

Programa de Ajuste de Blocos de Aerotriangulação por Modelos Independentes Usando Estimadores Robustos para Detecção de Erros Grosseiros

Luis Alberto Naveda Fernández —
Eng.º da AEROFOTO CRUZEIRO S.A.

- Apresentado no XII Congresso Brasileiro de Cartografia em 17 de setembro de 1985. (Comissão Técnica I: "Fotogrametria"), realizado em Brasília — DF.
- Baseado no programa COBLO-7R-SET/84, do Prof.º E. Juliá da "Universidad Nacional de Tucuman" — Argentina.
- Formulação Matemática apoiada na teoria descrita no artigo "BLOCKAUSELEICHUNG MIT UNABHANGIGEM MODELLEN ODER SEKTIONEN DER VERMESSUNGSKUNDE", no manual de JORDAN, EGGRT, KENEISSL.

Desenvolvido para uso em computador Hewlett — Plackard-1000 com Extensão de Memória Auxiliar (EMA), Sistema Operacional RTE-I VB, linguagem Fortran 4x.

SEGMENTADO EM CINCO PARTES

1. Leitura dos dados básicos e coordenadas do apoio terrestre.
2. Leitura dos registros fotogramétricos e preparação para o ajuste;
3. Formação das equações normais, solução e transformação;
4. Cálculo de médias e resíduos, listagem de resultados;
5. Listagem de resultados e esquemas do apoio.

Ocupa uma memória real de 47 KBYTES, mais uma memória auxiliar (EMA) de 379 KBYTES para as sub-matrizes.

Tempo CPU médio de processamento: 15 seg/mod/iter.

OBS.: O programa tem a opção de realizar o processamento pelo método clássico dos mínimos quadrados excluindo os estimadores robustos.

CARACTERÍSTICAS DO PROGRAMA ABA-7ER

O programa base COBLO 7R mostrou a sistemática de todo o procedimento de ajuste de um bloco de modelos aerotriangulados em forma independente, usando o conceito dos mínimos quadrados. Baseado nesta teoria, foi desenvolvido o programa ABA-7ER modificando-se a lógica de programação e adicionando-se as seguintes características que não existem no programa original:

1. Formatação dos pontos de apoio e registros fotogramétricos de maneira a poder entrar com o apoio horizontal e vertical, juntos ou separadamente;
2. Verificação de duplicidade dos números dos pontos de apoio e pontos fotogramétricos;
3. Possibilidade de trocar os eixos "X" por "Y" e "U" por "V", bem como, mudar o sentido do eixo "Y";
4. Possibilidade de utilizar os pontos de apoio, como enlace fotogramétrico, com separação da planimetria da altimetria;
5. Grupamento dos modelos, fixando-se, como dado de entrada, o número máximo de modelos por grupo, de maneira a interromper, automaticamente, o processamento quando este limite é ultrapassado;
6. Complementação das matrizes das equações normais reduzidas, de maneira a poder introduzir os seguintes conjuntos Planialtimétricos de pesos diferenciados:
 - um conjunto de pesos para os pontos fotogramétricos;
 - um conjunto de pesos para os centros de projeção;
 - nove conjuntos de pesos para os pontos de apoio;
7. Cálculo do erro médio quadrático dos resíduos das coordenadas dos pontos fotogramétricos, centros de projeção e pontos de apoio, bem como, o desvio padrão do bloco;
8. Rejeição automática de erros grosseiros, não detectáveis pelo processo normal de ajuste pelos mínimos quadrados, utilizando o método dos estimadores robustos (solução "DANISH METHOD") para a determinação de novos pesos das observações fotogramétricas e do apoio.
9. Separação automática, da parte fotogramétrica, da parte do apoio, a fim de aumentar a convergência dos erros residuais, nas iterações, no caso da ocorrência de erros grosseiros.
10. Artifício para aumentar a convergência dos erros residuais, eliminando os "PICOS" originados pela existência de erros grosseiros grandes.
11. Finalização automática do processamento, ao atingirem os resíduos a tolerância desejada, dentro de um número máximo de iterações.
12. Organização das listagens de saída, de forma a apresentar os resultados, de maneira ordenada e sequencial, contendo informações que ajudem a análise do processamento.
13. Apresentação do esquema dos apoios horizontal e vertical, mostrando os pontos de apoio aceitos e rejeitados, para verificar a geometria desses pontos.

14. Programação otimizada para minimizar as solicitações do disco, mediante melhor aproveitamento da EMA (Extensão de Memória Auxiliar) do computador Hewlett Packard — 1000.

METODOLOGIA DA AEROTRIANGULAÇÃO

PLANEJAMENTO DO APOIO NO BLOCO

A aerotriangulação e o ajuste do bloco têm como objetivo determinar coordenadas verdadeiras (SISTEMA TRRESTRE) de todos os pontos de "PUG", utilizando, para esta densificação, somente alguns pontos de apoio e com precisão necessária aos trabalhos de restituição fotogramétrica.

Os pontos de "PUG" são pontos artificiais criados em gabinete e materializados nas fotografias através da perfuração da emulsão do diapositivo, por intermédio de um perfurador tipo WILD PUG-4, que também serve para transferir a posição de um ponto de uma fotografia para a fotografia da faixa vizinha.

Para a orientação absoluta do modelo, precisamos, no mínimo, de 2 pontos planimétricos para colocá-lo em escala, posicioná-lo sobre o elipsóide e orientar as suas horizontais; e 3 pontos altimétricos para orientar as suas verticais. Na prática usamos 4 pontos localizados nos extremos (cantos) do modelo, tendo-se, normalmente, à disposição, 8 ou mais pontos de "PUG" para realizar a orientação absoluta, pois, entram também os pontos de ligação entre faixas.

Os pontos de "PUG" devem estar localizados de tal forma que permitam a orientação absoluta dos modelos e a ligação entre os mesmos; normalmente, estão situados próximos à linha transversal à direção do voo, que passa pelo centro da fotografia.

Os pontos de apoio planimétrico devem estar distribuídos no perímetro do bloco a cada 3, 4 ou 5 modelos ou bases, dependendo da escala da foto, escala da planta e precisão requerida.

Os pontos de apoio altimétrico devem estar localizados nas ligações entre faixas, em linhas afastadas, geralmente, a intervalos de 3, 4 ou 5 bases, dependendo da equidistância das curvas de nível e da altura de voo.

Em escalas grandes, o intervalo entre os pontos de apoio altimétrico poderá chegar a 1,5 bases (solução planialtimétrica do bloco) e será preferível optar pelo apoio altimétrico par a par.

Para a solução planimétrica, pontos de apoio planialtimétrico, distribuídos no perímetro do bloco, serão suficientes.

O quadro 1 mostra um exemplo típico da distribuição dos pontos de "PUG", pontos de apoio planimétrico e pontos de apoio altimétrico, no bloco.

FÓRMULAS PRÁTICAS PARA DETERMINAR OS INTERVALOS DO APOIO DO BLOCO

PLANIMETRIA:

$$I_{AH} = 0,047 \sqrt{\frac{25.000}{A_F}}$$

I_{AH} = Intervalo do apoio horizontal (em bases).
 A_F = Ampliação da escala da foto para a escala da planta.

ALTIMETRIA:

$$I_{AV} = \left(1 + 3,33 \sqrt{\frac{\Delta h}{H_v}} - 0,74 \right)$$

I_{AV} = Intervalo do apoio vertical (em bases)
 Δh = Equidistância das curvas de nível (em m).
 H_v = Altura de voo sobre o terreno (em km).

OBS.: É recomendável optar pelo valor inteiro (sem arredondar).

MÉTODOS DE AEROTRIANGULAÇÃO

No processo de aerotriangulação, o modelo se reconstitui recuperando a posição relativa das duas fotografias do par estereoscópico, com a finalidade de se efetuar a medição e registro dos pontos do modelo que são: Pontos de Apoio, Pontos de "PUG" e Centros de Projeção; existem três procedimentos de aerotriangulação (Quadro 2):

1 — AEROTRIANGULAÇÃO ANALÓGICA:

O modelo espacial é reconstituído por meio de observação estereoscópica do par, através de um aparelho analógico capaz de permitir a inversão das oculares e o ajuste da base "para dentro" ou "para fora", realizando a concatenação dos modelos para formar a faixa: (Ex.: WILD A-7, Estereoplanígrafo C-8). As medições são feitas sobre um modelo tridimensional, utilizando um registrador eletrônico de coordenadas.

2 — AEROTRIANGULAÇÃO SEMI-ANALÍTICA:

Similar à aerotriangulação analógica, com a diferença de que os modelos são orientados de forma independente e, conseqüentemente, não se precisa realizar a união dos modelos para a formação da faixa no instrumento (Ex.: WILD A-10, ZEISS PLANIMAT)

O procedimento tem a vantagem, sobre os outros, de viabilizar a utilização de simples aparelhos restituidores projetados, originalmente, apenas para a restituição fotogramétrica (Ex.: WILD A-8 e A-10, ZEISS PLANIMAT D-2 e D-3, KERN PG-2 etc)

3 — AEROTRIANGULAÇÃO ANALÍTICA:

A medição das coordenadas dos pontos "PUG" é feita sobre os diapositivos usando comparadores (mono ou estéreo — comparadores); em seguida, por processos analíticos, as coordenadas lidas são transformadas em coordenadas modelo.

AEROTRIANGULAÇÃO PELO PROCEDIMENTO DE MODELOS INDEPENDENTES:

No processo de ajustamento do bloco, os modelos são considerados unidades indeformáveis e independentes, cuja posição absoluta é recuperada através de transformações no espaço, de tal forma que as discrepâncias das coordenadas dos pontos comuns a vários modelos (Pontos de Ligação) e as discrepâncias das coordenadas transformadas dos pontos de Apoio sejam mínimas; nestas condições, podemos estabelecer um sistema de equações e aplicar, para sua resolução, o método dos mínimos quadrados.

Por serem as fotografias aéreas quase verticais, podemos usar a fórmula de transformação tridimensional simplificada (Quadro 3), utilizando uma matriz de rotação como função linear dos parâmetros de rotação. Esta simplificação é válida somente para pequenas rotações dos elementos k , φ e ω .

Antes de iniciar o ajuste do bloco, devemos realizar uma transformação plana com a finalidade de colocar o sistema de coordenadas dos modelos, aproximadamente, paralelo ao sistema de coordenadas do terreno.

Na transformação linear, preliminar, estabelece-se, para cada modelo, um sistema de equações com quatro incógnitas:

- λ = escala
- k = rotação ao redor do eixo Z (Azimute da Faixa)
- U_0 = parâmetro de translação em Este
- V_0 = parâmetro de translação em Norte

Resolvido este sistema, podemos iniciar o ajuste do bloco aplicando a fórmula tridimensional simplificada e estabelecer um sistema de equações com sete incógnitas por modelo (Solução Espacial):

EQUAÇÕES DE OBSERVAÇÃO:

S							X			T.I.
a	b	c	d	e	f	g	U	V	W	
$X \cdot \sqrt{P}$	$Z \cdot \sqrt{P}$	0	$-Y \cdot \sqrt{P}$	\sqrt{P}	0	0	$-\sqrt{P}$	0	0	$U \cdot \sqrt{P}$
$Y \cdot \sqrt{Q}$	0	$-Z \cdot \sqrt{Q}$	$X \cdot \sqrt{Q}$	0	\sqrt{Q}	0	0	$-\sqrt{Q}$	0	$V \cdot \sqrt{Q}$
$Z \cdot \sqrt{R}$	$-X \cdot \sqrt{R}$	$Y \cdot \sqrt{R}$	0	0	0	\sqrt{R}	0	0	$-\sqrt{R}$	$W \cdot \sqrt{R}$
A							B			C

- $a = \lambda$
- $b = \lambda \cdot d\varphi$
- $c = \lambda \cdot d\omega$
- $d = \lambda \cdot dk$
- $e = U_0$
- $f = V_0$
- $g = W_0$
- λ = Escala
- $d\varphi, d\omega, dk$: parâmetros de rotação (diferenciais)
- U_0, V_0, W_0 parâmetros de translação
- X, Y, Z : Coordenadas modelo do Ponto Fotogramétrico em um sistema, aproximadamente, paralelo ao sistema-terreno.
- P, Q, R : Pesos das coordenadas dos Pontos Fotogramétricos e de apoio.
- U, V, W : Coordenadas-terreno do Ponto de apoio.

