

Formulário para o plano de voo

A-distância entre eixos de fiada
B-base real: distância entre pontos de tomada de foto
c-constante da câmara
s-lado da fotografia sem informações marginais
h-altura acima do solo
Z-cota do terreno
Zo-altura absoluta do avião
v-velocidade do avião
L-comprimento de uma faixa ou do bloco
Q-largura do bloco

$$\text{módulo da escala : } mf = h / c$$

$$\text{lado da foto no terreno : } S = s \cdot mf$$

$$\text{base fotográfica : } b = B / mf$$

$$\text{altura de vôo sobre o solo : } h = c \cdot mf$$

$$\text{altura de vôo absoluta : } Zo = h + Z$$

$$\text{sobreposição longitudinal \% : } \ell = ((S-B)/S) \cdot 100 = (1-B/S) \cdot 100$$

$$\text{sobreposição lateral \% : } q = ((S-A)/S) \cdot 100 = (1-A/S) \cdot 100$$

$$\text{área coberta por uma foto: } Af = S \cdot S = s \cdot mf \cdot s \cdot mf$$

$$\text{comprimento da base aérea para } \ell\% \text{ de sobreposição longitudinal : } B = S (1 - \ell / 100)$$

$$\text{distância entre fiadas para } q\% \text{ de sobreposição lateral : } A = S (1 - q / 100)$$

$$\text{número de modelos por faixa: } nm = \text{int} ((L/B) + 1)$$

$$\text{número de fotos por faixa (fiada) : } nf = nm + 1$$

$$\text{número de faixas (fiadas) por bloco : } nfx = \text{int} ((Q/A) + 1)$$

$$\text{área estereoscópica coberta por um modelo : } Am = (S-B) \cdot S$$

$$\text{área de sobreposição entre modelos consecutivos : } Asm = (S-2B) \cdot S$$

$$\text{área nova no bloco, por modelo : } An = A \cdot B$$

intervalo de sequência de fotos : $t[s] = B[m] / v[m/s] > 2,0$ (ciclo da máquina)

tempo de exposição máximo : $dt = 1/30 \cdot mf/v$

Para efeitos de estereorestituição são pedidas normalmente as sobreposições longitudinal de 60 % e lateral de 20 a 30 %. Para efeitos de aerotriangulação para medições de alta precisão, voa-se com $\ell = 60\%$ e $q = 60\%$ e fazem-se ainda fiadas na direcção perpendicular à principal. Para efeitos de rectificação fotográfica, embora não seja necessária qualquer sobreposição longitudinal pois não se pretende usufruir da estereoscopia, os vôos são geralmente feitos com sobreposições superiores a 70% para se aproveitarem apenas as zonas centrais das fotos. O valor da sobreposição longitudinal depende da dimensão do lado do quadrado central da foto que se aproveita para a ortofoto. A base aérea toma-se, neste caso, igual à dimensão do lado do quadrado central no terreno. A dimensão do quadrado central depende da distorção radial admissível na orto, a qual depende directamente da variabilidade do relevo na zona coberta pela fotografia aérea (para zonas pouco movimentadas pode ser maior do que para zonas muito movimentadas)

$$\Delta r = \frac{r}{h_0} * \Delta h = \frac{r}{c.m_f} * \Delta h \qquad \ell q = r\sqrt{2}$$

