
FOTOGRAMETRIA: FUNDAMENTOS E PROCESSOS

LEB 450 – Topografia e Geoprocessamento II
Prof. Carlos A. Vettorazzi

1 Introdução

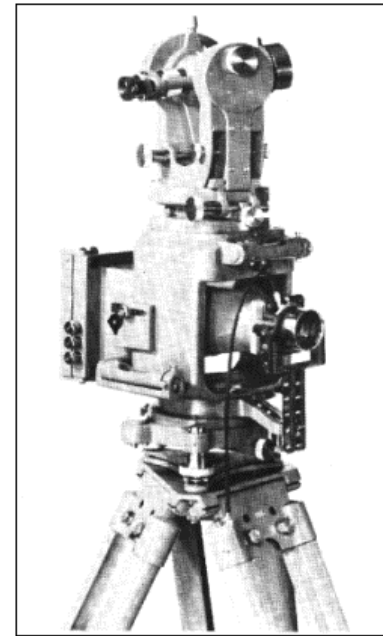
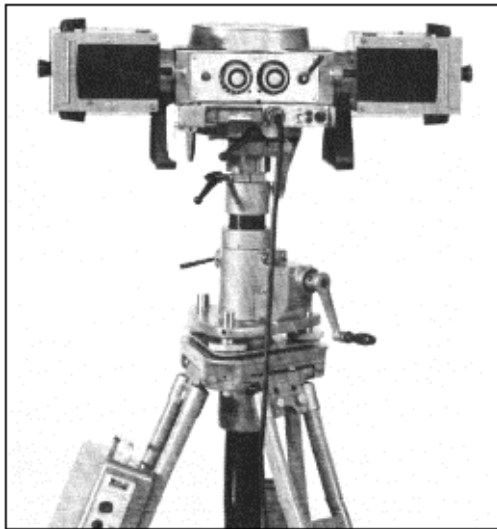
- Definição:

Fotogrametria é a arte, ciência e tecnologia de se obterem informações confiáveis de objetos físicos e do meio ambiente, utilizando processos de captura, medição e interpretação de imagens fotográficas e padrões da energia eletromagnética radiante e outros fenômenos (ASP – Manual of Photogrammetry, 1980).

1 Introdução

Classifica-se ainda em:

Fotogrametria Terrestre



1 Introdução

Classifica-se ainda em:

Fotogrametria Aérea ou Aerofotogrametria



1 Introdução

- A **Aerofotogrametria** refere-se às operações fotogramétricas realizadas com fotografias da superfície terrestre obtidas por uma câmera de precisão com o eixo ótico do sistema de lentes o mais próximo da vertical, montada em uma aeronave preparada. É utilizada na Cartografia, Planejamento e Desenvolvimento Urbano, Engenharias Civil, Agrônômica, Florestal etc.
-

1 Introdução

- Histórico:

1839 ▶ Invenção da fotografia

1849 ▶ Cel. Aimé Laussedat – fotogrametria no mapeamento topográfico

1860/70 ▶ Fotografias a bordo de balões / Fototeodolito

1906 ▶ Santos Dumont inventa o avião

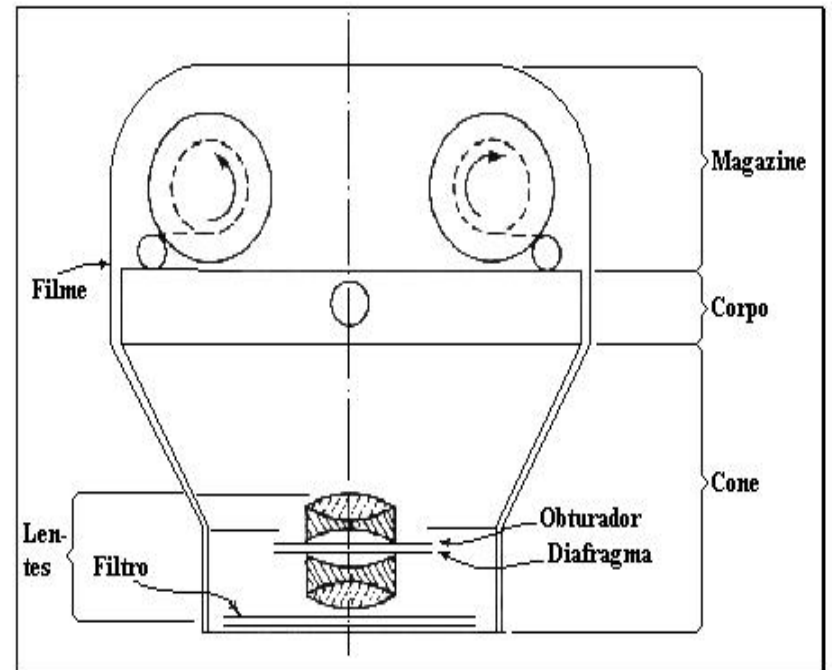
1914/20 ▶ 1ª Guerra Mundial

1936/45 ▶ 2ª Guerra Mundial / Restituição fotogramétrica

Atualmente ▶ Fotogrametria Digital

2 Câmeras Métricas

- São geralmente utilizadas para fins cartográficos, pelo alto grau de correção para as distorções geométricas.





2 Câmeras Métricas



WILD ANAPOLOPODPO RC10 WILD S.A. 1988

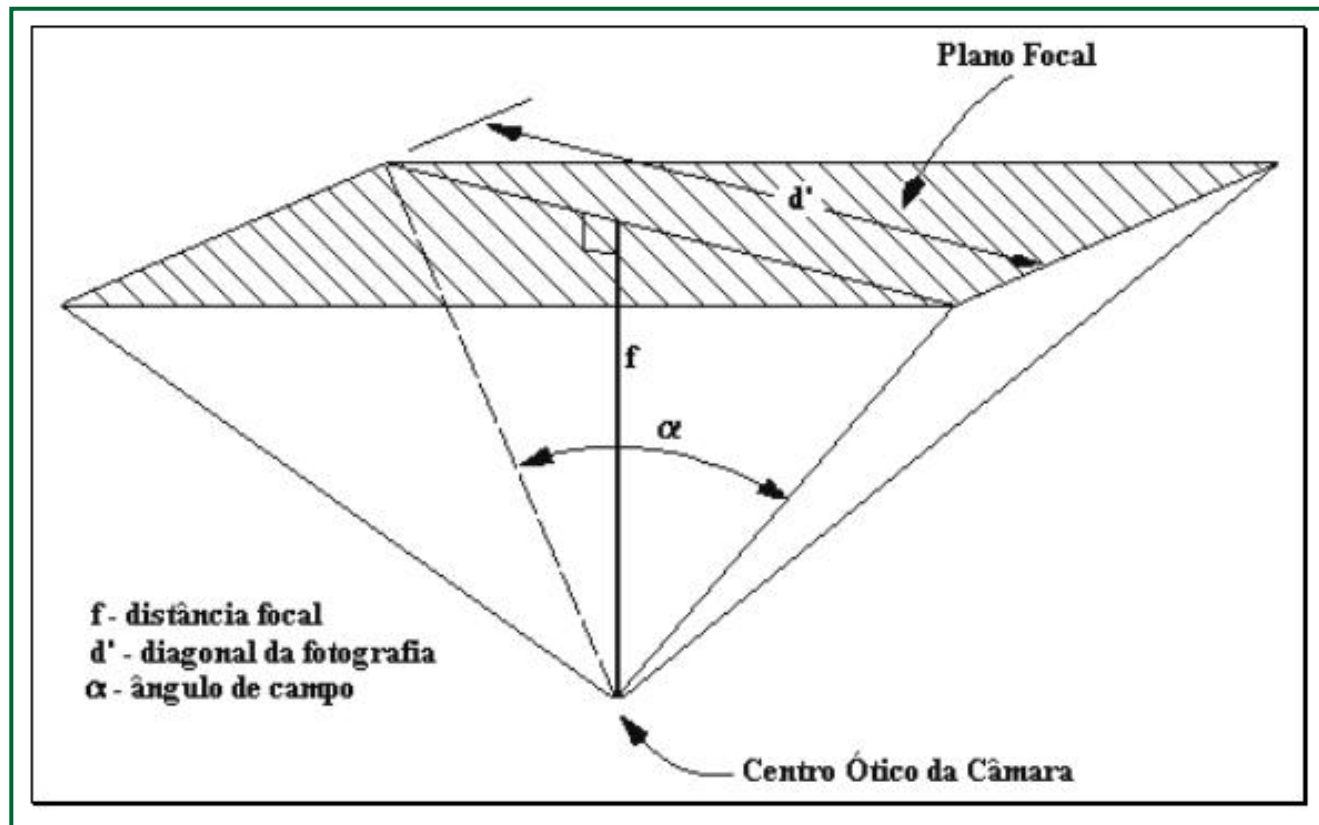
Advanced Camera System for aerial photography and close observation
Systeme de prise de vues aeriennes et de photographies de terrain

Robust, lightweight construction. Magnesium alloy. Field-proven.
Construction robuste, legere et prouvee en vol. Aluminium et Photostabilisator.



