

Sensoriamento Remoto Aplicado à Geografia

Sensores

Prof. Dr. Reinaldo Paul Pérez Machado

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.

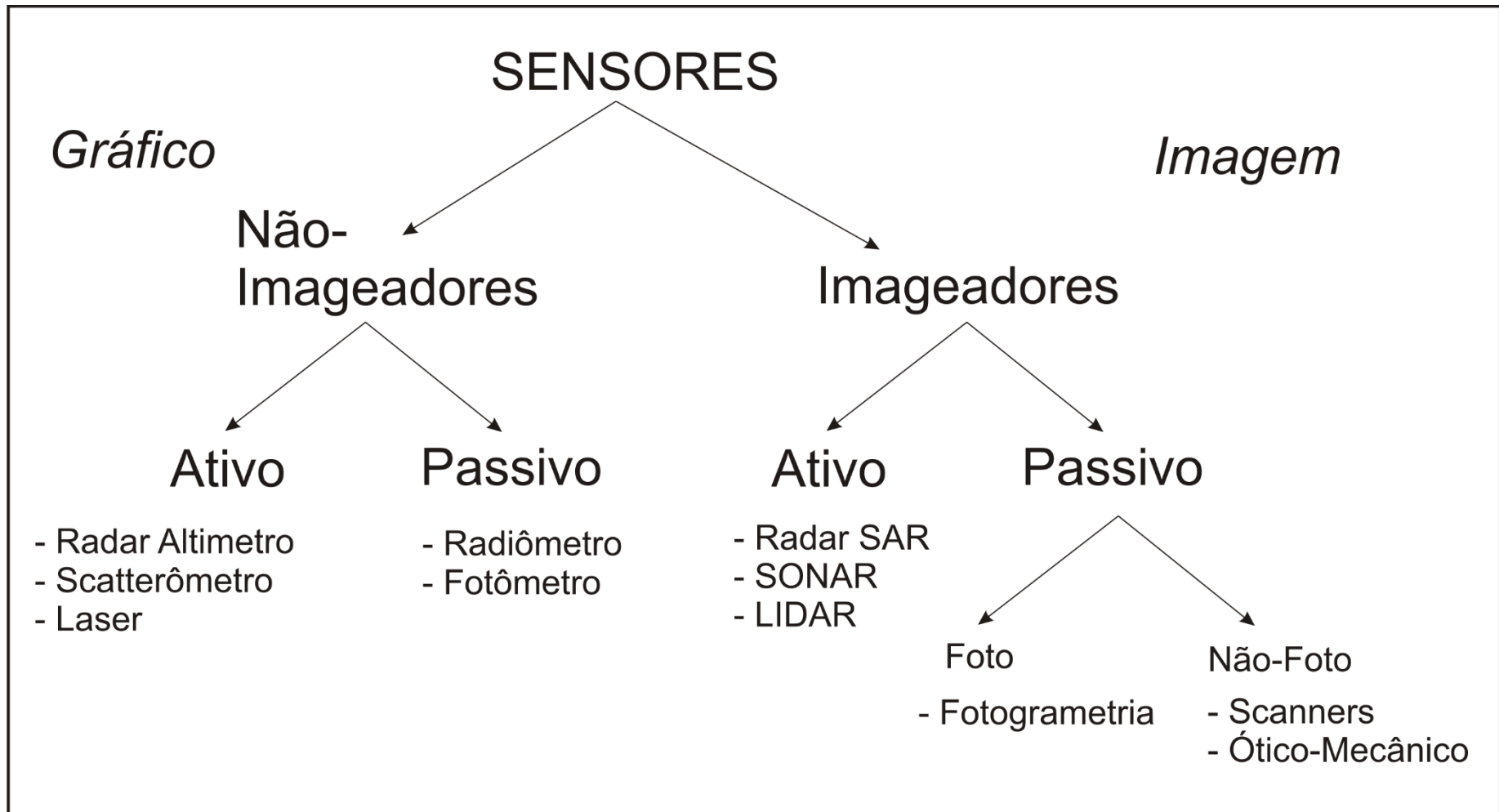
Registro da REM

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

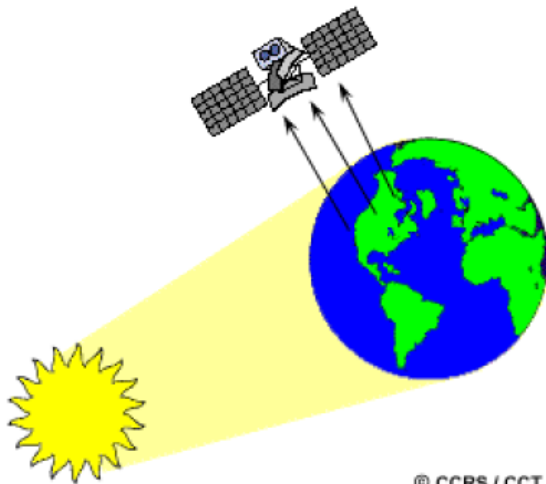


Registro da REM

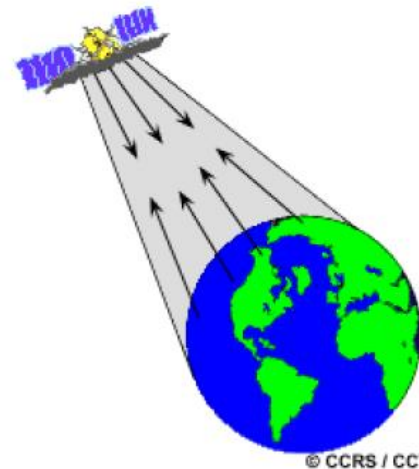
Tipos de SENSORES (Fonte de Radiação)

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.



© CCRS / CCT

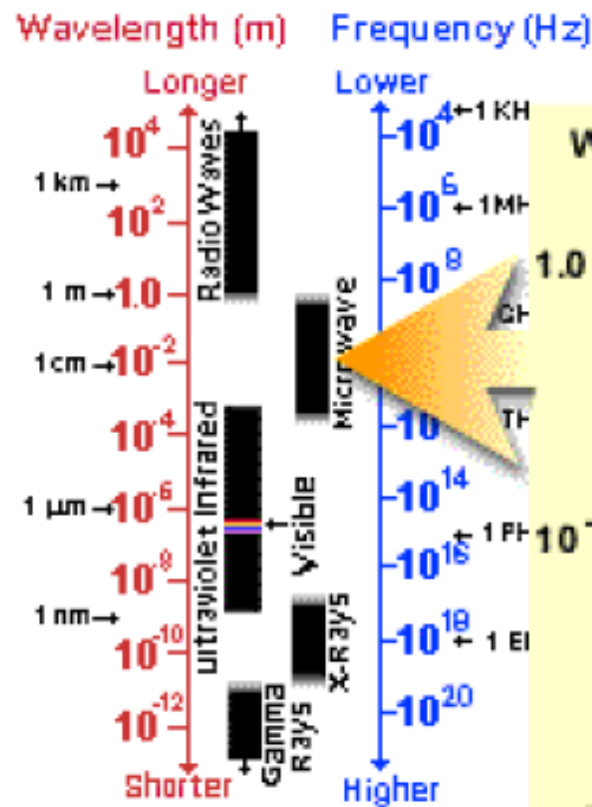


© CCRS / CCT

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

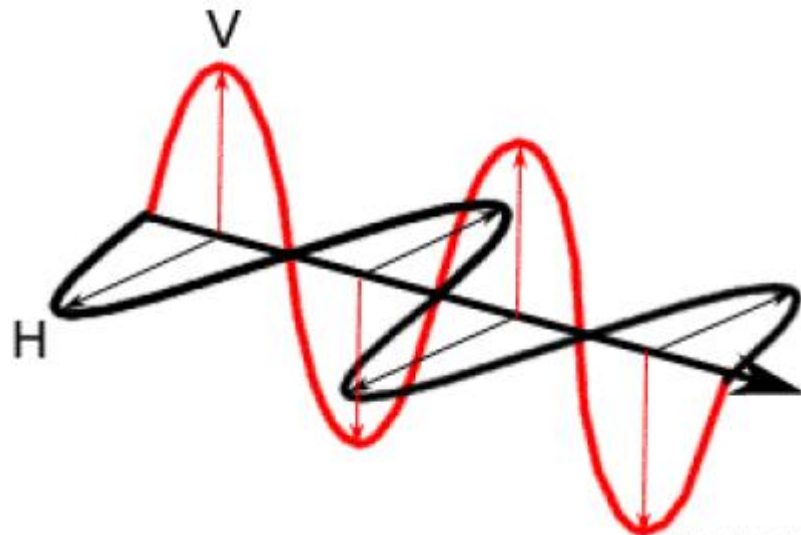
- ❖ Opera na faixa de comprimento de onda das micro-ondas.
- ❖ Imageamento em visada lateral.
- ❖ Mede rugosidade, geometria, umidade e propriedades elétricas dos objetos.
- ❖ Sofre pouca interferência dos efeitos atmosféricos.
- ❖ Capacidade de penetração da radiação.
- ❖ Polarização da onda.
- ❖ RADAMBRASIL

Faixas das micro-ondas

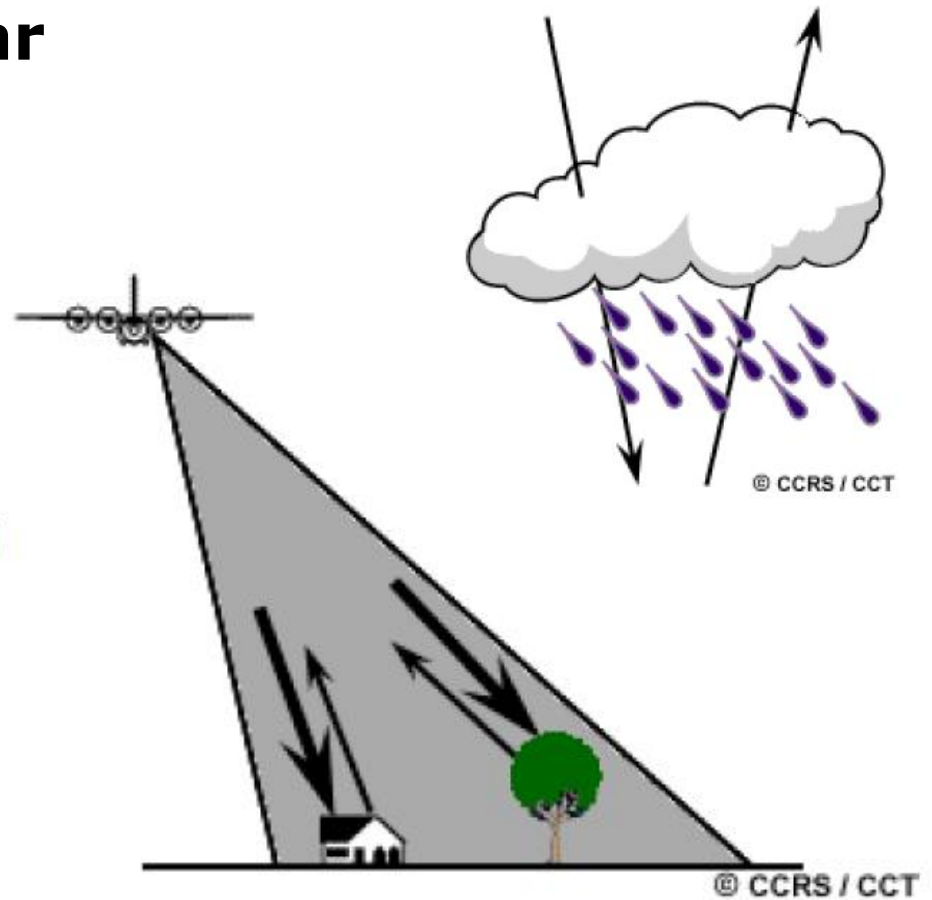
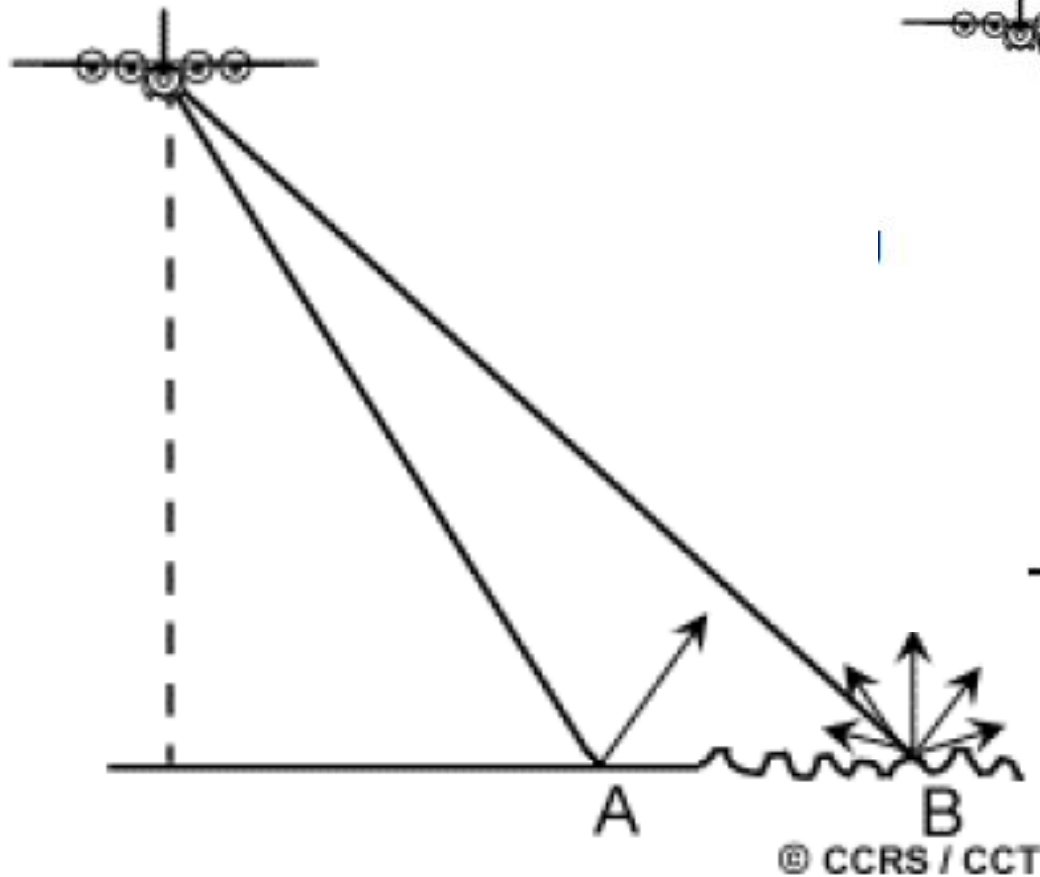