OBS.: As coordenadas-terreno U, V, W , dos pontos fotogramétricos de enlace, participarão, somente, no lado esquerdo das equações de observações (coordenadas desconhecidas) e as coordenadas U, V, W , dos pontos de apoio, somente no lado direito dessas equações (Termo-independente: T.I.).

Fazendo:

$$A = \begin{bmatrix} X \cdot \sqrt{P} & Z \cdot \sqrt{P} & 0 & -Y \cdot \sqrt{P} & \sqrt{P} & 0 & 0 \\ Y \cdot \sqrt{Q} & 0 & -Z \cdot \sqrt{Q} & X \cdot \sqrt{Q} & 0 & \sqrt{Q} & 0 \\ Z \cdot \sqrt{R} & -X \cdot \sqrt{R} & Y \cdot \sqrt{R} & 0 & 0 & 0 & \sqrt{R} \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} -\sqrt{P} & 0 & 0 \\ 0 & -\sqrt{Q} & 0 \\ 0 & 0 & -\sqrt{R} \end{bmatrix} \quad C = \begin{bmatrix} U \cdot \sqrt{P} \\ V \cdot \sqrt{Q} \\ W \cdot \sqrt{R} \end{bmatrix}$$

$$S = \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \\ f \\ g \end{bmatrix} \quad X = \begin{bmatrix} U \\ V \\ W \end{bmatrix}$$

podemos escrever as equações de observações:

$$AS + BX = C$$

As equações normais para os parâmetros serão:

$$A^TAS + A^TBX = A^TC$$

As equações normais para as coordenadas serão:

$$B^TAS + B^TBX = 0$$

fazendo, ainda:

$$N_{tt} = A^T A \quad N_{tx} = A^T B \quad e \quad H_t = A^T C$$

$$N_{xt} = B^T A \quad N_{xx} = B^T B$$

teremos as equações normais:

$$N_{tt}S + N_{tx}X = H_t \quad (1)$$

$$N_{xt}S + N_{xx}X = O \quad (2)$$

das equações (2), tiramos:

$$X = -N_{xx}^{-1} N_{xt}S \quad (3)$$

Substituindo (3) nas equações (1) temos:

$$N_{tt}S - N_{tx}N_{xx}^{-1}N_{xt}S = H_t$$

e, finalmente, as equações normais reduzidas:

$$(N_{tt} - N_{tx}N_{xx}^{-1}N_{xt})S = H_t$$

fazendo:

$$M_{tt} = N_{tx}N_{xx}^{-1}N_{xt}$$

podemos escrever as equações normais reduzidas:

$$(N_{tt} - M_{tt})S = H_t \quad (4)$$

Onde, as sub-matrizes

$H_t = O$: para os pontos fotogramétricos de enlace.

$M_{tt} = O$: para os pontos de apoio isolados.

Uma vez determinados os sete parâmetros com a resolução do sistema, realizamos a transformação de coordenadas de todos os pontos do modelo, utilizando a matriz ortogonal de rotação (Quadro 3), com a finalidade de corrigir o efeito não linear dos elementos de rotação φ e ω .

Por usar uma fórmula de transformação espacial aproximada, existe a necessidade de entrar em um processo iterativo, até chegar à convergência dos valores residuais. Na prática, são suficientes duas iterações para atingir a precisão necessária.

Na aerotriangulação e ajuste do bloco, encontramos, com certa frequência, pontos com erros grosseiros evidenciados somente no resultado final do processo e, muitas vezes, ocultos pela influência de outros pontos com erros maiores.

Para contornar este problema, usa-se, atualmente, o método dos estimadores robustos ("DANISH METHOD"), apresentado pela equipe do Prof. Ackermann no XV Congresso Internacional de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto, realizado no Rio de Janeiro, no ano de 1984.

Este método consiste em processar uma determinada ite-

ração, adjudicando pesos às observações em proporção inversa aos valores residuais da iteração anterior.

No programa ABA-7ER, usamos uma curva de pesos dividida em três segmentos provenientes de fórmulas diferentes. (Quadro 4).

Ao detectar erros acidentais, o programa separa, automaticamente, os pontos de apoio de campo, com a finalidade de resolver, primeiro, os problemas existentes na parte fotogramétrica do bloco.

Além de efetuar esta separação, o programa elimina, nas primeiras iterações, os erros grosseiros grandes, ("PICOS"), através de pesos limites pré-estabelecidos.

Com esta metodologia, conseguimos resolver muitos problemas de erros grosseiros em decorrência dos quais não se chegava à convergência dos resultados, devido à influência da posição geométrica do ponto errado.

Procedendo desta maneira, são necessárias apenas quatro iterações, para a maioria dos casos.

LARGURA MÍNIMA DA BANDA DE SUB-MATRIZES: MODELOS DO PRIMEIRO GRUPO

No quadro nº 5, temos um diagrama de um sistema de equações normais de 21 modelos (incógnitas) com largura de "Banda" de 5 sub-matrizes. Na transformação espacial, cada sub-matriz correspondente a uma matriz de 7×7 e o termo independente (T.I.) a uma matriz de 7×1 .

Na parte inferior direita, aparece o esquema do bloco identificado por um (.), com numeração dos modelos no mesmo sentido da direção das faixas, correspondendo à sequência de entrada dos modelos aerotriangulados no programa de ajuste do bloco.

Esta sequência é renumerada pelo programa, de maneira a minimizar a largura da banda de sub-matrizes do sistema, com o objetivo de otimizar o tempo de processamento, na resolução do sistema de equações normais.

Esta renumeração se consegue ordenando-se os modelos no sentido do lado menor do bloco, geralmente, transversal à direção das faixas, como podemos observar no esquema, do lado esquerdo.

Para tanto, precisamos indicar ao computador os números dos modelos do primeiro grupo (de acordo com a numeração sequencial de entrada) que, para o nosso exemplo, corresponde aos modelos de números 1, 8 e 15. O segundo grupo de modelos é determinado por todos os modelos que ligam com o primeiro grupo e assim sucessivamente.

Cada ponto fotogramétrico de enlace contribui para equações normais na sub-matriz da diagonal principal, correspondente ao modelo em questão e, também, na sub-matriz localizada na interseção dos modelos aos quais pertence. Assim, o ponto de enlace do modelo 4 e do modelo 5 contribui para as equações normais na submatriz localizada na linha 4 e coluna 5.

Cada ponto de apoio contribui para as equações normais na sub-matriz da diagonal principal e do termo independente do modelo em questão.

Os quadros a seguir ilustram os conceitos acima descritos.

PROGRAMA: ABA-7ER

SEQÜÊNCIA E FORMATOS DOS DADOS DE ENTRADA

Os dados de entrada são formatados da seguinte maneira:

REGISTRO	VARIÁVEL	SIGNIFICADO	COLUNAS
1)	TIT	: Texto	01-72
2)	SIST	: Sistema das coordenadas	01-36
3)	IFD	: Arquivo dados básicos	01-06
	IFC	: Arquivo coordenadas apoio.....	11-16
	IFR	: Arquivo registros fotogramétricos.....	21-26
	IFA	: Arquivo coordenadas ajustadas.....	31-36
	ISSDA	: Setor (cartucho) para gravar coordenadas ajustadas	41-42
4)	NITER	: Número de iterações	01-01
	KMER	: Código de estimadores robustos	09-09
	TOPE	: Tolerância pontos fotogramétricos.....	16-25
	TOPA	: Tolerância pontos apoio	26-35
	PEGPF	: Peso inicial para erros grosseiros pontos fotogramétricos.....	46-55
	PEGPA	: Peso inicial para erros grosseiros pontos apoio	56-65
5)	IFTH	: Formato apoio horiz. ou horiz. vert.	01-36
	KFTH	: Código para usar formato horiz. vert.....	41-50
6)	IFTV	: Formato apoio vertical.....	01-36
7)	IFTR	: Formato registros fotogramétricos	01-36
8)	EAMOD	: Escala aproximada do modelo	01-13
9)	LMGM	: Limite máximo para o grupo de modelos.....	01-10
	KSAP	: Código para separar o apoio dos pontos de enlace.....	11-20 21-30
	KMSY	: Código para mudar o sentido "Y".....	
	KTXY	: Código para trocar "X" por "Y" e vice-versa.....	31-40
	KTUV	: Código para trocar "U" por "V" e vice-versa.....	41-50
10)	UTT	: Campo não usado	01-13
	PPF(1)	: Peso horiz. para pontos fotogramétricos ..	14-26
	PPF(2)	: Peso vertical para pontos fotogramétricos	27-29
11)	UTT	: Campo não usado	01-13
	PCP(1)	: Peso horizontal para centros de projeção..	14-26
	PCP(2)	: Peso vertical para centros de projeção.....	27-29
12)	UTT	: Campo não usado	01-13
	VTT	: Peso horizontal para os pontos de apoio...	14-26
	WTT	: Peso vertical para os pontos de apoio	27-39
	FINALIZADOR DOS PESOS DO APOIO (-1.).....		14-26
13)	KIME	: Código para impressão dos dados	01-10
	KIMA	: Código para impressão do ajuste	11-20
	KITI	: Código para impressão em cada iteração	21-30

14)	LISTO FINALIZADOR DOS MOD. DO PRIMEIRO GRUPO (00)	: Ident. Seq. dos modelos do primeiro grupo	01-09 01-09
15)	IPCT UT VT IPPC FINALIZADOR DO APOIO HORIZONTAL (-99)	: Ident. do apoio horizontal : Coordenada Norte : Coordenada Este : Peso do apoio horizontal	01-09 15-25 35-45 50-50 01-09
16)	INÍCIO OPCIONAL DO APOIO VERTICAL (00) ... IPCT WT IPPC FINALIZADOR DO APOIO VERTICAL (-99)	: Ident. do apoio vertical : Altitude do apoio..... : Peso do apoio vertical	01-09 01-09 34-41 50-50 01-09
17)	IPUNT XW YW ZW FINALIZADOR DO MODELO (-99)	: Num. Mod. ou Ident. Registro fotogramétrico : Coordenada "X" : Coordenada "Y" : Coordenada "Z"	01-09 14-20 24-30 34-40 01-09

OBS.: Os valores indicados no item **COLUNAS** correspondem, em realidade, ao campo das variáveis consideradas. Por esta razão, para as informações com números inteiros, o alinhamento deve ser feito pela direita do campo.

ESPECIFICAÇÕES NORMAIS

REGISTRO	VARIÁVEL	VALOR E SIGNIFICADO
3)		<p>OBS.: Os nomes dos arquivos devem iniciar com a letra "C". (Exigência do sistema da Complasa), exemplos:</p> <p>C38401 = Dados básicos 0-384 bloco 1 CC8401 = Pontos de campo 0-384 bloco 1 CR8401 = Registros Fotogramétricos 0-384 bloco 1 CA8401 = Coordenadas ajustadas 0-384 bloco 1</p>
4)	NITER = 6 KMER = 3	Valor máximo (número de iterações) (9) : Solução por mínimos quadrados e estimadores robustos, automática (normalmente)
5)	FTH (AEROFOTO)	: (19, 5X, F11.3, 9X, F11.3, 4X, 11,)
6)	FTV (AEROFOTO)	: (19, 24X, F8.3, 8X, 11,)
7)	FTR (AEROFOTO)	: (19, 1X, 3 (4X, F6.0) "Entrada p/ cartões" (19, 1X, 3 (1X, F6.0) "Entrada LB"
10)	UTT PPF(1) PPF(2)	: 1. 1. 1. Pontos Fotogramétricos
11)	UTT PCP(1) PCP(2)	: 0.25 0.25 1. Centros de Projeção
12)	UTT VTT WTT	: 1. 1. 1. Pontos de apoio: CJ-1 0. 0. 0. Pontos de apoio: CJ-2 1. 1. 1. Pontos de apoio: CJ-3
13)	KIME KIMA	: 1 Impressão dados de entrada : 0 Coordenada ajustada 1 Coordenada ajustada + num. mod. 2 Coordenada ajustada + num. mod. + resíduos

ESPECIFICAÇÕES ESPECIAIS

REGISTRO	VARIÁVEL	VALOR E SIGNIFICADO
4)	KMER = 0	: Solução por mínimos quadrados
	KMER = 1	: Solução por mínimos quadrados e estimadores robustos simples, não separa o apoio da parte fotogramétrica, não aumenta a convergência dos resultados, através de pesos limites, e o número de iterações está de acordo com o número especificado no campo de "NITER".
	KMER = 2	: Solução por mínimos quadrados e estimadores robustos, indicando a tolerância TOPE (pontos fotogramétricos de enlace) e TOPA (pontos de apoio) para finalizar as iterações antes do número indicado no campo "NITER", caso os erros atinjam estes valores "TOPE".
	TOPE	30 μm na escala da foto (DEFAULT)
	TOPA	40 μm na escala da foto (DEFAULT)
	PEGPA	0.72 (DEFAULT)
	PEGPF	0.96 (DEFAULT)
5)	KFTH = 1	: Para usar, aqui, o formato do apoio planialtimétrico, neste caso deve-se omitir a especificação (6) correspondente ao formato do apoio vertical.
9)	KSAP = 0	: Apoio usado como enlace fotogramétrico separado.
	KSAP = 1	: Apoio independente da parte fotogramétrica.
	KMSY = 0	: Não muda
	KMSY = 1	: Muda: "Y" por "-Y"
	KTXY = 0	: Não troca
	KTXY = 1	: Troca "X" por "Y" e vice-versa
KTUV = 0	: Não troca	
	KTUV = 1	: Troca "U" por "V" e vice-versa
13)	KITI = 0	: Não imprime
	KITI = 1	: Imprime parâmetros em cada iteração
	KITI = 2	: Imprime parâmetros e coordenadas ajustadas em cada iteração.

