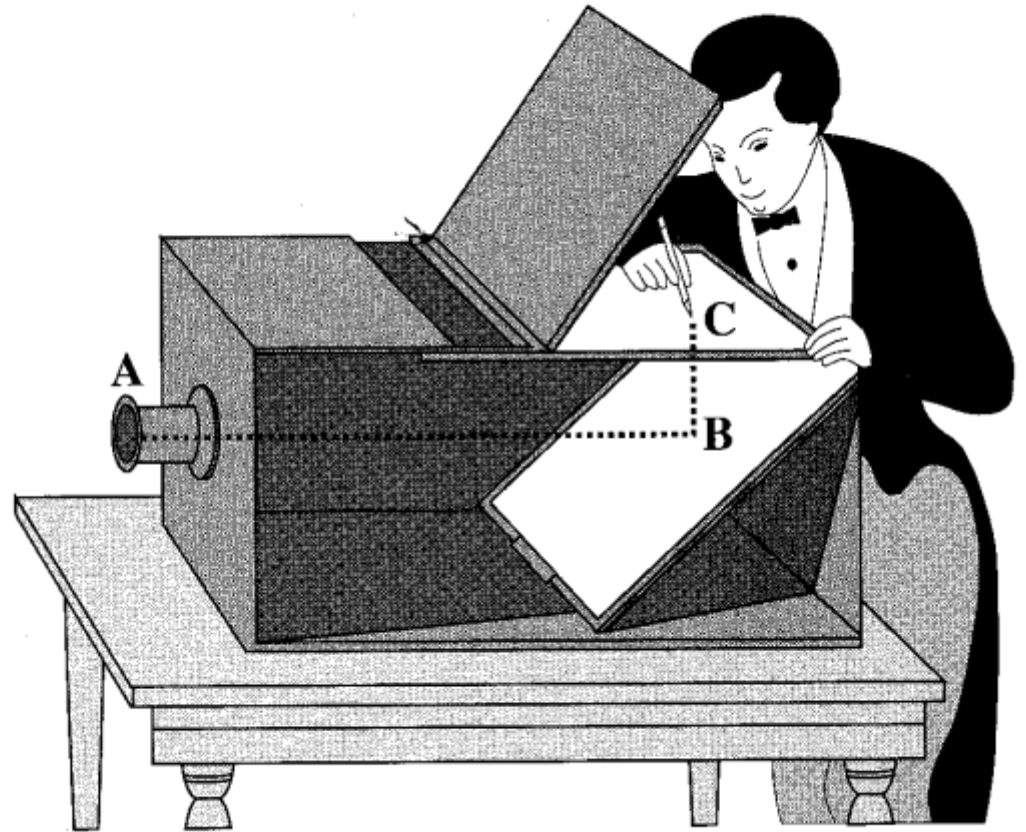


Fotogrametria

Prof. Dr. Fernando S. Kawakubo
Prof. Dr. Reinaldo Paul Pérez Machado



Sumário

- Definição
- Área de aplicação
- Geometria de aquisição dos dados
- Estereoscopia
- Sensor fotográfico
- Distorções
- Diferenças entre foto e mapa

Definição

O que é Fotogrametria?

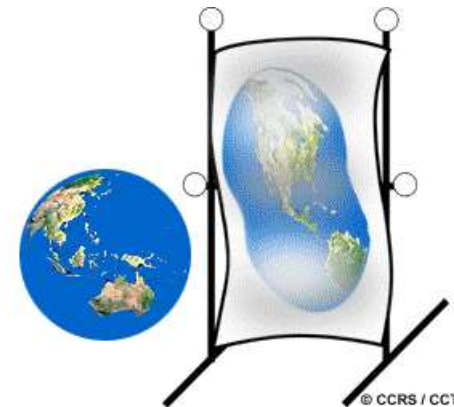
De acordo com ASPRS* (1966), é a arte, ciência e tecnologia de obter informações de **confiança** a respeito de objetos e fenômenos do meio ambiente através do registro, medição e interpretação de imagens fotográficas.

*ASPRS = American Society for Photogrammetry and Remote Sensing

As fotografias aéreas fornecem um registro instantâneo ("snapshot") da imagem da terra.

Área de Aplicação

- Fotogrametria horizontal
- Fotogrametria vertical:
 - Fotogrametria métrica: consiste em realizar medições na foto (distância, área, volume, elevação etc.), elaborar cartas plani-altimétricas, mosaicos, ortofotos etc.
 - O conhecimento da fotogrametria métrica é importante para conhecer as distorções inerentes a forma de aquisição dos dados. Este conhecimento permite maximizar a utilização das fotografias aéreas.
- Fotogrametria interpretativa: tem como objetivo o reconhecimento e identificação dos objetos presentes na fotografia.



Área de Aplicação

Importância para a Geografia

- Obtenção de informações detalhadas do território;
- Cartografia de base;
- Cadastro rural e urbano;
- Registro histórico do processo de ocupação;
- Visualização das feições em 3D para mapeamento geomorfológico e pedológico de detalhe;
- Mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal;
- Inventário florestal;
- Perícia
- Validação de mapeamentos temáticos;
- Etc.

Aeronave para aerofotogrametria



Aeronave para aerofotogrametria



Janela para posicionamento da câmera

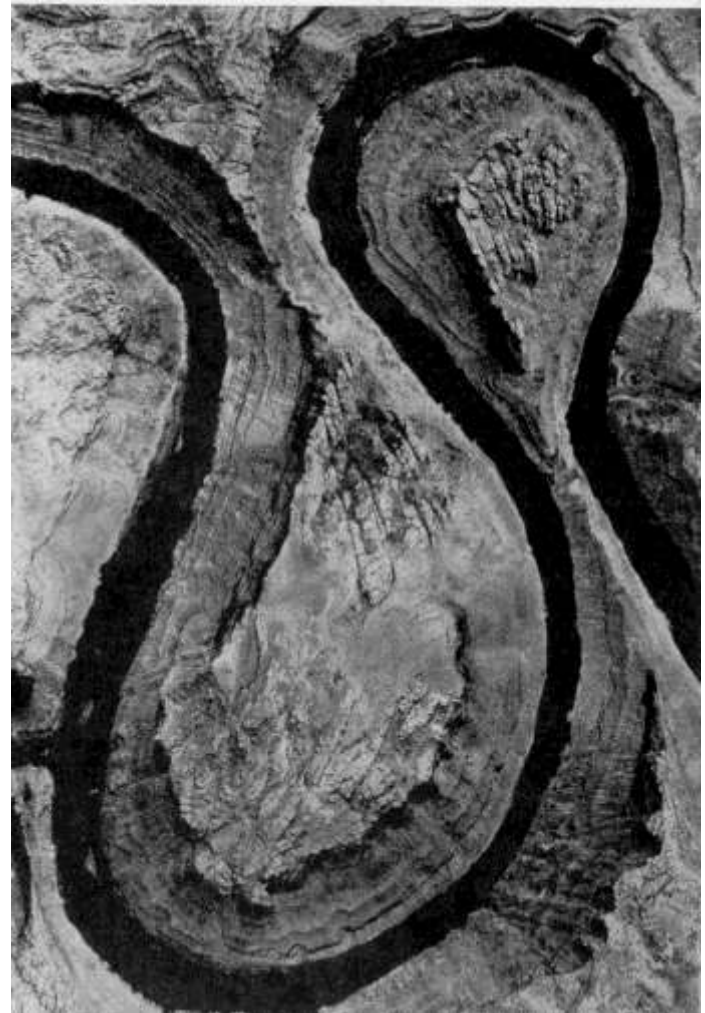
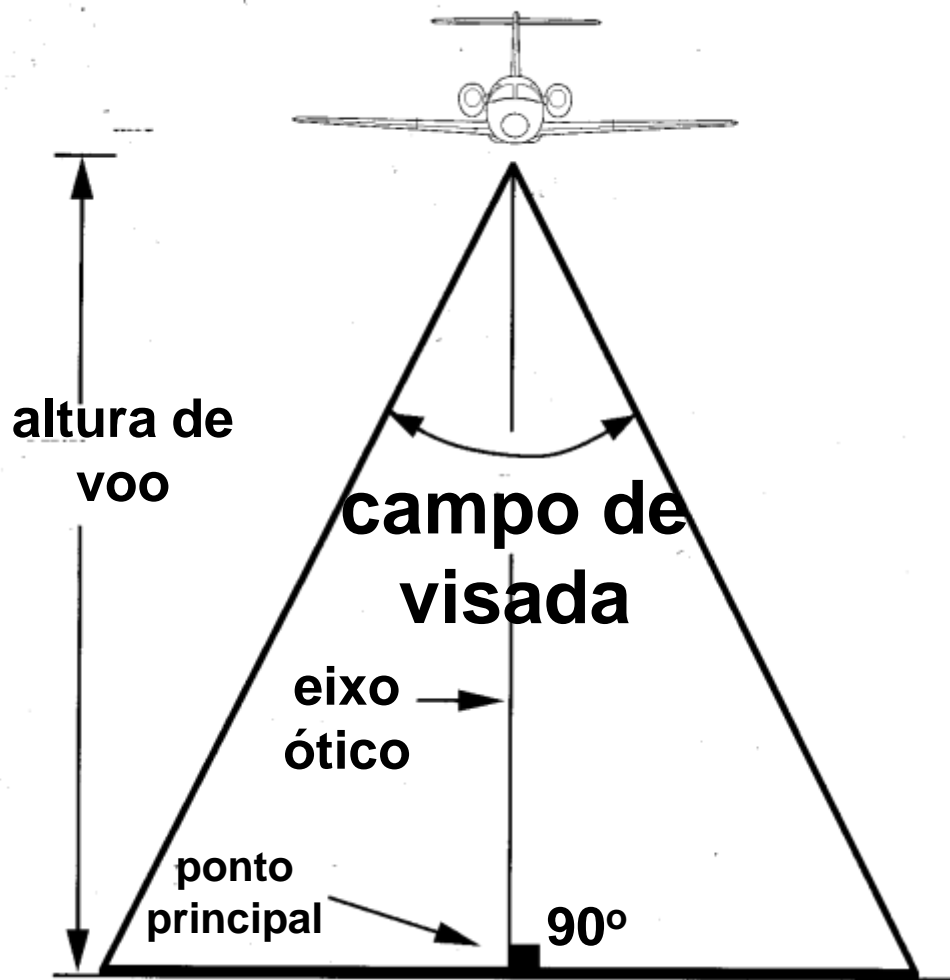


