

AEROTRIANGULAÇÃO SEMI-ANALÍTICA COM MODELOS INDEPENDENTEMENTE

OBSERVADOS

COM KERN PG-2

ABSTRATO:

Neste documento, o método para aerotriangulação semi-analítica com o instrumento KERN PG-2 é explicado.

A determinação dos centros de Projeções neste equipamento realiza-se de uma forma simplificada.

INTRODUÇÃO:

O método de aerotriangulação semianalítica do ponto de vista operacional tornou-se muito popular mundialmente nas organizações de aerofotogrametria da atualidade, por ser mais preciso, mais prático e altamente produtivo, graças aos mais recentes aperfeiçoamentos dos computadores.

Além disso, este método não necessita de um instrumento universal provido com base interna e base externa, o qual contém em cada um dos seus projetores todos os movimentos, o que torna o instrumento mais delicado e mais caro, e sim pode ser realizado em um restituidor normal que contenha movimentos imprescindíveis da orientação relativa.

Desde que estes restituidores geralmente possuem carro de base com movimentos livres, eles então necessitam de acessórios que possibilitam a leitura das coordenadas (x, y, z) tridimensionais.

No KERN PG-2, estes acessórios consistem de:

A — um pequeno coordenatório dirigindo o carro de base, para que se possa transformar os movimentos lineares do carro de base (x, y, z) em rotacionais.

JOÃO CARLOS AUTULLO
Engº Fotogramétrico (ITC)

INSTRUMENTOS KERN DO BRASIL S/A
Rio de Janeiro (RJ)

B — de codificadores, os quais transformarão as rotações em impulsos elétricos que por cabos são direcionados até um registrador digital de coordenadas.

C — o registrador de coordenadas (Unidade de digitalização programável KERN ER-2) possibilita a leitura das mesmas e o seu registro para um output digital convencional em fita magnética, fita de papel ou cartões, etc.

D — sistema de oculares para autocolimação das hastas espaciais e dois (2) pequenos microscópios com 10 vezes de ampliação colocados, ao centro "gimble" da direita e outro no da esquerda.

**"AEROTRIANGULAÇÃO SEMI-ANALÍTICA COM KERN PG-2"
MODELOS INDEPENDENTES,
OU PARES INDEPENDENTES**

Para todos os métodos de aerotriangulação (Modelos independentes) torna-se necessário a determinação das coordenadas do centro de projeção, ou

seja, sua localização no espaço tridimensional (x, y, z).

Assim sendo, existem vários métodos para determinação do centro de projeção. Os quatro melhores métodos são:

1 — MÉTODO MECÂNICO

A haste espacial é colocada na posição vertical.

2 — INTERSEÇÃO ESPACIAL DOS RAIOS PROJETADOS

Selecionando-se 4 pontos bem definidos sobre a fotografia.

3 — RESSEÇÃO ESPACIAL DOS RAIOS ESPACIAIS

Placas reticuladas calibradas são utilizadas.

4 — POR ORIENTAÇÃO ABSOLUTA DO PAR ESTEREOOSCÓPICO (MODELO)

Executa-se a orientação relativa de um par de placas quadriculadas, ao invés de usar-se um par de diapositivos.

No KERN PG-2, a determi-

nação do centro de projeção se realiza pelo método mecânico, determinando-se a relação entre a distância de projeção (z) e a medida de elevação (h) no modelo.

As hastes espaciais, as quais representam cada um dos raios do feixe de raios mecanicamente no espaço, sendo a ligação da conexão entre os modelos e os centros de projeções, são usadas para estabelecer-se esta relação acima mencionada.

Na superfície cilíndrica de cada haste espacial, linhas fiduciais, estão gravadas desde distância regulares a partir da parte de baixo do centro "Gimble", assim cada linha gravada na haste, corresponde a uma distância de projeção em particular.