2 Câmeras Métricas

Classificação



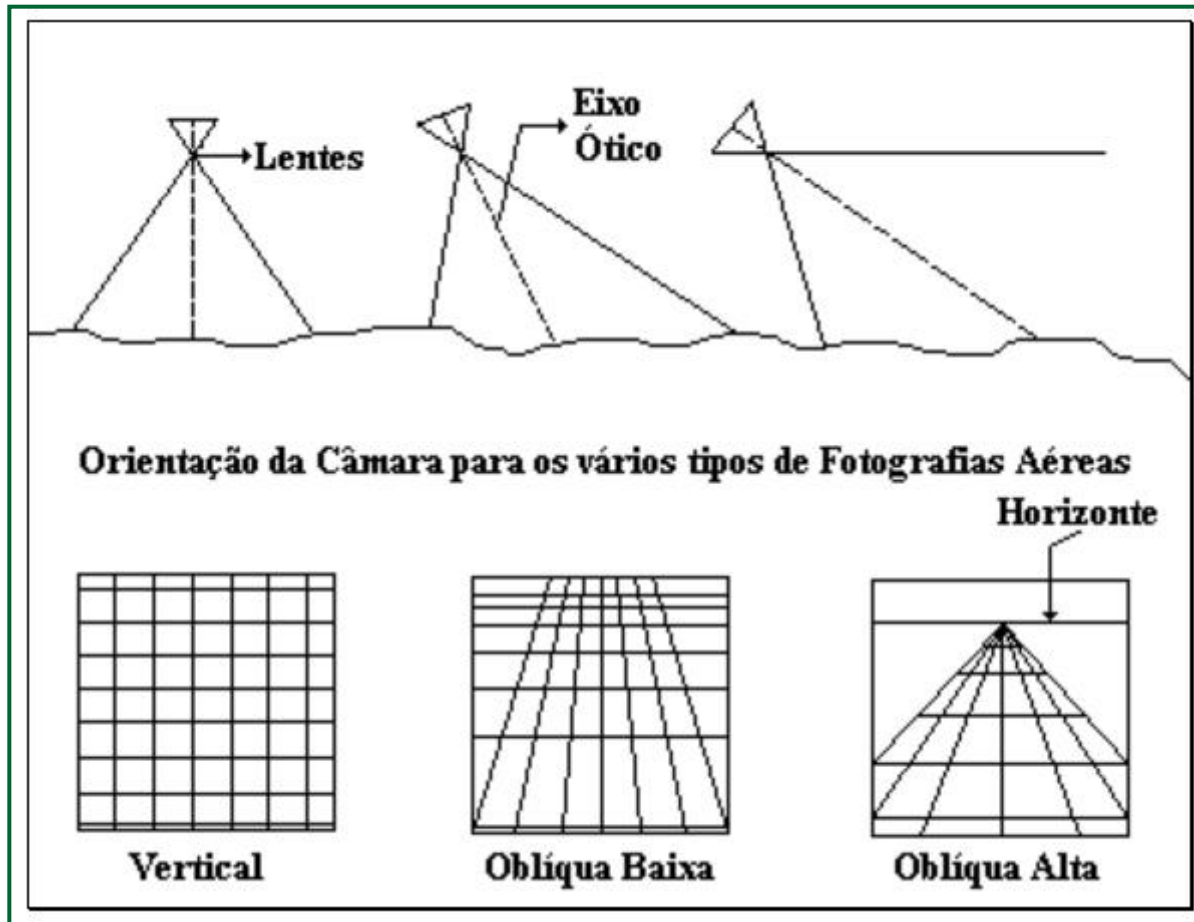
2 Câmeras Métricas

Classificação

- Pequena angular: $< 50^\circ$ - uso militar, vôos altos e áreas urbanas;
 - Angular normal: 50° a 75° - cartografia, grande precisão planimétrica;
 - Grande angular: 75° a 100° - cartografia, mapas com escalas pequenas;
 - Super grande angular: $> 100^\circ$ (para reconhecimento - apresenta grandes distorções).
-

2 Câmeras Métricas

Classificação



2 Filmes

- **Pancromático preto e branco:** são sensíveis ao espectro visível.



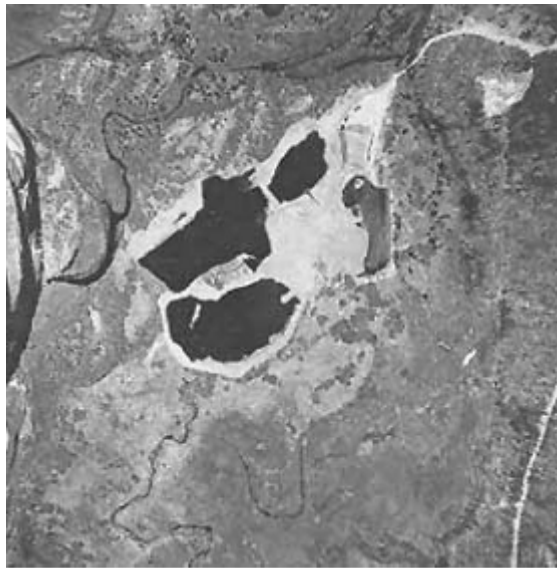
2 Filmes

Pancromático colorido: sensível ao espectro visível.



2 Filmes

Infravermelho (0,36 μm a 0,90 μm): preto e branco e falsa cor.



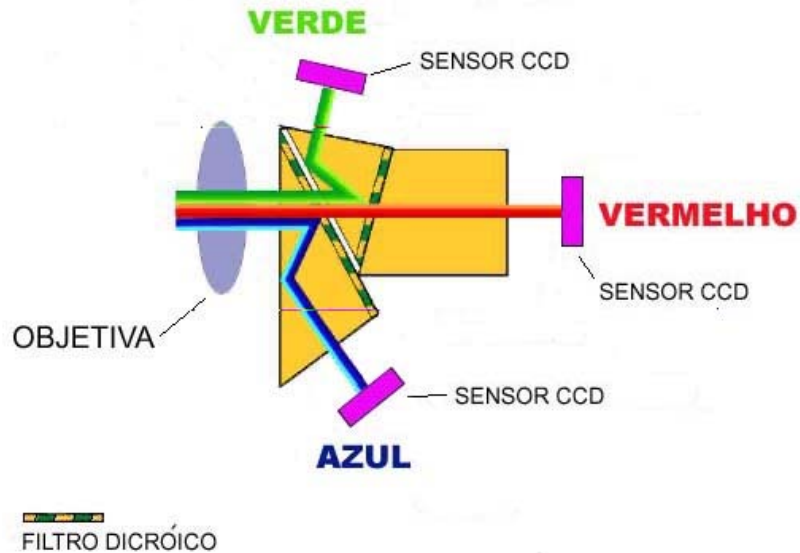
3 Filtros

- São importantes componentes dos sistemas fotográficos. Constituem-se de uma película de vidro com capacidade de absorver e transmitir a radiação eletromagnética de forma seletiva.
 - No caso das fotografias aéreas os filtros são, geralmente, utilizados para remover radiação indesejada. Os mais comuns são aqueles para remoção de bruma (névoa), são os "haze-cutting filters".
-

4 Câmeras Digitais

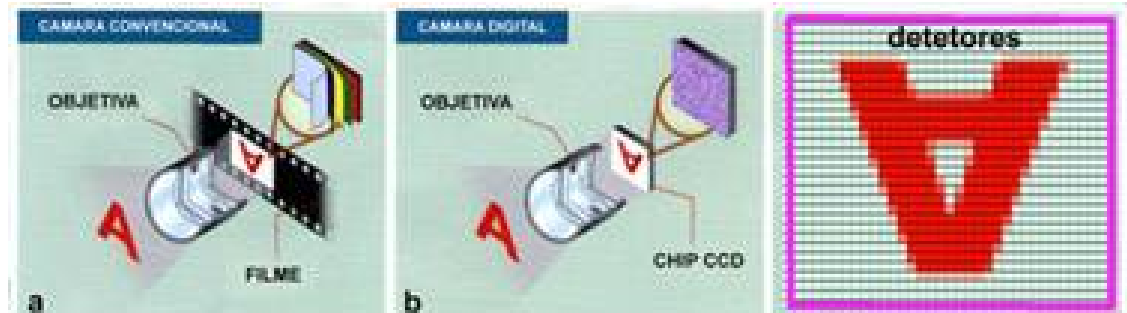
- Diferentemente das câmeras fotográficas analógicas, que usam filme para registrar uma imagem, as câmeras digitais usam um dispositivo chamado sensor de imagem. Esses "chips" de silicone, do tamanho de uma unha, contêm milhões de diodos fotossensíveis chamados "photosites". Cada um destes sensores registra a intensidade de luz (brilho) que incide sobre ele, acumulando uma carga de energia, que é armazenada como um jogo de números que irão determinar a cor e o brilho dos alvos (pixel).
-

