



CONVERSAS GEO:

# FOTOGRAMETRIA

AUGUSTO UCHÔA

# O QUE É?

“O termo fotogrametria deriva das palavras gregas photos, que significa luz, gramma, que significa algo desenhado ou escrito e metron, que significa "medir". Portanto, Fotogrametria, de acordo com suas origens, significaria "medir graficamente usando luz".

Antonio M. G. Tommaselli (UNESP-PP)



# ATÉ A DEFINIÇÃO EVOLUIU:

- "**ciência e arte** de obter medidas confiáveis por meio de fotografias" (American Society of Photogrammetry-ASP). 1960
- "Fotogrametria é a **arte, ciência e tecnologia** de obtenção de informação confiável sobre objetos físicos e o meio ambiente através de processos de gravação, medição e interpretação de imagens fotográficas e padrões de energia eletromagnética radiante e outras fontes" (ASP-1979).

O advento da tecnologia de imageamento em vídeo, de dispositivos de digitalização e de câmaras digitais, têm permitido a coleta de dados para fotogrametria de modo semelhante à coleta de imagens de satélite, mas com finalidades bem diferentes, por exemplo, aplicações industriais.

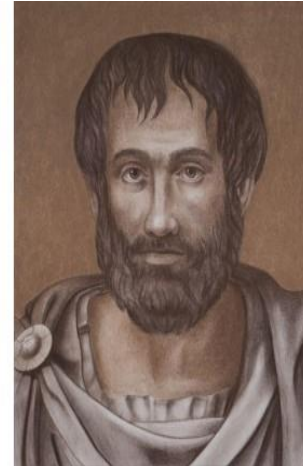
Este novo ramo da fotogrametria têm recebido várias denominações:

**VIDEOGRAMETRIA, VIDEOMETRIA, FOTOGRAMETRIA ELETRÔNICA, FOTOGRAMETRIA DIGITAL, FOTOGRAMETRIA EM TEMPO REAL, FOTOGRAMETRIA POR “DRONES”, e outros.** Entretanto, estes termos podem perfeitamente ser abrangidos pela definição geral de fotogrametria; apenas considerando que os dados são coletados eletronicamente e convertidos em uma representação digital, a imagem.

**ENTENDIMENTO ATUAL**

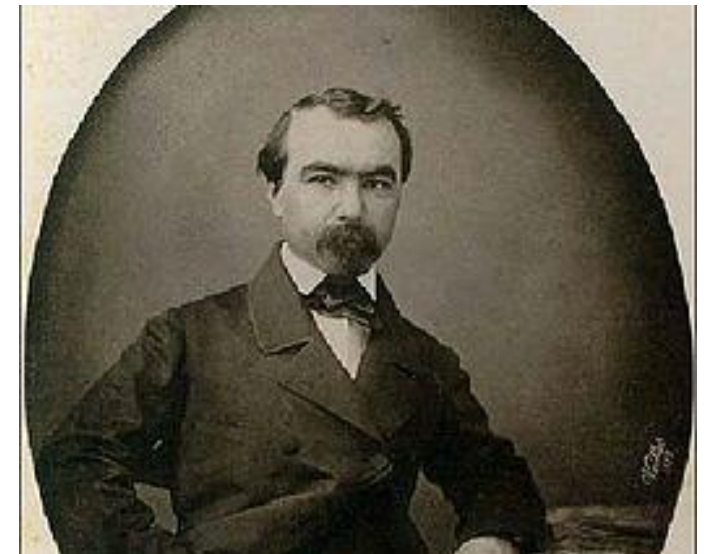
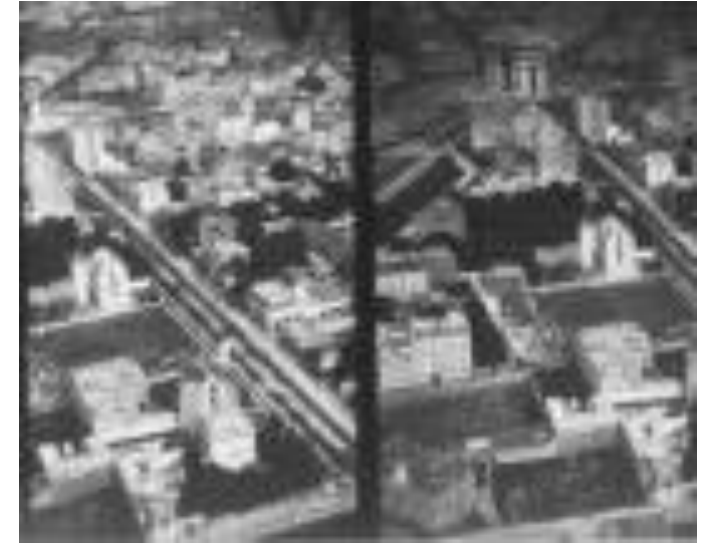
# PEQUENO RESUMO HISTÓRICO:

- Os desenvolvimentos que conduziram ao presente estado da arte **Fotogrametria** são muito anteriores ao invento da fotografia.
- **Aristóteles**, em 350 A.C. já mencionava como projetar imagens por ótico.
- **Leonardo da Vinci**, em 1492 demonstrou graficamente os princípios aerodinâmica e da projeção ótica.
- O astrônomo alemão **Johannes Kepler**, por volta de 1600, formulou uma definição precisa para **estereoscopia**, e o pintor florentino Jacopo Chimenti produziu o primeiro par estereoscópico desenhado a mão .
- O conceito de **estereoscopia** foi usado pela primeira vez em um levantamento prático, para construção de cartas topográficas, pelo suíço **F. Kapeller**, em 1726.
- Ainda no século XVII o Dr. **Brook Taylor** publicou trabalhos sobre **perspectiva linear**. Em 1759 **J. H. Lambert** escreveu um tratado clássico sobre a perspectiva, sugerindo a sua utilização na construção de mapas, fundamentos da fotogrametria praticada até os dias atuais. ;



