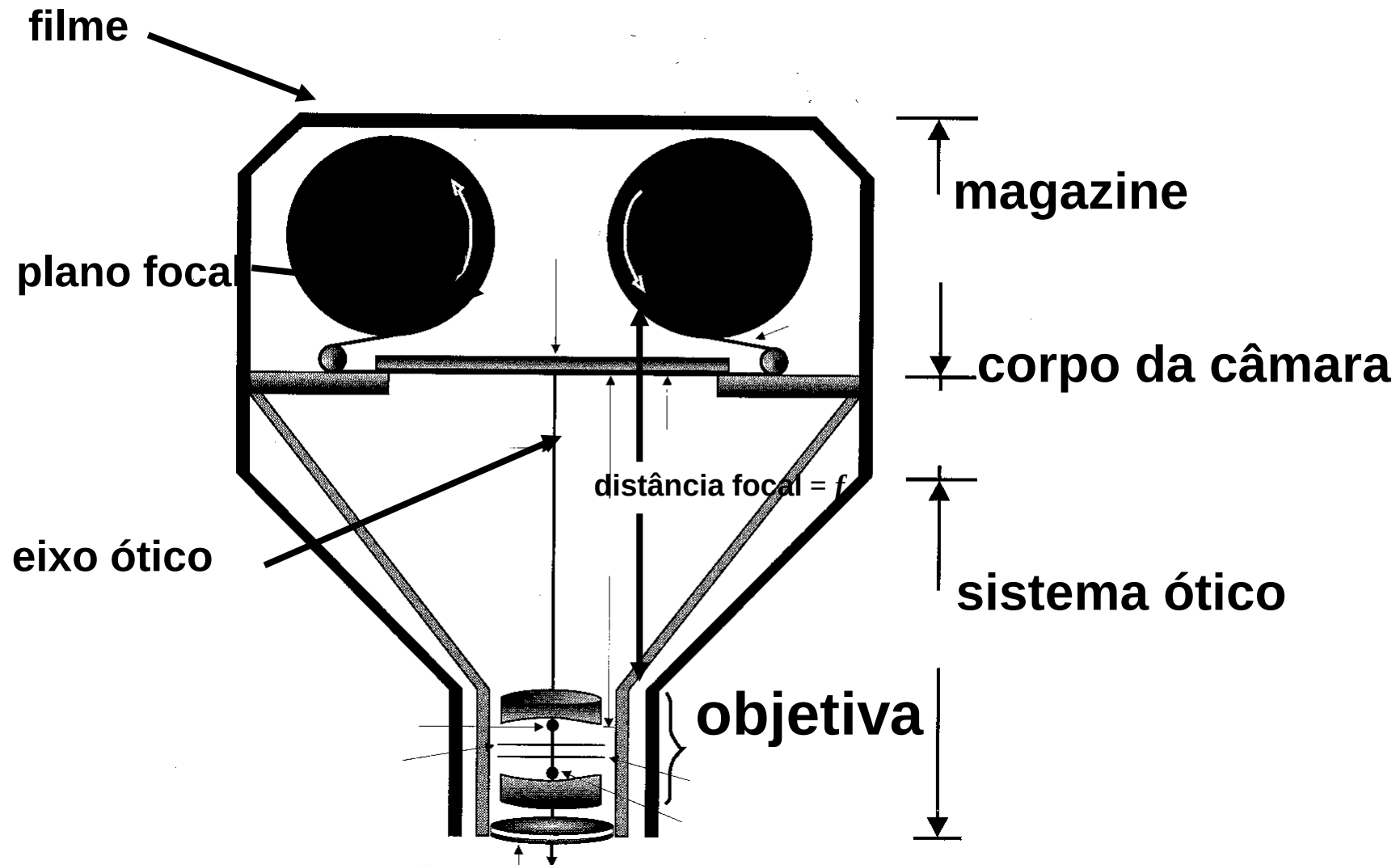


Sensor Fotográfico

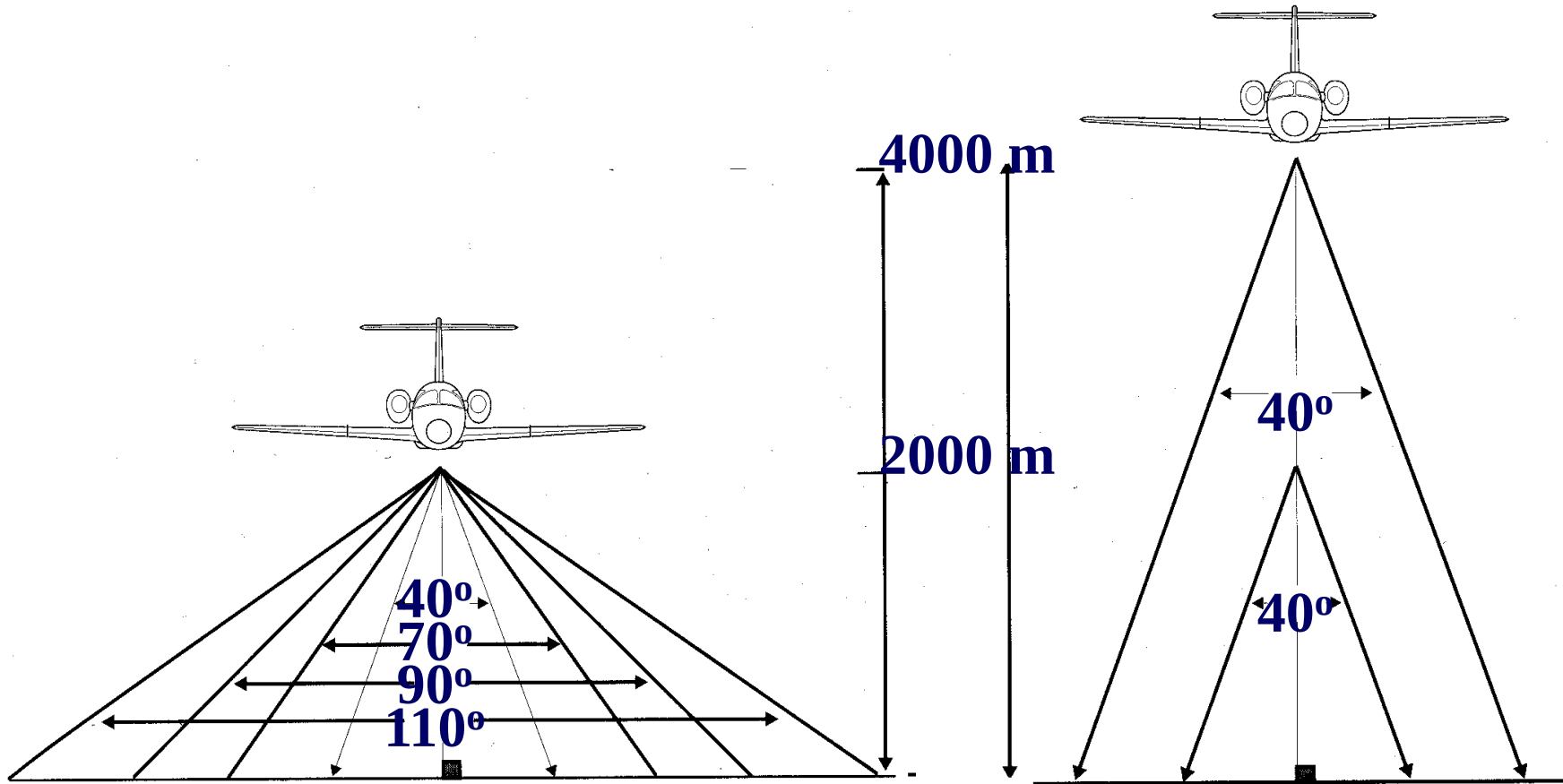
Câmara comum



Sensor Fotográfico



Abertura da Objetiva