Objetiva da câmera métrica



Geometria de aquisição dos dados

Visada Vertical



Geometria de aquisição dos dados

Linhas de voo

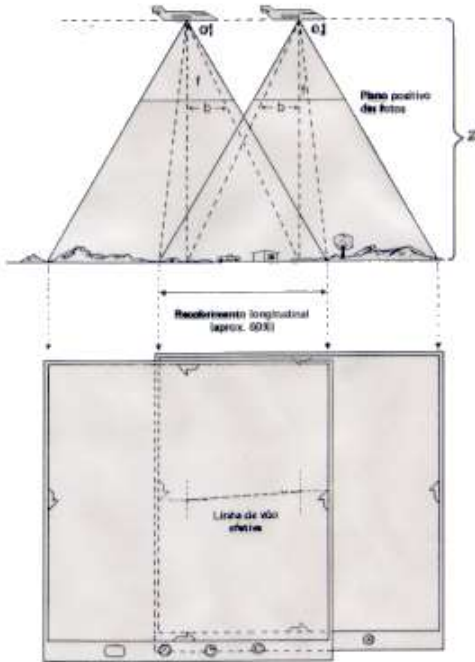
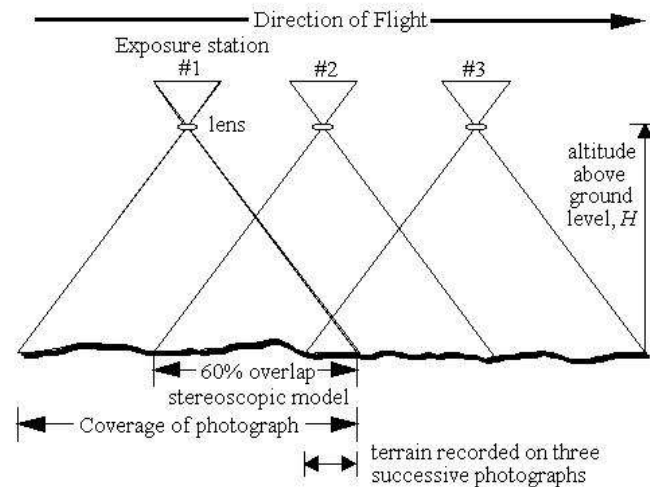
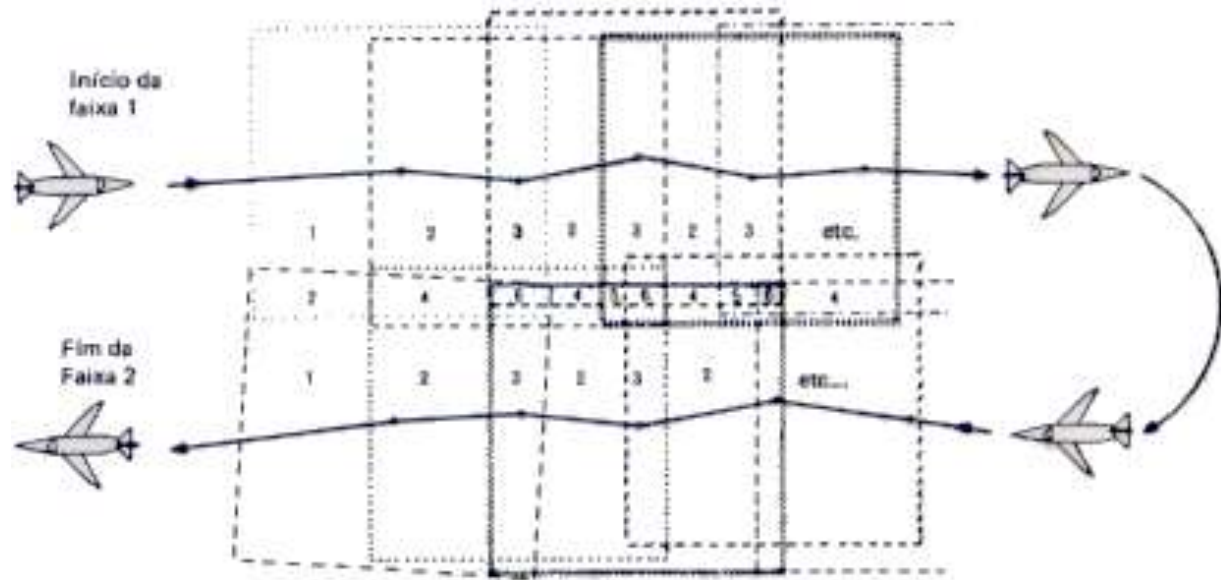
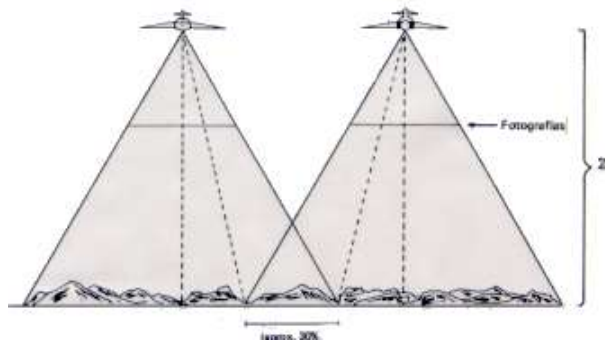
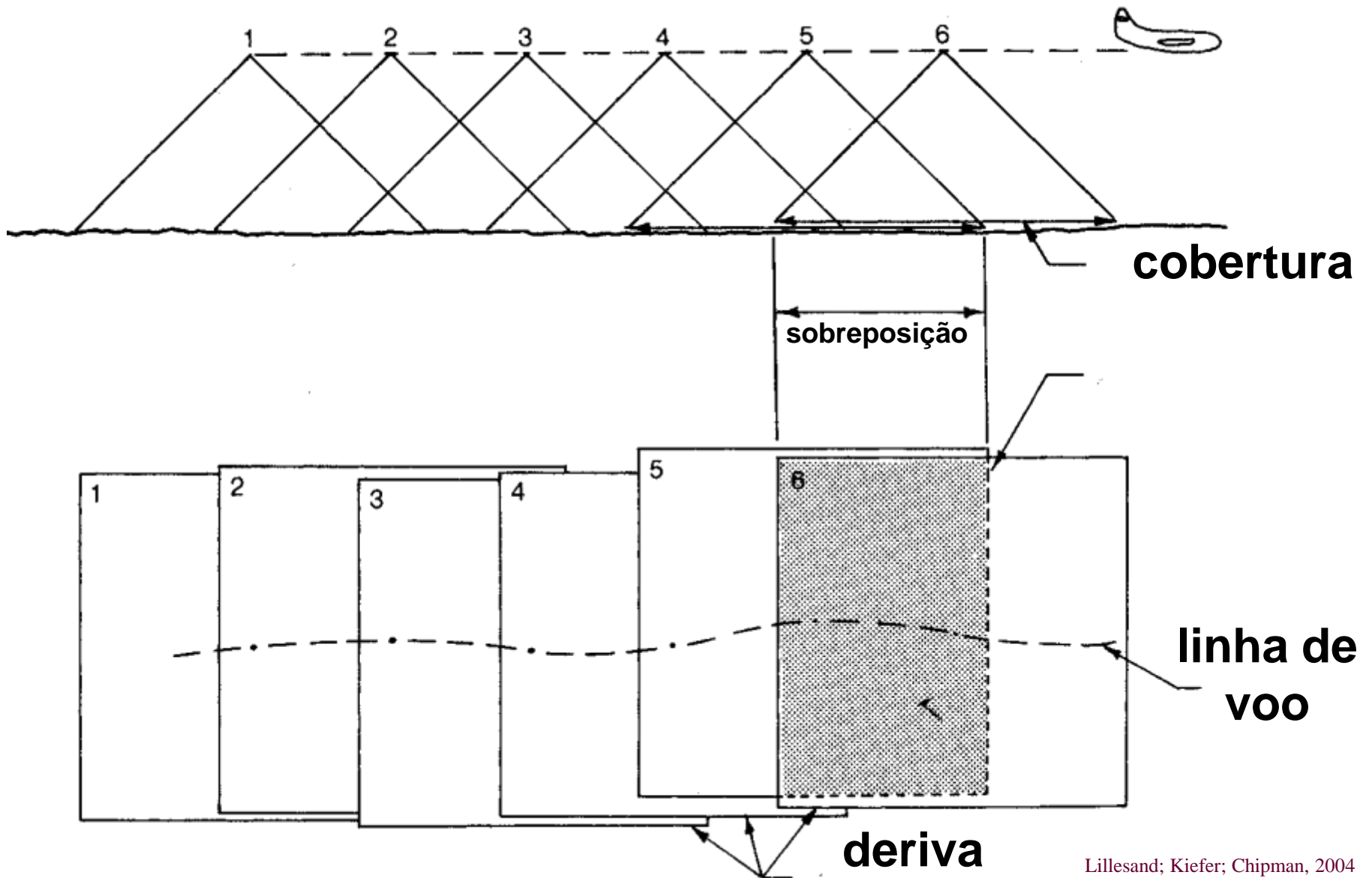