r = distancia radial máxima do quadrado central

Δr = distorção radial máxima admissível na ortofoto

Δh = variação máxima de cota dentro do quadrado central

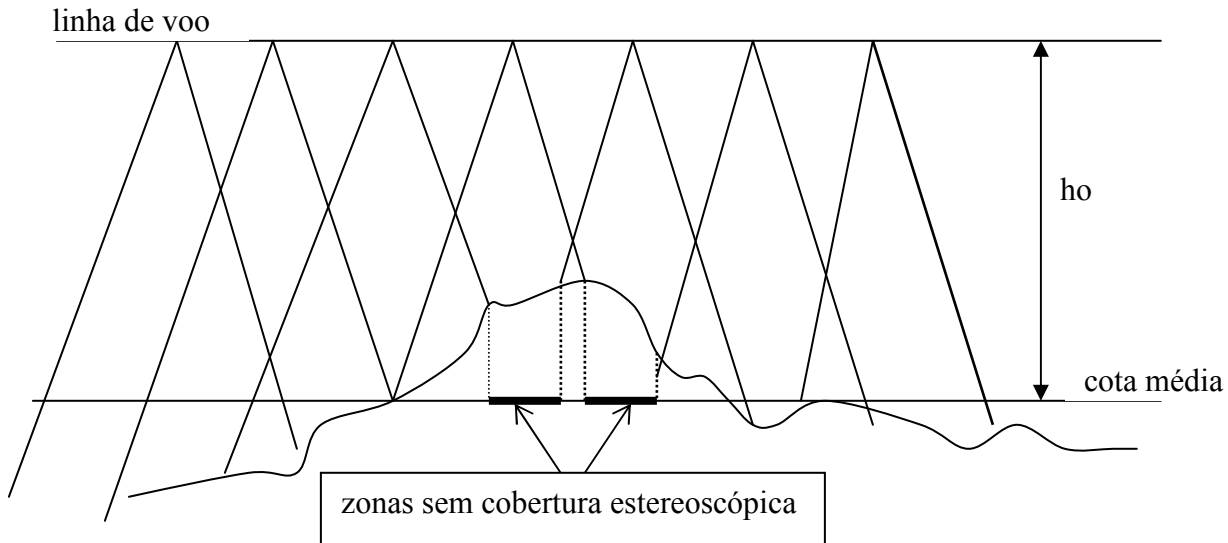
h_0 = altura de voo sobre o ponto médio da foto.

ℓq = lado do quadrado central

As velocidades do avião são dadas normalmente em nós (milhas náuticas por hora), sendo a conversão a seguinte: 1 nó = 0.515 [m/s] = 1.852 [km/h].

ESTUDO DA EVENTUAL PARTIÇÃO DE FIADAS

Feito o mapa de voo baseado numa cota média da zona a levantar, há que tomar em linha de conta que o terreno não é plano, e que o aumento brusco de cotas em relação à cota média provoca diminuição da sobreposição longitudinal (ℓ), podendo causar lacunas estereoscópicas nas fiadas.



Para evitar isso poder-se-á optar por uma das soluções:

- 1- aumentar a altura de voo em toda a fiada
- 2- alterar a sobreposição longitudinal homogeneamente em toda a fiada
- 3- partir a fiada voando um troço a uma altura e o(s) outro(s) troços a outra altura

Antes de considerar o plano de voo como definitivo há então que estudar a distribuição das cotas da zona a sobrevoar (normalmente com base numa carta existente) e decidir se há necessidade de o reformular.

O mapa de voo, do qual constam as fiadas e os pontos de tomada de foto, está calculado para uma sobreposição longitudinal $\ell = 60\%$ e para uma determinada cota média c_m , o que condiciona o voo a uma altura média h_o e a uma determinada base aérea B .

Mantendo a base aérea, há que calcular quanto a cota do terreno pode aumentar acima da cota média, de modo a que a sobreposição longitudinal não seja inferior a um valor estipulado.