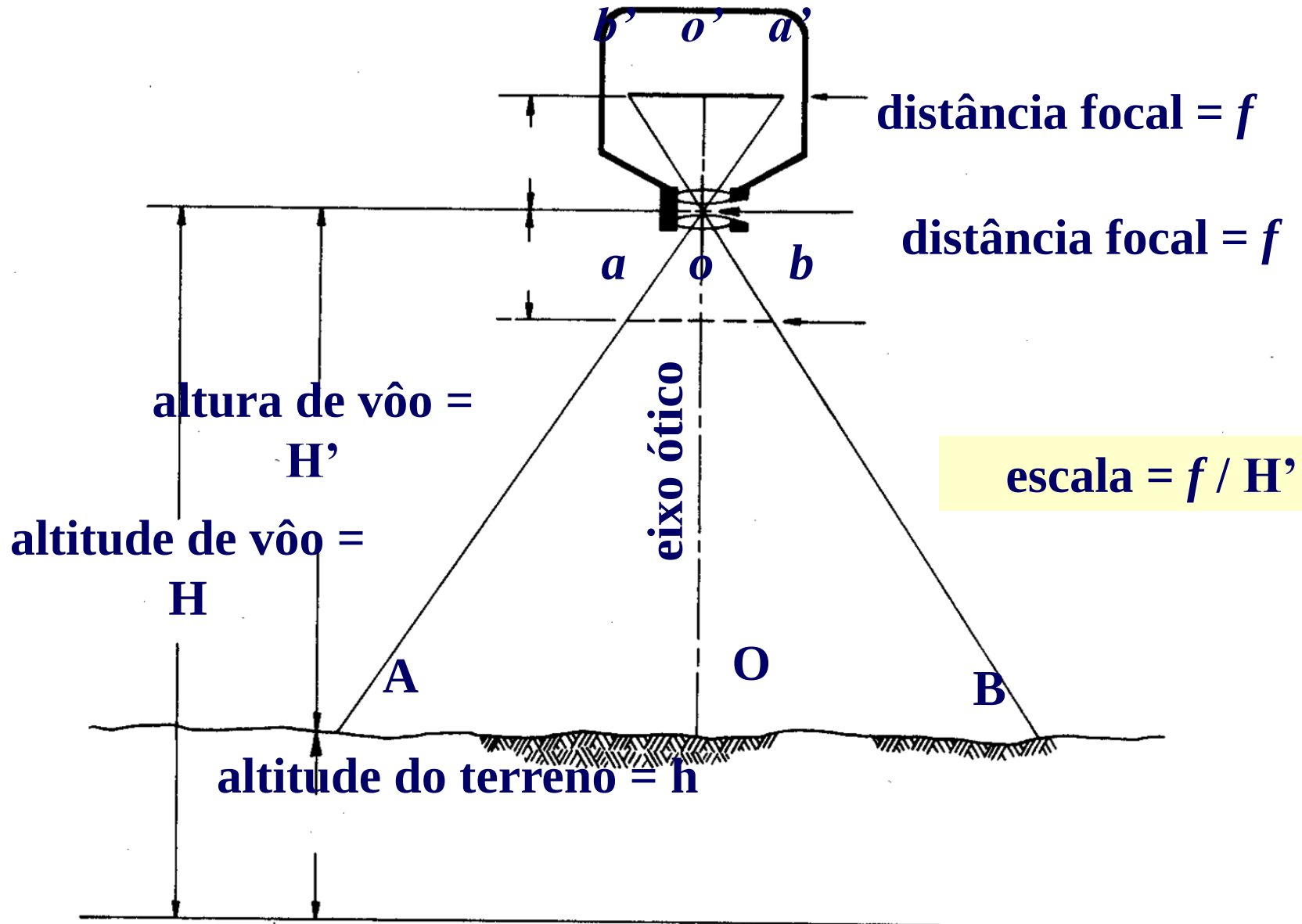


Normal: 219mm (60 graus)

Grande angular: 152mm (90 graus)

Super grande angular: 90mm (120 graus)