Microwaves

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	



Imageamento por Radar



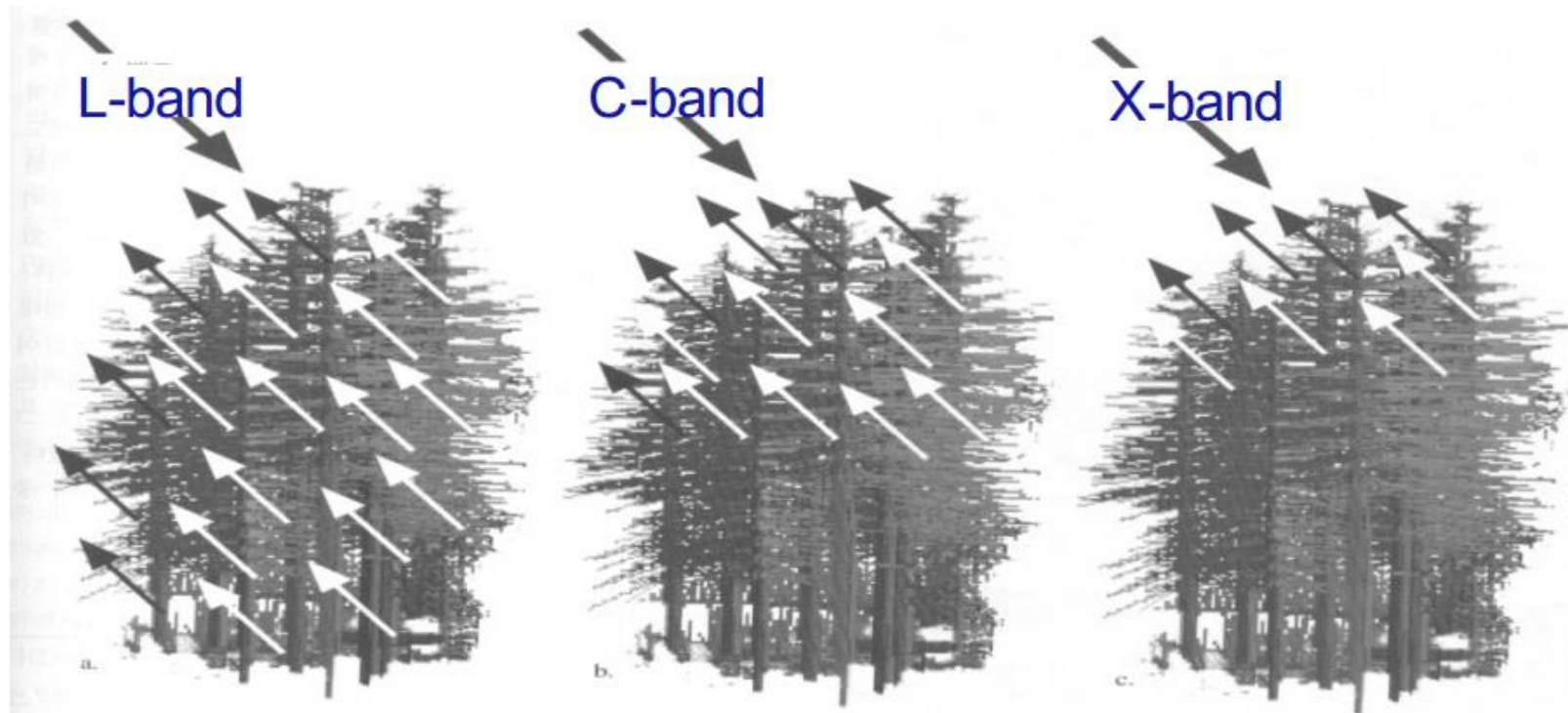
Superfície lisa = pouco retorno de sinal para a antena SAR.
Superfície rugosa = maior retorno de sinal para a antena SAR.

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).

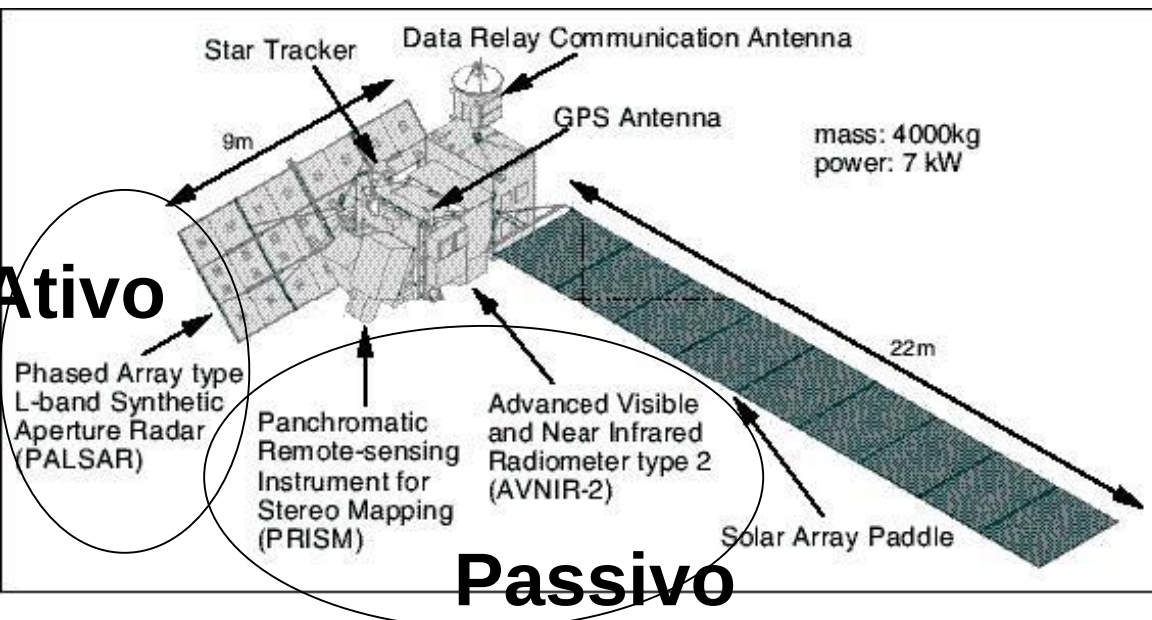
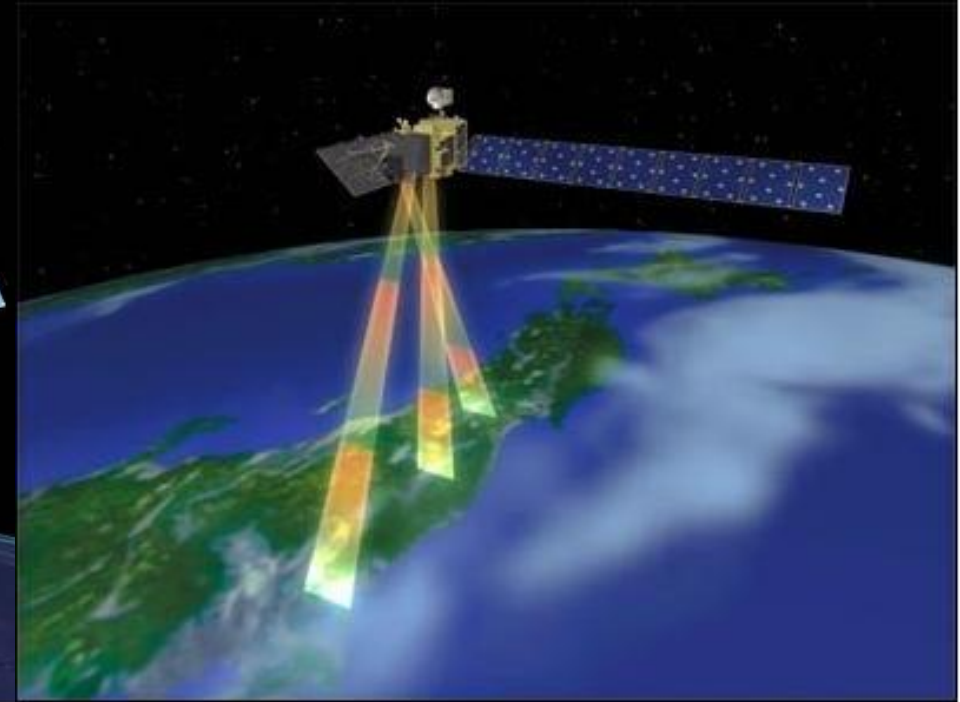
satélite	agência/país	ano	banda	resolução	polarização	peso kg
SEASAT	NASA/EUA	1978	L	6; 25	HH	2.290
SIR-A	NASA/EUA	1981	L	7; 25	HH	idem
SIR-B	NASA/EUA	1984	L	6; 13	HH	idem
ERS-1	ESA	1991	C	5; 25	VV	2.400
ERS-2	ESA	1995		5; 25	VV	2.400
ALMAZ	URSS	1991	S	8; 15	HH	3.420
JERS-1	NASDA/Japão	1992	L	6; 18	HH	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