TOLERÂNCIA DOS ERROS MÉDIO-QUADRÁTICOS

- 1) Valores residuais entre as coordenadas dos pontos fotogramétricos de ligação (dos modelos contíguos):

$$T_{xyz} \leq 50 \mu\text{m na escala da foto}$$

- 2) Valores residuais entre as coordenadas dos pontos de apoio (terrestre e ajustadas):

$$\text{Planimetria: } T_{xy} \leq 40 \mu\text{m na escala da foto}$$

$$\text{Altimetria: } T_z \leq 25 \mu\text{m na escala da foto}$$

TOLERÂNCIA DO DESVIO PADRÃO DO BLOCO

$$\text{Planimetria: } T_{xy} \leq 30 \mu\text{m na escala da foto}$$

$$\text{Altimetria: } T_z \leq 0,2\% \text{ da altura do vôo}$$

PROGRAMA: ABA-7ER

SAÍDA DE RESULTADOS

O PROGRAMA IMPRIME AS SEGUINTE INFORMações E RESULTADOS:

1 — INFORMAÇÕES BÁSICAS:

- Nome dos arquivos que contêm os dados básicos, os pontos de controle e os registros fotogramétricos.
- Restrições do programa (ABA-7ER versão 03):

Número máximo de pontos fotogramétricos no bloco	800
Número máximo de pontos de apoio no bloco ...	200
Número máximo de modelos no bloco	100
Número máximo de pontos fotogramétricos no modelo	25
Número máximo de pontos de apoio no modelo	27
Número máximo de modelos interligados	27
Número máximo de modelos com um ponto comum	12
Número máximo de conjuntos de peso	9
- Especificações do bloco em questão:
 - Escala nominal do modelo
 - Número máximo de iterações
 - Número máximo de modelos em um grupo
 - Número de modelos do primeiro grupo
- Formatos dos registros correspondentes aos pontos de apoio e pontos fotogramétricos.

- Comentários inerentes ao processamento:
 - apoio usado como enlace fotogramétrico separado: (apoio horizontal como enlace horizontal e apoio vertical como enlace vertical).
 - cálculo utilizando o método dos estimadores robustos.
- Sistema de coordenadas do apoio utilizado.
- Relação da saída dos resultados
 - Listagem dos dados de entrada (pode ser omitida).
 - Ligações e grupos de modelos.
 - Coordenadas transformadas e resíduos por modelo.
 - Coordenadas do apoio e resíduos.
 - Coordenadas ajustadas, número de modelos e resíduos (o número do modelo e os resíduos podem ser omitidos).
- Nome do arquivo onde serão guardadas as coordenadas ajustadas. (saída adicional).

2 — LISTAGEM DOS DADOS DE ENTRADA

Nesta parte, aparece a relação dos pontos de apoio e o conjunto de pesos correspondentes (conjunto = 1 "Por omissão"), a soma do número de pontos de apoio planimétricos e altimétricos não deve ultrapassar o limite dado de 200.

Aqui é mencionado, caso seja necessário, a duplicidade da identificação do ponto de apoio.

Em seguida, são impressos os registros fotogramétricos, modelo a modelo, numerando-os de acordo com a ordem sequencial de entrada.

Esta saída pode ser omitida colocando-se no registro do item 13 dos dados básicos: KIME = 0.

3 — LIGAÇÕES E GRUPOS DE MODELOS

Aqui é impresso um quadro onde se indicam todos os modelos que ligam com um determinado modelo.

A seguir são relacionados todos os grupos de modelos que ligam com o grupo anterior; iniciando pelo primeiro grupo de modelos, cuja numeração sequencial entra como dado. (Registro do item — 14 dos dados básicos).

4 — PESOS E ESTATÍSTICA:

A saída apresenta, aqui, uma relação dos conjuntos de pesos para os pontos fotogramétricos, centros de projeção e pontos de apoio, tais como foram indicados na entrada de dados.

Em seguida, é impressa a seguinte estatística:

- Número de pontos de apoio horizontal nos registros fotogramétricos (aparelho) e número de pontos que aparecem na relação do apoio horizontal.
- Número de pontos de apoio vertical nos registros fotogramétricos (aparelho) e número de pontos que aparecem na relação do apoio vertical.

- Número de pontos fotogramétricos no bloco e número de pontos fotogramétricos considerados no modelo.
- Número total de modelos.
- Número máximo de iterações.

No item seguinte, imprime-se o desenvolvimento do ajuste plani-altimétrico:

- I : Iteração
- PES-PF: Peso da parte fotogramétrica
- PEG-PF: Peso para eliminação de erros grosseiros ("PICOS") da parte fotogramétrica.
- EMQ-LPF: Erro médio quadrático como limite de precisão da parte fotogramétrica.
- EMQ-PF: Erro médio quadrático atual da parte fotogramétrica.
- PES-PA: Peso da parte do apoio para separá-lo da parte fotogramétrica.
- PEG-PA: Peso para eliminação dos erros grosseiros ("PICOS") da parte do apoio.
- EMQ-LPA: Erro médio quadrático como limite de precisão da parte do apoio.
- EMQ-PA1/3: Erro médio quadrático atual da parte do apoio correspondente aos conjuntos (matrizes) de pesos $n^{\circ} 1$ e $n^{\circ} 3$.

O processo iterativo termina, automaticamente, quando o EMQ-PF é menor que o EMQ-LPF e, simultaneamente, quando o EMQ-PA é menor que o EMQ-LPA; aqui, o sistema realiza a última iteração com: PES-PF = 1., PEG-PF = 0., PES-PA = 1. e PEG-PA = 0.

Este quadro aparece também no visor do terminal com o objetivo de acompanhar o processo do ajuste.

No próximo item da listagem, aparece o número de submatrizes:

- Usadas em memória e capacidade máxima em memória.
- Usadas em disco e capacidade máxima em disco.
- Total usadas e capacidade máxima total.
- Usadas na formação das equações normais.

No programa, cada sub-matriz é representada por um "INDICADOR" (variável inteira) que aponta a localização da sub-matriz (7×7) usada e diferente de zero, caso contrário, o indicador será nulo, representando a matriz nula, artifício que otimiza o espaço usado em memória pelas sub-matrizes do sistema.

A seguir, é impresso o número de observações, o número de incógnitas e o número de redundâncias do sistema estabelecido para os blocos horizontal e vertical.

5 — ERRO MÉDIO QUADRÁTICO E ESTATÍSTICA

A primeira parte deste item mostra o erro médio quadrático dos pontos fotogramétricos, centros de projeção e pontos de apoio no modelo (considerados como ligações fotogramétricas), em X, Y, Z, XYZ e XY (sendo este último somente para os pontos de apoio no modelo).

A seguir é impresso o erro médio quadrático dos pontos de apoio em X, Y, X, e XY para cada conjunto de pesos e, também, para os conjuntos 1 e 3.

É costume colocar no conjunto 3 os pontos "PUG" usados como pontos de apoio provenientes de ligações de outros blocos.

Finalmente, é impresso o desvio padrão para planimetria e altimetria do bloco.

6 — COORDENADAS TRANSFORMADAS DOS MODELOS E RESÍDUOS

Nesta parte, o programa imprime as coordenadas transformadas, resíduos e pesos de todos os pontos pertencentes ao modelo, além das seguintes informações complementares:

- Número sequencial e de identificação de cada modelo.
- Fator de escala.
- Um sinal "x" de verificação quando o resíduo ultrapassa 3 vezes o erro médio quadrático para X, Y ou Z.
- Duas letras e um número que identificam o tipo de ponto e número de vezes em que aparece no modelo:

- PS: Ponto simples (aparece somente em um modelo).
 PU: Ponto de união de modelos.
 CP: Centro de projeção.
 VE: Ponto de apoio vertical.
 HO: Ponto de apoio horizontal.
 HV: Ponto de apoio horizontal e vertical.

Os modelos são listados, sequencialmente, de acordo com o ordenamento da entrada de dados; aqui, pode aparecer a mensagem de duplicidade de identificação do modelo.

7 — APOIO E RESÍDUOS

Tanto o apoio horizontal como o vertical são impressos com as coordenadas verdadeiras, os resíduos e os pesos de cada ponto que compõe a lista do apoio e com as mesmas informações complementares das coordenadas transformadas, além de indicar o número do conjunto de peso ao qual pertence.

A seguir, são listados os números dos modelos onde existe apoio, e o número de pontos de apoio (últimos dois dígitos do número).

8 — COORDENADAS AJUSTADAS

Esta parte tem três alternativas de listagem de acordo

com o valor que se dá à variável KIMA do registro ítem — 13:

KIMA = 0: Relação sequencial das coordenadas ajustadas

KIMA = 1: Relação sequencial das coordenadas ajustadas e dos números dos modelos aos quais pertence o ponto.

KIMA = 2: Relação sequencial das coordenadas ajustadas, dos números dos modelos, aos quais pertence o ponto, e dos valores residuais das coordenadas nos respectivos modelos.

9 — ESQUEMA DO APOIO

O esquema aqui apresentado tem por finalidade o estudo do comportamento geométrico, tanto do apoio horizontal, como do vertical, levando em consideração os pontos *aceitos* e os pontos *rejeitados*.

Denominam-se pontos *rejeitados* aqueles cujo valor residual ultrapassa 3 vezes o erro médio quadrático.

Feito o exame da geometria dos pontos *aceitos*, dos erros médio-quadráticos e do desvio padrão do bloco, o analista (Técnico) tem condições de decidir se aceita o ajuste do bloco ou, caso contrário, deverá verificar os pontos de apoio *rejeitados* e/ou alguma incoerência da parte fotogramétrica, e realizar um novo ajuste com as correções pertinentes.

EXPLANAÇÃO DO ESQUEMA

O esquema é similar a um arquivo celular de 50×50 , onde uma posição do arquivo (CÉLULA) é representada, na folha, pela impressão de dois caracteres juntos e, por esta razão, o esquema tem uma escala na direção horizontal, aproximadamente, 1,6 vezes maior do que na direção vertical, na folha original da listagem.

A Célula representa uma porção de área do terreno, de acordo com a escala do esquema, e é determinada de tal forma que o lado maior do bloco (na direção do eixo "X" ou do eixo "Y") fique dentro dos limites do esquema.

Os dois caracteres da célula do esquema tem os seguintes significados:

CARACTER DA ESQUERDA:

— Um dígito: Nessa área (célula) do esquema, há tantos pontos de apoio *aceitos* quantos estejam indicados no dígito (máximo 9).

— Um sinal "—": Somente pontos *rejeitados* existem nessa área do esquema.

— Um branco " ": Não existem pontos de apoio nessa área do esquema do bloco.

CARACTER DA DIREITA:

— Dígito zero: Não existem pontos de apoio *rejeitados* nessa área (célula) do esquema do bloco.

— Dígito diferente de zero: Nessa área do esquema há tan-

tos pontos de apoio *rejeitados* quantos estejam indicados no dígito (máximo 9).

— Sinal +: Existe um centro de projeção nessa área (célula) do esquema do bloco.

OBS.: Em caso de ter, também, nesta célula, pontos de apoio, o centro de projeção não será representado.