fig. 4.3 - Recobrimento longitudinal



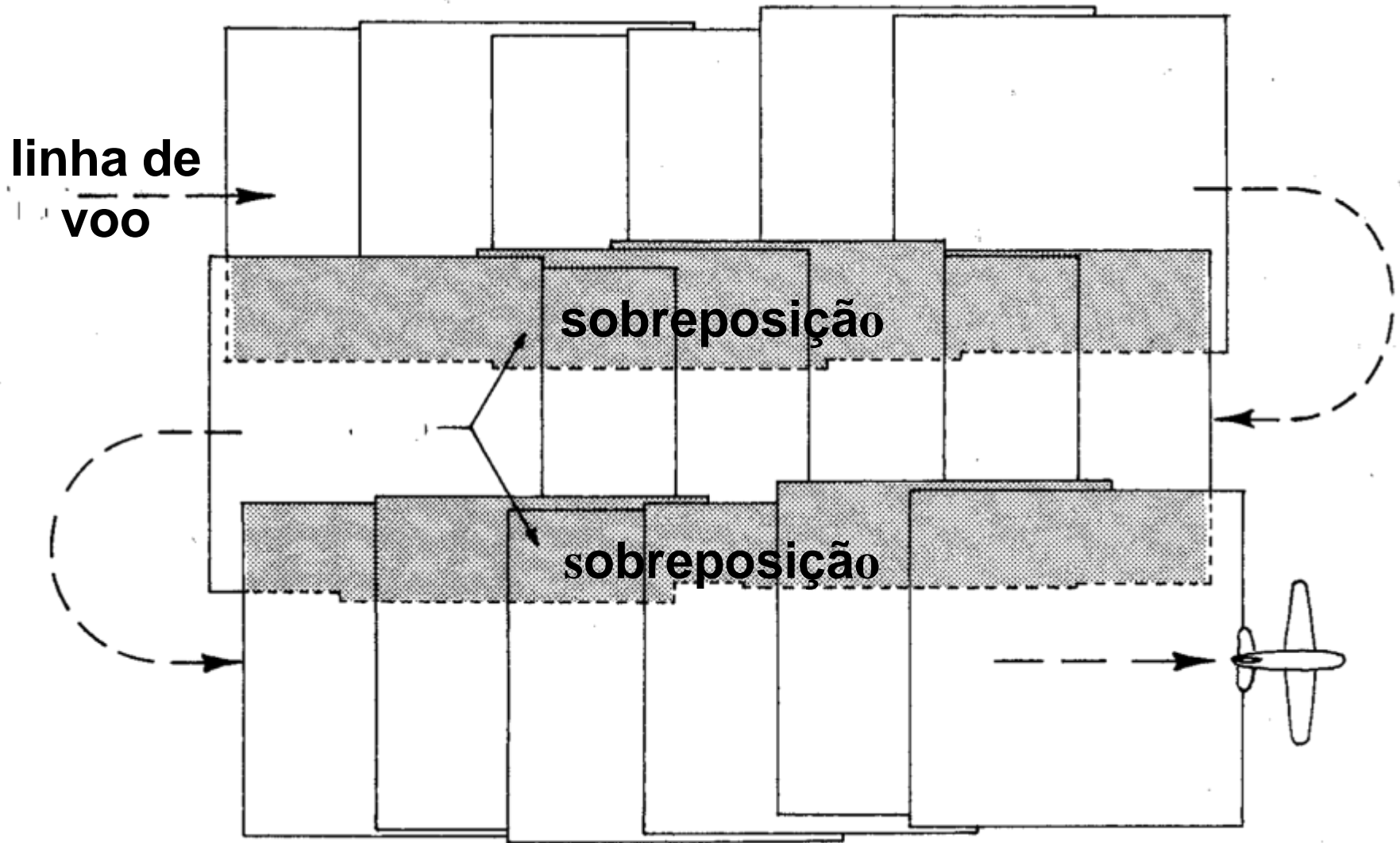
Geometria de aquisição dos dados

Linhas de voo



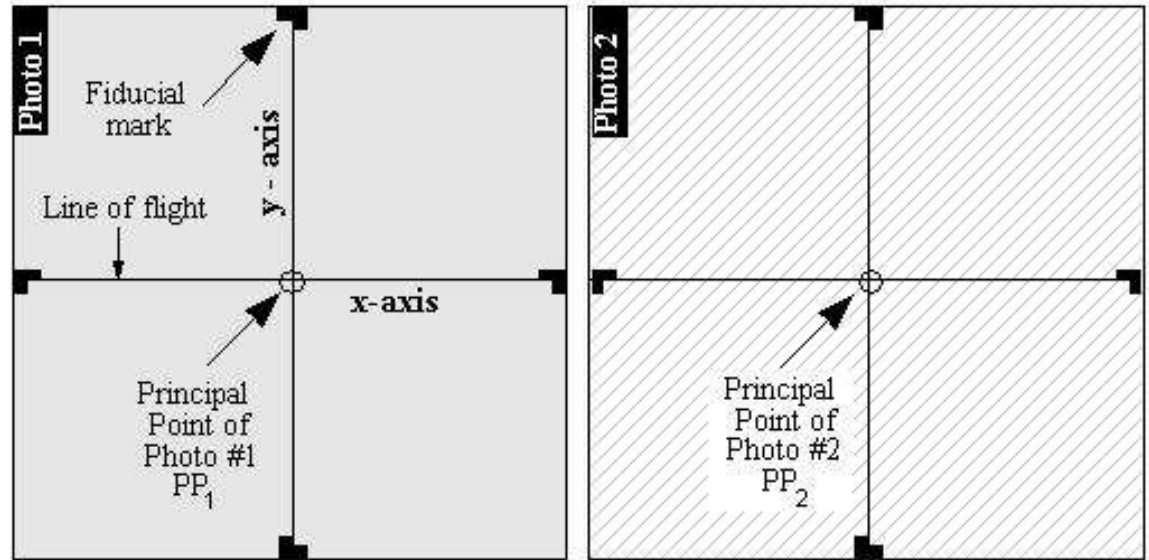
Geometria de aquisição dos dados

Linhas de voo



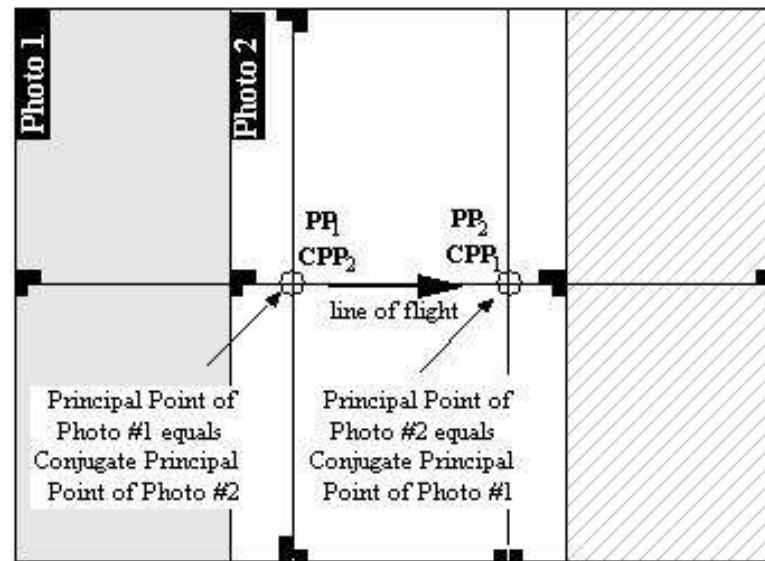
Geometria de aquisição dos dados

Marcas fiduciais



a.

b.



c.

60% overlap
stereoscopic model

Geometria de aquisição dos dados

Importância da sobreposição

- O registro de feições no terreno obtidos em ângulos distintos de observação (2 ou mais visadas) permite a reconstituição tridimensional destas feições.
- Para finalidades de geração de ortofotos, o recobrimento é geralmente maior que 60% como forma de garantir que todas as feições no terreno sejam observados no mínimo em dois ângulos distintos (especialmente importante para áreas com vales entalhados, cuja “baixa” taxa de sobreposição pode gerar “buracos” nos registros do terreno.
- As faixas de sobreposição tem como objetivo, na fotogrametria métrica, o estabelecimento de pontos de apoio comum nas duas fotografias consecutivas. Estes pontos de apoio comuns são chamados de **pontos de ligação entre modelos** (na faixa de sobreposição longitudinal) e **pontos de ligação entre faixa** (nas zonas de recobrimento entre as faixas de voo).

Geometria de aquisição dos dados

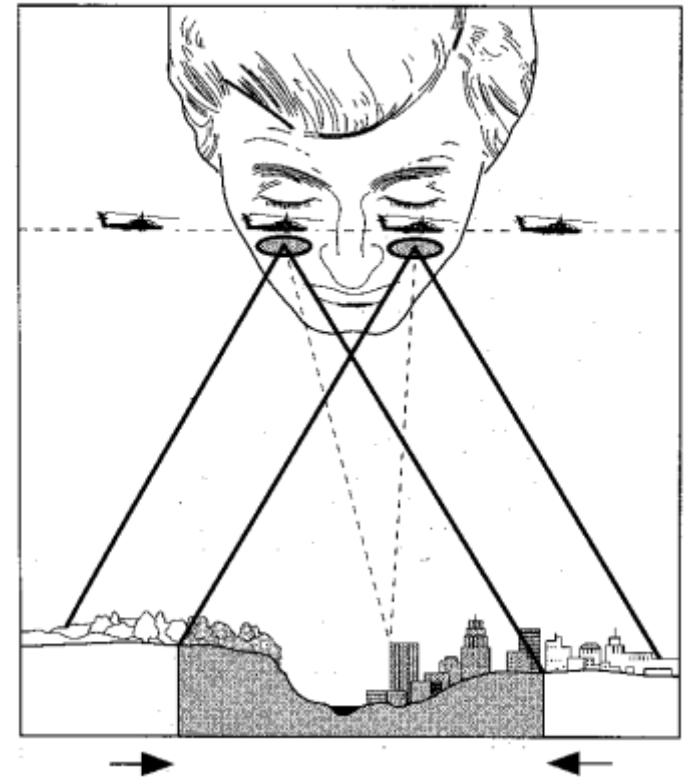
Paralaxe

- Trata-se do movimento aparente do objeto quando se muda a posição de observação;
- A mudança no ângulo de observação altera a distância entre o ponto de observação e o ponto observado;
- Alteração na distância fornece a imagem de profundidade do objeto;
- A paralaxe diminui com o aumento da distância;
- Quanto maior a paralaxe, maior o efeito de deslocamento, e por conseguinte, maior a profundidade na observação do objeto.

Estereoscopia

Estuda os métodos e técnicas que permitem analisar a visão em perspectiva.