4 Câmeras Digitais



Câmera digital colorida

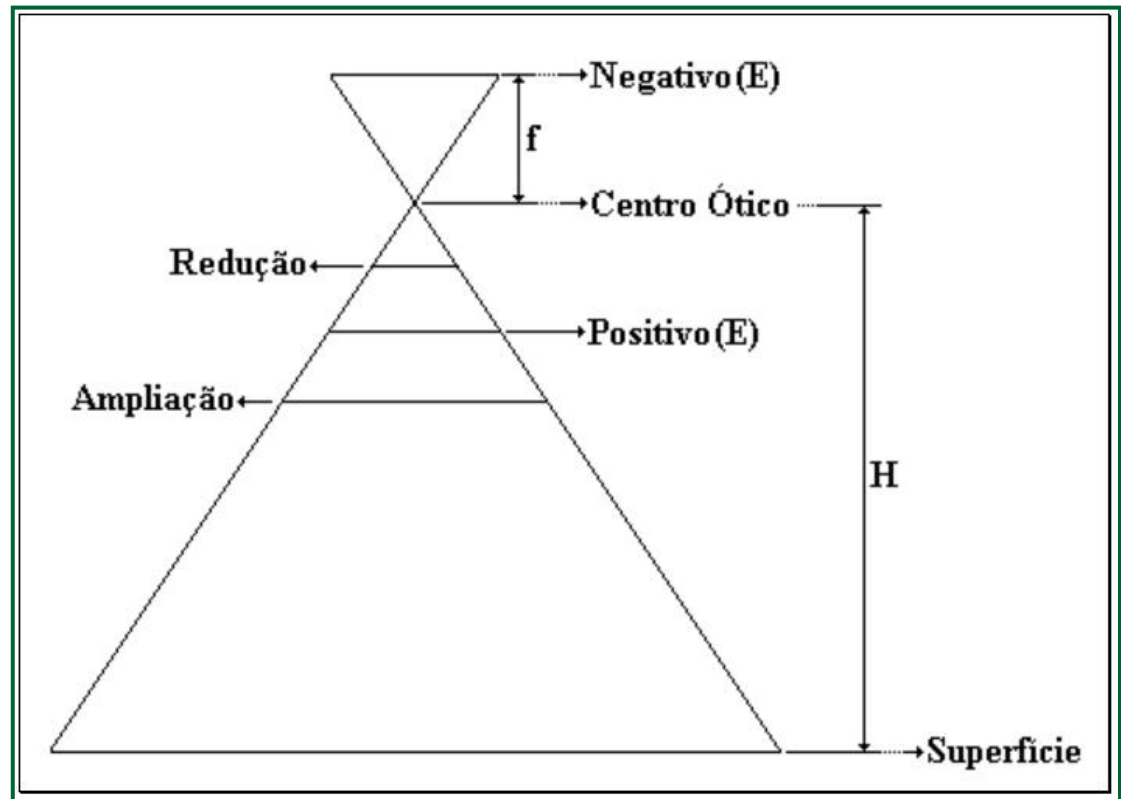
Câmera digital x
Câmera analógica



5 Geometria da Fotografia Aérea Vertical

É necessário que se conheçam muito bem as relações entre a escala e a geometria básica das fotografias aéreas, para que se possam fazer medições sobre elas.

$$f/H = 1/\text{Esc.}$$



5 Geometria da Fotografia Aérea Vertical

Um aspecto importante é que a distância focal das câmeras métricas é fixa, porém em uma mesma área fotografada existem zonas de relevo diferente, desta forma a escala da fotografia aérea varia com a altitude de cada ponto no terreno.

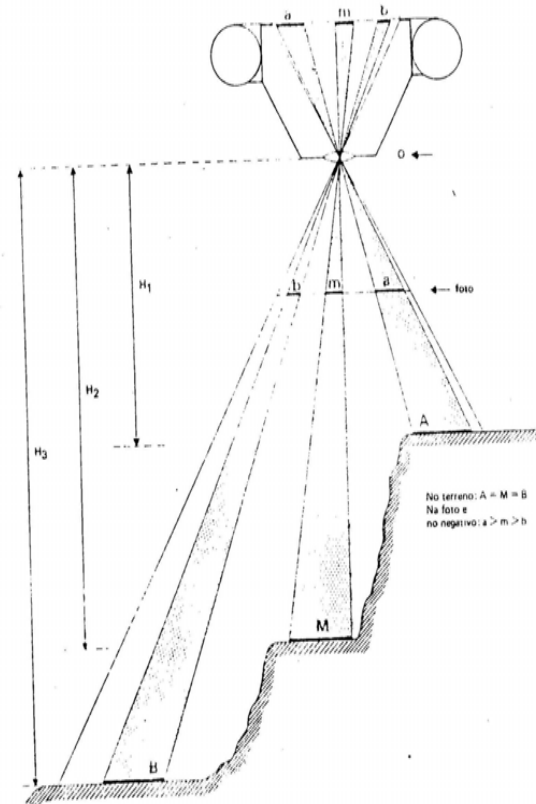
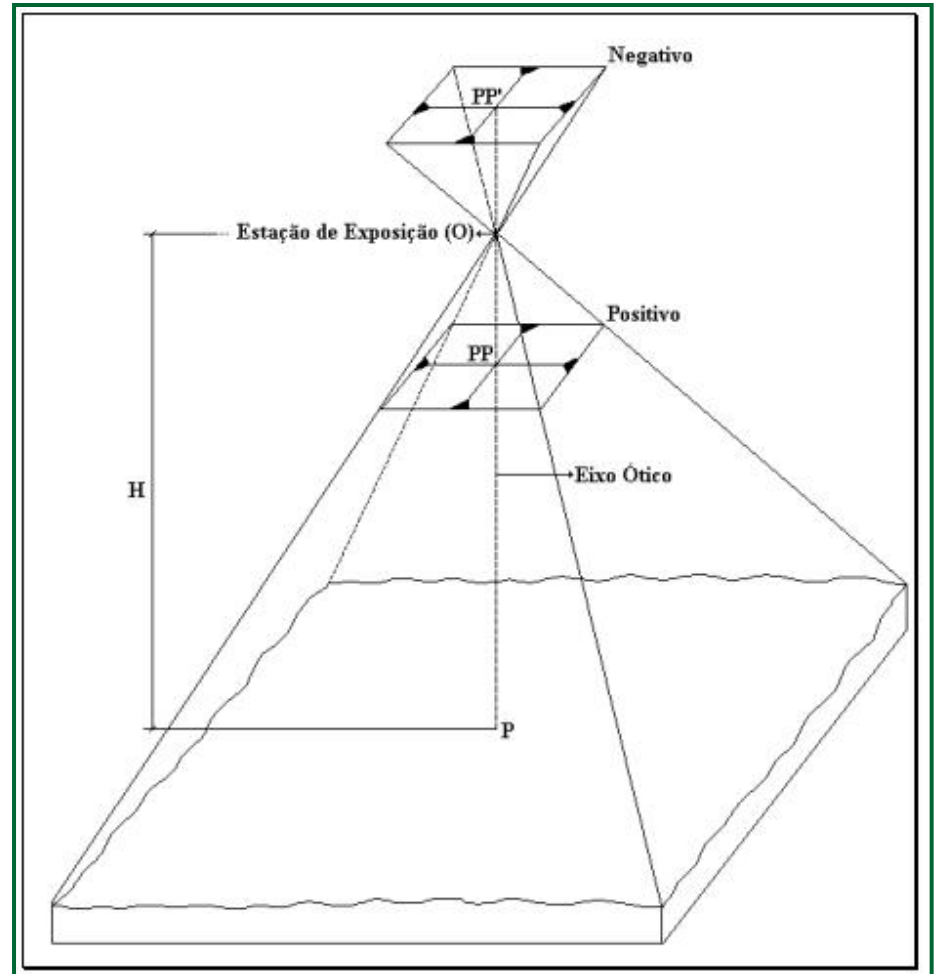


FIGURA 7.5 – A fotografia aérea tem escalas diferentes para altitudes diferentes do terreno

5 Geometria da Fotografia Aérea Vertical

Outro ponto importante que deve ser considerado é que a projeção da fotografia aérea vertical é cônica, ou seja, possui um deslocamento radial da projeção em relação ao eixo vertical. Este deslocamento aumentará com a altura do objeto e com a distância entre o objeto e o ponto principal da fotografia.