# O PAI DA FOTOGRAMETRIA

Os primeiros experimentos para verificar o uso da fotogrametria em mapeamento topográfico foram conduzidos pelo coronel francês **Aimé Laussedat, em 1849**, que obteve fotografias a bordo de balões. Percebendo as dificuldades então existentes para a obtenção de fotos aéreas, Laussedat concentrou seus esforços no mapeamento usando fotogrametria terrestre. Em reconhecimento ao seu pioneirismo, Laussedat recebeu o título de "Pai da Fotogrametria".



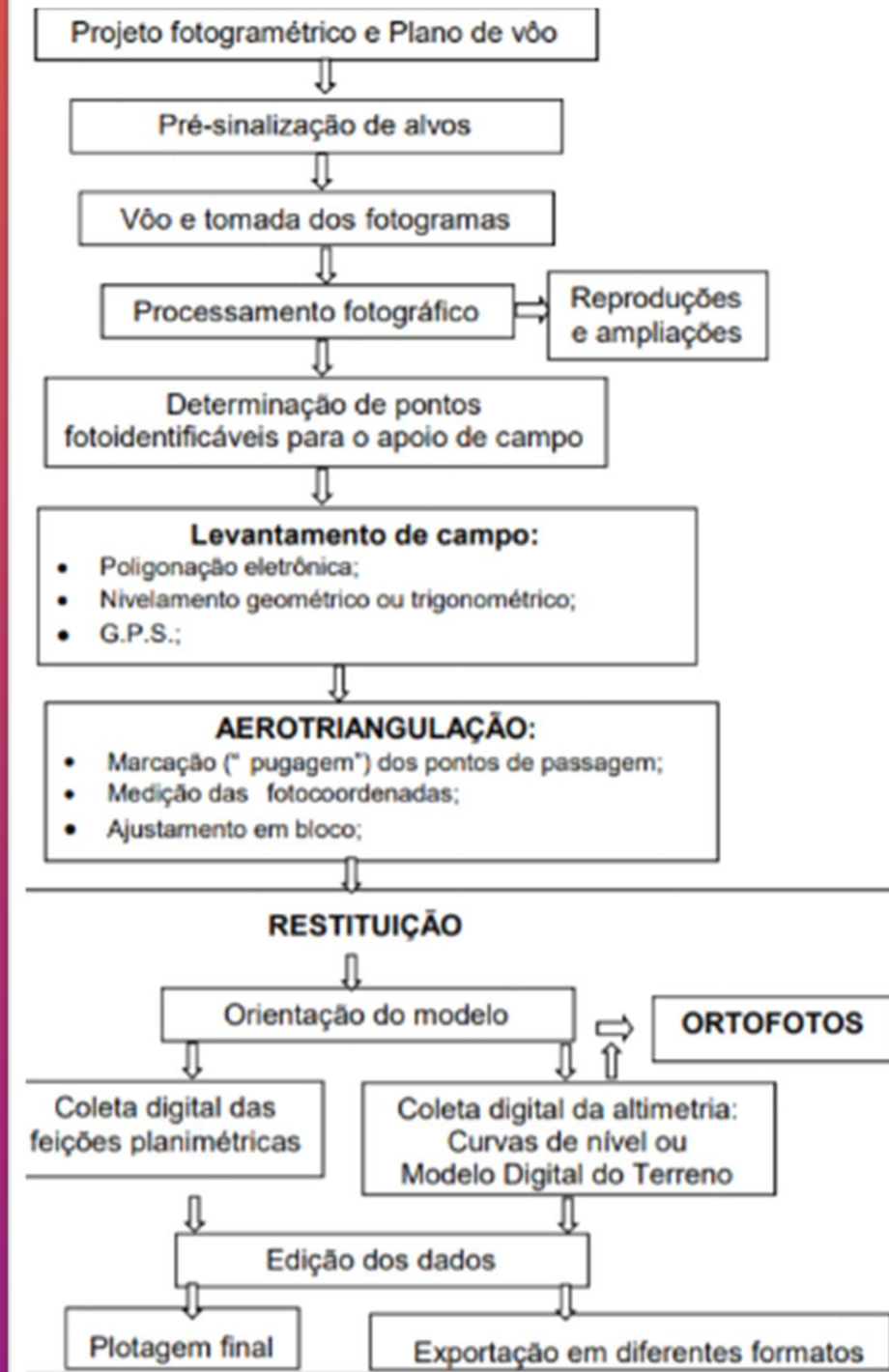
# AEROFOTOMETRIA

A **invenção do avião** permitiu um grande avanço na fotogrametria, que era, até então, praticamente limitada à fotogrametria terrestre. Em **1913**, o avião foi utilizado pela primeira vez para a tomada de fotografias aéreas com o objetivo de mapeamento.