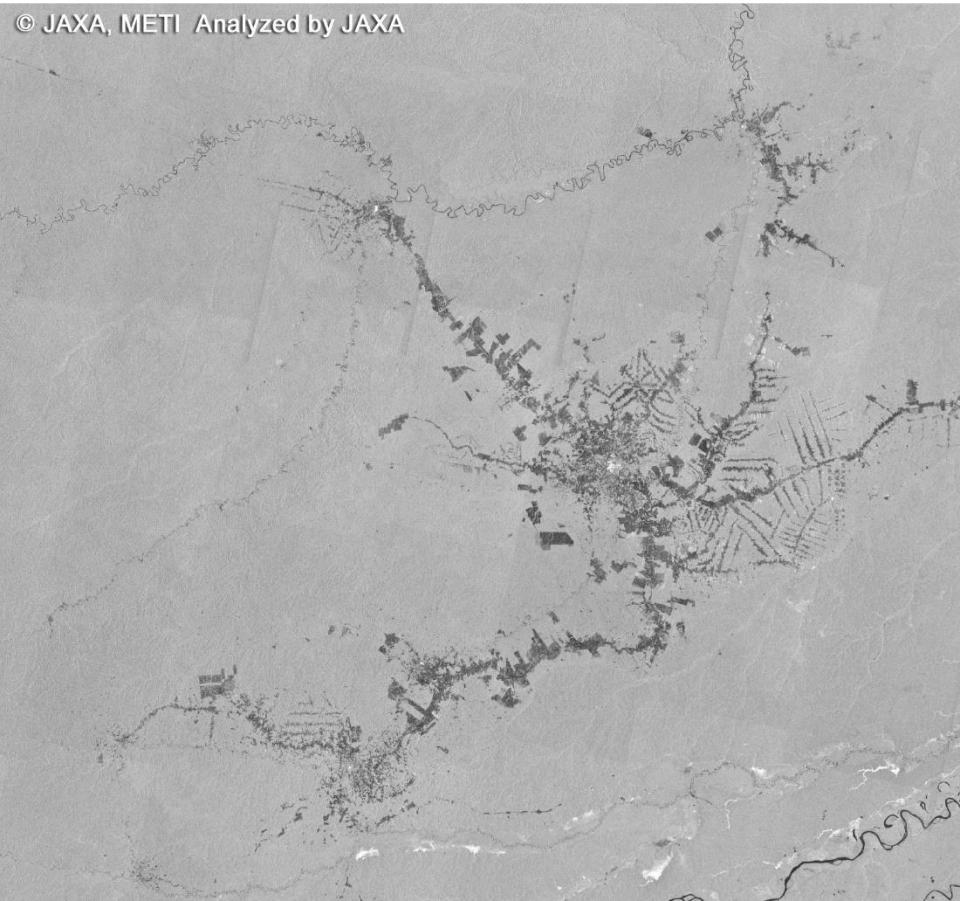


ALOS

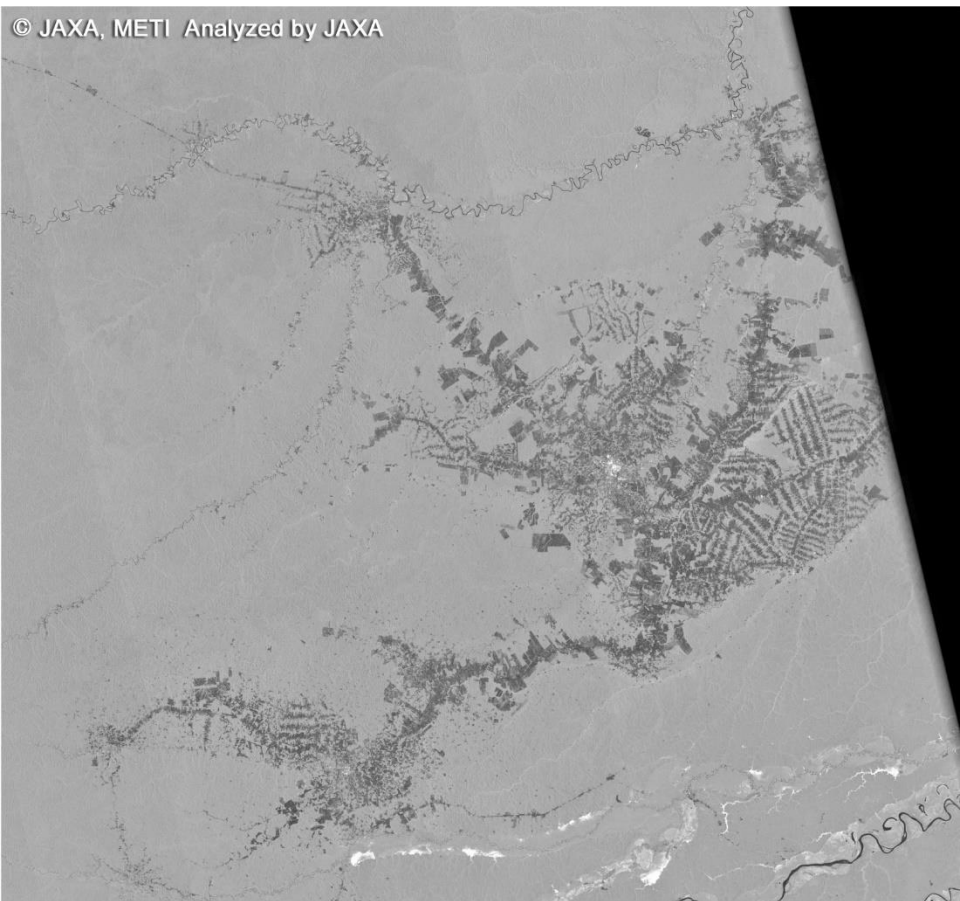
VÁRIOS SENSORES: PASSIVO E ATIVO



Imagens de Radar do JERS e PALSAR na Amazônia Brasileira



JERS-1995



ALOS-PALSAR-2006

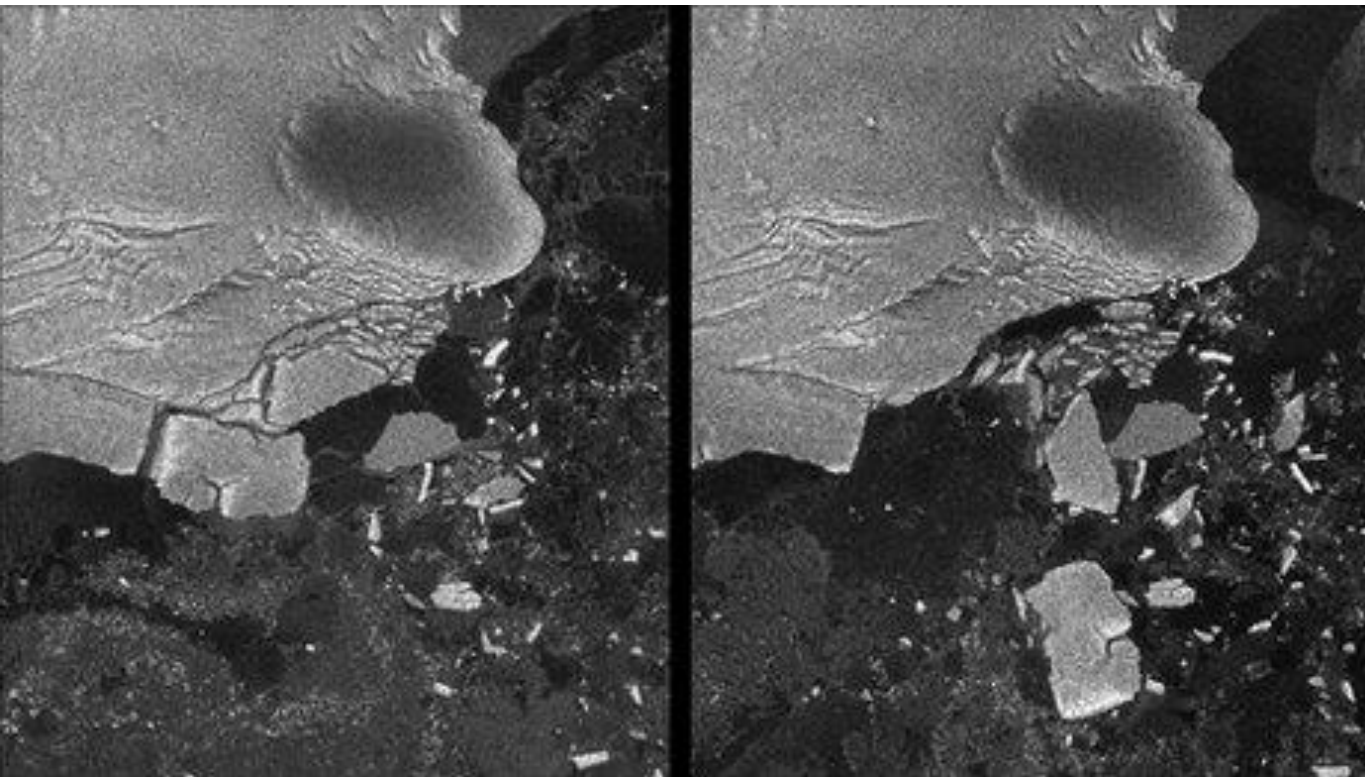
RADARSAT



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

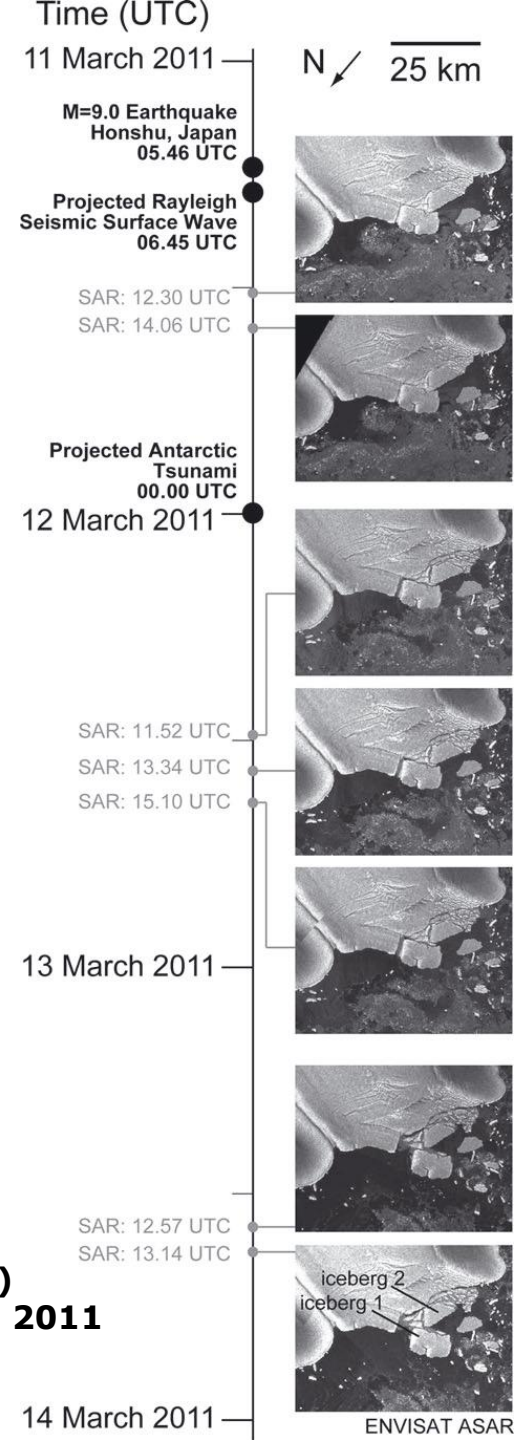
http://www.threetek.com.br/oleo_apl.php

ENVISAT ASAR

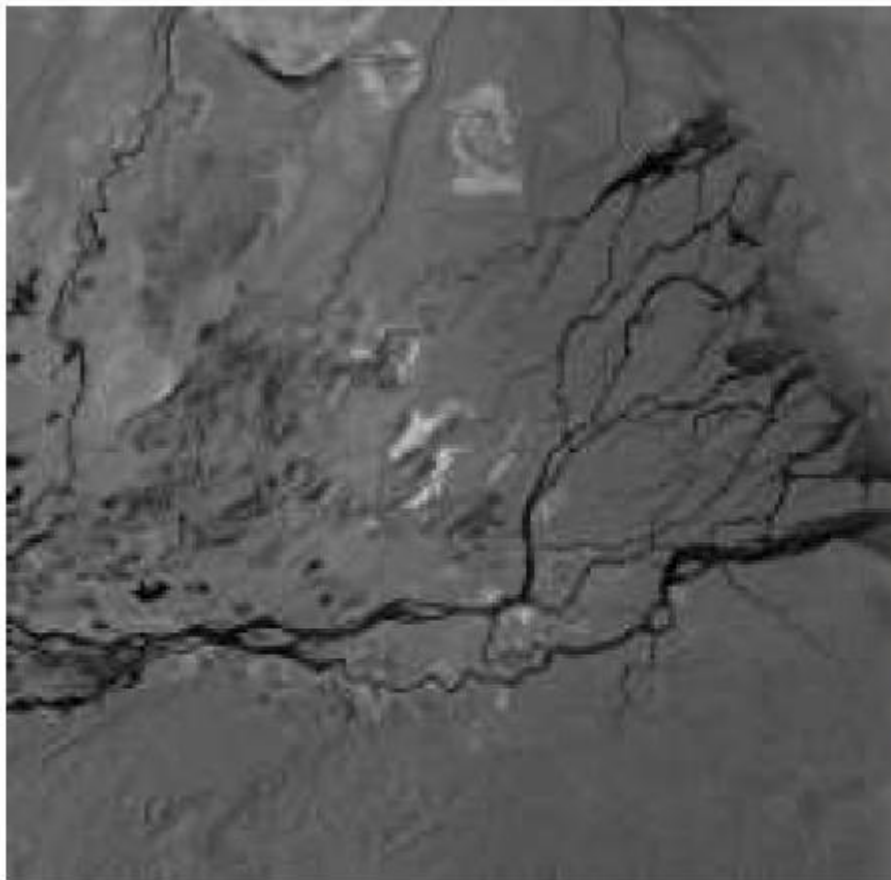


**Images captured by Envisat on 12 (l) and the 16 (r)
of March show ice breaking off into the sea**

**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**



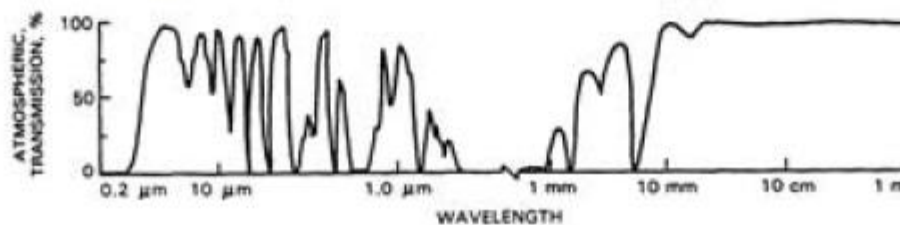
Pouca Interferência Atmosférica



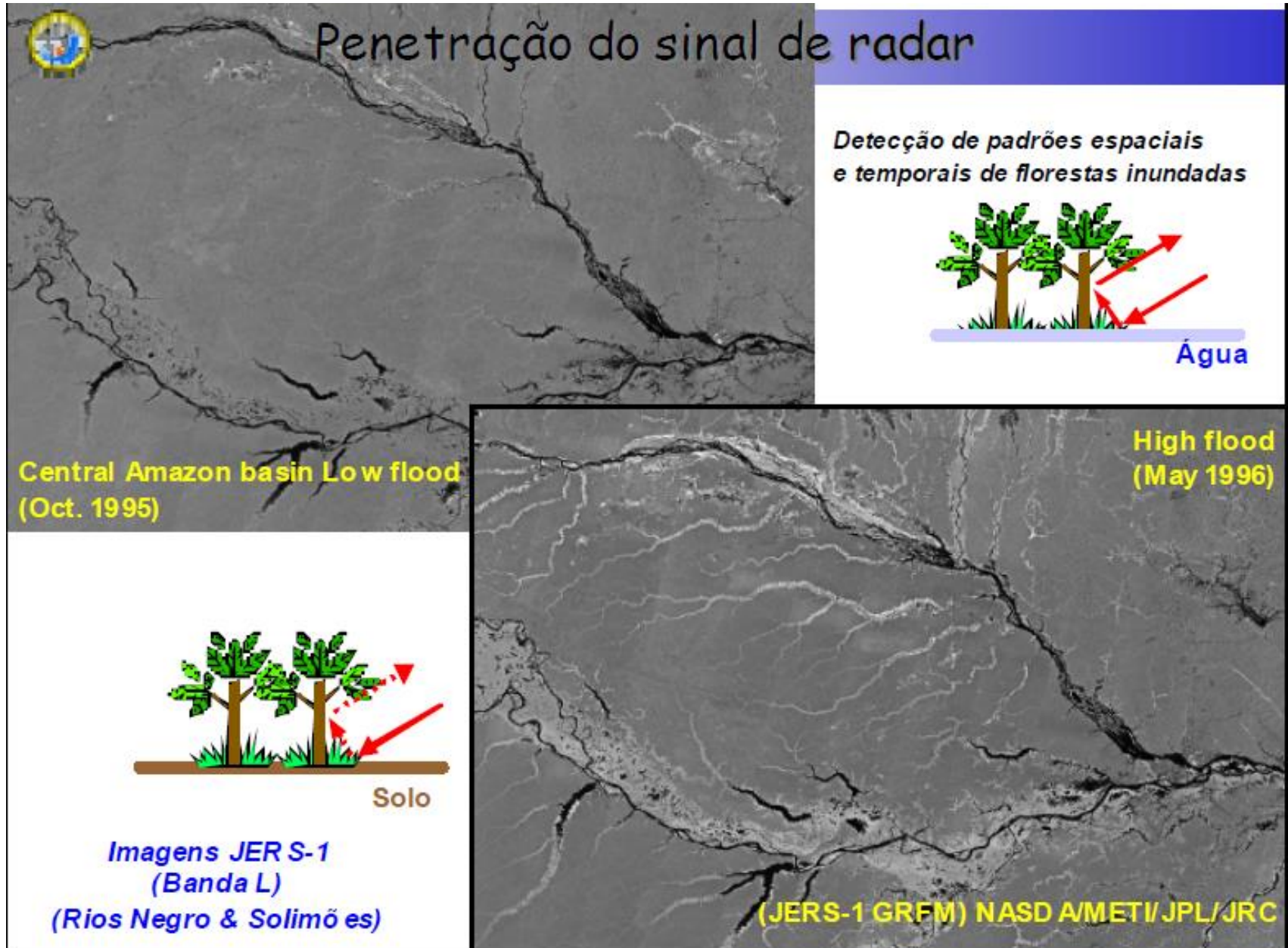
Radarsat -Banda-C



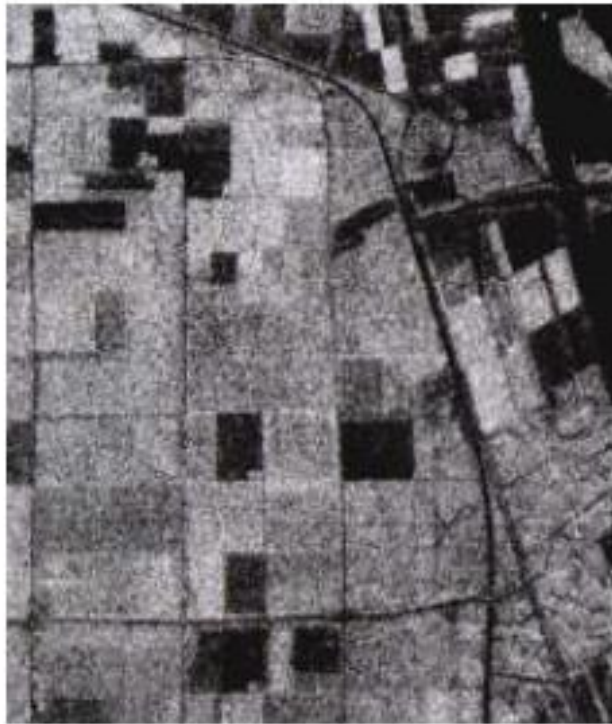
