

MARCONI ANTÃO DOS SANTOS

**COMPARAÇÃO ENTRE O MODELO DE
CONRADY-BROWN E ORTOGONAL PARA
CALIBRAÇÃO DE CÂMARAS SEMI-MÉTRICAS**

Dissertação apresentada como requisito
parcial à obtenção do grau de Mestre.
Curso de Pós-Graduação em Ciências Geo-
désicas, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Quintino Dalmolin

Co-Orientador: Prof. MsC Francisco Jaime Bezerra Mendonça

RECIFE
1996

COMPARAÇÃO ENTRE O MODELO DE CONRADY-BROWN E
ORTOGONAL PARA CALIBRAÇÃO DE CÂMERA
SEMI-MÉTRICA

POR

MARCONI ANTÃO DOS SANTOS

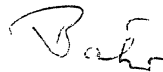
Dissertação aprovada como requisito parcial do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:



Prof. Dr. Quintino Dalmolin - Orientador



Prof. Dr. Tarcísio Ferreira Silva - Membro



Prof. Dr. Hans-Peter Bähr - Membro

a Maria José dos Santos

AGRADECIMENTOS

O autor externa seus agradecimentos às seguintes pessoas e instituições:

- À CAPES, pela bolsa de estudo concedida durante o período de realização do curso;
- Ao Prof. Dr. Quintino Dalmolin, da UFPR, pelo apoio e orientação indispensáveis ao desenvolvimento desta dissertação;
- Ao Prof. Msc. Francisco Jaime B. Mendonça, do Departamento de Engenharia Cartográfica da UFPE, pela co-orientação e acompanhamento durante todas etapas deste trabalho;
- Ao Departamento de Engenharia Cartográfica da UFPE, pela infra-estrutura e cessão dos equipamentos, laboratórios e instalações, sem os quais seria impossível o desenvolvimento deste trabalho e
- A Dra. Nilza, Maciel Andrade e Carlos Pessoa pela apoio no momento certo.

SUMÁRIO

SUMÁRIO	I
LISTA DE FIGURAS	III
LISTA DE TABELAS	IV
RESUMO	V
ABSTRACT	VI
1. INTRODUÇÃO	1
2. CALIBRAÇÃO DE CÂMERAS	3
2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS	3
2.2 CONCEITO DE CALIBRAÇÃO	4
2.3 HISTÓRICO	4
2.4 PARÂMETROS DE CALIBRAÇÃO	5
2.4.1 Parâmetros da Orientação Interna	6
2.4.2 Parâmetros da Distorção Ótica	7
2.4.2.1 Distorção Radial Simétrica	8
2.4.2.2 Distorção Descentrada	9
2.4.3 Parâmetros de Deformação do Filme	9
2.4.4 Parâmetros da Refração Fotogramétrica	10
2.5 TIPOS DE CALIBRAÇÃO	11
2.5.1 Pré-calibração	11
2.5.2 Calibração de Campo “on-the-job”	11
2.5.3 Auto-calibração	12
2.6 MÉTODOS DE CALIBRAÇÃO	12
2.6.1 Câmeras Convergentes	13
2.6.2 O Método Quasi-convergente	14
2.6.3 O Método da “Plumbline”	14
2.6.4 O Método Estelar	15
3. MODELOS MATEMÁTICOS	16
3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS	16
3.1.1 Sistemas de Coordenadas da Fotogrametria Analítica	16
3.1.2 Sistema de Coordenadas do Espaço Objeto	17
3.1.3 Sistema de Coordenadas Fiducial	17
3.1.4 Sistema de Coordenadas Fotogramétrico	17
3.2 EQUAÇÃO DE COLINEARIDADE	18
3.3 MODELO CONRADY-BROWN	20
3.4 MODELO ORTOGONAL	21
4. METODOLOGIA DA REALIZAÇÃO DO CAMPO DE TESTE	28
4.1 GENERALIDADES	28
4.2 PAREDE SINALIZADA	28
4.3 TIPO E TAMANHO DO SINAL	30
4.4 DETERMINAÇÃO DAS COORDENADAS TRIDIMENSIONAIS	30
4.4.1 Obtenção das Fotografias	31
4.4.2 Obtenção das Coordenadas Fiduciais	32
4.4.3 Fototriangulação	33

5.	EXPERIMENTOS	40
	5.1 OBTENÇÃO DAS FOTOGRAFIAS	41
	5.2 TIPOS DE CONTROLE	42
	5.3 COMPARAÇÃO ENTRE MODELOS	43
6.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	46
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
	ANEXOS	
	A. DESENHO DOS VETORES DE DISCREPÂNCIA ENTRE OS PONTOS FOTOTRIANGULADOS E OS PONTOS CONSIDERADOS PADRÃO	53
	B. PROGRAMAS UTILIZADOS NA DISSERTAÇÃO	70

LISTA DE FIGURAS

1.	DISTÂNCIA FOCAL E CENTRO PERSPECTIVO	7
2.	DESVIO SOFRIDO PELO RAIOS DE LUZ	7
3.	ESQUEMA SIMPLIFICADO DO ÂNGULO DE REFRAÇÃO FOTOGRAFOMÉTRICA	10
4.	TOMADA FOTOGRÁFICA COM CÂMERAS CONVERGENTES	13
5.	FOTOGRAFIA QUASI-CONVERGENTE	14
6.	SISTEMAS DE COORDENADAS	16
7.	EQUAÇÃO DE COLINEARIDADE	18
8.	VARIÁVEIS	22
9.	PADRÃO DE SINALIZAÇÃO DISPOSTO NA PAREDE	29
10.	SINAL (Sem escala)	30
11.	DIFERENTES TOMADA FOTOGRÁFICA PARA REALIZAÇÃO DO CAMPO DE TESTE	32
12.	DISTRIBUIÇÃO DAS INJUNÇÕES DE DISTÂNCIA	34
13.	SISTEMA DE COORD. DO ESPAÇO OBJETO NO EXPERIMENTO	35
14.	TOMADA DE FOTOGRAFIA PARA COMPARAÇÃO DOS MODELOS	42
15.	TIPOS DE CONTROLE	
	(a) ESPARSO	42
	(b) MÉDIO	43
	(c) DENSO	43

LISTA DE TABELAS

1.	COORDENADA DOS PONTOS DEFINIDORES DO SISTEMA DO ESPAÇO OBJETO COMO INJUNÇÃO MÍNIMA	35
2.	COORDENADAS TRIDIMENSIONAIS DA FOTOTRIANGULAÇÃO	36
3.	DESVIO PADRÃO MÉDIO, MÁXIMO E MÍNIMO DO CAMPO DE TESTE	39
4.	RESULTADO DO TESTE COM 3 TOMADAS FOTOGRÁFICAS	44
5.	RESULTADO DO TESTE COM 5 TOMADAS FOTOGRÁFICAS	44
6.	RESULTADO DO TESTE DE RECOBRIMENTO LONGITUDINAL DE 60% (F03 E F04)	44
7.	RESULTADO COM O NÚMERO MÍNIMO DE PONTOS DE CONTROLE PRÓXIMO AO NÚMERO DE PARÂMETROS DE CALIBRAÇÃO E ORIENTAÇÃO DAS CÂMERAS (4HV E 1V COM 5 FOTOS)	45

RESUMO

Neste trabalho comparou-se os modelos Conrady-Brown e Ortogonal na recuperação dos parâmetros de calibração de Câmeras semi-métricas. Para tanto, foi necessário construir um campo de pontos com características particulares para a realização dos testes. Os resultados bem como a análise do melhor método são apresentados como conclusão.

ABSTRACT

In this work we compared the Conrady-Brown and Ortogonal models to obtain the calibrations's paraameters of non-metric camera. To do this, make necessary to construct the points field with special characteristics to realize the tests. The results as well as the analyse of the better method will show in the conclusion

1 INTRODUÇÃO

O crescente avanço tecnológico na área da informática, permitiu a utilização dos métodos analíticos nos trabalhos fotogramétricos possibilitando, com isso, que as câmeras semi-métricas e não métricas (Capítulo 2) viessem a ser utilizadas nos mesmos, principalmente à curta distância.

Devido a instabilidade dos parâmetros de orientação interior - distância focal e ponto principal (item 2.4.1) - e ausência do mecanismo de planificação do filme nas câmeras semi-métricas e não métricas, ocorrem distorções e deformações nas informações geométricas registradas - posição dos pontos no espaço imagem -, tornando-se necessária a determinação de parâmetros, os quais modelam esses fenômenos de distorção, capazes de transformá-las em instrumentos de medição precisa e de baixo custo.

Para recuperação ou estabelecimento desses parâmetros faz-se uso da calibração, ou seja, utiliza-se de funções matemáticas que modelam os fenômenos citados à realidade física. O objetivo deste trabalho é: confeccionar um campo de teste e comparar o modelo matemático de calibração de CONRADY-BROWN (item 3.3) com o modelo ORTOGONAL exposto no item 3.4.

Em vista disso o Capítulo 2 discorre sobre calibração, envolvendo os seus parâmetros, seus tipos e métodos. No Capítulo 3 apresentamos os modelos matemáticos envolvidos no processo de calibração, dando ênfase ao desenvolvimento do modelo ORTOGONAL. Após esta etapa incorporou-se os parâmetros desse modelo ao programa TESEJ (modelo matemático de calibração CONRADY-BROWN) do Prof. PhD. José Bittencourt de Andrade, disponível no Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas da Universidade Federal do Paraná, obtendo o programa TESEM (modelo matemático de calibração ORTOGONAL),

trata-se portanto de uma adaptação do modelo funcional utilizado no programa original para o modelo a ser verificado.

No Capítulo 4 é apresentado a realização do campo de teste, envolvendo a escolha do campo, consideração sobre a sinalização dos pontos e a determinação das coordenadas tridimensionais dos pontos do espaço objeto.

Depois da definição do campo de pontos tridimensionais, passamos a verificar os modelos funcionais em questão (Capítulo 5), onde se utilizou diferentes tipos de configuração de controle, comparando as discrepâncias das coordenadas obtidas pelos diferentes modelos matemáticos de calibração. No Capítulo 6 são apresentadas algumas recomendações e sugestões para futura utilização desta metodologia.

2 CALIBRAÇÃO DE CÂMERAS

2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A câmera fotogramétrica é um dos equipamentos de mais alta relevância para a fotogrametria. As câmeras destinadas ao levantamento de informações com o propósito de mapeamento são ditas métricas, projetadas com características especiais. No caso das câmeras métricas, elas apresentam geometria interna estável, lentes com baixa distorção, alto poder resolutivo e mecanismo de planificação do filme, além de marcas que referenciam o sistema de mensuração na imagem, as chamadas marcas fiduciais.

Entretanto, outros tipos de câmeras vêm sendo usadas na fotogrametria, para vários propósitos, tais como: aplicações na cartografia dos monumentos históricos, controle de estruturas de engenharia, atualização de plantas topográficas, etc. Entre elas podemos citar, as semi-métricas, que apesar de não apresentar as mesmas condições acima citadas, possuem outras vantagens como: disponibilidade, facilidade no manuseio, baixo custo, serem portáteis e terem flexibilidade de foco.

Segundo KARARA(1980) as principais desvantagens destas câmeras sobre as métricas são:

- a) as lentes apresentam distorções irregulares e maiores;
- b) apresentarem instabilidade na orientação interior;
- c) não disporem de marcas fiduciais;
- d) serem desprovidas de níveis e limbos graduados que auxiliem à orientação e
- e) não disporem de dispositivo para planificação do filme.

Os itens "a", "b" e "d" podem ser compensados através do uso de um modelo matemático adequado. O item "c" pode ter o sistema fiducial materializado pelo "reseau" adaptado à câmera, enquanto que o item "e" é contornado quando se transforma as coordenadas de máquina para o sistema fiducial através do uso do "reseau".

2.2 CONCEITO DE CALIBRAÇÃO

Para EISENHART (1963), calibrar uma câmera é uma forma refinada de medir. O conceito de calibração envolve diretamente a operação de medição. No processo de medição deve-se obter uma estabilidade estatística, ou seja, um desvio padrão medido dentro de um controle estatístico.

Na fotogrametria, a calibração, tem por finalidade a determinação das características individuais de uma câmera MITISHITA (1990). Segundo TOMMASELLI (1991), calibrar significa encontrar um conjunto de parâmetros que definirão a geometria interna da câmera e o relacionamento do referencial imagem com o referencial do objeto.

2.3 HISTÓRICO

A primeira calibração de câmera aconteceu no ano de 1930 usando técnicas visuais. Lá utilizaram-se teodolitos ou goniômetro em conjunto com uma escala calibrada ou uma grade presa ao plano focal da câmera. Os métodos visuais foram utilizados de forma unívoca até 1950, quando passaram a ser substituídos por técnicas fotográficas mais realistas, ou seja, a calibração passou a ser obtida em condições bem próximas àquelas de funcionamento efetivo da câmera.

No período de 1937 à 1944 WASHER, e CASE desenvolveram um campo de teste e um calibrador preciso no National Bureau of Standards. Esse pequeno calibrador era composto de dois conjuntos perpendiculares de colimadores, vindo a tornar-se o modelo básico para os modernos equipamento de calibração em laboratório.

Em 1950 no Fairchild Camera and Instrument foi criado o primeiro laboratório de calibração o qual esteve em funcionamento durante três décadas. WASHER publicou inúmeros trabalhos em que examina todos os métodos de calibração de laboratório - goniômetros, colimadores e multicolimadores -, comparando suas precisões.

MERRIT (1948-1952) no U.S. Naval Photographic Interpretation Center desenvolveu o método estelar e de campo. As técnicas de calibração estelar foram aprimoradas por SCHMID (1953), ROSENFELD e BROWN (1953). Na calibração com método de campo, HALLERT (1957) utilizou os chamados método "Tall Tower" e "Ice Field Methods", e também SALMENPERA (1972), MERCHANT (1974) com "Method of Mixed Ranges".

Na fotogrametria à curta distância várias técnicas de calibração foram desenvolvidas, desde a de alta precisão até um simples teste geométrico. Entretanto para o tipo de câmera usado na fotogrametria a curta distância os métodos de laboratórios envolvendo: goniômetros, colimadores e multicolimadores não são recomendados, visto que, as câmeras são focadas para distâncias finitas.

2.4 PARÂMETROS DE CALIBRAÇÃO

Devido ao trabalho do filme, a distorção ótica e a refração fotogramétrica, a equação de colinearidade (item 3.2) não reflete a realidade geométrica, havendo a necessidade do uso de um modelo que minimize estas influências.

A necessidade de calibrar será função do quanto é importante aproximar o modelo teórico do modelo real, levando em consideração a precisão requerida, a economia do apoio de campo e o esforço computacional.

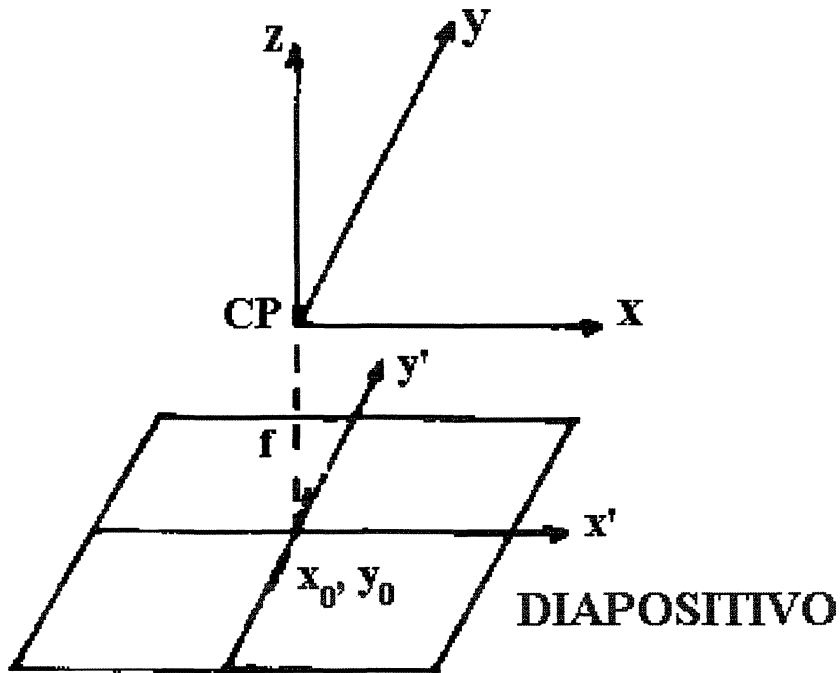
A importância da calibração para câmeras métricas ou semi-métricas deve-se ao fato de que mesmo ao ser efetuada pelo fabricante é realizada em condições ambientais controladas (temperatura, pressão, luminosidade) bem diferentes das quais os levantamentos são executados. Além do mais, o uso da câmera faz com que ocorra modificações nas suas constantes de calibração ao longo do tempo, tornando-se necessário uma reavaliação periódica das constantes internas da câmera, tais como: distância focal, distorções das lentes e descentragem do sistema ótico.

2.4.1 Parâmetro da Orientação Interna

A orientação interna estabelece a relação entre o plano imagem e o centro perspectivo interno para recuperar o feixe luminoso que gerou a fotografia. Esta relação é estabelecida através da localização do ponto principal no plano da imagem (x_0, y_0) e a constante da câmera (f).

Para efetuar medidas confiáveis na imagem, é necessário definir um sistema de coordenadas que possa descrevê-las e referenciá-las aos espaços envolvidos. O sistema de coordenadas em que a origem é o centro fiducial, é universalmente aceito e será definido no item 3.1.3.

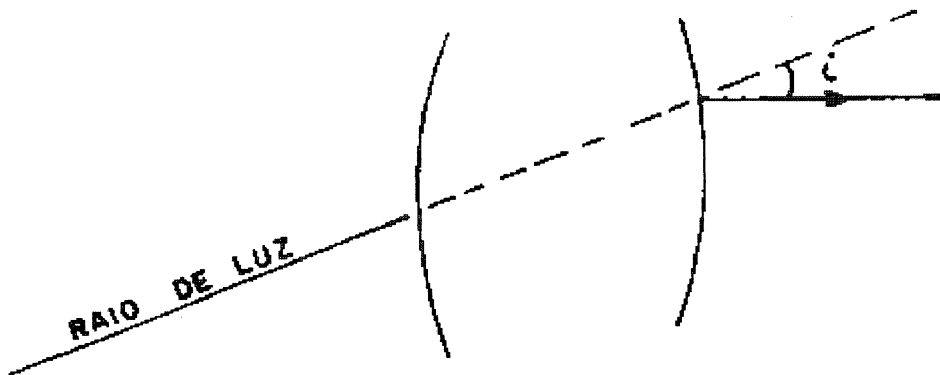
FIGURA 01: DISTÂNCIA FOCAL E CENTRO PERSPECTIVO



2.4.2 Parâmetros da Distorção Ótica

Nome dado ao desvio (i) que um raio de luz sofre ao passar por um sistema de lentes.

FIGURA 02: DESVIO SOFRIDO PELO RAIOS DE LUZ.



SISTEMA DE LENTES

As distorções de um sistema de lentes são ocasionadas, basicamente por falhas mecânicas na fabricação e montagem do sistema. Tais falhas são devidas:

- a) impossibilidade prática de polimento de uma lente numa superfície ideal (Parabolóide de Revolução). Na prática o resultado do polimento aproxima-se de uma superfície esférica. SEIDEL, definiu cinco aberrações: aberração esférica, coma, astigmatismo, curvatura de campo e distorção radial simétrica. As quatro primeiras dizem respeito a qualidade visual da imagem, sendo a quinta, de nosso interesse, visto que tem como causa o deslocamento na imagem e
- b) impossibilidade prática do fabricante alinhar perfeitamente os eixos óticos das várias lentes que compõem um sistema. A distorção fornecida por esta falha é conhecida por distorção descentrada. Segundo BROWN(1966) esta distorção tem caráter radial e simétrico.

Tendo em mente o caráter apenas de revisão, apresentaremos a seguir os modelos matemáticos, sem contudo entrar no mérito da discussão ou demonstração.

2.4.2.1 Distorção Radial Simétrica

A distorção radial simétrica teve seu modelo estabelecido por CONRADY(1919), através do seguinte polinômio;

$$\begin{aligned}\delta_x &= (K_1 r^2 + K_2 r^4 + K_3 r^6 + \dots) (x - x_0) \\ \delta_y &= (K_1 r^2 + K_2 r^4 + K_3 r^6 + \dots) (y - y_0)\end{aligned}\tag{01}$$

onde: δ_x , δ_y são as componentes do deslocamento do ponto qualquer de coordenada (x,y) .

r é a distância do ponto (x,y) ao ponto principal da foto de coordenada (x_0,y_0) .

K_1, K_2, K_3, \dots são os parâmetros do polinômio, recuperados na calibração.

2.4.2.2 Distorção Descentrada

O modelo matemático adotado atualmente foi apresentado por CONRADY(1919) e modificado por BROWN (1966), com as seguintes expressões:

$$\begin{aligned}\delta_{x1} &= [P_1 (r^2 + 2x^2) + 2P_2 xy](1 + P_3 r^2 + \dots) \\ \delta_{y1} &= [2P_1 xy + P_2 (r^2 + 2y^2)](1 + P_3 r^2 + \dots)\end{aligned}\tag{02}$$

onde: δ_{x1} , δ_{y1} são os componentes do deslocamento do ponto qualquer de coordenada (x, y).

r é a distância do ponto (x,y) ao ponto principal da foto de coordenada (x_0, y_0) .

P_1 , P_2 , P_3 são os parâmetros recuperados na calibração.

2.4.3 Parâmetros de Deformação do Filme

Diversas fontes contribuem para a deformação do filme tais como:

- a) variação de temperatura;
- b) variação de umidade;
- c) variação de tensão;
- d) tempo de armazenamento;
- e) tipo de revelação do negativo e obtenção do diapositivo e
- f) irregularidade no material da base do filme.

As duas primeiras fontes relacionam-se com a variação que ocorre numa tomada fotográfica, a terceira diz respeito ao problema causado com o funcionamento da planificação do filme e os demais fatores dependem do tempo e manuseio do filme.

Para calcular os parâmetros de deformações do filme, utilizou-se nesta pesquisa a transformação afim geral no plano, cuja fórmula é:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e \\ f \end{bmatrix} \quad (03)$$

onde: $[x \ y]^T$ são as coordenadas medidas no comparador.

$[x' \ y']^T$ são as coordenadas fiduciais fornecidas pelo fabricante da câmera.

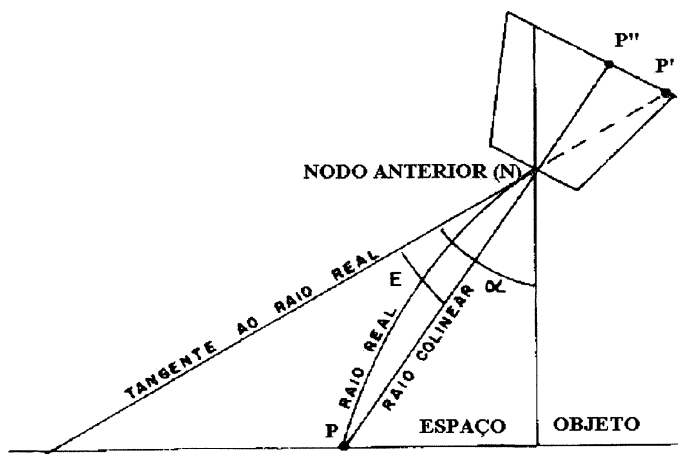
a, b, c, d: são os parâmetros escalares de rotação, escalas, excentricidade e não ortogonalidade dos eixos e

e, f: são os parâmetros de translação.

2.4.4 Parâmetro da Refração Fotogramétrica

Um raio de luz emanado do ponto P no espaço objeto sofre uma curvatura até atingir o nodo anterior (N) e emulciona o filme no ponto P'. A tangente a esta curva no ponto N forma com o raio colinear teórico (PNP'') um ângulo (E) conhecido como ângulo de refração.

FIGURA 03: ESQUEMA SIMPLIFICADO DO ÂNGULO DE REFRAÇÃO FOTOGAMÉTRICA.



Na fotogrametria a curta distância a refração fotogramétrica é desprezada devido a proximidade da câmera com o objeto.

2.5 TIPOS DE CALIBRAÇÃO

2.5.1 Pré-calibração

É uma calibração usada principalmente em câmeras métricas que têm uma rígida estabilidade interior. Nesse tipo de calibração é usual empregar os métodos de laboratório, usando goniômetros, colimadores e multicolimadores. Entretanto, SEWELL (1949), HALLERT (1957) utilizaram campo de testes dentro e fora de laboratório, procurando aproximarem-se das condições em que os levantamentos são executados.

2.5.2 Calibração de Campo "on-the-job"

Esse tipo de calibração teve seu rápido desenvolvimento devido ao crescente emprego de câmeras semi-métricas. Tal calibração exige um conhecimento antecipado do espaço objeto. A quantidade de pontos do espaço objeto e sua qualidade tem influência direta na medida e nos parâmetros de calibração.

Os primeiros trabalhos foram apresentados por HALLERT (1960), HARLEY (1966), JACOBI (1968). Nesses trabalhos, não eram considerados os parâmetros de distorção ótica. Contudo, DÖHLER (1971), BROWN (1971), ABDEL-AZIZ (1971), KARARA (1971), FAIG (1971) e MONIWA (1972) desenvolveram modelos que levam em consideração os parâmetros de distorção ótica.

2.5.3 Auto-calibração

É o tipo de calibração que atende com maior fidelidade aos modernos conceitos de EISENHART (1963). Os parâmetros de calibração são obtido em condições próxima da realidade, e sua confiabilidade é obtida através da matriz variância-covariância do ajustamento analítico.

Essa calibração se utiliza de vários procedimentos, entre eles:

- a) bloco invariante: onde se admite que a câmera é estável durante a cobertura fotogramétrica;
- b) faixa invariante: considera-se os parâmetros constantes para uma faixa do bloco fotogramétrico (EBNER, 1976) e
- c) foto variante: quando o conjunto de parâmetros é determinado para cada exposição.

2.6 MÉTODOS DE CALIBRAÇÃO

Os métodos empregados são usualmente os de campo, onde são recuperados os parâmetros de calibração e as coordenadas desejadas simultaneamente.

Dentre os métodos conhecidos, temos:

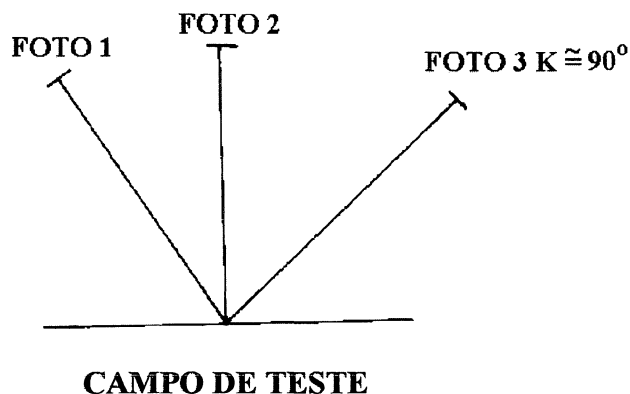
- a) Câmeras convergentes;
- b) Quasi-convergente;
- c) Método "Plumbline" e
- d) Método estelar.

2.6.1 Câmeras Convergentes

Este método foi desenvolvido por BROWN, na calibração da câmera terrestre HASSELBLAD-500 utilizada na missão da Apolo-14 na década de 60.

O princípio desse método é o emprego de fotografias convergentes para quebrar a correlação existente entre os elementos de orientação interna (x_0, y_0, f) e os de orientação externa (X_0, Y_0, Z_0), porém a instabilidade não fica resolvida e. Para isso, deve-se incorporar no conjunto de fotografias, uma exposição com ângulo de rotação K (kappa) nominalmente ortogonal.

FIGURA 04: TOMADA FOTOGRÁFICA COM CÂMERAS CONVERGENTES.



Para o ajustamento é necessário e suficiente fixar arbitrariamente apenas uma estação de exposição e as demais fotografias encarregam-se de ajustarem-se ao eixo fixo. Pode-se ainda empregar pontos de apoio para definir o sistema de coordenadas.

Como modelo matemático utiliza a equação de colinearidade, acrescida dos modelos de distorção que serão apresentados posteriormente, sendo previamente efetuada a correção da deformação do filme.

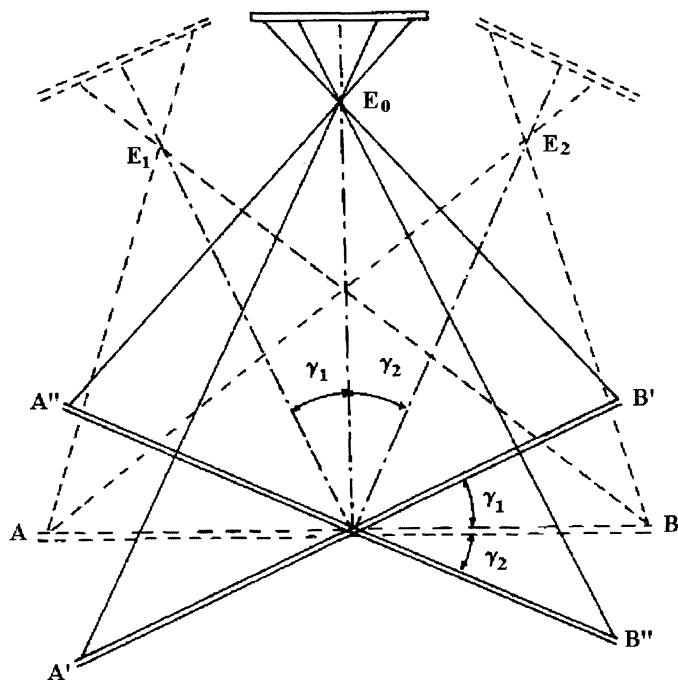
O método é utilizado na maioria dos casos por apresentar bons resultados e é largamente utilizado na calibração de câmera - MENDONÇA (1984) e SILVA (1983) -.

2.6.2 O Método Quasi-convergente

Este método, empregado por MONIWA (1972) exclusivamente para calibração de câmeras não-métricas, descrito da seguinte forma:

"Consiste de um suporte para a câmera e um campo de teste que pode rotacionar com relação a câmera fixa para sucessivas fotografias, criando assim fotos convergentes fig. 5. O resultado são pares de fotografias que produzem um modelo estéreo como se o objeto A-B fosse fotografado de duas posições imaginárias E_1 e E_2 ".

FIGURA 05: FOTOGRAFIA QUASI-CONVERGENTE



2.6.3 O Método da "Plumbline"

Este método, que utiliza a caracterização do espaço objeto a partir de um conjunto de linhas verticais, usa a mesma metodologia de tomadas fotográficas do método 2.6.1. Sendo esse método de longa descrição, indicamos para leitura a bibliografia BROWN (1971).

2.6.4 O Método Estelar

Desenvolvido por MERRIT (1948-1952), este método baseia-se em fotografar o céu estrelado e de posse da ascensão reta (α) e declinação (δ) de estrelas identificáveis no instante da exposição, assim teremos materializado um campo de teste, no qual podemos obter os parâmetros de calibração da câmera.

SCHMID (1953), ROSENFELD (1953) e BROWN (1956), tornaram o método estelar analítico, esse método é um dos mais preciso método de campo

3 MODELOS MATEMÁTICOS

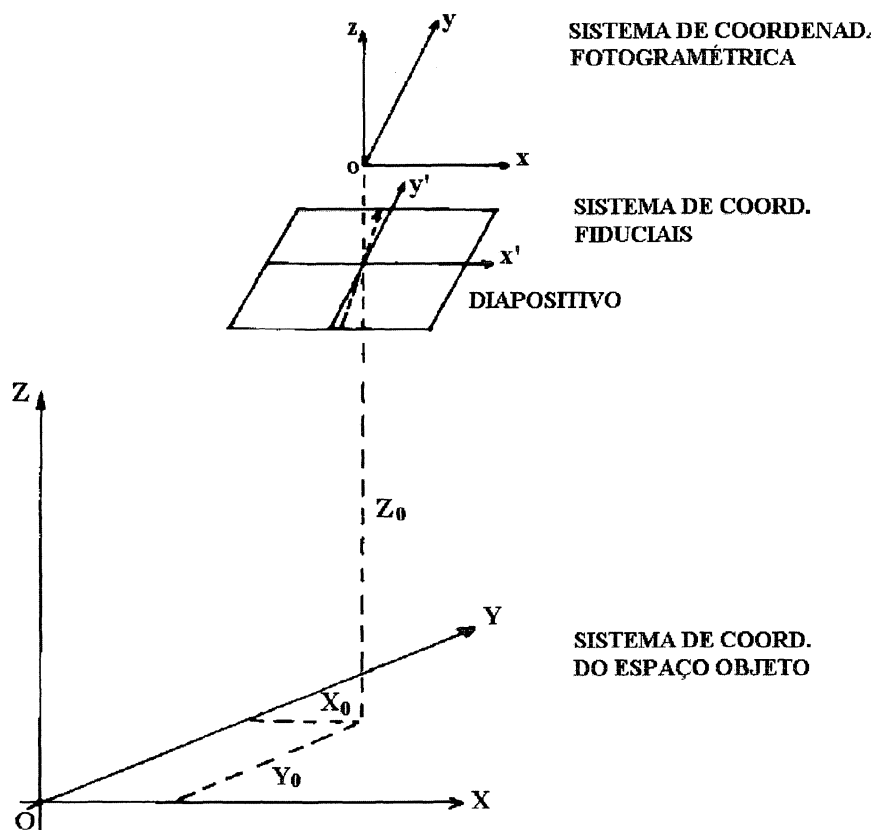
3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Nesse capítulo serão apresentados alguns conceitos básicos sobre sistemas de referências de coordenadas, a equação de colinearidade sem demonstração e os modelos matemáticos funcionais necessários para o desenvolvimento do presente trabalho.

3.1.1 Sistemas de Coordenadas da Fotogrametria Analítica

Partindo-se da FIGURA 06, pode-se definir os sistemas de referência utilizados na fotogrametria analítica.

FIGURA 06: SISTEMAS DE COORDENADAS



3.1.2 Sistema de Coordenadas do Espaço Objeto

O sistema de coordenadas do espaço objeto é definido como sistema cartesiano tri-dimensional, dextrógiro e origem arbitrária cuja finalidade é materializar os pontos (X, Y, Z) do terreno.

3.1.3 Sistema de Coordenadas Fiducial

O sistema de coordenadas fiduciais é o sistema definido pelas marcas fiduciais com origem no centro fiducial, que é a interseção dos segmentos de retas definidos pelas marcas fiduciais opostas. O eixo x' coincide com a linha que une as marcas fiduciais que mais se aproximam da linha de vôo ou eixo da faixa e é positivo do centro para o sentido de vôo (direita da FIGURA 6). O eixo y' é perpendicular ao eixo x' no centro fiducial e jacente ao plano da foto.

3.1.4 Sistema de Coordenadas Fotogramétrico

O sistema de coordenadas fotogramétrico é um sistema cartesiano tri-dimensional, ortonormal, dextrógiro, com origem no centro perspectivo (CP), onde os eixos x e y são paralelos ao sistema fiducial e o eixo z coincide com o eixo ótico da câmera com orientação positiva para o plano do negativo, e negativa para o plano do positivo.

3.2 EQUAÇÃO DE COLINEARIDADE

A equação de colinearidade é o modelo matemático básico da fotogrametria analítica, o qual se baseia na condição de que o ponto objeto, o centro perspectivo e o ponto imagem correspondente pertencem à mesma reta.

Considerando o sistema de coordenadas fotogramétrico, o ponto P de coordenadas (X', Y', Z') no espaço objeto, e o seu homólogo p de coordenadas (x, y, z) no espaço imagem, são colineares entre si.

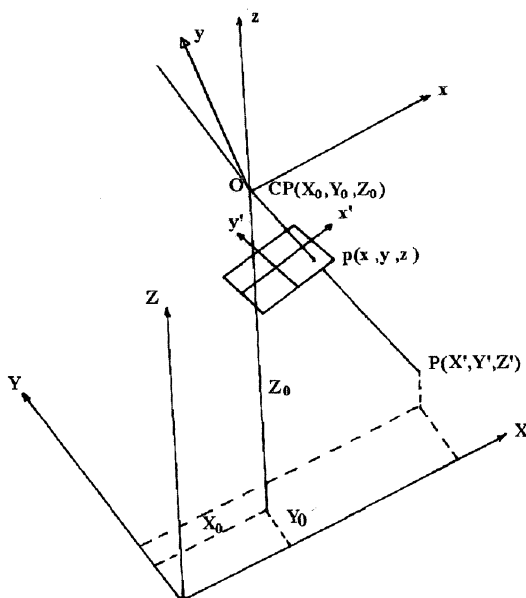
Aplicando a condição de colinearidade:

$$\frac{x}{X'} = \frac{y}{Y'} = \frac{z}{Z'} \quad (04)$$

pode-se escrever:

$$\begin{aligned} x &= z \frac{X'}{Z'} \\ y &= z \frac{Y'}{Z'} \end{aligned} \quad (05)$$

FIGURA 07: EQUAÇÃO DE COLINEARIDADE



As coordenadas fotogramétricas $P(X', Y', Z')$ no espaço objeto tem o inconveniente de não estarem vinculadas a um referencial único, ou seja, considerando as n fotografias obtidas no levantamento teremos n sistemas de coordenadas fotogramétrico. Dessa forma, para que as coordenadas dos pontos do espaço objeto sejam unívocas, adota-se um único sistema local para o espaço objeto (X, Y, Z) exigindo-se, portanto, que os múltiplos sistemas fotogramétricos sejam transformados para o único sistema local.

A transformação das coordenadas dos n sistemas fotogramétricos (X', Y', Z') para o local (X, Y, Z) sem perda de informação geométrica, é feita através da transformação de similaridade (isogonal). As equações matriciais abaixo traduzem as transformações citadas, cujo termos estão descritos logo após a equação 09.

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \lambda 'M \begin{bmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{bmatrix} \quad (06)$$

$$\begin{bmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{bmatrix} = [\lambda 'M^T]^{-1} \begin{bmatrix} X - X_0 \\ Y - Y_0 \\ Z - Z_0 \end{bmatrix} \quad (07)$$

$$\begin{bmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{bmatrix} = \lambda M \begin{bmatrix} X - X_0 \\ Y - Y_0 \\ Z - Z_0 \end{bmatrix} \quad (08)$$

Substituindo a (08) na (05), e levando em consideração que z é a distância focal da câmera calibrada (f) e lembrando que M é a matriz de rotação composta pelo produto matricial $M = R_z(K) R_y(\phi) R_x(\varpi)$, tem-se:

$$x = -f \frac{m_{11}(X - X_0) + m_{12}(Y - Y_0) + m_{13}(Z - Z_0)}{m_{31}(X - X_0) + m_{32}(Y - Y_0) + m_{33}(Z - Z_0)} \quad (09)$$

$$y = -f \frac{m_{21}(X - X_0) + m_{22}(Y - Y_0) + m_{23}(Z - Z_0)}{m_{31}(X - X_0) + m_{32}(Y - Y_0) + m_{33}(Z - Z_0)}$$

onde: $[x,y]^T$ são as coord. fotogramétrica do ponto no espaço imagem;

$[X, Y, Z]^T$ são as coord. do ponto no espaço objeto no sistema local ;

$[X_0, Y_0, Z_0]^T$ são as coord. da estação de exposição;

f é a distância focal calibrada (negativa para o diapositivo);

m_{ij} são os elementos da matriz de rotação M ;

ϖ é a rotação primária no eixo OX ;

ϕ é a rotação secundária no eixo OY e

K é a rotação terciária no eixo OZ .

3.3 MODELO CONRADY-BROWN

O modelo CONRADY-BROWN é o modelo preferido pelos pesquisadores por apresentar resultados satisfatórios na maioria das aplicações fotogramétricas.

O modelo matemático se baseia nas leis físicas que descrevem a trajetória de um raio luminoso. Suas expressões foram inseridas no programa de fototriangulação de autoria do Prof. PhD. José Bittencourt de Andrade pela Prof. Mary Angélica de Azevedo Olivas (1980), em sua Dissertação de Mestrado sobre calibração de câmera. As expressões são:

$$\begin{aligned}
f_X &= x_A - x_0 - \delta_X - \delta_{X1} - f \frac{m_{11}(X - X_0) + m_{12}(Y - Y_0) + m_{13}(Z - Z_0)}{m_{31}(X - X_0) + m_{32}(Y - Y_0) + m_{33}(Z - Z_0)} = 0 \\
f_Y &= y_A - y_0 - \delta_Y - \delta_{Y1} - f \frac{m_{21}(X - X_0) + m_{22}(Y - Y_0) + m_{23}(Z - Z_0)}{m_{31}(X - X_0) + m_{32}(Y - Y_0) + m_{33}(Z - Z_0)} = 0
\end{aligned}
\tag{10}$$

Os elementos que constam nestas equações estão descritos nos itens 2.4.2.1. e 2.4.2.2..

3.4 MODELO ORTOGONAL

No presente trabalho, o modelo a ser comparado com o de CONRADY-BROWN, é baseado em polinômios ortogonais, os quais não apresentam correlação entre seus parâmetros, ROESSEL(1970), MONIWA(1977) e EL-HAKIM(1979). Esta é a principal vantagem deste modelo sobre o da parametrização através do modelo de CONRADY-BROWN.