Durante a Primeira Guerra as aerofotos foram intensamente utilizadas, especialmente em atividades de reconhecimento. No período entre as duas Guerras Mundiais, a **Aerofotogrametria tornou-se uma tecnologia largamente utilizada para a produção de mapas.**



# PROCESSO FOTOGRAMÉTRICO TRADICIONAL





- Fotografias aéreas;
- Mosaicos;
- Ortofotografias;
- Ortomosaicos e ortofotocartas;
- Mosaicos de imagens de radar;
- Cartas topográficas (planialtimétricas);
- Mapas temáticos;
- Modelo digital do terreno (MDT);
- Planta de pontos cotados;
- Lista de coordenadas

**PRINCIPAIS PRODUTOS**

# A ESTEREOCOPIA PRECISA DE:

**SUPERPOSIÇÃO (PAR ESTEREOSCÓPICO)**

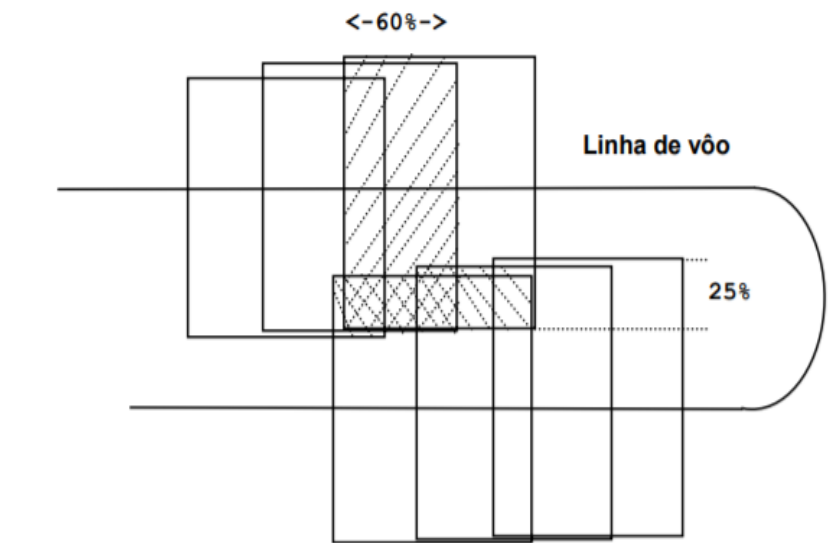


Izquierdo

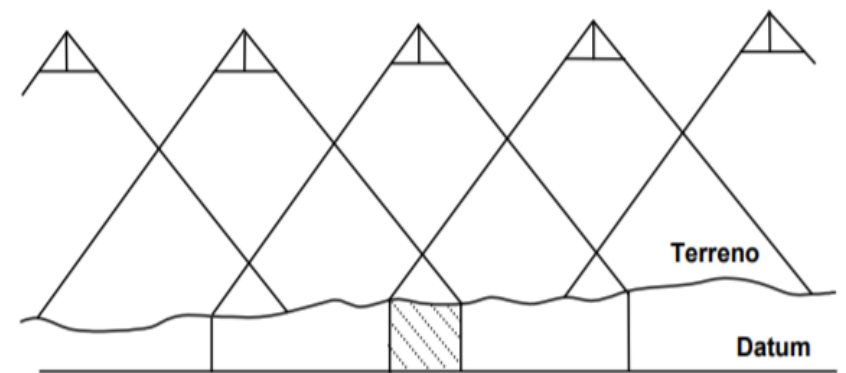


Derecho

## RECOBRIMIENTO

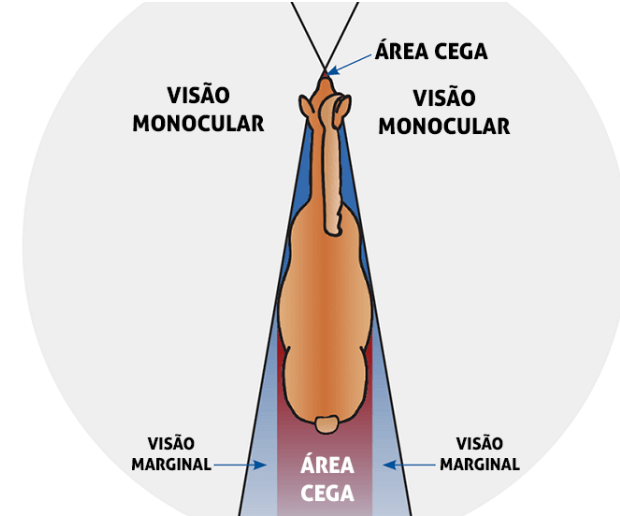
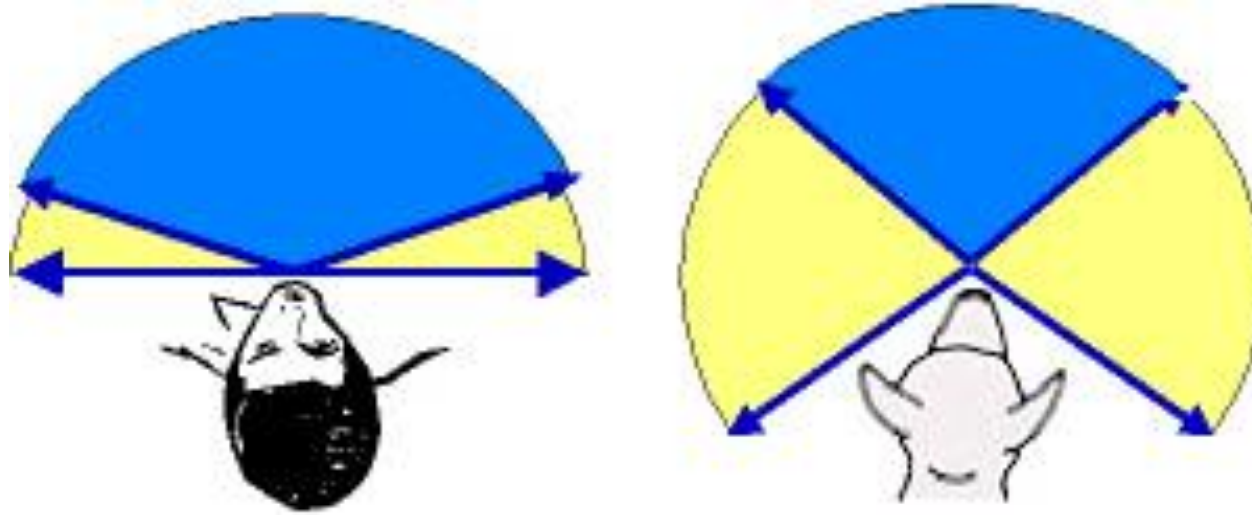