Landsat -TM 345



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

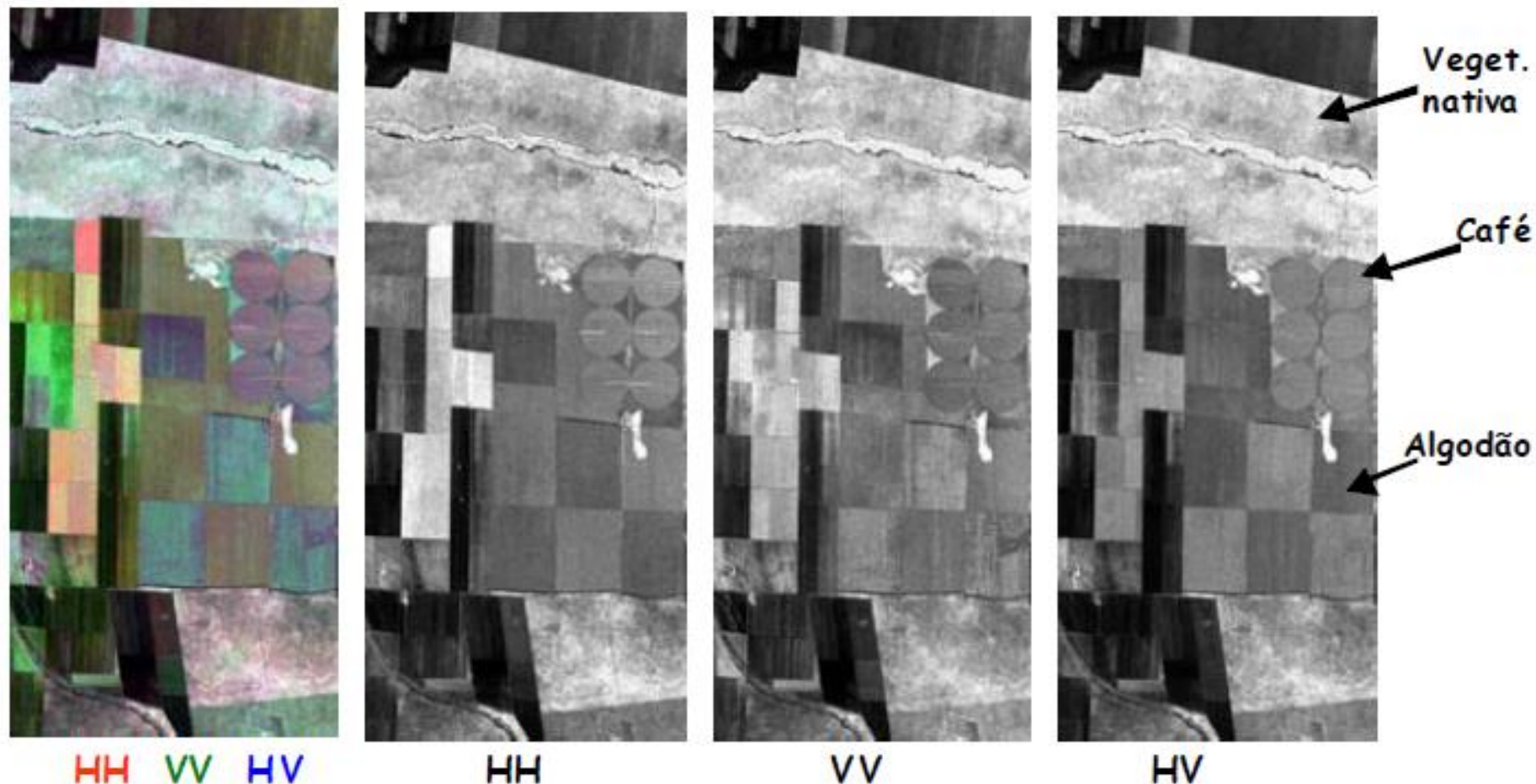


Imagem Polarimétrica do sensor R99B (SIPAM) banda L
- Região de Barreiras (BA)

PRINCIPAIS TIPOS DE SISTEMAS SENSORES

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

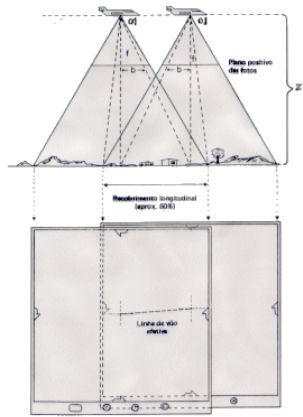
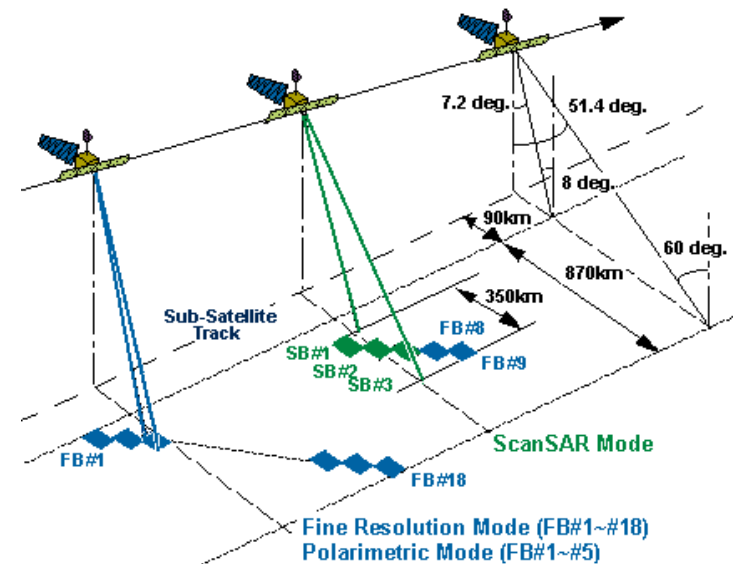
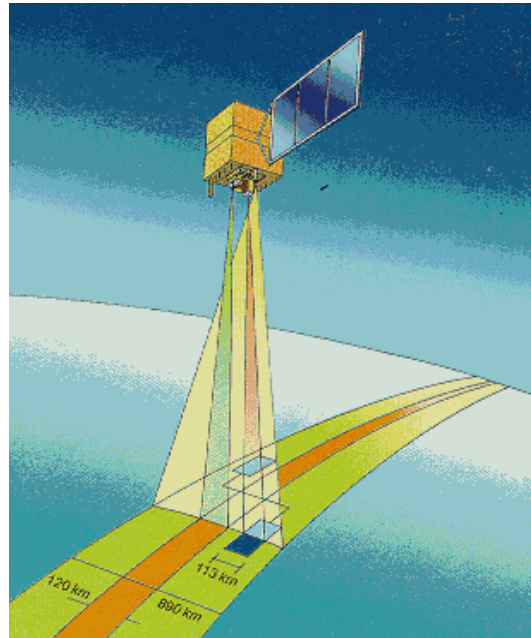
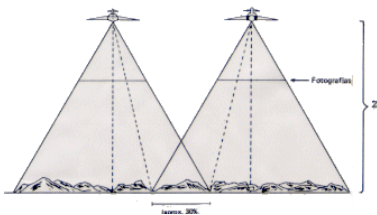


fig. 4.3 - Recobrimento longitudinal



WHERE IS THE INTERNATIONAL SPACE STATION?

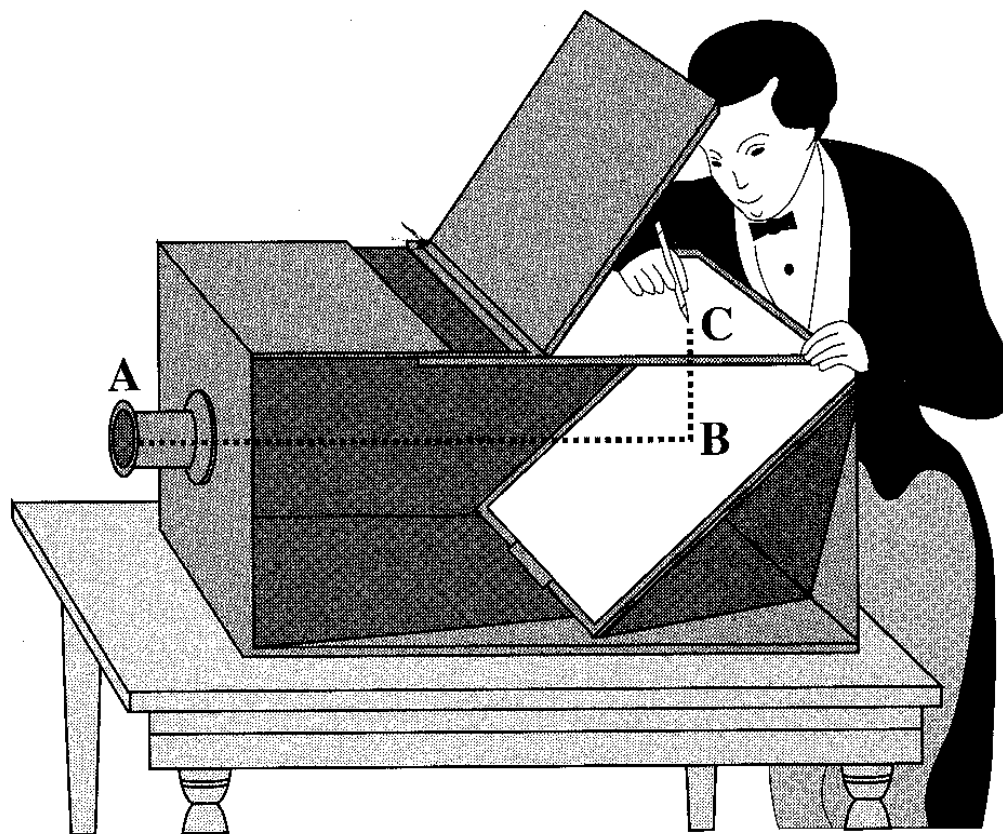


<http://www.ustream.tv/channel/iss-hdev-payload>



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: objetiva o reconhecimento e identificação dos objetos presentes na fotografia.