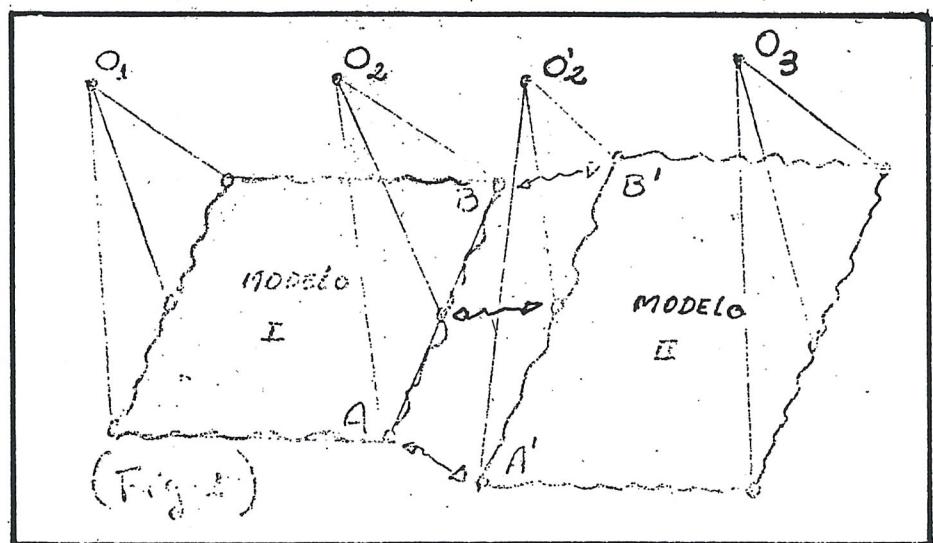
Neste método para aerotriangulação semianalítica, cada modelo (par estereoscópico) é medido sempre com os movimentos gerais de δ e ω na posição zero, porque somente a orientação relativa é necessária em cada modelo (par estereoscópico) e assim sendo um máximo de velocidade de produção é obtida.

A conexão dos modelos independentes, formando uma faixa de modelo, é feita por computação, ou seja, pela transformação espacial dos modelos.

Os parâmetros de transformação (x,y,z) A e B, são obtidos pela comparação de 3 pontos do modelo em qualquer modelo com os pontos correspondentes no modelo anterior. Os pontos (A.B.) extremos no modelo (fig. 1) e o centro de projeção comum (pertencente aos dois modelos, foram escolhidos para serem os pontos da conexão), assim, a conexão dos modelos é conseguida com boa precisão.

PROCEDIMENTO

A orientação relativa do par estereoscópico no KERN PG-2, é das mais completas, pois sua concepção mecânica separa os movimentos em "x" e "y". E após eliminação dos paralaxes em "y", como se faz



usualmente em outros restituidores, elimina-se também os paralaxes em "x" com $\delta\gamma_2$ e $\omega\gamma_1$, assim possibilitando a correção para o encolhimento da emulsão do diafilme ou cópia de papel, possibilitando observações e medições mais precisas, como já é do conhecimento de seus usuários.

1 — Orientação Relativa

Utilizando-se os movimentos, H^1 , H^2 , $b\varphi$, δy_2 , ωy_1 para eliminação de paralaxes em "y" e transferirmos os valores de δy_2 para δy_1 e de ωy_1 para ωy_2 , para eliminarmos os paralaxes em "x".

2 — Medição dos Pontos no Modelo

Colocando-se a marca de medição ou marca flotante nos pontos necessários para determinação das coordenadas máquina, (x,y,z) e pressionando-se o botão para sua impressão no papel ou cartão perfurado, fita de papel perfurada, etc.

DETERMINAÇÃO DOS CENTROS DE PROJEÇÃO DO MODELO (PAR ESTEREOOSCÓPICO)

O alinhamento de ambas as hastes espaciais na vertical, uma de cada vez, é executado por intermédio de um sistema de autocolimação, o qual é um

acessório do KERN PG-2, consistindo de duas oculares auxiliares, colocadas ao lado do sistema de observação do instrumento.

Quando colocamos uma por vez, as hastes espaciais na vertical, ou seja, perpendicular ao plano de referência do modelo estereoscópico, obtemos diretamente as coordenadas dos centros de projeções, "x" e "y".