Fotografias Aéreas – Elementos



Fotografias Aéreas – Elementos

d = distância da foto

D = distância do terreno

o = objetiva

f = distância focal

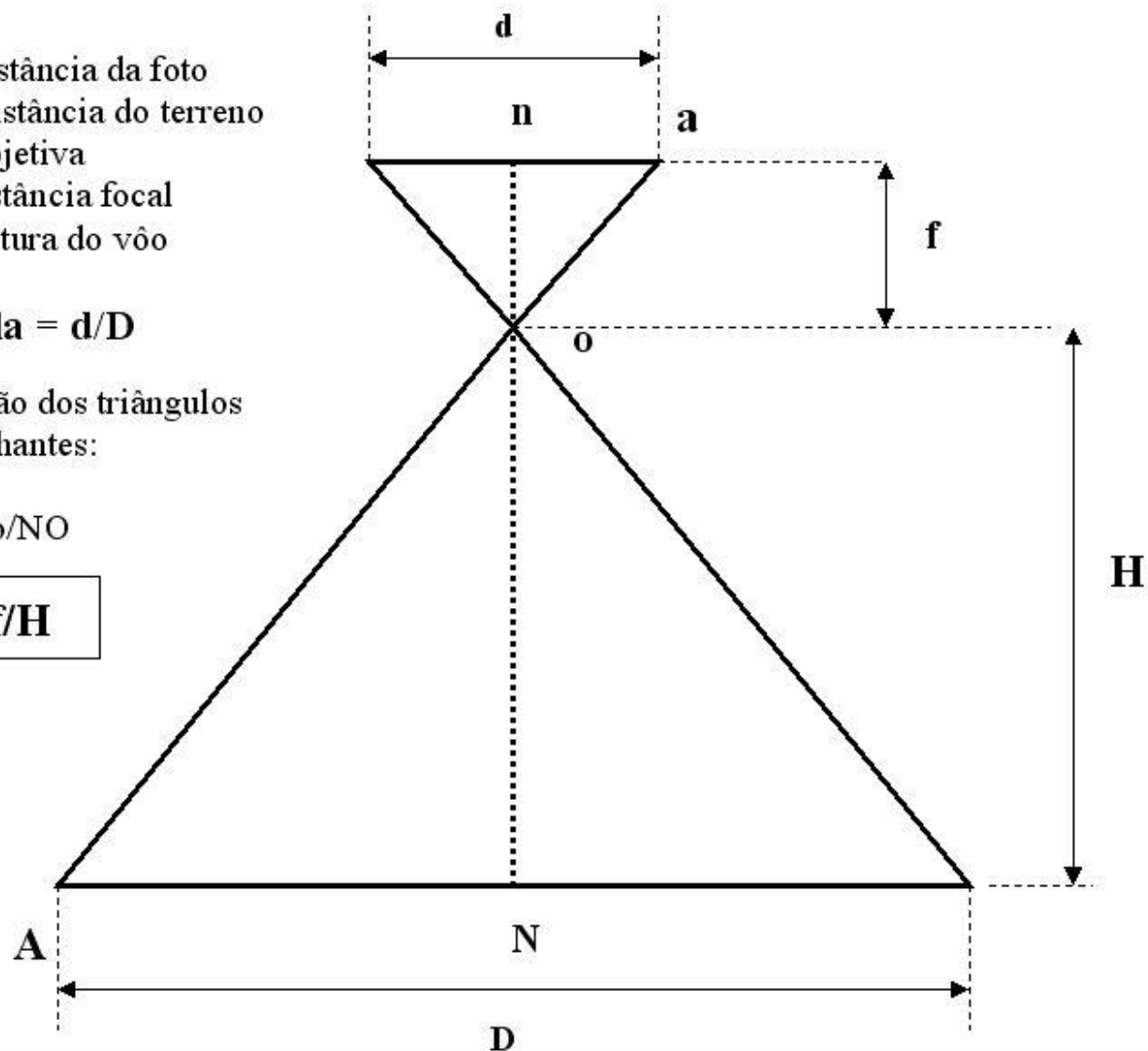
H = altura do voo

Escala = d/D

Relação dos triângulos
semelhantes:

$E = no/NO$

$E = f/H$



Definindo a escala da Foto (Exercício)

Tenho uma fotografia aérea tomada a uma altura de 3825 metros. A camera utiliza uma objetiva grande angular de 153mm.

$$\begin{aligned} \text{Escala} &= \frac{\text{distância focal (f)}}{\text{Altura do voo (H)}} = \frac{153\text{mm}}{3825000\text{mm}} \\ &= \frac{1}{25000} \end{aligned}$$

Definindo a Escala da Foto (Exercício 2)

Um avião que está voando a uma altitude de 7565m para realizar o recobrimento aerofotogramétrico de um determinado território. Este avião está equipado com uma câmera objetiva normal típica. A cota média do terreno é de 740m. Qual a escala aérea resultante deste voo?

Definindo a Escala da Foto (Exercício 2 - Resolução)