5 Geometria da Fotografia Aérea Vertical



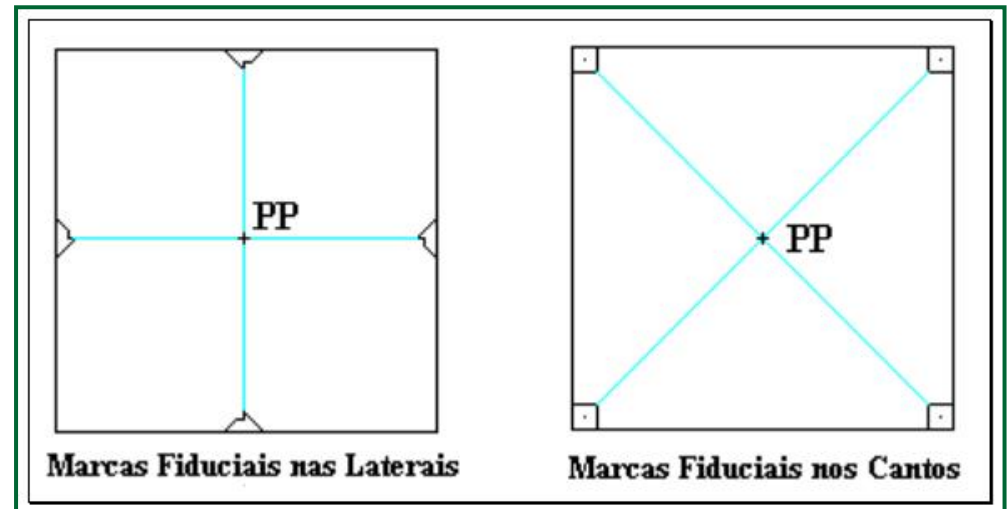
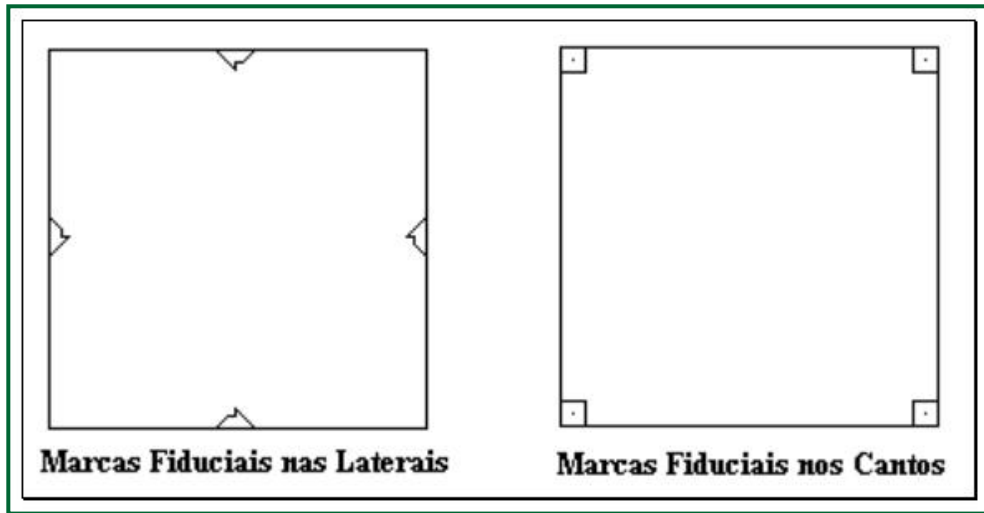
5 Geometria da Fotografia Aérea Vertical



5 Geometria da Fotografia Aérea Vertical



5 Geometria da Fotografia Aérea Vertical



6 Plano de Vôo Aerofotogramétrico



6 Plano de Vôo Aerofotogramétrico

- O vôo aerofotogramétrico é realizado de forma a cobrir o terreno, ao longo de faixas longitudinais, na direção N-S (preferencial) ou E-W.

- Principais especificações:

 - Recobrimento longitudinal: 60 % + 5 %

 - Recobrimento lateral: 10 % a 30 %

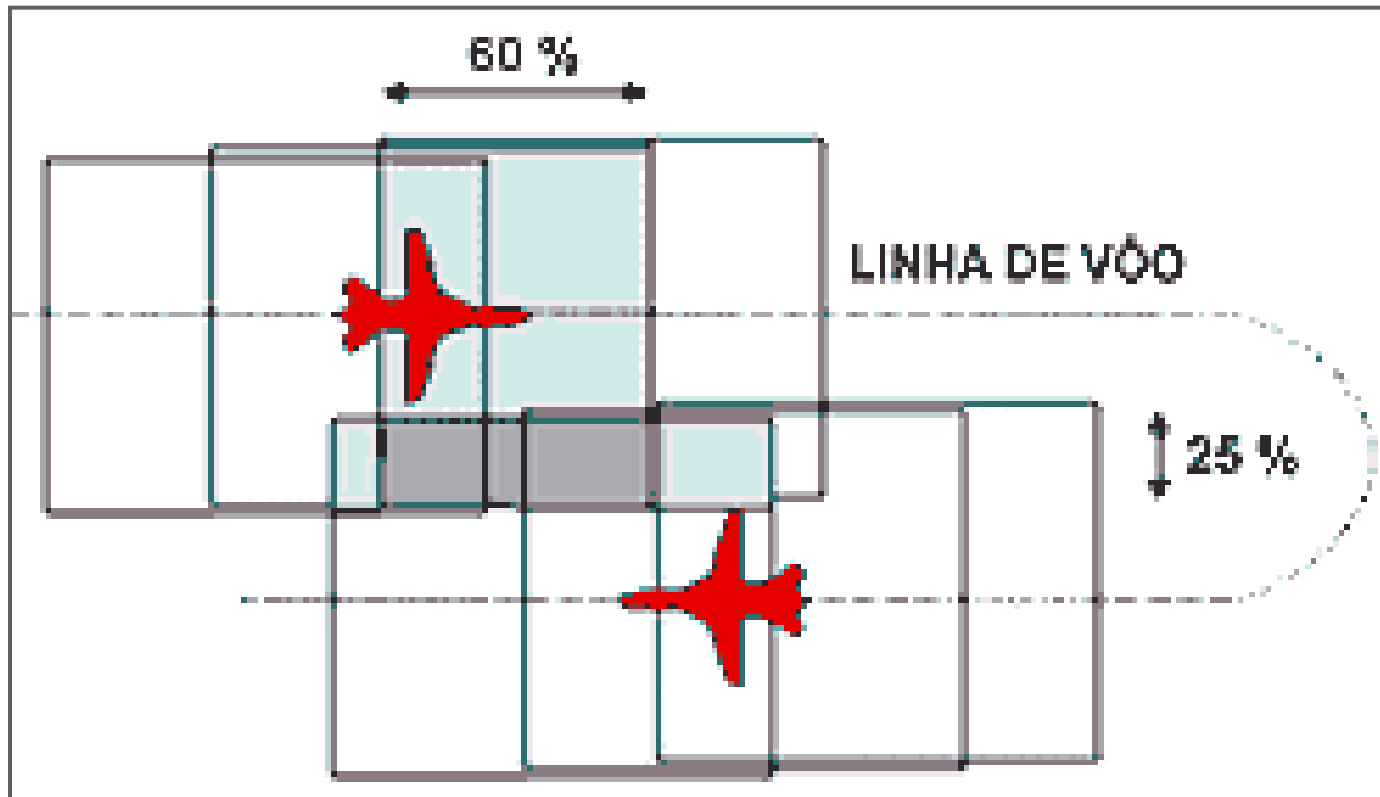
 - Área a ser fotografada

 - Escala desejada para as fotografias

 - Distância focal da câmera fotogramétrica

 - Velocidade do avião

6 Plano de Vôo Aerofotogramétrico



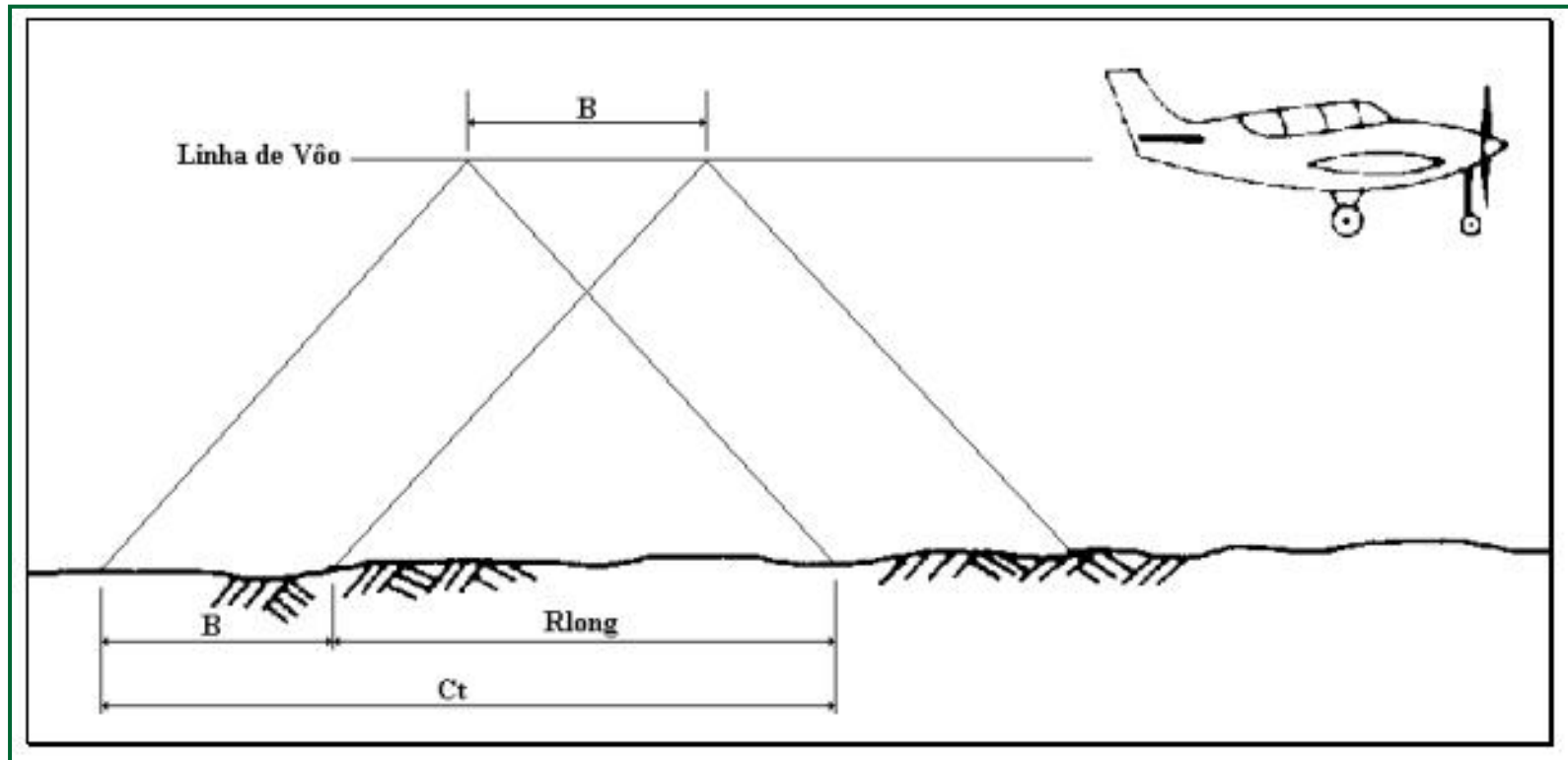
6 Plano de Vôo Aerofotogramétrico



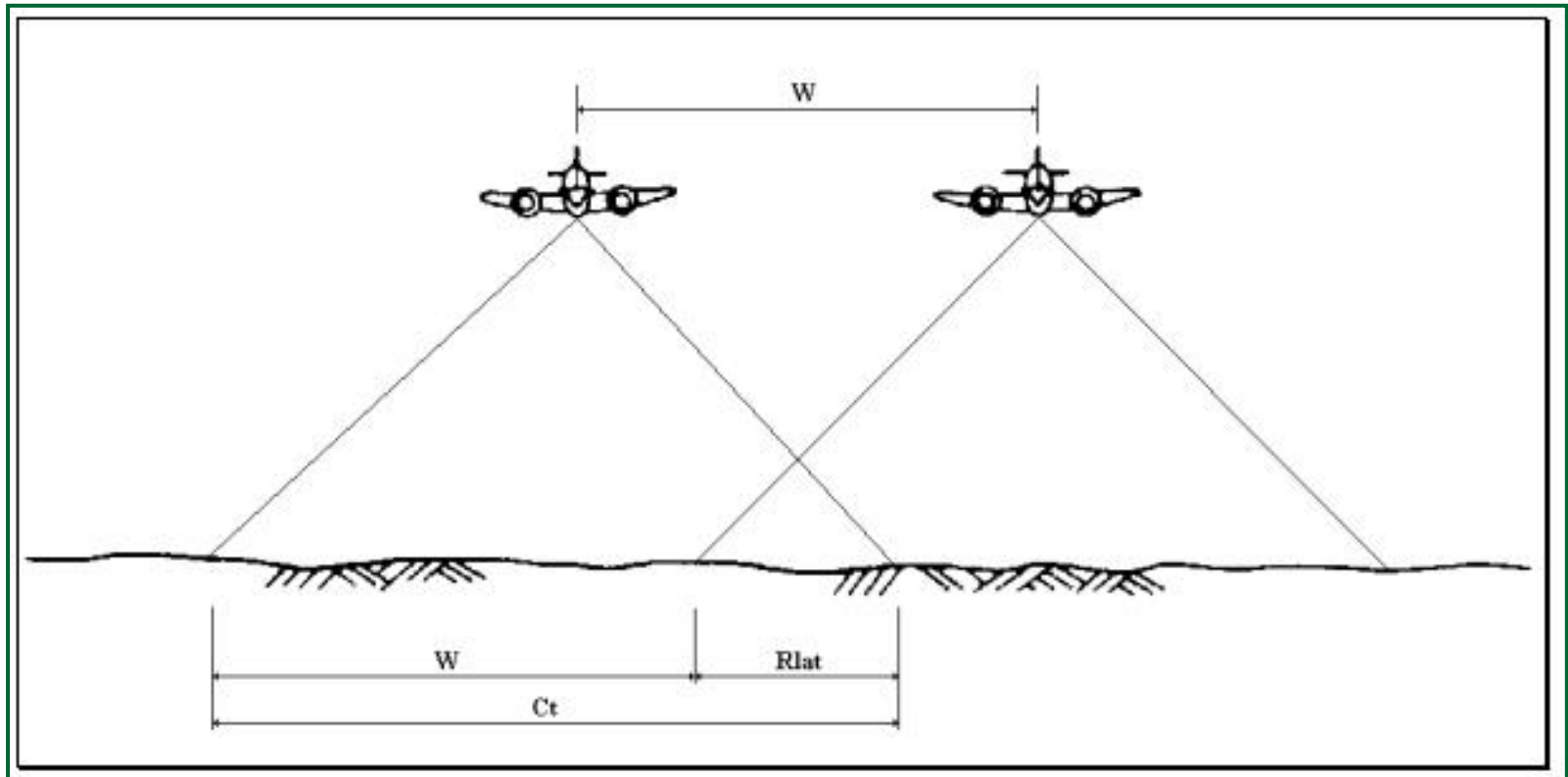
6 Plano de Vôo Aerofotogramétrico

- A execução de vôos no território nacional é de competência de organizações do Governo Federal e de Empresas Privadas que estão habilitadas a executar este tipo de serviço.
 - Esta habilitação é conferida por meio de inscrição específica no Ministério da Defesa, desde que a empresa comprove condições técnicas para a execução dos vôos.
 - Cada Cobertura Aerofotogramétrica realizada depende de prévia concessão de licença do Ministério da Defesa, onde devem ser informados a localização e o limite da área a ser levantada.
-