EXEMPLO DE REPRESENTAÇÃO DO CONTEÚDO DA CÉLULA:

1 0: Um ponto de apoio *aceito*

3 1: Três pontos de apoio *aceitos* e
Um ponto de apoio *rejeitado*

— 2: Dois pontos de apoio *rejeitados*

+ : Centro de projeção.

EXEMPLOS DE PROCESSAMENTO:

A partir do quadro 6, mostram-se exemplos nos quais tinham sido introduzidos, intencionalmente, erros grosseiros.

O processamento dos exemplos foi realizado pelos dois métodos:

a) Ajuste pelos mínimos quadrados, usando os estimadores robustos (parte esquerda da folha);

b) Ajuste somente pelos mínimos quadrados (parte direita da folha: aparecem somente os valores residuais dos pontos).

OBS.: Para a configuração do dimensionamento do programa, foi levada em consideração a velocidade do processamento, memória real e memória auxiliar (EMA) do sistema HP-1000 instalado na AERO-FOTO CRUZEIRO S.A., com finalidade de chegar a um tempo de processamento médio de uma hora. Esta capacidade pode ser facilmente modificada para outros tipos de computadores.

O programa continua sendo melhorado com o objetivo de otimizar a detecção de erros grosseiros, minimizar o tempo de processamento e reduzir a memória ocupada.

Encontra-se em desenvolvimento a versão 01 do ABA-43 ER, para 150 modelos, na qual está sendo adotada a solução plani-altimétrica por partes. Esta alternativa poupa memória auxiliar (EMA) do programa, por usar uma sub-matriz com um dimensionamento máximo de (4 X 4).

CONCLUSÕES

O método dos mínimos quadrados utilizando os estimadores robustos, tem por objetivo estabelecer uma "ADERÊNCIA" entre os pontos de ligação dos modelos e os pontos de ligação do bloco com o sistema terreno (pontos de apoio), de tal maneira que, quanto maior for a probabilidade de certeza de um ponto de ligação, maior será a

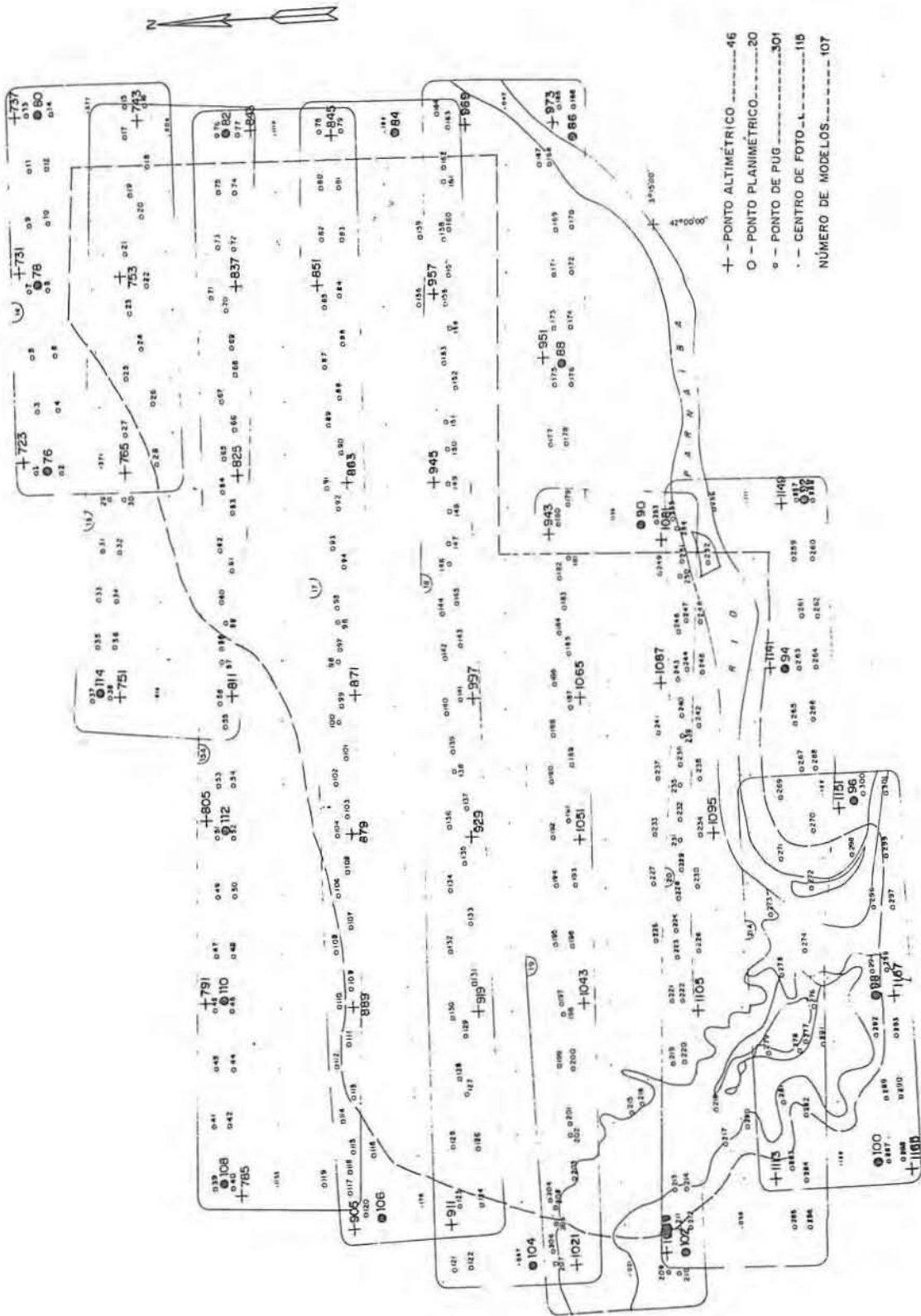
sua “ADERÊNCIA”, tornando a orientação absoluta do modelo o mais próximo da realidade.

No computo final, trata-se de conseguir que a soma dos pesos seja igual ao número de observações para não modificar o sistema de pesos diferenciados (através de conjuntos ou matrizes), estabelecidos para cada identidade.

Como resultado deste procedimento, conseguimos, automaticamente, evidenciar ou detectar erros grosseiros sem a necessidade de uma análise apurada das listagens dos sucessivos processamentos do ajuste.

Pelo método convencional dos mínimos quadrados, alguns valores residuais (erros) ficam ocultos ou distorcidos pela influência de outros erros maiores de pontos localizados nas proximidades, o que não ocorre no método que inclui os estimadores robustos.

Em contraposição ao método clássico dos mínimos quadrados, este método tem a propriedade de não “**MASCARAR**” os erros grosseiros pequenos que por acaso estejam dentro dos limites pré-estabelecidos.



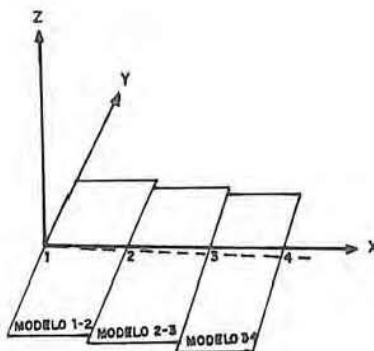
Quadro nº 01

DIAGRAMA DOS PROCEDIMENTOS DE AEROTRIANGULAÇÃO

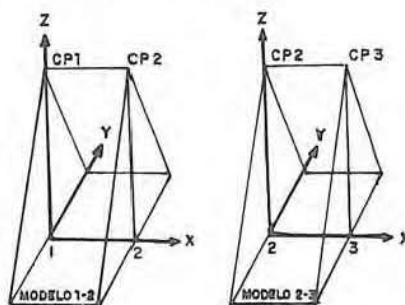
EXECUÇÃO

AJUSTAMENTO

PROCEDIMENTO ANALÓGICO	FOTO	MODELO	FAIXA	AJUSTE DE FAIXAS	AJUSTE DO BLOCO DE FAIXAS
				AJUSTE DO BLOCO DE FAIXAS	
PROCEDIMENTO SEMI-ANALÍTICO	FOTO	MODELO	FAIXA	AJUSTE DE FAIXAS	AJUSTE DO BLOCO DE FAIXAS
				AJUSTE DO BLOCO DE FAIXAS	
				AJUSTE DO BLOCO DE MODELOS	
PROCEDIMENTO ANALÍTICO	FOTO	MODELO	FAIXA	AJUSTE DE FAIXAS	AJUSTE DO BLOCO DE FAIXAS
				AJUSTE DO BLOCO DE FAIXAS	
				AJUSTE DO BLOCO DE MODELOS	
				AJUSTE DE BLOCO DE FEIXES DE RAIOS	

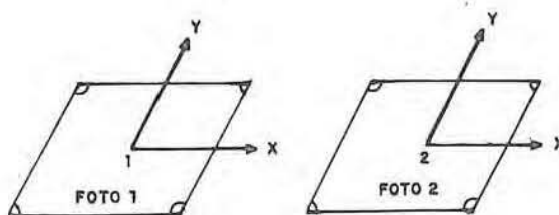


AEROTRIANGULAÇÃO ANALÓGICA



PROGRAMA
ABA-7 ER
(METODO DOS
MODELOS
INDEPENDENTES)

AEROTRIANGULAÇÃO SEMI-ANALÍTICA



AEROTRIANGULAÇÃO ANALÍTICA

CURVA DOS PESOS DAS OBSERVAÇÕES PARA O MÉTODO DOS ESTIMADORES ROBUSTOS

SOLUÇÃO LINEAR

$$\begin{bmatrix} U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} e & -f \\ f & e \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} U_0 \\ V_0 \end{bmatrix} \dots \dots \dots \begin{cases} e = \lambda \cos k \\ f = \lambda \sin k \end{cases}$$

SOLUÇÃO ESPACIAL

PROCEDIMENTO ITERATIVO
FORMAÇÃO DAS EQUAÇÕES NORMAIS

$$\begin{bmatrix} U \\ V \\ W \end{bmatrix} = \lambda \cdot \begin{bmatrix} 1-c & b \\ c & 1-a \\ -b & a & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} U_0 \\ V_0 \\ W_0 \end{bmatrix} \dots \dots \dots \begin{cases} a = \Delta \omega \\ b = \Delta \varphi \\ c = \Delta K \end{cases}$$

MATRIZ ORTOGONAL DE ROTAÇÃO

$$\begin{bmatrix} \frac{2B+aa}{2A} & \frac{-2c+ab}{2A} & \frac{2b+ac}{2A} \\ \frac{2c+ab}{2A} & \frac{2B+bb}{2A} & \frac{-2a+bc}{2A} \\ \frac{-2b+ac}{2A} & \frac{2a+bc}{2A} & \frac{2B-cc}{2A} \end{bmatrix}$$

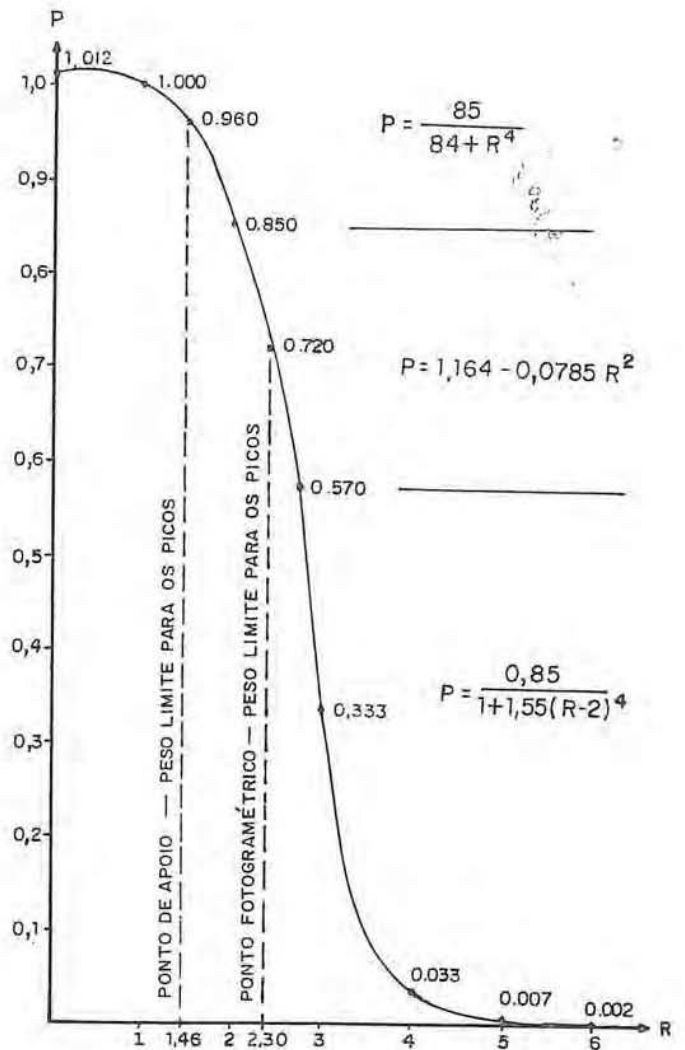
$$A = 1 + (aa+bb+cc)/4$$

$$B = 1 - (aa+bb+cc)/4$$

TRANSFORMAÇÃO DE COORDENADAS

$$\begin{bmatrix} U \\ V \\ W \end{bmatrix} = \lambda \cdot \begin{bmatrix} \text{MATRIZ} \\ \text{ORTOGONAL} \\ \text{ROTAÇÃO} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} U_0 \\ V_0 \\ W_0 \end{bmatrix}$$