Altitude = 7565m

Objetiva normal = 210mm

Cota do Terreno = 740m

Altura (H) = $7565 - 740 = 6825\text{m}$

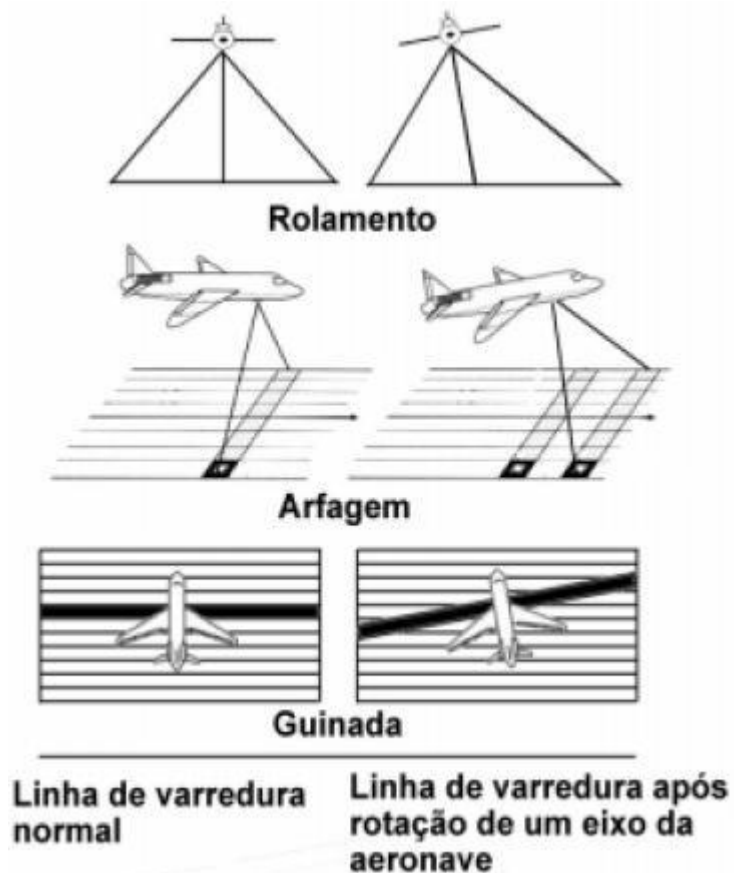
$E = 210 / 6825000 = 1 / 32500$

Escala na Fotografia Aérea

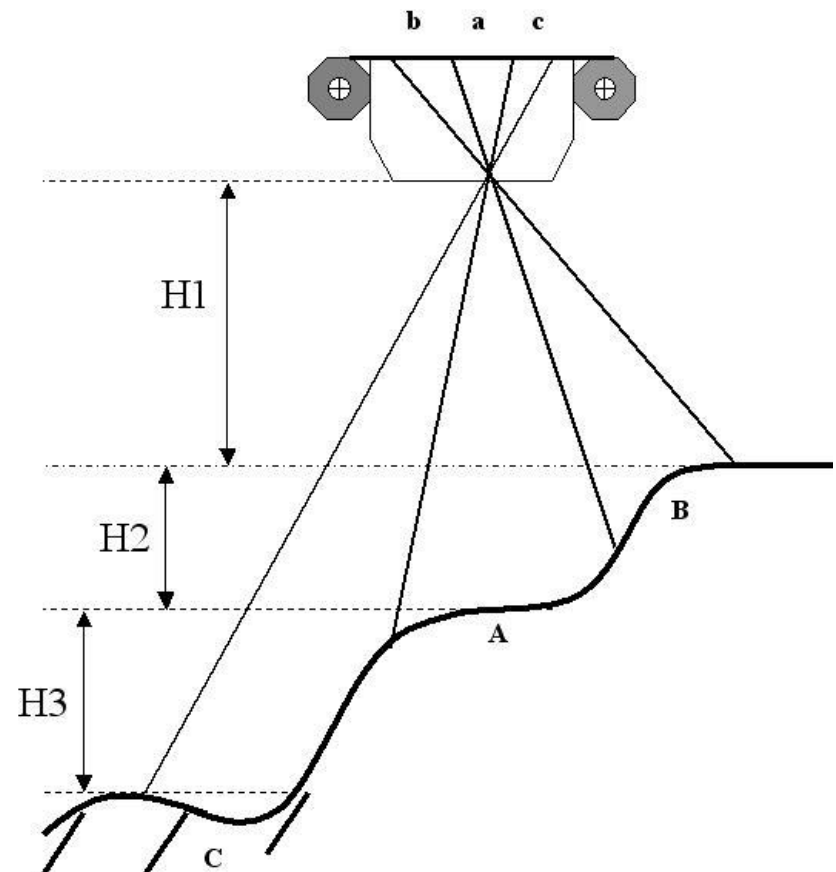
- ❖ Escala grande: $> 1:15000$
- ❖ Escala média: $1:15000-1:60000$
- ❖ Escala pequena: $<1:60000$

Distorções

Perturbações no voo



Diferença de escala



Distorções

O “efeito do deslocamento de relevo” varia de acordo com:

- Distância do ponto central da foto;
- Altura do objeto;
- É Inversamente proporcional a altura da plataforma.

Fotografia 1. Parque Vila Lobo, São Paulo, SP, Brasil.

All Maps Lie Confins