Cada haste espacial tem uma linha de referência nela gravada a uma distância calibrada (k) desde o seu extremo mais baixo. Quando a haste espacial esquerda é colocada na vertical, a cota é mudada com a moção em "z" do carro de base até que a linha de referência esteja centrada entre as linhas fiduciais do microscópio, o qual está ligado ao centro do "gimble", obtém-se a leitura da cota.

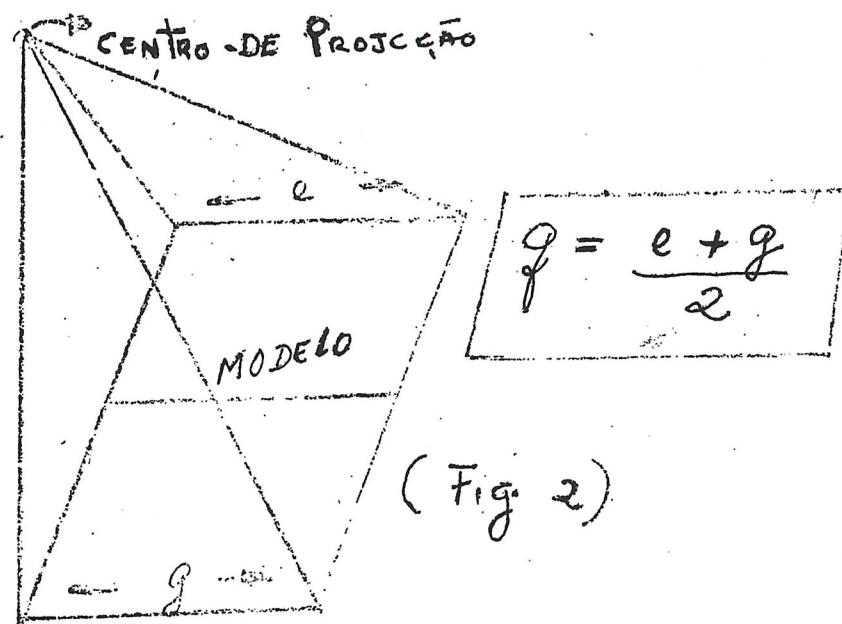
Então, a coordenada "h" do centro de projeção esquerdo "I" é:

$$h_E = h_E + k$$

O mesmo procedimento se faz para a haste espacial da direita com o autocolimador da direita para obter-se "x" e "y" e o microscópio da direita para obter-se:

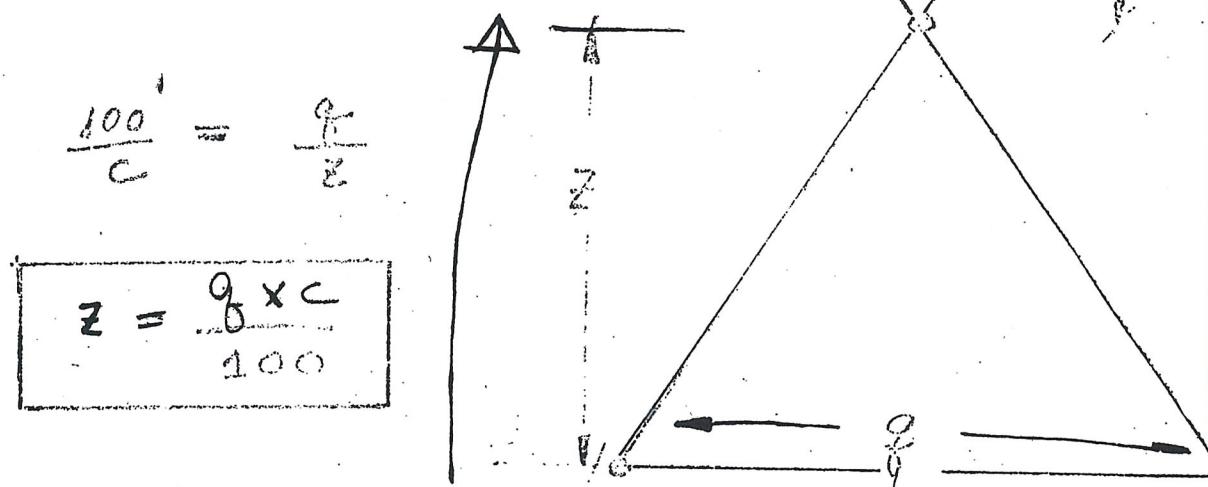
$$h_D = h_D + k$$

"k" — pode ser somado para



os valores, h_E , h_D na fase de computação.

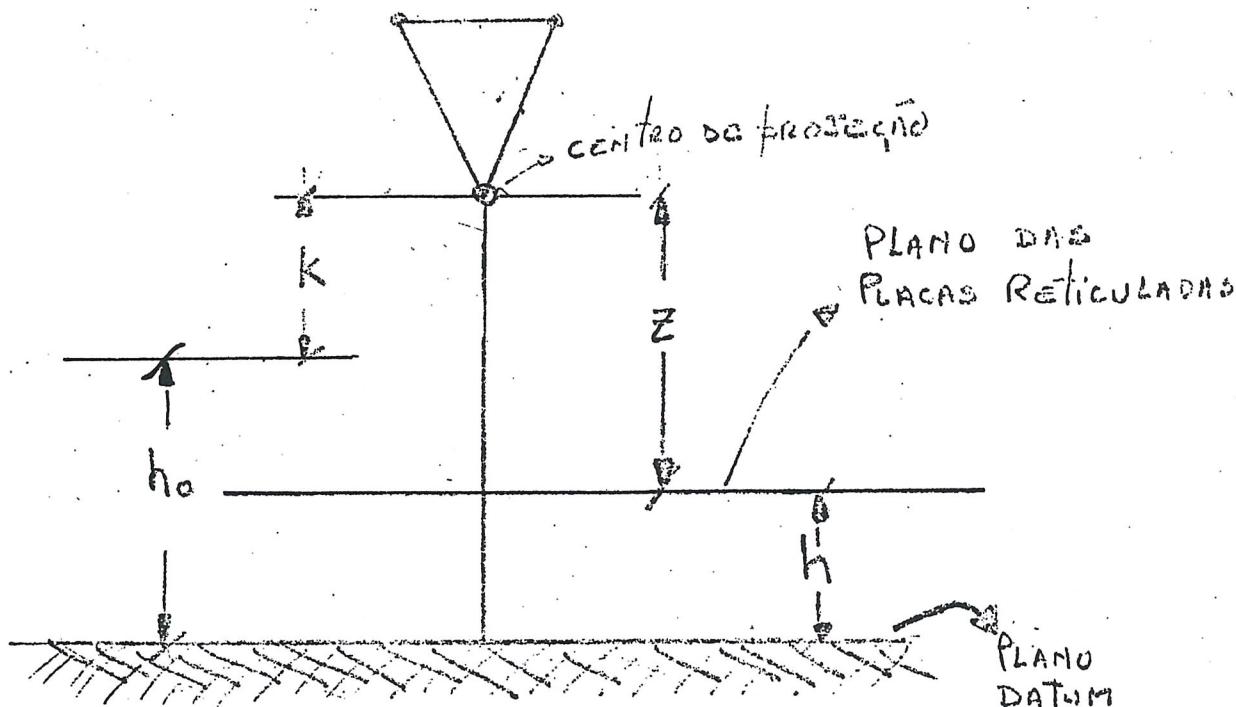
A obtenção das coordenadas dos centros de projeção torna-se necessária porque para a formação das faixas de modelos é essencial a determinação precisa das coordenadas instrumentais que assim serão utilizadas para a conexão futura tridimensional dos pares es-



$$K + h_0 = z + h$$

$$K = z + h - h_0$$

Fig. 3



estereoscópicos observados independentemente.