- Os métodos de julgamento da profundidade são classificados em:
 - Estereoscópico: visão binocular
 - Monoscópico: visão monocular



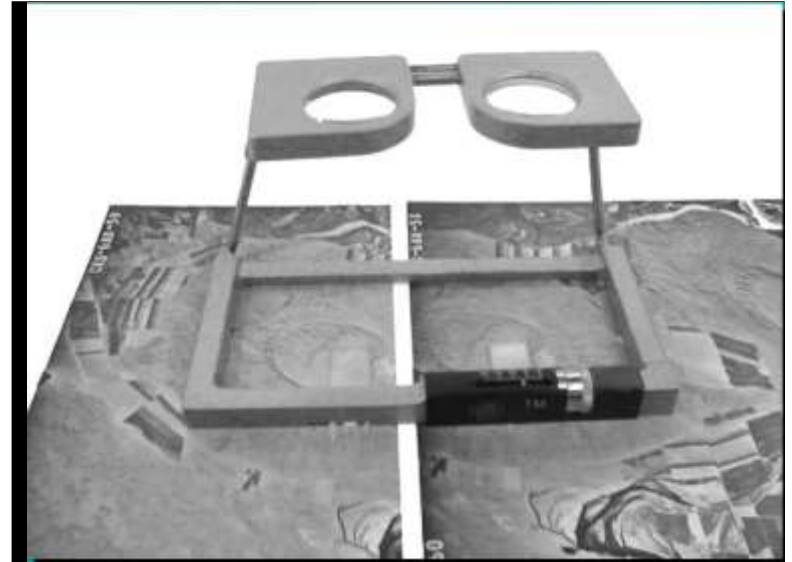
Estereoscopia

Aparelhos estereoscópio

Estereoscópio de Espelho



Estereoscópio de Bolso

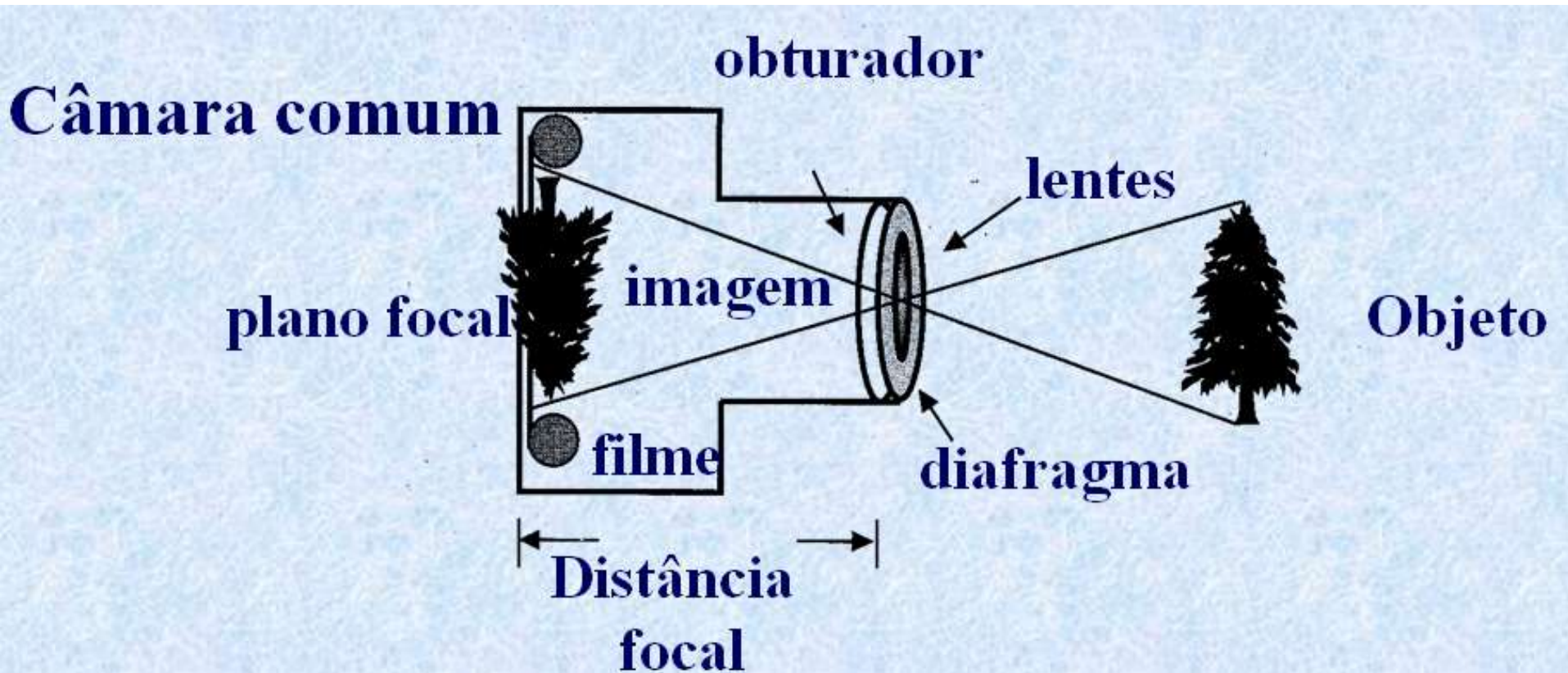


Estereoscópio de Espelho



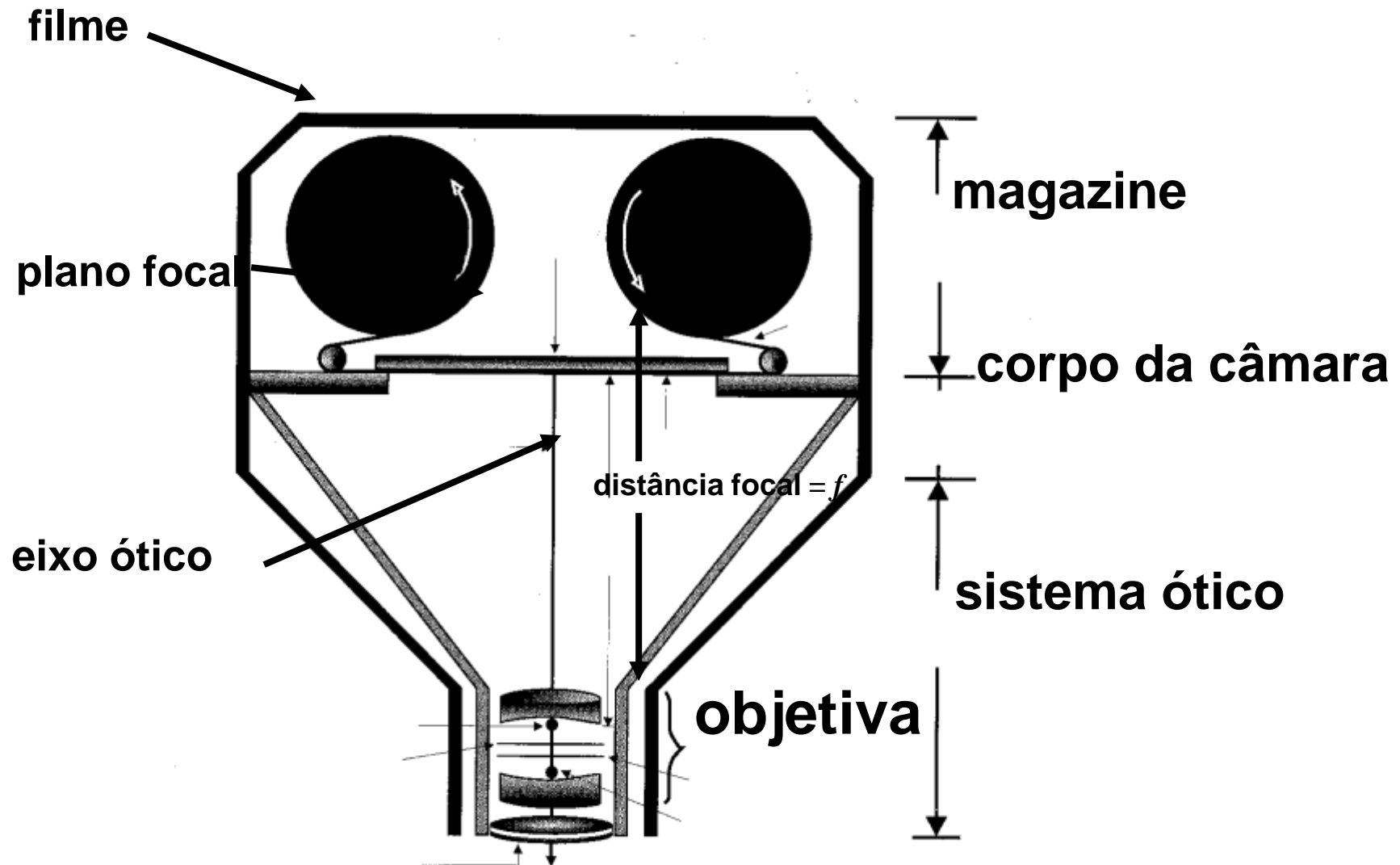
Sensor Fotográfico

Característica da Câmera



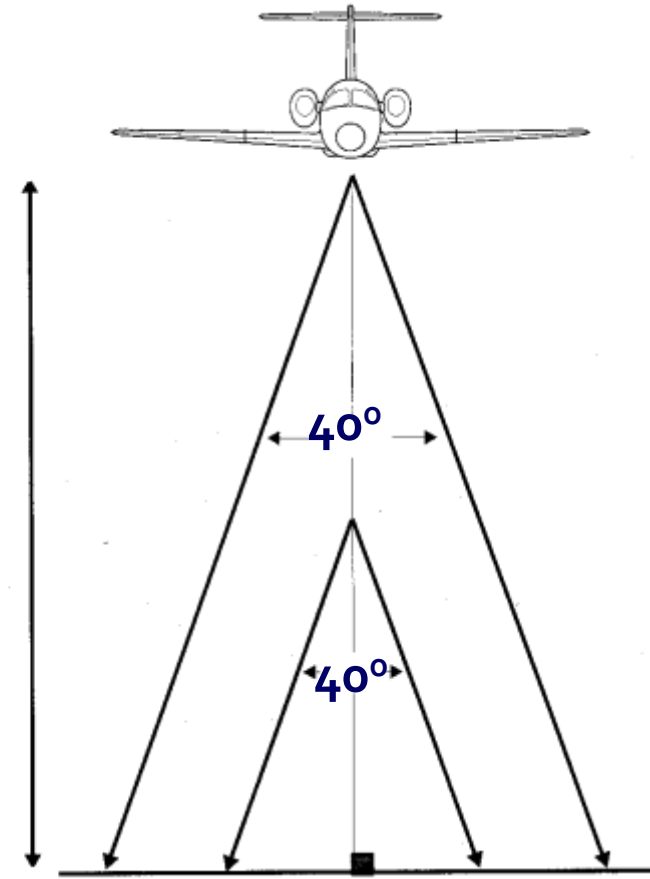
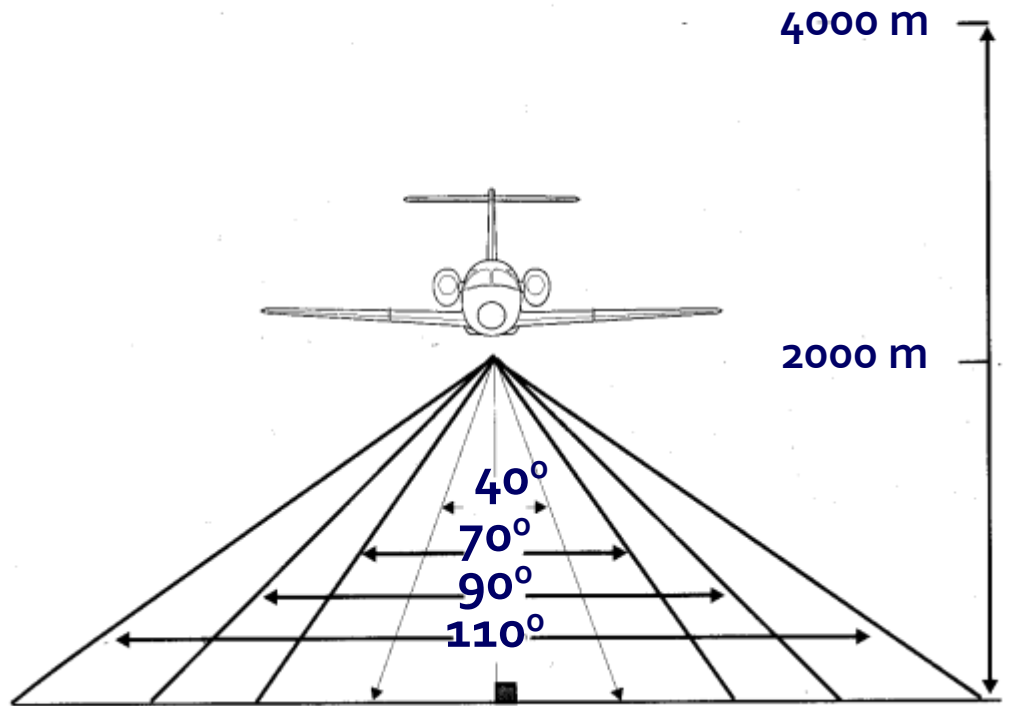
Sensor Fotográfico