6 Plano de Vôo Aerofotogramétrico



6 Plano de Vôo Aerofotogramétrico



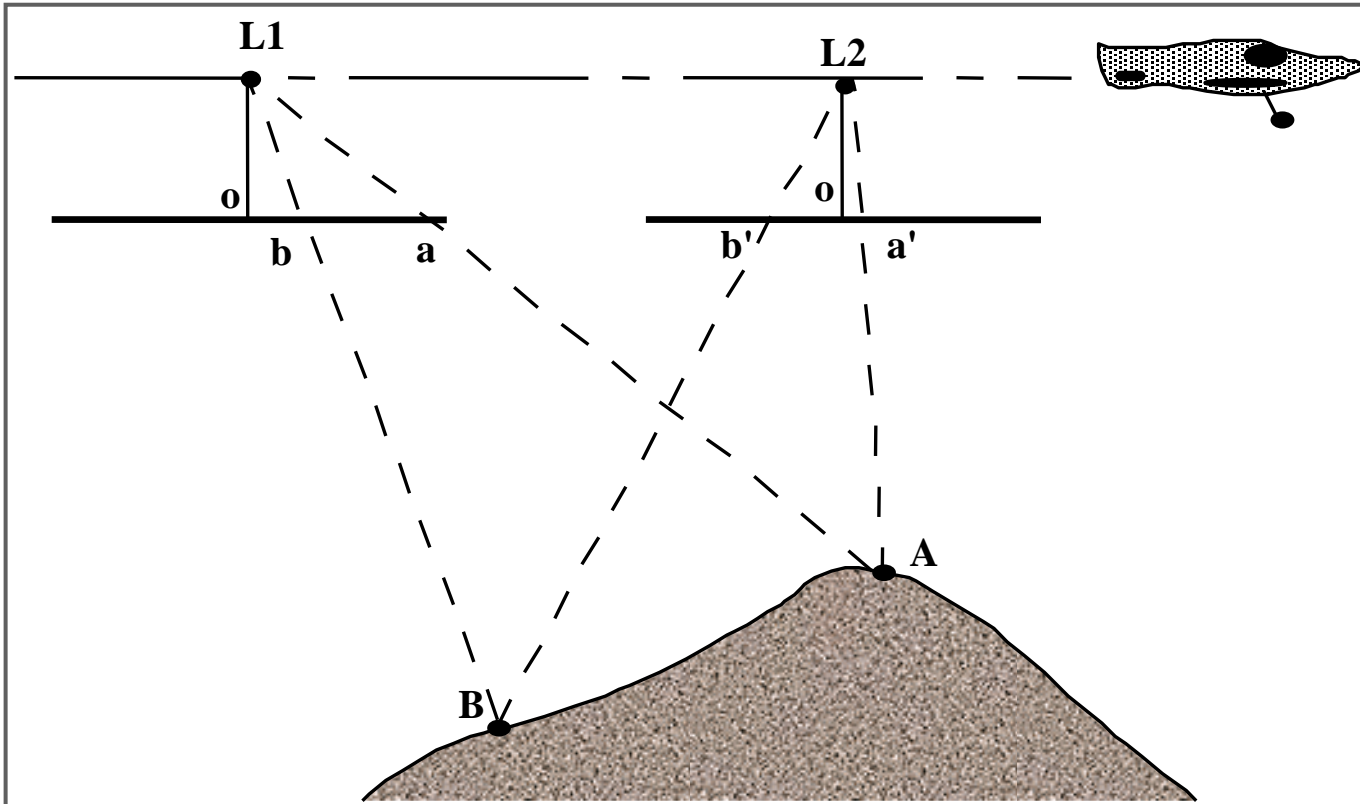
7 Paralaxe

- É o deslocamento aparente da posição de um objeto causada pela mudança do ponto de observação. Portanto quando uma câmera aérea tira fotografias seguidas, em um intervalo regular de tempo, a mudança na posição de uma imagem, de uma fotografia para a seguinte, causada pelo movimento do avião é chamada de: paralaxe estereoscópica, paralaxe "X" ou simplesmente paralaxe.

7 Paralaxe

- Existem dois aspectos importantes:
 - a paralaxe de qualquer ponto está diretamente relacionada com a elevação do ponto;
 - a paralaxe é maior para pontos mais altos do que para pontos mais baixos.
-

7 Paralaxe



8 Estereoscopia

- A **estereoscopia** é um fenômeno natural que ocorre quando uma pessoa olha simultaneamente duas imagens que foram tiradas da mesma cena, mas de pontos diferentes, fazendo com que cada imagem seja vista com um olho. O resultado é a percepção da profundidade, ou terceira dimensão.
-

8 Estereoscopia

- **OBS: Pseudoscopia ou Pseudoestereoscopia**

É o resultado da visualização invertida das imagens (olho esquerdo/imagem direita e olho direito/imagem esquerda), proporcionando a percepção da inversão do relevo.

8 Estereoscopia

■ Portanto, a visão estereoscópica é ocasionada pelo fato dos olhos humanos estarem separados um do outro em aproximadamente 65mm. Desta forma, o olho direito recebe um imagem um pouco diferente da que recebe o olho esquerdo, quando observam o mesmo objeto. Da fusão das duas imagens no cérebro, resulta não só a imagem, mas também a sensação de profundidade.

8 Estereoscopia

■ A sensação de profundidade pode ser obtida por dois tipos de visão:

‣ Visão monocular ou monoscópica;

‣ Visão binocular ou estereoscópica: a menor

distância para se perceber profundidade é, em média,

25,4cm e a máxima distância é aproximadamente 600,0m.

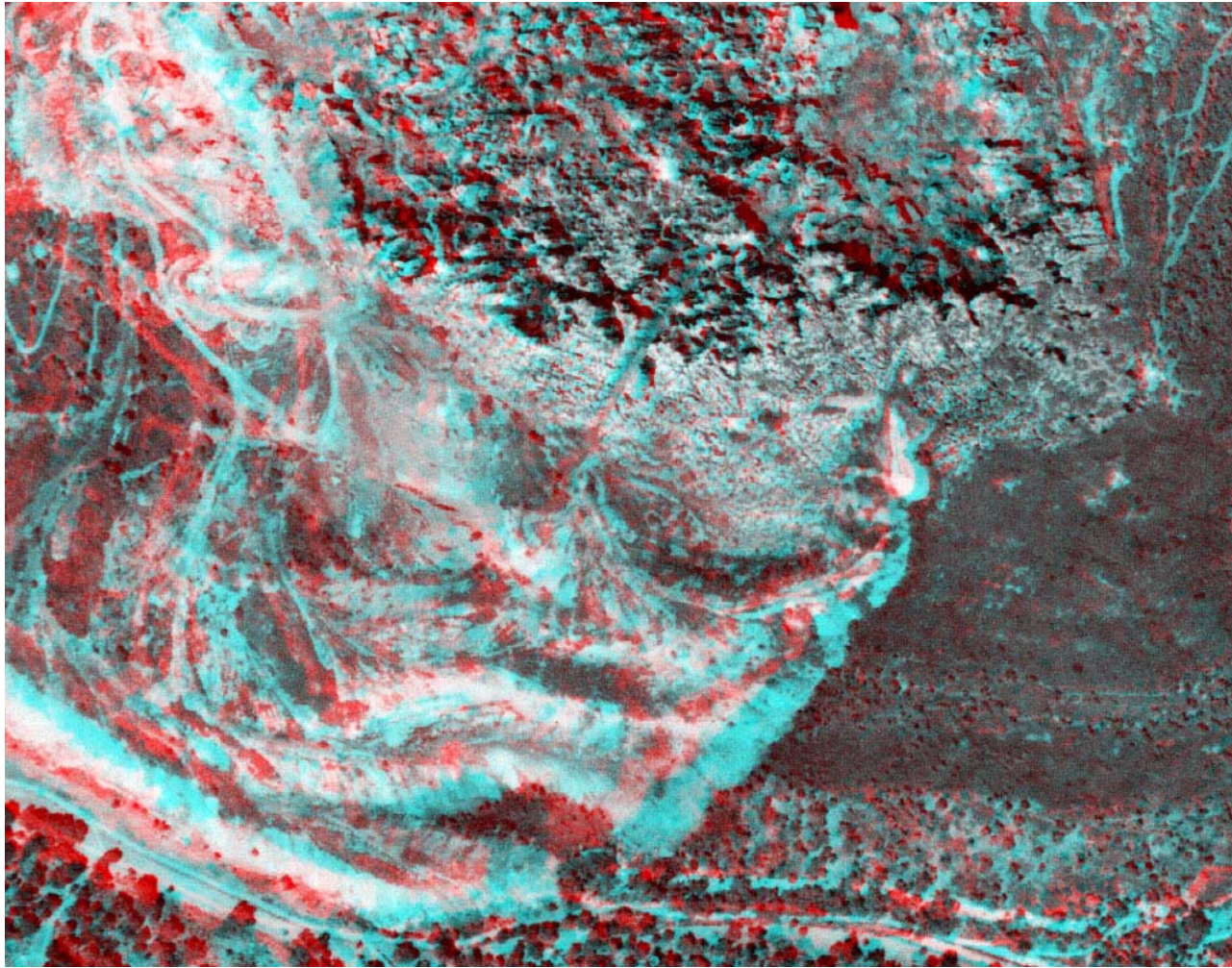
8 Estereoscopia

- Principais processos para obter visão estereoscópica:

▶ VISUALIZAÇÃO ANAGLÍFICA



8 Estereoscopia



8 Estereoscopia

- Principais processos para obter visão estereoscópica:

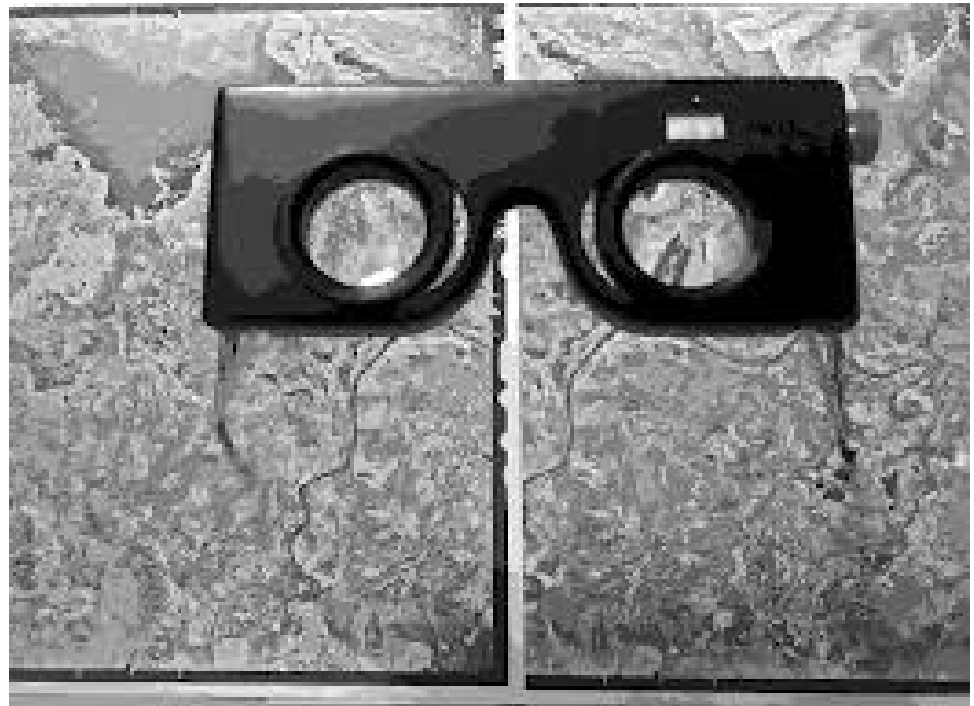
- ▶ **USO DE ESTEREOSCÓPIOS**



8 Estereoscopia

- **Estereoscópio de lente ou de bolso** : consta de uma armação simples de metal suportando um par de lentes, de maneira a manter os olhos trabalhando independentemente e suas linhas de visão aproximadamente paralelas. Possuem as lentes com um poder de ampliação que varia de 1,25 X a 4 X.
-

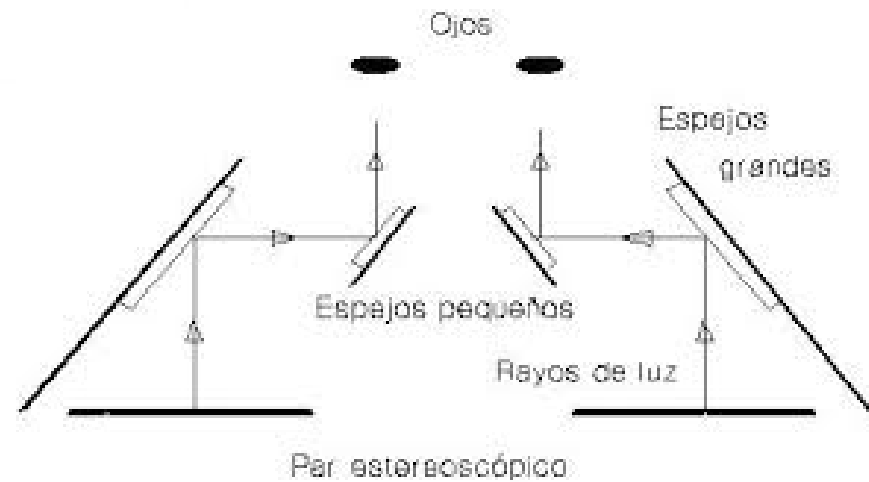
8 Estereoscopia



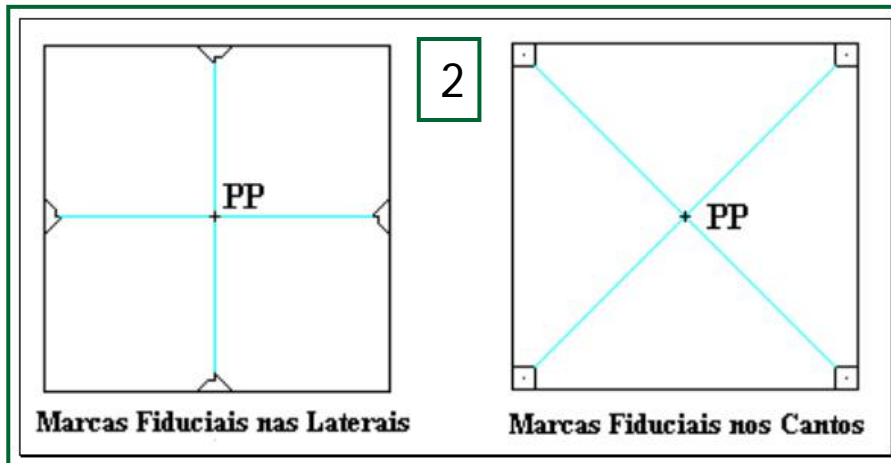
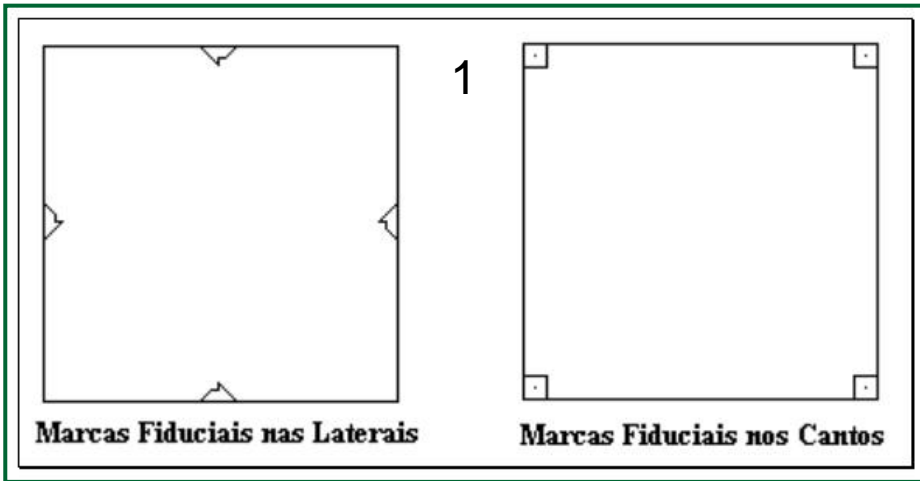
8 Estereoscopia

Estereoscópio de espelhos : consiste fundamentalmente de dois espelhos, inclinados de 45° em relação ao plano horizontal das fotografias, em dois prismas de 45° ou dois espelhos menores e duas lentes que permitem acomodar a vista ao infinito. Os espelhos são as partes mais importantes do conjunto.