Quadro nº 03



P = Peso

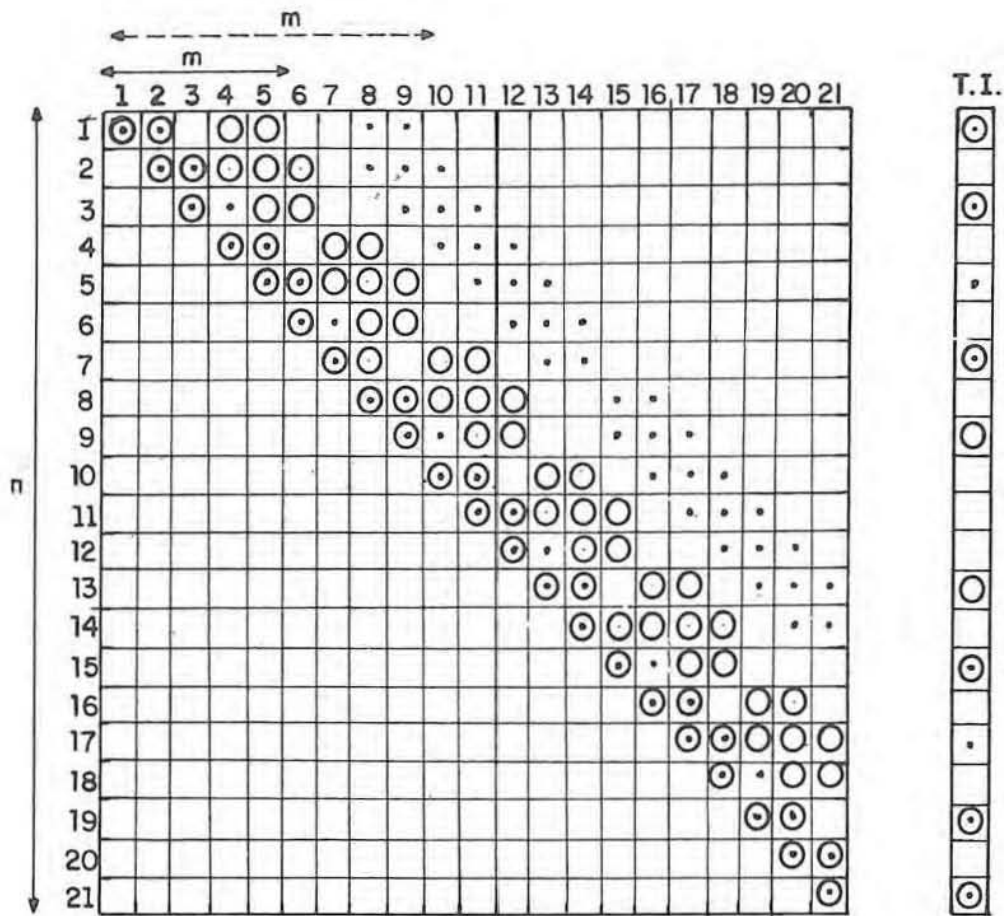
V = Resíduo

EMQ = Erro médio quadrático

$$R = \frac{V}{EMQ}$$

Quadro nº 04

DIAGRAMA DO SISTEMA DE EQUAÇÕES NORMAIS DE n INCÓGNITAS COM LARGURA DEBANDA m



▲ - PONTO DE APOIO

Quadro nº 05

EXEMPLO Nº 01



COMPUTAÇÃO E PLANEJAMENTO S.A. - COMPLASA

AV. ALM. FRONTIN, 381 - RIO DE JANEIRO (RJ) - TEL.: 260-1944

TESTE AJUSTE DE BLOCO ESCALA DA FOTO 1:15000 AEROFOTO CRUZEIRO S/A
6:46 PM WED. 7 MAY 1986

*** AJUSTE DE BLOCOS : AEROTR.MOD.INDEP. / EST.ROB. ***
(SOLUCAO ESPACIAL : 7 PARAMETROS)

PROGRAMA ABA-7ER VERSAO 03 AUTOR: LUIS.A. NAVEDA OUT.85
DESENV.COM BASE NO PROG.COBL0-7R DE JOSE E.JULIA SET.84

ENTRADA :

DADOS BASICOS	UNIDADE : 58	ARQUIVO : CBTES1
PONTOS DE CONTROLE	UNIDADE : 58	ARQUIVO : CBTES1
REGISTROS FOTOGRAF	UNIDADE : 58	ARQUIVO : CBTES1

LIMITACOES :

P.FOTOG.BLOCO	:	800
P.APOIO BLOCO	:	200
MOD.BLOCO	:	100
P.FOTOG.MOD.	:	25
P.APOIO MOD.	:	27
MOD.INTERLIGADOS	:	27
MOD.COM P.COMUN	:	12
CONJUNT.DE PESOS	:	9

ESPECIFICACOES :

ESC. MODELO	:	7500.
NUM. ITER.	:	9
N.MAX.MOD.EM UM GRUPO	:	4
N.MOD.NO 1RO GRUPO	:	3

FORMATOS :

P. APOIO HOR.	:	(I9,5X,F11,3,9X,F11,3,4X,I1)
P. APOIO VER.	:	(I9,24X,F8,3,8X,I1)
P. FOTOGRAFET.	:	(I9,1X,3(4X,F6.0))

COMENTARIOS :

APOIO USADO COMO ENLACE FOTOG.SEP.
CALCULO DOS ESTIMADORES ROBUSTOS

SISTEMA DE COORDENADAS :

UTM SAD 69

SAIDA :

DADOS DE ENTRADA
LIGACOES E GRUPOS DE MOD.
COORD.TRANSF.E RESID. POR MOD.
COORD.DO APOIO E RESID.
COORD.AJUST. MOD. E RESID.

SAIDA ADICIONAL :

COORDEN. AJUSTADAS GRAVADAS NO ARQUIVO CATEST:: -22

EXEMPLO Nº 01



COMPUTAÇÃO E PLANEJAMENTO S.A. - COMPLASA

AV. ALM. FRONTIN, 381 - RIO DE JANEIRO (RJ) - TEL.: 280-1944

TESTE AJUSTE DE BLOCO ESCALA DA FOTO 1:15000 AEROFOTO CRUZEIRO S/A				
ENTRADA DE DADOS				
PONTO	X	Y	Z	CJ
1017240	9451667.940	625202.540		1
3010015	9450979.760	619392.730		1
3010019	9448121.200	619398.690		1
3010037	9449976.540	621967.070		1
3010042	9451032.910	621855.170		1
3010045	9451808.890	624538.670		1
3010051	9448276.650	624608.000		1
3010069	9448808.930	626909.020		1
3010069	9448808.930	626909.020		1
3010073	9451293.750	627202.090		1
*** PONTO HO : 3010069 COM IDENTIFICACAO DUPLICADA ***				
2017240			39.110	1
2017597			27.830	1
2017607			40.910	1
2017609			41.410	1
2117583			17.590	1
2117595			117.900	1
2117595			17.900	1
2217593			17.120	1
2510503			17.260	1
2510505			18.510	1
2510511			24.000	1
2510512			19.880	1
2510513			19.150	1
2510515			23.590	1
2510521			27.730	1
2510522			61.060	1
3010019			18.520	1
3010042			17.470	1
3010043			17.130	1
3010051			25.810	1
3010073			40.270	1
*** PONTO VE : 2117595 COM IDENTIFICACAO DUPLICADA ***				
MODELO NUMERO	1	812205		
912240	41995.0	50001.0	45014.0	
912241	58000.0	50003.0	45006.0	
2017607	51770.0	65686.0	15552.0	
2510521	43825.0	49546.0	15437.0	
3010048	59525.0	31373.0	15464.0	
3010049	46890.0	35316.0	15429.0	
3010050	42814.0	35892.0	15393.0	
3010069	40863.0	62474.0	15497.0	
3010070	44985.0	58048.0	15454.0	
3010071	58290.0	65381.0	15597.0	
3010072	61245.0	55960.0	15550.0	
MODELO NUMERO	2	812206		

OBS.: NESTE QUADRO SE APRESENTA A PRIMEIRA FOLHA DA LISTAGEM DOS DADOS DE ENTRADA.

Quadro nº 07

EXEMPLO Nº 01



COMPUTAÇÃO E PLANEJAMENTO S.A. - COMPLASA

AV. ALM. FRONTIN, 381 - RIO DE JANEIRO (RJ) - TEL.: 260-1944

TESTE AJUSTE DE BLOCO ESCALA DA FOTO 1:15000 AEROFOTO CRUZEIRO S/A

LIGACOES DO MODELO :

MODELO	MODELOS DE LIGACAO					
1	2	4	5	3		
2	1	5	4	6	7	
3	4	6	1			
4	3	5	6	2	7	1
5	6	7	2	1		
6	7	2	4	2		
7	6	2	4	5		

GRUPO DE MODELOS :

GRUPO	NUM.MOD	MODELOS DO GRUPO				
1	3	1	3	6		
2	4	2	4	5	7	



COMPUTAÇÃO E PLANEJAMENTO S.A. - COMPLASA

AV. ALM. FRONTIN, 381 - RIO DE JANEIRO (RJ) - TEL.: 260-1944

TESTE AJUSTE DE BLOCO ESCALA DA FOTO 1:15000 AEROFOTO CRUZEIRO S/A

PESOS :

PONTOS FOTOGRAFICOS

CONJ: 1 PLAN: 1.000000 ALTI: 1.000000

CENTROS DE PROJECAO

CONJ: 1 PLAN: .250000 ALTI: 1.000000

PONTOS DE APOIO

CONJ: 1 PLAN: 1.000000 ALTI: 1.000000

CONJ: 2 PLAN: 0.000000 ALTI: 0.000000

CONJ: 3 PLAN: 1.000000 ALTI: 1.000000

ESTATISTICA :

NUM. P. APOIO HOR. : 9 / 10

NUM. P. APOIO VER. : 20 / 21

NUM. P. FOTOGRAFET. : 56 / 65

NUM. DE MODELOS : 7

NUM. DE ITAPACOES : 9

AJUSTE PLANIMETRICO

AJUSTE PLANI-ALTIMETRICO :

I	PES.PF	PEGPF	EMQ.LPF	EMQ.PF	PES.PA	PEGPA	EMQ.LPA	EMQ.PA 1/3
1	1.000	0.000	.450	476.716	1.000	0.000	.600	338.739
2	2.000	.720	.450	34.440	.001	.950	.600	1073.921
3	2.000	.576	.450	16.910	.013	.960	.600	623.735
4	2.000	.432	.450	11.657	.027	.768	.600	577.473
5	2.000	.288	.450	11.034	.039	.576	.600	516.679
6	2.000	0.000	.450	1.259	.041	.576	.600	1.488
7	2.000	0.000	.450	.123	.357	0.000	.600	.322
8	1.000	0.000	.450	.295	1.000	0.000	.600	.098