(a)



(b)

# ESTEREOSCOPIA



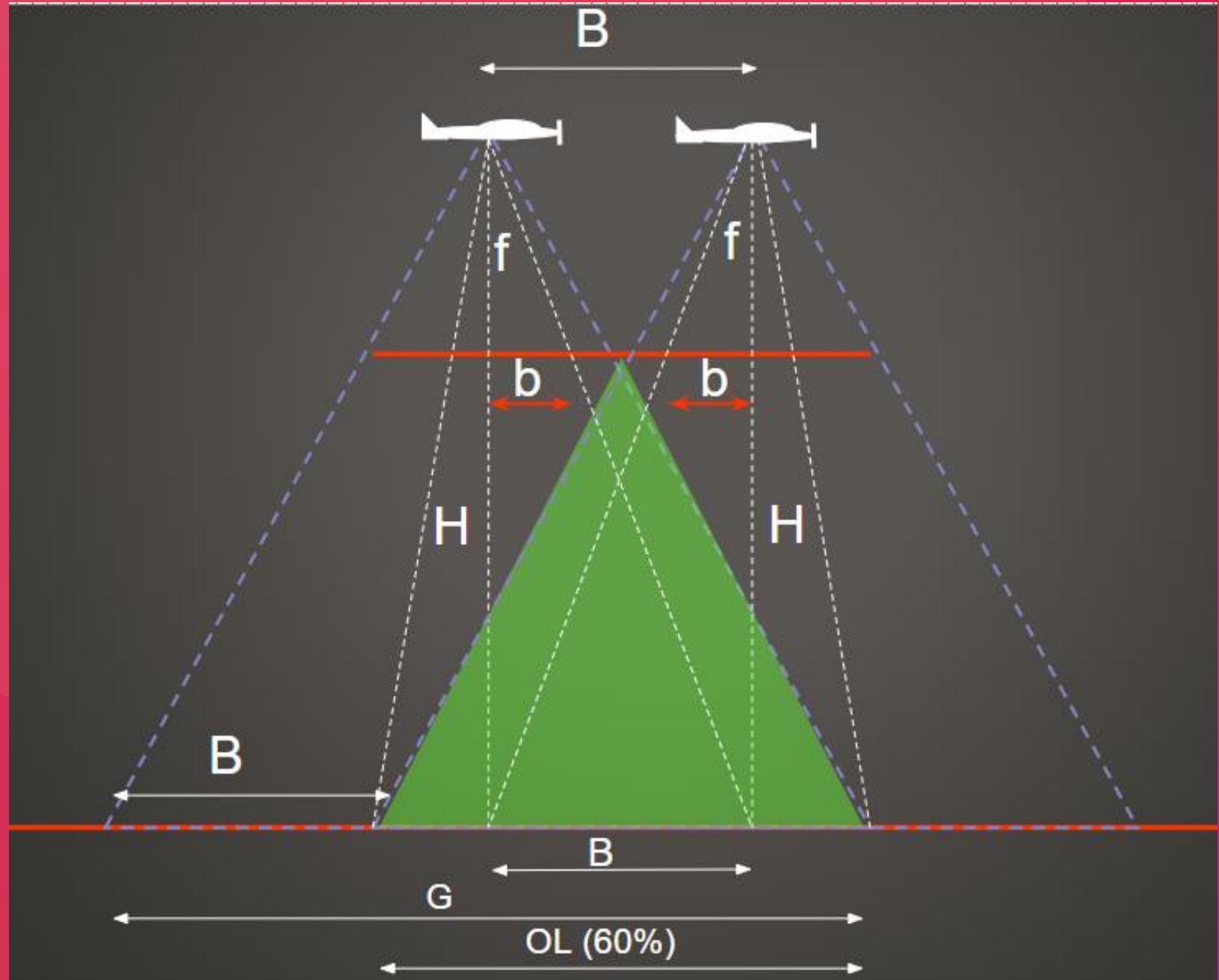
Percepção Estereoscópica de Profundidade - Visão Binocular Normal . Todas as pessoas que possuem visão normal têm visão binocular (em três dimensões) durante todo o tempo em que estão com os olhos abertos.

A visão binocular dá o registro da profundidade entre os objetos à nossa frente. Ela se fundamenta em duas imagens de um só objeto visto pelos dois olhos separadamente, isto é, com posição de observação diferentes.

No caso da visão normal, uma imagem corresponde a cada olho. Em seguida, o cérebro realiza um processo chamado "fusão estereoscópica", o qual possibilita a visão em três dimensões.