Os polinômios ortogonais podem ser vistos como um caso especial dos harmônicos esféricos tridimensionais.

$$V(r, \theta, \lambda) = \sum_{n=0}^{\infty} r^n \sum_{m=0}^{\infty} [A_{nm} P_{nm}(\cos\theta) \cos(m\lambda) + B_{nm} P_{nm}(\cos\theta) \sin(m\lambda)] \tag{11}$$

onde: r , θ e λ são representados na FIGURA 8 e:

$$P_{nm} \cos\theta = (\sin^2\theta)^{m/2} \frac{d^m P_n(\cos\theta)}{d\cos\theta^m} \tag{12}$$

é a função associada de Legendre de ordem m e grau n , enquanto P_n são conhecidos como polinômios de Legendre:

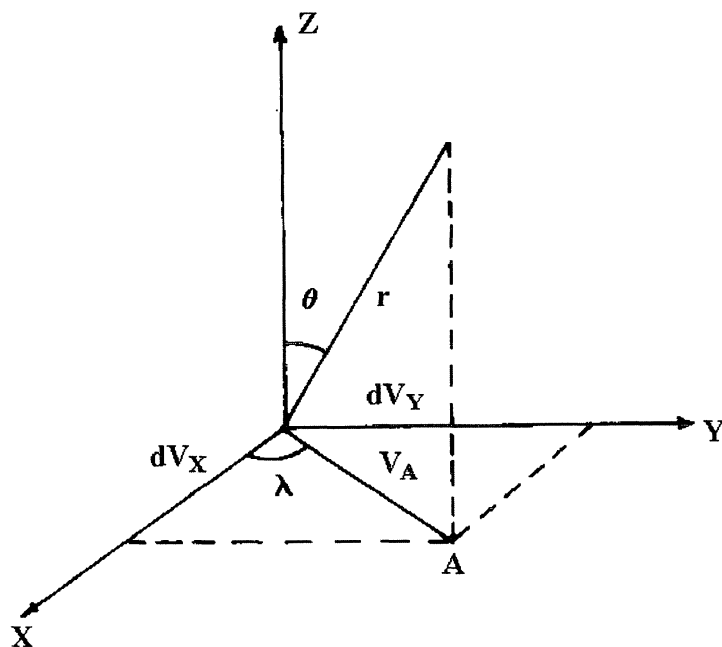
$$P_n(\cos\theta) = \frac{1}{2^n n!} \frac{d^n (\cos^2\theta - 1)^n}{d\cos\theta^n} \tag{13}$$

Sendo o plano XY representativo do plano da fotografia, então $\theta = 90^\circ$ para todos os pontos imagem. Pode-se então escrever a fórmula 11 da seguinte forma:

$$V(r, 90^\circ, \lambda) = A_{00}P_{00}(\cos\theta) + r \left[A_{10}P_{10}(\cos\theta)\cos(0\lambda) + B_{10}P_{10}(\cos\theta)\text{sen}(0\lambda) + \right. \\ \left. A_{11}P_{11}(\cos\theta)\cos\lambda + B_{11}P_{11}(\cos\theta)\text{sen}\lambda \right] \\ + r^2 \left[A_{20}P_{20}(\cos\theta)\cos(0\lambda) + B_{20}P_{20}(\cos\theta)\text{sen}(0\lambda) + \right. \\ \left. A_{21}P_{21}(\cos\theta)\cos\lambda + B_{21}P_{21}(\cos\theta)\text{sen}\lambda + \right. \\ \left. A_{22}P_{22}(\cos\theta)\cos(2\lambda) + B_{22}P_{22}(\cos\theta)\text{sen}(2\lambda) \right] \\ + r^3 \left[A_{30}P_{30}(\cos\theta)\cos(0\lambda) + B_{30}P_{30}(\cos\theta)\text{sen}(0\lambda) + \right. \\ \left. A_{31}P_{31}(\cos\theta)\cos(\lambda) + B_{31}P_{31}(\cos\theta)\text{sen}(\lambda) + \right. \\ \left. A_{32}P_{32}(\cos\theta)\cos(2\lambda) + B_{32}P_{32}(\cos\theta)\text{sen}(2\lambda) + \right. \\ \left. A_{33}P_{33}(\cos\theta)\cos(3\lambda) + B_{33}P_{33}(\cos\theta)\text{sen}(3\lambda) \right]$$

(14)

FIGURA 08: VARIÁVEIS



com:

$$P_{00}(\cos\theta) = 1$$

$$P_{10}(\cos\theta) = \cos\theta$$

$$P_{11}(\cos\theta) = \text{sen}\theta$$

$$P_{20}(\cos\theta) = 3/2(\cos^2\theta - 1/3)$$

$$P_{21}(\cos\theta) = 3\text{sen}\theta\cos\theta$$

$$P_{22}(\cos\theta) = 3\text{sen}^2\theta$$

$$P_{30}(\cos\theta) = 5/2(\cos^3\theta - (3/5)\cos\theta)$$

$$P_{31}(\cos\theta) = 15/2(\text{sen}\theta)(\cos^2\theta - 1/5)$$

$$P_{32}(\cos\theta) = 15\text{sen}^2\theta\cos\theta$$

$$P_{33}(\cos\theta) = 15\text{sen}^3\theta$$

Para $\theta = 90^\circ$, temos;

$$\begin{aligned} V(r, 90^\circ, \lambda) = & A_{00} + r[A_{11}\cos\lambda + B_{11}\text{sen}\lambda] \\ & + r^2[A_{20} + A_{22}\cos(2\lambda) + B_{22}\text{sen}(2\lambda)] \\ & + r^3[A_{31}\cos(\lambda) + B_{31}\text{sen}(\lambda) + A_{33}\cos(3\lambda) + B_{33}\text{sen}(3\lambda)] \end{aligned} \quad (15)$$

com:

$$r = \sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2} \quad \text{e} \quad (16)$$

$$\lambda = \text{arctg} \left[\frac{y - y_0}{x - x_0} \right] \quad (17)$$

Introduzindo as componentes na direção em x e y, dV_x e dV_y , na equação de colinearidade (10), teremos:

$$\begin{aligned} f_x = & x_A - x_0 + dV_x - f \frac{m_{11}(X - X_0) + m_{12}(Y - Y_0) + m_{13}(Z - Z_0)}{m_{31}(X - X_0) + m_{32}(Y - Y_0) + m_{33}(Z - Z_0)} = 0 \\ f_y = & y_A - y_0 + dV_y - f \frac{m_{21}(X - X_0) + m_{22}(Y - Y_0) + m_{23}(Z - Z_0)}{m_{31}(X - X_0) + m_{32}(Y - Y_0) + m_{33}(Z - Z_0)} = 0 \end{aligned} \quad (18)$$

EL-HAKIM (1979), demonstrou que o parâmetro A_{00} devido a correlação com x_0 e y_0 deveria ser alterado. Como a modificação $A_{00}r$ no lugar de A_{00} , mostrou-se satisfatória, a fórmula definitiva se escreve:

$$dV_X = (x - x_0) \left[\begin{array}{l} A_{00} + A_{11}\cos\lambda + B_{11}\text{sen}\lambda + A_{20}r + A_{22}r\cos(2\lambda) + \\ B_{22}r\text{sen}(2\lambda) + A_{31}r^2\cos(\lambda) + B_{31}r^2\text{sen}(\lambda) + \\ A_{33}r^2\cos(3\lambda) + \dots \end{array} \right] \quad (19)$$

$$dV_Y = (y - y_0) \left[\begin{array}{l} A_{00} + A_{11}\cos\lambda + B_{11}\text{sen}\lambda + A_{20}r + A_{22}r\cos(2\lambda) + \\ B_{22}r\text{sen}(2\lambda) + A_{31}r^2\cos(\lambda) + B_{31}r^2\text{sen}(\lambda) + \\ A_{33}r^2\cos(3\lambda) + \dots \end{array} \right] \quad (20)$$

Para a utilização no programa, necessita-se das derivadas das equações (18) com relação aos parâmetros x_0 , y_0 , A_{00} , A_{11} , B_{11} , A_{20} , A_{22} , B_{22} , A_{31} , B_{31} e A_{33} . Assim temos;

$$\frac{\partial \mathcal{F}_X}{\partial x_0} = \left[\begin{array}{l} A_{00} + A_{11}\cos\lambda + B_{11}\text{sen}\lambda + A_{20}r + A_{22}r\cos(2\lambda) + \\ B_{22}r\text{sen}(2\lambda) + A_{31}r^2\cos(\lambda) + B_{31}r^2\text{sen}(\lambda) + A_{33}r^3\cos(3\lambda) + \dots \end{array} \right] +$$

$$(x - x_0) \left[\begin{array}{l} -A_{11}\text{sen}\lambda \frac{(y - y_0)}{r^2} + B_{11}\cos\lambda \frac{(y - y_0)}{r^2} - \\ A_{20} \frac{(x - x_0)}{r} - A_{22}\cos 2\lambda \frac{(x - x_0)}{r} - 2A_{22}\text{sen} 2\lambda \frac{(y - y_0)}{r} - \\ B_{22} \frac{(x - x_0)}{r} \text{sen} 2\lambda + 2B_{22}\cos 2\lambda \frac{(y - y_0)}{r} - \\ 2A_{31}(x - x_0)\cos\lambda - A_{31}\text{sen}\lambda(y - y_0) - 2B_{31}(x - x_0)\text{sen}\lambda + \\ B_{31}\cos\lambda(y - y_0) - 2A_{33}(x - x_0)\cos 3\lambda - 3A_{33}\text{sen} 3\lambda(y - y_0) \end{array} \right] - 1$$

$$\frac{\partial f_x}{\partial y_0} = (x - x_0) \left[\begin{array}{l} A_{11} \text{sen} \lambda \frac{(x - x_0)}{r^2} - B_{11} \text{cos} \lambda \frac{(x - x_0)}{r^2} - \\ A_{20} \frac{(y - y_0)}{r} - A_{22} \text{cos} 2\lambda \frac{(y - y_0)}{r} + 2A_{22} \text{sen} 2\lambda \frac{(x - x_0)}{r} - \\ B_{22} \frac{(x - x_0)}{r} \text{sen} 2\lambda + 2B_{22} \text{cos} 2\lambda \frac{(y - y_0)}{r} - \\ 2A_{31}(x - x_0) \text{cos} \lambda - A_{31} \text{sen} \lambda (y - y_0) - 2B_{31}(x - x_0) \text{sen} \lambda + \\ B_{31} \text{cos} \lambda (y - y_0) - 2A_{33}(x - x_0) \text{cos} 3\lambda - 3A_{33} \text{sen} 3\lambda (y - y_0) \end{array} \right]$$

$$\frac{\partial x}{\partial A_{00}} = (x - x_0)$$

$$\frac{\partial x}{\partial A_{11}} = (x - x_0) \text{cos} \lambda$$

$$\frac{\partial x}{\partial B_{11}} = (x - x_0) \text{sen} \lambda$$

$$\frac{\partial x}{\partial A_{20}} = (x - x_0) r$$

$$\frac{\partial x}{\partial A_{22}} = (x - x_0) r \text{cos} 2\lambda$$

$$\frac{\partial x}{\partial B_{22}} = (x - x_0) r \text{sen} 2\lambda$$

$$\frac{\partial x}{\partial A_{31}} = (x - x_0) r^2 \text{cos} \lambda$$

$$\frac{\partial x}{\partial B_{31}} = (x - x_0) r^2 \text{sen} \lambda$$

$$\frac{\partial x}{\partial A_{33}} = (x - x_0) r^2 \text{cos} 3\lambda$$

(21)

Para f_y , temos:

$$\frac{\partial f_Y}{\partial x_0} = (y - y_0) \left[\begin{array}{l} -A_{11} \text{sen} \lambda \frac{(y - y_0)}{r^2} + B_{11} \text{cos} \lambda \frac{(y - y_0)}{r^2} - \\ A_{20} \frac{(x - x_0)}{r} - A_{22} \text{cos} 2\lambda \frac{(x - x_0)}{r} + 2A_{22} \text{sen} 2\lambda \frac{(y - y_0)}{r} - \\ B_{22} \frac{(x - x_0)}{r} \text{sen} 2\lambda + 2B_{22} \text{cos} 2\lambda \frac{(y - y_0)}{r} - \\ 2A_{31} (x - x_0) \text{cos} \lambda - A_{31} \text{sen} \lambda (y - y_0) - 2B_{31} (x - x_0) \text{sen} \lambda + \\ B_{31} \text{cos} \lambda (y - y_0) - 2A_{33} (x - x_0) \text{cos} 3\lambda - 3A_{33} \text{sen} 3\lambda (y - y_0) \end{array} \right]$$

$$\frac{\partial f_Y}{\partial y_0} = \left[\begin{array}{l} A_{00} + A_{11} \text{cos} \lambda + B_{11} \text{sen} \lambda + A_{20} r + A_{22} r \text{cos}(2\lambda) + \\ B_{22} r \text{sen}(2\lambda) + A_{31} r^2 \text{cos}(\lambda) + B_{31} r^2 \text{sen}(\lambda) + A_{33} r^3 \text{cos}(3\lambda) + \dots \end{array} \right] +$$

$$(y - y_0) \left[\begin{array}{l} A_{11} \text{sen} \lambda \frac{(x - x_0)}{r^2} - B_{11} \text{cos} \lambda \frac{(x - x_0)}{r^2} - \\ A_{20} \frac{(y - y_0)}{r} - A_{22} \text{cos} 2\lambda \frac{(y - y_0)}{r} - 2A_{22} \text{sen} 2\lambda \frac{(x - x_0)}{r} - \\ B_{22} \frac{(y - y_0)}{r} \text{sen} 2\lambda + 2B_{22} \text{cos} 2\lambda \frac{(x - x_0)}{r} - \\ 2A_{31} (y - y_0) \text{cos} \lambda - A_{31} \text{sen} \lambda (y - y_0) - 2B_{31} (y - y_0) \text{sen} \lambda + \\ B_{31} \text{cos} \lambda (x - x_0) - 2A_{33} (y - y_0) \text{cos} 3\lambda + 3A_{33} \text{sen} 3\lambda (x - x_0) \end{array} \right] - 1$$

$$\frac{\partial f_Y}{\partial A_{00}} = (y - y_0)$$

$$\frac{\partial f_Y}{\partial A_{11}} = (y - y_0) \text{cos} \lambda$$

$$\frac{\partial f_Y}{\partial B_{11}} = (y - y_0) \text{sen} \lambda$$

$$\frac{\partial f_Y}{\partial A_{20}} = (y - y_0) r$$

$$\frac{\partial f_Y}{\partial A_{22}} = (y - y_0) r \text{cos} 2\lambda$$

$$\frac{\partial x}{\partial B_{22}} = (y - y_0) r \sin 2\lambda$$

$$\frac{\partial x}{\partial A_{31}} = (y - y_0) r^2 \cos \lambda$$

$$\frac{\partial x}{\partial B_{31}} = (y - y_0) r^2 \sin \lambda$$

$$\frac{\partial x}{\partial A_{33}} = (y - y_0) r^2 \cos 3\lambda$$

(22)

De posse destas expressões matemáticas, procedeu-se as alterações pertinentes ao programa de fototriangulação. As alterações foram efetuadas nas equações que modelam os parâmetros de calibração, que passaram a ser: x_0 , y_0 , f , A_{00} , A_{11} , B_{11} , A_{20} , A_{22} , B_{22} , A_{31} , B_{31} , A_{33} .

4 METODOLOGIA DA REALIZAÇÃO DO CAMPO DE TESTE

4.1 GENERALIDADES

No processo de calibração necessita-se para a recuperação dos parâmetros de calibração de informações relativas ao espaço objeto (coordenadas X, Y e Z) e das suas respectivas precisões. A essas informações denomina-se campo de teste.

No estabelecimento do campo de teste utilizou-se a UMK 10/1318, como equipamento de medição precisa para a obtenção das coordenadas dos pontos do espaço objeto. Na obtenção das fotografias foi escolhido o período final da tarde, em que as condições externas fossem o mais constante possível. No caso de não se dispor da UMK, recomenda-se o uso da interseção a vante, levantdo-se em conta as variáveis externas influentes.

Para testar o modelo de calibração com polinômio ortogonais e o modelo de Conrady-Brown, foi construído um campo de teste. Nos itens seguintes apresenta-se em detalhes a idealização deste campo.

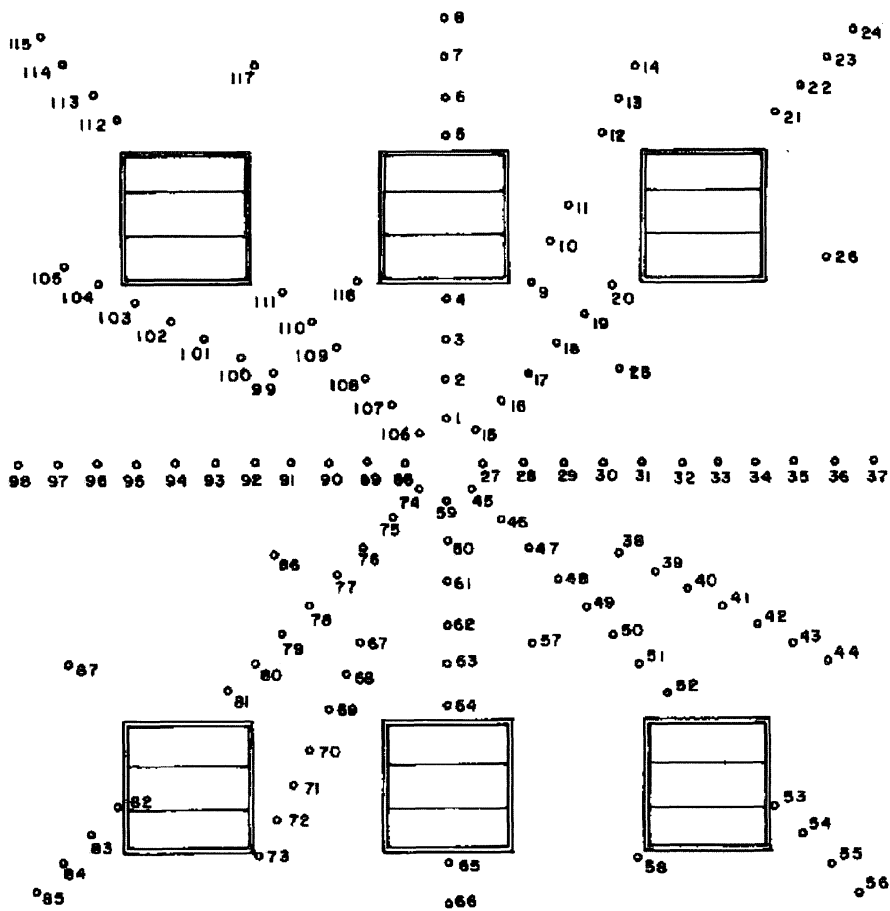
4.2 PAREDE SINALIZADA

Procurou-se para a construção do campo de teste levar em consideração as condições em que o levantamento fotográfico fosse executado, ou seja, o filme, ambiente de exposição (em campo aberto) e alvo de sinalização que deviriam refletir as reais condições do levantamento.

Optou-se então por uma parede com secção ligeiramente cilíndrica, para fornecer uma variação na coordenada z, constando de 117 pontos sinalizados em uma área de aproximadamente 50m².

A distribuição geométrica destes pontos foi realizada de acordo com o padrão utilizado em laboratório para o processo de calibração por goniômetro. A FIGURA 09 ilustra a citada distribuição.

FIGURA 09: PADRÃO DE SINALIZAÇÃO DISPOSTO NA PAREDE

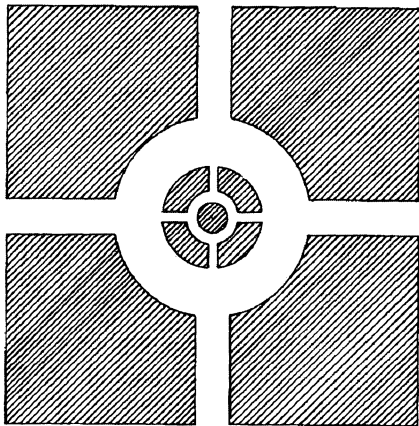


4.3 TIPO E TAMANHO DO SINAL

Segundo MENDONÇA (1984), a forma mais adequada para o sinal é a circular, pois tem semelhança com a marca flutuante do equipamento de medida.

Adotou-se círculos concêntricos, os quais têm uma variação de diâmetro entre 6 e 48mm, de forma a atender a diferentes distâncias focais das câmeras disponíveis no departamento de Eng. Cartográfica da UFPE, possibilitando também alterar a distância câmera/campo de teste sem contudo alterar a distância focal. A FIGURA 10 mostra o sinal empregado.

FIGURA 10: SINAL (Sem escala)



4.4 DETERMINAÇÃO DAS COORDENADAS TRIDIMENSIONAIS

Neste item descreve-se as etapas para determinação das coordenadas tridimensionais do campo de teste, desde a obtenção das fotografias, medição das coordenadas fiduciais e execução da fototriangulação.

4.4.1 Obtenção das Fotografias

Empregou-se o método de câmara convergente, com uma pequena variação:

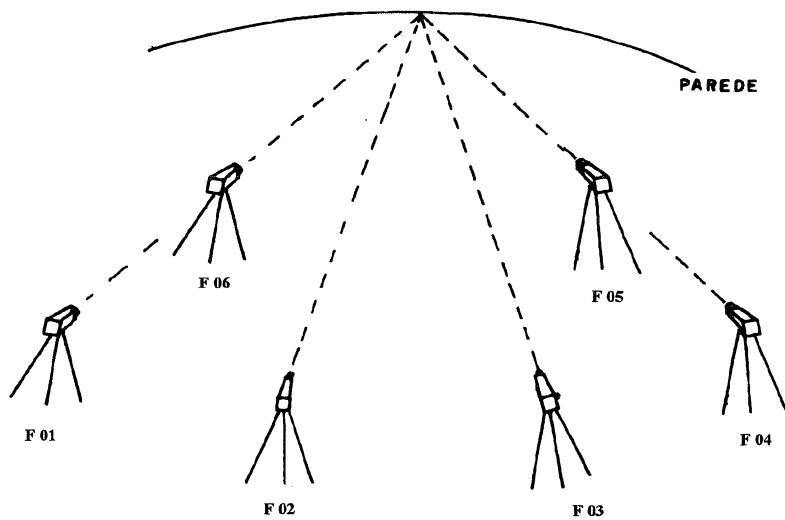
- Às 3 (três) tomadas fotográficas usualmente aceita acrescentou-se mais 3 (três) exposições e
- À uma única estação com KAPPA de 90° acrescentou-se mais uma estação. Utilizou-se duas, porém com diferente distância câmara/campo de teste.

Para o levantamento empregou-se a câmara fotográfica UMK 10/1318, com lente LAMEGON 8/100A, que apresenta as seguintes características:

- a) distância focal “calibrada” 98,87mm para foco no infinito, fornecendo o valor de correção gravado no negativo para distância que não sejam focalizadas no infinito. A distância focal e ponto principal, apresentam desvio padrão de $\pm 0,02$ mm;
- b) tempo de exposição variando de 1 a 1/400 segundos;
- c) abertura do diafragma variando de f/8 a f/32;
- d) quadro útil da fotografia de 120x166mm;
- e) iluminação elétrica das marcas fiduciais;
- f) disparo eletrônico do magneto do obturador;
- g) equipada com câmara de vácuo e
- h) utiliza filme aéreo, adaptado para seu quadro fotográfico.

Empregou-se na tomada fotográfica uma abertura de f/22 com tempo de exposição de 1/8 de segundos. A FIGURA 11 mostra a configuração da tomada das fotos. A escolha desta câmara deve-se a seu emprego e reconhecimento pela comunidade científica, como equipamento de medição precisa.

FIGURA 11: DIFERENTES TOMADAS FOTOGRÁFICAS PARA REALIZAÇÃO DO CAMPO DE TESTE



4.4.2 Obtenção das Coordenadas Fiduciais

Após a tomada fotográfica, procedeu-se a revelação do filme nas instalações do Laboratório de Fotografia do DeCart-UFPE.

De posse do negativo, passou-se então a medir os pontos sinalizados. Para obtenção das coordenadas fiduciais. Adotou-se a seguinte sequência:

- a) Leitura (2 vezes cada ponto) no Planicomp C-110 e armazenando em arquivo ASCII. Essa medição foi executada seguindo a rotina abaixo:
 - a.1) primeira medição das marcas fiduciais;
 - a.2) primeira medição de pontos sinalizados;
 - a.3) segunda medição de pontos sinalizado e
 - a.4) segunda medição das marcas fiduciais.
- b) Transferência do arquivo através do canal de comunicação com a mesa digitalizadora para um microcomputador;

- c) Controle das medidas, pela média das duas observações;
- d) Remedição das medidas que tiverem seu resíduo superior a 0,010mm;
- e) Cálculo da média das observações de cada ponto e
- f) Cálculo das coordenadas fiduciais utilizando a transformação afim (programa TRISO - ANEXO A), entre o sistema de coordenadas de máquina do PLANICOMP C-110 e o sistema fiducial calibrado da câmera UMK.

A última etapa foi a transferência dos dados do microcomputador para o sistema VAX 8700, pois devido ao elevado número de observações, o programa não pode ser executado em microcomputador. Contudo, para um campo de teste com 90 pontos e 5 (cinco) tomadas fotográficas o microcomputador (memória disponível administrada pelo DOS - 640Kb) atendeira ao nosso propósito.

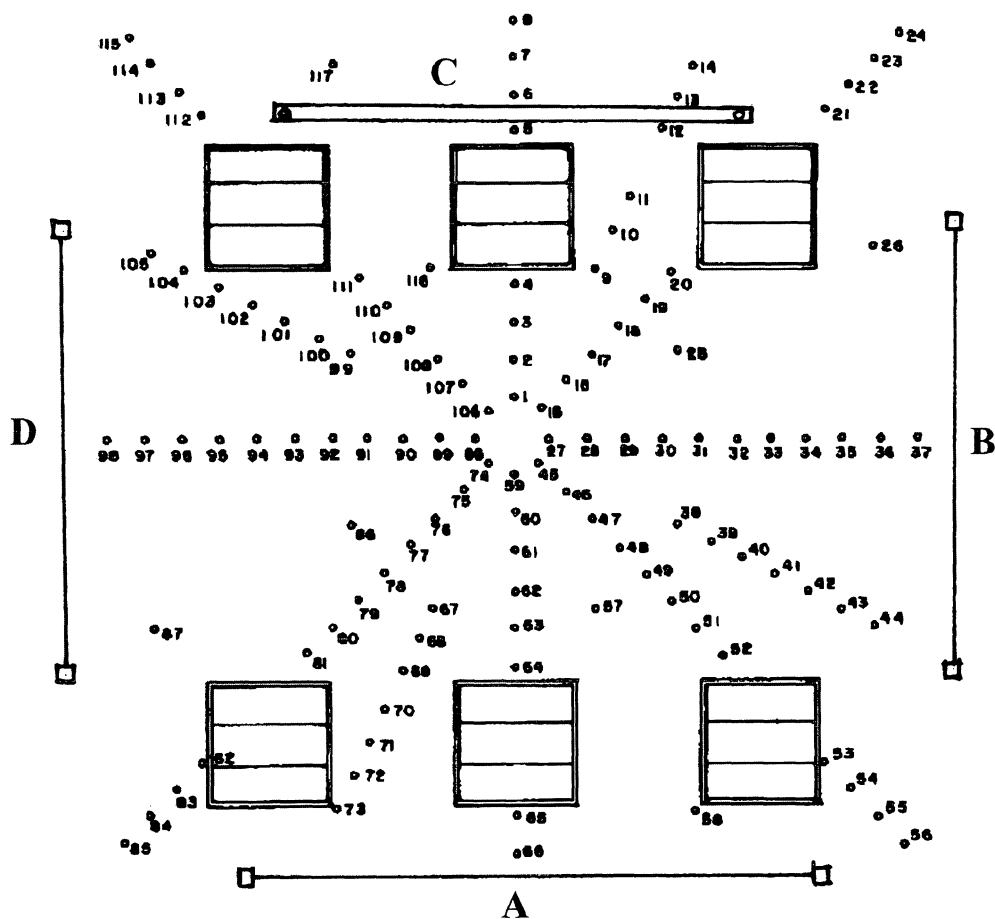
4.4.3 Fototriangulação

Segundo LUGNANI(1987), fototriangulação é o método fotogramétrico de determinação de coordenadas do espaço objeto, através da relação geométrica das fotografias, controle de campo e valores iniciais aproximadas dos parâmetros.

Para realização da fototriangulação, utilizou-se como controle de campo 4 (quatro) distâncias, distribuídas conforme a FIGURA 12.

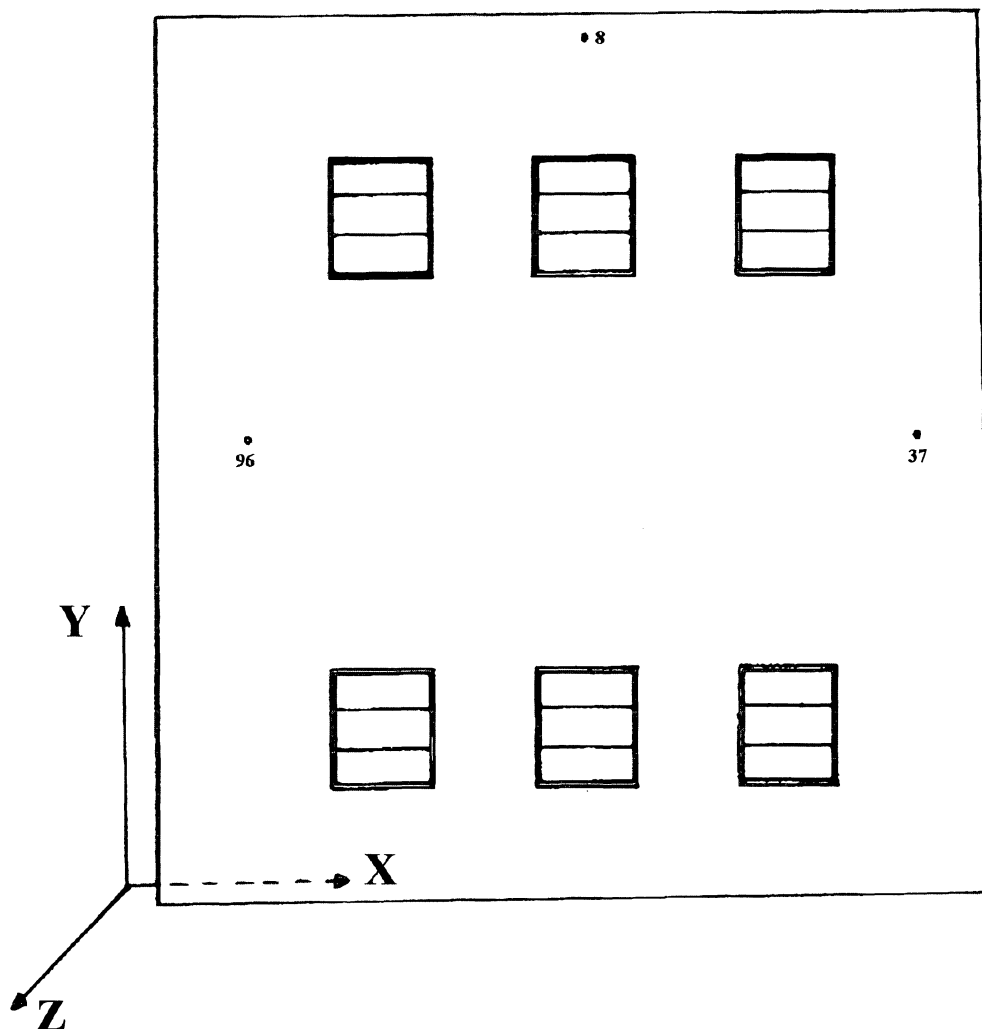
As distâncias constam de: uma fita de invar de 4,0m (A), fio de invar 3,2724m (B), régua de invar 2,9000m (C) e fio de invar 3,4850m (D). Tais distâncias foram medidas com uma trena de aço calibrada com interferômetro, com desvio de $\pm 0,5$ mm.

FIGURA 12: DISTRIBUIÇÃO DAS INJUNÇÕES DE DISTÂNCIA



Afim de obter as coordenadas iniciais aproximadas dos pontos do campo de teste e das posições das câmeras, adotou-se um conjunto mínimo de injunções (pontos de controle), ou seja, dois pontos (n° 37 e n° 98) planialtimétricos e um (n° 8) altimétrico. O sistema de coordenadas do espaço objeto utilizado, e neste trabalho convencionado, tem a disposição aproximada como indicado na FIGURA 13.

FIGURA 13: SISTEMA DE COORDENADAS DO ESPAÇO OBJETO NO EXPERIMENTO



As coordenadas aproximadas dos 3 pontos definidores do sistema (pontos 8, 37 e 98), foram obtidas por procedimento expedito, cujo valores estão dispostos na TABELA 1.

TABELA 1: COORD. DOS PONTOS DEFINIDORES DO SISTEMA DO ESPAÇO OBJETO COMO INJUNÇÃO MÍNIMA

PONTO	X	Y	Z
8(V)	9.00	7.20	0.30
37(HV)	12.30	3.90	0.35
98(HV)	5.70	3.90	0.37

Após esta primeira fototriangulação, obteve-se as coordenadas **iniciais melhoradas** de todos os pontos do campo de teste e das estações de tomada fotográficas, posteriormente procedeu-se a realização propriamente dita do campo de teste, como segue.

De posse das coordenadas iniciais aproximadas dos pontos e das câmeras, obtidas na fototriangulação preliminar, aplicou-se as injunções de 4 (quatro) distâncias e fixou-se uma estação de tomada fotográfica (F01 da FIGURA 11), definindo assim o sistema de coordenadas do campo de teste.

Depois da execução da nova fototriangulação constatou-se que a distância D continha um erro de observação na sua medida de distância, ou seja, o valor da distância não era 3,4850m, como podemos constatar através do cálculo entre os pontos 124 e 125 que corresponde a distância D de 3,40888m. Fato ocorrido devido a existência de um erro de leitura na medição desta distância com a trena de aço. Eliminando-se tal distância, outra fototriangulação foi processada obtendo os seguintes resultados:

TABELA 2: COORDENADAS TRIDIMENSIONAIS DA FOTOTRIANGULAÇÃO.

Nº. DO PONTO	COORDENADAS		
	X (m)	Y (m)	Z (m)
1	8.99535	4.19795	0.20294
2	8.99585	4.49732	0.18254
3	8.99743	4.79604	0.16375
4	8.99755	5.09726	0.14727
5	9.00222	6.39309	0.06431
6	9.00336	6.69402	0.04330
7	9.00511	6.99269	0.02435
8	9.01234	7.29009	0.00629
9	9.67024	5.23424	0.13721
10	9.80501	5.50085	0.12193
11	9.94047	5.76906	0.10950
12	10.21205	6.30345	0.08128
13	10.34676	6.57119	0.06629
14	10.48194	6.83921	0.05305
15	9.20771	4.11144	0.20777
16	9.42052	4.32075	0.19355
17	9.63429	4.53138	0.18239

18	9.84636	4.74172	0.17323
19	10.05875	4.95343	0.16526
20	10.27365	5.16477	0.15729
21	11.54648	6.43696	0.13819
22	11.75828	6.64894	0.14001
23	11.96848	6.86406	0.14117
24	12.17991	7.07712	0.14407
25	10.33560	4.56847	0.19799
26	11.94397	5.37961	0.23634
27	9.29264	3.90132	0.22118
28	9.59294	3.90008	0.22434
29	9.89215	3.90002	0.22855
30	10.19238	3.89886	0.23835
31	10.49153	3.89870	0.24995
32	10.79154	3.89822	0.26253
33	11.09175	3.89792	0.27884
34	11.39106	3.89679	0.29380
35	11.69075	3.89787	0.31368
36	11.99044	3.89755	0.33325
37	12.29017	3.89767	0.35599
38	10.33050	3.22414	0.28803
39	10.59846	3.08984	0.30746
40	10.86609	2.95652	0.32893
41	11.13319	2.82309	0.35372
42	11.40225	2.68919	0.37516
43	11.66972	2.55576	0.40073
44	11.93753	2.42342	0.42798
45	9.20458	3.68678	0.23642
46	9.41669	3.47507	0.25024
47	9.62759	3.26264	0.26628
48	9.83849	3.05061	0.28482
49	10.04964	2.83870	0.30400
50	10.26352	2.62687	0.32299
51	10.47529	2.41754	0.34545
52	10.68615	2.20543	0.36986
53	11.53165	1.36097	0.46988
54	11.74607	1.15050	0.49922
55	11.95683	0.93856	0.52862
56	12.16923	0.72588	0.55399
57	9.79512	2.29153	0.33387
58	10.46361	0.95227	0.44473
59	8.99161	3.59867	0.24445
60	8.99247	3.30126	0.26310
61	8.99392	3.00149	0.28327
62	8.99080	2.70231	0.30180
63	8.99118	2.40313	0.32185

64	8.99025	2.10370	0.34288
65	8.98911	0.90548	0.42089
66	8.99348	0.60518	0.43762
67	8.32213	2.56142	0.32055
68	8.18911	2.29462	0.34187
69	8.05276	2.02663	0.36476
70	7.91871	1.75886	0.38615
71	7.78428	1.49128	0.40792
72	7.64963	1.22455	0.43138
73	7.51468	0.95480	0.45402
74	8.77980	3.68858	0.23925
75	8.56827	3.47850	0.25613
76	8.35704	3.26602	0.27527
77	8.14449	3.05455	0.29600
78	7.93419	2.84122	0.31727
79	7.72308	2.62920	0.33612
80	7.51064	2.41823	0.36117
81	7.29894	2.20784	0.38452
82	6.45040	1.36318	0.48031
83	6.23941	1.15242	0.50874
84	6.02747	0.94168	0.53830
85	5.81705	0.72948	0.56603
86	7.65626	3.22772	0.30123
87	6.04896	2.42572	0.44332
88	8.69335	3.89789	0.22589
89	8.39262	3.89483	0.23021
90	8.09364	3.89355	0.23883
91	7.79339	3.89205	0.24772
92	7.49418	3.89156	0.26301
93	7.19425	3.89169	0.27596
94	6.89523	3.89171	0.29256
95	6.59497	3.89331	0.31127
96	6.29598	3.89443	0.33092
97	5.99641	3.89703	0.35263
98	5.69632	3.89770	0.37592
99	7.65276	4.57026	0.20711
100	7.38465	4.70551	0.21157
101	7.11642	4.84019	0.21818
102	6.84743	4.97547	0.22636
103	6.58065	5.11221	0.23690
104	6.31163	5.24656	0.23993
105	6.04474	5.38257	0.25362
106	8.78330	4.11468	0.20871
107	8.57001	4.32416	0.19718
108	8.35840	4.53599	0.18602
109	8.14724	4.74789	0.17836

110	7.93415	4.96063	0.17165
111	7.72215	5.17325	0.16537
112	6.45124	6.44783	0.15879
113	6.23823	6.66015	0.16150
114	6.02754	6.87313	0.16349
115	5.81470	7.08605	0.16760
116	8.32453	5.24049	0.14300
117	7.52250	6.85008	0.07197
118	7.06047	0.35755	0.61339
119	11.06044	0.34467	0.60609
120	12.49387	1.43106	0.54903
121	12.53429	4.69659	0.34099
122	10.42859	6.08635	0.15053
123	7.52864	6.07131	0.16072
124	5.42314	4.70908	0.35688
125	5.47591	1.30728	0.57000

Os pontos 118, 119 e 120, 121 e 122, 123 e 124, 125 representam respectivamente os pontos definidores das injunções de distâncias A, B, C e D eliminando-se portanto esta última.

Analisando-se a matriz variância-covariância dos pontos fototriangulados, aqui não reproduzida devido ao grande volume de dados, obteve-se os seguintes resultados médios para o desvio padrão;

TABELA 3: DESVIO PADRÃO MÉDIO, MÁXIMO E MÍNIMO DO CAMPO DE TESTE

$\delta_x = 0,53\text{mm}$	$\delta_{\text{max}} = 0,41\text{mm}$	$\delta_{\text{min}} = 0,63\text{mm}$
$\delta_y = 0,30\text{mm}$	$\delta_{\text{max}} = 0,21\text{mm}$	$\delta_{\text{min}} = 0,49\text{mm}$
$\delta_z = 0,56\text{mm}$	$\delta_{\text{max}} = 0,53\text{mm}$	$\delta_{\text{min}} = 0,63\text{mm}$

Isso nos mostra que a precisão alcançada na realização do campo refletiu a precisão das injunções de distância.

5 EXPERIMENTOS

A escolha do modelo ORTOGONAL para implantação e comparação com o modelo de CONRADY-BROWN, deve-se ao seu emprego em outros centros de pesquisas fora do Brasil, além de sua aceitação em testes com blocos aerofotogramétrico.

Para verificar os dois modelos em questão, será empregado o método de câmeras convergentes com auto-calibração e fototriangulação em pontos, aqui chamados, de verificação (aqueles que não participam do apoio), os quais servirão para comprovar a eficiência dos parâmetros recuperados da câmera.

Este processo, será utilizado devido a sua proximidade com o emprego das câmeras semi-métricas em aplicações tanto no levantamentos de coordenadas, para determinação de deformações ou de volumes, bem como em casos de restituição das fachadas de monumentos históricos.

A câmera empregada nos testes foi a Rolleiflex 3003, com objetiva de focal nominal de 60,00mm. Esta câmera é equipada com um "reseau" contendo 35 marcas (cruzetas) que definem o sistema fiducial.

Os testes efetuados apresentam as seguintes características:

- a) teste convergente com três fotos e três tipos de controle;
- b) teste convergente com cinco fotos e três tipos de controle;
- c) teste com superposição longitudinal de 60% com controle esparsos e
- d) teste com número de pontos de controle próximo ao número de parâmetros de calibração e orientação exterior das câmeras (4HV e 1V com cinco fotos).