Confins [Online], 15 | 2012,
posto online em 23 Junho 2012, Consultado o 25
Junho 2012. URL : <http://confins.revues.org/7755>



Fotografia 2. Região dominada por prédios da Avenida Paulista, São Paulo, SP, Brasil.

All Maps Lie Confins

Confins [Online], 15 | 2012,
posto online em 23 Junho 2012, Consultado o 25
Junho 2012. URL : <http://confins.revues.org/7755>



Preços e Prazos para o Levantamento em Escala 1: 1000

Trecho (km)	Valor unit. R\$/km	Prazo (dias)
1	38.700,00	30
5	36.220,00	60
20	35.598,00	180
50	32.750,00	360

Aerolevantamento

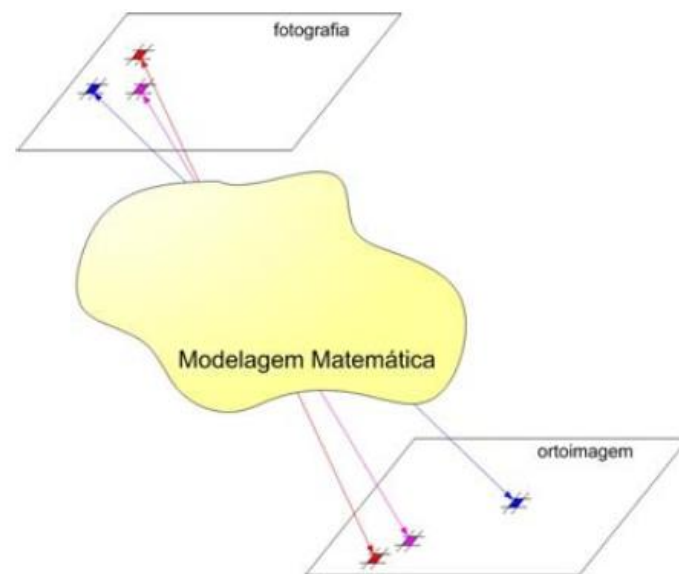
Trecho (km)	Valor unit. R\$/km	Prazo (dias)
1	45.000,00	60
5	21.000,00	60
20	18.000,00	60
50	16.800,00	90