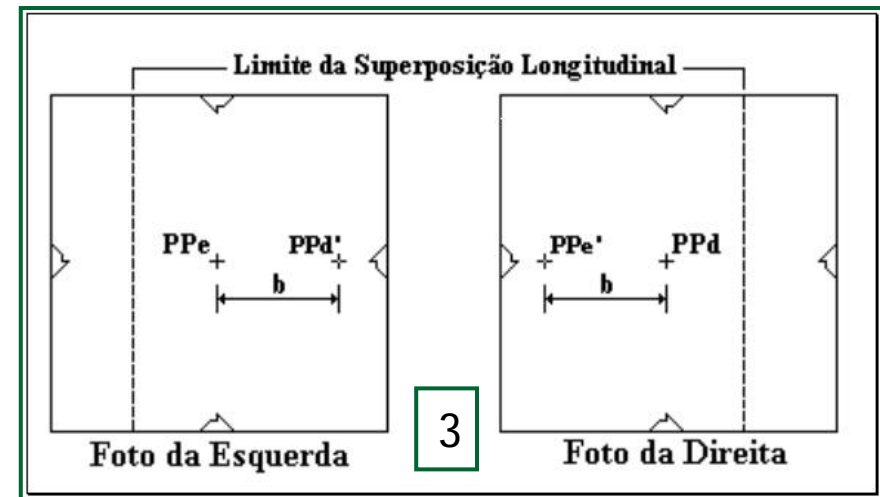
8 Estereoscopia



8 Estereoscopia



Preparação das fotografias para observação.



9 Restituição Aerofotogramétrica

- Os processos aerofotogramétricos comportam duas fases principais, bem distintas, que são: **a) cobertura aerofotogramétrica**; e **b) restituição**.

 - A **restituição**, por sua vez, consiste nas operações de transferência de informações, dos fotogramas, para a confecção de uma carta ou planta topográfica de uma região ou trecho dela.
-

9 Restituição Aerofotogramétrica

■ **Pontos de apoio:** O primeiro passo para se efetuar a restituição será o levantamento planialtimétrico (processos topográficos ou GPS) de uma rede, suficientemente densa, de pontos de controle (os chamados pontos de apoio), que sejam facilmente identificáveis nas fotografias aéreas. Estes pontos deverão estar, preferencialmente, ao nível do solo ou não muito acima dele.

MONOGRAFIA DE MARCOS		
Nome do Estado: MS - 81		
Cidade: PPUC I 2000		
DADOS GERAIS		
COORDENADAS		
Município: Cambé	Estado: Paraná	LAT = 27° 37' 55,6000" S
Localidade: Cambé		LONG = 49° 20' 57,8276" W
UF: MS		N = 7.194.148,4037
Escala: 1:2.000		E = 985.715,4862
		N (CORTE) = 888,4888
Descrição: Marco de concreto de formato trapezoidal, medindo 10x10x10, com chapa de bronze, padrão IPPUC instalada no solo.		
ITINERÁRIO		
Partindo-se das bordas da malhação de Eletreus, no Estado Del. Duero, Arvoredo, seguir-se por este na direção Sul, com 4 Km passa-se por um posto de gasolina à direita, e em seguida, ao longo da estrada, toma-se a esquerda, com mais 1 Km, há uma Claria, logo depois de Claria, entra-se à esquerda por uma estrada em terreno de cultura, cerca de 30 m adiante encontra-se o MP01 à direita, sendo a divisa entre a cultura e mata de cerrado.		
FOTO DE SITUAÇÃO		FOTO DE LOCALIZAÇÃO
		
MARCOS DE REFERÊNCIA		
Intervisíveis: MR-82		

9 Restituição Aerofotogramétrica

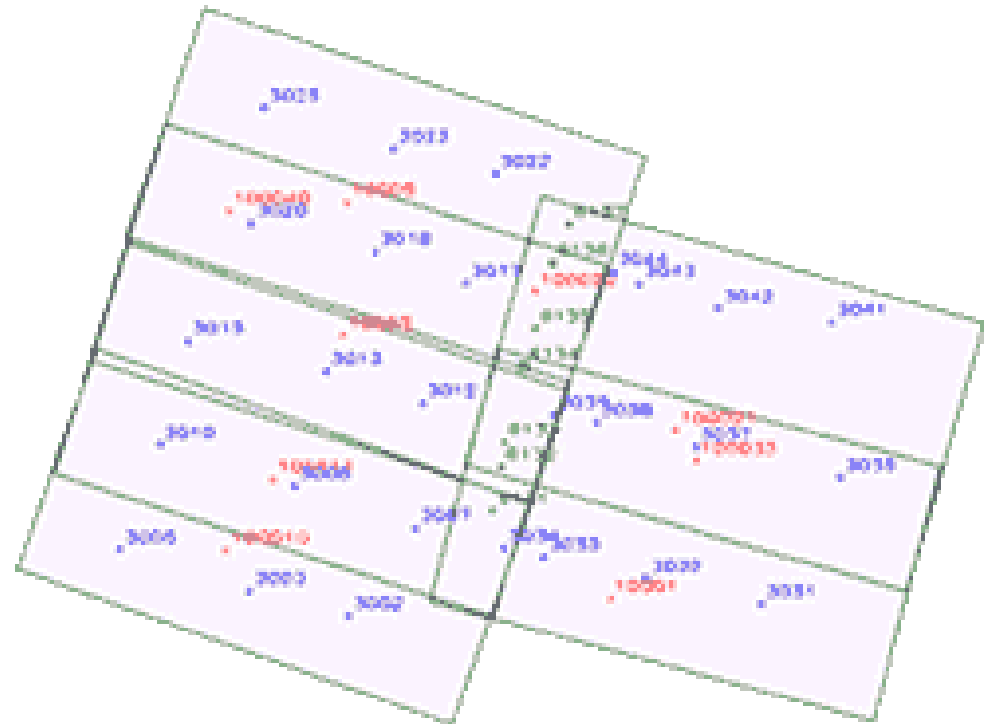
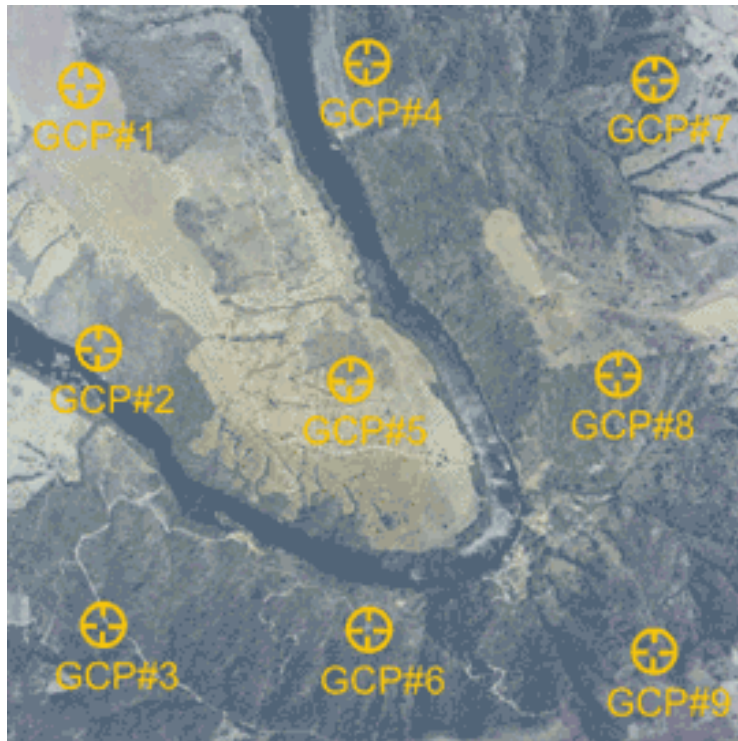


Pontos de Apoio



9 Restituição Aerofotogramétrica

Aerotriangulação



9 Restituição Aerofotogramétrica

■ As operações necessárias para se confeccionar um mapa são:

1. eliminação dos deslocamentos da imagem devido ao relevo;
 2. compensação da escala geral de cada fotografia em relação à escala do mapa. A escala não deverá ser muito diferente da escala aproximada das fotografias aéreas;
 3. correções dos deslocamentos das imagens devidos à inclinação lateral e longitudinal;
 4. determinação da orientação real das fotografias: rotação azimutal;
 5. ligação da área do mapa que será confeccionado a um sistema de coordenadas.
-

9 Restituição Aerofotogramétrica

- **Restituição Analógica:** Tem como função criar um modelo óptico, semelhante ao campo fotografado, por observação estereoscópica, e transformar esse modelo em desenho representativo (planta, carta ou mapa).
 - O princípio utilizado é o de recriar condições semelhantes à tomada dos fotogramas, de forma a localizar por analogia, as posições reais (em planta e elevação) dos detalhes existentes no terreno.
-

9 Restituição Aerofotogramétrica

Restituição Analógica



9 Restituição Aerofotogramétrica

Restituição Analógica/Analítica



9 Restituição Aerofotogramétrica

- **Fotogrametria Digital:** a idéia fundamental é realizar as operações da fotogrametria tradicional, tendo como base imagens em formato digital, ou seja utiliza imagens armazenadas na forma de pixels.