Quadro nº 08

EXEMPLO Nº 01

COMPUTAÇÃO E PLANEJAMENTO S.A. - COMPLASA			
AV. ALM. FRONTIN, 381 - RIO DE JANEIRO (RJ) - TEL: 280-1944			
TESTE AJUSTE DE BLOCO ESCALA DA FOTO 1:15000 AEROFOTO CRUZEIRO S/A			
NUMERO DE SUB-MATRIZES :	EM MEMORIA =	25/	547
	EM DISCO =	07/	0
	NO BLOCO =	25/	547 (E.H. = 22)
PARA O BLOCO HORIZONTAL :	OBSERVACOES =	110.	
	INCOGNITAS =	72.	
	REDUNDANCIAS =	38.	
PARA O BLOCO VERTICAL :	OBSERVACOES =	100.	
	INCOGNITAS =	66.	
	REDUNDANCIAS =	34.	
ERRO MEDIO QUADRATICO :			
PONTOS FOTOGRAFOMETRICOS :			
EMQ PF X =	.099	NUM.OBS X =	46.
EMQ PF Y =	.140	NUM.OBS Y =	46.
EMQ PF Z =	.114	NUM.OBS Z =	56.
SOM.PES X =	43.6261		
SOM.PES Y =	43.8261		
SOM.PES Z =	51.7473		
EMQ PF XYZ =	.205		
CENTROS DE PROJECAO :			
EMQ CP X =	.149	NUM.OBS X =	8.
EMQ CP Y =	.441	NUM.OBS Y =	8.
EMQ CP Z =	.095	NUM.OBS Z =	8.
SOM.PES X =	8.2091		
SOM.PES Y =	8.2091		
SOM.PES Z =	8.2238		
EMQ CP XYZ =	.475		
PONTOS DE APOIO NO MODELO :			
EMQ PA X =	.103	NUM.OBS X =	12.
EMQ PA Y =	.047	NUM.OBS Y =	12.
EMQ PA Z =	.055	NUM.OBS Z =	22.
SOM.PES X =	12.3426		
SOM.PES Y =	12.3426		
SOM.PES Z =	22.9174		
EMQ PA XY =	.113		

COMPUTAÇÃO E PLANEJAMENTO S.A. - COMPLASA			
AV. ALM. FRONTIN, 381 - RIO DE JANEIRO (RJ) - TEL: 280-1944			
TESTE AJUSTE DE BLOCO ESCALA DA FOTO 1:15000 AEROFOTO CRUZEIRO S/A			
ERRO MEDIO QUADRATICO :			
PONTOS DE APOIO COM C.J.NUM : 1			
EMQ PA X =	.038	NUM.OBS X =	9.
EMQ PA Y =	.043	NUM.OBS Y =	9.
EMQ PA Z =	.079	NUM.OBS Z =	20.
SOM.PES X =	8.2810		
SOM.PES Y =	8.2810		
SOM.PES Z =	19.8228		
EMQ PA XY =	.057		
PONTOS DE APOIO COM C.J.NUM : 2			
EMQ PA X =	0.000	NUM.OBS X =	0.
EMQ PA Y =	0.000	NUM.OBS Y =	0.
EMQ PA Z =	0.000	NUM.OBS Z =	0.
SOM.PES X =	0.0000		
SOM.PES Y =	0.0000		
SOM.PES Z =	0.0000		
EMQ PA XY =	0.000		
PONTOS DE APOIO COM C.J.NUM : 3			
EMQ PA X =	0.000	NUM.OBS X =	0.
EMQ PA Y =	0.000	NUM.OBS Y =	0.
EMQ PA Z =	0.000	NUM.OBS Z =	0.
SOM.PES X =	0.0000		
SOM.PES Y =	0.0000		
SOM.PES Z =	0.0000		
EMQ PA XY =	0.000		
PONTOS DE APOIO COM C.J.NUM : 1 E 3			
EMQ PA X =	.038	NUM.OBS X =	9.
EMQ PA Y =	.043	NUM.OBS Y =	9.
EMQ PA Z =	.079	NUM.OBS Z =	20.
SOM.PES X =	8.2810		
SOM.PES Y =	8.2810		
SOM.PES Z =	19.8228		
EMQ PA XY =	.057		
DESVIO PADRAO :			
PLANIMETRIA =	.195		
ALTIMETRIA =	.190		

Quadro nº 09

EXEMPLO Nº 01

COMPOSIÇÃO DAS LISTAGENS DE DOIS PROCESSAMENTOS DO MESMO EXEMPLO

COMPUTAÇÃO E PLANEJAMENTO S.A. - COMPLASA											COMPLASA		
AV. ALM. FRONTEIRA, 381 - RIO DE JANEIRO (RJ) - TEL. 200-1044											AL. 200-1044		
TESTE AJUSTE DE BLOCO ESCALA DA FOTO 1:15000 AEROFOTO CRUZEIRO S/A											AEROFOTO CRUZEIRO S/A		
COORDENADAS TRANSFORMADAS E RESÍDUOS													
VER	PONTO	X	Y	Z	CDN	DX	DY	DZ	(P.CE.H)	(P.OB.V)	DX	DY	DZ
MODELO NUMERO 1 812205 FE = 8,08438											FE = 7,06703		
...	912240	9448943.84	625599.00	2418.69	CP 1								
...	912241	9450230.50	625955.72	2418.64	CP 2	.25	-.41	.10	(.2575)	(1.0435)	40.59	-101.88	-134.41
...	2017607	9449076.35	622207.04	40.86	VE 1			.02		(1.0412)			5.25
...	2510521	9449093.69	625675.58	27.73	VE 1			.00		(1.0412)			-7.18
...	3010048	9450425.95	624403.13	26.20	PU 4	.15	-.07	.18	(1.0289)	(.9922)	172.01	37.90	59.00
...	3010049	9449591.54	624735.95	23.94	PU 3	3.79	-60.91	-.45	(0.0000)	(0.0000)	99.63	-21.18	21.20
...	3010050	9449060.30	624769.07	21.05	PU 2	-.17	-.12	-.13	(1.0164)	(1.0427)	-10.97	21.59	-5.24
...	3010069	9448808.74	625907.05	35.42	HO 1	-.07	-.03		(1.0302)		-148.26	167.29	
...	3010070	9449157.34	626566.19	31.05	PS 1								
...	3010071	9450246.03	627205.43	44.59	PU 2	-.11	-.08	-.15	(1.0400)	(1.0209)	46.62	-202.35	28.34
...	3010072	9450477.94	626454.99	38.74	PU 2	-.07	-.11	-.04	(1.0342)	(1.0535)	40.15	-145.44	34.84
MODELO NUMERO 2 812206 FE = 8,03488											FE = 5,87898		
...	912241	9450237.00	625955.72	2418.64	CP 2	-.25	.41	-.10	(.2575)	(1.0435)	-40.59	101.88	134.41
...	912242	9451521.92	626056.71	2413.43	CP 1								
...	1017245	9451003.00	625202.41	39.12	HO 1	-.03	-.07		(1.0302)		133.74	215.07	
...	2017242	9451023.00	625202.41	39.12	VE 1			-.00		(1.0412)			-7.73
...	2017597	9452010.66	624403.35	27.82	VE 1			.00		(1.0412)			-8.14
...	2017242	9451629.11	624205.57	41.50	VE 1			-.04		(1.0412)			-5.36
...	2510522	9450976.35	625990.84	00.05	VE 1			.10		(1.0412)			-8.39
...	3010045	9451348.77	624533.64	24.52	HO 2	.10	-.02		(1.0417)		177.07	144.61	
...	3010046	9451611.69	624595.15	31.00	PU 2	.02	.06	-.07	(1.0416)	(1.0480)	84.06	75.59	-32.52
...	3010047	9451693.44	624536.22	27.32	PU 3	-.15	.04	-.02	(1.0378)	(1.0536)	29.97	104.45	-8.93
...	3010048	9450426.23	624403.13	26.39	PU 4	-.12	-.41	-.01	(.7835)	(1.0536)	-42.12	50.83	-27.67
...	3010071	9450205.81	627205.60	44.29	PU 2	.11	-.03	.15	(1.0400)	(1.0209)	-46.62	202.35	-28.34
...	3010072	9450477.84	626454.76	38.66	PU 2	-.07	.11	-.04	(1.0342)	(1.0535)	-40.15	145.44	-34.84
...	3010073	9451293.79	627202.14	40.17	HV 1	-.02	-.03	-.01	(1.0302)	(1.0412)	30.81	476.01	-3.00
...	3010074	9451740.90	626307.29	36.91	PU 4	-2105.52	-4342.96	-19.19	(0.0000)	(0.0000)	-738.22	-2334.06	63.08
MODELO NUMERO 3 812205 FE = 7,67587											FE = 6,54730		
...	912312	9448093.69	623334.94	2392.13	CP 1								
...	912311	9449317.30	623279.65	2392.79	CP 2	-.08	.05	.02	(.2806)	(1.0536)	24.28	-110.14	-116.63
...	2217593	9448640.35	622726.53	17.18	VE 2			-.06		(1.0503)			2.24
...	2510511	9448210.67	622599.19	23.25	VE 1			.07		(1.0412)			15.23
...	2510512	9449164.13	622695.02	19.93	VE 1			-.03		(1.0412)			12.62
...	2510515	9449464.74	624671.22	23.77	VE 1			-.09		(1.0412)			-2.28
...	3010037	9447976.24	621957.26	19.49	HO 2	-.23	-.01		(.9969)		76.98	60.03	
...	3010038	9448276.75	621925.30	16.65	PU 2	.04	-.22	-.11	(.9957)	(1.0471)	-115.06	100.79	-40.25
...	3010039	9449167.09	621907.78	17.45	PU 3	-.10	-.25	.16	(.9978)	(.9867)	-52.63	-173.11	60.34
...	3010049	9449395.67	624455.94	23.42	PU 3	-.15	-.10	-.00	(1.0382)	(1.0536)	108.45	-173.69	19.29
...	3010056	9449059.95	624764.31	20.80	PU 2	.17	-.12	.13	(1.0164)	(1.0427)	10.97	-21.59	5.24
...	3010051	9448276.57	624671.06	25.79	HV 1	-.04	-.02	.01	(1.0302)	(1.0412)	-162.01	157.89	-.21
MODELO NUMERO 4 812310 FE = 7,88701											FE = 5,66211		
...	912311	9449317.30	623279.65	2392.79	CP 2	.08	-.05	-.02	(.2806)	(1.0536)	-24.28	110.14	116.63
...	912310	9450574.65	623165.61	2393.53	CP 2	-.15	-.59	.04	(.2544)	(1.0534)	-35.29	-203.48	81.91
...	3010039	9449167.26	621907.98	17.24	PU 3	-.07	.05	.08	(1.0362)	(.9619)	109.76	-24.90	-52.71
...	3010040	9449635.28	621945.14	17.75	PU 4	.09	-.22	-.03	(.9699)	(1.0494)	285.76	598.83	9.62
...	3010041	9450409.44	621924.47	18.39	PU 3	-.06	-.16	.09	(1.0383)	(1.0480)	-140.37	-376.75	-30.90

MÍNIMOS QUADRADOS COM ESTIMADORES ROBUSTOS

MÍNIMOS QUADRADOS

- Erro de 10 mm introduzido na coordenada "Y" do ponto fotogramétrico ("PUG") 3010049 no modelo 1 (812205)
- Erro de identificação introduzido no modelo 2 (812206); o ponto considerado como 3010040 corresponde, na realidade, ao ponto "PUG" isolado 3010074 que não aparece na listagem.