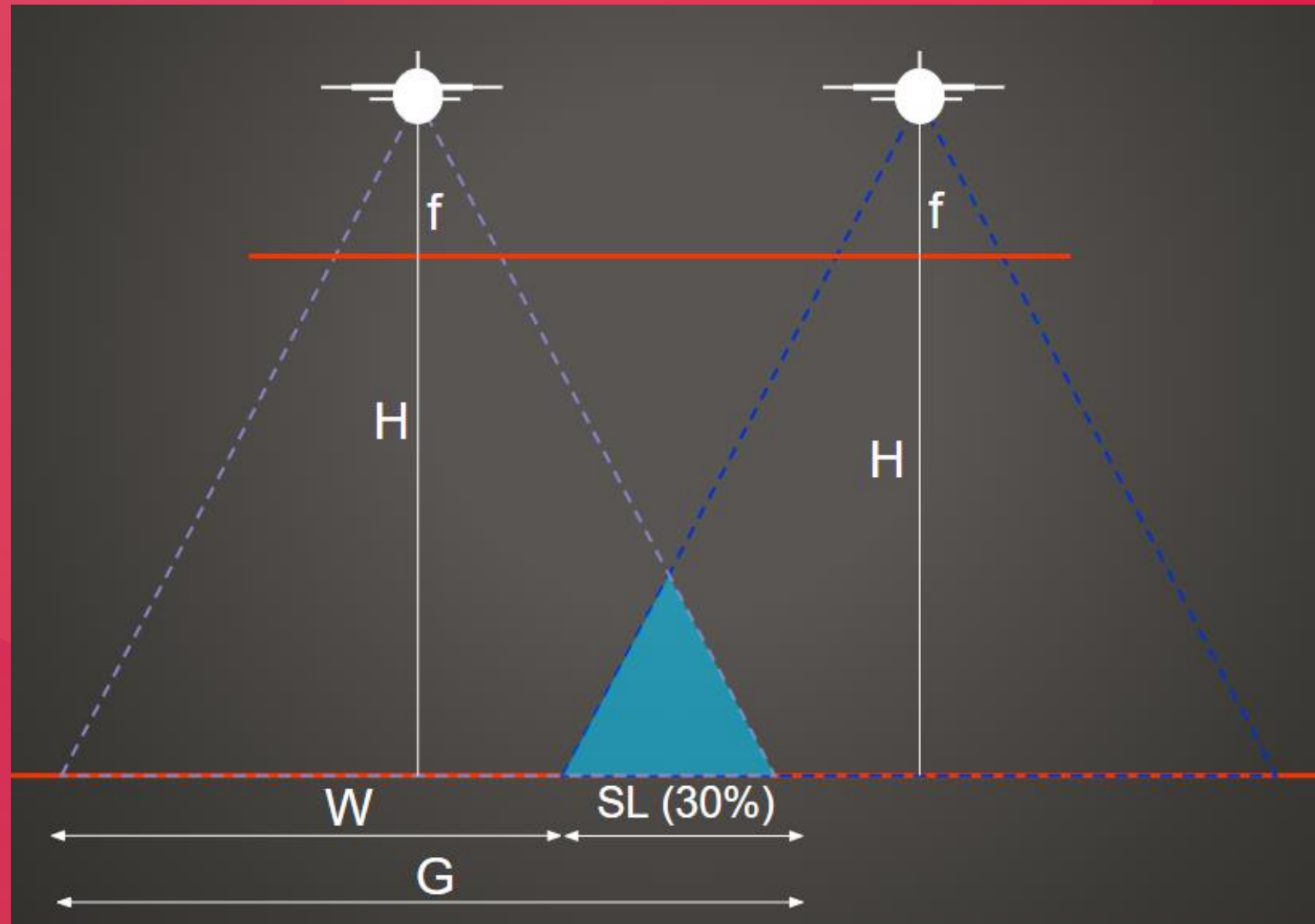
# RECOBRIMENTO LONGITUDINAL

$$OL = \left( \frac{G - B}{G} \right) * 100$$

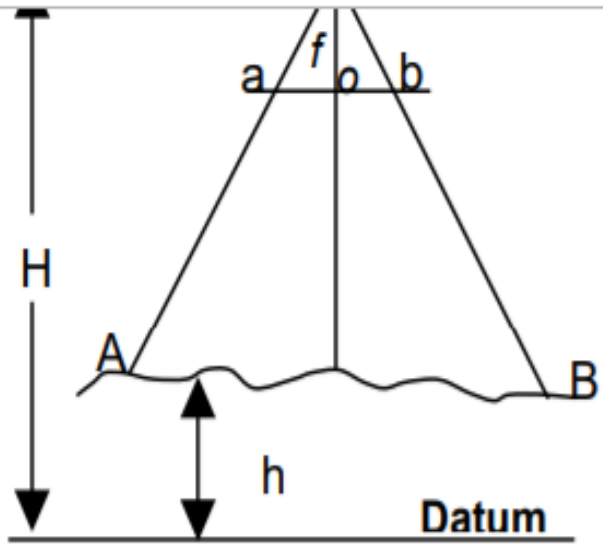


# RECOBRIMIENTO LATERAL

$$SL = \left( \frac{G - W}{G} \right) * 100$$



# ESCALA DA FOTO NÃO É ZOOM DIGITAL



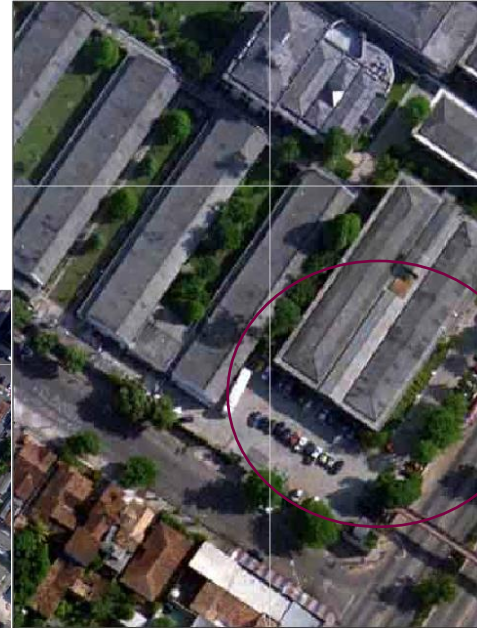
A escala da fotografia é a relação entre as distâncias  $ab/AB$ . Dos triângulos semelhantes, temos que:

$$ab/AB = f/(H-h) \quad (1)$$

Portanto:

$$E_h = f / (H-h) \quad (2)$$

onde:  $E_h$  é a escala para a altitude  $h$ ,  $f$  é a distância focal e  $H$  é altitude de voo.