Os testes realizados visam verificar qual o modelo que apresenta o menor resíduo médio quadrático em idênticas condições de ajustamento, ou seja, mesmo ponto de apoio, tipo de

controle (item 5.2) e tomada fotográfica. KILPELA (1981) mostra a seguinte fórmula para o resíduo médio quadrático:

$$\mu_x = m \left[\frac{\sum_{i=1}^l (X_p - X_G)_i^2}{l} \right]^{1/2} \quad (\text{idem p/ } \mu_Y \text{ e } \mu_Z)$$

$$\mu_{xy} = \left[\frac{(\mu_x^2 + \mu_y^2)}{2} \right]^{1/2} \quad (23)$$

onde : μ_x é o resíduo médio quadrático em x. μ_x

μ_y é o resíduo médio quadrático em y.

μ_z é o resíduo médio quadrático em z.

μ_{xy} é o resíduo médio quadrático em xy.

m é escala nominal do conjunto de fotografias.

X_p é a coordenada determinada por fototriangulação.

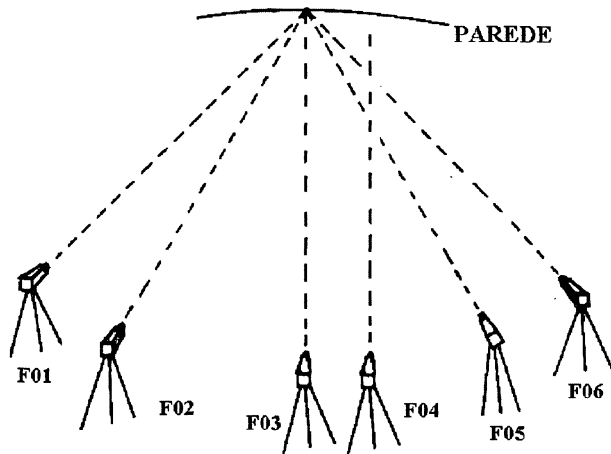
X_G é a coordenada do campo de teste padrão (TABELA 2).

l é número de pontos de verificação.

5.1 OBTENÇÃO DAS FOTOGRAFIAS PARA COMPARAÇÃO DOS MODELOS

Como adotou-se o método de câmeras convergentes, foi utilizado conforme a FIGURA 14, cinco estações para obter as fotografias convergentes (F01, F02, F03, F05 e F06) e mais uma estação (F04) com superposição longitudinal de 60%.

FIGURA 14: TOMADA DE FOTOGRAFIA PARA COMPARAÇÃO DOS MODELOS

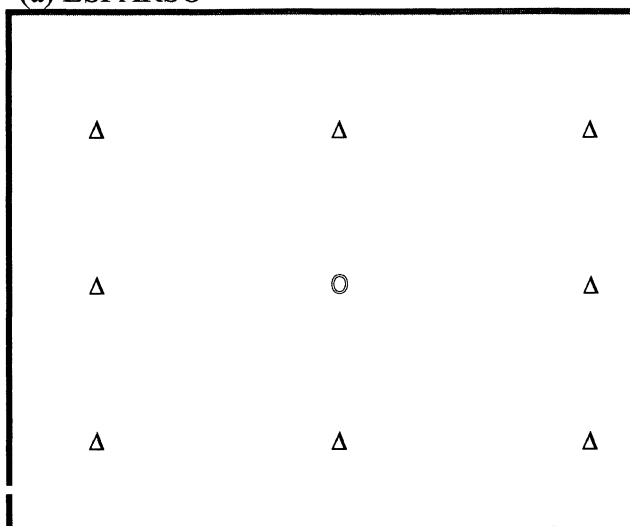


A obtenção das coordenadas fiduciais foi seguido a metodologia empregada no item 4.4.2..

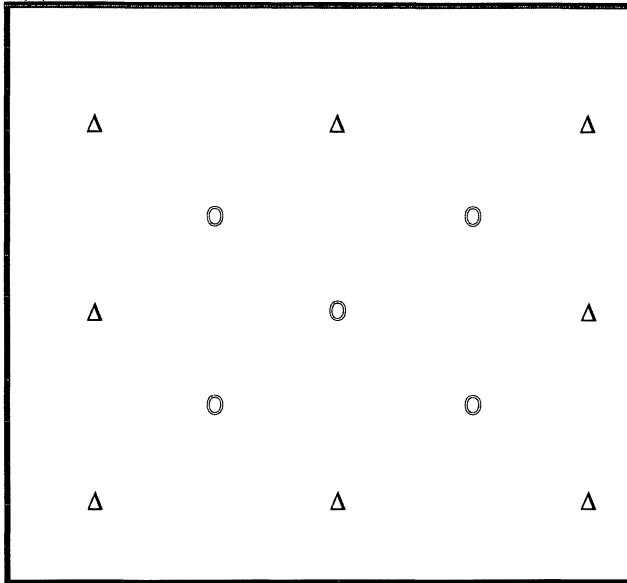
5.2 TIPOS DE CONTROLE

Foram empregados, neste trabalho, os seguintes tipos de controle: controle esparsos (Fig. 15a), médio (Fig. 15b) e denso (Fig. 15c). Os pontos de apoio plani-altimétrico (XYZ) estão representados por Δ e os pontos altimétrico (Z) representados por \odot .

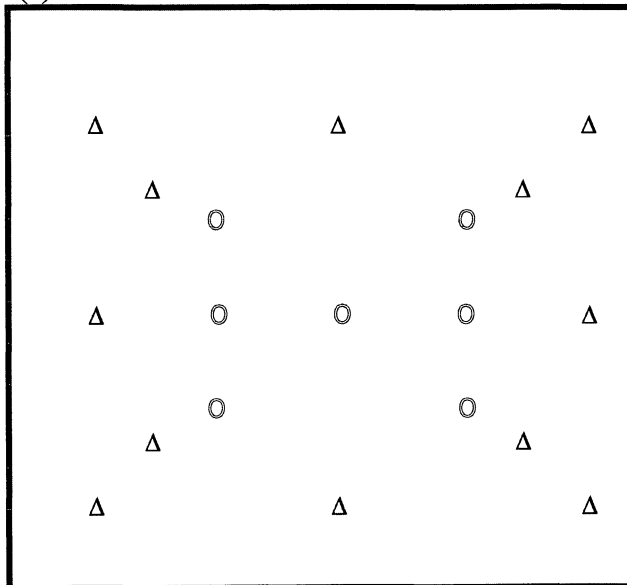
FIGURA 15: TIPOS DE CONTROLE
(a) ESPARSO



(b) MÉDIO



(c) DENSO



5.3 COMPARAÇÃO ENTRE OS MODELOS

Com a aplicação da fórmula (23), nos pontos de verificação, obteve-se para cada teste os resultados descritos nos quadros abaixo (em micron).

TABELA 4: RESULTADO DO TESTE COM 3 TOMADAS FOTOGRÁFICAS

CONTROLE	MODELO				No. de Ptos. de Verificação
	CONRADY-BROWN		ORTOGONAL		
	μ_{xy}	μ_z	μ_{xy}	μ_z	
ESPARSO	20,82	21,21	5,94	9,53	
MÉDIO	20,31	14,30	5,88	7,34	91
DENSO	16,42	11,39	5,21	6,11	

TABELA 5 RESULTADO DO TESTE COM 5 TOMADAS FOTOGRÁFICAS

CONTROLE	MODELO				No. de Ptos. de Verificação
	CONRADY-BROWN		ORTOGONAL		
	μ_{xy}	μ_z	μ_{xy}	μ_z	
ESPARSO	18,52	27,36	9,47	13,81	
MÉDIO	18,24	19,82	9,11	9,80	96
DENSO	16,60	17,51	7,31	6,86	

TABELA 6: RESULTADO DO TESTE DE RECOBRIMENTO LONGITUDINAL 60% (F03 e F04).

MODELO	μ_{xy}	μ_z	No. de Ptos. de Verificação
CONRADY-BROWN	8,47	34,70	58
ORTOGONAL	7,13	38,27	

TABELA 7: RESULTADO COM O NÚMERO MÍNIMO DE PONTOS DE CONTROLE PRÓXIMO AO NÚMERO DE PARÂMETROS DE CALIBRAÇÃO E ORIENTAÇÃO DAS CÂMERAS (4HV e 1V COM 5 FOTOS)

MODELO	μ_{xy}	μ_z	No. de Ptos. de Verificação
CONRADY-BROWN	23,51	29,40	96
ORTOGONAL	13,79	26,12	

A representação gráfica dos vetores de discrepância entre os pontos fototriangulados e os pontos considerados padrão, encontram-se no anexo A.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Durante o estudo e a realização do trabalho ora exposto foi construído um campo de teste, com 117 pontos, para calibração de câmeras métricas, semi-métricas ou não métricas, além da implementação de uma nova modelagem para correção dos parâmetros de calibração, que pode contar como mais uma alternativa de calibração dentro do meio científico.

Como conclusões mais importantes, pode-se relacionar:

a) Que o modelo ORTOGONAL demonstrou em todos os testes convergentes ser mais eficaz que o modelo de CONRADY-BROWN;

b) O aumento na densidade de pontos verticais, controle médio, não implicou em uma diminuição dos resíduos X e Y no modelo ORTOGONAL;

c) Para efeito de calibração o aumento no número de fotografias, de 3 para 5, mostrou uma diminuição dos resíduos para o modelo de CONRADY-BROWN, contudo mesmo havendo um aumento nos resíduos do modelo ORTOGONAL, este ainda obteve o melhor resultado e

d) No teste de recobrimento longitudinal o modelo ORTOGONAL não obteve resultado melhor que o modelo CONRADY-BROWN no resíduo da coordenada Z.

Como recomendações sugere-se observar os seguintes aspectos:

a) Utilizar campo de pontos como aqui exposto na recuperação ou estabelecimento dos parâmetros de calibração de câmeras para utilização como equipamento de medição precisa;

b) A medição dos negativos deve ser feita o mais rápido possível após a tomada fotográfica, evitando que fatores externos prejudiquem a informação tanto geométrica quanto visual;

c) O uso do método convergente para calibração de câmeras, pois o mesmo é de fácil construção e utilização e

d) Estudar o comportamento de combinações dos parâmetros do modelo ORTOGONAL e sua correlação entre os parâmetros de orientação interna e externa..

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABDEL-AZIZ, Y. I., KARARA, H. M. Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates. In: **Close-range Photogrammetry. Proceedings of Symposium on Close-range Photogrammetry**. Urbana, Illinois, U.S.A., 1971.
2. BRANDÃO, A. C., ITAME, O. Y. Calibração de câmeras fotogramétricas. Seminário apresentado no CPGCG - PR. dez. 1989.
3. BROWN, D. C. Analytical calibration of close-range cameras. Photogrammetric engineering, v. 37, n. 8, 1971.
4. BROWN, D. C. Close-range camera calibration. Photogrammetric engineering and remote sensing, v. 37, n. 8, p. 855-866, 1971.
5. BROWN, D. C. Decentering distortion of lenses. Photogrammetric engineering, v. 32, n. 3, p. 444-462, may 1966.
6. BROWN, D. C. The simultaneous determination of the orientation and lens distortion of a photogrammetric camera. Air force missile test center, technical report n. 56-20, Patric air force base, Florida, U.S.A., 1956.
7. DOHLER, M. Nahbildmessung mit nicht-messkammern. Bildmessung und luftbildwesen, v. 70, n. 2, 1971.
8. EBNER, H. Self-calibrating bolck adjustment. In: Congress of International Society for Photogrammetry, XIII, 1976, Helsinki. Proceeding Helsinki: 1976.
9. EL-HAKIM, S. F. Potentials and limitations of photogrammetry for precision surveying. New Brunswick, 1979, 168p. Dissertation (Ph. D.) - department of surveying engineering, University of New Brunswick. (Technical report).
10. EISENHART, C. Realistic evaluation of the precision an accuracy of instrument calibration system. Journal of research of the national bureau of standards. v. 67c, n. 2, p. 161-187. apr/jun. 1963.
11. FAIG, W., MONIWA, H. Quasi-convergent photogrammetry. Photogrammetric Engineering, v. 39, n. 6, 1973.
12. HALLERT, B. A new method for the determination of the distortion and inner orientation of cameras and projectors. Photogrammetria, v. 11, n. 3, p. 107-115, 1955.
13. HALLERT, B. Determination and correction of systematic errors in the fundamental operations of aerial triangulation. Photogrammetric engineering, v. 23, n. 4, 1957.

14. HALLERT, B. Determination of the interior orientation of cameras for non-topographic photogrammetry, microscopes, X-ray instruments and television images. Photogrammetric engineering, v. 26, n. 5, 1960.
15. HARLEY, I. A. The calibration of cameras for non-topographical photogrammetry. In: Symposium of the International Society for Photogrammetry, 1966, Tokyo. Proceeding ... Tokyo: 1966.
16. JACOBI, O. Kalibrieren gewöhnlicher photoapparate und deren verwendung als messkammern. Bildnennung und Luftbildwesen, v. 36, n. 2, 1968.
17. KARARA, H. M. Non-topographic photogrammetric. In: American Society of Photogrammetry, Fourth Edition, Falls Church, p. 785-875, october 1980.
18. KILPELA, E. Compensation of systematic errors of image and model coordinates. Photogrammetria, v.37, p. 15-44, 1981
19. LUGNANI, J. B. Introdução a Fototriangulação. Curitiba, 1987. 134 p. Imprensa Universitaria. UFPR.
20. McNEIL, G. T. The normal angle calibration. Photogrammetric Engineering, v. 28, n.4, p. 633-637, 1962.
21. MENDONÇA, F. J. B. Monitoração de estrutura de concreto com fotogrametria à curta distância. - Curitiba, 1984. 92 p. Dissertação (Mestrado em Fotogrametria - CPGCG), UFPR.
22. MERCHANT, D. C. Calibration of the air photo system. Photogrammetric Engineering, v. 40, n.5, p. 605-617, 1974.
23. MERRIT, E. L. Field camera calibration. Photogrammetric Engineering, v. 14, n.2, p. 303-309, 1948.
24. MERRIT, E. L. Application of air camera calibration procedures to in-water cameras. Proceedings of American Society of Photogrammetry, Sep. 1974.
25. MERRIT, E. L. Terrestrial exposure method of field calibration. U. S. Naval Photographic Interpretation Center, Report n. 132-150, 1950.
26. MITISHITA, J. E. Notas de aula.
27. MONIWA, H. Analytical Camera Calibration for Close-range Photogrammetry. Disserta de Mestrado, Departament of Surveying Engineering, The University of New Brunswick, Canada, 1972.
28. MONIWA, H. Analytical Photogrammetry System with Self-calibration and its Applications. Tese de Doutorado, Departament of Surveying Engeneering, University of New Brunswick, Canada, 1977.

29. OLIVAS, M. A. A. Calibração de Câmaras Fotogramétricas; Aplicação dos Métodos: Câmaras Convergentes e Campos Mistos. - Curitiba, 1980. 98 p. Dissertação (Mestrado em Fotogrametria - CPGCG), UFPR.
30. PENNINGTON, J. T. Tangential distortion and its effect on photogrammetric extension of control. Photogrammetric Engineering, v.13, n. 1, p. 135-142, mar. 1974.
31. ROSENFELD, G. H. Fixed camera data reduction. Analysis Procedures. RCA data reduction analysis procedures, 1958.
32. SALMENPERA, H. Camera calibration using a test field. Photogrammetric Journal of Finland, v.6, n.1, 1972.
33. SCHMIDT, H. H. An analytical treatment of the orientation of a photogrammetric camera. report n. 880, Ballistic Research Labs. Aberdeen Proving Ground, Md. 1953.
34. SCHWIDEFSKY, K., KELLNER, H. Darstellund der verzeichnungsfehler photographischer objektive durch potenzreihen. Bildmessung und Luftbildwesen, v. 37, n. 2,1969.
35. TOMMASELLI, A. M. G. Calibração de câmeras digitais. In: Congresso Brasileiro de Cartografia, XV, 1991, São Paulo. Coletânea de trabalhos técnicos... São Paulo: SBC, 1991, p239-249.
36. WASHER, F. E. A simplified method of locating the point of symmetry. Photogrammetric Engineering, v. 23, n. 1, p. 75-88, 1957.
37. WASHER, F. E. Calibration of airplane camera. Photogrammetric Engineering, v. 23, n.5,p. 8909-891, 1957.
38. WASHER, F. E. Locating the principal point of precision airplane mapping cameras, RP 1428. National of Standards, Washington, 1941.
39. WASHER, F. E. Prism effect, camera tipping and tangential distortion. Photogrammetric Engineering, v. 23, n. 3, p. 520-532, 1957.
40. WASHER, F. E. Sources of error in camera calibration. Photogrammetric Engineering, v. 20, n.3, p.500-501, 1954.
41. WASHER, F. E. Sources of error in various methods of airplane camera calibration. Photogrammetric Engineering, v. 22, n. 4, p. 722-740, 1956.
42. WASHER, F. E. The effect of camera tipping on the location of the principal point. Journal of Research, National Bureau of Standards. RP 2691, v. 57, p. 31, 1957.

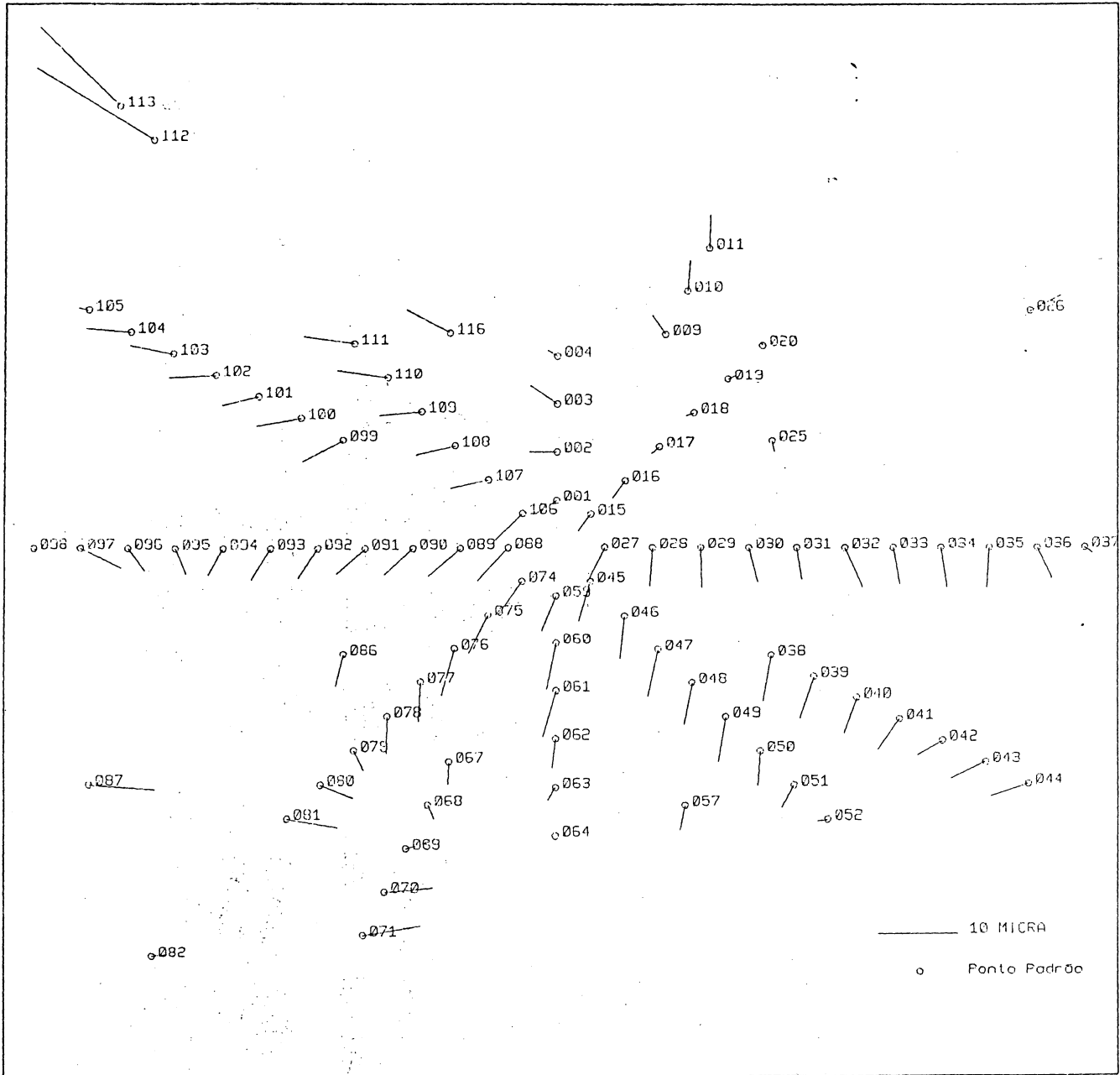
43. WASHER, F. E. The effect of prism on the location of the principal point. Photogrammetric Engineering, v. 28, n. 3, p. 520-532, 1957.
44. WASHER, F. E. The precise evaluation of lens distortion. Photogrammetric Engineering, v. 29, n. 2, p. 327-332, 1963.
45. WASHER, F. E., CASE, F. A. Calibration of precision airplane mapping cameras. Photogrammetric Engineering, v. 16, n. 4, p. 502-524, 1950.
46. WASHER, F. E., DARLING, W. R. Evaluation of lens distortion by the modified goniometric method. Journal of Research, National Bureau of Standards, v. 63c, n. 2, p. 113-120, 1959.
47. WASHER, F. E., TAYMAN, W. P., DARLING, W. R. Evaluation of lens distortion by visual and photographic methods. Journal of Research, National Bureau of Standards, v. 61, n. 6, p. 509-515, 1958.
48. WOLF, P. R. Elements of photogrammetry. Japan: McGraw-Hill Kogakusha LTD. 1974. 562p.

ANEXOS

A. DESENHO DOS VETORES DE DISCREPÂNCIA ENTRE OS PONTOS FOTOTRIANGULADOS E OS PONTOS CONSIDERADOS PADRÃO

B. PROGRAMAS UTILIZADOS NA DISSERTAÇÃO

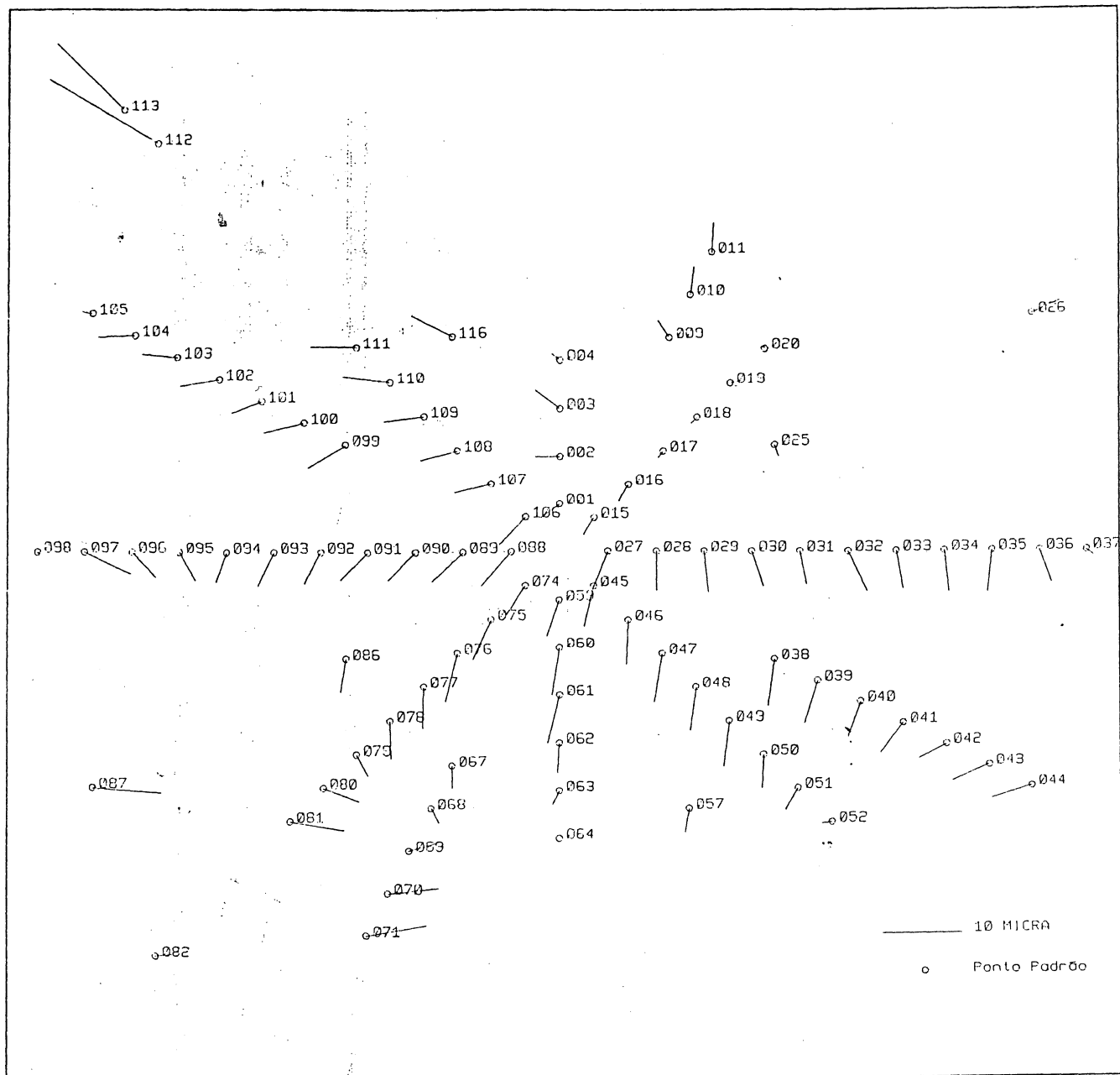
**A. DESENHO DOS VETORES DE DISCREPÂNCIA ENTRE OS PONTOS
FOTOTRIANGULADOS E OS PONTOS CONSIDERADOS PADRÃO**