Aerolevantamento

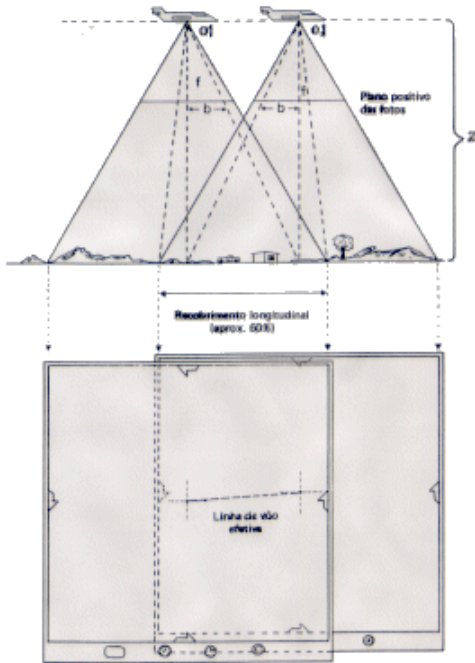
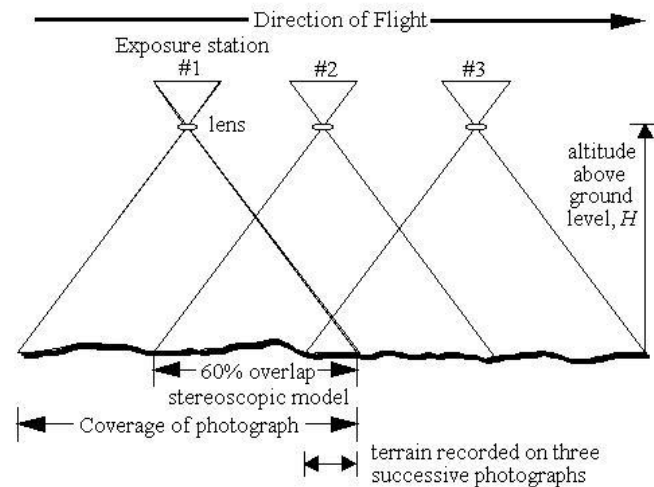
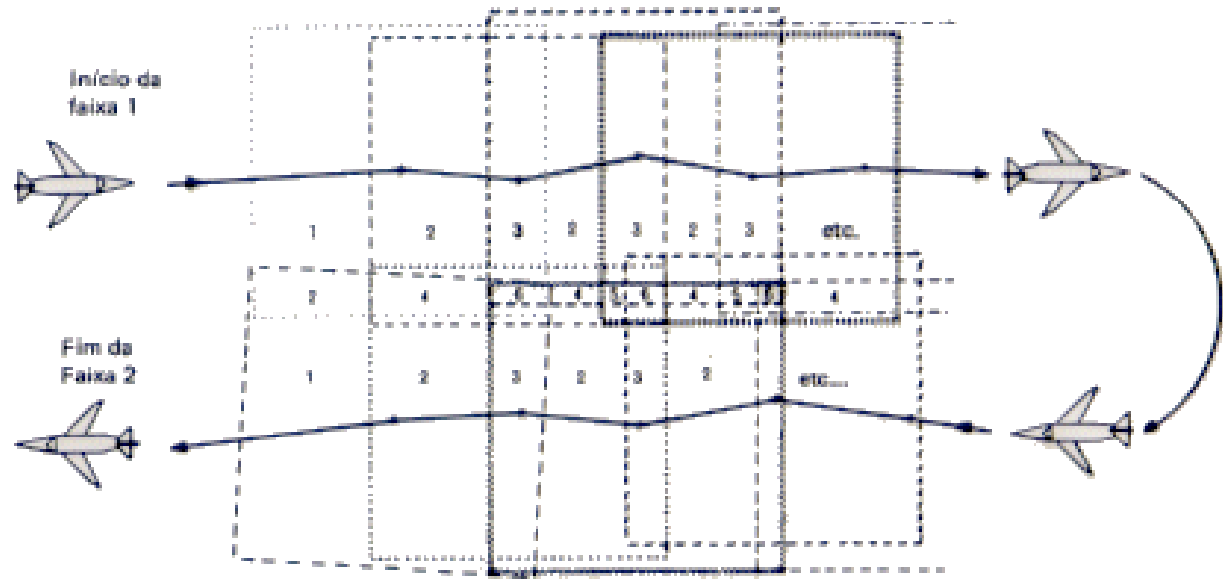
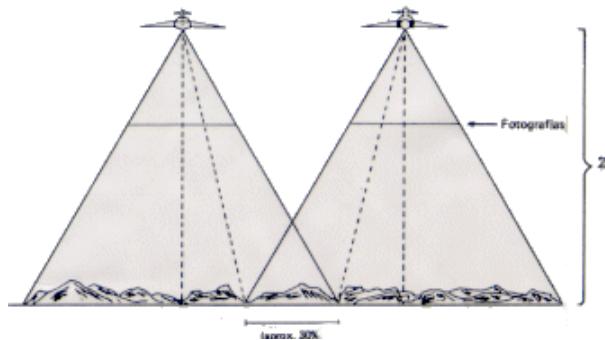
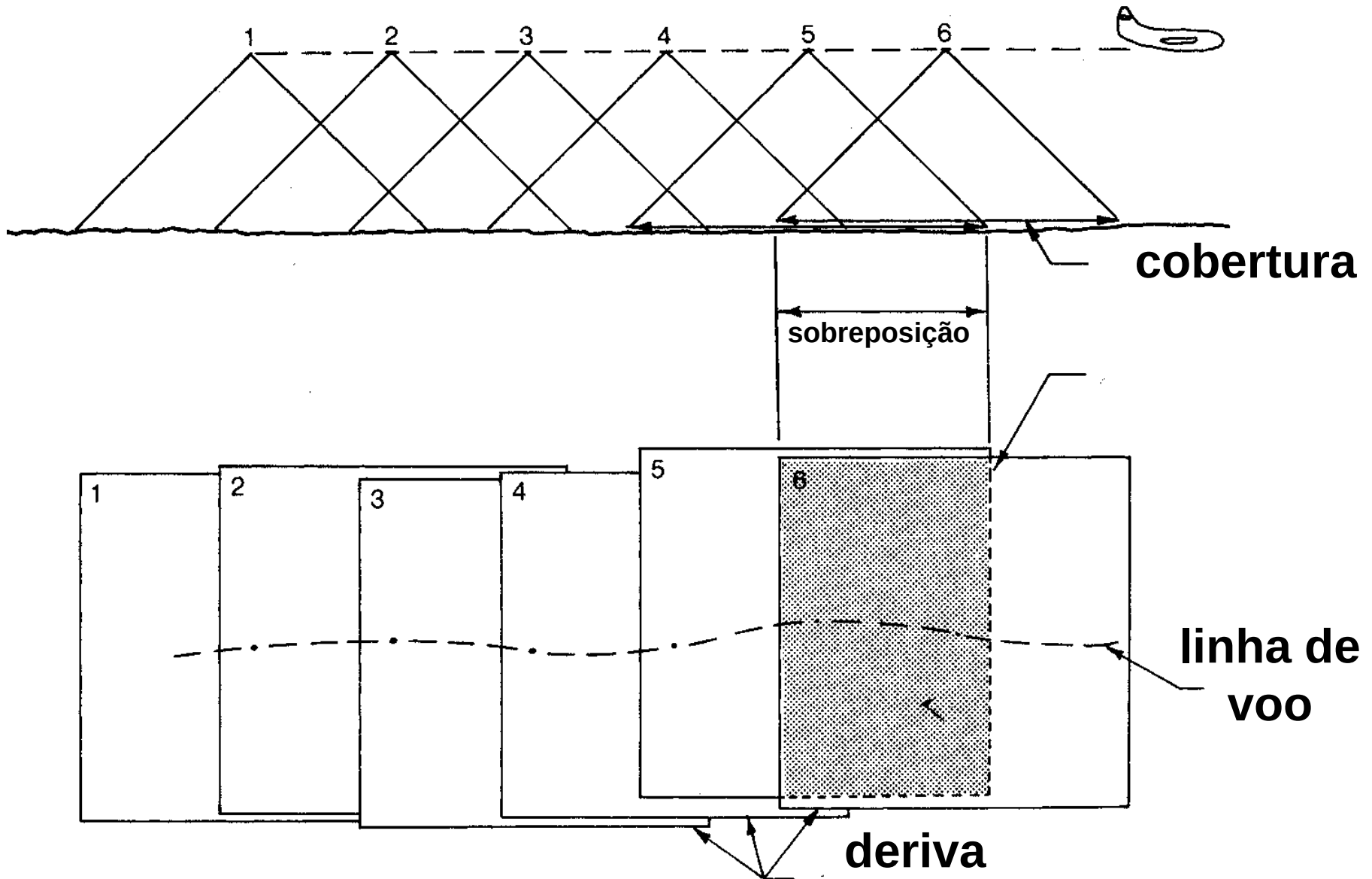


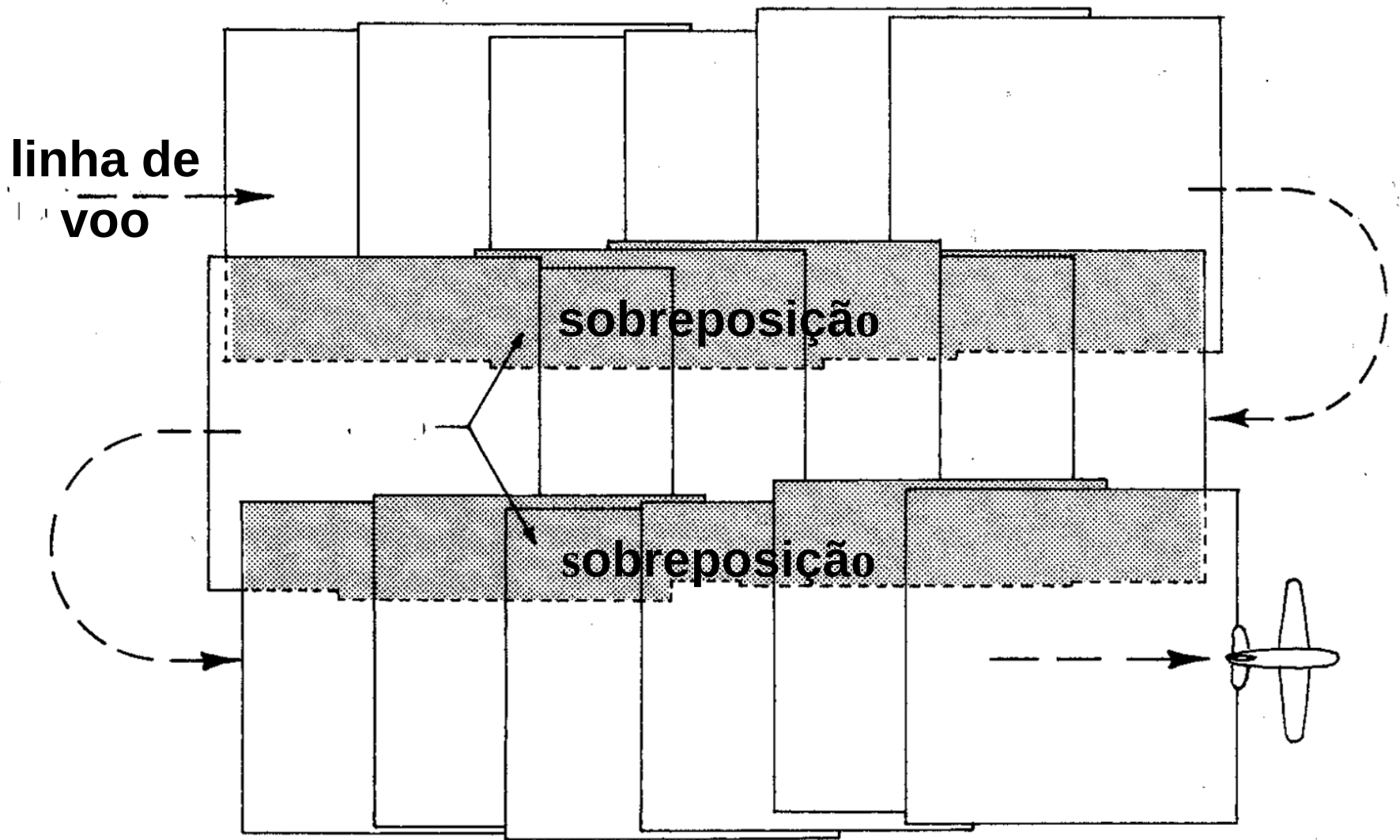
fig. 4.3 - Recobrimento longitudinal



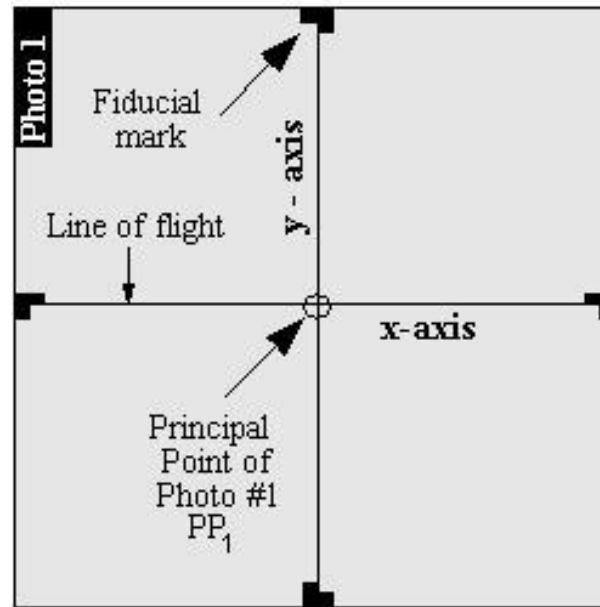
Fotografias Aéreas – Linha de Voo



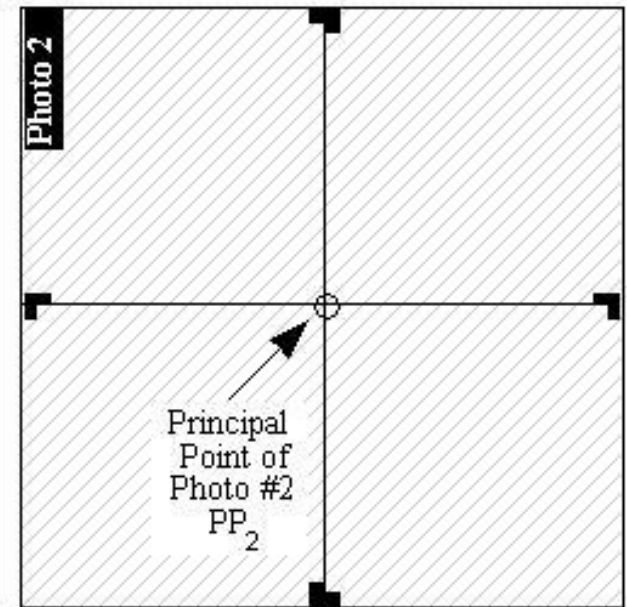
Fotografias Aéreas – Faixas de Voo



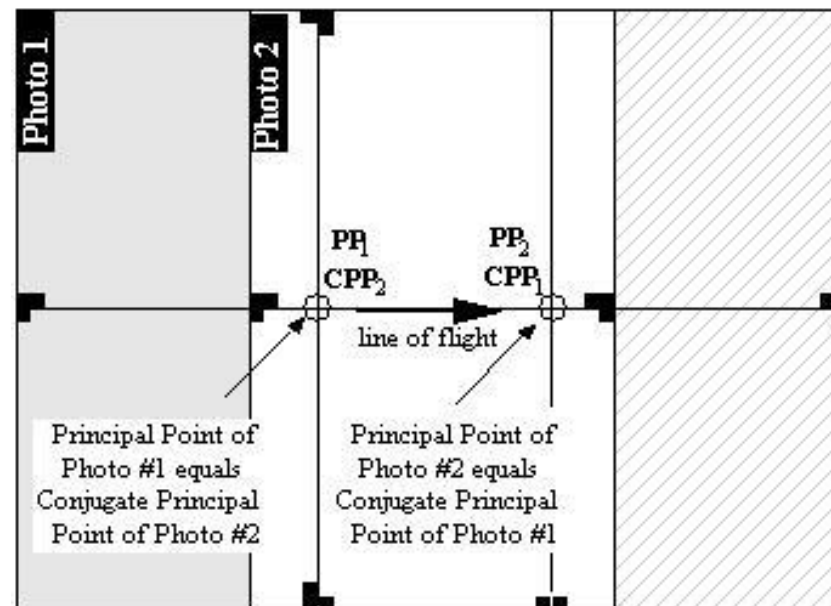
Marcas Fiduciais



a.