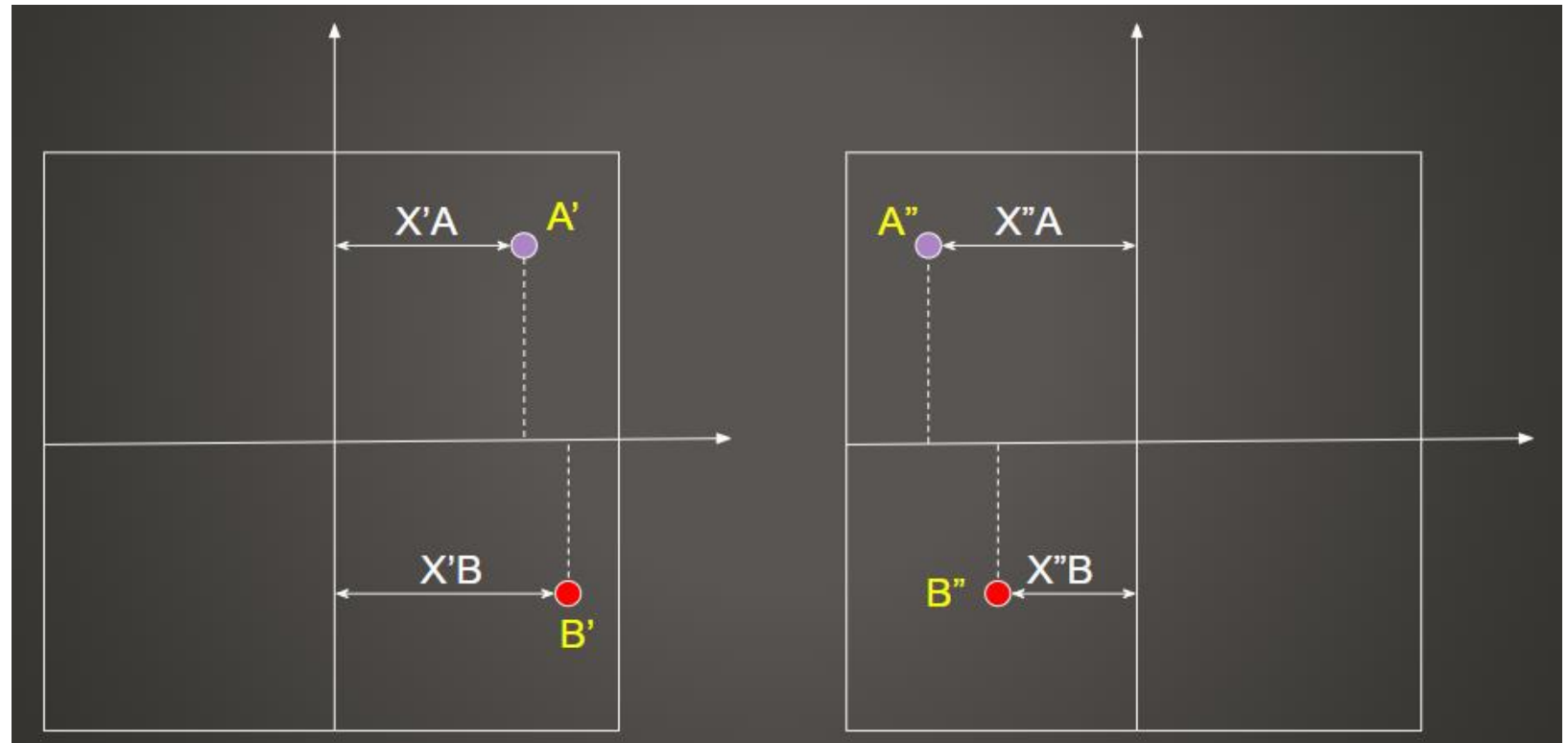


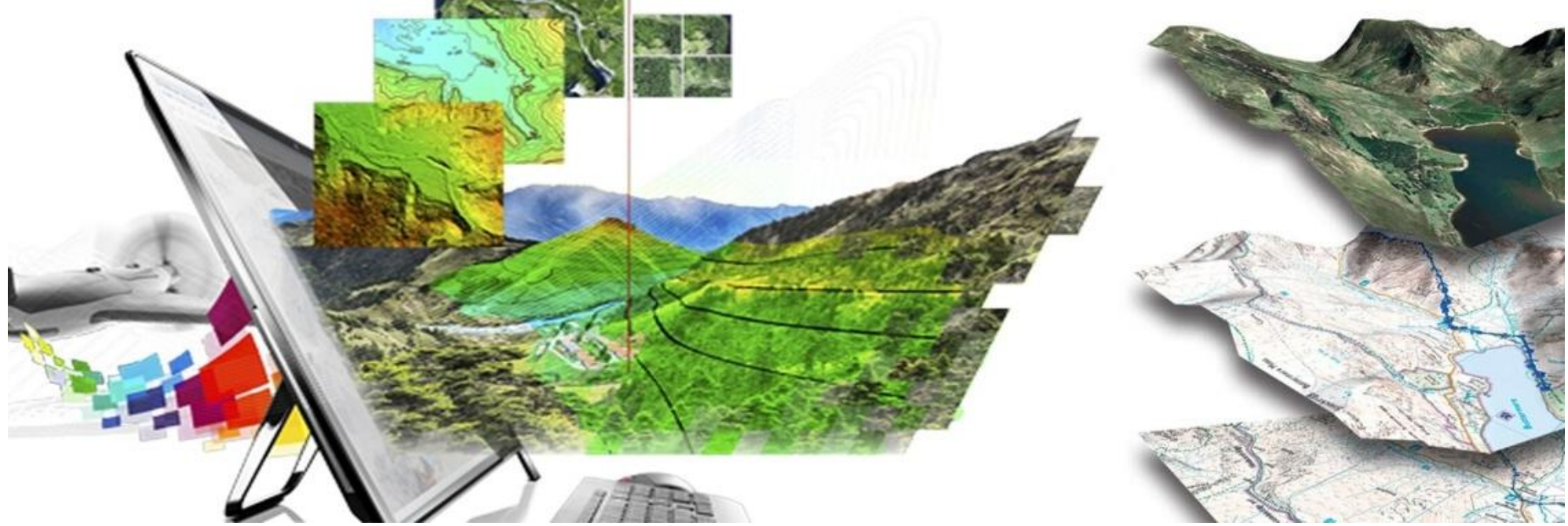
Suponha que a altitude de voo é 1580m, que a altitude do terreno é 298m e que a distância focal da câmara é de 210mm. A escala da foto seria?

$$E = 0,210 / (1580 - 298) \rightarrow 1:6104$$

# PARALAXE E PONTOS HOMÓLOGOS

É o deslocamento aparente de um referencial, causado pelo deslocamento do observador.





- Pontos com igual paralaxe total tem a mesma cota;
- Pontos com maiores paralaxes totais terão cotas maiores;
- Pontos com menores paralaxes totais terão cotas menores;

# PROPRIEDADES DA PARALAXE



# ESTEREOSCÓPIOS

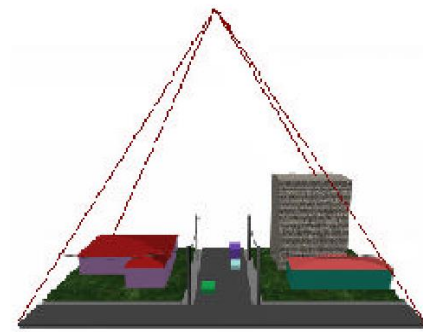




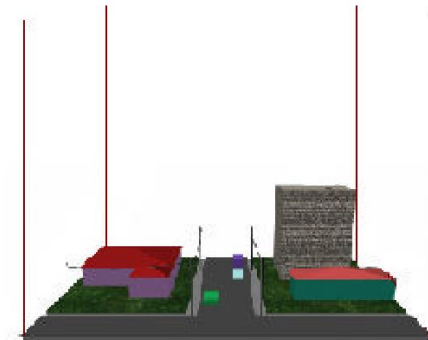
# ESTEREOSCOPIA DIGITAL

# ORTORRETIFICAÇÃO

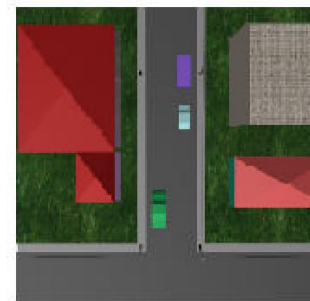
Tem por objetivo gerar uma imagem em que as distorções internas (do sistema) e externas (da paisagem) **são corrigidas**, tornando as **coordenadas mais precisas**, e **corrigindo os efeitos de perspectivas e a influência do relevo** (vales e morros) sobre a geometria da imagem.