MODELO: CONRADY-BROWN

Nº DE FOTOS: 3

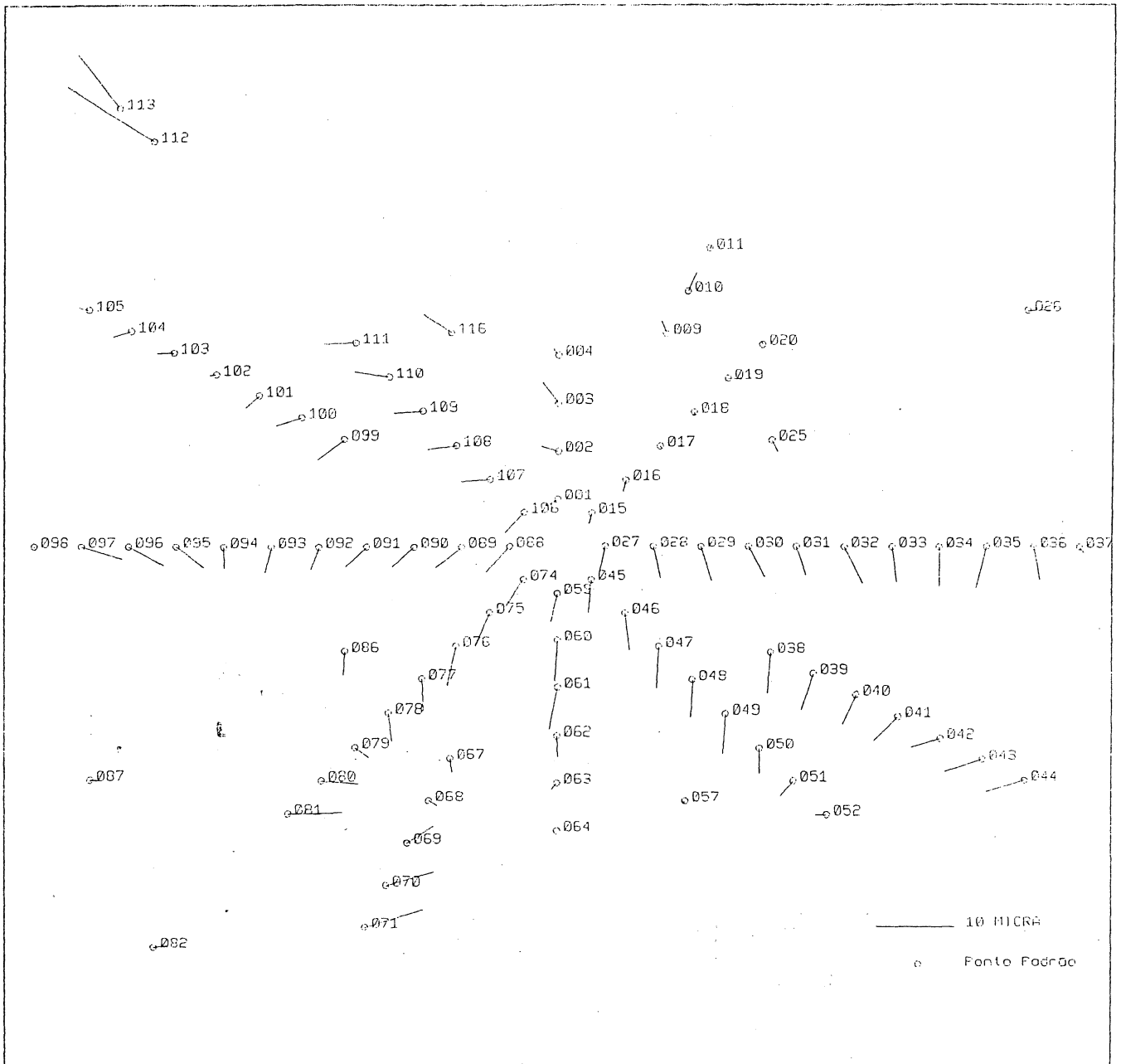
CONTROLE: ESPARSO



MODELO: CONRADY-BROWN

Nº DE FOTOS: 3

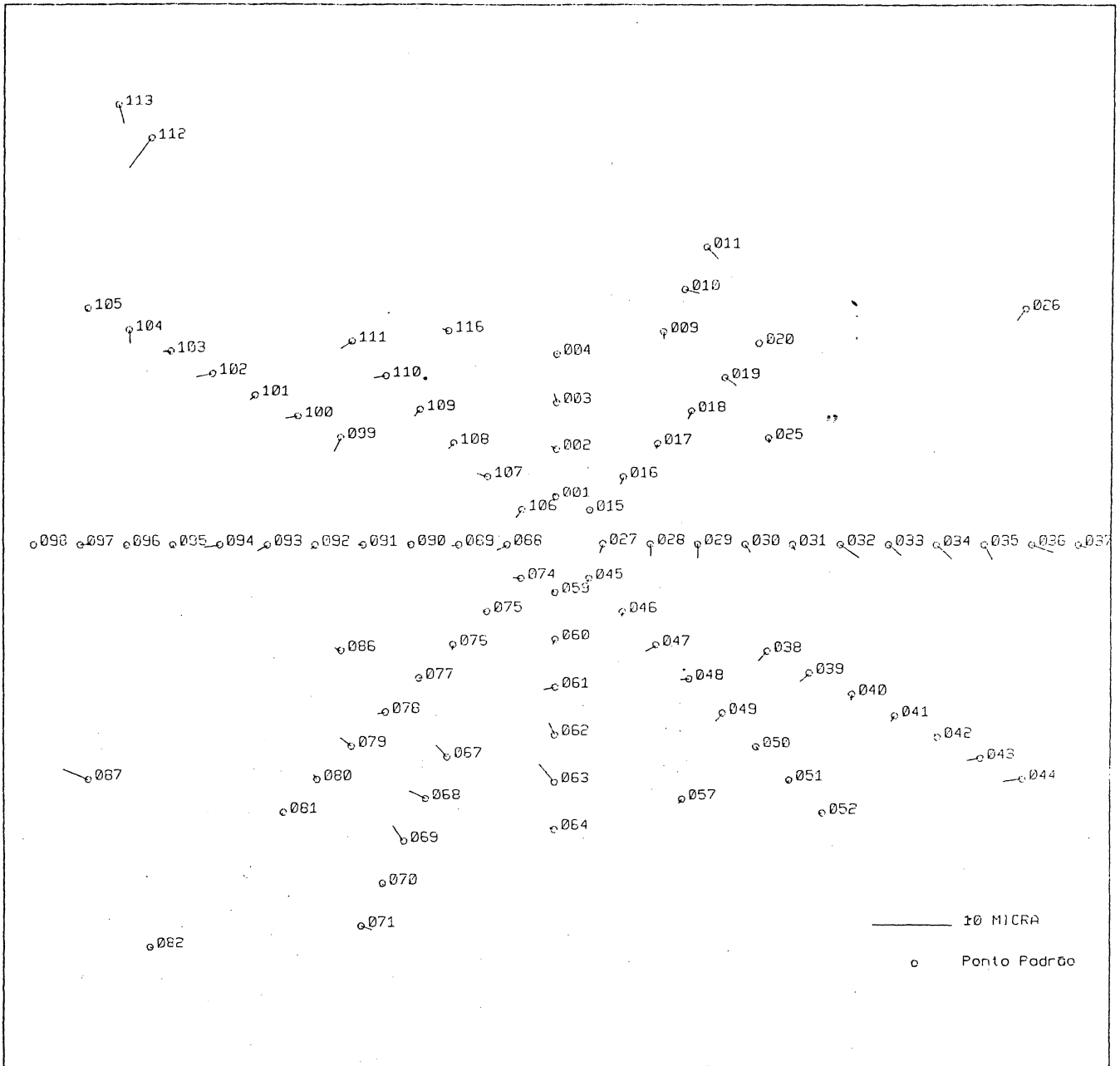
CONTROLE: MÉDIO



MODELO: CONRADY-BROWN

Nº DE FOTOS: 3

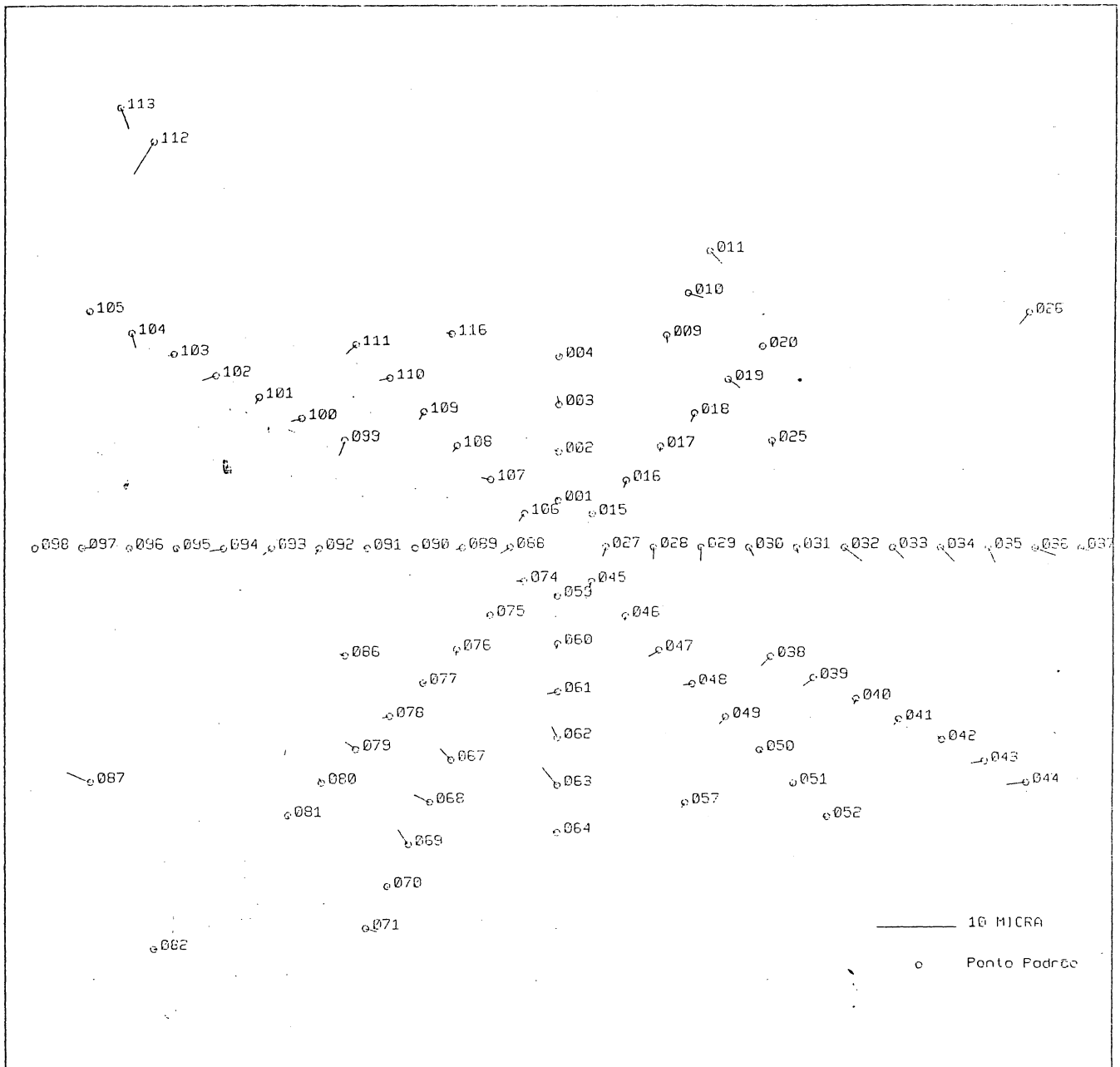
CONTROLE: DENSO



MODELO: POLINÔMIO ORTOGONAL

Nº DE FOTOS: 3

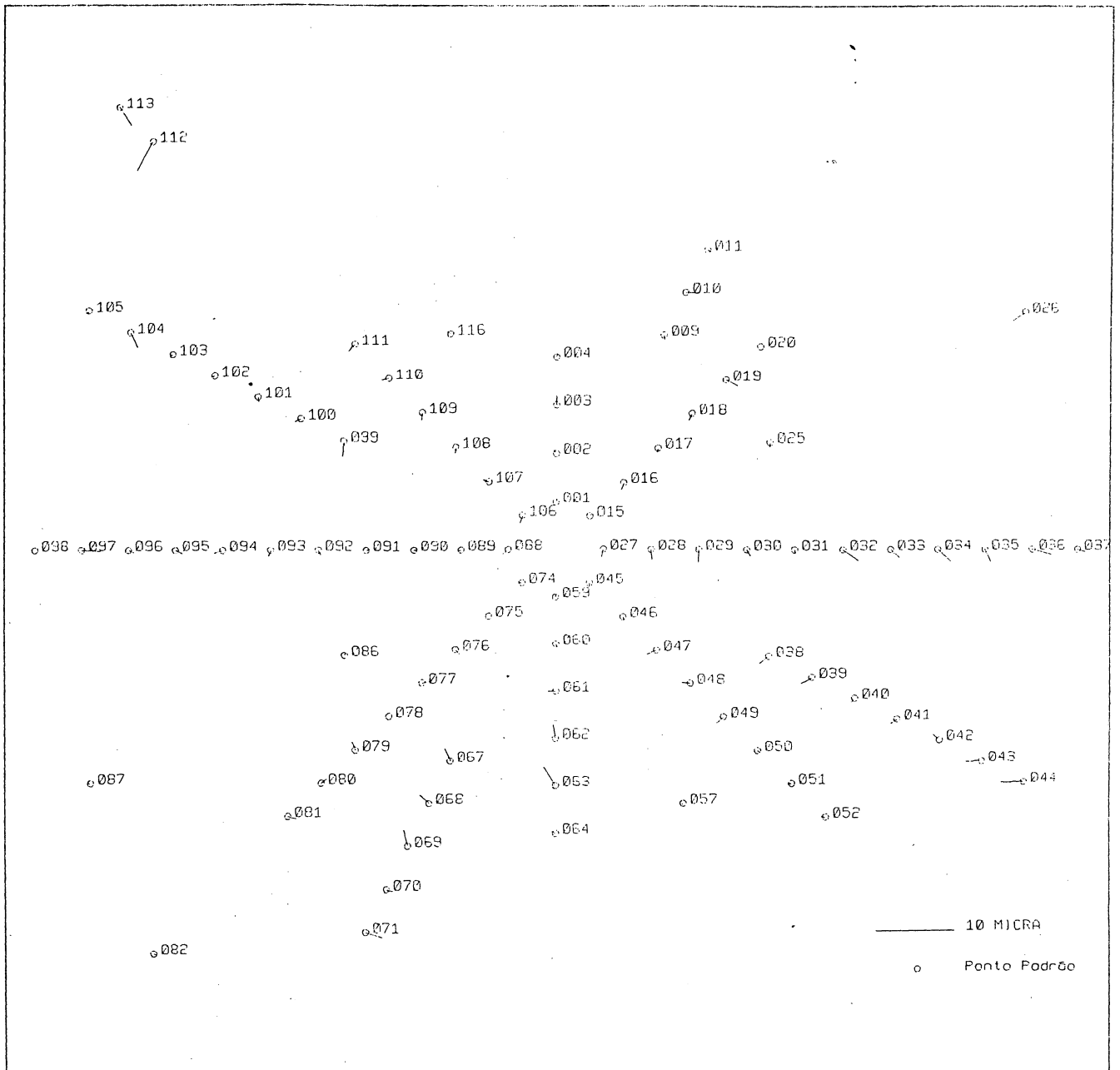
CONTROLE: ESPARSO



MODELO: POLINÔMIO ORTOGONAL

Nº DE FOTOS: 3

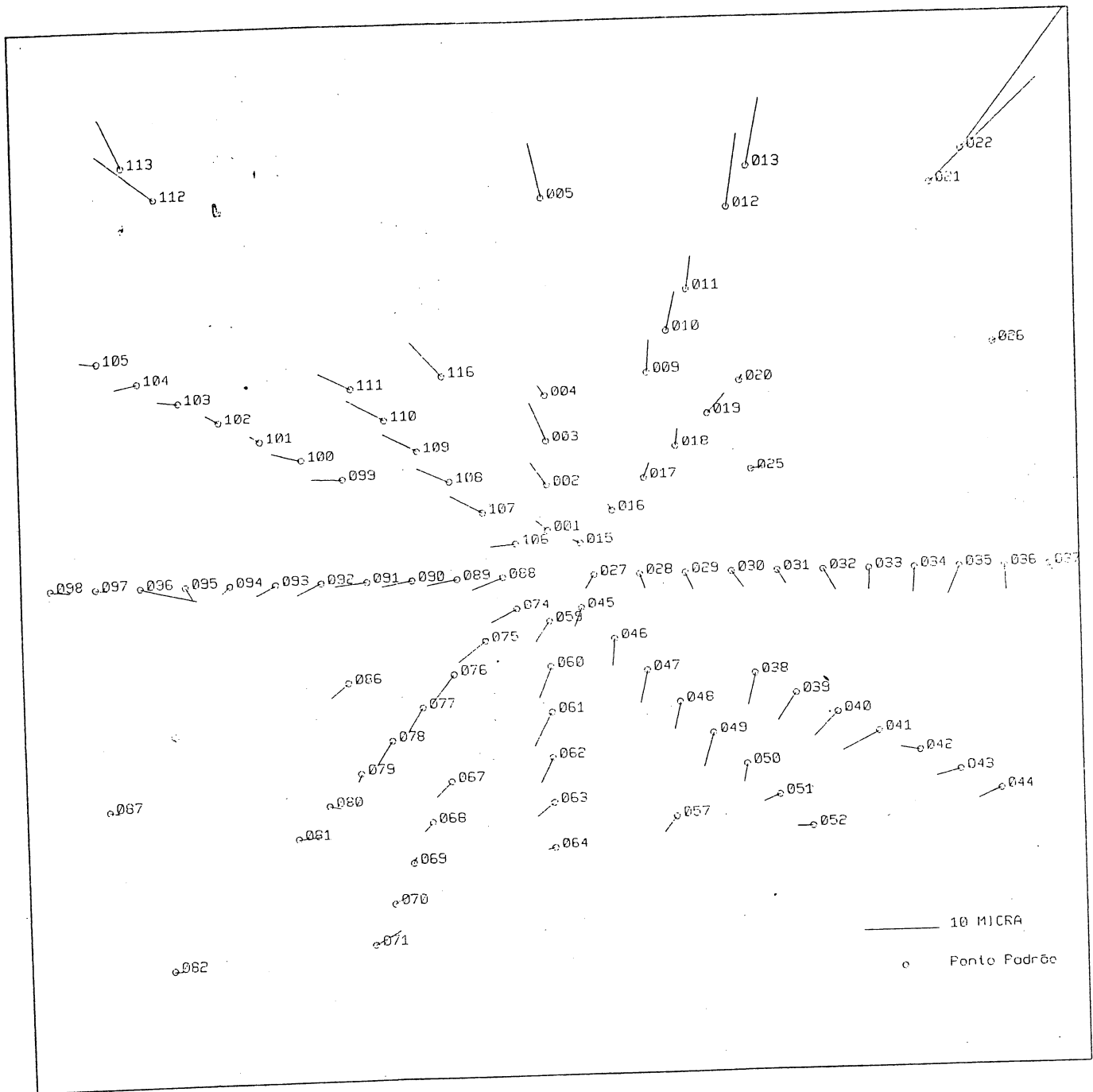
CONTROLE: MÉDIO



MODELO: POLINÔMIO ORTOGONAL

Nº DE FOTOS: 3

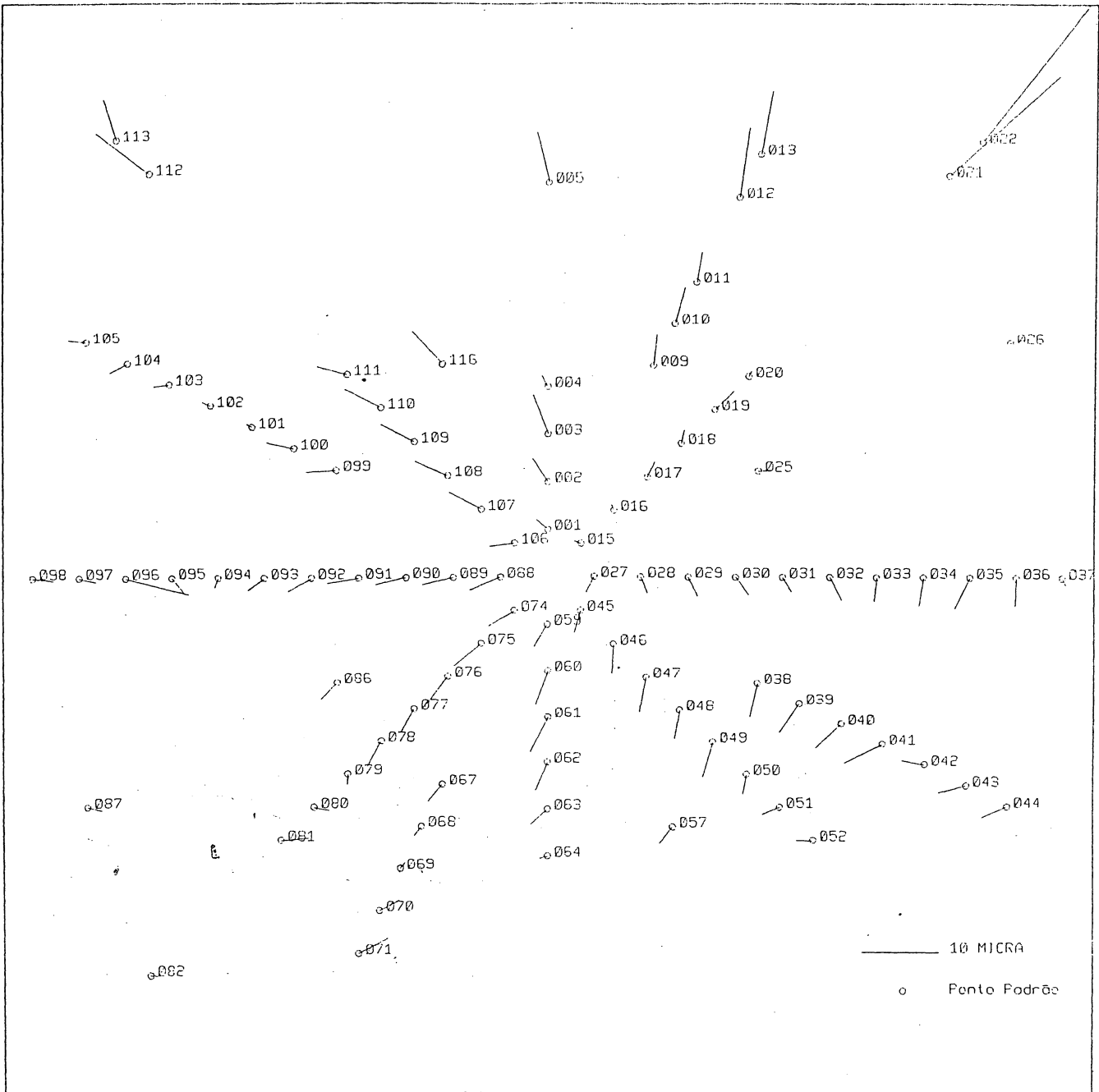
CONTROLE: DENSO



MODELO: CONRADY-BROWN

Nº DE FOTOS: 5

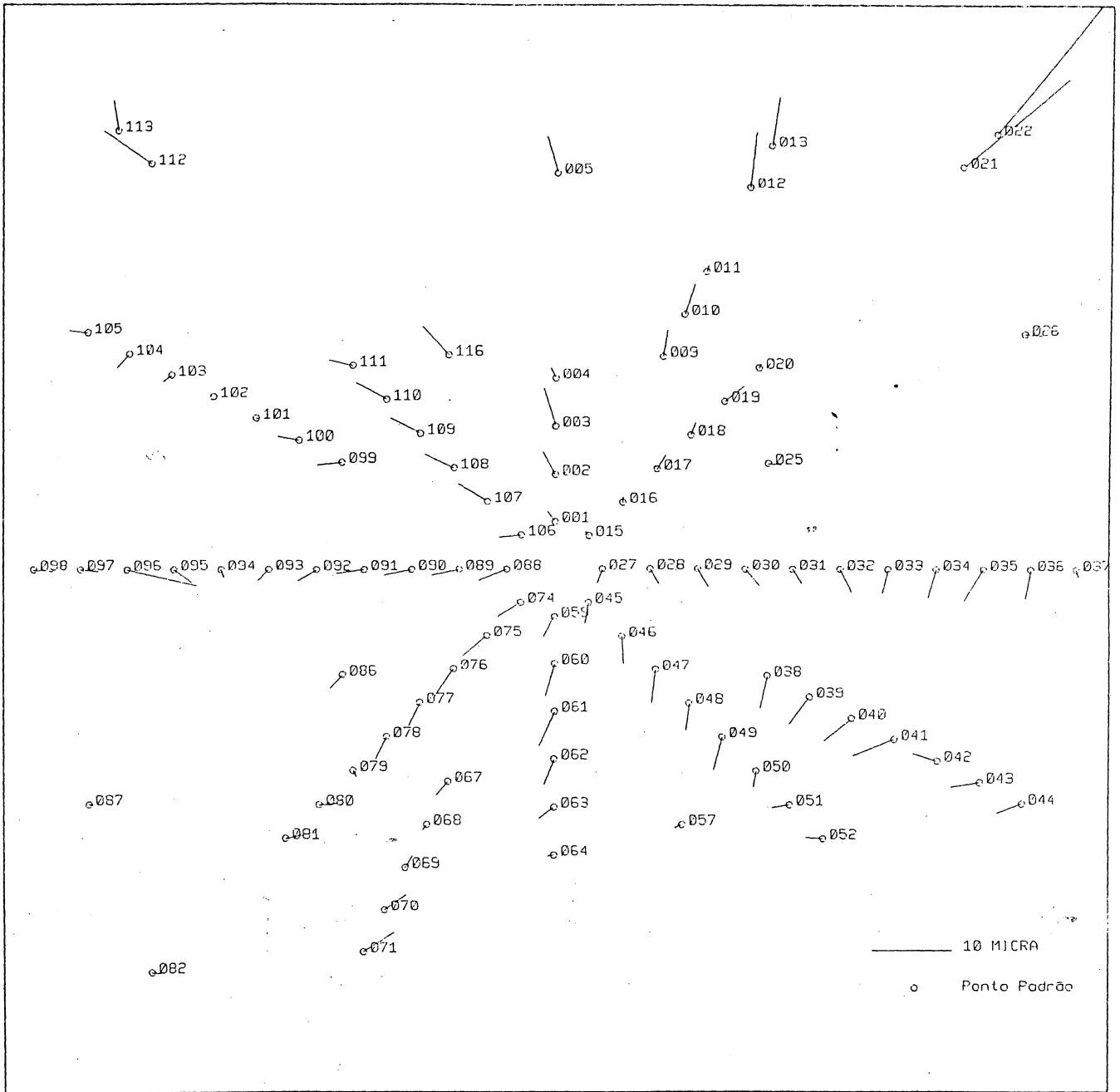
CONTROLE: ESPARSO



MODELO: CONRADY-BROWN

Nº DE FOTOS: 5

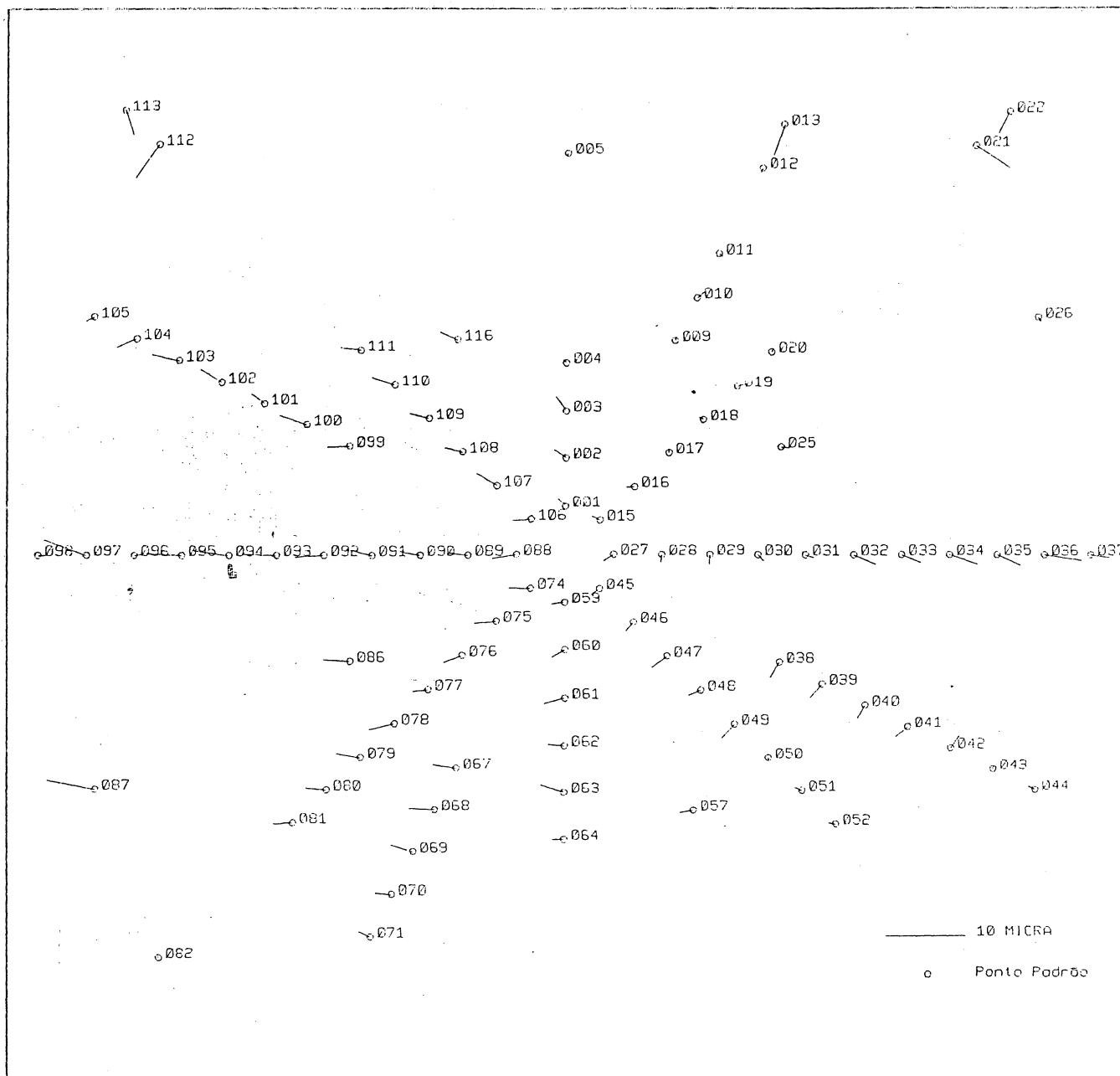
CONTROLE: MÉDIO



MODELO: CONRADY-BROWN

Nº DE FOTOS: 5

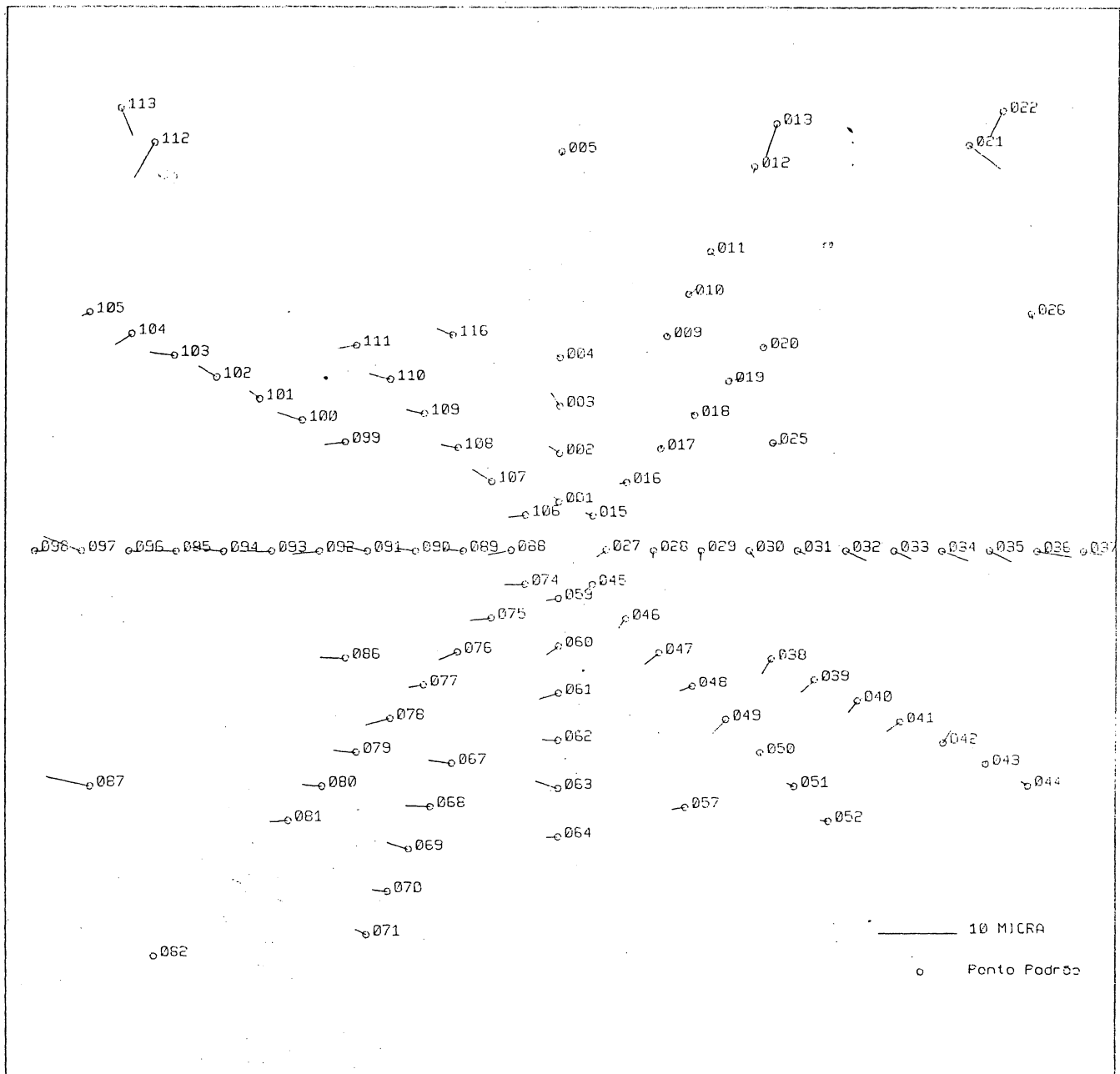
CONTROLE: DENSO



MODELO: POLINÔMIO ORTOGONAL

Nº DE FOTOS: 5

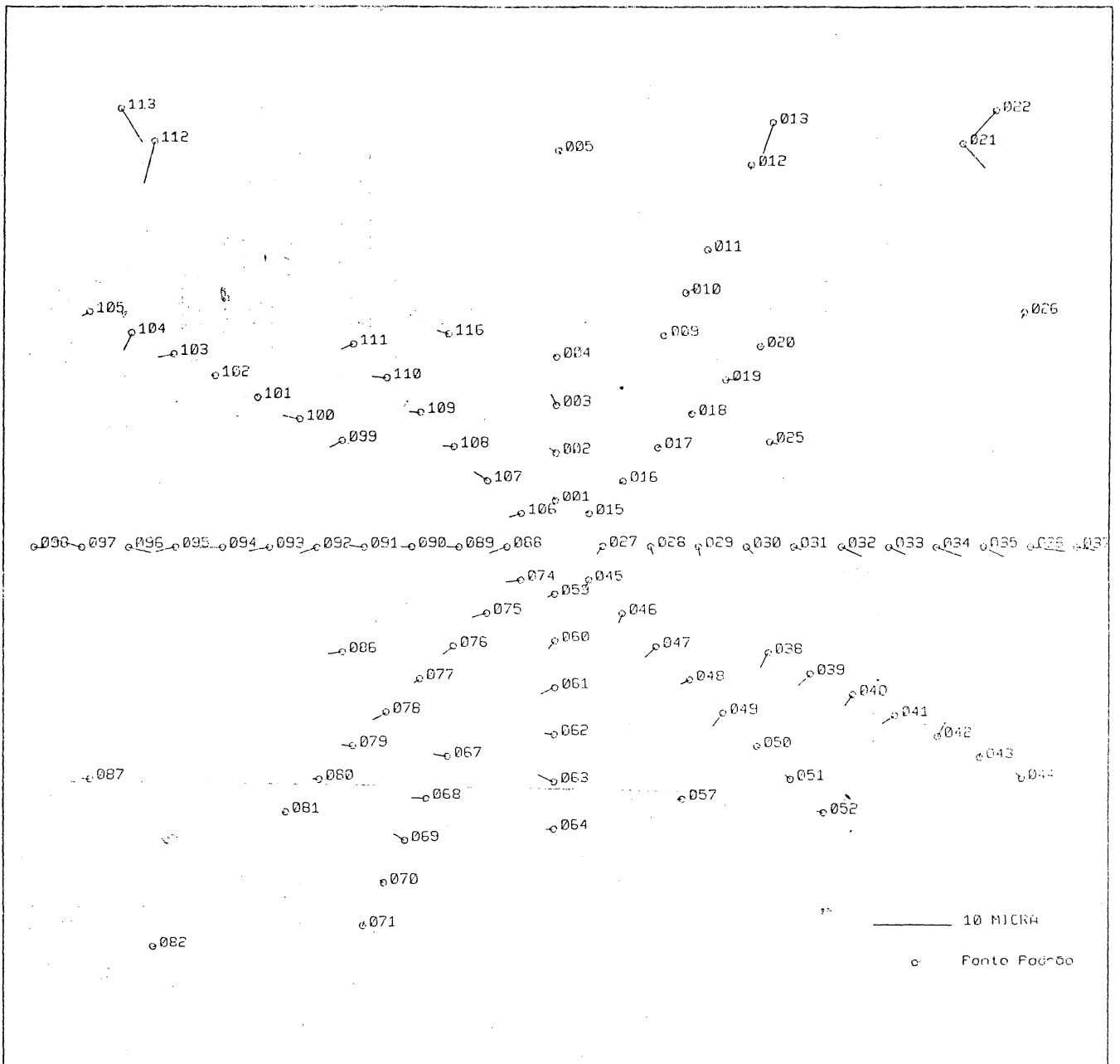
CONTROLE: ESPARSO



MODELO: POLINÔMIO ORTOGONAL

Nº DE FOTOS: 5

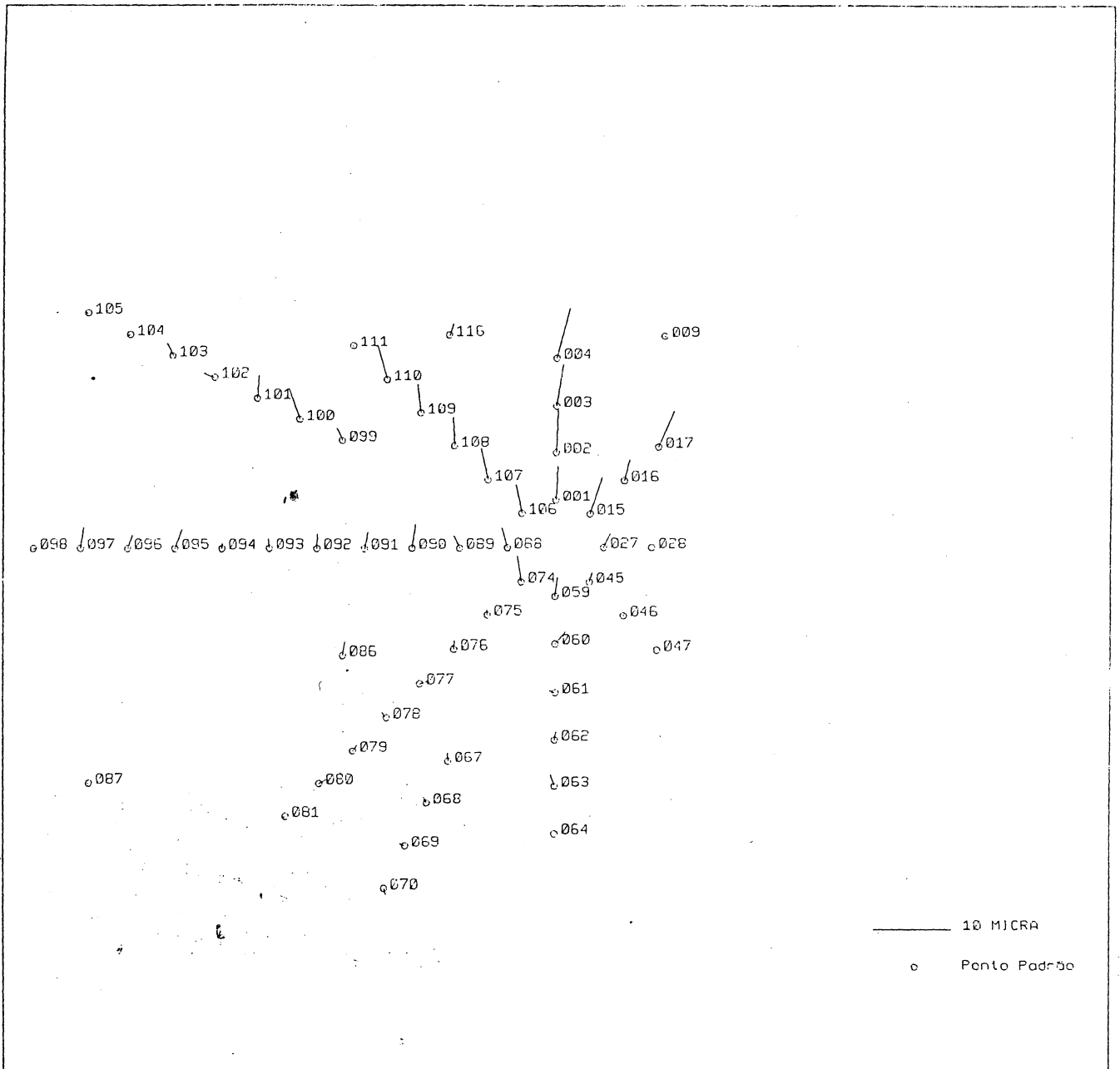
CONTROLE: MÉDIO



MODELO: POLINÔMIO ORTOGONAL

Nº DE FOTOS: 5

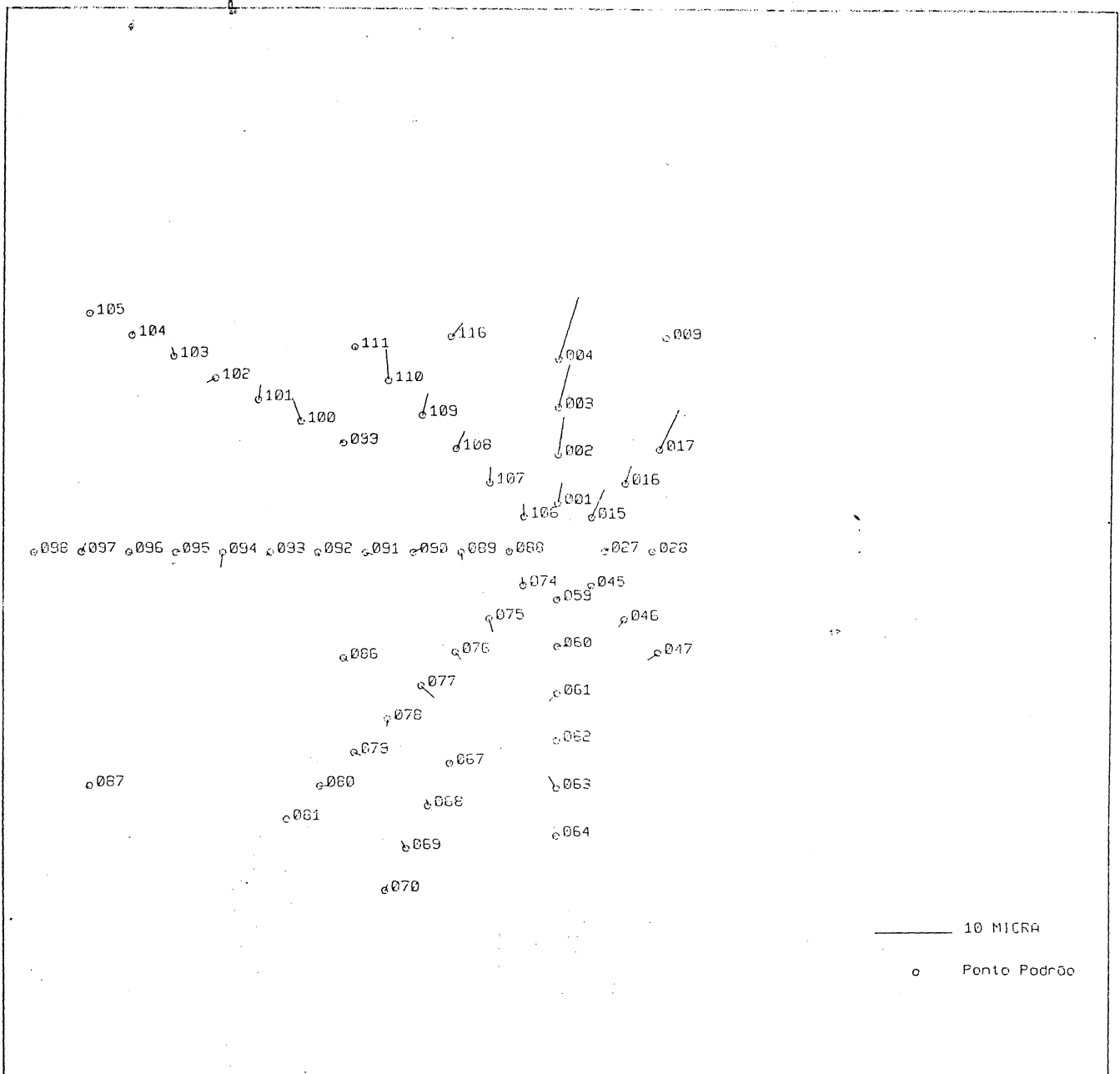
CONTROLE: DENSO



MODELO: CONRADY-BROWN

Nº DE FOTOS: 2 COM 60% DE RECOBRIMENTO LONGITUDINAL

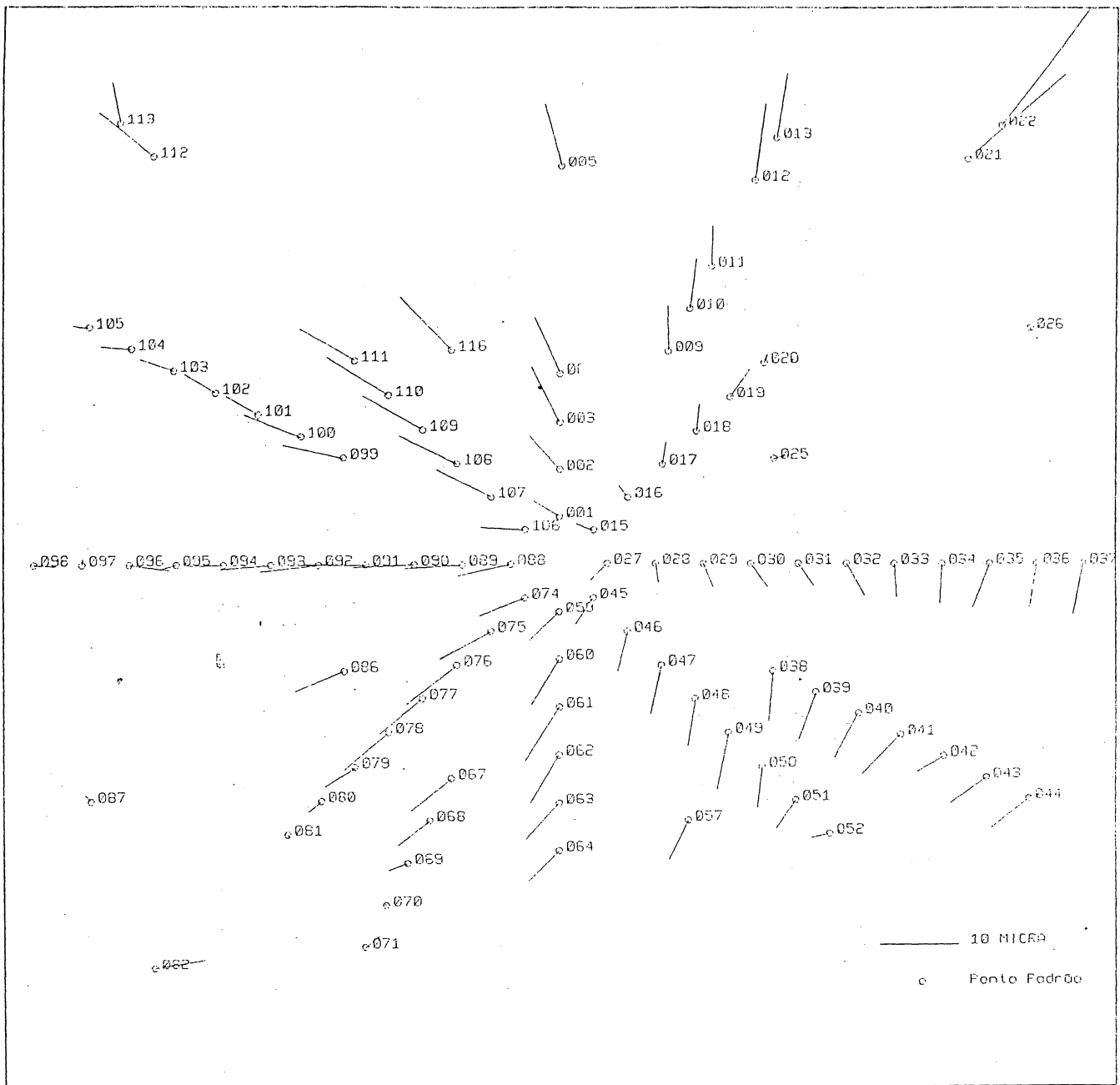
CONTROLE: ESPARSO



MODELO: POLINÔMIO ORTOGONAL

Nº DE FOTOS: 2 COM 60% DE RECOBRIMENTO LONGITUDINAL

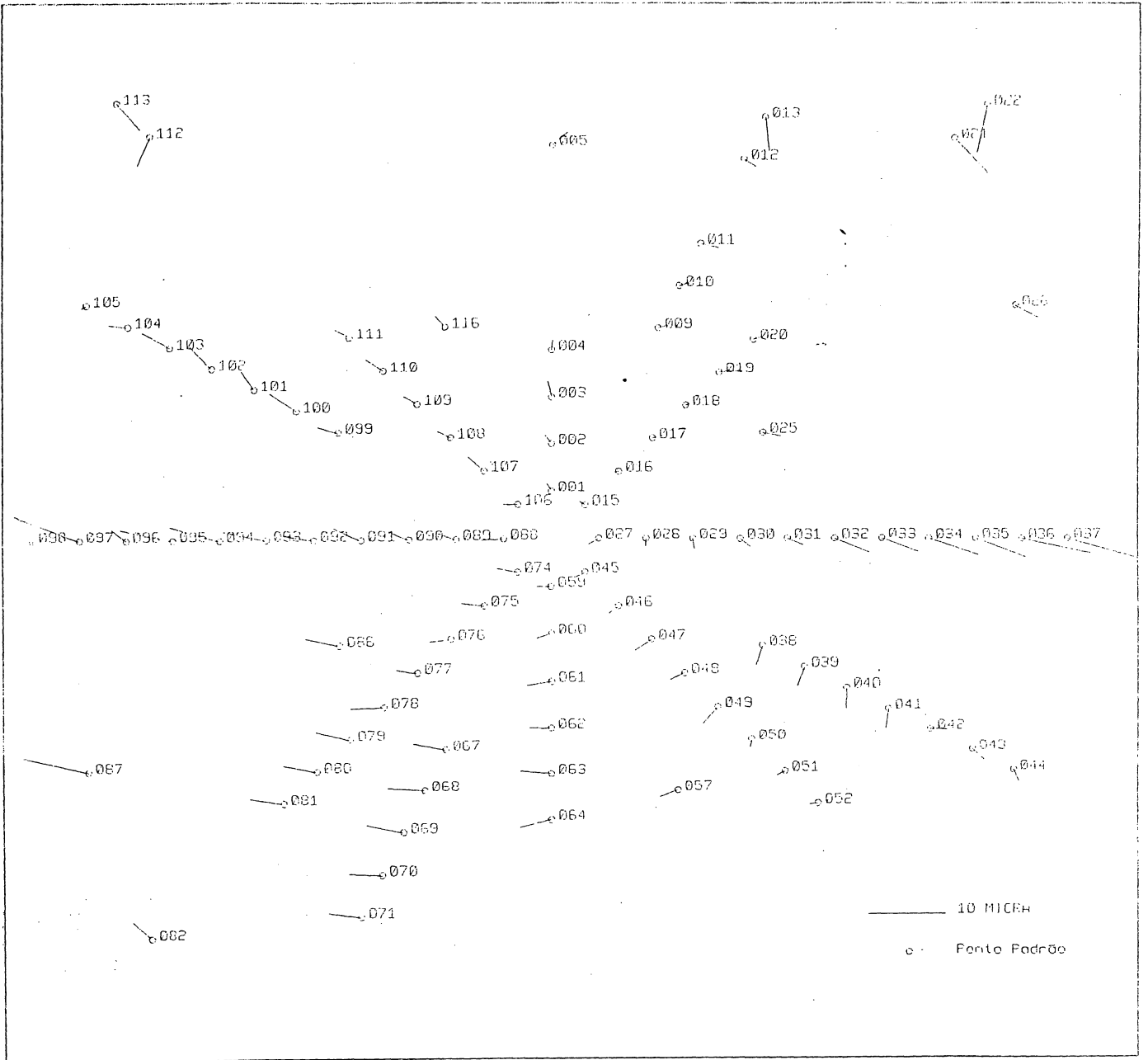
CONTROLE: ESPARSO



MODELO: CONRADY-BROWN

Nº DE FOTOS: 5

CONTROLE: COM NÚMERO MÍNIMO DE PONTOS DE CONTROLE PRÓXIMO
 AO NÚMERO DE PARÂMETROS DE CALIBRAÇÃO E
 ORIENTAÇÃO (4HV E 1V).



MODELO: POLINÔMIO ORTOGONAL

Nº DE FOTOS: 5

CONTROLE: COM NÚMERO MÍNIMO DE PONTOS DE CONTROLE PRÓXIMO
 AO NÚMERO DE PARÂMETROS DE CALIBRAÇÃO E
 ORIENTAÇÃO (4HV E 1V).