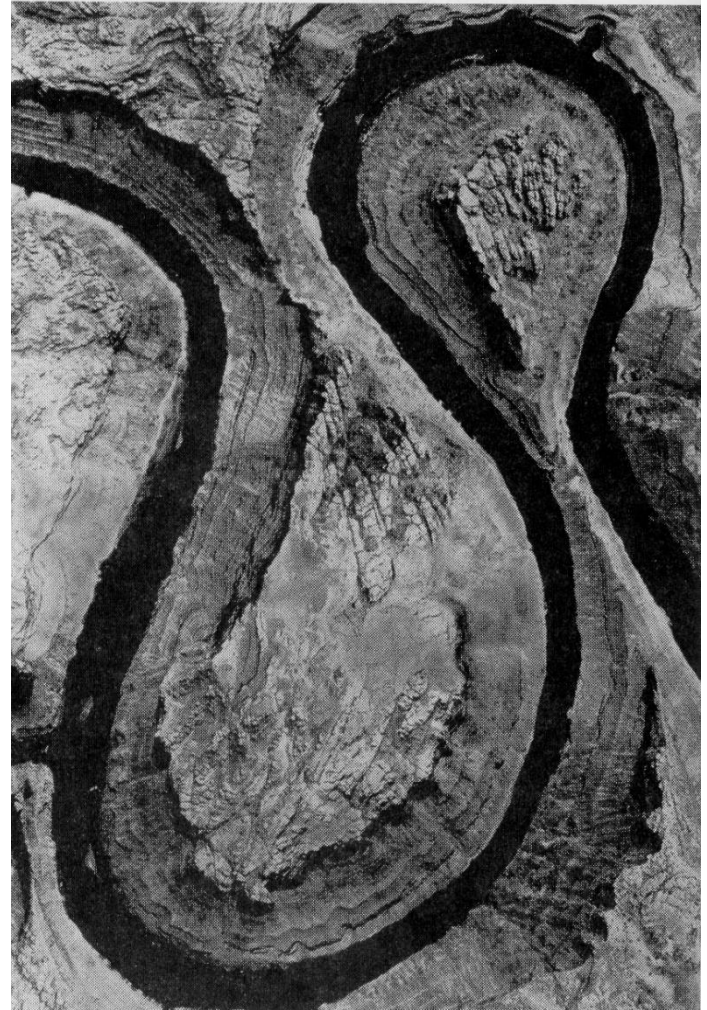
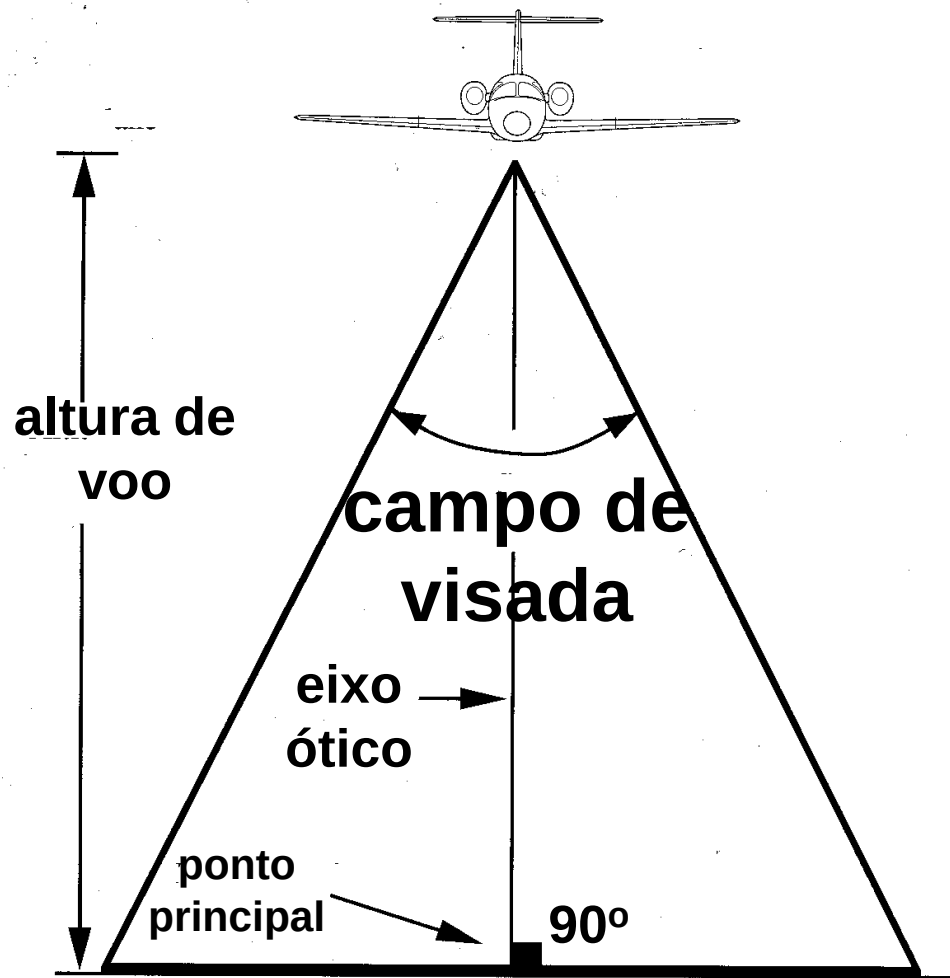
b.



c.

60% overlap
stereoscopic model

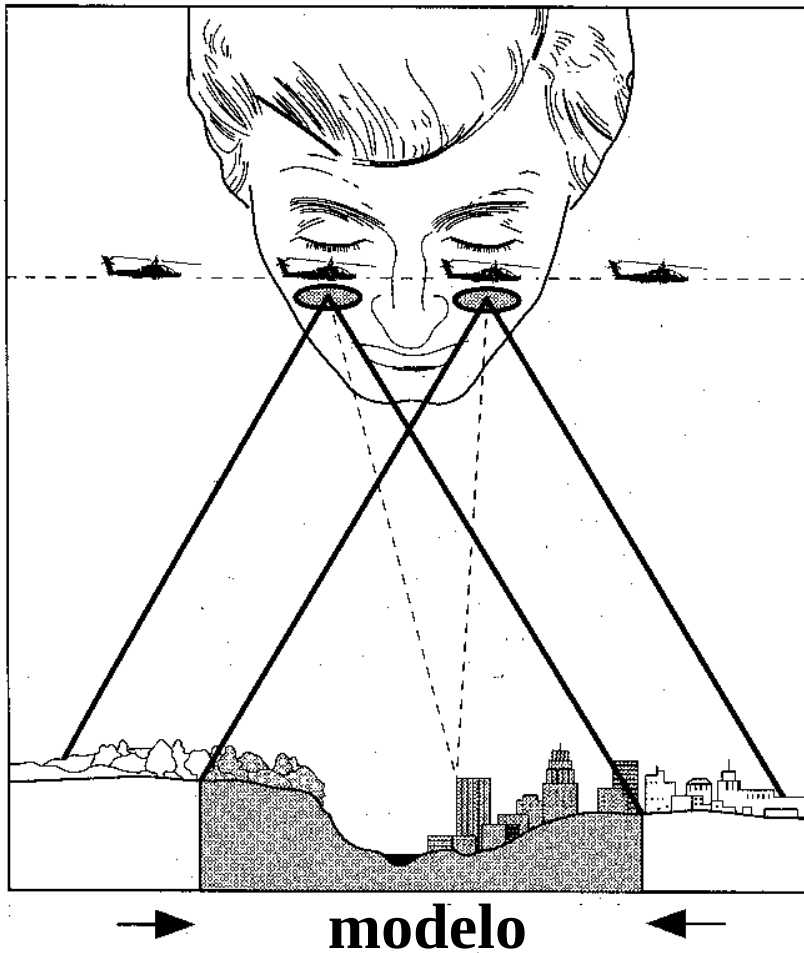
Fotografias Aéreas – Vertical



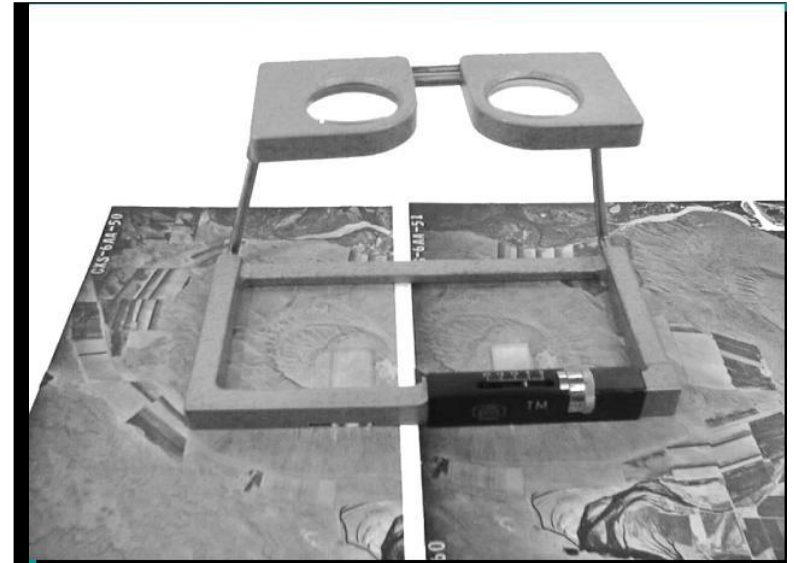
O que é Estereoscopia?