EXEMPLO Nº 01

COMPOSIÇÃO DAS LISTAGENS DE DOIS PROCESSAMENTOS DO MESMO EXEMPLO

COMPUTAÇÃO E PLANEJAMENTO S.A. - COMPLASA										COMPLASA				
...	3010047	AV. ALM. FRONTIN	331 - RIO DE JANEIRO	(RUA) 3	TEL. 200-1044						EL 200.1044	62.43	-193.13	-35.52
...	3010048	9450426.10	624462.93	26.55	PU 4	-07	.27	-17	(.9251) (.9816)		-63.80	-174.74	-46.68	
...	3010049	9449395.17	624456.14	22.39	PU 3	.15	-10	1.10	(1.0388) (0.0000)		-207.08	194.87	-60.49	
MODELO NÚMERO 5 812307 FE = 7.82213											FE = 6.37036			
...	912310	9450574.35	623164.43	2393.66	CP 2	.15	.59	-.04	(.2544) (1.0534)		3.28	208.48	-81.91	
...	912309	9451823.65	623083.31	2393.92	CP 1									
...	2510513	9450640.55	622895.70	19.01	VE 1			.07	(1.0412)				-5.06	
...	3010041	9450409.35	621692.70	16.82	PU 3	-.04	-.06	-.35	(1.0424) (.7324)		168.89	234.21	19.43	
...	3010042	9451032.98	621853.22	17.41	HV 2	-.04	-.06	-.08	(1.0420) (1.0417)		42.28	-137.64	-20.20	
...	3010043	9451792.26	621749.54	17.21	VE 1			-.04	(1.0413) (1.0412)				6.77	
...	3010045	9451808.96	624538.55	24.33	HO 2	-.07	.07		(1.0413) (1.0412)		-15.00	-29.93		
...	3010046	9451611.72	624595.27	30.86	PU 2	-.02	-.06	.07	(1.0416) (1.0480)		-84.00	-75.59	32.52	
...	3010047	9450695.13	624538.35	24.79	PU 3	.17	-.07	.81	(1.0413) (.0001)		-72.62	88.68	44.45	
...	3010048	9450269.56	624473.23	25.58	PU 4	196.54	-10.03	.79	(0.0000) (0.0000)		-6.08	86.01	17.06	
...	3010231	9450421.80	622228.00	11.65	PS 1									
...	3010232	9451868.16	623063.26	11.65	PS 1									
MODELO NÚMERO 6 8124105 FE = 8.52552											FE = 8.80867			
...	9124186	9448175.28	620451.38	2437.18	CP 1				(.2536) (.9613)		93.79	20.77	11.87	
...	9124187	9449519.41	620589.91	2436.45	CP 2	.02	-.51	.16						
...	2117595	9449578.13	622089.06	18.07	VE 1			.00	(1.0412)				1.62	
...	2217591	9448840.45	622073.29	17.05	VE 2			.04	(1.0426)				31.49	
...	2510505	9448721.90	620902.29	18.55	VE 1			-.02	(1.0412)				-9.49	
...	3010017	9449533.77	619368.15	18.31	PU 2	-.01	.26	.13	(.9711) (1.0502)		-214.02	146.77	36.86	
...	3010018	9449658.24	620114.45	18.08	PU 2	-.02	-.01	-.06	(1.0424) (1.0533)		-231.95	156.98	37.30	
...	3010019	9448121.20	619398.84	18.63	HV 1	-.00	-.07	-.06	(1.0302) (1.0412)		-269.12	-302.28	-2.52	
...	3010020	9448240.41	619955.26	17.11	PS 1				(.9972)		360.97	-348.58		
...	3010037	9447978.38	621967.28	19.21	HO 2	.23	-.01		(.9972)					
...	3010038	9448278.84	621928.86	16.43	PU 2	-.04	-.22	.11	(.9957) (1.0471)		118.06	-100.79	40.25	
...	3010039	9449167.21	621968.39	18.00	PU 3	-.03	-.35	-.37	(.8733) (.6367)		-57.13	198.00	-8.13	
...	3010040	9449635.50	621964.70	17.93	PU 4	-.12	.13	-.21	(1.0212) (.9970)		-43.89	1064.31	-23.97	
...	3012401	9449254.80	619236.22	12.97	PS 1									
...	3012402	9449376.33	621746.35	11.54	PS 1									
MODELO NÚMERO 7 8124106 FE = 8.94118											FE = 9.30892			
...	9124187	9449538.45	620586.88	2436.78	CP 2	-.02	.51	-.16	(.2536) (.9613)		-93.79	-20.77	-11.87	
...	9124188	9450968.11	620526.32	2437.27	CP 1									
...	2117531	9450235.19	619398.39	17.50	VE 1			.05	(1.0412)				-43.83	
...	2510503	9450715.94	620655.95	17.19	VE 1			-.04	(1.0412)				-5.91	
...	2510504	9449961.28	621626.20	18.70	PS 1									
...	3010015	9450979.85	619392.74	18.75	HO 1	-.04	-.01		(1.0302)		-54.78	-127.54		
...	3010016	9451039.18	619937.60	18.43	PS 1									
...	3010017	9449333.74	619368.67	18.37	PU 2	.01	-.26	-.13	(.9711) (1.0502)		214.02	-146.77	36.86	
...	3010018	9449658.24	620114.45	18.09	PU 2	.02	.01	-.06	(1.0424) (1.0533)		231.95	-156.98	37.30	
...	3010040	9449635.53	621964.85	17.40	PU 4	-.04	-.07	-.32	(1.0418) (.7535)		318.35	690.92	-46.53	
...	3010041	9450439.36	621692.73	18.27	PU 3	.02	-.09	.20	(1.0414) (.8435)		-23.52	142.54	11.64	
...	3010042	9451032.95	621855.10	17.59	HV 2	-.00	.07	-.10	(1.0419) (1.0400)		-329.73	-78.67	31.08	
*** MODELO : 812205 COM IDENTIFICACAO DUPLICADA ***											ICADA ***			

MÍNIMOS QUADRADOS COM ESTIMADORES ROBUSTOS

MÍNIMOS QUADRADOS

- Erro de 20 mm introduzido na coordenada "X" do ponto fotogramétrico ("PUG") 3010048 no modelo 5 (812307).
- OBS.: No ajuste do bloco usando somente os mínimos quadrados verifica-se que o resíduo do ponto 3010048 não evidencia o erro do mesmo por estar influenciado pelo erro maior do ponto 3010040, pertencente ao modelo vizinho.

EXEMPLO Nº 01

COMPOSIÇÃO DAS LISTAGENS DE DOIS PROCESSAMENTOS DO MESMO EXEMPLO

COMPUTAÇÃO E PLANEJAMENTO S.A. - COMPLASA										COMPLASA			
AV ALM FRONTIN, 331 - RIO DE JANEIRO (RJ) - TEL. 260-1944										EL 260-1944			
TESTE AJUSTE DE BLOCO ESCALA DA FOTO 1:15000 AEROFOTO CRUZEIRO S/A										AEROFOTO CRUZEIRO S/A			
APOIO HORIZONTAL E RESÍDUOS													
VER	PONTO	X	Y	CDNM	DX	DY	CJ	(P.OB.H)		DX	DY	CJ	
..	1017240	9451067.94	625202.54	HO 1	.03	-.07	1	(1.0466)		-135.14	-215.67	1	
..	3010015	9450977.76	619392.73	HO 1	.03	.01	1	(1.0548)		54.78	127.54	1	
..	3010019	9448121.20	619398.69	HV 1	.00	-.07	1	(1.0178)		269.12	302.28	1	
..	3010037	9449976.54	621967.07	HO 2	-1999.93	.20	1	(0.0000)		-437.96	288.56	1	
..	3010042	9451032.91	621855.17	HV 2	.04	-.01	1	(1.0541)		287.45	216.11	1	
..	3010045	9451805.69	624538.67	HO 2	-.02	-.05	1	(1.0466)		-162.07	-114.69	1	
..	3010051	9448276.65	624608.00	HV 1	-.04	.02	1	(1.0514)		162.01	-157.89	1	
..	3010069	9448005.93	626909.02	HO 1	-.08	.03	1	(.9622)		148.26	-167.29	1	
..	3010073	9451243.75	627202.05	HV 1	.02	.03	1	(1.0474)		-30.51	-476.01	1	
APOIO VERTICAL E RESÍDUOS													
VER	PONTO	Z	CDNV	DZ	CJ	(P.OB.V)			DZ	CJ			
.	2017240	39.11	VE 1	.00	1	(1.1024)			7.73	1			
.	2017597	27.83	VE 1	-.00	1	(1.1025)			8.15	1			
.	2017607	40.91	VE 1	-.02	1	(1.1033)			-5.29	1			
.	2017609	41.41	VE 1	-.04	1	(1.0994)			5.36	1			
.	2117593	17.59	VE 1	-.04	1	(1.1017)			43.67	1			
.	2117595	17.90	VE 1	-99.83	1	(0.0000)			-1.00	1			
.	2217593	17.12	VE 2	-.00	1	(1.1031)			-33.77	1			
.	2510503	17.26	VE 1	-.03	1	(1.1030)			5.91	1			
.	2510505	15.51	VE 1	-.02	1	(1.1033)			9.45	1			
.	2510511	24.00	VE 1	-.06	1	(1.0945)			-15.23	1			
.	2510512	19.88	VE 1	-.03	1	(1.1026)			-12.62	1			
.	2510513	19.15	VE 1	-.07	1	(1.0979)			5.06	1			
.	2510515	23.59	VE 1	-.09	1	(.9909)			2.29	1			
.	2510521	27.73	VE 1	-.00	1	(1.1032)			7.19	1			
.	2510522	61.00	VE 1	-.90	1	(.1159)			3.10	1			
.	3010019	18.52	HV 1	-.05	1	(1.0922)			2.32	1			
.	3010042	17.47	HV 2	.02	1	(1.1033)			-10.50	1			
.	3010043	17.13	VE 1	-.04	1	(1.0966)			-6.77	1			
.	3010051	25.81	HV 1	-.01	1	(1.1033)			.21	1			
.	3010073	40.27	HV 1	.01	1	(1.1028)			3.00	1			
MODELOS COM APOIO HORIZONTAL :													
101	203	322	502	602	702								
MODELOS COM APOIO VERTICAL :													
102	205	305	505	604	703								

MÍNIMOS QUADRADOS COM ESTIMADORES ROBUSTOS

MINÍMOS QUADRADOS

- Erro de 2000 m. introduzido na coordenada "NORTE" do ponto de apoio horizontal 3010037
- Erro de 100 m introduzido na "ALTITUDE" do ponto de apoio vertical 2117595.
- Erro de 1 m introduzido na "ALTITUDE" do ponto de apoio vertical 2510522.

Quadro nº12

EXEMPLO Nº 01

COMPUTAÇÃO E PLANEJAMENTO S.A. - COMPLASA
 AV ALM FRONTIN, 381 - RIO DE JANEIRO (RJ) - TEL 260-1944

TESTE AJUSTE DE BLOCO ESCALA DA FOTO 1:15000 AEROFOTO CRUZEIRO S/A

COORDENADAS AJUSTADAS

PONTO	X	Y	Z	CONM	MOD	DX	DY	DZ	MOD	DX	DY	DZ	MOD	DX	DY	DZ
912240	9448943.84	625899.00	2418.89	CP 1	1)											
912241	9450236.75	625955.31	2418.74	CP 2	1)	.2	-.4	.1	2)	-.2	.4	-.1				
912242	9451521.99	626004.91	2413.43	CP 1	2)											
912309	9451823.65	623083.31	2393.92	CP 1	5)											
912310	9450574.50	623165.02	2393.62	CP 2	4)	-.1	-.6	.0	5)	.1	.6	-.0				
912311	9449317.58	623279.60	2398.78	CP 2	3)	-.1	.1	.0	4)	.1	-.1	-.0				
912312	9448093.66	623384.94	2392.13	CP 1	3)											
1017240	9451667.97	625202.47	39.12	HO 1	2)											
2017240	9451668.05	625202.41	39.11	VE 1	2)											
2017597	9452010.66	624680.35	27.83	VE 1	2)											
2017607	9449678.35	627207.04	40.69	VE 1	1)											
2017609	9451429.03	626269.97	41.45	VE 1	2)											
2117583	9450235.19	619398.39	17.55	VE 1	7)											
2117595	9449578.13	622089.08	18.07	VE 1	6)											
2217593	9448640.40	622072.91	17.12	VE 2	3)	.0	.4	-.1	6)	-.0	-.4	.1				
2510503	9450715.94	620655.95	17.23	VE 1	7)											
2510504	9449951.28	621626.20	18.70	PS 1	7)											
2510505	9448721.90	620902.29	18.53	VE 1	6)											
2510511	9448210.67	622599.19	23.94	VE 1	3)											
2510512	9449164.13	622683.82	19.91	VE 1	3)											
2510513	9450640.55	622895.70	19.08	VE 1	5)											
2510515	9449428.74	624601.22	23.68	VE 1	3)											
2510521	9449093.69	625875.59	27.73	VE 1	1)											
2510522	9450978.33	625790.84	60.16	VE 1	2)											
3010015	9450979.79	619392.74	16.75	HO 1	7)											
3010016	9451039.16	619937.60	16.43	PS 1	7)											
3010017	9449553.75	619368.47	18.44	PU 2	6)	-.0	.3	.1	7)	.0	-.3	-.1				
3010018	9449656.26	620114.47	18.14	PU 2	6)	-.0	-.0	.1	7)	.0	.0	-.1				
3010019	9448121.20	619398.79	18.57	HV 1	6)											
3010020	9448240.41	619955.26	17.11	PS 1	6)											
3010037	9447976.61	621967.27	19.35	HO 2	3)	-.2	.0	-.1	6)	.2	-.0	.1				
3010038	9448276.80	621929.09	16.54	PU 2	3)	.0	-.2	-.1	6)	-.0	.2	.1				
3010039	9449167.19	621968.04	17.62	PU 3	3)	.1	.3	-.2	4)	-.1	.1	.1	6)	-.0	-.4	-.4
3010040	9449635.37	621964.92	17.72	PU 4	2)	-.1	.3	-.2	4)	-.1	-.2	-.0	6)	-.1	.1	-.2
3010041	9450409.38	621692.63	18.47	PU 3	4)	-.1	-.2	-.1	5)	-.0	-.1	-.4	7)	.0	-.1	.3
3010042	9451032.95	621855.16	17.49	HV 2	5)	-.0	-.1	.1	7)	-.0	.1	-.1				
3010043	9451792.26	621749.54	17.17	VE 1	5)											
3010045	9451808.87	624538.62	24.41	HO 2	2)	.1	-.0	-.1	5)	-.1	.1	.1				
3010046	9451611.70	624595.21	30.93	PU 2	2)	.0	.1	-.1	5)	-.0	-.1	.1				
3010047	9450695.30	624533.25	27.60	PU 3	2)	-.1	.1	-.0	4)	-.0	.0	.6	5)	.2	-.1	.8
3010048	9450424.11	624463.20	26.38	PU 4	1)	.2	.1	-.2	2)	-.1	-.4	-.0	4)	-.1	.3	-.2
3010049	9449395.32	624656.04	23.49	PU 3	1)	3.8	-80.9	-.5	3)	-.2	.1	-.0	4)	.2	-.1	1.1
3010050	9449060.12	624769.19	20.93	PU 2	1)	-.2	.1	-.1	3)	.2	-.1	.1				
3010051	9448276.61	624608.02	25.80	HV 1	3)											
3010069	9448808.85	626909.05	35.42	HO 1	1)											
3010070	9449157.34	626566.19	31.05	PS 1	1)											
3010071	9450205.92	627205.52	44.44	PU 2	1)	-.1	.1	-.2	2)	.1	-.1	.2				
3010072	9450477.91	626454.58	38.73	PU 2	1)	-.1	-.1	-.0	2)	.1	-.1	.0				
3010073	9451293.77	627202.11	40.28	HV 1	2)											
3810231	9450423.20	622228.00	11.65	PS 1	5)											
3810232	9451865.16	623063.26	11.65	PS 1	5)											
3812401	9449254.80	619208.22	12.97	PS 1	6)											
3812402	9449376.33	621746.35	11.54	PS 1	6)											
9124186	9448175.28	620651.38	2437.18	CP 1	6)											