B. PROGRAMAS E EXEMPLOS DOS ARQUIVOS DE ENTRADA UTILIZADOS NA DISSERTAÇÃO

ANEXO B.1

**PROGRAMA RESEAU - NUMERAÇÃO DOS PONTOS DO RESEAU E
PREPARAÇÃO DO ARQUIVO PARA O PROGRAMA TRISO**

```

C---- PROGRAM FOR COMPUTING POINT NUMBERS OF RESEAU
C----
C---- COMENTARIOS:
C---- 1- NUMERA PONTOS DO RESEAU.EM CORRESPONDENCIA COM A SUA POS
C----    ICAO A PARTIR DA LEITURA DAS COORD. NO COMPARADOR, ONDE
C----    TODOS OS PONTOS TEM NUMERO ZERO.
C---- 2- AS QUATRO PRIMEIRAS LEITURAS DEVEM SER DOS PONTOS FIDUCI
C----    AIS LATERAIS, NA SEQUENCIA ABAIXO:
C----
C----      . . . . . 1 . . . . .
C----      . . . . .
C----      . . . . .
C----      . . . . .
C----      . . . . .
C----      4 . . . . . 2
C----      . . . . .
C----      . . . . .
C----      . . . . .
C----      . . . . .
C----      . . . . . 3 . . . . .
C----
C---- 3- OS DEMAIS PONTOS PODEM SER LIDOS EM QUALQUER ORDEM.
C---- 4- O ULTIMO DADO DO ARQUIVO DEVE SER UM NUMERO MAIOR QUE 50
C---- 5- VARIAVEIS:
C----    NF = NUMERO DE FOTOS
C----    NP = NUMERO DE PONTOS
C----    AX = COORDENADA 'X' DE MAQUINA
C----    AZ = COORDENADA 'Z' DE MAQUINA
C---- 6- FORMA DE ENTRADA DOS DADOS: UM PONTO POR CARTAO, NA SEGU
C----    INTE ORDEM - NF, NP, AX, AZ, TODOS NO FORMATO REAL.
C----
C NP,NF,AX,AZ => DEVEM TER DIMENSAO IGUAL AO NUMERO DE LINHA DO
C DO ARQUIVO DE DADOS DE ENTRADA

```

```

IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
DIMENSION NF(2500),NP(2500),AX(2500),AZ(2500),MEMS(50)
DIMENSION MEM(51)

```

C ABERTURA DO ARQUIVO DE SAIDA P/ IMPRESSORA E DE ENTRADA DE DADOS

```

OPEN(UNIT=3,FILE='RES.PRN',STATUS='NEW')
CALL ENTRA(IN)
WRITE(3,30000)
30000 FORMAT('1',3X,'INPUT DATE:',///,4X,'PHOTO',3X,'POINT',7X,'X',
17X,'Z',/)
FINAL=0
NPOINT=0
NPHOTO=1

```

C LEITURA DO NUM. DA FOTO, DO PONTO (SOMATORIO), E SUAS COORD.
C ARMAZENAMENTO DO NUMERO DE PONTOS E DE FOTOS.

```

DO 40 I=1,2500
  READ(IN,*) NF(I),NP(I),AX(I),AZ(I)
  WRITE(3,30010) NF(I),NP(I),AX(I),AZ(I)
  IF(NF(I).LT.50) GOTO 10
  MEMS(NPHOTO)=NPOINT
30010 FORMAT(1X,2I8,2F8.3)
  FINAL=1
  GOTO 50
10  CONTINUE
  IF(1.NE.1) GOTO 20
  NPOINT=NPOINT+1
  GOTO 40
20  CONTINUE
  IF(NF(I).NE.NF(I-1)) GOTO 30
  NPOINT=NPOINT+1
  GOTO 40
30  CONTINUE
  MEMS(NPHOTO)=NPOINT

```

```

      NPHOTO=NPHOTO+1
40   CONTINUE
50   CONTINUE

```

C SEPARACAO DO NUMERO DE PONTOS POR FOTO

```

      MEM(1)=MEMS(1)
      IF(NPHOTO.LT.2) GOTO 57
      DO 55 I=2,NPHOTO
        MEM(I)=MEMS(I)-MEMS(I-1)+1
55   CONTINUE
57   CONTINUE

      WRITE(3,30020)
30020 FORMAT(1H1,3X,'OUTPUT DATE:'.///,4X,'PHOTO',3X,'POINT',
      17X,'X',7X,'Z',./)

```

C ANALISE DOS DADOS DE ENTRADA E APLICACAO DA NUMERACAO

```

      IE=0
      DO 120 J=1,NPHOTO
        IA=IE+1
        IE=IE+MEM(J)
        IF(IE.NE.0) GOTO 60
        WRITE(3,30030)
30030   FORMAT(//1X,'NO DATE IN INPUT'/1X,'STOP')
        GOTO 999
60     CONTINUE
        IF((IE-IA).GT.4) GOTO 70
        WRITE(3,30040) NF(J)
30040   FORMAT(//,1X,'NOT ENOUGH INFORMATION IN PHOTO:',
      1     I4,1X,'STOP')
        GOTO 999
70     CONTINUE

```

C CALCULO DA MEDIA DAS COORD. 1,2,3 E 4 DO RESEAU E DO ANGULO DE
C ORIENTACAO

```

      XM=0.DO
      ZM=0.DO
      IEE=IA+3
      DO 80 I=IA,IEE
        XM=XM+AX(I)
        ZM=ZM+AZ(I)
80     CONTINUE
      XM=XM/4.DO
      ZM=ZM/4.DO
      ALPHA=DATAN((AZ(IA+1)-ZM)/(AX(IA+1)-XM))

```

C APLICACAO DA NUMERACAO AO DEMAIS PONTOS

```

      DO 90 I=IA,IE
        IF(NP(I).GT.0) GOTO 90
        XS=(AX(I)-XM)*DCOS(ALPHA)+(AZ(I)-ZM)*
$       DSIN(ALPHA)+22.DO
        ZS=- (AX(I)-XM)*DSIN(ALPHA)+(AZ(I)-ZM)
$       *DCOS(ALPHA)+16.5DO
        NP(I)=100100+IDINT(XS+0.55D0)*1000+IDINT(ZS+0.55D0)
90     CONTINUE

```

C IMPRESSAO DOS DADOS NO ARQUIVO P/ IMPRESSORA

```

      DO 100 I=IA,IE
        WRITE(3,30010) NF(I),NP(I),AX(I),AZ(I)
100     CONTINUE
        WRITE(3,30050)
30050   FORMAT(1X)
120    CONTINUE

```

C ABERTURA DO ARQUIVO DE SAIDA P/ O PROGRAMA TRISO.FOR
 C IMPRESSAO DO DADOS DE SAIDA

```

    CALL SAIDA(IOUT)
    IE=0
    DO 130 J=1,NPHOTO
      IA=IE+1
      IE=IE+MEM(J)
      IF(J.EQ.1) WRITE(IOUT,30060) NPHOTO
30060  FORMAT(1X,I4)
      WRITE(IOUT,30060) MEM(J)
      DO 110 I=IA,IE
        WRITE(IOUT,30010) NF(I),NP(I),AX(I),AZ(I)
110    CONTINUE
130    CONTINUE
      CLOSE(UNIT=3)
999    CONTINUE
    END
  
```

```

*****
*****
** SUBROTINA: SAIDA.                **
** PROPOSITO: ESCOLHA DA SAIDA DO RESULTADO. **
** PARAMETROS: I => NUMERO DA ESCOLHA.      **
**          ARQ => NOME DO ARQUIVO.         *
**          II => NUMERO DA UNIDADE DO ARQUIVO. **
*****
*****
  
```

```

SUBROUTINE SAIDA(II)
  IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
  CHARACTER*12 ARQ
1  WRITE(*,*) 'SAIDA DO RESULTADO: 0 => VIDEO'
   WRITE(*,*) '          1 => IMPRESSORA'
   WRITE(*,*) '          2 => ARQUIVO'
   WRITE(*,3)
3  FORMAT('0','ESCOLHA SUA OPCAO... ')
   READ(*,*) I
   IF(I.NE.0.AND.I.NE.1.AND.I.NE.2) THEN
     WRITE(*,*) 'NAO EXISTE ESSA OPCAO. TENTE NOVAMENTE'
     GOTO 1
   ENDIF
   IF(1.EQ.2) THEN
     WRITE(*,4)
4  FORMAT(' ','ENTRE COM O NOME DO ARQUIVO... ')
     READ(*,2) ARQ
2  FORMAT(A12)
     WRITE(*,5)
5  FORMAT(' ','ENTRE COM A UNIDADE DO ARQUIVO... ')
     READ(*,*) II
     OPEN(UNIT=II,FILE=ARQ,STATUS='NEW')
   ELSE
     IF(1.EQ.1) THEN
       OPEN(I,FILE='LPT1',STATUS='UNKNOWN')
       II=I
     ELSE
       II=I
     ENDIF
   ENDIF
  RETURN
  END
  
```

```

*****
*****
** SUROTINA: ENTRA.                **
** PROPOSITO: TIPO DE ENTRADA DE DADOS.      **
** CHAMADA: CALL ENTRA(11).              **
** PARAMETROS: 11 => INDICE DA SAIDA.      **
*****
*****
SUBROUTINE ENTRA(11)
  
```

CHARACTER*12 ARQ

C SELECAO DO TIPO DE ENTRADA DE DADOS

```
5   WRITE(*,10)
10  FORMAT('0','ENTRADA DOS DADOS: 1 => ARQUIVO')
    WRITE(*,*) '          0 => VIDEO'
    WRITE(*,*) 'ESCOLHA SUA OPCAO...'
    READ(*,*) ICOND
    IF(ICOND.NE.1.AND.ICOND.NE.0) THEN
        WRITE(*,*) 'NAO EXISTE ESTA OPCAO, TENTE NOVAMENTE'
        GOTO 5
    ELSE
        IF(ICOND.EQ.1) THEN
            WRITE(*,15)
15     FORMAT(' ','ENTRE COM O NOME DO ARQUIVO...' )
            READ(*,20) ARQ
20     FORMAT(A12)
            OPEN(20,FILE=ARQ,STATUS='UNKNOWN')
            I1=20
        ELSE
            I1=0
        ENDIF
    ENDIF
    RETURN
    END
```

ANEXO B.2

**PROGRAMA TRISO - TRANSFORMAÇÃO DAS COORDENADAS DE MÁQUINA
PARA COORDENADAS FIDUCIAIS**

```

C----- PROGRAMA PARA TRANSFORMAR COORD. DE COMPARADOR PARA O SISTEMA
C----- FIDUCIAL. DE CAMARAS COM RESEAU, USANDO A TRANSF. ISOGONAL.
C----- COMENTARIOS UTEIS:
C----- 1) VARIAVEIS UTILIZADAS:
C----- NPC = NUMERO DO PONTO DO RESEAU
C----- XC , ZC = COORDENADAS CONHECIDAS DO PONTO 'NPC'
C----- NPHOTO = NUMERO TOTAL DE FOTOS
C----- MEM = NUMERO DE PONTOS POR FOTO
C-----
      IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
      DIMENSION NPC(122),XC(122),ZC(122),MEM(50),NF(500),NP(500)
      DIMENSION AX(500),AZ(500),X(250),Z(250),XL(4),ZL(4),NPL(4)
      DIMENSION XCL(4),ZCL(4)

```

C ABERTURA DO ARQUIVO DE SAIDA P/ IMPRESSORA

```
OPEN(UNIT=3,FILE='TRI.PRN',STATUS='NEW')
```

C ABERTURA DO ARQUIVO DE ENTRADA E DE SAIDA PARA O PROG. TESE

```
CALL ENTRA(IN)
CALL SAIDA(IOUT)
```

C LEITURA DOS PONTOS E COORD. DO RESEAU CALIBRADA

```

      I=0
10    CONTINUE
      I=I+1
      READ(IN,*) NPC(I),XC(I),ZC(I)
      IF(NPC(I).LT.100100) GOTO 20
C     XC(I)=XC(I)
C     ZC(I)=ZC(I)
      GOTO 10

20    CONTINUE
      DX=0.DO
      DZ=0.DO
      ND=0

```

C LEITURA DO NUMERO DE FOTO, DO PONTO E DAS COORD. DE MAQUINA

```

      READ(IN,*) NPHOTO
      WRITE(3,40000) NPHOTO
40000  FORMAT(5X,I10)
      DO 400 J=1,NPHOTO
      READ(IN,*) MEM(J)
      WRITE(3,40000) MEM(J)
      DO 30 I=1,MEM(J)
      READ(IN,*) NF(I),NP(I),AX(I),AZ(I)
30    CONTINUE
      MAX=MEM(J)-1
      MAXX=MAX+1
      MEMK=MEM(J)
      II=1

```

C CALCULO DA MEDIA DOS PONTOS

```

      DO 200 I=1,MAX
      KK=II+1
      NC=0
      X(II)=0.DO
      Z(II)=0.DO
      IA=II+1
      DO 100 K=IA,MEM(J)
      IF(NP(II).EQ.NP(KK)) GOTO 40
      KK=KK+1
      GOTO 80
40    CONTINUE

```

C VERIFICA SE EXISTE DIFERENCA MAIOR QUE 10 MICROS

```

      IF(DABS((AX(II)-AX(KK))).GT.10.OR.DABS((AZ(II)-AZ(KK))).GT.
110) GOTO 50

```

```

C  ARMAZENA OS PONTOS IDENTICOS DO SEGUNDO APARECIM. EM FORMA DE
C  SOMATORIO (X,Z), O 1 FICA EM AX E AZ DE II

```

```

      X(II)=X(II)+AX(KK)
      Z(II)=Z(II)+AZ(KK)

```

```

C  CALCULO DO SOMATORIO DO RESIDUO AO QUADRADO

```

```

      DX=DX+(AX(II)-AX(KK))*(AX(II)-AX(KK))
      DZ=DZ+(AZ(II)-AZ(KK))*(AZ(II)-AZ(KK))
      CALL TIRAR(NP,AX,AZ,KK,MAXX)
      MEMK=MEMK-1
      NC=NC+1
      ND=ND+1
      GOTO 80
50    CONTINUE
      DIFX=AX(II)-AX(KK)
      DIFZ=AZ(II)-AZ(KK)
      CALL TIRAR(NP,AX,AZ,KK,MAXX)
      MEMK=MEMK-1
      WRITE(3,30000) NP(II),NP(II)
30000  FORMAT(1X,'DIF. > 10 IN PHOTO:',14,3X,'POINT:',16)
      WRITE(3,40020) DIFX,DIFZ
40020  FORMAT(1X,2F20.4)
80    CONTINUE
      IF(KK.GT.MEMK) GOTO 110
100   CONTINUE
110   CONTINUE
      IF(NC.NE.0) GOTO 120
      CALL TIRAR(NP,AX,AZ,II,MAXX)
      MEMK=MEMK-1
      GOTO 125
120   CONTINUE

```

```

C  TIRA A MEIDA DO PONTO, AX E AZ DE II CONTEM O PRIMEIRO APARECIMENTO
C  X E Y CONTEM O SOMATORIO DO SEGUNDO APAREC. EM DIANTE, FEITO ACIMA

```

```

      X(II)=(X(II)+AX(II))/FLOAT(NC+1)
      Z(II)=(Z(II)+AZ(II))/FLOAT(NC+1)
      II=II+1
125   CONTINUE
      IF(.NOT.(NC.EQ.0.AND.II.GE.MEMK)) GOTO 130
      CALL TIRAR(NP,AX,AZ,II,MAXX)
130   CONTINUE
      IF(II.GE.MEMK) GOTO 210
200   CONTINUE
210   CONTINUE

```

```

C  SEPARA OS PONTOS DO RESEAU QUE IRAM FAZER PARTE DO CALCULO DA
C  TRANSF. ISOGONAL
C  O VALOR 5500 E A DISTANCIA ENTRE AS CRUZETAS DO RESEAU

```

```

      IE=II-1
      DO 300 I=1,IE
      IF(NP(I).GE.100100) GOTO 300
      N=0
      DO 280 K=1,IE
      IF(I.EQ.K) GOTO 280
      IF(NP(K).LT.100100) GOTO 280
      IF(.NOT.(DABS(X(I)-X(K)).LT.5.5D0.AND.DABS(Z(I)-Z(K)
$).LT.5.5D0)) GOTO 280
      N=N+1
      XL(N)=X(K)
      ZL(N)=Z(K)
      NPL(N)=NP(K)

```


C NQ DEVE VARIAR ATE O NUMERO DE MARCAS FIDUCIAIS (MF)

```
MF=35
DO 275 NQ=1,MF
IF(NPC(NQ).NE.NPL(N)) GO TO 275
XCL(N)=XC(NQ)
ZCL(N)=ZC(NQ)
GO TO 280
275 CONTINUE
280 CONTINUE
IF(N.LT.3) GOTO 300
CALL TRANSF(XL,ZL,XCL,ZCL,NPL,N,NF(I),X(I),Z(I),NP(I),IOUT)
300 CONTINUE
400 CONTINUE
```

C VOLTA PARA CALCULAR OUTRA FOTO
C CALCULO DO DESVIO PADRAO DAS MEDIDAS

```
DX=DSQRT(DX/FLOAT(2*ND))*1000.DO
DZ=DSQRT(DZ/FLOAT(2*ND))*1000.DO
WRITE(IOUT,30010) DX,DZ
30010 FORMAT(1X,'STANDARD DEVIATION OF THE MEASUREMENTS IN X AND Z:',
$ 2(1X,F6.1),' IN MICRON')
CLOSE(UNIT=3)
END
```

C-----
SUBROUTINE TIRAR(NP,AX,AZ,KK,MAXX)

C-----
C----- PROGRAMA PARA ELIMINAR DA MEMORIA PONTOS
C-----

```
IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
DIMENSION NP(MAXX),AX(MAXX),AZ(MAXX)
MAX=MAXX-1
DO 10 L=KK,MAX
NP(L)=NP(L+1)
AX(L)=AX(L+1)
AZ(L)=AZ(L+1)
10 CONTINUE
RETURN
END
SUBROUTINE TRANSF(X,Y,XL,YL,NPL,N,NF,XD,YD,NP,IOUT)
IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
DIMENSION A(4,4),U(4),PD(4),XR(4),XL(4),YL(4),X(4),Y(4),NPL(4)
WRITE(3,40000) NF,NP,XD,YD,N
40000 FORMAT(1X,'TRANSF',2I10,2F10.1,1I10)
WRITE(3,40010) (XL(I),YL(I),NPL(I),X(I),Y(I),I=1,N)
40010 FORMAT(1X,'TRANSF',2F10.1,1I10,2F10.1)
C----- NF= NUMERO DE FOTOS
```

```
NV=4
CALL NITIAL(A,U,NV)
DO 20 I=1,N
PD(1)=XL(I)
PD(2)=YL(I)
PD(3)=1.DO
PD(4)=0.DO
F=X(I)
CALL NORMAL(A,U,NV,PD,F)
PD(1)=YL(I)
PD(2)=-XL(I)
PD(3)=0.DO
PD(4)=1.DO
F=Y(I)
20 CALL NORMAL(A,U,NV,PD,F)
CALL VERSOL(A,XR,NV)
CALL AB(A,U,XR,NV,NV,1)
WRITE(3,45) NP
45 FORMAT(//.10X,'COEFICIENTES DA TRANSF. ISOG. PARA O PONTO',I8,//
1)
DO 40 I=1,NV
WRITE(3,50)I,XR(I)
```

```

50  FORMAT(10X,'R(' ,J2,' )=' ,3X,F15.5)
40  CONTINUE
    DET=(XR(1)*XR(1)-XR(2)*XR(2))
    IF(DET) 60,70,60
70  WRITE(3,75) NP
75  FORMAT(//,10X,'DET. NULO PARA O PONTO NUMERO',I5 )
    GO TO 100
60  CALL OUT(XR,NV,NP,XD,YD,NF,IOUT)
100 CONTINUE
    WRITE(3,9991)
9991 FORMAT('O',1X,'PRECISAO DOS PARAMETROS',//)
    DO 9992 I=1,4
        WRITE(3,9993) DSQRT(A(I,I))
9993 FORMAT(' ',2X,D10.4)
9992 CONTINUE

    RETURN
    END
    SUBROUTINE NORMAL(A,U,NV,PD,F)
    IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
    DIMENSION A(NV,NV),U(NV),PD(NV)
    DO 5 I=1,NV
        U(I)=U(I)+PD(I)*F
    DO 5 J=1,NV
5    A(I,J)=A(I,J)+PD(I)*PD(J)
    RETURN
    END
    SUBROUTINE NITIAL(A,U,NV)
    IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
    DIMENSION A(NV,NV),U(NV)
    DO 10 I=1,NV
        U(I)=0.DO
    DO 10 J=1,NV
10    A(I,J)=0.DO
    RETURN
    END
    SUBROUTINE VERSOL(A,B,I)
    IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
    DIMENSION A(I,I),B(I)
    IF(I.EQ.1) GO TO 10
    IM=I-1
    DO 5 K=1,I
    DO 2 J=1,IM
2    B(J)=A(I,J+1)/A(I,1)
    B(I)=1.DO/A(I,1)
    DO 4 L=1,IM
    DO 3 J=1,IM
3    A(L,J)=A(L+1,J+1)-A(L+1,1)*B(J)
4    A(L,I)=-A(L+1,1)*B(I)
    DO 5 J=1,I
5    A(I,J)=B(J)
    RETURN
10    A(1,1)=1.DO/A(I,1)
    RETURN
    END
    SUBROUTINE AB(A,B,R,L,M,N)
    IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
    DIMENSION A(L,M),B(M),R(L)
    DO 5 I=1,L
        R(I)=0.DO
    DO 5 K=1,M
5    R(I)=R(I)+A(I,K)*B(K)
    RETURN
    END
    SUBROUTINE OUT(XR,NV,NP,XD,YD,NF,IOUT)
    IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
    DIMENSION XR(NV)
    X=(XR(1)*(XD-XR(3))-XR(2)*(YD-XR(4)))/(XR(1)**2+XR(2)**2)
    Y=(XR(2)*(XD-XR(3))+XR(1)*(YD-XR(4)))/(XR(1)**2+XR(2)**2)
    WRITE(3,20)NF,NP,X,Y

```

```

        WRITE(IOUT,20)NF,NP,X,Y
20    FORMAT(1X,2I5,2F10.3)
30    CONTINUE
        RETURN
        END
*****
*****
** SUBROTINA: SAIDA.                                **
** PROPOSITO: ESCOLHA DA SAIDA DO RESULTADO.        **
** PAREMETRO: I => NUMERO DA ESCOLHA.              **
**          ARQ => NOME DO ARQUIVO.                **
**          II => NUMERO DA UNIDADE DO ARQUIVO.     **
*****
*****

        SUBROUTINE SAIDA(II)
        IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
        CHARACTER*12 ARQ
1    WRITE(*,*) 'SAIDA DO RESULTADO: 0 => VIDEO'
        WRITE(*,*) '          1 => IMPRESSORA'
        WRITE(*,*) '          2 => ARQUIVO'
        WRITE(*,3)
3    FORMAT('0','ESCOLHA SUA OPCAO... ')
        READ(*,*) I
        IF(I.NE.0.AND.I.NE.1.AND.I.NE.2) THEN
            WRITE(*,*) 'NAO EXISTE ESSA OPCAO, TENTE NOVAMENTE'
            GOTO 1
        ENDIF
        IF(I.EQ.2) THEN
            WRITE(*,4)
4    FORMAT(' ','ENTRE COM O NOME DO ARQUIVO... ')
            READ(*,2) ARQ
2    FORMAT(A12)
            WRITE(*,5)
5    FORMAT(' ','ENTRE COM A UNIDADE DO ARQUIVO... ')
            READ(*,*) II
            OPEN(II,FILE=ARQ,STATUS='NEW')
        ELSE
            IF(I.EQ.1) THEN
                OPEN(I,FILE='LPT1',STATUS='UNKNOWN')
                II=1
            ELSE
                II=I
            ENDIF
        ENDIF
        RETURN
        END

*****
*****
** SUBROTINA: ENTRA.                                **
** PROPOSITO: TIPO DE ENTRADA DE DADOS.            **
** CHAMADA: CALL ENTRA(I1).                        **
** PARAMETROS: I1 => INDICE DA SAIDA.              **
*****
*****

        SUBROUTINE ENTRA(I1)
        CHARACTER*12 ARQ

C SELECAO DO TIPO DE ENTRADA DE DADOS

5    WRITE(*,10)
10   FORMAT('0','ENTRADA DOS DADOS: 1 => ARQUIVO')
        WRITE(*,*) '          0 => VIDEO'
        WRITE(*,*) 'ESCOLHA SUA OPCAO... '
        READ(*,*) ICOND
        IF(ICOND.NE.1.AND.ICOND.NE.0) THEN
            WRITE(*,*) 'NAO EXISTE ESTA OPCAO, TENTE NOVAMENTE'
            GOTO 5
        ELSE

```

```
IF(ICOND.EQ.1) THEN
  WRITE(*,15)
  FORMAT(' ',ENTRE COM O NOME DO ARQUIVO... ')
15  READ(*,20) ARQ
20  FORMAT(A12)
  OPEN(20,FILE=ARQ,STATUS='UNKNOWN')
  I1=20
ELSE
  I1=0
ENDIF
ENDIF
RETURN
END
```

ANEXO B.3

MODELAGEM SEGUNDO CONRADY-BROWN

```

IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
COMMON/INTEGR/ MAXIT,NSIZ,NPHOTO,NSRV,NCC,NOB,NG,ICON,ITER,MX,
INTERN,MINIT,MCO,NCO,MDIST,NDIST,IREFR
COMMON/INTCON/ MSRV
COMMON/REAL8/ VPV,PP,DA,DS,CX,CY,F,SZZ,DR,PCX,PCY,PF,CXB,CYB,FB,DC
1,CK1,CK2,CK3,CP1,CP2,PK1,PK2,PK3,PP1,PP2,CK1B,CK2B,CK3B,
2CP1B,CP2B
COMMON/ROTAIT/ R(3,3),T(6)
C*****
C
C-----INSTRUCTIONS TO CHANGE DIMENSIONS
C
C-----NPP(NPH)=NUMBER DE PTS IN A PARTICULAR PHOTO
C-----WHERE
C-----      NPH= TOTAL NUMBER OF PHOTOS
C-----NUMPT(NPH,MX)= PHOTO POINT NUMBER
C-----      NPH= TOTAL NUMBER OF PHOTOS
C-----      MX= MAX. NUMBER OF POINTS IN A SINGLE PHOTO
C-----LSP(L)= CONTROL POINT NUMBER
C-----      L= NUMBER OF CONTROL POINTS
C-----KODE(NG) =
C-----      0 - POINT IS FREE VARIABLE
C-----      1 - Z IS WEIGHTED
C-----      2 - X & Y ARE WEIGHTED
C-----      4 - Y & Z ARE WEIGHTED
C-----      3 - X, Y, Z ARE WEIGHTED
C-----      NG= NUMBER OF GROUND POINTS
C-----INTEGER CODE(NPH),LCO(NCO),LDIST(NDIST,2) ORIGINAL LCO(NPH)
C-----WHERE
C-----      CODE(NPH)=
C-----      0 - EXT. ORIENT. ARE FREE VARIABLES
C-----      1 - "ZC" IS WEIGHTED
C-----      2 - "XC,YC" ARE WEIGHTED
C-----      3 - "XC,YC,ZC" ARE WEIGHTED
C-----      4 - "OMEGA,PHI,KAPPA,XC,YC,ZC" ARE WEIGHTED.
C-----      NPH = NUMBER OF PHOTOS
C      NCO=NUM. DE FOTOS CUJAS COORD. DA EST. SAO CONHECIDAS
C-----OBS. IF CODE(NPH)=0 FOR ALL PHOTOS - LCO(1) ECONOMIZE SPACE
C-----LDIST(NDIST,2)= GROUND POINT FROM WHERE DIST. WAS MEAS.
C-----      NDIST = NUMBER OF DISTANCES
C-----REAL*8 A(NV,NV),U(NV),X(NV),OMEGA(NPH),PHI(NPH),KAPPA(NPH)
C-----NV= TOTAL NUMBER OF VARIABLES (WEITED OR NOT)
C-----NV=6*NPH+3*NG+8(CALIBRACAO)+1(REFRACAO)
C-----NPH= TOTAL NUMBER OF PHOTOS
C-----REAL*8 XC(NPH),YC(NPH),ZC(NPH),XG(NG),YG(NG),ZG(NG)
C-----NPH= NUMBER OF PHOTOS
C-----NG= NUMBER OF GROUND POINTS
C-----REAL*8 XP(NPH,MX),YP(NPH,MX),PG(NSRV,3),GOB(NSRV,3)
C-----REAL*8 PDIST(NDIST),DIST(NDIST),COB(NCO,6),PC(NCO,6)
C-----OBS. HERE NCO=1 IF EXT. OR. ARE FREE VARIABLE IN ALL PHOTOS
C
C*****
      DIMENSION NPP(6),NUMPT(6,125),LSP(1),KODE(125)
      INTEGER CODE(6),LCO(1),LDIST(3,2)
      REAL*8 A(419,419),U(419),X(419),OMEGA(6),PHI(6),KAPPA(6)
      REAL*8 XC(6),YC(6),ZC(6),XG(125),YG(125),ZG(125)
      REAL*8 XP(6,125),YP(6,125),PG(1,3),GOB(1,3)
      REAL*8 PDIST(3),DIST(3),COB(1,6),PC(1,6)
      MCO=1
      MDIST=1
      MSRV=1

      IN=20
      IOUT=21
      OPEN(UNIT=IN,FILE='6D.DAT',STATUS='OLD')
      OPEN(UNIT=IOUT,FILE='6D.SAI',STATUS='UNKNOWN')
C
C READ NUMBER OF: PHOTOS, GROUND POINTS, POINTS PER PHOTO (MAXIMUM),
C POINTS WITH OBSERVED SURVEY COORDINATES, PHOTOS WITH
C OBSERVED EXTERIOR ORIENTATION, AND DISTANCES OBSERVE

```

```

C          BETWEEN GROUND POINTS
C
READ(IN,*) NPHOTO,NG,MX,NSRV,NCO,NDIST
IF(NCO.EQ.0) MCO=0
IF(MCO.EQ.0) NCO=1
IF(NDIST.EQ.0) MDIST=0
IF(MDIST.EQ.0) NDIST=1
IF(NSRV.EQ.0) MSRV=0
IF(MSRV.EQ.0) NSRV=1
CALL INPUT(NPP,NUMPT,LSP,KODE,CODE,LCO,LDIST,OMEGA,PHI,KAPPA,
.         XC,YC,ZC,XG,YG,ZG,XP,YP,PG,GOB,PDIST,DIST,COB,PC,IN,IOUT)
CALL BLOCK(NPP,NUMPT,LSP,KODE,CODE,LCO,LDIST,A,U,X,OMEGA,PHI,
.         KAPPA,XC,YC,ZC,XG,YG,ZG,XP,YP,PG,GOB,PDIST,DIST,COB,PC,
.IOUT)
CALL OUTPUT(NPP,NUMPT,LSP,KODE,CODE,LCO,LDIST,OMEGA,PHI,KAPPA,
.         XC,YC,ZC,XG,YG,ZG,XP,YP,GOB,DIST,COB,A,IOUT)
CLOSE(UNIT=IN)
CLOSE(UNIT=IOUT)
STOP
END

*****
*****
SUBROUTINE INPUT(NPP,NUMPT,LSP,KODE,CODE,LCO,LDIST,OMEGA,PHI,
. KAPPA,XC,YC,ZC,XG,YG,ZG,XP,YP,PG,GOB,PDIST,DIST,COB,PC,IN,IOUT)
IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
COMMON/INTEGR/ MAXIT,NSIZ,NPHOTO,NSRV,NCC,NOB,NG,ICON,ITER,MX,
. INTERN,MINIT,MCO,NCO,MDIST,NDIST,IREFR
COMMON/INTCON/MSRV
COMMON/REAL8/ VPV,PP,DA,DS,CX,CY,F,SZZ,DR,PCX,PCY,PF,CXB,CYB,FB,DC
1,CK1,CK2,CK3,CP1,CP2,PK1,PK2,PK3,PP1,PP2,CK1B,CK2B,CK3B,
2CP1B,CP2B
DIMENSION NPP(NPHOTO),NUMPT(NPHOTO,MX),LSP(NSRV),KODE(NG)
INTEGER CODE(NPHOTO),LCO(NCO),LDIST(NDIST,2)
REAL*8 PG(NSRV,3),GOB(NSRV,3),OMEGA(NPHOTO)
REAL*8 PHI(NPHOTO),KAPPA(NPHOTO),XC(NPHOTO),YC(NPHOTO),ZC(NPHOTO)
REAL*8 XG(NG),YG(NG),ZG(NG),XP(NPHOTO,MX),YP(NPHOTO,MX)
REAL*8 PDIST(NDIST),DIST(NDIST),COB(NCO,6),PC(NCO,6)
DR=45.DO/DATAN(1.DO)
C
C READ GROUND COORDINATES (OBSERVED AND/OR APROXIMATE)
C
DO 5 I=1,NG
READ(IN,*) NPT,KODE(NPT),XG(NPT),YG(NPT),ZG(NPT)
5 CONTINUE
C
C READ EXTERIOR ORIENTATION (OBSERVED AND/OR APROXIMATE)
C
DO 10 I=1,NPHOTO
READ(IN,*) NPH,CODE(NPH),XC(NPH),YC(NPH),ZC(NPH),OMEGA(NPH),
. PHI(NPH),KAPPA(NPH)
WRITE(*,*) OMEGA(NPH),PHI(NPH),KAPPA(NPH)
NPP(I)=0
10 CONTINUE
IF(MSRV.EQ.0) GO TO 32
C
C FIND CONTROL POINTS
C
L=1
DO 15 I=1,NG
IF(KODE(I).EQ.0) GO TO 15
LSP(L)=I
L=L+1
15 CONTINUE
C
C READ OBSERVED GROUND POINT COORDINATE VARIANCES
C
DO 30 I=1,NSRV
READ(IN,*) NPT,VX,VY,VZ

```

```

DO 20 J=1,NSRV
  IF(NPT.EQ.LSP(J)) GO TO 25
20 CONTINUE
  WRITE(IOUT,600) NPT
  STOP
25 PG(J,1)=VX
  PG(J,2)=VY
  PG(J,3)=VZ
30 CONTINUE
32 CONTINUE
  IF(MCO.EQ.0) GO TO 65
C
C FIND PHOTOS WITH OBSERVED EXTERIOR ORIENTATION
C
  L=1
  DO 35 I=1,NPHOTO
  IF(CODE(I).EQ.0) GO TO 35
  LCO(L)=1
  COB(L,1)=OMEGA(I)/DR
  COB(L,2)=PHI(I)/DR
  COB(L,3)=KAPPA(I)/DR
  COB(L,4)=XC(I)
  COB(L,5)=YC(I)
  COB(L,6)=ZC(I)
  L=L+1
35 CONTINUE
C
C READ OBSERVED EXTERIOR ORIENTATION VARIANCES
C
  DO 60 I=1,NCO
  READ(IN,*) NPH,V1,V2,V3,VX,VY,VZ
  DO 40 J=1,NCO
  IF(NPH.EQ.LCO(J)) GO TO 45
40 CONTINUE
  WRITE(IOUT,601) NPH
  STOP
45 CONTINUE
  PC(J,1)=V1
  PC(J,2)=V2
  PC(J,3)=V3
  PC(J,4)=VX
  PC(J,5)=VY
60 PC(J,6)=VZ
65 IF(MDIST.EQ.0) GO TO 75
C
C READ OBSERVED DISTANCES BETWEEN GROUND POINTS AND THEIR VARIANCES
C
  DO 70 L=1,NDIST
70 READ(IN,*) LDIST(L,1),LDIST(L,2),DIST(L),PDIST(L)
C
C READ PHOTO COORDINATE OBSERVATIONS
C
75 READ(IN,*) NPH,NPT,PX,PY
  IF(NPT.EQ.0) GO TO 80
  NPP(NPH)=NPP(NPH)+1
  J=NPP(NPH)
  NUMPT(NPH,J)=NPT
  XP(NPH,J)=PX
  YP(NPH,J)=PY
  GO TO 75
C
C READ INTERIOR ORIENTATION AND CONVERGENCE CRITERIA
C
  IREFR=0 REFRACAO NAO SERA CALCULADA
  =1 REFRACAO SERA CALCULADA
  INTERN=0 ORIENT. INT. NAO SERA CALCULADA
  =1 ORIENT. INT. SERA CALCULADA
C
  CX,CY,F,PCX,PCY,PF=OR.INTERNA E RESPECTIVAS VARIANCIAS
  CK1,CK2,CK3,CP1,CP2=VAL.INICIAIS P/ COEF.DE DISTORCOES
  PK1,PK2,PK3,PC1,PC2=VARIANCIAS P/OS COEF.DE DISTORCOES
  DA,DC,DS =CRIT.DE CONVERG.:ANGULAR,P/CALIBRACAO E PARA

```



```

C          COORDENADAS
C      SZZ,VP  =VAR. A PRIORI E VAR. PARA COOR. FOTOGRAFICAS
C
80 READ(IN,*) IREFR,INTERN,CX,CY,F,PCX,PCY,PF
   READ(IN,*) CK1,CK2,CK3,CP1,CP2,PK1,PK2,PK3,PP1,PP2
   READ(IN,*) DA,DC,DS,SZZ,VP
   MINIT=1
   MAXIT=12
C
C LIST INPUT DATA
C
   WRITE(IOUT,602)
   L=1
   DO 100 I=1,NG
   IF(KODE(I).EQ.0) GO TO 95
   IF(KODE(I).EQ.1) WRITE(IOUT,603) I,KODE(I),XG(I),YG(I),ZG(I),PG(L,
13)
   IF(KODE(I).EQ.2) WRITE(IOUT,604) I,KODE(I),XG(I),YG(I),ZG(I),
   PG(L,1),PG(L,2)
   IF(KODE(I).EQ.3) WRITE(IOUT,604) I,KODE(I),XG(I),YG(I),ZG(I),
   (PG(L,K),K=1,3)
   IF(KODE(I).EQ.4) WRITE(IOUT,617) I,KODE(I),XG(I),YG(I),ZG(I),PG(L
2,2),PG(L,3)
   L=L+1
   GO TO 100
95 WRITE(IOUT,603) I,KODE(I),XG(I),YG(I),ZG(I)
100 CONTINUE
C
   L=1
   DO 125 I=1,NPHOTO
   WRITE(IOUT,605) I
   IF(CODE(I).EQ.0) GO TO 105
   IF(CODE(I).LT.4) GO TO 105
   WRITE(IOUT,606) OMEGA(I),PC(L,1),PHI(I),PC(L,2),KAPPA(I),PC(L,3)
   GO TO 110
105 WRITE(IOUT,607) OMEGA(I),PHI(I),KAPPA(I)
   IF(CODE(I).EQ.0) GO TO 115
110 IF(CODE(I).EQ.1) WRITE(IOUT,608) XC(I),YC(I),ZC(I),PC(L,6)
   IF(CODE(I).EQ.2) WRITE(IOUT,609) XC(I),PC(L,4),YC(I),PC(L,5),ZC(I)
   IF(CODE(I).GE.3) WRITE(IOUT,609) XC(I),PC(L,4),YC(I),PC(L,5),
   ZC(I),PC(L,6)
   L=L+1
   GO TO 120
115 WRITE(IOUT,608) XC(I),YC(I),ZC(I)
120 CONTINUE
   LOOP=NPP(I)
   WRITE(IOUT,610)
   DO 125 J=1,LOOP
   WRITE(IOUT,616) NUMPT(I,J),XP(I,J),YP(I,J)
125 CONTINUE
C
   IF(MDIST.EQ.0) GO TO 135
   WRITE(IOUT,611)
   DO 130 I=1,NDIST
130 WRITE(IOUT,612) LDIST(I,1),LDIST(I,2),DIST(I),PDIST(I)
135 IF(INTERN.EQ.0) WRITE(IOUT,613) F,CX,CY
   IF(INTERN.EQ.1) WRITE(IOUT,614) F,PF,CX,PCX,CY,PCY
   IF(INTERN.EQ.1) WRITE(IOUT,502) CK1,PK1,CK2,PK2,CK3,PK3,CP1,PP1,
1CP2,PP2
   WRITE(IOUT,615) MINIT,MAXIT,DA,DC,DS,SZZ,VP
C
C
C STORE OBSERVED VALUES OF PARAMETERS AND FORM WEIGHTS
C
   FB=F
   CXB=CX
   CYB=CY
   CK1B=CK1
   CK2B=CK2

```

```

CK3B=CK3
CP1B=CP1
CP2B=CP2
PF=SZZ/VP
NCC=6*NPHOTO
NSIZ=NCC+3*NG
NOB=0
DA=DA/DR
C
DO 140 I=1,NPHOTO
OMEGA(I)=OMEGA(I)/DR
PHI(I)=PHI(I)/DR
KAPPA(I)=KAPPA(I)/DR
IF(CODE(I).EQ.4) NOB=NOB+2
140 NOB=NOB+CODE(I)+2*NPP(I)
C
IF(MCO.EQ.0) GO TO 165
DO 160 I=1,NCO
J=LCO(I)
IF(CODE(J).LT.4) GO TO 150
DO 145 K=1,3
145 PC(I,K)=SZZ*DR*DR/PC(I,K)
150 IF(CODE(J).EQ.1) GO TO 155
PC(1,4)=SZZ/PC(1,4)
PC(1,5)=SZZ/PC(1,5)
IF(CODE(J).EQ.2) GO TO 160
155 PC(1,6)=SZZ/PC(1,6)
160 CONTINUE
165 DO 170 I=1,NG
IF(KODE(I).EQ.4) NOB=NOB-2
170 NOB=NOB+KODE(I)

IF(MSRV.EQ.0) GO TO 182
DO 180 I=1,NSRV
J=LSP(I)
GOB(1,1)=XG(J)
GOB(1,2)=YG(J)
GOB(1,3)=ZG(J)
IF(KODE(J).EQ.2) GO TO 175
PG(1,3)=SZZ/PG(1,3)
IF(KODE(I).EQ.1) GO TO 180
IF(KODE(J).EQ.4) GO TO 176
175 PG(1,1)=SZZ/PG(1,1)
176 PG(1,2)=SZZ/PG(1,2)
180 CONTINUE
182 IF(MDIST.EQ.0) GO TO 190
NOB=NOB+NDIST
DO 185 I=1,NDIST
185 PDIST(I)=SZZ/PDIST(I)
190 IF(INTERN.EQ.0) GO TO 195
NOB=NOB+8
NSIZ=NSIZ+8
PF=SZZ/PF
PCX=SZZ/PCX
PCY=SZZ/PCY
PK1=SZZ/PK1
PK2=SZZ/PK2
PK3=SZZ/PK3
PP1=SZZ/PP1
PP2=SZZ/PP2

195 IF(IREFR.EQ.0) RETURN
NSIZ=NSIZ+1
RETURN
600 FORMAT('1',3(80('*'),/),20X,'ERROR: KODE IS EQUAL TO ZERO FOR',
. POINT',15,/,3(80('*'),/))
601 FORMAT('1',3(80('*'),/),20X,'ERROR: KODE IS EQUAL TO ZERO FOR',
. PHOTO',15,/,3(80('*'),/))
602 FORMAT('1',///,30X,'INPUT PASS POINT COORDINATES AND VARIANCES',