Idoeta e Cintra (2003). Elaboração de bases cartográficas para projetos de engenharia: a relação entre produtor e usuário.
In: XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, Belo Horizonte

Ortorretificação de Fotografia Aérea

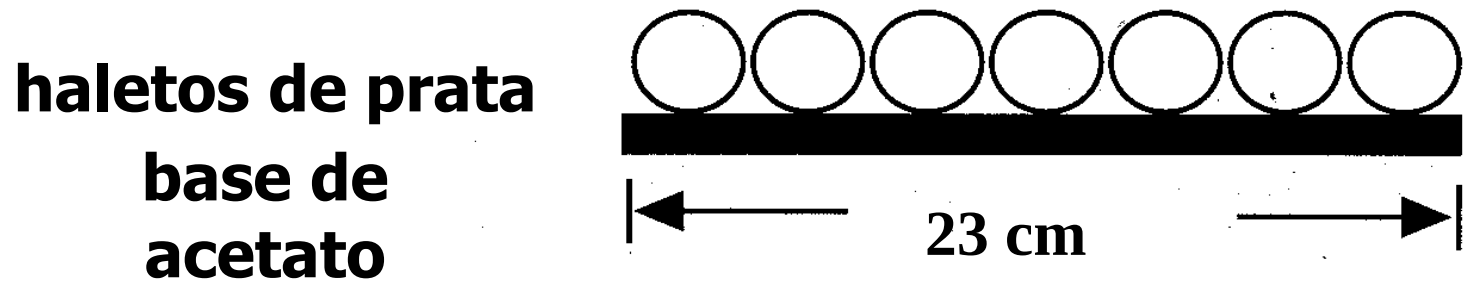
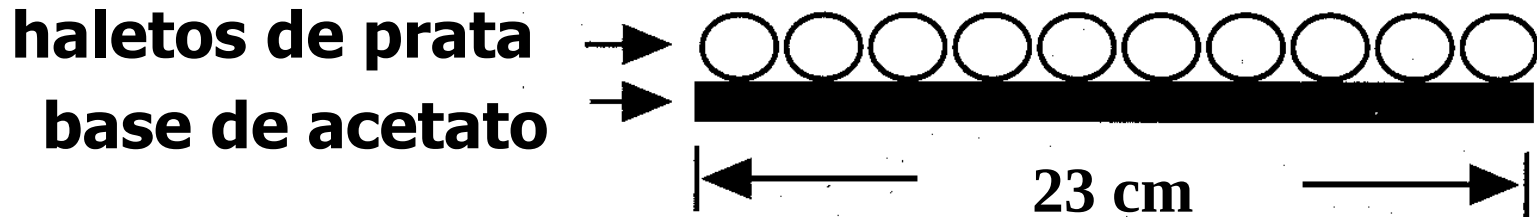
- Permitir seu uso como fonte *direta* de informação métrica;
- O rearranjo dos elementos presentes na fotografia em sua verdadeira posição permite a execução de medições;
- Agregar fidedignidade a imagem como fonte de informação;

Ortofotocarta

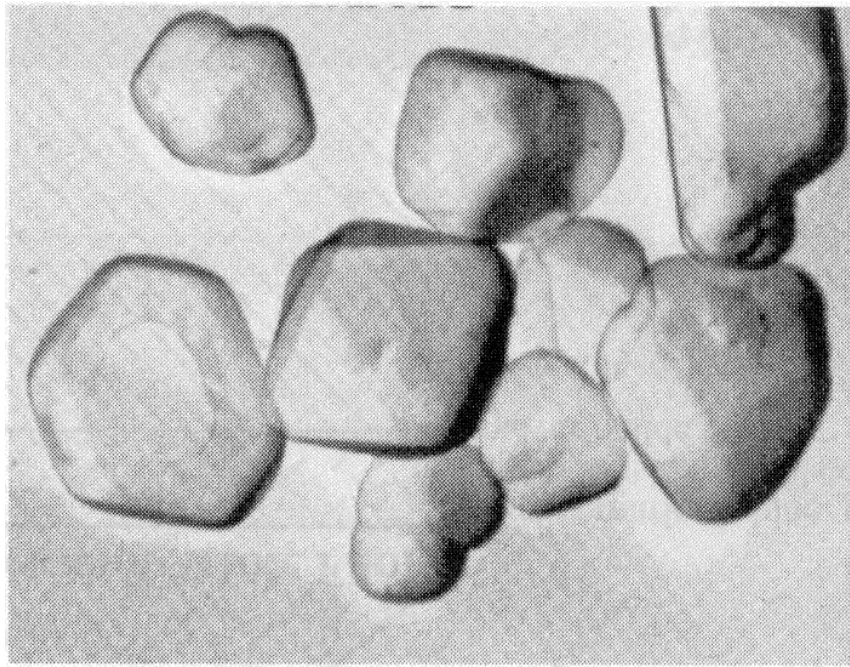


Ortofoto colorida de vôo baixo 1:6.000, com as
curvas de nível a cada metro e as informações cadastrais
Fonte: Mundo Geo