- ❖ 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

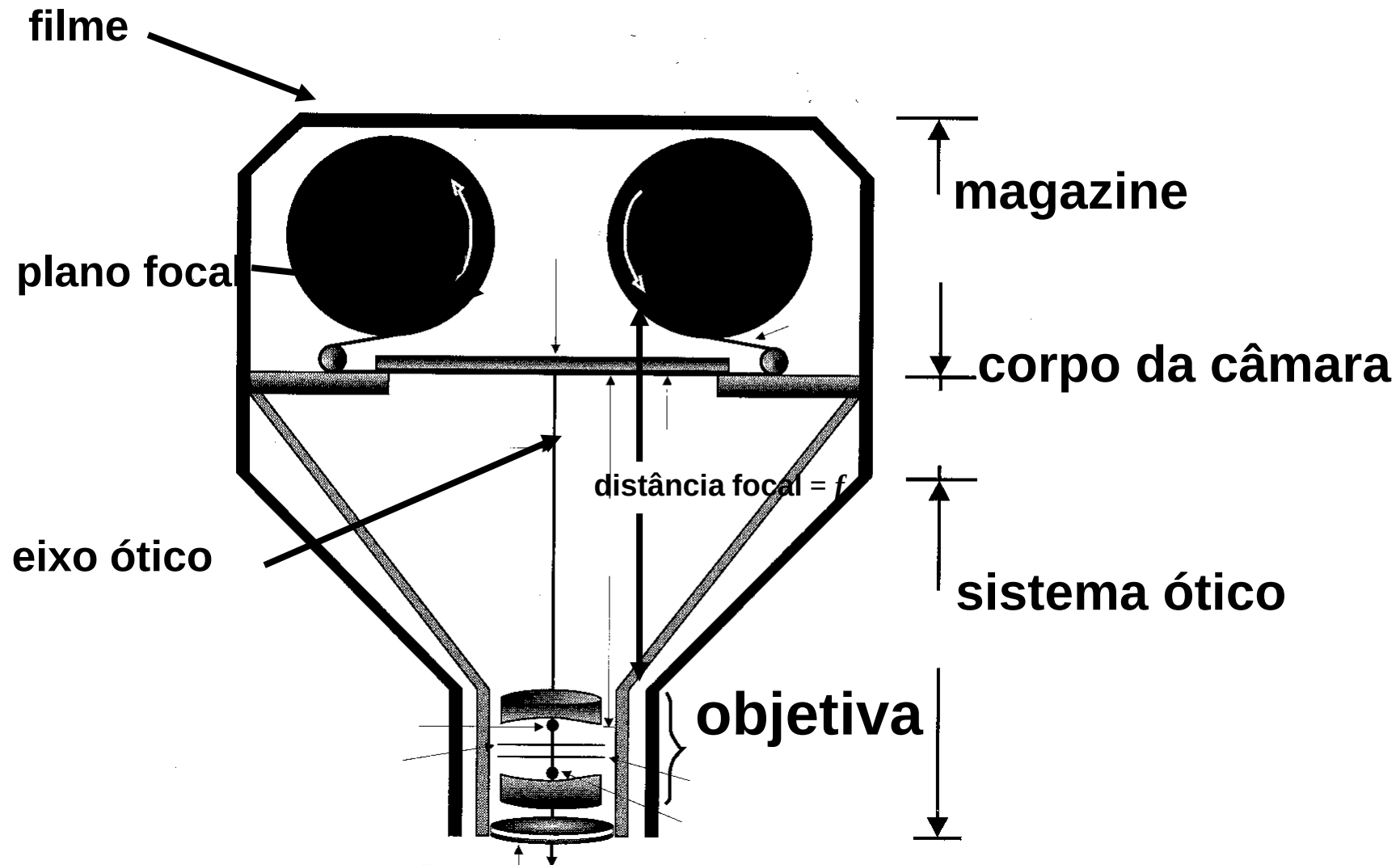


Sensor Fotográfico

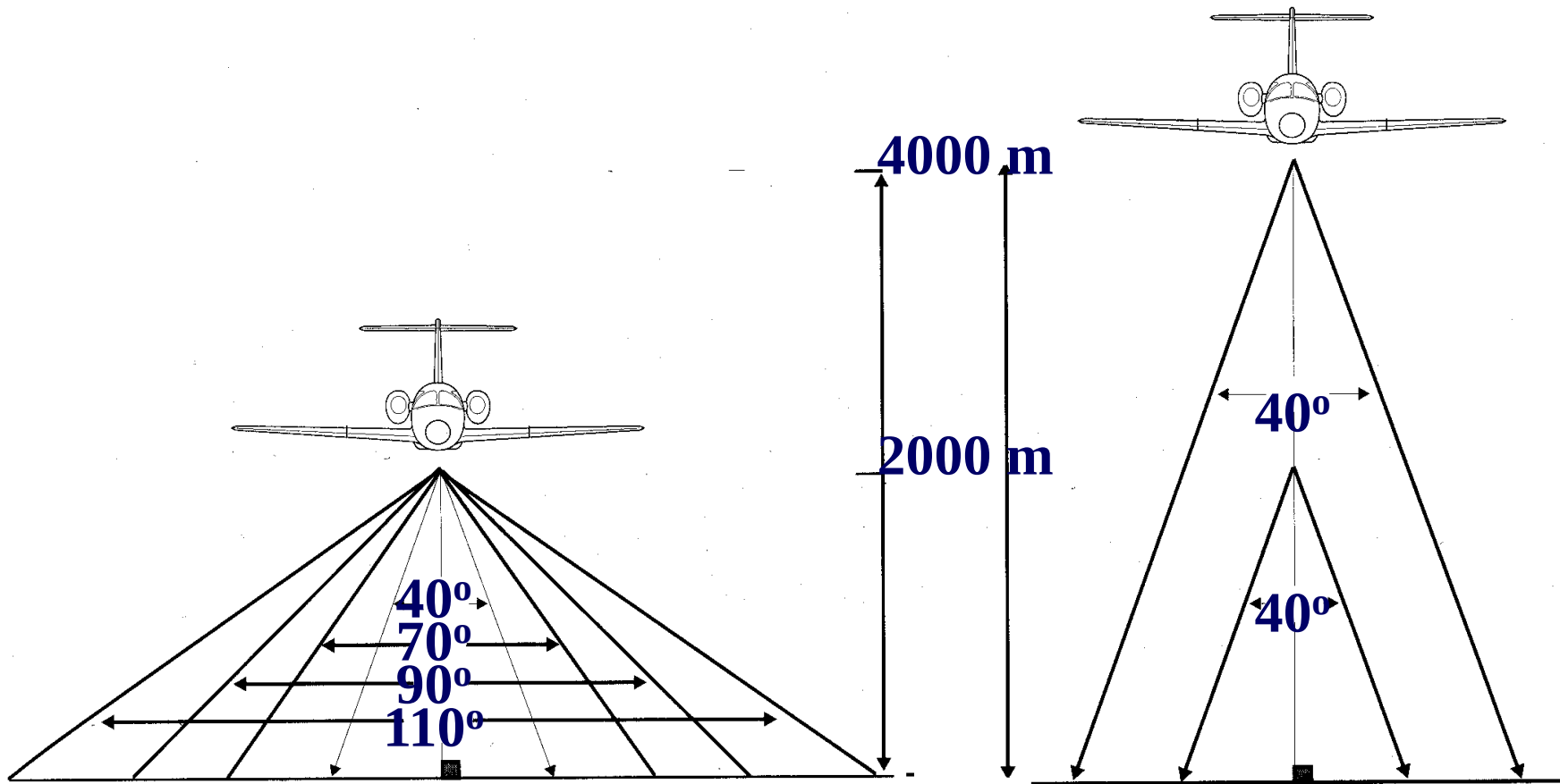
Câmara comum



Sensor Fotográfico



Abertura da Objetiva

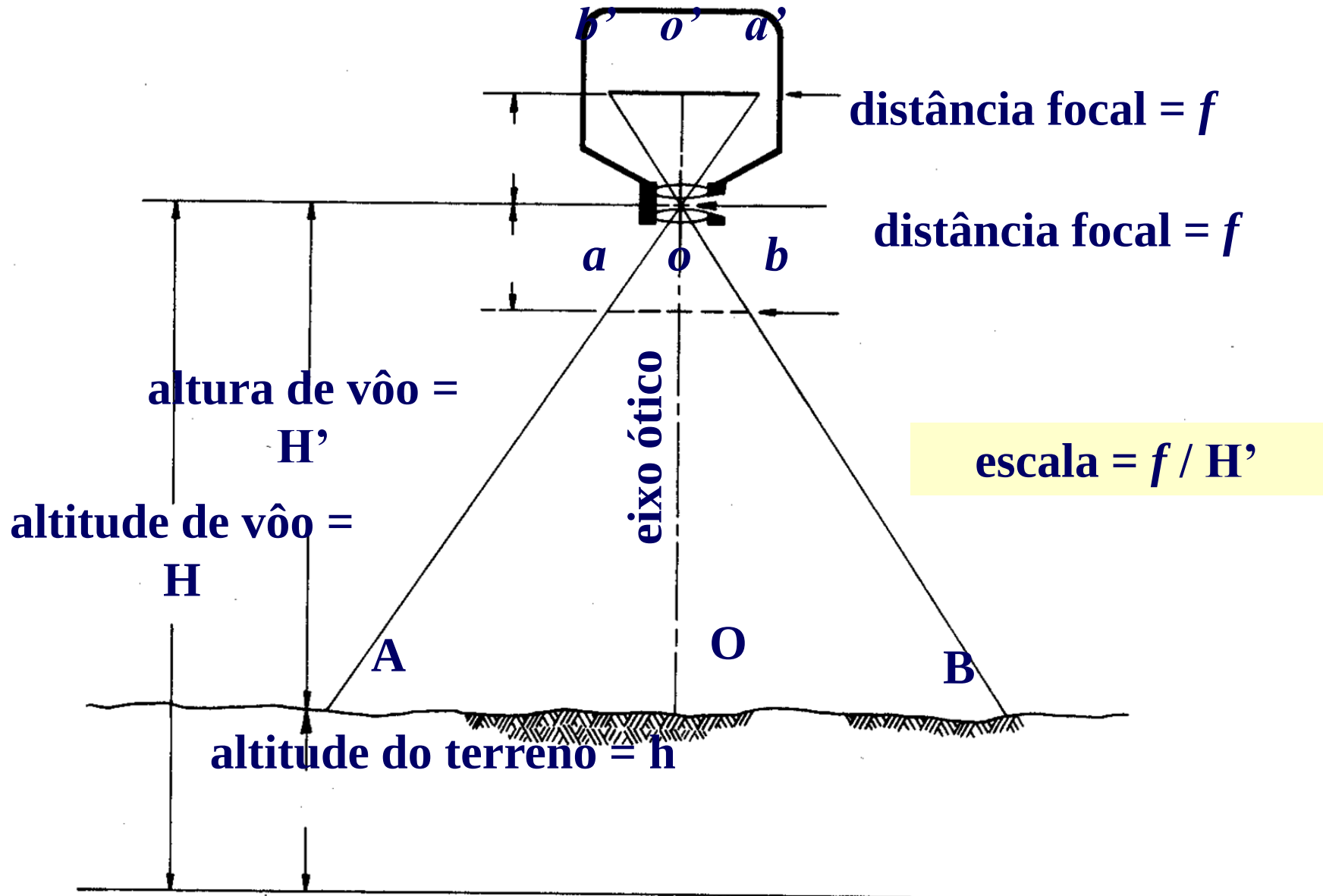


Normal: 219mm (60 graus)