Característica da Câmera



Sensor Fotográfico

Abertura da Objetiva



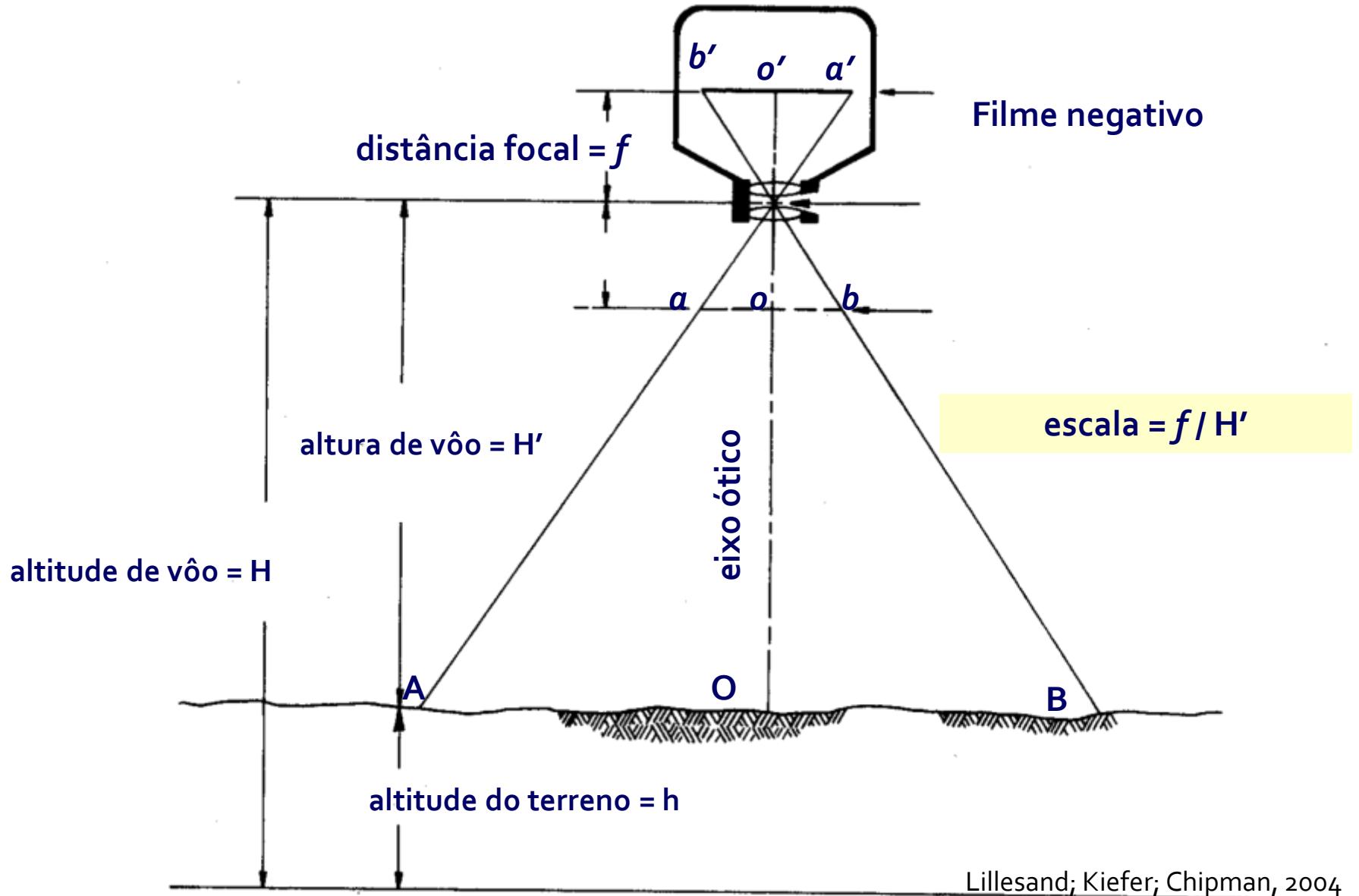
Normal: 219mm (60 graus)

Grande angular: 152mm (90 graus)

Super grande angular: 90mm (120 graus)

Sensor Fotográfico

Referências



Sensor Fotográfico

Referências

d = distância da foto

D = distância do terreno

o = objetiva

f = distância focal

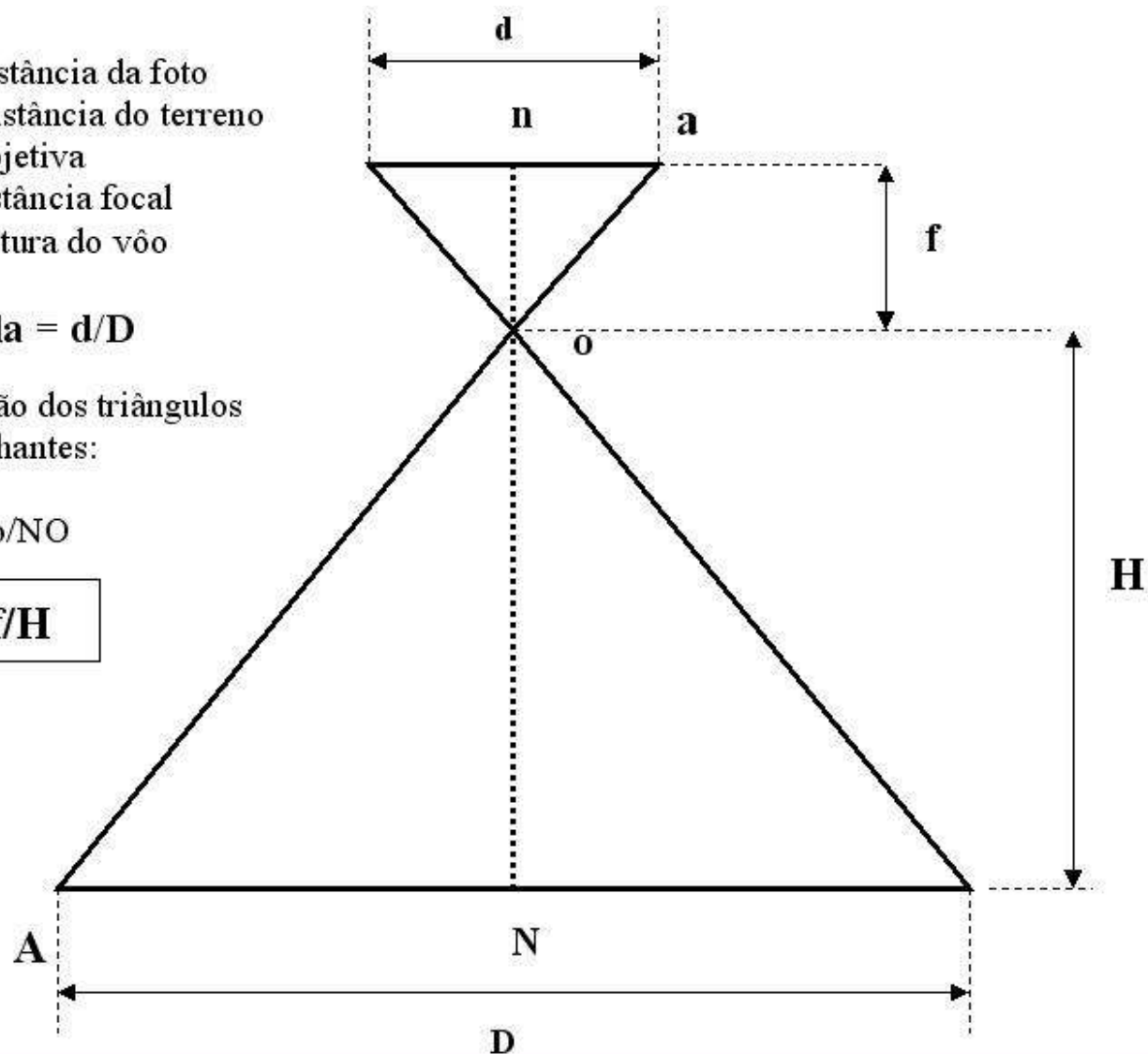
H = altura do voo

Escala = d/D

Relação dos triângulos
semelhantes:

$E = no/NO$

$E = f/H$



Sensor Fotográfico

Definindo Escala – Exemplo 1

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

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

Sensor Fotográfico

Definindo Escala – Exemplo 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 (210mm). A cota média do terreno é de 740m. Determine:

- a) o croqui esquemático deste aerolevanteamento
- b) a escala aérea resultante deste voo

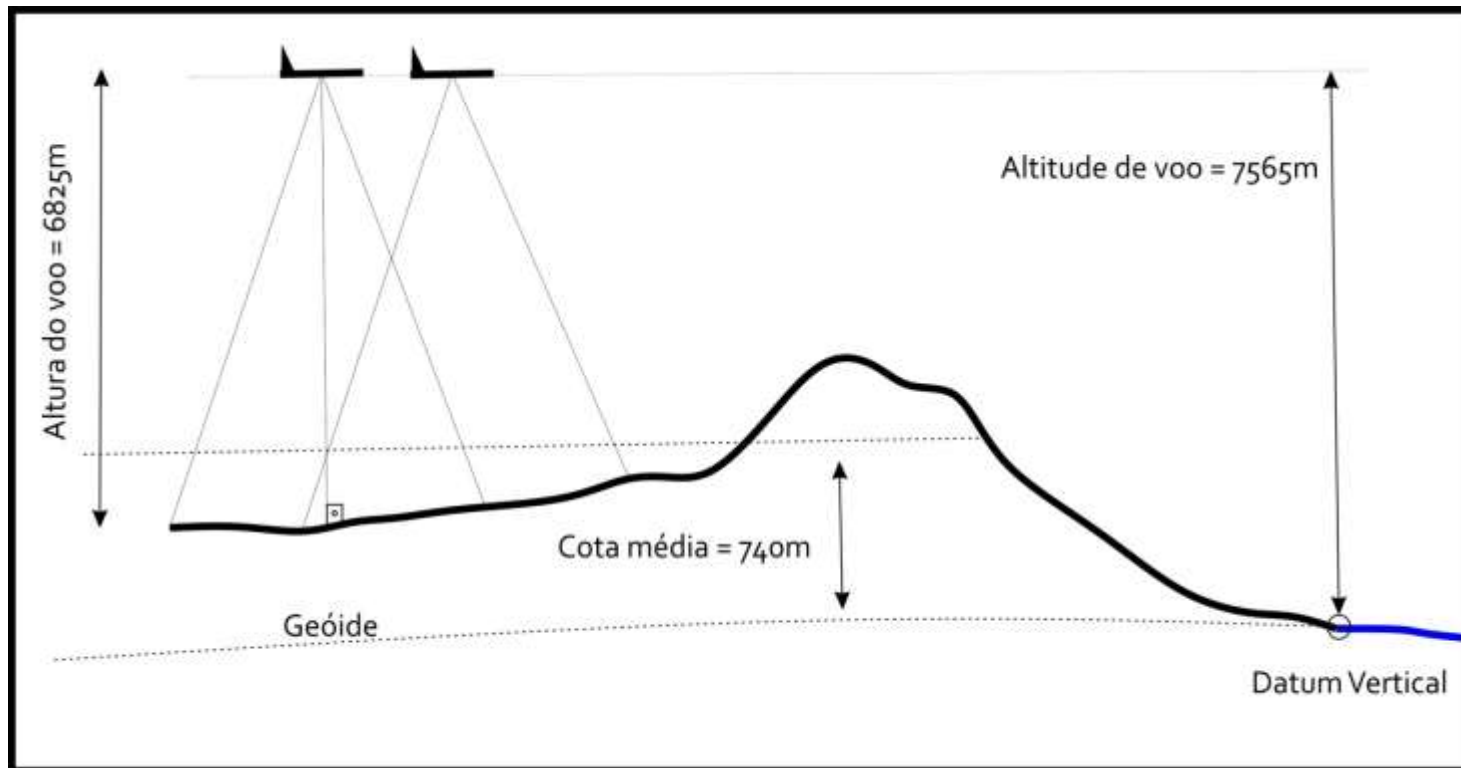
Sensor Fotográfico

Definindo Escala – Exemplo 2

Altitude = 7565m; Objetiva normal (f) = 210mm; Cota do Terreno = 740m

Altura (H') = 7565-740=6825m;

$E = 210/6825000 = \sim 1/32500$



Sensor Fotográfico

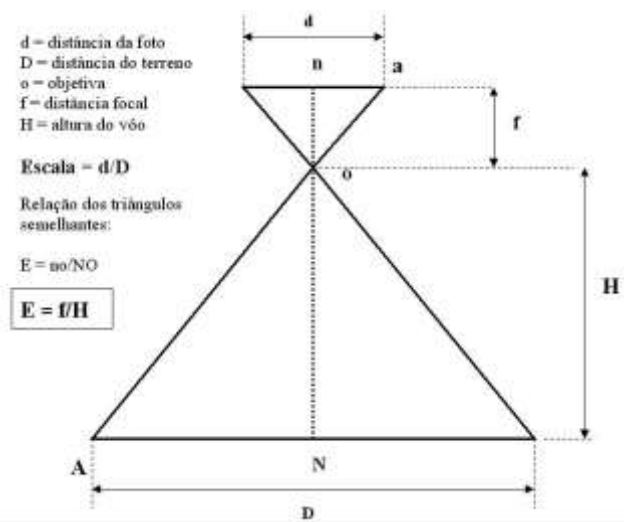
Referências de Escala

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

Sensor Fotográfico

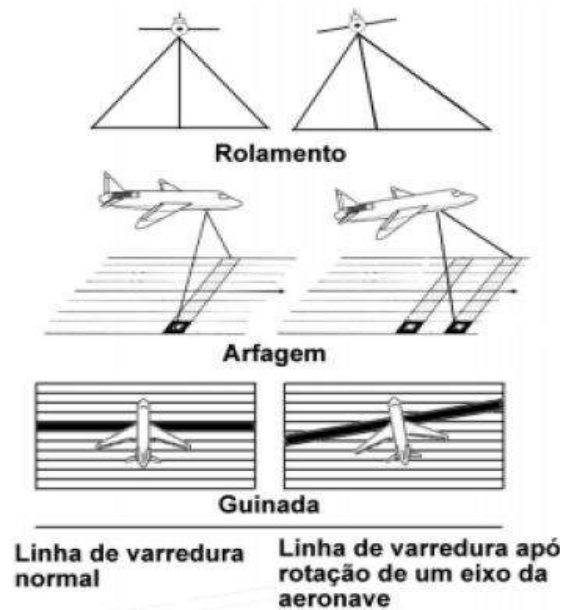
Distorções

Projeção Cônica/Radial

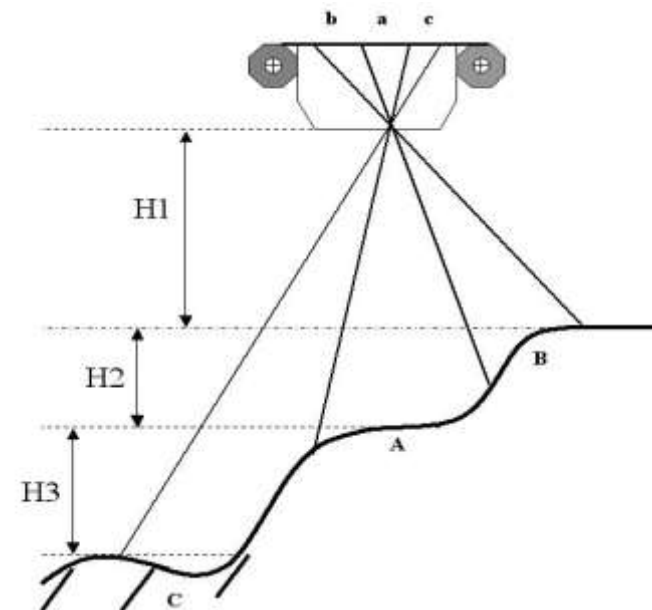


Distorção aumento do centro para as bordas

Perturbações no voo



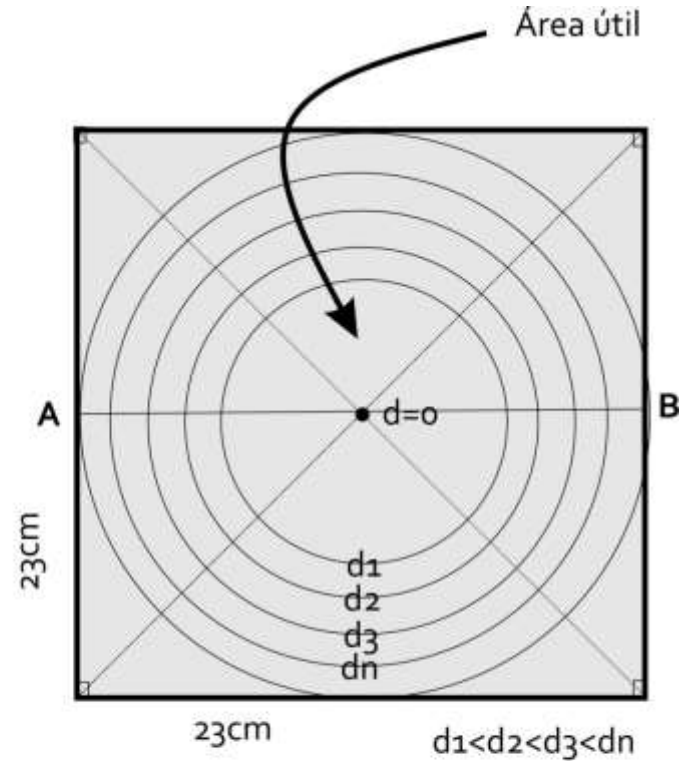
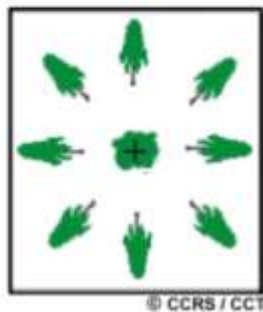
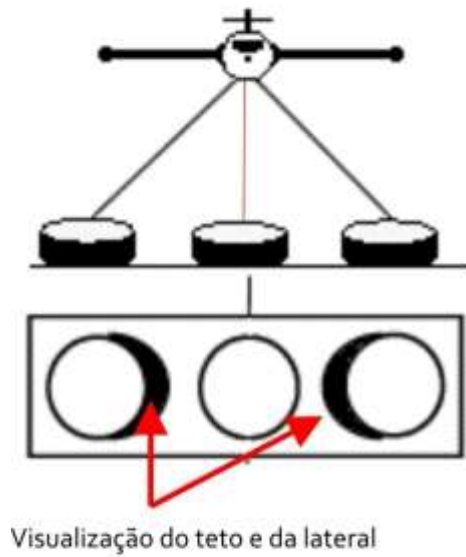
Diferença de escala



Distorção causadas pelo relevo em Função das diferenças de altura do Voo (H')

Sensor Fotográfico

Distorções: efeito radial



Sensor Fotográfico

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.