Impõe-se, por exemplo que $\ell \geq 55\%$ $\ell_{\min}=55$

Como $\ell = (1 - B/S) \times 100$ e $S = s \times mf = s \times h/c$

vem $\ell_{\min} = (1 - B / (s \times (h_{\min} / c))) \times 100$

onde S – lado da foto no terreno

s – lado da foto original

h – altura de voo sobre o solo

c – constante da câmara

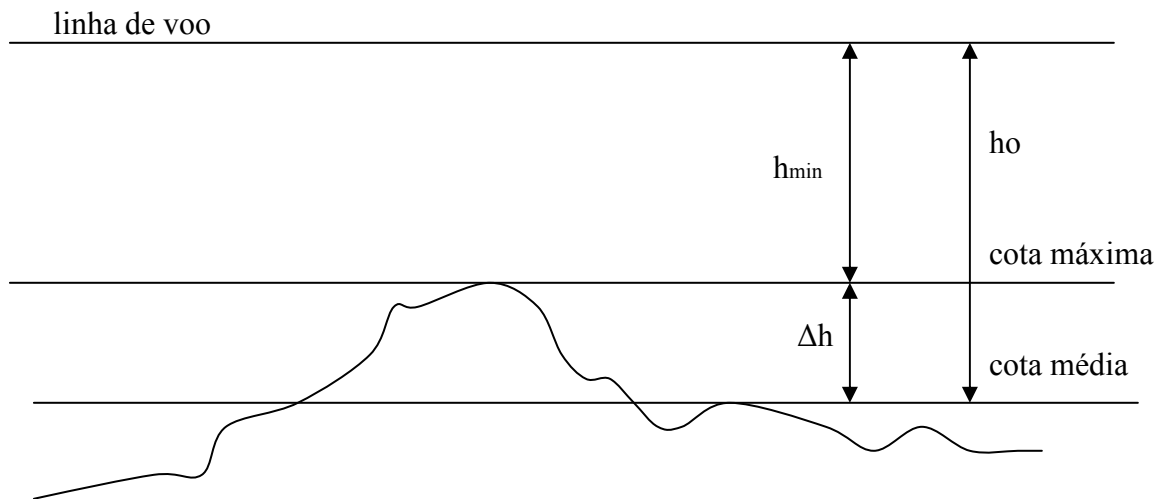
h_{\min} – altura mínima sobre o solo a que corresponde uma sobreposição ℓ_{\min} (55%)

Nesta fórmula B, s e c tomam o valor que tinham no mapa de voo inicial e consideram-se constantes em primeira aproximação. É evidente que também se pode jogar com estes factores se a primeira aproximação não satisfizer os requisitos do voo.

Tendo determinado h_{\min} e considerando que o avião voa a uma altitude absoluta constante, a cota máxima do terreno que corresponde a h_{\min} será:

cota máxima = cota média + Δh

$$\Delta h = h_0 - h_{\min}$$



Para analisar as cotas da zona, recolhem-se no mapa de voo amostras de cotas ao longo das fiadas para verificar se a cota máxima admissível não é ultrapassada. A amostra pode ser constituída pelas cotas máximas em cada quadrado de aprox. 5cm x 5cm para um lado e para outro do eixo de cada fiada.

ANÁLISE DO VOO

FIADA	Nºdas Fotos	Escala das fotos				Sobreposição longitudinal				Sobreposição lateral			
		início	meio	fim	média	início	meio	fim	média	início	meio	fim	média
					mf =								q =
													ℓ =

AVALIAÇÃO DO VOO: _____

BIBLIOGRAFIA PARA AS DISCIPLINAS DE FOTOGRAMETRIA

Textos de apoio às aulas

Redweik, P.: Folhas de FOTOGRAMETRIA I à disposição na Fotocopiadora do Departamento

Redweik, P.: Folhas de FOTOGRAMETRIA II à disposição na Fotocopiadora do Departamento

Redweik, P. : Fotogrametria Analítica, AEFCL

Livros

Albertz, J. Kreiling, W.: Photogrammetrisches Taschenbuch, Wichmann

Alves, J., Cruz, J., Norte, C.: Manual de Topografia I Volume, PF

Berberan, A. : Elementos de Fotogrametria aplicada à aquisição de informação geográfica, Europam

Bonneval, H. : Photogrammétrie Générale Tome 1, 2, 3 , IGN

Cruz, J., Redweik, P.: Manual do Engenheiro Topógrafo 1º Volume, PF

ISPRS : Manual of Photogrammetry

ISPRS: Digital Photogrammetry- an addendum to the Manual of Photogrammetry, Cliff Greeve

Kraus, K. : Photogrammetry Vol.1 , Dümmler

Kraus, K. : Photogrammetry Vol.2 , Dümmler

Linder, W. : Digital Photogrammetry, Springer

Mikhail, E., Bethel, J., Mcglone, J. : Introduction to Modern Photogrammetry, Wiley

Paine, D., Kiser, J. : Aerial Photography and Image Interpretation, Wiley

Weimann, G.: Architekturphotogrammetrie, Wichmann

Wolf, P. : Elements of Photogrammetry, Mc Graw Hill

Revistas da especialidade :

Photogrammetric Engineering and Remote Sensing

Photogrammetric Record

Photogrammetrie, Fernerkundung, Geoinformation