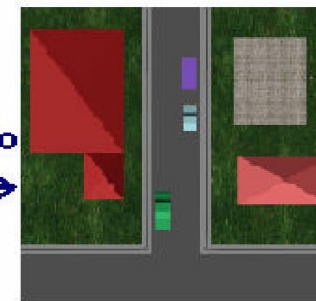
Perspectiva central



Perspectiva ortogonal



Ortorretificação



Entre outros.

Projetos de  
gasodutos;

Projetos  
ambientais;

Monitoramento  
de processos  
erosivos;

Mineração;

Mapeamento  
de bacias  
hidrográficas;

**ONDE A  
AEROFOTOGRAMETRIA  
CONVENCIONAL É  
MAIS USADA?**

Cadastro rural;

Locação e  
manutenção de  
estradas;

Planejamento e  
cadastro urbano;



# SISTEMAS DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS (ARPS)

No mapeamento aéreo com ARPS podem ser gerados registros métricos contendo dados com indicações qualitativas e quantitativas!

Não adianta nada ter "o melhor equipamento" se não souber manuseá-lo e utilizá-lo a fim de fornecer os melhores dados para o produto final.

Uma outra questão é que mesmo se tratando de um trabalho aéreo, em muitos casos, ainda é preciso utilizar pontos de apoio (detalhes no terreno). Eles são importantes no pós-processamento das imagens para garantir a precisão das medidas.



# O QUE É UM DRONE?



É um termo genérico, comercial, sem amparo técnico ou definição na legislação.