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

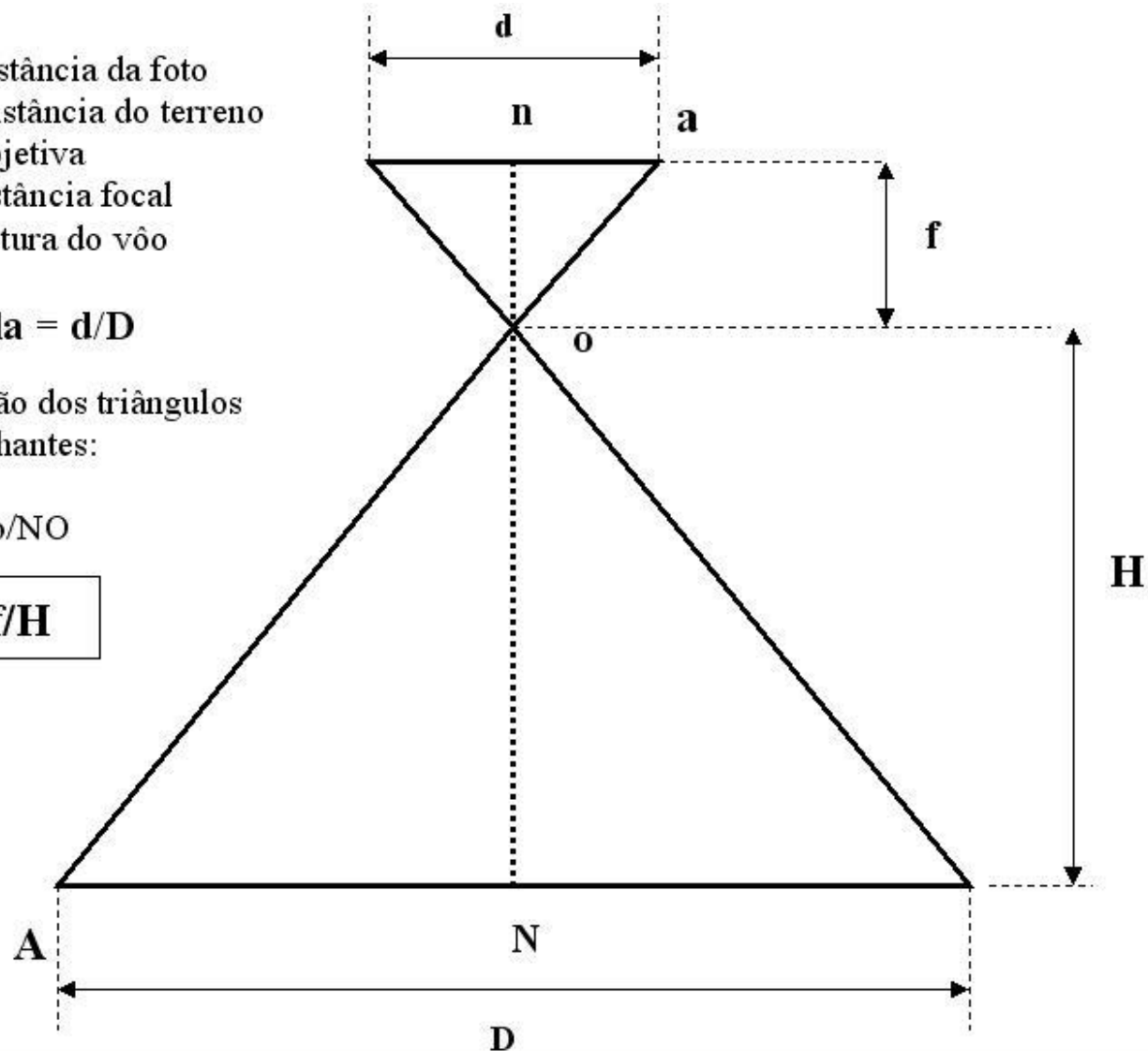
H = altura do voo

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

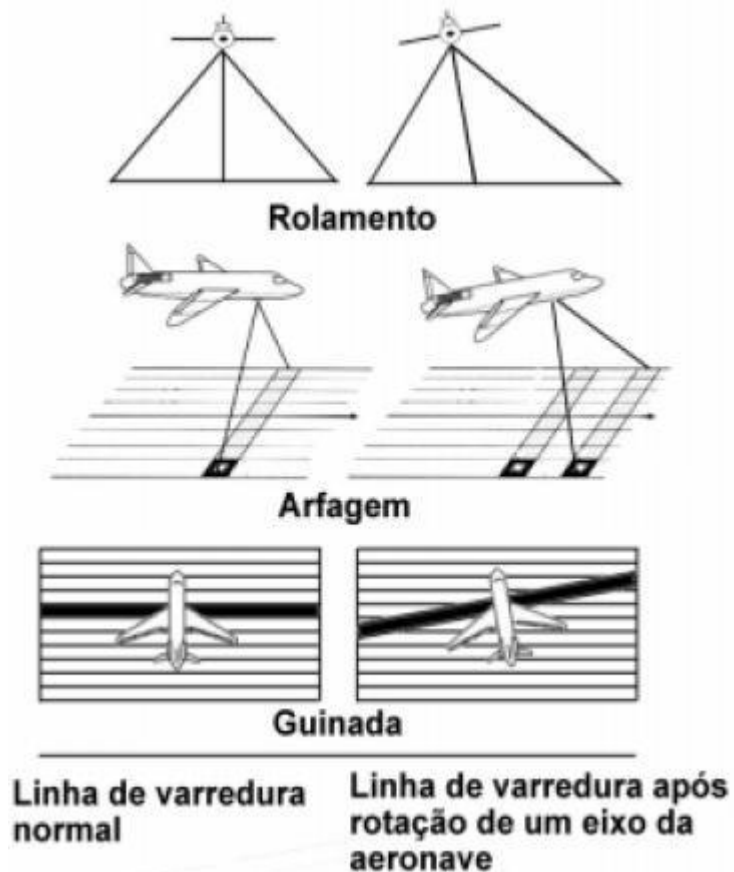
$E = 210 / 6825000 = 1 / 32500$

Escala na Fotografia Aérea

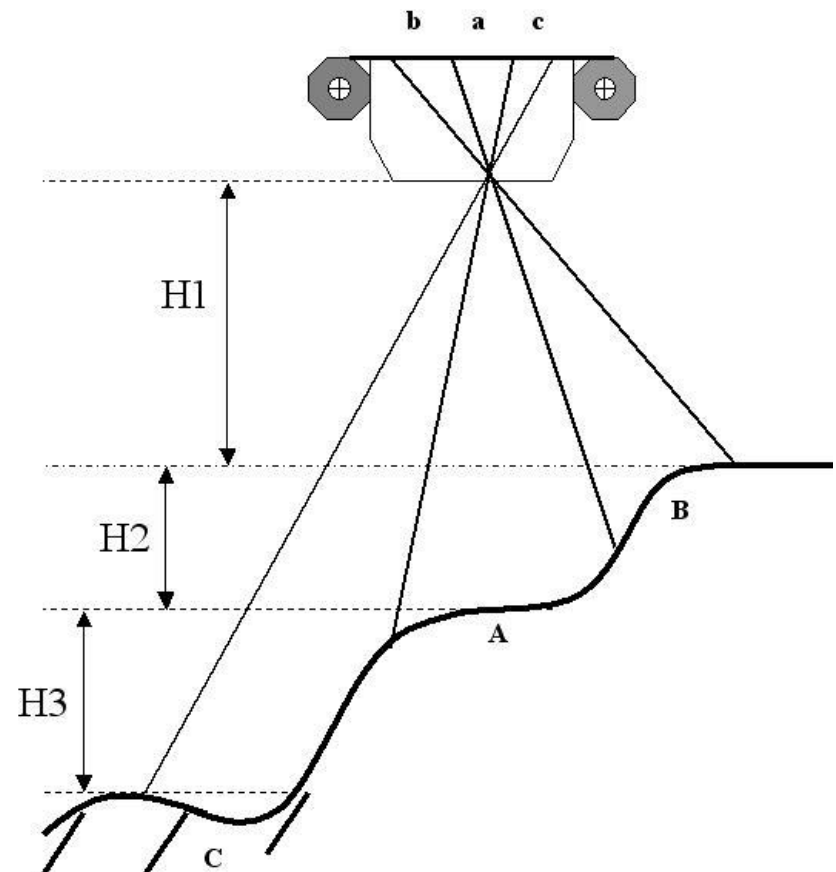
- ❖ Escala grande: $> 1:15000$
- ❖ Escala média: $1:15000-1:60000$
- ❖ Escala pequena: $<1:60000$

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

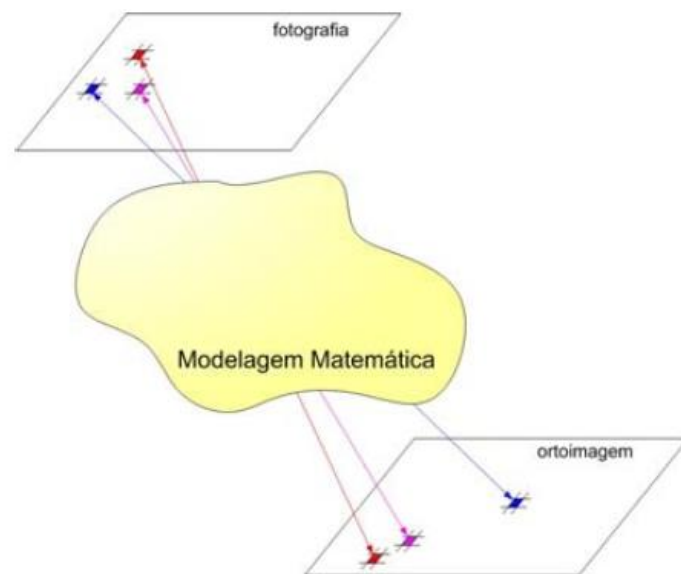
Trecho (km)	Valor unit. R\$/km	Prazo (dias)
1	45.000,00	60
5	21.000,00	60
20	18.000,00	60
50	16.800,00	90

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

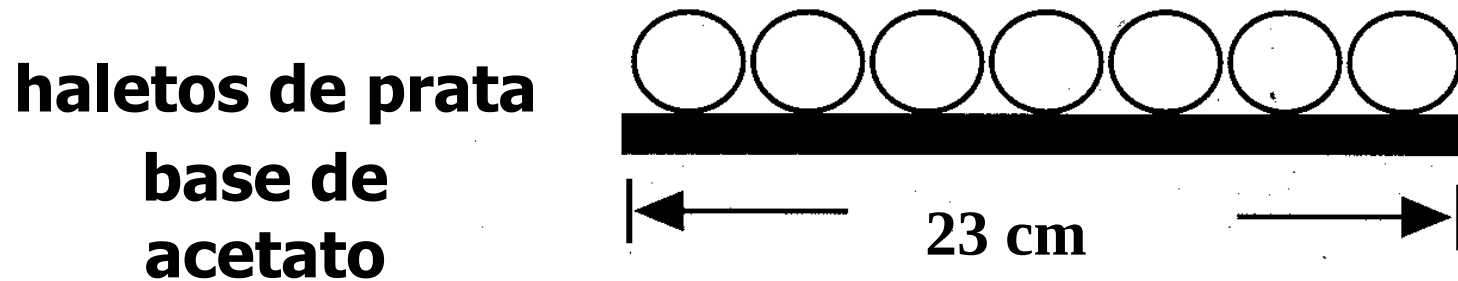
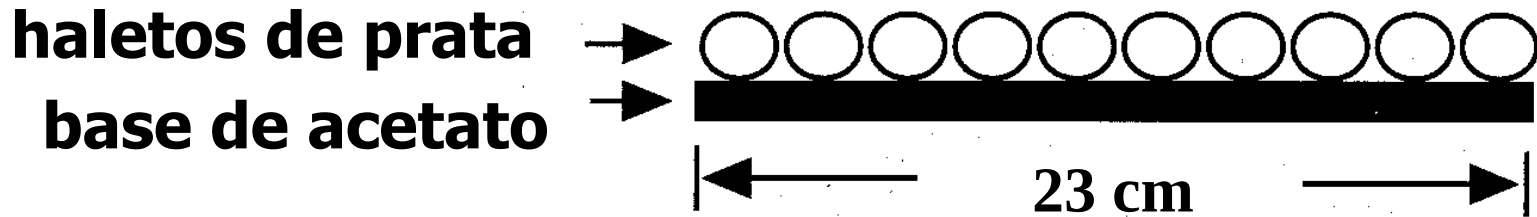
- Permitir seu uso como fonte *direta* de informação métrica;
- O rearranjo dos elementos presentes na fotografia em sua verdadeira posição permite a execução de medições;
- Agregar fidedignidade a imagem como fonte de informação;

Ortofotocarta

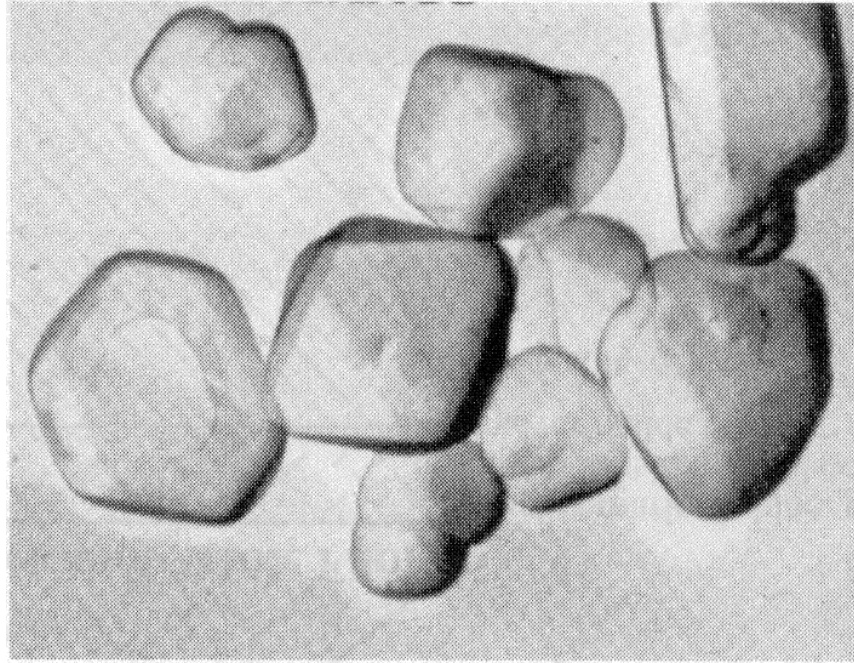


Ortofoto colorida de vôo baixo 1:6.000, com as
curvas de nível a cada metro e as informações cadastrais
Fonte: Mundo Geo

Estrutura do Filme Fotográfico



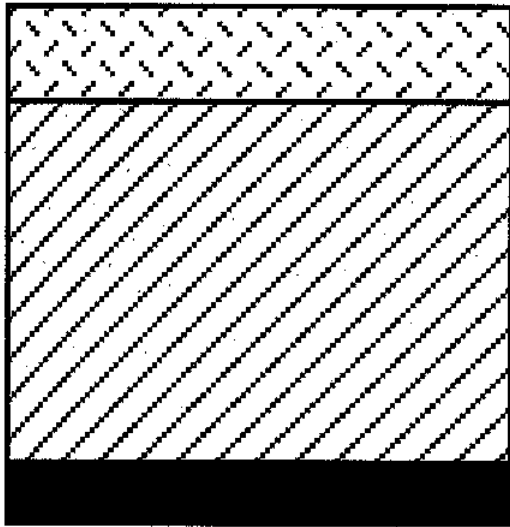
Estrutura do Filme Fotográfico



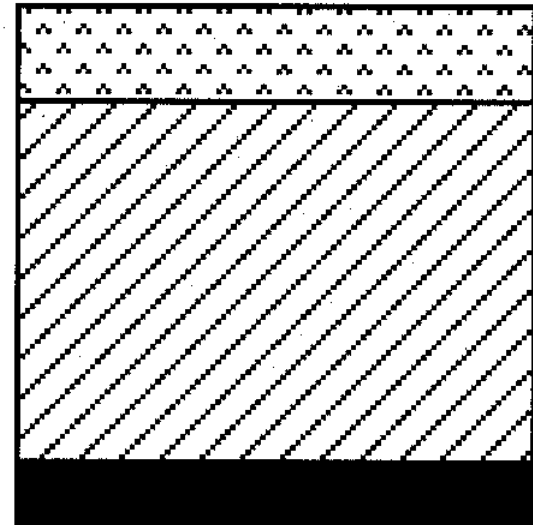
Cristais de haletos de prata

Estrutura do Filme Fotográfico

filme BP visível



filme BP infravermelho



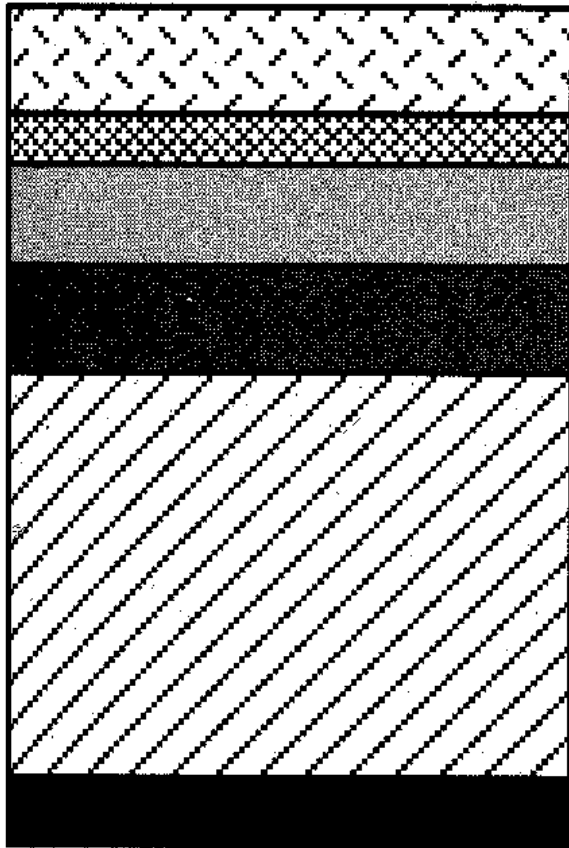
**emulsão com
haletos de prata**

**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?