```

```

        //,21X,'POINT',2X,'KODE',9X,'X(m)',11X,'Y(m)',11X,'Z(m)',9X
        ,VAR(X)',09X,'VAR(Y)',09X,'VAR(Z)')
603 FORMAT(' ',20X,215,3F15.4,30X,D15.4)
604 FORMAT(' ',20X,215,3F15.4,3(D15.4))
605 FORMAT('1',///,20X,'INPUT DATA: PHOTO',J3,///,53X,'VARIANCE',/)
502  FORMAT(' ',20X,'K1=',F12.4,D15.4,/,20X,'K2=',F12.4,D15
        1.4,/,20X,'K3=',F12.4,D15.4,/,20X,'P1=',F12.4,D15.4,/,20
        2X,'P2=',F12.4,D15.4)
606 FORMAT(' ',20X,'OMEGA=',F12.2,' DD',D20.4,/,23X,'PHI=',
        1F12.2,' DD',D20.4,/,21X,'KAPPA=',F12.2,' DD',D20.4)
607 FORMAT(' ',20X,'OMEGA=',F12.2,' DD',/,23X,'PHI=',F12.2,' DD',/,21X
        ,',KAPPA=',F12.2,' DD')
608 FORMAT(' ',23X,'XC=',F12.2,' m',/,24X,'YC=',F12.2,' m',/,24X,'ZC='
        ,F12.2,' m',D20.4)
609 FORMAT(' ',23X,'XC=',F12.2,' m',D20.4,/,24X,'YC=',F12.2,' m'
        ,D20.4,/,24X,'ZC=',F12.2,' m',D20.4)
610 FORMAT('0',25X,'PHOTO COORDINATES',//,21X,'POINT',9X,
        '1X(mm)',10X,'Y(mm)')
611 FORMAT('1',///,20X,'OBSERVED DISTANCES AND VARIANCES',//,
        21X,'FROM TO',4X,'DISTANCE (m)',4X,'VARIANCE (m)')
612 FORMAT('0',19X,215,F12.3,2X,D15.4)
613 FORMAT('1',///,20X,'CAMERA CALIBRATION CONSTANTS',//,21X,'F='
        ,F12.4,' mm',/,21X,'X=',F12.4,' mm',/,21X,'Y=',F12.4,' mm',/
        ./)
614 FORMAT('1',///,20X,'CAMERA CALIBRATION OBSERVATIONS',//,40X,
        'VARIANCE',//,21X,'F=',F12.4,' mm',D15.4,/,21X,'X=',F12
        .4,' mm',D15.4,/,21X,'Y=',F12.4,' mm',D15.4)

615 FORMAT(' ',30X,'MINIMUM ITERATIONS=',J3,/,31X,'MAXIMUM',
        1' ITERATIONS=',J3,/,30X,'ANGULAR CONVERGENCE=',
        2D12.4,' DD',/,26X,'CALIBRATION CONVERGENCE=',
        3D12.4,/,27X,'COORDINATE', ' CONVERGENCE=',
        4D12.4,' m',/,17X,'A PRIORI VARIANCE OF UNIT WE
        5IGHT=',D12.4,/,24X,'PHOTO COORDINATE VARIANCE=',D12.4,' m')
616 FORMAT(' ',19X,15,2F15.4)
617 FORMAT(' ',20X,215,3F15.4,15X,2(D15.4))
        END

```

```

*****
*****
        SUBROUTINE BLOCK(NPP,NUMPT,LSP,CODE,KODE,LCO,LDIST,A,U,X,OMEGA,PHI
        ,KAPPA,XC,YC,ZC,XG,YG,ZG,XP,YP,PG,GOB,PDIST,DIST,COB,PC,
        .IOUT)
        IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
        COMMON/INTEGR/ MAXIT,NSIZ,NPHOTO,NSRV,NCC,NOB,NG,ICON,ITER,MX,
        INTERN,MINIT,MCO,NCO,MDIST,NDIST,IREFR
        COMMON/INTCON/ MSRV
        COMMON/REAL8/ VPV,PP,DA,DS,CX,CY,F,SZZ,DR,PCX,PCY,PF,CXB,CYB,FB,DC
        1,CK1,CK2,CK3,CP1,CP2,PK1,PK2,PK3,PP1,PP2,CK1B,CK2B,CK3B,
        2CP1B,CP2B
        COMMON/ROTAIT/ R(3,3),T(6)
        COMMON/REFRA/AKR
        DIMENSION NPP(NPHOTO),NUMPT(NPHOTO,MX),LSP(NSRV)
        INTEGER CODE(NPHOTO),LCO(NCO),LDIST(NDIST,2),LD(6),KODE(NG)
        REAL*8 A(NSIZ,NSIZ),U(NSIZ),X(NSIZ),OMEGA(NPHOTO)
        REAL*8 PHI(NPHOTO),KAPPA(NPHOTO),XC(NPHOTO),YC(NPHOTO),ZC(NPHOTO)
        REAL*8 XG(NG),YG(NG),ZG(NG),XP(NPHOTO,MX),YP(NPHOTO,MX)
        REAL*8 PG(NSRV,3),GOB(NSRV,3),PD(15)
        REAL*8 PDIST(NDIST),DIST(NDIST),COB(NCO,6),PC(NCO,6)
C
        AKR=0.00
        DO 110 ITER=1,MAXIT

        WRITE(*,*) '          ITERACAO... ',ITER
        VPV=0.00
C
C CLEAR NORMALS
C
        CALL NITIAL(A,U,NSIZ)

```

```

C
  DO 5 IP=1,NPHOTO
C
C COMPUTE ROTATION MATRIX
C
  CALL ROTATE(OMEGA(IP),PHI(IP),KAPPA(IP))
C
C ADD PHOTO COORDINATE OBSERVATIONS TO NORMALS
C
  LOOP=NPP(IP)
C
C
C PROJECTING TO THE SYNTHETIC PHOTO
C
  IF(IREFR.EQ.0) GO TO 6
  IF(ITER.EQ.1) GO TO 6
  IF(ITER.GT.2) GO TO 6
  DO 4 JL=1,LOOP
  Q1=R(1,3)*(XP(IP,JL)-CX)+R(2,3)*(YP(IP,JL)-CY)-R(3,3)*F
  XPR=-F*(R(1,1)*(XP(IP,JL)-CX)+R(2,1)*(YP(IP,JL)-CY)-R(3,1)*F)/Q1
  YPR=-F*(R(1,2)*(XP(IP,JL)-CX)+R(2,2)*(YP(IP,JL)-CY)-R(3,2)*F)/Q1
  CX=0.DO
  CY=0.DO
  XP(IP,JL)=XPR
4 YP(IP,JL)=YPR
  OMEGA(IP)=0.DO
  PHI(IP)=0.DO
  KAPPA(IP)=0.DO
  CALL ROTATE(OMEGA(IP),PHI(IP),KAPPA(IP))
  AKR=0.DO
6 DO 5 JL=1,LOOP
  JPT=NUMPT(IP,JL)
  DX=XG(JPT)-XC(IP)
  DY=YG(JPT)-YC(IP)
  DZ=ZG(JPT)-ZC(IP)
  Q=R(3,1)*DX+R(3,2)*DY+R(3,3)*DZ
  Q2=Q*Q
  RR=R(1,1)*DX+R(1,2)*DY+R(1,3)*DZ
  S=R(2,1)*DX+R(2,2)*DY+R(2,3)*DZ
  CM1=XP(IP,JL)-CX
  CM2=YP(IP,JL)-CY
  RQ=CM1**2+CM2**2
  PD(1)=-F*(Q*(DY*R(1,3)-DZ*R(1,2))-RR*(DY*R(3,3)-DZ*R(3,2)))/Q2
  PD(2)=-F*(Q*(DX*T(2)*T(6)-DY*T(1)*T(5)*T(6)+DZ*T(4)*T(5)*T(6))+RR*
1(DX*T(5)+DY*T(1)*T(2)-DZ*T(4)*T(2)))/Q2
  PD(3)=F*S/Q
  PD(4)=-F*(Q*R(1,1)-RR*R(3,1))/Q2
  PD(5)=-F*(Q*R(1,2)-RR*R(3,2))/Q2
  PD(6)=-F*(Q*R(1,3)-RR*R(3,3))/Q2
  PD(7)=RQ/Q
  PD(8)=-1.DO+CM1**2*(2.DO*CK1+4.DO*CK2*RQ+6.DO*CK3*RQ**2)+CK1*RQ+CK
12*RQ**2+CK3*RQ**3+2.DO*CP1*CM1
  PD(9)=CM1*(2.DO*CK1+4.DO*CK2*RQ+6.DO*CK3*RQ**2)*CM2+2.DO*CP1*CM2
  PD(10)=-RQ*CM1
  PD(11)=-RQ**2*CM1
  PD(12)=-RQ**3*CM1
  PD(13)=-RQ-2.DO*XP(IP,JL)**2
  PD(14)=-2.DO*XP(IP,JL)*YP(IP,JL)
  PD(15)=-(((XP(IP,JL)**2+YP(IP,JL)**2)/F**2))*XP(IP,JL)
  FR=-CM1-F*RR/Q+CM1*(CK1*RQ+CK2*RQ**2+CK3*RQ**3)+(CP1*(RQ+2.DO*XP(I
1P,JL)**2)+2.DO*CP2*XP(IP,JL)*YP(IP,JL))
  IF(IREFR.EQ.1) FR=FR-AKR*PD(15)
  VPV=VPV+FR*PP*FR
  KIP=IP
  CALL NORMAL(A,U,PD,FR,PP,KIP,JPT,NSIZ,NCC,INTERN,IREFR)
C
  PD(1)=F*(Q*(-DY*R(2,3)+DZ*R(2,2))+S*(DY*R(3,3)-DZ*R(3,2)))/Q2
  PD(2)=-F*(Q*(DX*T(2)*T(3)-DY*T(1)*T(5)*T(3)+DZ*T(4)*T(5)*T(3))+S*
1(DX*T(5)+DY*T(1)*T(2)-DZ*T(4)*T(2)))/Q2
  PD(3)=-F*RR/Q

```

```

PD(4)=-F*(Q*R(2,1)-S*R(3,1))/Q2
PD(5)=-F*(Q*R(2,2)-S*R(3,2))/Q2
PD(6)=-F*(Q*R(2,3)-S*R(3,3))/Q2
PD(7)=S/Q
PD(8)=CM1*(2.DO*CK1+4.DO*CK2*RQ+6.DO*CK3*RQ**2)*CM2+2.DO*CP2*CM1
PD(9)=-1.DO+CM2**2*(2.DO*CK1+4.DO*CK2*RQ+6.DO*CK3*RQ**2)+CK1*RQ+
1CK2*RQ**2+CK3*RQ**3+2.DO*CP2*CM2
PD(10)=-RQ*CM2
PD(11)=-RQ**2*CM2
PD(12)=-RQ**3*CM2
PD(13)=-2.DO*XP(IP,JL)*YP(IP,JL)
PD(14)=-RQ-2.DO*YP(IP,JL)**2
PD(15)=-((XP(IP,JL)**2+YP(IP,JL)**2)/F**2)*YP(IP,JL)
FR=-CM2-F*S/Q+CM2*(CK1*RQ+CK2*RQ**2+CK3*RQ**3)+2.DO*CP1*XP(IP,JL)*
1YP(IP,JL)+CP2*(RQ+2.DO*YP(IP,JL)**2)
IF(IREFR.EQ.1) FR=FR-AKR*PD(15)
VPV=VPV+FR*PP*FR
KIP=IP
CALL NORMAL(A,U,PD,FR,PP,KIP,JPT,NSIZ,NCC,INTERN,IREFR)
5 CONTINUE
C
C
IF(MSRV.EQ.0) GO TO 12
C ADD SURVEY COORDINATE OBSERVATIONS TO NORMALS
C
DO 10 I=1,NSRV
JC=LSP(I)
K=NCC+3*(JC-1)
IF(KODE(JC).EQ.1) GO TO 7
IF(KODE(JC).EQ.4) GO TO 8
A(K+1,K+1)=A(K+1,K+1)+PG(1,1)
FR=GOB(1,1)-XG(JC)
U(K+1)=U(K+1)+FR*PG(1,1)
VPV=VPV+FR*FR*PG(1,1)
8 A(K+2,K+2)=A(K+2,K+2)+PG(1,2)
FR=GOB(1,2)-YG(JC)
U(K+2)=U(K+2)+FR*PG(1,2)
VPV=VPV+FR*FR*PG(1,2)
IF(KODE(JC).EQ.2) GO TO 10
7 A(K+3,K+3)=A(K+3,K+3)+PG(1,3)
FR=GOB(1,3)-ZG(JC)
U(K+3)=U(K+3)+FR*PG(1,3)
VPV=VPV+FR*FR*PG(1,3)
10 CONTINUE
C
12 IF(INTERN.EQ.0) GO TO 15
C
C ADD INTERIOR ORIENTATION OBSERVATIONS TO NORMALS
C
NSI1=NSIZ
IF (IREFR.EQ.0) NSI1=NSIZ+1
A(NSI1-8,NSI1-8)=A(NSI1-8,NSI1-8)+PF
A(NSI1-7,NSI1-7)=A(NSI1-7,NSI1-7)+PCX
A(NSI1-6,NSI1-6)=A(NSI1-6,NSI1-6)+PCY
A(NSI1-5,NSI1-5)=A(NSI1-5,NSI1-5)+PK1
A(NSI1-4,NSI1-4)=A(NSI1-4,NSI1-4)+PK2
A(NSI1-3,NSI1-3)=A(NSI1-3,NSI1-3)+PK3
A(NSI1-2,NSI1-2)=A(NSI1-2,NSI1-2)+PP1
A(NSI1-1,NSI1-1)=A(NSI1-1,NSI1-1)+PP2
U(NSI1-8)=U(NSI1-8)+PF*(FB-F)
U(NSI1-7)=U(NSI1-7)+PCX*(CXB-CX)
U(NSI1-6)=U(NSI1-6)+PCY*(CYB-CY)
U(NSI1-5)=U(NSI1-5)+PK1*(CK1B-CK1)
U(NSI1-4)=U(NSI1-4)+PK2*(CK2B-CK2)
U(NSI1-3)=U(NSI1-3)+PK3*(CK3B-CK3)
U(NSI1-2)=U(NSI1-2)+PP1*(CP1B-CP1)
U(NSI1-1)=U(NSI1-1)+PP2*(CP2B-CP2)
VPV=VPV+PF*(FB-F)**2+PCX*(CXB-CX)**2+PCY*(CYB-CY)**2
VPV=VPV+PK1*(CK1B-CK1)**2+PK2*(CK2B-CK2)**2+PK3*(CK3B-CK3)**2+PP1*
(CP1B-CP1)**2+PP2*(CP2B-CP2)**2

```

```

15 IF(MDIST.EQ.0) GO TO 25
C
C
C ADD GROUND DISTANCE OBSERVATIONS TO NORMALS
C
DO 20 L=1,NDIST
I=LDIST(L,1)
J=LDIST(L,2)
S=DSQRT((XG(I)-XG(J))**2+(YG(I)-YG(J))**2+(ZG(I)-ZG(J))**2)
PD(1)=(XG(I)-XG(J))/S
PD(2)=(YG(I)-YG(J))/S
PD(3)=(ZG(I)-ZG(J))/S
PD(4)=-PD(1)
PD(5)=-PD(2)
PD(6)=-PD(3)
LD(1)=NCC+3*I-2
LD(2)=LD(1)+1
LD(3)=LD(2)+1
LD(4)=NCC+3*J-2
LD(5)=LD(4)+1
LD(6)=LD(5)+1
FR=DIST(L)-S
VPV=VPV+FR*FR*PDIST(L)
DO 20 I=1,6
U(LD(I))=U(LD(I))+PD(I)*PDIST(L)*FR
DO 20 J=1,6
20 A(LD(I),LD(J))=A(LD(I),LD(J))+PD(I)*PD(J)*PDIST(L)
25 IF(MCO.EQ.0) GO TO 50
C
C
C ADD EXTERIOR ORIENTATION OBSERVATIONS TO NORMALS
C
DO 45 I=1,NCO
J=LCO(I)
K=6*(J-1)
JCODE=CODE(I)
GO TO (40,35,35,30),JCODE
30 A(K+1,K+1)=A(K+1,K+1)+PC(1,1)
FR=COB(1,1)-OMEGA(J)
U(K+1)=U(K+1)+FR*PC(1,1)
VPV=VPV+FR*FR*PC(1,1)
A(K+2,K+2)=A(K+2,K+2)+PC(1,2)
FR=COB(1,2)-PHI(J)
U(K+2)=U(K+2)+FR*PC(1,2)
VPV=VPV+FR*FR*PC(1,2)
A(K+3,K+3)=A(K+3,K+3)+PC(1,3)
FR=COB(1,3)-KAPPA(J)
U(K+3)=U(K+3)+FR*PC(1,3)
VPV=VPV+FR*FR*PC(1,3)
35 A(K+4,K+4)=A(K+4,K+4)+PC(1,4)
FR=COB(1,4)-XC(J)
U(K+4)=U(K+4)+FR*PC(1,4)
VPV=VPV+FR*FR*PC(1,4)
A(K+5,K+5)=A(K+5,K+5)+PC(1,5)
FR=COB(1,5)-YC(J)
U(K+5)=U(K+5)+FR*PC(1,5)
VPV=VPV+FR*FR*PC(1,5)
IF(CODE(J).EQ.2) GO TO 45
40 A(K+6,K+6)=A(K+6,K+6)+PC(1,6)
FR=COB(1,6)-ZC(J)
U(K+6)=U(K+6)+FR*PC(1,6)
VPV=VPV+FR*FR*PC(1,6)
45 CONTINUE
C
C
C SOLVE FOR CORRECTIONS
C
C
50 CONTINUE

```

```

CALL FILL(A,NSIZ)
CALL VERSOL(A,X,NSIZ)
CALL AB(A,U,X,NSIZ,NSIZ,1)
C
DO 55 I=1,NSIZ
55 VPV=VPV-X(I)*U(I)
   VPV=VPV/FLOAT(NOBS-NSIZ)
C
C
C UPDATE EXTERIOR ORIENTATION
C
DO 60 I=1,NPHOTO
K=6*(I-1)
OMEGA(I)=OMEGA(I)+X(K+1)
PHI(I)=PHI(I)+X(K+2)
KAPPA(I)=KAPPA(I)+X(K+3)
XC(I)=XC(I)+X(K+4)
YC(I)=YC(I)+X(K+5)
60 ZC(I)=ZC(I)+X(K+6)
C
C
C UPDATE GROUND COORDINATES
C
DO 65 I=1,NG
K=NCC+3*(I-1)
XG(I)=XG(I)+X(K+1)
YG(I)=YG(I)+X(K+2)
65 ZG(I)=ZG(I)+X(K+3)
C
IF(INTERN.EQ.0) GO TO 66
C
C UPDATE INTERIOR ORIENTATION
C
NSI1=NSIZ
IF(IREFR.EQ.0) NSI1=NSIZ+1
F=F+X(NSI1-8)
CX=CX+X(NSI1-7)
CY=CY+X(NSI1-6)
CK1=CK1+X(NSI1-5)
CK2=CK2+X(NSI1-4)
CK3=CK3+X(NSI1-3)
CP1=CP1+X(NSI1-2)
CP2=CP2+X(NSI1-1)
66 IF(IREFR.EQ.0) GO TO 70
   AKR=AKR+X(NSIZ)
C
C
C CHECK FOR CONVERGENCE
C
70 DO 80 I=1,NPHOTO
K=6*(I-1)
J=K+3
C
DO 80 L=1,3
IF(DA-DABS(X(K+L))) 110,75,75
75 IF(DS-DABS(X(J+L))) 110,80,80
80 CONTINUE
C
DO 85 I=1,NG
K=NCC+3*(I-1)
DO 85 J=1,3
IF(DS-DABS(X(K+J))) 110,85,85
85 CONTINUE
C
ICON=1
IF(INTERN.EQ.0) GO TO 100
NS1=NSIZ
IF(IREFR.EQ.0) NS1=NS1+1

```

```

      IF(DC-DABS(X(NS1-1))) 110,90,90
    90 IF(DC-DABS(X(NS1-2))) 110,95,95
    95 IF(DC-DABS(X(NS1-3))) 110,101,101
   101 IF(DC-DABS(X(NS1-4))) 110,102,102
   102 IF(DC-DABS(X(NS1-5))) 110,103,103
   103 IF(DC-DABS(X(NS1-6))) 110,104,104
   104 IF(DC-DABS(X(NS1-7))) 110,105,105
   105 IF(DC-DABS(X(NS1-8))) 110,100,100
    100 IF(ITER.LT.MINIT) GO TO 110
      RETURN
   110 CONTINUE
      ICON=0
      RETURN
      END
      SUBROUTINE ROTATE(OMEGA,PHI,KAPPA)
      IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
      COMMON/ROTAIT/ R(3,3),T(6)
      REAL*8 KAPPA
C
C COMPUTE THE ROTATION MATRIX AND TRIG FUNCTIONS
C
      T(1)=DSIN(OMEGA)
      T(2)=DSIN(PHI)
      T(3)=DSIN(KAPPA)
      T(4)=DCOS(OMEGA)
      T(5)=DCOS(PHI)
      T(6)=DCOS(KAPPA)
      R(1,1)= T(5)*T(6)
      R(1,2)= T(1)*T(2)*T(6)+T(4)*T(3)
      R(1,3)=-T(4)*T(2)*T(6)+T(1)*T(3)
      R(2,1)=-T(5)*T(3)
      R(2,2)=-T(1)*T(2)*T(3)+T(4)*T(6)
      R(2,3)= T(4)*T(2)*T(3)+T(1)*T(6)
      R(3,1) =T(2)
      R(3,2)=-T(1)*T(5)
      R(3,3)= T(4)*T(5)
      RETURN
      END
      SUBROUTINE VERSOL(A,B,I)
      IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
      DIMENSION A(I,1),B(I)
      IF(I.EQ.1) GO TO 10
      IM=I-1
      DO 5 K=1,I
      DO 2 J=1,IM
    2 B(J)=A(1,J+1)/A(1,1)
      B(I)=1.DO/A(1,1)
      DO 4 L=1,IM
      DO 3 J=1,IM
    3 A(L,J)=A(L+1,J+1)-A(L+1,1)*B(J)
    4 A(L,1)=-A(L+1,1)*B(I)
      DO 5 J=1,I
    5 A(I,J)=B(J)
      RETURN
    10 A(1,1)=1.DO/A(1,1)
      RETURN
      END
      SUBROUTINE AB(A,B,R,L,M,N)
      IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
      DIMENSION A(L,M),B(M),R(L)
      DO 5 I=1,L
      R(I)=0.DO
      DO 5 K=1,M
    5 R(I)=R(I)+A(I,K)*B(K)
      RETURN
      END
      SUBROUTINE NORMAL(A,U,PD,F,P,JP,JPT,NSIZ,NCC,INTERN,IREFR)
      IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
      DIMENSION A(NSIZ,NSIZ),U(NSIZ),PD(15)

```



```

C
C ADD TO NORMALS OBSERVATIONS OF PHOTO COORDINATES
C

```

```

K=NCC+3*(JPT-1)
L=6*(IP-1)
PF=P*F

```

```

DO 5 I=1,6
U(I+L)=U(I+L)+PD(I)*PF
DO 5 J=1,6
A(I+L,J+L)=A(I+L,J+L)+PD(I)*PD(J)*P
5 CONTINUE
DO 6 I=4,6
M=I-3
U(K+M)=U(K+M)-PD(I)*PF
DO 6 J=1,6
N=J-3
A(K+M,K+N)=A(K+M,K+N)+PD(I)*PD(J)*P
6 CONTINUE
DO 7 I=1,6
DO 7 J=4,6
N=J-3
A(I+L,N+K)=A(I+L,N+K)-PD(I)*PD(J)*P
7 CONTINUE
IF(INTERN.EQ.0) GO TO 15
M=NSIZ-15
IF(IREFR.EQ.0) M=NSIZ-14
DO 8 I=7,14
U(I+M)=U(I+M)+PD(I)*PF
DO 8 J=1,14
A(I+M,J+M)=A(I+M,J+M)+PD(I)*PD(J)*P
8 CONTINUE
DO 9 I=1,6
DO 9 J=7,14
A(I+L,J+M)=A(I+L,J+M)+PD(I)*PD(J)*P
9 CONTINUE
K3=K-3
DO 10 I=4,6
DO 10 J=7,14
A(I+K3,J+M)=A(I+K3,J+M)-PD(I)*PD(J)*P
10 CONTINUE
15 IF(IREFR.EQ.0) RETURN
U(NSIZ)=U(NSIZ)+PD(15)*PF
A(NSIZ,NSIZ)=A(NSIZ,NSIZ)+PD(15)*PD(15)*P
DO 11 I=1,6
11 A(I+L,NSIZ)=A(I+L,NSIZ)+PD(I)*PD(15)*P
K3=K-3
DO 12 I=4,6
12 A(I+K3,NSIZ)=A(I+K3,NSIZ)-PD(I)*PD(15)*P
RETURN
END

```

```

C
C CLEAR NORMALS
C

```

```

SUBROUTINE NITIAL(A,U,NSIZ)
IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
DIMENSION A(NSIZ,NSIZ),U(NSIZ)
DO 20 I=1,NSIZ
U(I)=0.D0
DO 20 J=1,NSIZ
20 A(I,J)=0.D0
RETURN
END

```

```

C
C FORM LOWER TRIANGULAR PORTION
C

```

```

SUBROUTINE FILL(A,NSIZ)
IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
DIMENSION A(NSIZ,NSIZ)
DO 30 I=1,NSIZ

```

```

DO 30 J=1,NSIZ
30 A(J,1)=A(1,J)
RETURN
END

```

```

*****
*****

```

```

SUBROUTINE OUTPUT(NPP,NUMPT,LSP,KODE,CODE,LCO,LDIST,OMEGA,PHI,
KAPPA,XC,YC,ZC,XG,YG,ZG,XP,YP,GOB,DIST,COB,A,IOUT)
IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
COMMON/INTEGR/ MAXIT,NSIZ,NPHOTO,NSRV,NCC,NOB,NG,ICON,ITER,MX,
INTERN,MINIT,MCO,NCO,MDIST,NDIST,IREFR
COMMON/INTCON/ MSRV
COMMON/REAL8/ VPV,PP,DA,DS,CX,CY,F,SZZ,DR,PCX,PCY,PF,CXB,CYB,FB,DC
1,CK1,CK2,CK3,CP1,CP2,PK1,PK2,PK3,PP1,PP2,CK1B,CK2B,CK3B,
2CP1B,CP2B
COMMON/ROTAIT/ R(3,3),T(6)
COMMON/REFRA/AKR
DIMENSION NPP(NPHOTO),LSP(NSRV),KODE(NG),NUMPT(NPHOTO,MX)
INTEGER CODE(NPHOTO),LCO(NCO),LDIST(NDIST,2)
CHARACTER NAME(34)*4
REAL*8 GOB(NSRV,3),OMEGA(NPHOTO),PHI(NPHOTO),KAPPA(NPHOTO)
REAL*8 XC(NPHOTO),YC(NPHOTO),ZC(NPHOTO),XG(NG),YG(NG),ZG(NG)
REAL*8 XP(NPHOTO,MX),YP(NPHOTO,MX)
REAL*8 DIST(NDIST),COB(NCO,6),A(NSIZ,NSIZ)
DATA NAME/' O','MEGA',' ','PHI',' K','APPA',' ',
' XC',' ',' YC',' ',' ZC',' ',' XG',
' ',' YG',' ',' ZG',' ',' F',
' ',' CX',' ',' CY',' ',' K1',' ',' K2',
1 ' ',' K3',' ',' P1',' ',' P2'/
IF(ICON.EQ.1) WRITE(IOUT,600) ITER
IF(ICON.EQ.0) WRITE(IOUT,601) MAXIT

```

```

C
C COMPUTE CHI SQUARED
C

```

```

NU=NOB-NSIZ
XX=FLOAT(NU)*VPV/SZZ
WRITE(IOUT,614) SZZ,VPV,XX,NU

```

```

C
C COMPUTE AND LIST PHOTO COORDINATE RESIDUALS
C

```

```

DO 20 IP=1,NPHOTO
CALL ROTATE(OMEGA(IP),PHI(IP),KAPPA(IP))
OMEGA(IP)=OMEGA(IP)*DR
PHI(IP)=PHI(IP)*DR
KAPPA(IP)=KAPPA(IP)*DR
WRITE(IOUT,602) IP,XC(IP),YC(IP),ZC(IP),OMEGA(IP),PHI(IP),KAPPA(IP)
1)
LOOP=NPP(IP)
DO 10 J=1,LOOP
K=NUMPT(IP,J)
CM1=XP(IP,J)-CX
CM2=YP(IP,J)-CY
RQ=CM1**2+CM2**2
DX=XG(K)-XC(IP)
DY=YG(K)-YC(IP)
DZ=ZG(K)-ZC(IP)
Q=R(3,1)*DX+R(3,2)*DY+R(3,3)*DZ
RX=CX-F*(R(1,1)*DX+R(1,2)*DY+R(1,3)*DZ)/Q-XP(IP,J)+AKR*((XP(IP,J)*
1*2+YP(IP,J)**2)/F**2)*XP(IP,J)+CM1*(CK1*RQ+CK2*RQ**2+CK3*RQ**3)+(
2P1*(RQ+2.DO*XP(IP,J)**2)+2.DO*CP2*XP(IP,J)*YP(IP,J))
RY=CY-F*(R(2,1)*DX+R(2,2)*DY+R(2,3)*DZ)/Q-YP(IP,J)+AKR*((XP(IP,J)*
1*2+YP(IP,J)**2)/F**2)*YP(IP,J)+CM2*(CK1*RQ+CK2*RQ**2+CK3*RQ**3)+2.
2DO*CP1*XP(IP,J)*YP(IP,J)+CP2*(RQ+2.DO*YP(IP,J)**2)
10 WRITE(IOUT,603)K,RX,RY
20 CONTINUE

```

```

C
C LIST ADJUSTED GROUND COORDINATES
C

```

```

OPEN(UNIT=30,FILE='RR.DAT',STATUS='UNKNOWN')
WRITE(30,901) NG
901 FORMAT(1X,I3)
WRITE(IOUT,604)
DO 30 I=1,NG
    WRITE(IOUT,605) I,KODE(I),XG(I),YG(I),ZG(I)
    WRITE(30,900) I,XG(I),YG(I),ZG(I)
30 CONTINUE
900 FORMAT(' ',X,I3,3(2X,F9.5))
CLOSE(30)

C
IF(MSRV.EQ.0) GO TO 1000
C COMPUTE AND LIST CONTROL POINT RESIDUALS
C
WRITE(IOUT,606)
DO 40 I=1,NSRV
    J=LSP(I)
    RX=XG(J)-GOB(1,1)
    RY=YG(J)-GOB(1,2)
    RZ=ZG(J)-GOB(1,3)
    IF(KODE(J).EQ.1) WRITE(IOUT,619) J,RZ
    IF(KODE(J).EQ.2) WRITE(IOUT,607) J,RX,RY
    IF(KODE(J).EQ.4) WRITE(IOUT,625) J,RY,RZ
    IF(KODE(J).EQ.3) WRITE(IOUT,607) J,RX,RY,RZ
40 CONTINUE
1000 CONTINUE
C
C COMPUTE AND LIST INTERIOR ORIENTATION RESIDUALS
C
IF(IREFR.EQ.0) GO TO 41
CX=CXB
CY=CYB
41 CONTINUE
RX=CX-CXB
RY=CY-CYB
RZ=F-FB
    RK1=CK1-CK1B
    RK2=CK2-CK2B
    RK3=CK3-CK3B
    RP1=CP1-CP1B
    RP2=CP2-CP2B
WRITE(IOUT,608) F,CX,CY
WRITE(IOUT,626) CK1,CK2,CK3,CP1,CP2
WRITE(IOUT,609) RZ,RX,RY
WRITE(IOUT,627) RK1,RK2,RK3,RP1,RP2
IF(MCO.EQ.0) GO TO 50
C
C COMPUTE AND LIST EXTERIOR ORIENTATION RESIDUALS
C
WRITE(IOUT,610)
DO 45 I=1,NCO
    J=LCO(I)
    R1=OMEGA(J)-COB(1,1)*DR
    R2=PHI(J) -COB(1,2)*DR
    R3=KAPPA(J)-COB(1,3)*DR
    RX=XC(J) -COB(1,4)
    RY=YC(J) -COB(1,5)
    RZ=ZC(J) -COB(1,6)
    IF(CODE(J).EQ.1) WRITE(IOUT,621) J,RZ
    IF(CODE(J).EQ.2) WRITE(IOUT,622) J,RX,RY
    IF(CODE(J).EQ.3) WRITE(IOUT,622) J,RX,RY,RZ
    IF(CODE(J).GE.4) WRITE(IOUT,611) J,R1,R2,R3,RX,RY,RZ
45 CONTINUE
50 IF(MDIST.EQ.0) GO TO 58
C
C COMPUTE AND LIST DISTANCE OBSERVATION RESIDUALS
C
WRITE(IOUT,612)
DO 55 L=1,NDIST

```

```

I=LDIST(L,1)
J=LDIST(L,2)
DX=DSQRT((XG(I)-XG(J))**2+(YG(I)-YG(J))**2+(ZG(I)-ZG(J))**2)
VX=DX-DIST(L)
55 WRITE(IOUT,613) I,J,DX,VX
C
C CONVERT RADIANS IN VAR-COV MATRIX TO DEGREES
C
58 DO 60 IP=1,NPHOTO
  K=6*(IP-1)
  DO 60 I=1,6
  DO 60 J=1,1
  IF(I.LT.4) A(I+K,J+K)=DR*A(I+K,J+K)
  IF(J.LT.4) A(I+K,J+K)=DR*A(I+K,J+K)
60 A(I+K,J+K)=SZZ*A(I+K,J+K)
  DO 65 IP=1,NG
  K=NCC+3*(IP-1)
  DO 65 I=1,3
  DO 65 J=1,1
65 A(I+K,J+K)=SZZ*A(I+K,J+K)
C
C LIST VAR-COV SUBMATRICES
C
  NPH=1
70 WRITE(IOUT,615)
  DO 80 II=1,3
  K=6*(NPH-1)
  WRITE(IOUT,616) NPH
  NPH=NPH+1
  DO 75 I=1,6
  JH=2*I
  JL=JH-1
75 WRITE(IOUT,617) (NAME(JJ),JJ=JL,JH),(A(I+K,J+K),J=1,1)
  IF(NPH.GT.NPHOTO) GO TO 85
80 CONTINUE
  GO TO 70
85 NPT=1
90 WRITE(IOUT,615)
  DO 100 II=1,5
  WRITE(IOUT,618) NPT
  K=NCC+3*(NPT-1)
  NPT=NPT+1
  DO 95 I=1,3
  JH=2*I + 12
  JL=JH-1
95 WRITE(IOUT,617) (NAME(JJ),JJ=JL,JH),(A(I+K,J+K),J=1,1)
  IF(NPT.GT.NG) GO TO 105
100 CONTINUE
  GO TO 90
105 IF(INTERN.EQ.0) GO TO 120
  K=NSIZ-9
  IF(IREFR.EQ.0) K=NSIZ-8
  WRITE(IOUT,615)
  WRITE(IOUT,620)
  DO 115 I=1,8
  JH=2*I + 18
  JL=JH-1
  DO 110 J=1,1
110 A(K+I,K+J)=SZZ*A(K+I,K+J)
115 WRITE(IOUT,617) (NAME(JJ),JJ=JL,JH),(A(K+I,K+J),J=1,1)
120 IF(IREFR.EQ.0) GO TO 125
  A(NSIZ,NSIZ)=SZZ*A(NSIZ,NSIZ)
  WRITE(IOUT,623)
  WRITE(IOUT,624)AKR,A(NSIZ,NSIZ)
125 RETURN
C
600 FORMAT('1',///,20X,'CONVERGED: ITERATIONS=',I2)
601 FORMAT('1',///,20X,'DID NOT CONVERGE: ITERATIONS=',I2)
602 FORMAT(' ',///,30X,'PHOTO',I3,/,25X,'XC=',F10.3,' m',/,25X,'YC='
  ,F10.3,' m',/,25X,'ZC=',F10.3,' m',/,22X,'OMEGA=',F10.5,' DD',/,2

```

```

        .4X,'PHI='F10.5,' DD',/,22X,'KAPPA='F10.5,' DD',/,/,30X,'RESIDUAL
        S',/,/21X,'POINT',6X,'VX(mm)',6X,'VY(mm)')
603 FORMAT(' ',20X,I5,2F12.4)
604 FORMAT(' ',/,/,30X,'GROUND COORDINATES',/,/21X,'POINT KODE',
        9X,'XG(m)',9X,'YG(m)',9X,'ZG(m)')
605 FORMAT(' ',20X,I5,3F14.4)
606 FORMAT(' ',/,/,30X,'CONTROL POINT RESIDUALS',/,/21X,'POINT',7X,
        'VX(m)',5X,'VY(m)',5X,'VZ(m)')
607 FORMAT('0',20X,I5,3F10.4)
608 FORMAT('1',/,/,20X,'CAMERA CALIBRATION',/,/21X,'F='F12.4,' mm',/
        ,20X,'CX='F12.4,' mm',/,20X,'CY='F12.4,' mm')
609 FORMAT(' ',20X,'CALIBRATION RESIDUALS',/,/21X,'F ',1PD15.8,' mm',/
        ,21X,'X ',1PD15.8,' mm',/,21X,'Y ',1PD15.8,' mm')
610 FORMAT('1',/,/,20X,'CAMERA ORIENTATION AND LOCATION RESIDUALS',
        ,/,/21X,'PHOTO',5X,'OMEGA',7X,'PHI',5X,'KAPPA',6X,'XC',8X,
        'YC',8X,'ZC')
611 FORMAT('0',20X,I5,6F10.4)
612 FORMAT(' ',/,/,20X,'ADJUSTED DISTANCES AND RESIDUALS',/,/21X,
        ' FROM TO',7X,'DISTANCE (m)',5X,'RESIDUAL (m)')
613 FORMAT('0',20X,I5,2F15.3)
614 FORMAT('-',20X,'A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT='F10.4,/,17X,
        ' A POSTERIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT='E10.4,/,33X,
        ' COMPUTED CHI SQUARED='E10.4,/,35X,
        ' DEGREES OF FREEDOM=',I5)
615 FORMAT(' ',/,/,20X,'VAR.-COVAR. MATRICES USING THE',
        ' A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT')
616 FORMAT('-',20X,'VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PHOTO',I3,/)
617 FORMAT(' ',2A4,8(1PD15.4))
618 FORMAT('-',20X,'VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT',I3,/)
619 FORMAT(' ',20X,I5,20X,F10.4)
620 FORMAT('-',20X,'VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR CAMERA',
        ' CALIBRATION',/)
621 FORMAT(' ',20X,I5,50X,F10.4)
622 FORMAT(' ',20X,I5,30X,3F10.4)
623 FORMAT('-',20X,'REF. FACTOR & VARIANCE')
624 FORMAT('-',20X,2(1PD15.4))
625 FORMAT(' ',20X,I5,10X,2F10.4)
626 FORMAT(' ',/,19X,'CK1='E12.4,/,19X,'CK2='E12.4,/,19X,'CK3='E1
        2.4,/,19X,'CP1='E12.4,/,19X,'CP2='E12.4)
627 FORMAT(' ',/,20X,'K1',1PD15.8,/,20X,'K2',1PD15.8,/,20X,'K3',
        ,1PD15.8,/,20X,'P1',1PD15.8,/,20X,'P2',1PD15.8)
        END

```

ANEXO B.4

MODELAGEM SEGUNDO POLINÔMIOS ORTOGONAIS

```

IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
COMMON/INTEGR/ MAXIT,NSIZ,NPHOTO,NSRV,NCC,NOB,NG,ICON,ITER,MX,
.
INTERN,MINIT,MCO,NCO,MDIST,NDIST,IREFR
COMMON/INTCON/ MSRV
COMMON/REAL8/ VPV,PP,DA,DS,CX,CY,F,SZZ,DR,PCX,PCY,PF,CXB,CYB,FB,DC
1,A00,A11,B11,A20,A22,B22,A31,B31,A33,PA00,PA11,PB11,PA20,PA22,PB22
2,PA31,PB31,PA33,CA00B,CA11B,CB11B,CA20B,CA22B,CB22B,CA31B,CB31B,CA
333B
COMMON/ROTAIT/ R(3,3),T(6)
C*****
C
C-----INSTRUCTIONS TO CHANGE DIMENSIONS
C
C-----NPP(NPH)=NUMBER DE PTS IN A PARTICULAR PHOTO
C-----WHERE
C-----      NPH= TOTAL NUMBER OF PHOTOS
C-----NUMPT(NPH,MX)= PHOTO POINT NUMBER
C-----      NPH= TOTAL NUMBER OF PHOTOS
C-----      MX= MAX. NUMBER OF POINTS IN A SINGLE PHOTO
C-----LSP(L)= CONTROL POINT NUMBER
C-----      L= NUMBER OF CONTROL POINTS
C-----KODE(NG) =
C-----      0 - POINT IS FREE VARIABLE
C-----      1 - Z IS WEIGHTED
C-----      2 - X & Y ARE WEIGHTED
C-----      4 - Y & Z ARE WEIGHTED
C-----      3 - X, Y, Z ARE WEIGHTED
C-----      NG= NUMBER OF GROUND POINTS
C-----INTEGGER CODE(NPH),LCO(NPH),LDIST(NDIST,2)
C-----WHERE
C-----      CODE(NPH)=
C-----      0 - EXT. ORIENT. ARE FREE VARIABLES
C-----      1 - "ZC" IS WEIGHTED
C-----      2 - "XC,YC" ARE WEIGHTED
C-----      3 - "XC,YC,ZC" ARE WEIGHTED
C-----      4 - "OMEGA,PHI,KAPPA,XC,YC,ZC" ARE WEIGHTED.
C-----      NPH = NUMBER OF PHOTOS
C      LCO=NUM. DE FOTOS CUJAS COORD. DA EST. SAO CONHECIDAS
C-----OBS. IF CODE(NPH)=0 FOR ALL PHOTOS - LCO(1) ECONOMIZE SPACE
C-----LDIST(NDIST,2)= GROUND POINT FROM WHERE DIST. WAS MEAS.
C-----      NDIST = NUMBER OF DISTANCES
C-----REAL*8 A(NV,NV),U(NV),X(NV),OMEGA(NPH),PHI(NPH),KAPPA(NPH)
C----- NV= TOTAL NUMBER OF VARIABLES (WEITED OR NOT)
C----- NV=6*NPH+3*NG+12(CALIBRACAO)+1(REFRACAO)
C----- NPH= TOTAL NUMBER OF PHOTOS
C-----REAL*8XC(NPH),YC(NPH),ZC(NPH),XG(NG),YG(NG),ZG(NG)
C----- NPH= NUMBER OF PHOTOS
C----- NG= NUMBER OF GROUND POINTS
C-----REAL*8 XP(NPH,MX),YP(NPH,MX),PG(NSRV,3),GOB(NSRV,3)
C-----REAL*8 PDIST(NDIST),DIST(NDIST),COB(NCO,6),PC(NCO,6)
C-----OBS. HERE NCO=1 IF EXT. OR. ARE FREE VARIABLE IN ALL PHOTOS
C
C*****
DIMENSION NPP(6),NUMPT(6,125),LSP(1),KODE(125)
INTEGER CODE(3),LCO(1),LDIST(3,2)
REAL*8 A(423,423),U(423),X(423),OMEGA(6),PHI(6),KAPPA(6)
REAL*8 XC(6),YC(6),ZC(6),XG(125),YG(125),ZG(125)
REAL*8 XP(6,125),YP(6,125),PG(1,3),GOB(1,3)
REAL*8 PDIST(3),DIST(3),COB(1,6),PC(1,6)
MCO=1
MDIST=1
MSRV=1

IN=20
IOUT=21
OPEN(UNIT=IN,FILE='6DM.DAT',STATUS='OLD')
OPEN(UNIT=IOUT,FILE='6DM.SAI',STATUS='UNKNOWN')