Estrutura do Filme Fotográfico



Estrutura do Filme Fotográfico



Cristais de haletos de prata

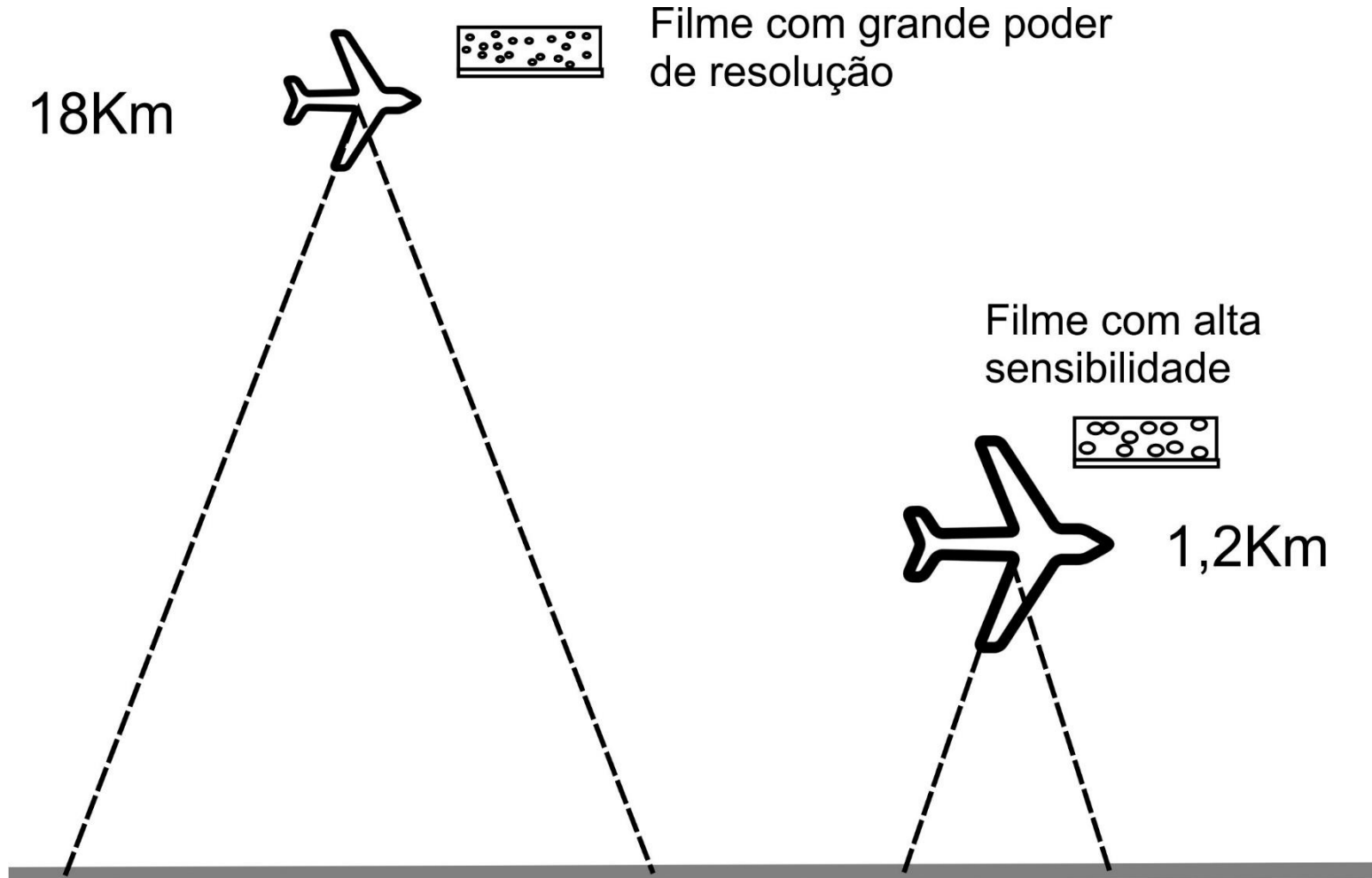
Sensibilidade da Emulsão do Filme Fotográfico

* ASA	6	12	25	50	100	200	400	800	1600	3200	6400
* DIN	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39
	GRANDE PODER DE RESOLUÇÃO							ALTA SENSIBILIDADE			

A sensibilidade do filme aumenta com o tamanho dos cristais de prata.