Outras causas das distorções:

- Perturbações no voo;
- Lentes;
- Efeitos atmosféricos;
- Mudanças na velocidade da plataforma;
- Etc.

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.

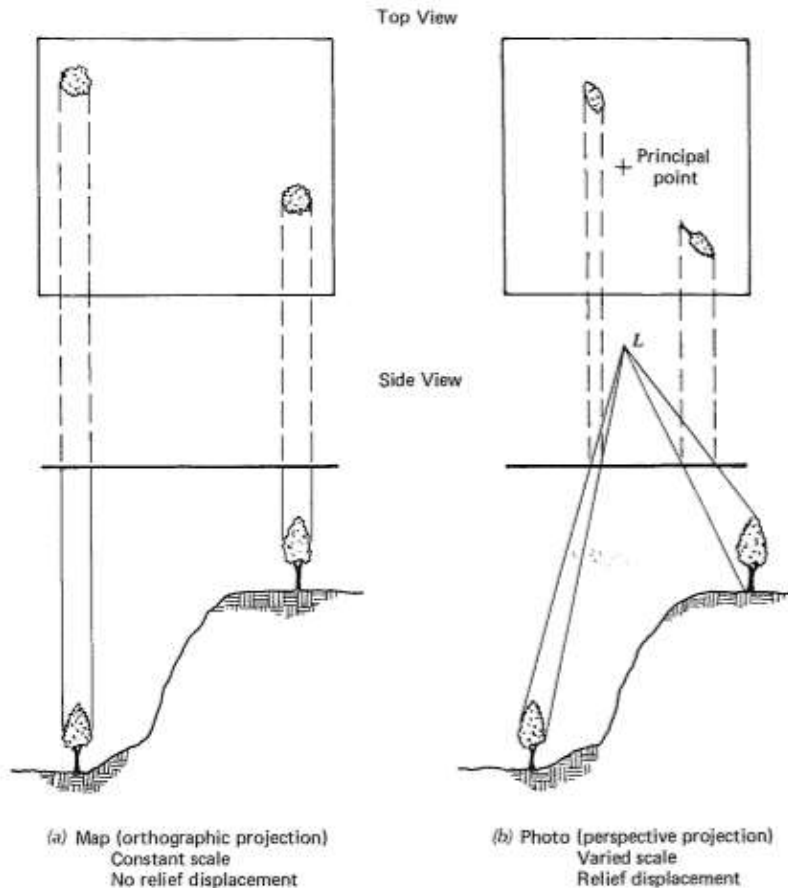
All Maps Lie Confins

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

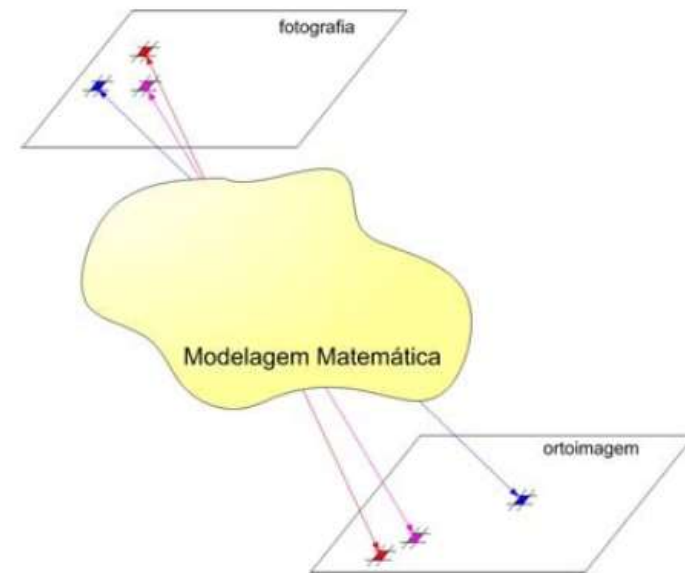


Ortorretificação de Fotografia Aérea

- 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.

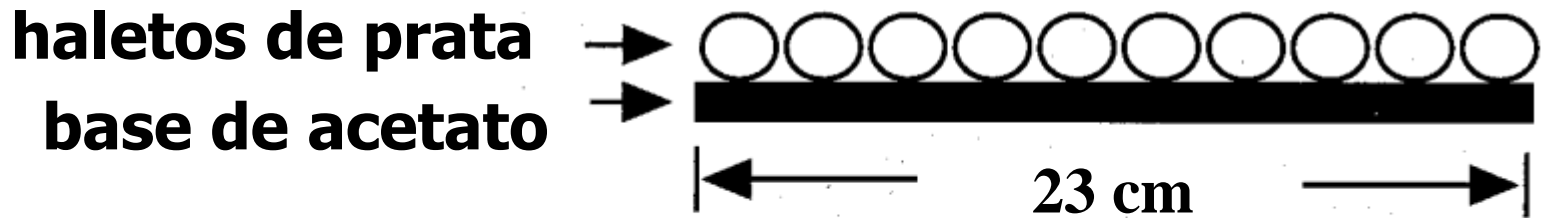


Ortofotocarta

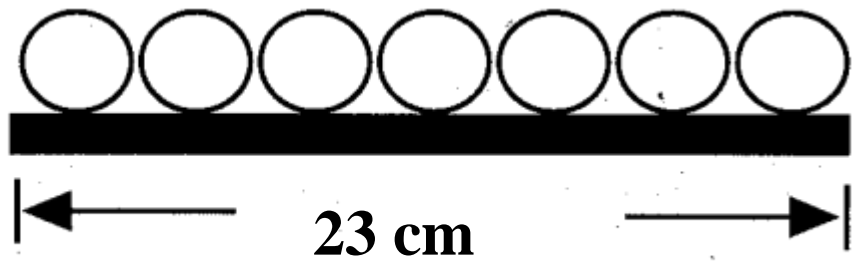


Ortofoto colorida de vôo baixo 1:6.000, com as curvas de nível a cada metro e as informações cadastrais
Fonte: Mundo Geo

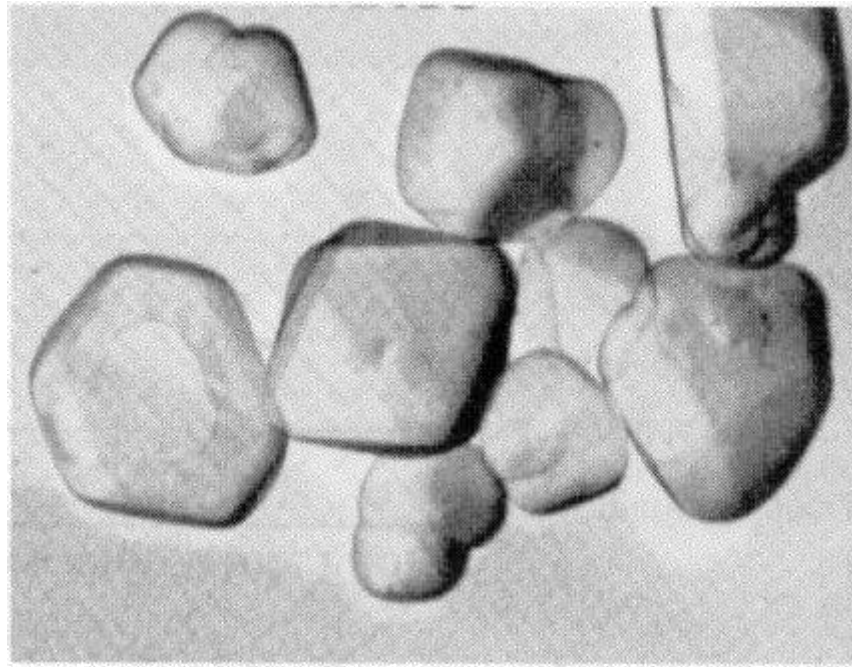
Estrutura do Filme Fotográfico



haletos de prata
base de acetato



Estrutura do Filme Fotográfico



Cristais de haletos de prata

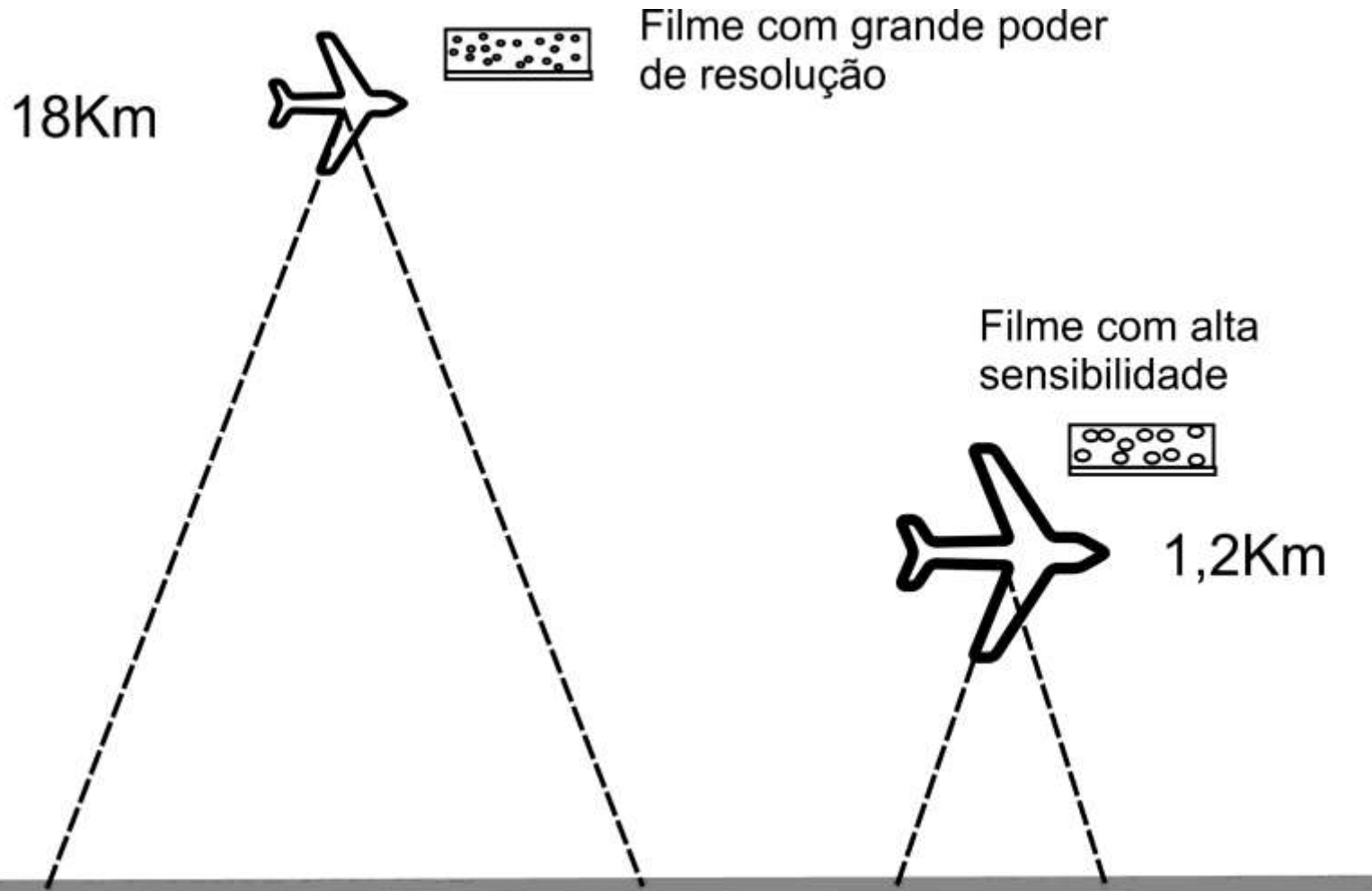
Sensibilidade da Emulsão do Filme Fotográfico