```

C

```

C READ NUMBER OF: PHOTOS, GROUND POINTS, POINTS PER PHOTO (MAXIMUM),
C POINTS WITH OBSERVED SURVEY COORDINATES, PHOTOS WITH
C OBSERVED EXTERIOR ORIENTATION, AND DISTANCES OBSERVE
C BETWEEN GROUND POINTS
C

```

```

READ(IN,*) NPHOTO,NG,MX,NSRV,NCO,NDIST
IF(NCO.EQ.0) MCO=0
IF(MCO.EQ.0) NCO=1
IF(NDIST.EQ.0) MDIST=0
IF(MDIST.EQ.0) NDIST=1
IF(NSRV.EQ.0) MSRV=0
IF(MSRV.EQ.0) NSRV=1
CALL INPUT(NPP,NUMPT,LSP,KODE,CODE,LCO,LDIST,OMEGA,PHI,KAPPA,
. XC,YC,ZC,XG,YG,ZG,XP,YP,PG,GOB,PDIST,DIST,COB,PC,IN,IOUT)
CALL BLOCK(NPP,NUMPT,LSP,KODE,KODE,LCO,LDIST,A,U,X,OMEGA,PHI,
. KAPPA,XC,YC,ZC,XG,YG,ZG,XP,YP,PG,GOB,PDIST,DIST,COB,PC,
. IOUT)
CALL OUTPUT(NPP,NUMPT,LSP,KODE,CODE,LCO,LDIST,OMEGA,PHI,KAPPA,
. XC,YC,ZC,XG,YG,ZG,XP,YP,PG,GOB,DIST,COB,A,IOUT)
STOP
END

```

```

*****
*****

```

```

SUBROUTINE INPUT(NPP,NUMPT,LSP,KODE,CODE,LCO,LDIST,OMEGA,PHI,
. KAPPA,XC,YC,ZC,XG,YG,ZG,XP,YP,PG,GOB,PDIST,DIST,COB,PC,IN,IOUT)
IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
COMMON/INTEGR/ MAXIT,NSIZ,NPHOTO,NSRV,NCC,NOB,NG,ICON,ITER,MX,
. INTERN,MINIT,MCO,NCO,MDIST,NDIST,IREFR
COMMON/INTCON/MSRV
COMMON/REAL8/ VPV,PP,DA,DS,CX,CY,F,SZZ,DR,PCX,PCY,PF,CXB,CYB,FB,DC
1,A00,A11,B11,A20,A22,B22,A31,B31,A33,PA00,PA11,PB11,PA20,PA22,PB22
2,PA31,PB31,PA33,CA00B,CA11B,CB11B,CA20B,CA22B,CB22B,CA31B,CB31B,CA
333B
DIMENSION NPP(NPHOTO),NUMPT(NPHOTO,MX),LSP(NSRV),KODE(NG)
INTEGER CODE(NPHOTO),LCO(NCO),LDIST(NDIST,2)
REAL*8 PG(NSRV,3),GOB(NSRV,3),OMEGA(NPHOTO)
REAL*8 PHI(NPHOTO),KAPPA(NPHOTO),XC(NPHOTO),YC(NPHOTO),ZC(NPHOTO)
REAL*8 XG(NG),YG(NG),ZG(NG),XP(NPHOTO,MX),YP(NPHOTO,MX)
REAL*8 PDIST(NDIST),DIST(NDIST),COB(NCO,6),PC(NCO,6)
DR=45.DO/DATAN(1.DO)

```

```

C
C READ GROUND COORDINATES (OBSERVED AND/OR APROXIMATE)
C
DO 5 I=1,NG
READ(IN,*) NPT,KODE(NPT),XG(NPT),YG(NPT),ZG(NPT)
5 CONTINUE

```

```

C
C READ EXTERIOR ORIENTATION (OBSERVED AND/OR APROXIMATE)
C
DO 10 I=1,NPHOTO
READ(IN,*) NPH,CODE(NPH),XC(NPH),YC(NPH),ZC(NPH),OMEGA(NPH),
. PHI(NPH),KAPPA(NPH)
NPP(I)=0
10 CONTINUE
IF(MSRV.EQ.0) GO TO 32

```

```

C
C FIND CONTROL POINTS
C
I=1
DO 15 I=1,NG
IF(KODE(I).EQ.0) GO TO 15
LSP(I)=1
I=I+1
15 CONTINUE

```

```

C
C READ OBSERVED GROUND POINT COORDINATE VARIANCES
C
DO 30 I=1,NSRV

```



```

        READ(IN,*) NPT,VX,VY,VZ
        DO 20 J=1,NSRV
            IF(NPT.EQ.LSP(J)) GO TO 25
20 CONTINUE
        WRITE(IOUT,600) NPT
        STOP
25 PG(J,1)=VX
        PG(J,2)=VY
        PG(J,3)=VZ
30 CONTINUE
32 CONTINUE
        IF(MCO.EQ.0) GO TO 65
C
C FIND PHOTOS WITH OBSERVED EXTERIOR ORIENTATION
C
        L=1
        DO 35 I=1,NPHOTO
            IF(CODE(I).EQ.0) GO TO 35
            LCO(L)=1
            COB(L,1)=OMEGA(I)/DR
            COB(L,2)=PHI(I)/DR
            COB(L,3)=KAPPA(I)/DR
            COB(L,4)=XC(I)
            COB(L,5)=YC(I)
            COB(L,6)=ZC(I)
            L=L+1
35 CONTINUE
C
C READ OBSERVED EXTERIOR ORIENTATION VARIANCES
C
        DO 60 I=1,NCO
            READ(IN,*) NPH,V1,V2,V3,VX,VY,VZ
            DO 40 J=1,NCO
                IF(NPH.EQ.LCO(J)) GO TO 45
40 CONTINUE
            WRITE(IOUT,601) NPH
            STOP
45 CONTINUE
            PC(J,1)=V1
            PC(J,2)=V2
            PC(J,3)=V3
            PC(J,4)=VX
            PC(J,5)=VY
60 PC(J,6)=VZ
65 IF(MDIST.EQ.0) GO TO 75
C
C READ OBSERVED DISTANCES BETWEEN GROUND POINTS AND THEIR VARIANCES
C
        DO 70 L=1,NDIST
70 READ(IN,*) LDIST(L,1),LDIST(L,2),DIST(L),PDIST(L)
C
C READ PHOTO COORDINATE OBSERVATIONS
C
75 READ(IN,*) NPH,NPT,PX,PY
        IF(NPT.EQ.0) GO TO 80
        NPP(NPH)=NPP(NPH)+1
        J=NPP(NPH)
        NUMPT(NPH,J)=NPT
        XP(NPH,J)=PX
        YP(NPH,J)=PY
        GO TO 75
C
C READ INTERIOR ORIENTATION AND CONVERGENCE CRITERIA
C
        IREFR=0 REFRACAO NAO SERA CALCULADA
        =1 REFRACAO SERA CALCULADA
        INTERN=0 ORIENT. INT. NAO SERA CALCULADA
        =1 ORIENT. INT. SERA CALCULADA
C
        CX,CY,F,PCX,PCY,PF=OR.INTERNA E RESPECTIVAS VARIANCIAS
C
        A00,A11,B11,A20,A22,B22,A31,B31,A33=> COEF. DO POLIN. ORTOG.
C
        PA00,PA11,PB11,PA20,PA22,PB22,PA31,PB31,PA33=> VARIANCIAS P/

```

```

C      OS COEF. DO POLIN. ORTOG.
C      DA,DC,DS =CRIT.DE CONVERG.:ANGULAR,P/CALIBRACAO E PARA
C      COORDENADAS
C      SZZ,VP =VAR. A PRIORI E VAR. PARA COOR. FOTOGRAFICAS
C
80 READ(IN,*) IREFR,INTERN,CX,CY,F,PCX,PCY,PF
   READ(IN,*) A00,A11,B11,A20,A22,B22,A31,B31,A33,PA00,PA
   111,PB11,PA20,PA22,PB22,PA31,PB31,PA33
   READ(IN,*) DA,DC,DS,SZZ,VP
   MINIT=1
   MAXIT=12
C
C LIST INPUT DATA
C
   WRITE(IOUT,602)
   L=1
   DO 100 I=1,NG
   IF(KODE(I).EQ.0) GO TO 95
   IF(KODE(I).EQ.1) WRITE(IOUT,603) I,KODE(I),XG(I),YG(I),ZG(I),PG(L,
13)
   IF(KODE(I).EQ.2) WRITE(IOUT,604) I,KODE(I),XG(I),YG(I),ZG(I),
   PG(L,1),PG(L,2)
   IF(KODE(I).EQ.3) WRITE(IOUT,604) I,KODE(I),XG(I),YG(I),ZG(I),
   (PG(L,K),K=1,3)
   IF(KODE(I).EQ.4) WRITE(IOUT,617) I,KODE(I),XG(I),YG(I),ZG(I),PG(L
.2,2),PG(L,3)
   L=L+1
   GO TO 100
95 WRITE(IOUT,603) I,KODE(I),XG(I),YG(I),ZG(I)
100 CONTINUE
C
   L=1
   DO 125 I=1,NPHOTO
   WRITE(IOUT,605) I
   IF(CODE(I).EQ.0) GO TO 105
   IF(CODE(I).LT.4) GO TO 105
   WRITE(IOUT,606) OMEGA(I),PC(L,1),PHI(I),PC(L,2),KAPPA(I),PC(L,3)
   GO TO 110
105 WRITE(IOUT,607) OMEGA(I),PHI(I),KAPPA(I)
   IF(CODE(I).EQ.0) GO TO 115
110 IF(CODE(I).EQ.1) WRITE(IOUT,608) XC(I),YC(I),ZC(I),PC(L,6)
   IF(CODE(I).EQ.2) WRITE(IOUT,609) XC(I),PC(L,4),YC(I),PC(L,5),ZC(I)
   IF(CODE(I).GE.3) WRITE(IOUT,609) XC(I),PC(L,4),YC(I),PC(L,5),
   ZC(I),PC(L,6)
   L=L+1
   GO TO 120
115 WRITE(IOUT,608) XC(I),YC(I),ZC(I)
120 CONTINUE
   LOOP=NPP(I)
   WRITE(IOUT,610)
   DO 125 J=1,LOOP
   WRITE(IOUT,616) NUMPT(I,J),XP(I,J),YP(I,J)
125 CONTINUE
C
   IF(MDIST.EQ.0) GO TO 135
   WRITE(IOUT,611)
   DO 130 I=1,NDIST
130 WRITE(IOUT,612) LDIST(I,1),LDIST(I,2),DIST(I),PDIST(I)
135 IF(INTERN.EQ.0) WRITE(IOUT,613) F,CX,CY
   IF(INTERN.EQ.1) WRITE(IOUT,614) F,PF,CX,PCX,CY,PCY
   IF(INTERN.EQ.1) WRITE(IOUT,502) A00,PA00,A11,PA11,B11,PB11,A20,P
1A20,A22,PA22,B22,PB22,A31,PA31,B31,PB31,A33,PA33
   WRITE(IOUT,615) MINIT,MAXIT,DA,DC,DS,SZZ,VP
C
C
C STORE OBSERVED VALUES OF PARAMETERS AND FORM WEIGHTS
C
C
   FB=F
   CXB=CX

```

CYB=CY
 CA00B=A00
 CA11B=A11
 CB11B=B11
 CA20B=A20
 CA22B=A22
 CB22B=B22
 CA31B=A31
 CB31B=B31
 CA33B=A33
 PP=SZZ/VP
 NCC=6*NPHOTO
 NSIZ=NCC+3*NG
 NOB=0
 DA=DA/DR

C

DO 140 I=1,NPHOTO
 OMEGA(I)=OMEGA(I)/DR
 PHI(I)=PHI(I)/DR
 KAPPA(I)=KAPPA(I)/DR
 IF(CODE(I).EQ.4) NOB=NOB+2
 140 NOB=NOB+CODE(I)+2*NPP(I)

C

IF(MCO.EQ.0) GO TO 165
 DO 160 I=1,NCO
 J=LCO(I)
 IF(CODE(J).LT.4) GO TO 150
 DO 145 K=1,3
 145 PC(I,K)=SZZ*DR*DR/PC(I,K)
 150 IF(CODE(J).EQ.1) GO TO 155
 PC(I,4)=SZZ/PC(I,4)
 PC(I,5)=SZZ/PC(I,5)
 IF(CODE(J).EQ.2) GO TO 160
 155 PC(I,6)=SZZ/PC(I,6)
 160 CONTINUE
 165 DO 170 I=1,NG
 IF(KODE(I).EQ.4) NOB=NOB-2
 170 NOB=NOB+KODE(I)

IF(MSRV.EQ.0) GO TO 182
 DO 180 I=1,NSRV
 J=LSP(I)
 GOB(I,1)=XG(J)
 GOB(I,2)=YG(J)
 GOB(I,3)=ZG(J)
 IF(KODE(J).EQ.2) GO TO 175
 PG(I,3)=SZZ/PG(I,3)
 IF(KODE(J).EQ.1) GO TO 180
 IF(KODE(J).EQ.4) GO TO 176
 175 PG(I,1)=SZZ/PG(I,1)
 176 PG(I,2)=SZZ/PG(I,2)
 180 CONTINUE
 182 IF(MDIST.EQ.0) GO TO 190
 NOB=NOB+NDIST
 DO 185 I=1,NDIST
 185 PDIST(I)=SZZ/PDIST(I)
 190 IF(INTERN.EQ.0) GO TO 195
 NOB=NOB+12
 NSIZ=NSIZ+12
 PF=SZZ/PF
 PCX=SZZ/PCX
 PCY=SZZ/PCY
 PA00=SZZ/PA00
 PA11=SZZ/PA11
 PB11=SZZ/PB11
 PA20=SZZ/PA20
 PA22=SZZ/PA22
 PB22=SZZ/PB22
 PA31=SZZ/PA31
 PB31=SZZ/PB31

PA33=SZZ/PA33

```
195 IF(IREFR.EQ.0) RETURN
   NSIZ=NSIZ+1
   RETURN
600 FORMAT('1,3(80(*)),/,20X,'ERROR: KODE IS EQUAL TO ZERO FOR',
   ' POINT',15,/,3(80(*)),/)
601 FORMAT('1,3(80(*)),/,20X,'ERROR: CODE IS EQUAL TO ZERO FOR',
   ' PHOTO',15,/,3(80(*)),/)
602 FORMAT('1,/,/,/,30X,'INPUT PASS POINT COORDINATES AND VARIANCES',
   ' /,/,21X,'POINT',2X,'KODE',9X,'X(m)',11X,'Y(m)',11X,'Z(m)',9X
   ' ,',VAR(X)',09X,'VAR(Y)',09X,'VAR(Z)')
603 FORMAT(' ',20X,215,3F15.4,30X,1PD15.4)
604 FORMAT(' ',20X,215,3F15.4,3(1PD15.4))
605 FORMAT('1,/,/,/,20X,'INPUT DATA: PHOTO',13,/,53X,'VARIANCE',/)
502  FORMAT(' ',/20X,'A00=' ,F12.4,1PD15.4,/,20X,'A11=' ,F12.4,1PD15
   1.4,/,20X,'B11=' ,F12.4,1PD15.4,/,20X,'A20=' ,F12.4,1PD15.4,/,20
   2X,'A22=' ,F12.4,1PD15.4,/,20X,'B22=' ,F12.4,1PD15.4,/,20X,'A31=' ,F12
   3.4,1PD15.4,/,20X,'B31=' ,F12.4,1PD15.4,/,20X,'A33=' ,F12.4,1PD15.4)
606 FORMAT(' ',20X,'OMEGA=' ,F12.2,' DD',1PD20.4,/,23X,'PHI=' ,OPF12.2,'
   ' DD',1PD20.4,/,21X,'KAPPA=' ,OPF12.2,' DD',1PD20.4)
607 FORMAT(' ',20X,'OMEGA=' ,F12.2,' DD',/23X,'PHI=' ,F12.2,' DD',/21X
   ' ,',KAPPA=' ,F12.2,' DD')
608 FORMAT(' ',23X,'XC=' ,F12.2,' m',/24X,'YC=' ,F12.2,' m',/24X,'ZC='
   ' ,F12.2,' m',1PD20.4)
609 FORMAT(' ',23X,'XC=' ,F12.2,' m ',1PD20.4,/,24X,'YC=' ,OPF12.2,' m '
   ' ,1PD20.4,/,24X,'ZC=' ,OPF12.2,' m ',1PD20.4)
610 FORMAT('0,25X,'PHOTO COORDINATES',/,21X,'POINT',9X,'X(mm)',10X,'
   ' Y(mm)')
611 FORMAT('1,/,/,/,20X,'OBSERVED DISTANCES AND VARIANCES',/,
   ' 21X,'FROM TO',4X,'DISTANCE (m)',4X,'VARIANCE (m)')
612 FORMAT('0,19X,215,F12.3,2X,1PD15.4)
613 FORMAT('1,/,/,/,20X,'CAMERA CALIBRATION CONSTANTS',/,21X,'F=' ,
   ' F12.4,' mm',/21X,'X=' ,F12.4,' mm',/21X,'Y=' ,F12.4,' mm',/
   ' /)
614 FORMAT('1,/,/,/,20X,'CAMERA CALIBRATION OBSERVATIONS',/,40X,
   ' ' VARIANCE',/,21X,'F=' ,F12.4,' mm',1PD15.4,/,21X,'X=' ,OPF12
   ' .4,' mm',1PD15.4,/,21X,'Y=' ,OPF12.4,' mm',1PD15.4)

615 FORMAT(' ',30X,'MINIMUM ITERATIONS=' ,I3,/,31X,'MAXIMUM',
   ' ' ITERATIONS=' ,I3,/,30X,'ANGULAR CONVERGENCE=' ,1PD12.4,' DD
   ' ,/,26X,'CALIBRATION CONVERGENCE=' ,1PD12.4,/,27X,'COORDINATE',
   ' ' CONVERGENCE=' ,1PD12.4,' m',/17X,'A PRIORI VARIANCE OF UN
   ' IT WEIGHT=' ,1PD12.4,/,24X,'PHOTO COORDINATE VARIANCE=' ,1PD12.4,' m
   ' ')
616 FORMAT(' ',19X,15,2F15.4)
617 FORMAT(' ',20X,215,3F15.4,15X,2(1PD15.4))
   END
```

```
*****
*****
SUBROUTINE BLOCK(NPP,NUMPT,LSP,CODE,KODE,LCO,LDIST,A,U,X,OMEGA,PHI
   ' ,KAPPA,XC,YC,ZC,XG,YG,ZG,XP,YP,PG,GOB,PDIST,DIST,COB,PC,
   ' .IOUT)
   IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
   COMMON/INTEGR/ MAXIT,NSIZ,NPHOTO,NSRV,NCC,NOB,NG,ICON,ITER,MX,
   ' ' INTERN,MINIT,MCO,NCO,MDIST,NDIST,IREFR
   COMMON/INTCON/ MSRV
   COMMON/REAL8/ VPV,PP,DA,DS,CX,CY,F,SZZ,DR,PCX,PCY,PF,CXB,CYB,FB,DC
   1,A00,A11,B11,A20,A22,B22,A31,B31,A33,PA00,PA11,PB11,PA20,PA22,PB22
   2,PA31,PB31,PA33,CA00B,CA11B,CB11B,CA20B,CA22B,CB22B,CA31B,CB31B,CA
   333B
   COMMON/ROTAIT/ R(3,3),T(6)
   COMMON/REFRA/AKR
   DIMENSION NPP(NPHOTO),NUMPT(NPHOTO,MX),LSP(NSRV)
   INTEGER CODE(NPHOTO),LCO(NCO),LDIST(NDIST,2),LD(6),KODE(NG)
   REAL*8 A(NSIZ,NSIZ),U(NSIZ),X(NSIZ),OMEGA(NPHOTO)
   REAL*8 PHI(NPHOTO),KAPPA(NPHOTO),XC(NPHOTO),YC(NPHOTO),ZC(NPHOTO)
   REAL*8 XG(NG),YG(NG),ZG(NG),XP(NPHOTO,MX),YP(NPHOTO,MX)
```

```

REAL*8 PG(NSRV,3),GOB(NSRV,3),PD(19)
REAL*8 PDIST(NDIST),DIST(NDIST),COB(NCO,6),PC(NCO,6)
C
AKR=0.DO
DO 110 ITER=1,MAXIT

WRITE(*,*) '          ITERACAO... ',ITER
VPV=0.DO
C
C CLEAR NORMALS
C
CALL NITIAL(A,U,NSIZ)
C
DO 5 IP=1,NPHOTO
C
C COMPUTE ROTATION MATRIX
C
CALL ROTATE(OMEGA(IP),PHI(IP),KAPPA(IP))
C
C ADD PHOTO COORDINATE OBSERVATIONS TO NORMALS
C
LOOP=NPP(IP)
C
C
C PROJECTING TO THE SYNTHETIC PHOTO
C
IF(IREFR.EQ.0) GO TO 6
IF(ITER.EQ.1) GO TO 6
IF(ITER.GT.2) GO TO 6
DO 4 JL=1,LOOP
Q1=R(1,3)*(XP(IP,JL)-CX)+R(2,3)*(YP(IP,JL)-CY)-R(3,3)*F
XPR=-F*(R(1,1)*(XP(IP,JL)-CX)+R(2,1)*(YP(IP,JL)-CY)-R(3,1)*F)/Q1
YPR=-F*(R(1,2)*(XP(IP,JL)-CX)+R(2,2)*(YP(IP,JL)-CY)-R(3,2)*F)/Q1
CX=0.DO
CY=0.DO
XP(IP,JL)=XPR
4 YP(IP,JL)=YPR
OMEGA(IP)=0.DO
PHI(IP)=0.DO
KAPPA(IP)=0.DO
CALL ROTATE(OMEGA(IP),PHI(IP),KAPPA(IP))
AKR=0.DO
6 DO 5 JL=1,LOOP
JPT=NUMPT(IP,JL)
DX=XG(JPT)-XC(IP)
DY=YG(JPT)-YC(IP)
DZ=ZG(JPT)-ZC(IP)
Q=R(3,1)*DX+R(3,2)*DY+R(3,3)*DZ
Q2=Q*Q
RR=R(1,1)*DX+R(1,2)*DY+R(1,3)*DZ
S=R(2,1)*DX+R(2,2)*DY+R(2,3)*DZ
CM1=XP(IP,JL)-CX
CM2=YP(IP,JL)-CY
RQ=CM1**2+CM2**2
RQ1=DSQRT(RQ)
ALAN=DATAN(CM2/CM1)
PD(1)=-F*(Q*(DY*R(1,3)-DZ*R(1,2))-RR*(DY*R(3,3)-DZ*R(3,2)))/Q2
PD(2)=-F*(Q*(DX*T(2)*T(6)-DY*T(1)*T(5)*T(6)+DZ*T(4)*T(5)*T(6))+RR*
1(DX*T(5)+DY*T(1)*T(2)-DZ*T(4)*T(2)))/Q2
PD(3)=F*S/Q
PD(4)=-F*(Q*R(1,1)-RR*R(3,1))/Q2
PD(5)=-F*(Q*R(1,2)-RR*R(3,2))/Q2
PD(6)=-F*(Q*R(1,3)-RR*R(3,3))/Q2
PD(7)=RR/Q
AMM=A00+A11*DCOS(ALAN)+B11*DSIN(ALAN)+A20*RQ1+A22*RQ1*DCOS(2.DO
1*ALAN)+B22*RQ1*DSIN(2.DO*ALAN)+A31*RQ*DCOS(ALAN)+B31*RQ*DSIN(ALAN)
2+A33*RQ*DCOS(3.DO*ALAN)
AM1=(-A11*DSIN(ALAN)*CM2/RQ+B11*DCOS(ALAN)*CM2/RQ-A20*CM1/RQ1-A22
1*DCOS(2.DO*ALAN)*CM1/RQ1-2.DO*A22*DSIN(2.DO*ALAN)*CM2/RQ1-B22*CM1*
2DSIN(2.DO*ALAN)/RQ1+2.DO*B22*DCOS(2.DO*ALAN)*CM2/RQ1-2.DO*A31*CM1*

```

```

3DCOS(ALAN)-A31*DSIN(ALAN)*CM2-2.DO*B31*CM1*DSIN(ALAN)+B31*DCOS(ALA
4N)*CM2-2.DO*A33*CM1*DCOS(3.DO*ALAN)-3.DO*A33*DSIN(3.DO*ALAN)*CM2)
PD(8)=-1.DO-AMM+CM1*AM1
AM2=(A11*DSIN(ALAN)*CM1/RQ-B11*DCOS(ALAN)*CM1/RQ-A20*CM2/RQ1-A2
12*CM2*DCOS(2.DO*ALAN)/RQ1+2.DO*A22*DSIN(2.DO*ALAN)*CM1/RQ1-B22*CM2
2*DSIN(2.DO*ALAN)/RQ1+2.DO*B22*DCOS(2.DO*ALAN)*CM1/RQ1-2.DO*A31*CM2
3*DCOS(ALAN)+A31*DSIN(ALAN)*CM1-2.DO*B31*CM2*DSIN(ALAN)+B31*DCOS(AL
4AN)*CM1-2.DO*A33*CM2*DCOS(3.DO*ALAN)+3.DO*A33*DSIN(3.DO*ALAN)*CM1)
PD(9)=CM1*AM2
PD(10)=CM1
PD(11)=CM1*DCOS(ALAN)
PD(12)=CM1*DSIN(ALAN)
PD(13)=CM1*RQ1
PD(14)=CM1*RQ1*DCOS(2.DO*ALAN)
PD(15)=CM1*RQ1*DSIN(2.DO*ALAN)
PD(16)=CM1*RQ*DCOS(ALAN)
PD(17)=CM1*RQ*DSIN(ALAN)
PD(18)=CM1*RQ*DCOS(3.DO*ALAN)
PD(19)=-(((XP(IP,JL)**2+YP(IP,JL)**2)/F**2))*XP(IP,JL)
FR=-CM1-F*RR/Q-CM1*AMM
IF(IREFR.EQ.1) FR=FR-AKR*PD(19)
VPV=VPV+FR*PP*FR
KIP=IP
CALL NORMAL(A,U,PD,FR,PP,KIP,JPT,NSIZ,NCC,INTERN,IREFR)

```

C

```

PD(1)=F*(Q*(-DY*R(2,3)+DZ*R(2,2))+S*(DY*R(3,3)-DZ*R(3,2)))/Q2
PD(2)=-F*(-Q*(DX*T(2)*T(3)-DY*T(1)*T(5)*T(3)+DZ*T(4)*T(5)*T(3))+S*
1(DX*T(5)+DY*T(1)*T(2)-DZ*T(4)*T(2)))/Q2
PD(3)=-F*RR/Q
PD(4)=-F*(Q*R(2,1)-S*R(3,1))/Q2
PD(5)=-F*(Q*R(2,2)-S*R(3,2))/Q2
PD(6)=-F*(Q*R(2,3)-S*R(3,3))/Q2
PD(7)=S/Q
PD(8)=CM2*AM1
PD(9)=-1.DO-AMM+CM2*AM2
PD(10)=CM2
PD(11)=CM2*DCOS(ALAN)
PD(12)=CM2*DSIN(ALAN)
PD(13)=CM2*RQ1
PD(14)=CM2*RQ1*DCOS(2.DO*ALAN)
PD(15)=CM2*RQ1*DSIN(2.DO*ALAN)
PD(16)=CM2*RQ*DCOS(ALAN)
PD(17)=CM2*RQ*DSIN(ALAN)
PD(18)=CM2*RQ*DCOS(3.DO*ALAN)
PD(19)=-(((XP(IP,JL)**2+YP(IP,JL)**2)/F**2))*YP(IP,JL)
FR=-CM2-F*S/Q-CM2*AMM
IF(IREFR.EQ.1) FR=FR-AKR*PD(19)
VPV=VPV+FR*PP*FR
KIP=IP
CALL NORMAL(A,U,PD,FR,PP,KIP,JPT,NSIZ,NCC,INTERN,IREFR)

```

5

C

C

IF(MSRV.EQ.0) GO TO 12

C ADD SURVEY COORDINATE OBSERVATIONS TO NORMALS

C

```

DO 10 I=1,NSRV
JC=LSP(I)
K=NCC+3*(JC-1)
IF(KODE(JC).EQ.1) GO TO 7
IF(KODE(JC).EQ.4) GO TO 8
A(K+1,K+1)=A(K+1,K+1)+PG(I,1)
FR=GOB(I,1)-XG(JC)
U(K+1)=U(K+1)+FR*PG(I,1)
VPV=VPV+FR*FR*PG(I,1)
8 A(K+2,K+2)=A(K+2,K+2)+PG(I,2)
FR=GOB(I,2)-YG(JC)
U(K+2)=U(K+2)+FR*PG(I,2)
VPV=VPV+FR*FR*PG(I,2)
IF(KODE(JC).EQ.2) GO TO 10

```

```

7 A(K+3,K+3)=A(K+3,K+3)+PG(I,3)
  FR=GOB(I,3)-ZG(JC)
  U(K+3)=U(K+3)+FR*PG(I,3)
  VPV=VPV+FR*FR*PG(I,3)
10 CONTINUE
C
12 IF(INTERN.EQ.0) GO TO 15
C
C ADD INTERIOR ORIENTATION OBSERVATIONS TO NORMALS
C
  NSI1=NSIZ
  IF (JREFR.EQ.0) NSI1=NSIZ+1
  A(NSI1-12,NSI1-12)=A(NSI1-12,NSI1-12)+PF
  A(NSI1-11,NSI1-11)=A(NSI1-11,NSI1-11)+PCX
  A(NSI1-10,NSI1-10)=A(NSI1-10,NSI1-10)+PCY
  A(NSI1-9,NSI1-9)=A(NSI1-9,NSI1-9)+PA00
  A(NSI1-8,NSI1-8)=A(NSI1-8,NSI1-8)+PA11
  A(NSI1-7,NSI1-7)=A(NSI1-7,NSI1-7)+PB11
  A(NSI1-6,NSI1-6)=A(NSI1-6,NSI1-6)+PA20
  A(NSI1-5,NSI1-5)=A(NSI1-5,NSI1-5)+PA22
  A(NSI1-4,NSI1-4)=A(NSI1-4,NSI1-4)+PB22
  A(NSI1-3,NSI1-3)=A(NSI1-3,NSI1-3)+PA31
  A(NSI1-2,NSI1-2)=A(NSI1-2,NSI1-2)+PB31
  A(NSI1-1,NSI1-1)=A(NSI1-1,NSI1-1)+PA33
  U(NSI1-12)=U(NSI1-12)+PF*(FB-F)
  U(NSI1-11)=U(NSI1-11)+PCX*(CXB-CX)
  U(NSI1-10)=U(NSI1-10)+PCY*(CYB-CY)
  U(NSI1-9)=U(NSI1-9)+PA00*(CA00B-A00)
  U(NSI1-8)=U(NSI1-8)+PA11*(CA11B-A11)
  U(NSI1-7)=U(NSI1-7)+PB11*(CB11B-B11)
  U(NSI1-6)=U(NSI1-6)+PA20*(CA20B-A20)
  U(NSI1-5)=U(NSI1-5)+PA22*(CA22B-A22)
  U(NSI1-4)=U(NSI1-4)+PB22*(CB22B-B22)
  U(NSI1-3)=U(NSI1-3)+PA31*(CA31B-A31)
  U(NSI1-2)=U(NSI1-2)+PB31*(CB31B-B31)
  U(NSI1-1)=U(NSI1-1)+PA33*(CA33B-A33)
  VPV=VPV+PF*(FB-F)**2+PCX*(CXB-CX)**2+PCY*(CYB-CY)**2
  VPV=VPV+PA00*(CA00B-A00)**2+PA11*(CA11B-A11)**2+PB11*(CB11B-B11)**
  .2+PA20*(CA20B-A20)**2+PA22*(CA22B-A22)**2+PB22*(CB22B-B22)**2+PA31
  1*(CA31B-A31)**2+PB31*(CB31B-B31)**2+PA33*(CA33B-A33)**2
15 IF(MDIST.EQ.0) GO TO 25
C
C
C ADD GROUND DISTANCE OBSERVATIONS TO NORMALS
C
  DO 20 I=1,NDIST
  I=LDIST(L,1)
  J=LDIST(L,2)
  S=DSQRT((XG(I)-XG(J))**2+(YG(I)-YG(J))**2+(ZG(I)-ZG(J))**2)
  PD(1)=(XG(I)-XG(J))/S
  PD(2)=(YG(I)-YG(J))/S
  PD(3)=(ZG(I)-ZG(J))/S
  PD(4)=-PD(1)
  PD(5)=-PD(2)
  PD(6)=-PD(3)
  LD(1)=NCC+3*I-2
  LD(2)=LD(1)+1
  LD(3)=LD(2)+1
  LD(4)=NCC+3*J-2
  LD(5)=LD(4)+1
  LD(6)=LD(5)+1
  FR=DIST(L)-S
  VPV=VPV+FR*FR*PDIST(L)
  DO 20 I=1,6
  U(LD(I))=U(LD(I))+PD(I)*PDIST(L)*FR
  DO 20 J=1,6
20 A(LD(I),LD(J))=A(LD(I),LD(J))+PD(I)*PD(J)*PDIST(L)
25 IF(MCO.EQ.0) GO TO 50
C
C

```

C ADD EXTERIOR ORIENTATION OBSERVATIONS TO NORMALS

C

```
DO 45 I=1,NC0
J=LCO(I)
K=6*(J-1)
JCODE=CODE(I)
GO TO (40,35,35,30),JCODE
30 A(K+1,K+1)=A(K+1,K+1)+PC(1,1)
FR=COB(1,1)-OMEGA(J)
U(K+1)=U(K+1)+FR*PC(1,1)
VPV=VPV+FR*FR*PC(1,1)
A(K+2,K+2)=A(K+2,K+2)+PC(1,2)
FR=COB(1,2)-PHI(J)
U(K+2)=U(K+2)+FR*PC(1,2)
VPV=VPV+FR*FR*PC(1,2)
A(K+3,K+3)=A(K+3,K+3)+PC(1,3)
FR=COB(1,3)-KAPPA(J)
U(K+3)=U(K+3)+FR*PC(1,3)
VPV=VPV+FR*FR*PC(1,3)
35 A(K+4,K+4)=A(K+4,K+4)+PC(1,4)
FR=COB(1,4)-XC(J)
U(K+4)=U(K+4)+FR*PC(1,4)
VPV=VPV+FR*FR*PC(1,4)
A(K+5,K+5)=A(K+5,K+5)+PC(1,5)
FR=COB(1,5)-YC(J)
U(K+5)=U(K+5)+FR*PC(1,5)
VPV=VPV+FR*FR*PC(1,5)
IF(CODE(J),EQ.2) GO TO 45
40 A(K+6,K+6)=A(K+6,K+6)+PC(1,6)
FR=COB(1,6)-ZC(J)
U(K+6)=U(K+6)+FR*PC(1,6)
VPV=VPV+FR*FR*PC(1,6)
45 CONTINUE
```

C

C

C SOLVE FOR CORRECTIONS

C

50 CONTINUE

```
CALL FILL(A,NSIZ)
```

```
CALL VERSOL(A,X,NSIZ)
```

```
CALL AB(A,U,X,NSIZ,NSIZ,1)
```

C

```
DO 55 I=1,NSIZ
55 VPV=VPV-X(I)*U(I)
VPV=VPV/FLOAT(NOBS-NSIZ)
```

C

C

C UPDATE EXTERIOR ORIENTATION

C

```
DO 60 I=1,NPHOTO
K=6*(I-1)
OMEGA(I)=OMEGA(I)+X(K+1)
PHI(I)=PHI(I)+X(K+2)
KAPPA(I)=KAPPA(I)+X(K+3)
XC(I)=XC(I)+X(K+4)
YC(I)=YC(I)+X(K+5)
60 ZC(I)=ZC(I)+X(K+6)
```

C

C

C UPDATE GROUND COORDINATES

C

```
DO 65 I=1,NG
K=NCC+3*(I-1)
XG(I)=XG(I)+X(K+1)
YG(I)=YG(I)+X(K+2)
65 ZG(I)=ZG(I)+X(K+3)
```

C

```
IF(INTERN.EQ.0) GO TO 66
```



```

C
C UPDATE INTERIOR ORIENTATION
C
  NS1=NSIZ
  IF(IREFR.EQ.0) NS1=NSIZ+1
  F=F+X(NS1-12)
  CX=CX+X(NS1-11)
  CY=CY+X(NS1-10)

  A00=A00+X(NS1-9)
  A11=A11+X(NS1-8)
  B11=B11+X(NS1-7)
  A20=A20+X(NS1-6)
  A22=A22+X(NS1-5)
  B22=B22+X(NS1-4)
  A31=A31+X(NS1-3)
  B31=B31+X(NS1-2)
  A33=A33+X(NS1-1)

66 IF(IREFR.EQ.0) GO TO 70
   AKR=AKR+X(NSIZ)
C
C
C CHECK FOR CONVERGENCE
C
70 DO 80 I=1,NPHOTO
   K=6*(I-1)
   J=K+3
C
   DO 80 L=1,3
   IF(DA-DABS(X(K+L))) 110,75,75
75 IF(DS-DABS(X(J+L))) 110,80,80
80 CONTINUE
C
   DO 85 I=1,NG
   K=NCC+3*(I-1)
   DO 85 J=1,3
   IF(DS-DABS(X(K+J))) 110,85,85
85 CONTINUE
C
   ICON=1
   IF(INTERN.EQ.0) GO TO 100
   NS1=NSIZ
   IF(IREFR.EQ.0) NS1=NS1+1
   IF(DC-DABS(X(NS1-1))) 110,90,90
90 IF(DC-DABS(X(NS1-2))) 110,95,95
95 IF(DC-DABS(X(NS1-3))) 110,101,101
101 IF(DC-DABS(X(NS1-4))) 110,102,102
102 IF(DC-DABS(X(NS1-5))) 110,103,103
103 IF(DC-DABS(X(NS1-6))) 110,104,104
104 IF(DC-DABS(X(NS1-7))) 110,105,105
105 IF(DC-DABS(X(NS1-8))) 110,106,106
106 IF(DC-DABS(X(NS1-9))) 110,107,107
107 IF(DC-DABS(X(NS1-10))) 110,108,108
108 IF(DC-DABS(X(NS1-11))) 110,109,109
109 IF(DC-DABS(X(NS1-12))) 110,100,100
100 IF(ITER.LT.MINIT) GO TO 110
   RETURN
110 CONTINUE
   ICON=0
   RETURN
   END
   SUBROUTINE ROTATE(OMEGA,PHI,KAPPA)
   IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
   COMMON/ROTAIT/ R(3,3),T(6)
   REAL*8 KAPPA
C
C COMPUTE THE ROTATION MATRIX AND TRIG FUNCTIONS
C

```

```

T(1)=DSIN(OMEGA)
T(2)=DSIN(PHI)
T(3)=DSIN(KAPPA)
T(4)=DCOS(OMEGA)
T(5)=DCOS(PHI)
T(6)=DCOS(KAPPA)
R(1,1)= T(5)*T(6)
R(1,2)= T(1)*T(2)*T(6)+T(4)*T(3)
R(1,3)=-T(4)*T(2)*T(6)+T(1)*T(3)
R(2,1)=-T(5)*T(3)
R(2,2)=-T(1)*T(2)*T(3)+T(4)*T(6)
R(2,3)= T(4)*T(2)*T(3)+T(1)*T(6)
R(3,1) =T(2)
R(3,2)=-T(1)*T(5)
R(3,3)= T(4)*T(5)
RETURN
END
SUBROUTINE VERSOL(A,B,I)
IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
DIMENSION A(1,I),B(I)
IF(I.EQ.1) GO TO 10
IM=I-1
DO 5 K=1,I
DO 2 J=1,IM
2 B(J)=A(1,J+1)/A(1,1)
B(I)=1.DO/A(1,1)
DO 4 L=1,IM
DO 3 J=1,IM
3 A(L,J)=A(L+1,J+1)-A(L+1,1)*B(J)
4 A(L,1)=-A(L+1,1)*B(I)
DO 5 J=1,I
5 A(1,J)=B(J)
RETURN
10 A(1,1)=1.DO/A(1,1)
RETURN
END
SUBROUTINE AB(A,B,R,L,M,N)
IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
DIMENSION A(L,M),B(M),R(L)
DO 5 I=1,L
R(I)=0.DO
DO 5 K=1,M
5 R(I)=R(I)+A(I,K)*B(K)
RETURN
END
SUBROUTINE NORMAL(A,U,PD,F,P,JP,NSIZ,NCC,INTERN,IREFR)
IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
DIMENSION A(NSIZ,NSIZ),U(NSIZ),PD(19)
C
C ADD TO NORMALS OBSERVATIONS OF PHOTO COORDINATES
C
K=NCC+3*(JPT-1)
L=6*(IP-1)
PF=P*F

DO 5 I=1,6
U(1+L)=U(1+L)+PD(I)*PF
DO 5 J=1,6
A(1+L,J+L)=A(1+L,J+L)+PD(I)*PD(J)*P
5 CONTINUE
DO 6 I=4,6
M=I-3
U(K+M)=U(K+M)-PD(I)*PF
DO 6 J=1,6
N=J-3
A(K+M,K+N)=A(K+M,K+N)+PD(I)*PD(J)*P
6 CONTINUE
DO 7 I=1,6
DO 7 J=4,6
N=J-3