COMPUTAÇÃO E PLANEJAMENTO S.A. - COMPLASA
 AV ALM FRONTIN, 381 - RIO DE JANEIRO (RJ) - TEL 260-1944

9124187 9449538.43 620589.39 2436.22 CP 2 6) .0 -.5 .2 7) -.0 .5 -.2

9124188 9450968.11 620526.32 2437.27 CP 1 7)

0:52 PR MED. 7 MAY 1980

Quadro nº 13

EXEMPLO Nº 02

COMPOSIÇÃO DAS LISTAGENS DE DOIS PROCESSAMENTOS DO MESMO EXEMPLO

COMPUTAÇÃO E PLANEJAMENTO S.A. - COMPLASA								
AV ALM. FRONTAL 301 - RIO DE JANEIRO (RJ) - TEL.: 200-1044								
AJUSTE PLANIMÉTRICO								
AJUSTE PLANI-ALTIMÉTRICO I								
I	PES,PF	PEGPV	ERG,LPE	ERG,PF	PES,PA	PEGPA	ERG,LPA	ERG,PA 1/3
1	1.000	0.000	.450	235.467	1.000	0.000	.600	301.188
2	2.000	.720	.450	5.694	.002	.960	.600	397.460
3	2.000	.576	.450	2.849	.079	.960	.600	2.433
4	2.000	.432	.450	.184	.158	.768	.600	.386
5	1.000	0.000	.450	.204	1.000	0.000	.600	.069

COMPUTAÇÃO E PLANEJAMENTO S.A. - COMPLASA										COMPLASA		
AV ALM. FRONTAL 301 - RIO DE JANEIRO (RJ) - TEL.: 200-1044										EL: 200-1044		
TESTE AJUSTE DE BLOCO ESCALA DA FOTO 1:15000 AEROFOTO CRUZEIRO S/A										AEROFOTO CRUZEIRO S/A		
APOIO HORIZONTAL E RESÍDUOS												
VER	PDHTO	X	Y	CDNR	DX	DY	CJ	(P.OB.H)	DX	DY	CJ	
..	2017240	9451667.94	625202.54	NO 1	.04	-.05	1	(1.1526)	38.53	-1.96	1	
..	3010015	9451979.76	619392.73	NO 1	-999.80	.04	1	(0.0000)	-181.10	-4.26	1	
..	3010019	9448121.20	619398.69	HV 1	.03	.03	1	(1.1461)	84.68	-105.89	1	
..	3010037	9447976.54	621967.07	NO 2	-.01	-.01	1	(1.1560)	189.86	-157.12	1	
..	3010042	9451032.91	621855.17	HV 2	.02	-.01	1	(1.1562)	62.75	25.98	1	
..	3010045	9451808.89	624538.67	NO 2	-.01	-.05	1	(1.1515)	4.11	-115.60	1	
..	3010051	9448276.65	621608.00	HV 1	-.43	3000.10	1	(0.0000)	-19.37	762.11	1	
..	3010069	9448808.93	626909.02	NO 1	-.09	.07	1	(.9780)	-269.01	-16.28	1	
..	3010073	9451293.75	628202.08	HV 1	.10	-999.84	1	(0.0000)	-37.79	-243.80	1	
APOIO VERTICAL E RESÍDUOS												
VER	PONTO	Z	CDNR	DZ	CJ	(P.OB.V)	DZ	CJ				
..	2017240	39.11	VE 1	-.00	1	(1.2060)	-3.64	1				
..	2017597	27.83	VE 1	-.01	1	(1.2055)	-11.29	1				
..	2017607	40.91	VE 1	-.01	1	(1.1977)	-9.28	1				
..	2017609	41.61	VE 1	.07	1	(1.0931)	4.90	1				
..	2117583	17.59	VE 1	-.01	1	(1.2082)	-1.63	1				
..	2117595	17.90	VE 1	.01	1	(1.2085)	-9.58	1				
..	2217593	17.12	VE 2	-.00	1	(1.2085)	12.05	1				
..	2510503	17.24	VE 1	-.03	1	(1.2063)	-2.71	1				
..	2510505	18.51	VE 1	-.09	1	(.9625)	-1.59	1				
..	2510511	24.00	VE 1	-.04	1	(1.1889)	14.09	1				
..	2510512	19.88	VE 9	.01	1	(1.2037)	11.43	1				
..	2510513	19.15	VE 1	-.00	1	(1.2047)	-10.21	1				
..	2510515	23.59	VE 1	.03	1	(1.1936)	.30	1				
..	2510521	27.73	VE 1	-.04	1	(1.1527)	-18.31	1				
..	2510522	60.06	VE 1	-.03	1	(1.2085)	9.76	1				
X	3010019	18.52	HV 1	.51	1	(.0018)	3.00	1				
..	3010042	17.47	HV 2	-.00	1	(1.1994)	-10.50	1				
..	3010043	17.13	VE 1	-.00	1	(1.2020)	15.97	1				
..	3010051	25.81	HV 1	-.04	1	(0.0000)	3.53	1				
X	3010073	40.27	HV 1	-.17	1	(0.0000)	10.89	1				

MÍNIMOS QUADRADOS COM ESTIMADORES ROBUSTOS

MÍNIMOS QUADRADOS

- Erro de 1000 m introduzido na coordenada "NORTE" do ponto de apoio horizontal 3010015
- Erro de 3000 m introduzido na coordenada "ESTE" do ponto de apoio horizontal 3010051
- Erro de 1000 m introduzido na coordenada "ESTE" do ponto de apoio horizontal 3010073.

EXEMPLO Nº 03



COMPUTAÇÃO E PLANEJAMENTO S.A. - COMPLASA
AV. ALM. FRONTH, 201 - RIO DE JANEIRO (RJ) - TEL: 200-1044

AJUSTE PLANIMETRICO

AJUSTE PLANI-ALTIMETRICO :

I	PES.PF	PEGPF	EMO.LPF	EMO.PF	PES.PA	PEGPA	EMO.LPA	EMO.PA 1/3
1	1.000	0.000	.450	.251	1.000	0.000	.600	.130
2	2.000	.720	.450	.202	1.000	.960	.600	.127
3	1.000	0.000	.450	.207	1.000	0.000	.600	.065
4	1.000	0.000	.450	.195	1.000	0.000	.600	.069



COMPUTAÇÃO E PLANEJAMENTO S.A. - COMPLASA
AV. ALM. FRONTH, 201 - RIO DE JANEIRO (RJ) - TEL: 200-1044

COMPLASA
TEL: 200-1044

TESTE AJUSTE DE BLOCO ESCALA DA FOTO 1:15000 AEROFOTO CRUZEIRO S/A

AEROFOTO CRUZEIRO S/A

APOIO HORIZONTAL E RESIDUOS

VER	PONTO	X	Y	CDNR	DX	DY	CJ	(P.OB.H)	DX	DY	CJ
..	3010015	9450979.76	619392.73	MO 1	.04	-.02	1	(1.0181)	.12	-.09	1
..	3010019	9448121.20	619398.69	HV 1	.03	.06	1	(1.0081)	.07	-.03	1
..	3010037	9447976.54	621967.07	MO 2	.02	.02	1	(1.0189)	.08	-.05	1
R.	3010042	9451033.91	621855.17	HV 2	-.87	-.04	1	(0.0000)	-.22	-.00	1
..	3010045	9451808.69	624538.67	MO 2	-.01	-.04	1	(1.0146)	.05	-.01	1
..	3010051	9448276.65	624608.00	HV 1	-.09	.02	1	(.9623)	-.05	-.04	1
..	3010069	9448808.93	626909.02	MO 1	-.06	.02	1	(.9935)	-.07	-.01	1
..	3010073	9451293.75	627207.08	HV 1	.04	.01	1	(1.0185)	.01	.03	1

APOIO VERTICAL E RESIDUOS

VER	PONTO	Z	CDNR	DZ	CJ	(P.OB.V)	DZ	CJ
.	2017240	39.11	VE 1	-.02	1	(1.0293)	.01	1
.	2017397	27.83	VE 1	-.02	1	(1.0296)	.01	1
.	2017607	40.91	VE 1	-.04	1	(.9978)	-.02	1
.	2017609	41.41	VE 1	.04	1	(.9970)	-.06	1
.	2117583	17.59	VE 1	-.04	1	(.9966)	-.04	1
.	2117595	17.90	VE 1	-.04	1	(1.0076)	-.04	1
.	2217593	17.12	VE 2	-.05	1	(.9947)	-.01	1
.	2510503	17.26	VE 1	-.03	1	(1.0292)	-.04	1
.	2510505	18.51	VE 1	.00	1	(1.0295)	-.02	1
X	2510511	24.00	VE 1	-.27	1	(.0002)	-.15	1
.	2510512	19.88	VE 1	-.00	1	(1.0293)	-.04	1
.	2510513	19.15	VE 1	.03	1	(1.0294)	-.01	1
.	2510515	23.59	VE 1	.04	1	(1.0230)	-.06	1
X	2510521	27.73	VE 1	-.17	1	(.0028)	-.14	1
.	2510522	60.06	VE 1	-.05	1	(.9735)	-.02	1
.	3010019	18.52	HV 1	.06	1	(.9507)	.08	1
.	3010042	17.47	HV 2	.08	1	(0.0000)	.04	1
.	3010043	17.13	VE 1	.03	1	(1.0292)	-.01	1
X	3010051	24.81	HV 1	.78	1	(0.0000)	-.19	1
.	3010073	40.27	HV 1	-.04	1	(1.0093)	-.04	1

MÍNIMOS QUADRADOS COM ESTIMADORES ROBUSTOS

MÍNIMOS QUADRADOS

- Erro de 1 m introduzido na coordenada "NORTE" do ponto de apoio horizontal 3010042
- Erro de 1 m introduzido na "ALTITUDE" do ponto de apoio vertical 3010051

OBS.: NO AJUSTE SOMENTE POR MÍNIMOS QUADRADOS OS ERROS INTRODUZIDOS FICAM PRATICAMENTE DILUÍDOS.