| | | | | | | | | | | | | |
|-------|---------------------------|----|----|----|-----|-----|-----|--------------------|------|------|------|--|
| * 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.

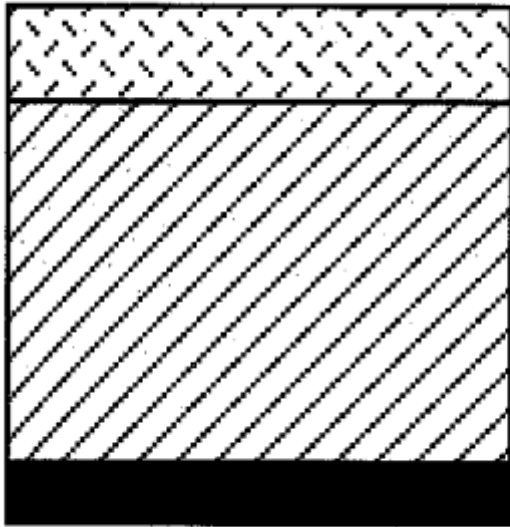
Em fotogrametria, podem ser usados tanto filmes de grande poder de resolução ou de alta sensibilidade. A escolha irá depender da altura do voo.

Sensibilidade da Emulsão do Filme Fotográfico

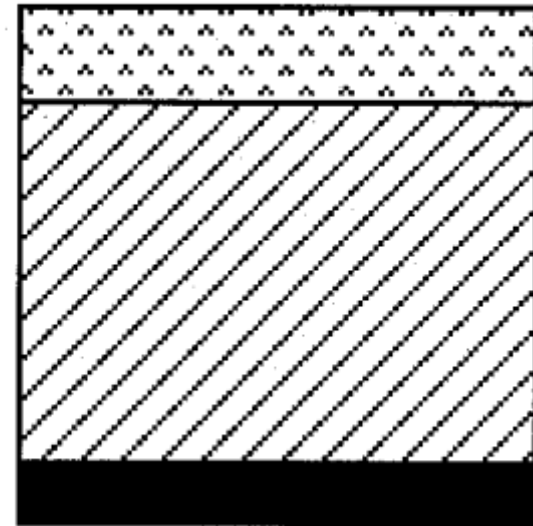


Estrutura do Filme Fotográfico

filme BP visível



filme BP infravermelho



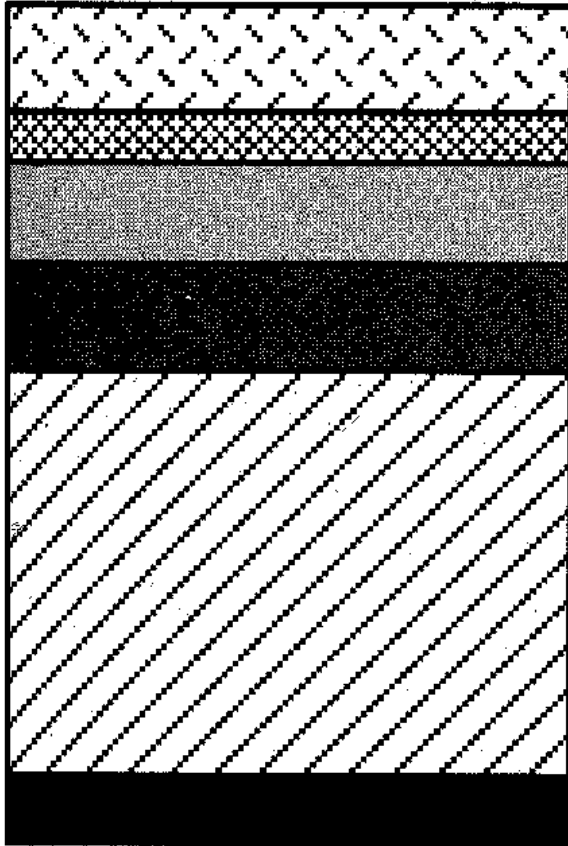
**emulsão com
haletos de prata**

**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 x Ortofotocarta

- Mapa: projeção ortogonal (perpendicular a superfície de referência).
- Fotografia Aérea: projeção central (cônica).
- Ortofotocarta: projeção ortogonal (perpendicular a superfície de referência).

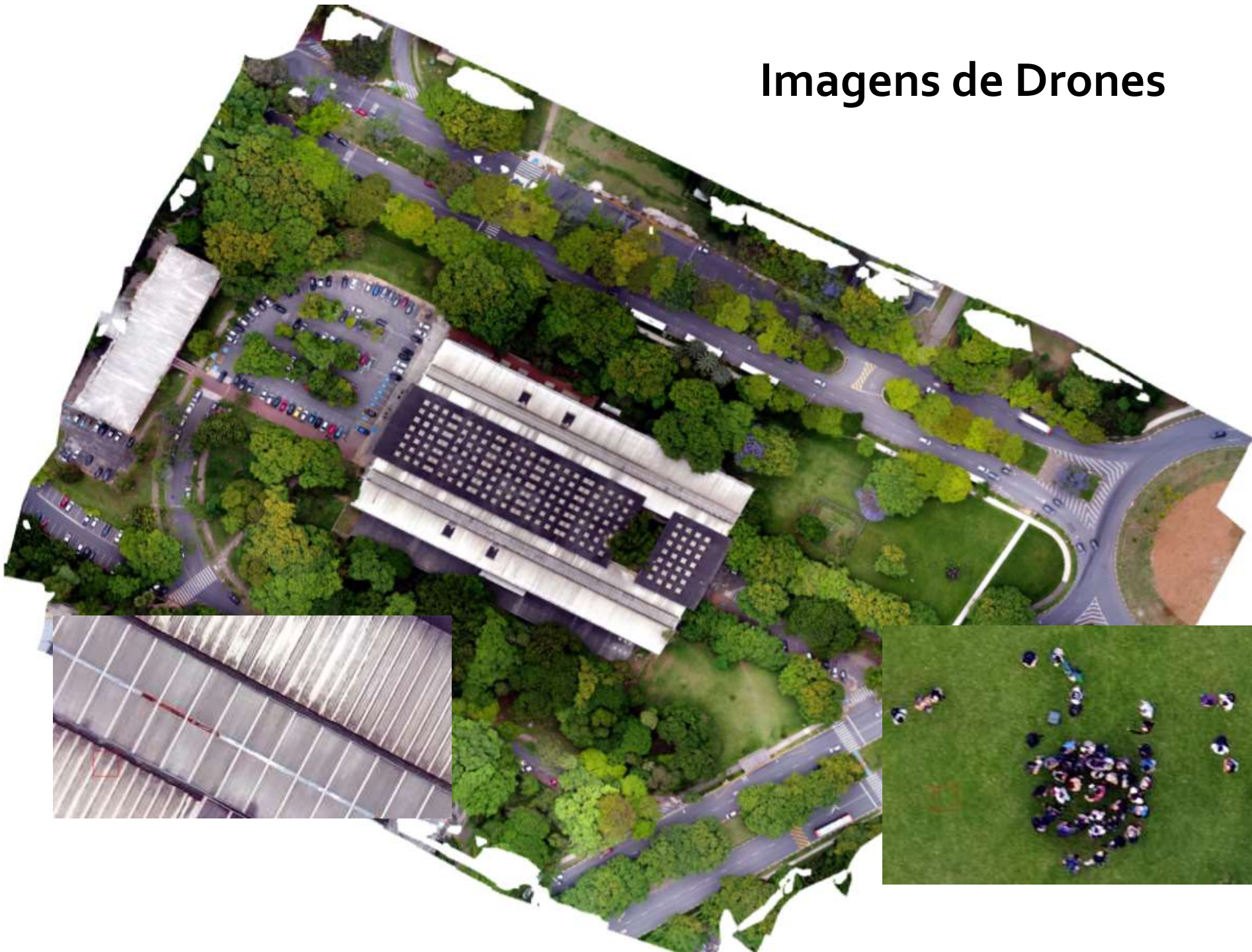
- Mapa: a escala é constante.
- Fotografia Aérea: a escala é aproximada.
- Ortofotocarta: a escala é constante.

- 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.
- Ortofotocarta: as distorções residuais das fotografias são minimizadas.

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

- Mapa: representação abstrata.
- Fotografia Aérea: representação real.
- Ortofotocarta: representação real e abstrata

Imagens de Drones



Leitura para a próxima aula (24/11/2023)

**“All Maps Lie”
Revista Confins**

***Confins* [Online], 15 | 2012**

URL : <http://confins.revues.org/7755>

MUITO OBRIGADO PELA ATENÇÃO