PRÉ-COLOCAÇÃO DA DISTÂNCIA DE PROJEÇÃO "K"

DETERMINAÇÃO DA CONSTANTE (K) — DISTÂNCIA DE PROJEÇÃO

K — Distância de projeção, representa a distância vertical entre o ponto auxiliar, o qual se encontra graduado nas hastes espaciais direita e esquerda.

z — já foi calculada na figura "3"

h — é a elevação média do modelo estereoscópico

h' — é a leitura da altura, a qual é obtida quando a linha fiducial da haste espacial vertical está em coincidência com a linha bifilar do microscópio para aerotriangulação.

NOTAÇÃO DAS COORDENADAS DOS CENTROS DE PROJEÇÕES

Todas as coordenadas dos centros de projeções devem ser anotadas para a sua utilização na computação, a ser feita à posteriori.

O mesmo procedimento deve ser seguido para todos os outros modelos.

A conexão dos modelos independentemente observados formando faixas é feita por computação, com programa fornecido aos usuários pela KERN and CO. AG., assim como os programas para a compensação de faixas e blocos de aerotriangulação.

NOTA IMPORTANTE

Durante a realização da aerotriangulação de pares (modelos) independentes a base (b_x) dos diversos modelos medidos independentemente no KERN PG-2 pode ser variada, assim

possibilitando uma grande flexibilidade no aproveitamento "ótimo" do curso da moção "z", sempre selecionada de forma a permitir a observação e a notação de todos os pontos de interesse do modelo, e "ampliando" grandemente o seu percurso.

Como consequência, o curso de "z" fica mais acessível e muito mais prático, permitindo maior rapidez para se chegar de um extremo ao outro do seu percurso, ao se colocar a marca flotante no ponto mais alto ou no mais baixo do par (modelo) estereoscópico com a moção "z".

CONCLUSÃO

1 — A aerotriangulação semi-analítica pode ser executada em instrumentos de 1.^a ou 2.^a ordem, os quais são mais acessíveis (mais baratos), para a maioria das companhias ou organizações operando com fotogrametria, possibilitando à organização utilizar o instrumento para duas importantes tarefas, aerotriangulação e consequente restituição.

2 — O tempo dispendido, necessário para a orientação, observação e notação dos pontos em um modelo (par estereoscópico) é muito menor do que o tempo consumido em aerotriangulação totalmente instrumental (analogia) e o trabalho desenvolvido com o instrumento resume-se em fazer-se somente a orientação relativa, para a posterior compensação de blocos para a densificação, que pode ser executada com um dos vários programas existentes de computação para modelos independentemente observados, sem ser necessário fazer-se a formação de faixas.

3 — Qualquer modelo (par estereoscópico) contendo

erros observacionais pode ser repetido independentemente sem a necessidade de se repetir a faixa toda, como seria então necessário no método de aerotriangulação analógico. De um modo geral, o operador trabalha mais descontraído e com menas preocupações do que quando fazendo aerotriangulação analógica, conseguientemente produzindo muito mais.

4 — Os erros instrumentais com este tipo de aerotriangulação, são mais favoráveis do que os com aerotriangulação analógica.

Os instrumentos universais possuem mais fontes de erros devido a sua constituição mecânica ser relativamente mais complicada, pois cada projeto deve ser provido de todos os movimentos de orientação, assim como, prisma, omici, abbe, etc... e base interna — base externa (paralelogramo).

5 — A acessibilidade para os grandes computadores por intermédio de terminais (teletipo) remotos ou sistemas do tipo "Sharing-time", simplifica grandemente e acelera sensivelmente a computação, tornando assim a aerotriangulação com pares independentes mais econômica e mais produtiva que a aerotriangulação analógica.

BIBLIOGRAFIA

- 1 — AEROTRIANGULAÇÃO WITH THE KERN PG-2 (Frederick Goudswaard).
- 2 — SEMI-ANALYTICAL AEROTRIANGULATION WITH KERN PG-2 (Jacob Klaver).
- 3 — AERIAL TRIANGULATION LECTURE NOTES (Dr. F. Amer) — (I.T.C.).