Dica: Não use o termo drone em documentos técnicos ou vai parecer um “tuiteiro da 5ª série”



# O QUE É UM VANT?

"VANT é toda aeronave projetada para operar sem piloto a bordo. Esta, porém, há de ser de caráter não recreativo e possuir carga útil embarcada."  
(Circular de Informações Aéreas AIC N 21/10)

Em outras palavras, nem todo "drone" pode ser considerado um VANT, já que um Veículo Aéreo Não Tripulado utilizado como hobby ou esporte enquadra-se, por definição legal, na legislação pertinente aos aeromodelos e não a de um VANT.

# O QUE É UM ARP?

Há dois tipos diferentes de VANT. O primeiro, mais conhecido, é o RPA (Remotely-Piloted Aircraft / em português, **Aeronave Remotamente Pilotada**). Nessa condição, o piloto não está a bordo, mas controla a aeronave remotamente de uma interface qualquer (computador, simulador, dispositivo digital, controle remoto, etc.).

Diferente de outra subcategoria de VANT, a chamada “**Aeronave Autônoma**” que, uma vez programada, não permite intervenção externa durante a realização do voo. Como no Brasil a Aeronave Autônoma tem o seu uso proibido, tratemos a partir daqui apenas das RPA.

**A chamada ARP, enfim, é a terminologia correta quando nos referimos a aeronaves remotamente pilotadas de caráter não-recreativo.**





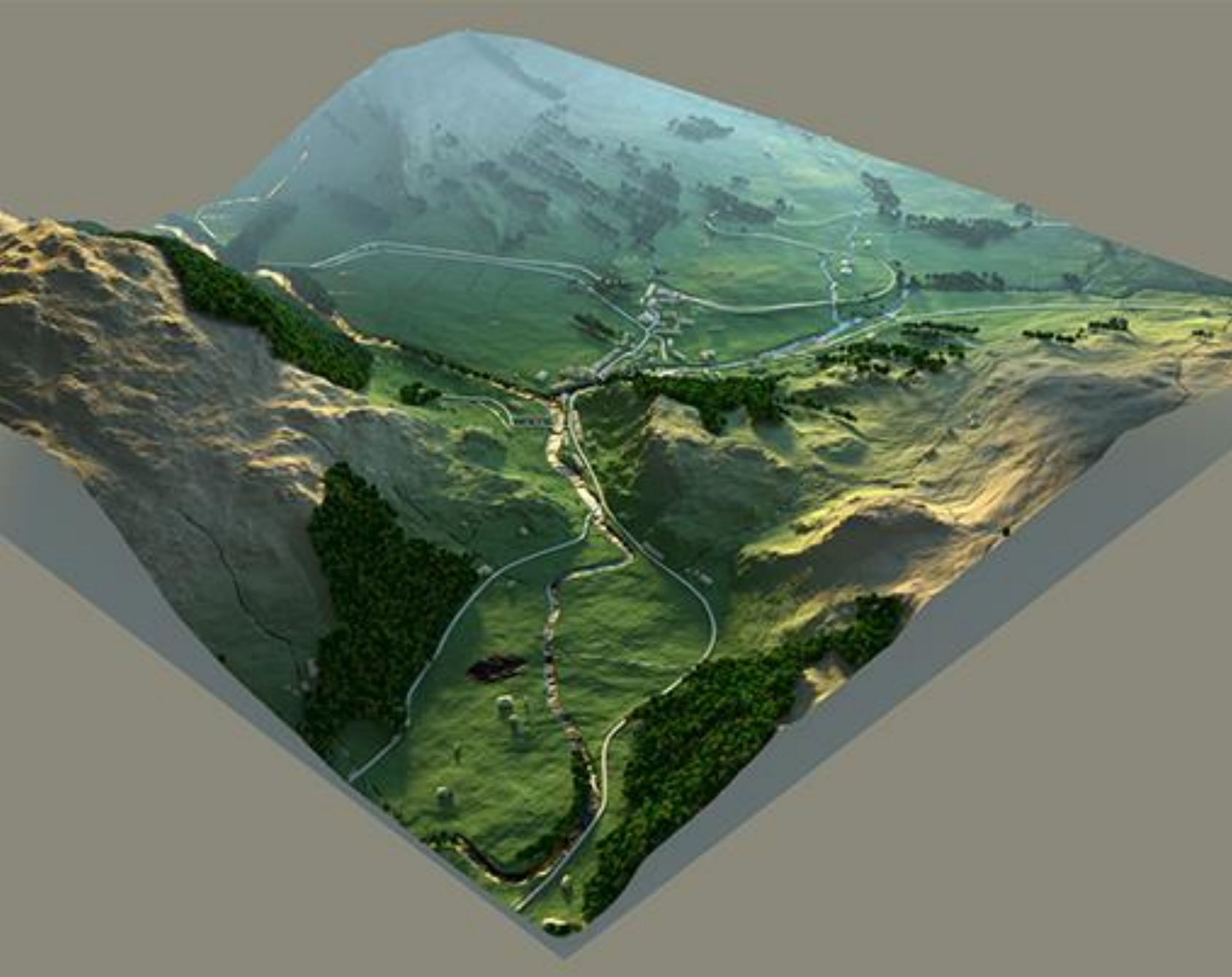
# MODELOS DE ARP

## MULTIROTORES



## ASA FIXA





# CENAS DO PRÓXIMO CAPÍTULO....

- EQUIPAMENTOS E SISTEMAS EMBARCADOS (CARGA ÚTIL)
- OPERAÇÃO VERSUS LEGISLAÇÃO
- PONTOS DE CONTROLE E DE CHECAGEM
- PLANEJAMENTO E OPERAÇÕES DE CAMPO
- SOFTWARES DE PROCESSAMENTO
- PRODUTOS E PRECISÕES
- CUSTOS ENVOLVIDOS