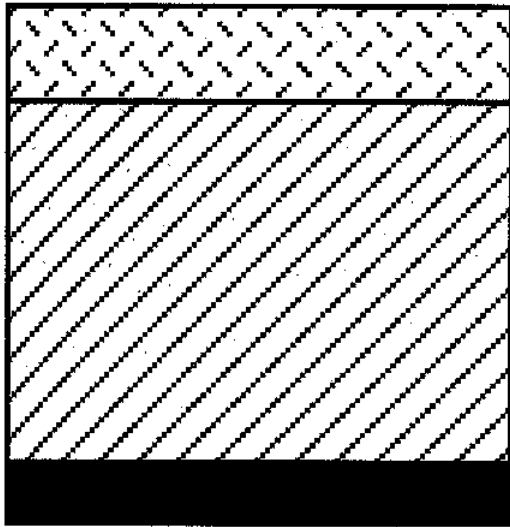
Em fotogrametria, podem ser usados tanto filmes de grande poder de resolução ou de alta sensibilidade. A escolha irá depender da altura do voo.

Sensibilidade da Emulsão do Filme Fotográfico

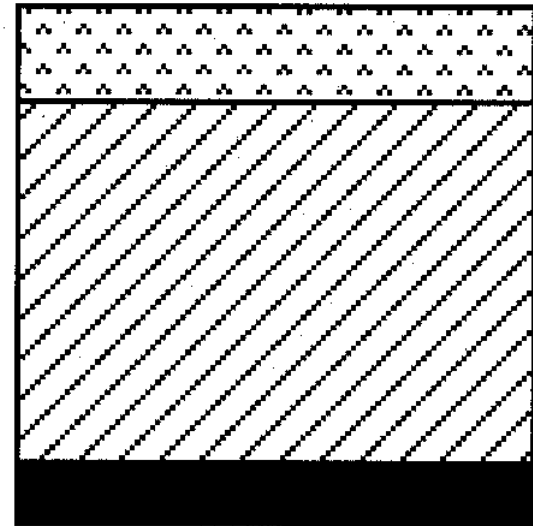


Estrutura do Filme Fotográfico

filme BP visível



filme BP infravermelho



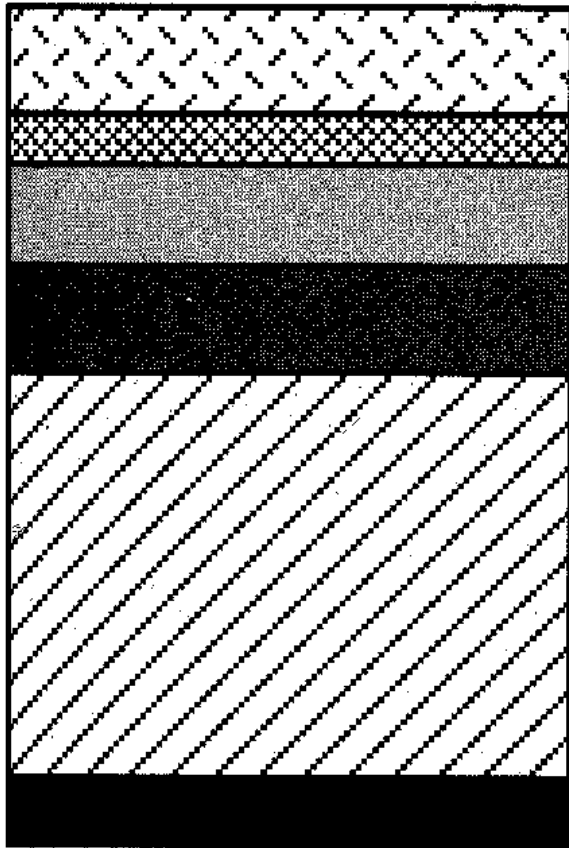
**emulsão com
haletos de prata**

**base de
polyester**

camada anti-halo

Estrutura do Filme Fotográfico

Filme Colorido Normal



camada sensível ao azul

filtro amarelo

camada sensível ao verde

camada sensível ao vermelho

base de acetato - polyester

camada anti-halo

Fotografia Aérea x Mapa

- ❖ Mapa: projeção ortogonal (perpendicular a superfície de referência).
- ❖ Fotografia Aérea: projeção central (cônica).
- ❖ Mapa: a escala é constante.
- ❖ Fotografia Aérea: a escala é aproximada.
- ❖ Mapa: as distorções residuais das fotografias são minimizadas.
- ❖ Fotografia Aérea: as distorções dependem do tipo de lente, do terreno, da altura dos objetos, das variações na linha de voo etc.

Fotografia Aérea x Mapa

- ❖ Mapa: os objetos são selecionados de acordo com a generalização cartográfica. Inclui objetos “visíveis” e “invisíveis”.
- ❖ Fotografia Aérea: somente inclui objetos visíveis.
- ❖ Mapa: representação abstrata.
- ❖ Fotografia Aérea: representação real.

Perguntas

- ❖ Como os sensores podem ser classificados?
- ❖ Qual o potencial das imagens de radar SAR nos estudos geográficos?
- ❖ Como as fotografias aéreas são obtidas na fotogrametria?
- ❖ Como é calculada a escala da fotografia aérea?
- ❖ Quais são as principais distorções de uma fotografia aérea obtida por uma câmera métrica?
- ❖ Qual a importância da ortorretificação?