```

```

A(I+L,N+K)=A(I+L,N+K)-PD(I)*PD(J)*P
7  CONTINUE
   IF(INTERN.EQ.0) GO TO 15
   M=NSIZ-19
   IF(IREFR.EQ.0) M=NSIZ-18
   DO 8 I=7,18
   U(I+M)=U(I+M)+PD(I)*PF
   DO 8 J=1,18
   A(I+M,J+M)=A(I+M,J+M)+PD(I)*PD(J)*P
8  CONTINUE
   DO 9 I=1,6
   DO 9 J=7,18
   A(I+L,J+M)=A(I+L,J+M)+PD(I)*PD(J)*P
9  CONTINUE
   K3=K-3
   DO 10 I=4,6
   DO 10 J=7,18
   A(I+K3,J+M)=A(I+K3,J+M)-PD(I)*PD(J)*P
10 CONTINUE
   15 IF(IREFR.EQ.0) RETURN
   U(NSIZ)=U(NSIZ)+PD(19)*PF
   A(NSIZ,NSIZ)=A(NSIZ,NSIZ)+PD(19)*PD(19)*P
   DO 11 I=1,6
11  A(I+L,NSIZ)=A(I+L,NSIZ)+PD(I)*PD(19)*P
   K3=K-3
   DO 12 I=4,6
12  A(I+K3,NSIZ)=A(I+K3,NSIZ)-PD(I)*PD(19)*P
   RETURN
   END

```

```

C
C CLEAR NORMALS
C

```

```

SUBROUTINE NITIAL(A,U,NSIZ)
IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
DIMENSION A(NSIZ,NSIZ),U(NSIZ)
DO 20 I=1,NSIZ
U(I)=0.D0
DO 20 J=1,NSIZ
20 A(I,J)=0.D0
RETURN
END

```

```

C
C FORM LOWER TRIANGULAR PORTION
C

```

```

SUBROUTINE FILL(A,NSIZ)
IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
DIMENSION A(NSIZ,NSIZ)
DO 30 I=1,NSIZ
DO 30 J=1,NSIZ
30 A(J,I)=A(I,J)
RETURN
END

```

```

*****
*****
SUBROUTINE OUTPUT(NPP,NUMPT,LSP,KODE,CODE,LCO,LDIST,OMEGA,PHI,
KAPPA,XC,YC,ZC,XG,YG,ZG,XP,YP,GOB,DIST,COB,A,IOUT)
IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
COMMON/INTEGR/ MAXIT,NSIZ,NPHOTO,NSRV,NCC,NOB,NG,ICON,ITER,MX,
INTERN,MINIT,MCO,NCO,MDIST,NDIST,IREFR
COMMON/INTCON/ MSRV
COMMON/REAL8/ VPV,PP,DA,DS,CX,CY,F,SZZ,DR,PCX,PCY,PF,CXB,CYB,FB,DC
1,A00,A11,B11,A20,A22,B22,A31,B31,A33,PA00,PA11,PB11,PA20,PA22,PB22
2,PA31,PB31,PA33,CA00B,CA11B,CB11B,CA20B,CA22B,CB22B,CA31B,CB31B,CA
333B
COMMON/ROTAIT/ R(3,3),T(6)
COMMON/REFRA/AKR
DIMENSION NPP(NPHOTO),LSP(NSRV),KODE(NG),NUMPT(NPHOTO,MX)
INTEGER CODE(NPHOTO),LCO(NCO),LDIST(NDIST,2)
CHARACTER NAME(42)*4

```

```

REAL*8 GOB(NSRV,3),OMEGA(NPHOTO),PHI(NPHOTO),KAPPA(NPHOTO)
REAL*8 XC(NPHOTO),YC(NPHOTO),ZC(NPHOTO),XG(NG),YG(NG),ZG(NG)
REAL*8 XP(NPHOTO,MX),YP(NPHOTO,MX)
REAL*8 DIST(NDIST),COB(NCO,6),A(NSIZ,NSIZ)
DATA NAME/' O',MEGA,' ',' PHI',' K','APPA',' ' ,
.         ' XC',' ',' YC',' ',' ZC',' ',' XG',
.         ' ',' YG',' ',' ZG',' ',' F',
.         ' ',' CX',' ',' CY',' ',' A00',' ',' A11',
1         ' ',' B11',' ',' A20',' ',' A22',' ',' B22',
2         ' ',' A31',' ',' B31',' ',' A33'/
IF(ICON.EQ.1) WRITE(IOUT,600) ITER
IF(ICON.EQ.0) WRITE(IOUT,601) MAXIT
C
C COMPUTE CHI SQUARED
C
  NU=NOB-NSIZ
  XX=FLOAT(NU)*VPV/SZZ
  WRITE(IOUT,614) SZZ,VPV,XX,NU
C
C COMPUTE AND LIST PHOTO COORDINATE RESIDUALS
C
  DO 20 IP=1,NPHOTO
  CALL ROTATE(OMEGA(IP),PHI(IP),KAPPA(IP))
  OMEGA(IP)=OMEGA(IP)*DR
  PHI(IP)=PHI(IP)*DR
  KAPPA(IP)=KAPPA(IP)*DR
  WRITE(IOUT,602) IP,XC(IP),YC(IP),ZC(IP),OMEGA(IP),PHI(IP),KAPPA(IP)
  1)
  LOOP=NPP(IP)
  DO 10 J=1,LOOP
  K=NUMPT(IP,J)
  DX=XG(K)-XC(IP)
  DY=YG(K)-YC(IP)
  DZ=ZG(K)-ZC(IP)
  Q=R(3,1)*DX+R(3,2)*DY+R(3,3)*DZ
  CM1=XP(IP,J)-CX
  CM2=YP(IP,J)-CY
  RQ=CM1**2+CM2**2
  RQ1=DSQRT(RQ)
  ALAN=DATAN(CM2/CM1)
  AMM=A00+A11*DCOS(ALAN)+B11*DSIN(ALAN)+A20*RQ1+A22*RQ1*DCOS(2.DO
1*ALAN)+B22*RQ1*DSIN(2.DO*ALAN)+A31*RQ*DCOS(ALAN)+B31*RQ*DSIN(ALAN)
2+A33*RQ*DCOS(3.DO*ALAN)
  RX=CX-F*(R(1,1)*DX+R(1,2)*DY+R(1,3)*DZ)/Q-CM1*AMM-XP(IP,J)
  RY=CY-F*(R(2,1)*DX+R(2,2)*DY+R(2,3)*DZ)/Q-CM2*AMM-YP(IP,J)
  10 WRITE(IOUT,603)K,RX,RY
  20 CONTINUE
C
C LIST ADJUSTED GROUND COORDINATES
C
  OPEN(UNIT=30,FILE='RRR.DAT',STATUS='UNKNOWN')
  WRITE(30,1001) NG
1001 FORMAT(1X,I3)
  WRITE(IOUT,604)
  DO 30 I=1,NG
  WRITE(IOUT,605) I,KODE(I),XG(I),YG(I),ZG(I)
  WRITE(30,1002) I,XG(I),YG(I),ZG(I)
1002 FORMAT(' ',X,I3,3(2X,F9.5))
  30 CONTINUE
  CLOSE(20)
C
  IF(MSRV.EQ.0) GO TO 1000
C COMPUTE AND LIST CONTROL POINT RESIDUALS
C
  WRITE(IOUT,606)
  DO 40 I=1,NSRV
  J=LSP(I)
  RX=XG(J)-GOB(I,1)
  RY=YG(J)-GOB(I,2)

```

```

RZ=ZG(J)-GOB(1,3)
IF(KODE(J).EQ.1) WRITE(IOUT,619) J,RZ
IF(KODE(J).EQ.2) WRITE(IOUT,607) J,RX,RY
IF(KODE(J).EQ.4) WRITE(IOUT,625) J,RY,RZ
IF(KODE(J).EQ.3) WRITE(IOUT,607) J,RX,RY,RZ
40 CONTINUE
1000 CONTINUE
C
C COMPUTE AND LIST INTERIOR ORIENTATION RESIDUALS
C
IF(IREFR.EQ.0) GO TO 41
CX=CXB
CY=CYB
41 CONTINUE
RX=CX-CXB
RY=CY-CYB
RZ=F-FB
RA00=A00-CA00B
RA11=A11-CA11B
RB11=B11-CB11B
RA20=A20-CA20B
RA22=A22-CA22B
RB22=B22-CB22B
RA31=A31-CA31B
RB31=B31-CB31B
RA33=A33-CA33B
WRITE(IOUT,608) F,CX,CY
WRITE(IOUT,626) A00,A11,B11,A20,A22,B22,A31,B31,A33
WRITE(IOUT,609) RZ,RX,RY
WRITE(IOUT,627) RA00,RA11,RB11,RA20,RA22,RB22,RA31,RB31,RA33
IF(MCO.EQ.0) GO TO 50
C
C COMPUTE AND LIST EXTERIOR ORIENTATION RESIDUALS
C
WRITE(IOUT,610)
DO 45 I=1,NCO
J=LCO(I)
R1=OMEGA(J)-COB(1,1)*DR
R2=PHI(J) -COB(1,2)*DR
R3=KAPPA(J)-COB(1,3)*DR
RX=XC(J) -COB(1,4)
RY=YC(J) -COB(1,5)
RZ=ZC(J) -COB(1,6)
IF(CODE(J).EQ.1) WRITE(IOUT,621) J,RZ
IF(CODE(J).EQ.2) WRITE(IOUT,622) J,RX,RY
IF(CODE(J).EQ.3) WRITE(IOUT,622) J,RX,RY,RZ
IF(CODE(J).GE.4) WRITE(IOUT,611) J,R1,R2,R3,RX,RY,RZ
45 CONTINUE
50 IF(MDIST.EQ.0) GO TO 58
C
C COMPUTE AND LIST DISTANCE OBSERVATION RESIDUALS
C
WRITE(IOUT,612)
DO 55 L=1,NDIST
I=LDIST(L,1)
J=LDIST(L,2)
DX=DSQRT((XG(I)-XG(J))**2+(YG(I)-YG(J))**2+(ZG(I)-ZG(J))**2)
VX=DX-DIST(L)
55 WRITE(IOUT,613) I,J,DX,VX
C
C CONVERT RADIAN IN VAR-COV MATRIX TO DEGREES
C
58 DO 60 IP=1,NPHOTO
K=6*(IP-1)
DO 60 I=1,6
DO 60 J=1,I
IF(I.LT.4) A(I+K,J+K)=DR*A(I+K,J+K)
IF(J.LT.4) A(I+K,J+K)=DR*A(I+K,J+K)
60 A(I+K,J+K)=SZZ*A(I+K,J+K)
DO 65 IP=1,NG

```

```

      K=NCC+3*(IP-1)
      DO 65 I=1,3
      DO 65 J=1,I
65 A(I+K,J+K)=SZZ*A(I+K,J+K)
C
C LIST VAR-COV SUBMATRICES
C
      NPH=1
70 WRITE(IOUT,615)
      DO 80 II=1,3
      K=6*(NPH-1)
      WRITE(IOUT,616) NPH
      NPH=NPH+1
      DO 75 I=1,6
      JH=2*I
      JL=JH-1
75 WRITE(IOUT,617) (NAME(JJ),JJ=JL,JH),(A(I+K,J+K),J=1,I)
      IF(NPH.GT.NPHOTO) GO TO 85
80 CONTINUE
      GO TO 70
85 NPT=1
90 WRITE(IOUT,615)
      DO 100 II=1,5
      WRITE(IOUT,618) NPT
      K=NCC+3*(NPT-1)
      NPT=NPT+1
      DO 95 I=1,3
      JH=2*I + 12
      JL=JH-1
95 WRITE(IOUT,617) (NAME(JJ),JJ=JL,JH),(A(I+K,J+K),J=1,I)
      IF(NPT.GT.NG) GO TO 105
100 CONTINUE
      GO TO 90
105 IF(INTERN.EQ.0) GO TO 120
      K=NSIZ-13
      IF(IREFR.EQ.0) K=NSIZ-12
      WRITE(IOUT,615)
      WRITE(IOUT,620)
      DO 115 I=1,12
      JH=2*I + 18
      JL=JH-1
      DO 110 J=1,I
110 A(K+I,K+J)=SZZ*A(K+I,K+J)
115 WRITE(IOUT,617) (NAME(JJ),JJ=JL,JH),(A(K+I,K+J),J=1,I)
120 IF(IREFR.EQ.0) GO TO 125
      A(NSIZ,NSIZ)=SZZ*A(NSIZ,NSIZ)
      WRITE(IOUT,623)
      WRITE(IOUT,624)AKR.A(NSIZ,NSIZ)
125 RETURN
C
600 FORMAT('1',///,20X,'CONVERGED: ITERATIONS=',I2)
601 FORMAT('1',///,20X,'DID NOT CONVERGE: ITERATIONS=',I2)
602 FORMAT(' ',///,30X,'PHOTO',I3,///,25X,'XC=',F10.3,' m',/,25X,'YC='
  .,F10.3,' m',/,25X,'ZC=',F10.3,' m',/,22X,'OMEGA=',F10.5,' DD',/,2
  .4X,'PHI=',F10.5,' DD',/,22X,'KAPPA=',F10.5,' DD',///,30X,'RESIDUAL
  S',/,21X,'POINT',6X,'VX(mm)',6X,'VY(mm)')
603 FORMAT(' ',20X,I5,2F12.4)
604 FORMAT(' ',///,30X,'GROUND COORDINATES',/,21X,'POINT KODE',
  .,9X,'XG(m)',9X,'YG(m)',9X,'ZG(m)')
605 FORMAT(' ',20X,2I5,3F14.4)
606 FORMAT(' ',///,30X,'CONTROL POINT RESIDUALS',/,21X,'POINT',7X,
  .,VX(m)',5X,'VY(m)',5X,'VZ(m)')
607 FORMAT('0',20X,I5,3F10.4)
608 FORMAT('1',///,20X,'CAMERA CALIBRATION',/,21X,'F=',F12.4,' mm',/,
  .,20X,'CX=',F12.4,' mm',/,20X,'CY=',F12.4,' mm')
609 FORMAT(' ',20X,'CALIBRATION RESIDUALS',/,21X,'F ',1PD15.8,' mm',/
  .,21X,'X ',1PD15.8,' mm',/,21X,'Y ',1PD15.8,' mm')
610 FORMAT('1',///,20X,'CAMERA ORIENTATION AND LOCATION RESIDUALS',
  .,/,21X,'PHOTO',5X,'OMEGA',7X,'PHI',5X,'KAPPA',6X,'XC',8X,
  .,YC',8X,'ZC')

```

```

611 FORMAT('0',20X,15,6F10.4)
612 FORMAT(' ',///,20X,'ADJUSTED DISTANCES AND RESIDUALS',///,21X,
. ' FROM TO',7X,'DISTANCE (m)',5X,'RESIDUAL (m)')
613 FORMAT('0',20X,215,2F15.3)
614 FORMAT('-',20X,'A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT=',F10.4,/,17X,
. 'A POSTERIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT=',E10.4,/,33X,
. 'COMPUTED CHI SQUARED=',E10.4,/,35X,
. 'DEGREES OF FREEDOM=',15)
615 FORMAT(' ',///,20X,'VAR.-COVAR. MATRICES USING THE',
. 'A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT')
616 FORMAT('-',20X,'VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PHOTO',13,/)
617 FORMAT(' ',2A4,8(1PD15.4))
618 FORMAT('-',20X,'VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT',13,/)
619 FORMAT(' ',20X,15,20X,F10.4)
620 FORMAT('-',20X,'VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR CAMERA',
. 'CALIBRATION',/)
621 FORMAT(' ',20X,15,50X,F10.4)
622 FORMAT(' ',20X,15,30X,3F10.4)
623 FORMAT('-',20X,'REF. FACTOR & VARIANCE')
624 FORMAT('-',20X,2(1PD15.4))
625 FORMAT(' ',20X,15,10X,2F10.4)
626 FORMAT(' ',/,19X,'A00=',E12.4,/,19X,'A11=',E12.4,/,19X,'B11=',E1
2.4,/,19X,'A20=',E12.4,/,19X,'A22=',E12.4,/,19X,'B22=',E12.4,/,19X
.,'A31=',E12.4,/,19X,'B31=',E12.4,/,19X,'A33=',E12.4)
627 FORMAT(' ',/,20X,'A00 ',1PD15.8,/,20X,'A11 ',1PD15.8,/,20X,'B11
',1PD15.8,/,20X,'A20 ',1PD15.8,/,20X,'A22 ',1PD15.8,/,20X,'B22 ',1
.PD15.8,/,20X,'A31 ',1PD15.8,/,20X,'B31 ',1PD15.8,/,20X,'A33 ',1PD1
5.8)
END

```

ANEXO B.5

PROGRAMA DE CÁLCULO DO RESÍDUO MÉDIO QUADRÁTICO


```

    IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
    DIMENSION XP(125),YP(125),ZP(125),XG(125),YG(125),ZG(125)
    DIMENSION NUMPTP(125),NUMPTG(125)

C TIPO DE ENTRADA E DE SAIDA

    CALL ENTRA(IN)
    CALL SAIDA(IOUT)

C LEITURA DOS DADOS: NP => NUMERO DE PONTOS
C           F => FOCAL
C           H => DISTANCIA CAMERA OBJETO

    READ(IN,*) NP,F,H

C LEITURA DOS PONTOS GEODESICOS

    OPEN(UNIT=30,FILE='PTGC.DAT',STATUS='OLD')

    DO 20 I=1,125
        READ(30,*) NUMPTG(I),XG(I),YG(I),ZG(I)
20    CONTINUE
    CLOSE(30)

C LEITURA DOS PONTOS FOTOGRAMETRICOS

    DO 10 I=1,NP
        READ(IN,*) NUMPTP(I),XP(I),YP(I),ZP(I)
10    CONTINUE

C CALCULO DO RESIDUO

    SOMAX=0.DO
    SOMAY=0.DO
    SOMAZ=0.DO

    WRITE(IOUT,101)
101  FORMAT(' ',2X,'NUM. PT',5X,'RES. EM X',5X,'RES. EM Y',5X,'RES. EM
        *Z')

    DO 30 I=1,NP
        DO 31 J=1,125
            IF(NUMPTP(I).EQ.NUMPTG(J)) THEN
                WRITE(IOUT,100) NUMPTP(I),(XP(I)-XG(J)),(YP(I)-YG(J)),(ZP(I)-
                    *ZG(J))
100  FORMAT(' ',5X,I3,2X,3(F8.5,3X))
                SOMAX=SOMAX+(XP(I)-XG(J))**2
                SOMAY=SOMAY+(YP(I)-YG(J))**2
                SOMAZ=SOMAZ+(ZP(I)-ZG(J))**2
            ENDIF
31    CONTINUE
30    CONTINUE

C CALCULO DO RMSE

    AM=F/H
    SIGX=DSQRT((SOMAX/NP))*AM
    SIGY=DSQRT((SOMAY/NP))*AM
    SIGZ=DSQRT((SOMAZ/NP))*AM
    SIGXY=DSQRT((SIGX**2+SIGY**2)/2.DO)
    SIGX=SIGX*1000000.DO
    SIGY=SIGY*1000000.DO
    SIGZ=SIGZ*1000000.DO
    SIGXY=SIGXY*1000000.DO

C IMPRESSAO DO RESULTADO

    WRITE(IOUT,40) SIGX,SIGY,SIGZ,SIGXY
40  FORMAT(' ',5X,'SIGMA X... ',F15.6,/,5X,'SIGMA Y... ',F15.6,/,5X,'S

```

```
1IGMA Z... ',F15.6./,5X,'SIGMA XY... ',F15.6)
END
```

```
*****
*****
** SUBROTINA: SAIDA. **
** PROPOSITO: ESCOLHA DA SAIDA DO RESULTADO. **
** PARAMETROS: I => NUMERO DA ESCOLHA. **
** ARQ => NOME DO ARQUIVO. **
** II => NUMERO DA UNIDADE DO ARQUIVO. **
*****
*****
```

```

SUBROUTINE SAIDA(II)
IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
CHARACTER*12 ARQ
1 WRITE(*,*) 'SAIDA DO RESULTADO: 0 => VIDEO'
  WRITE(*,*) '          1 => IMPRESSORA'
  WRITE(*,*) '          2 => ARQUIVO'
  WRITE(*,3)
3 FORMAT('0','ESCOLHA SUA OPCAO... ')
  READ(*,*) I
  IF(I.NE.0.AND.I.NE.1.AND.I.NE.2) THEN
    WRITE(*,*) 'NAO EXISTE ESSA OPCAO, TENTE NOVAMENTE'
    GOTO 1
  ENDF
  IF(I.EQ.2) THEN
    WRITE(*,4)
4 FORMAT(' ','ENTRE COM O NOME DO ARQUIVO... ')
    READ(*,2) ARQ
    FORMAT(A12)
    WRITE(*,5)
5 FORMAT(' ','ENTRE COM A UNIDADE DO ARQUIVO... ')
    READ(*,*) II
    OPEN(UNIT=II,FILE=ARQ,STATUS='NEW')
  ELSE
    IF(I.EQ.1) THEN
      OPEN(I,FILE='LPT1',STATUS='UNKNOWN')
      II=1
    ELSE
      II=I+6
    ENDF
  ENDF
RETURN
END
```

```
*****
*****
** SUROTINA: ENTRA. **
** PROPOSIC: TIPO DE ENTRADA DE DADOS. **
** CHAMADA: CALL ENTRA(I1). **
** PARAMETROS: I1 => INDICE DA SAIDA. **
*****
*****
```

```

SUBROUTINE ENTRA(I1)
CHARACTER*12 ARQ
```

```
C SELECAO DO TIPO DE ENTRADA DE DADOS
```

```

5 WRITE(*,10)
10 FORMAT('0','ENTRADA DOS DADOS: 1 => ARQUIVO')
  WRITE(*,*) '          0 => VIDEO'
  WRITE(*,*) 'ESCOLHA SUA OPCAO... '
  READ(*,*) ICOND
  IF(ICOND.NE.1.AND.ICOND.NE.0) THEN
    WRITE(*,*) 'NAO EXISTE ESTA OPCAO, TENTE NOVAMENTE'
    GOTO 5
  ELSE
    IF(ICOND.EQ.1) THEN
      WRITE(*,15)
```

```
15     FORMAT( ' ', 'ENTRE COM O NOME DO ARQUIVO... ' )
      READ(*,20) ARQ
20     FORMAT(A12)
      OPEN(20,FILE=ARQ,STATUS='UNKNOWN')
      I1=20
      ELSE
      I1=0+5
      ENDIF
      ENDIF
      RETURN
      END
```

ANEXO B.6

**EXEMPLO DO ARQUIVO DE ENTRADA E SAÍDA PARA O MODELO DE
CONRADY-BROWN**

3 91 90 9 0 0

1	0	8.9954	4.1979	0.2029
2	0	8.9959	4.4973	0.1825
3	0	8.9974	4.7960	0.1637
4	3	8.9975	5.0973	0.1473
5	0	9.6702	5.2342	0.1372
6	0	9.8050	5.5008	0.1219
7	0	9.9405	5.7691	0.1095
8	0	9.2077	4.1114	0.2078
9	0	9.4205	4.3208	0.1936
10	0	9.6343	4.5314	0.1824
11	0	9.8464	4.7417	0.1732
12	0	10.0587	4.9534	0.1653
13	3	10.2736	5.1648	0.1573
14	0	10.3356	4.5685	0.1980
15	0	11.9440	5.3796	0.2363
16	0	9.2926	3.9013	0.2212
17	0	9.5929	3.9001	0.2243
18	0	9.8922	3.9000	0.2285
19	0	10.1924	3.8989	0.2384
20	0	10.4915	3.8987	0.2500
21	0	10.7915	3.8982	0.2625
22	0	11.0917	3.8979	0.2788
23	0	11.3911	3.8968	0.2938
24	0	11.6907	3.8979	0.3137
25	0	11.9904	3.8976	0.3332
26	3	12.2902	3.8977	0.3560
27	0	10.3305	3.2241	0.2880
28	0	10.5985	3.0898	0.3075
29	0	10.8661	2.9565	0.3289
30	0	11.1332	2.8231	0.3537
31	0	11.4023	2.6892	0.3752
32	0	11.6697	2.5558	0.4007
33	0	11.9375	2.4234	0.4280
34	0	9.2046	3.6868	0.2364
35	0	9.4167	3.4751	0.2502
36	0	9.6276	3.2626	0.2663
37	0	9.8385	3.0506	0.2848
38	0	10.0496	2.8387	0.3040
39	0	10.2635	2.6269	0.3230
40	0	10.4753	2.4175	0.3454
41	3	10.6861	2.2054	0.3699
42	0	9.7951	2.2915	0.3339
43	1	8.9916	3.5987	0.2444
44	0	8.9925	3.3013	0.2631
45	0	8.9939	3.0015	0.2833
46	0	8.9908	2.7023	0.3018
47	0	8.9912	2.4031	0.3218
48	3	8.9902	2.1037	0.3429
49	0	8.3221	2.5614	0.3205
50	0	8.1891	2.2946	0.3419
51	0	8.0528	2.0266	0.3648
52	0	7.9187	1.7589	0.3862
53	0	7.7843	1.4913	0.4079
54	0	8.7798	3.6886	0.2393
55	0	8.5683	3.4785	0.2561
56	0	8.3570	3.2660	0.2753
57	0	8.1445	3.0545	0.2960
58	0	7.9342	2.8412	0.3173
59	0	7.7231	2.6292	0.3361
60	0	7.5106	2.4182	0.3612
61	0	7.2989	2.2078	0.3845
62	3	6.4504	1.3632	0.4803
63	0	7.6563	3.2277	0.3012
64	0	6.0490	2.4257	0.4433
65	0	8.6933	3.8979	0.2259
66	0	8.3926	3.8948	0.2302
67	0	8.0936	3.8935	0.2388
68	0	7.7934	3.8921	0.2477
69	0	7.1942	3.8917	0.2760

70	0	6.8952	3.8917	0.2926			
71	0	6.5950	3.8933	0.3113			
72	0	6.2960	3.8944	0.3309			
73	0	5.9964	3.8970	0.3526			
74	3	5.6963	3.8977	0.3759			
75	0	7.6528	4.5703	0.2071			
76	0	7.3846	4.7055	0.2116			
77	0	7.1164	4.8402	0.2182			
78	0	6.8474	4.9755	0.2264			
79	0	6.5806	5.1122	0.2369			
80	0	6.3116	5.2466	0.2399			
81	3	6.0447	5.3826	0.2536			
82	0	8.7833	4.1147	0.2087			
83	0	8.5700	4.3242	0.1972			
84	0	8.3584	4.5360	0.1860			
85	0	8.1472	4.7479	0.1784			
86	0	7.9342	4.9606	0.1716			
87	0	7.7222	5.1732	0.1654			
88	0	6.4512	6.4478	0.1588			
89	0	6.2382	6.6601	0.1615			
90	0	8.3245	5.2405	0.1430			
91	0	7.4942	3.8916	0.2630			
1	0	17.4	1.80	9.5	12.3	41.1	-1.1
2	0	9.0	2.0	12.5	7.6	-0.2	1.1
3	0	0.10	2.0	9.3	11.5	-44.5	98.6
4	2.7709D-07	1.2133D-07	3.2878D-07				
13	3.1820D-07	1.1247D-07	3.0216D-07				
26	3.8144D-07	8.5529D-08	3.1273D-07				
41	3.4230D-07	5.2553D-08	3.0576D-07				
43	0.0	0.0	2.8359D-07				
48	2.8511D-07	4.4846D-08	2.9519D-07				
62	2.0544D-07	4.6350D-08	3.6700D-07				
74	1.6764D-07	7.2010D-08	3.6909D-07				
81	1.8057D-07	1.2046D-07	3.5920D-07				
1	1	-0.191	1.460				
1	2	0.035	2.808				
1	3	0.267	4.136				
1	4	0.474	5.476				
1	5	3.032	6.324				
1	6	3.732	7.597				
1	7	4.429	8.879				
1	8	0.499	1.101				
1	9	1.435	2.089				
1	10	2.378	3.109				
1	11	3.325	4.138				
1	12	4.289	5.199				
1	13	5.279	6.280				
1	14	5.081	3.480				
1	15	12.508	8.282				
1	16	0.646	0.138				
1	17	1.747	0.161				
1	18	2.874	0.193				
1	19	4.029	0.226				
1	20	5.205	0.269				
1	21	6.441	0.300				
1	22	7.696	0.348				
1	23	9.003	0.390				
1	24	10.341	0.449				
1	25	11.753	0.512				
1	26	13.192	0.575				
1	27	4.053	-3.092				
1	28	5.029	-3.789				
1	29	6.036	-4.505				
1	30	7.068	-5.254				
1	31	8.170	-6.018				
1	32	9.277	-6.825				
1	33	10.430	-7.655				
1	34	0.161	-0.860				
1	35	0.775	-1.845				
1	36	1.384	-2.863				

1	37	2.011	-3.904
1	38	2.660	-4.989
1	39	3.337	-6.103
1	40	4.017	-7.229
1	41	4.715	-8.405
1	42	1.251	-7.661
1	43	-0.674	-1.260
1	44	-0.907	-2.640
1	45	-1.138	-4.034
1	46	-1.388	-5.443
1	47	-1.631	-6.851
1	48	-1.882	-8.292
1	49	-3.830	-5.944
1	50	-4.504	-7.146
1	51	-5.182	-8.332
1	52	-5.845	-9.544
1	53	-6.513	-10.725
1	54	-1.348	-0.856
1	55	-2.246	-1.812
1	56	-3.139	-2.757
1	57	-4.026	-3.678
1	58	-4.904	-4.609
1	59	-5.767	-5.518
1	60	-6.631	-6.409
1	61	-7.482	-7.288
1	62	-10.807	-10.705
1	63	-5.494	-2.868
1	64	-11.115	-6.012
1	65	-1.486	0.078
1	66	-2.511	0.049
1	67	-3.520	0.027
1	68	-4.505	0.006
1	69	-6.422	-0.022
1	70	-7.356	-0.024
1	71	-8.268	-0.023
1	72	-9.167	-0.019
1	73	-10.049	-0.009
1	74	-10.927	-0.005
1	75	-4.427	2.862
1	76	-5.184	3.391
1	77	-5.918	3.891
1	78	-6.651	4.397
1	79	-7.362	4.892
1	80	-8.039	5.340
1	81	-8.737	5.801
1	82	-0.998	1.051
1	83	-1.573	1.958
1	84	-2.125	2.841
1	85	-2.673	3.706
1	86	-3.216	4.564
1	87	-3.738	5.390
1	88	-6.755	9.996
1	89	-7.213	10.715
1	90	-1.716	5.850
2	1	-0.182	2.111
2	2	-0.156	3.509
2	3	-0.122	4.904
2	4	-0.094	6.292
2	5	3.105	6.848
2	6	3.761	8.054
2	7	4.404	9.254
2	8	0.839	1.682
2	9	1.871	2.634
2	10	2.910	3.603
2	11	3.929	4.566
2	12	4.963	5.529
2	13	5.972	6.495
2	14	6.285	3.729
2	15	13.992	7.420
2	16	1.233	0.673

2	17	2.690	0.637
2	18	4.137	0.609
2	19	5.599	0.583
2	20	7.055	0.568
2	21	8.526	0.539
2	22	9.994	0.524
2	23	11.465	0.497
2	24	12.940	0.489
2	25	14.428	0.475
2	26	15.922	0.457
2	27	6.275	-2.662
2	28	7.601	-3.337
2	29	8.938	-4.011
2	30	10.280	-4.682
2	31	11.636	-5.365
2	32	12.994	-6.057
2	33	14.369	-6.743
2	34	0.792	-0.336
2	35	1.809	-1.373
2	36	2.827	-2.418
2	37	3.859	-3.463
2	38	4.896	-4.522
2	39	5.967	-5.576
2	40	7.025	-6.639
2	41	8.086	-7.716
2	42	3.635	-7.205
2	43	-0.248	-0.733
2	44	-0.263	-2.166
2	45	-0.291	-3.623
2	46	-0.327	-5.087
2	47	-0.354	-6.563
2	48	-0.385	-8.063
2	49	-3.652	-5.721
2	50	-4.355	-7.042
2	51	-5.086	-8.375
2	52	-5.799	-9.738
2	54	-1.272	-0.280
2	55	-2.323	-1.269
2	56	-3.381	-2.274
2	57	-4.455	-3.283
2	58	-5.539	-4.305
2	59	-6.619	-5.333
2	60	-7.722	-6.367
2	61	-8.840	-7.406
2	63	-6.842	-2.382
2	64	-15.165	-6.187
2	65	-1.671	0.714
2	66	-3.131	0.737
2	67	-4.577	0.768
2	68	-6.043	0.795
2	91	-7.511	0.828
2	69	-8.987	0.868
2	70	-10.466	0.911
2	71	-11.943	0.964
2	72	-13.435	1.013
2	73	-14.943	1.078
2	74	-16.460	1.126
2	75	-6.616	4.004
2	76	-7.891	4.681
2	77	-9.166	5.354
2	78	-10.459	6.022
2	79	-11.722	6.713
2	80	-13.001	7.376
2	81	-14.283	8.064
2	82	-1.215	1.734
2	83	-2.222	2.745
2	84	-3.211	3.757
2	85	-4.200	4.768
2	86	-5.197	5.788
2	87	-6.188	6.787

2	90	-3.288	7.028
3	1	1.531	0.148
3	2	2.911	0.204
3	3	4.277	0.254
3	4	5.645	0.289
3	5	5.702	-1.813
3	6	6.747	-2.185
3	7	7.773	-2.549
3	8	1.008	-0.566
3	9	1.834	-1.207
3	10	2.646	-1.845
3	11	3.436	-2.468
3	12	4.213	-3.081
3	13	4.969	-3.681
3	14	2.392	-4.001
3	15	4.756	-8.393
3	17	-0.162	-1.846
3	18	-0.306	-2.788
3	19	-0.440	-3.723
3	20	-0.574	-4.634
3	21	-0.701	-5.530
3	22	-0.825	-6.406
3	23	-0.951	-7.254
3	24	-1.059	-8.098
3	25	-1.173	-8.918
3	26	-1.282	-9.726
3	27	-3.475	-4.307
3	28	-4.145	-5.151
3	29	-4.791	-5.995
3	30	-5.431	-6.815
3	31	-6.062	-7.606
3	32	-6.674	-8.405
3	33	-7.267	-9.190
3	34	-0.949	-0.641
3	35	-2.017	-1.374
3	36	-3.072	-2.092
3	37	-4.107	-2.812
3	38	-5.130	-3.528
3	39	-6.136	-4.242
3	40	-7.115	-4.946
3	41	-8.099	-5.636
3	42	-7.619	-2.849
3	43	-1.261	0.041
3	44	-2.670	-0.015
3	45	-4.100	-0.076
3	46	-5.518	-0.128
3	47	-6.985	-0.179
3	48	-8.460	-0.246
3	49	-6.090	2.181
3	50	-7.425	2.621
3	51	-8.800	3.066
3	52	-10.211	3.532
3	53	-11.665	4.006
3	54	-0.742	0.778
3	55	-1.641	1.461
3	56	-2.599	2.163
3	57	-3.565	2.886
3	58	-4.579	3.624
3	59	-5.604	4.406
3	60	-6.676	5.187
3	61	-7.788	5.991
3	62	-12.640	9.541
3	63	-2.493	4.725
3	65	0.300	1.112
3	66	0.449	2.154
3	67	0.617	3.213
3	68	0.791	4.316
3	91	0.974	5.433
3	69	1.172	6.607
3	70	1.379	7.809

3	71	1.600	9.048						
3	72	1.833	10.332						
3	75	4.242	4.931						
3	76	5.150	5.963						
3	77	6.071	7.011						
3	78	7.038	8.090						
3	79	8.034	9.185						
3	80	9.042	10.335						
3	82	1.264	0.846						
3	83	2.389	1.616						
3	84	3.528	2.389						
3	85	4.703	3.159						
3	86	5.899	3.957						
3	87	7.127	4.750						
3	88	15.013	9.805						
3	89	16.433	10.696						
3	90	6.872	2.606						
3	0	0	0						
0	1	-0.16	-0.04	60.00	1.D-04	1.D-04	1.d-04		
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.D-03	1.D-03	1.D-03	1.D-03	1.D-03
2.78D-4	1.D-4	1.D-4	1.0	2.5D-05					

INPUT PASS POINT COORDINATES AND VARIANCES

POINT	KODE	X(m)	Y(m)	Z(m)	VAR(X)	VAR(Y)	VAR(Z)
1	0	8.9954	4.1979	0.2029			
2	0	8.9959	4.4973	0.1825			
3	0	8.9974	4.7960	0.1637			
4	3	8.9975	5.0973	0.1473	0.2771D-06	0.1213D-06	0.3288D-06
5	0	9.6702	5.2342	0.1372			
6	0	9.8050	5.5008	0.1219			
7	0	9.9405	5.7691	0.1095			
8	0	9.2077	4.1114	0.2078			
9	0	9.4205	4.3208	0.1936			
10	0	9.6343	4.5314	0.1824			
11	0	9.8464	4.7417	0.1732			
12	0	10.0587	4.9534	0.1653			
13	3	10.2736	5.1648	0.1573	0.3182D-06	0.1125D-06	0.3022D-06
14	0	10.3356	4.5685	0.1980			
15	0	11.9440	5.3796	0.2363			
16	0	9.2926	3.9013	0.2212			
17	0	9.5929	3.9001	0.2243			
18	0	9.8922	3.9000	0.2285			
19	0	10.1924	3.8989	0.2384			
20	0	10.4915	3.8987	0.2500			
21	0	10.7915	3.8982	0.2625			
22	0	11.0917	3.8979	0.2788			
23	0	11.3911	3.8968	0.2938			
24	0	11.6907	3.8979	0.3137			
25	0	11.9904	3.8976	0.3332			
26	3	12.2902	3.8977	0.3560	0.3814D-06	0.8553D-07	0.3127D-06
27	0	10.3305	3.2241	0.2880			
28	0	10.5985	3.0898	0.3075			
29	0	10.8661	2.9565	0.3289			
30	0	11.1332	2.8231	0.3537			
31	0	11.4023	2.6892	0.3752			
32	0	11.6697	2.5558	0.4007			
33	0	11.9375	2.4234	0.4280			
34	0	9.2046	3.6868	0.2364			
35	0	9.4167	3.4751	0.2502			
36	0	9.6276	3.2626	0.2663			
37	0	9.8385	3.0506	0.2848			
38	0	10.0496	2.8387	0.3040			
39	0	10.2635	2.6269	0.3230			
40	0	10.4753	2.4175	0.3454			
41	3	10.6861	2.2054	0.3699	0.3423D-06	0.5255D-07	0.3058D-06
42	0	9.7951	2.2915	0.3339			
43	1	8.9916	3.5987	0.2444			0.2836D-06
44	0	8.9925	3.3013	0.2631			
45	0	8.9939	3.0015	0.2833			
46	0	8.9908	2.7023	0.3018			
47	0	8.9912	2.4031	0.3218			
48	3	8.9902	2.1037	0.3429	0.2851D-06	0.4485D-07	0.2952D-06
49	0	8.3221	2.5614	0.3205			
50	0	8.1891	2.2946	0.3419			
51	0	8.0528	2.0266	0.3648			
52	0	7.9187	1.7589	0.3862			
53	0	7.7843	1.4913	0.4079			
54	0	8.7798	3.6886	0.2393			
55	0	8.5683	3.4785	0.2561			
56	0	8.3570	3.2660	0.2753			
57	0	8.1445	3.0545	0.2960			
58	0	7.9342	2.8412	0.3173			
59	0	7.7231	2.6292	0.3361			
60	0	7.5106	2.4182	0.3612			
61	0	7.2989	2.2078	0.3845			
62	3	6.4504	1.3632	0.4803	0.2054D-06	0.4635D-07	0.3670D-06

63	0	7.6563	3.2277	0.3012			
64	0	6.0490	2.4257	0.4433			
65	0	8.6933	3.8979	0.2259			
66	0	8.3926	3.8948	0.2302			
67	0	8.0936	3.8935	0.2388			
68	0	7.7934	3.8921	0.2477			
69	0	7.1942	3.8917	0.2760			
70	0	6.8952	3.8917	0.2926			
71	0	6.5950	3.8933	0.3113			
72	0	6.2960	3.8944	0.3309			
73	0	5.9964	3.8970	0.3526			
74	3	5.6963	3.8977	0.3759	0.1676D-06	0.7201D-07	0.3691D-06
75	0	7.6528	4.5703	0.2071			
76	0	7.3846	4.7055	0.2116			
77	0	7.1164	4.8402	0.2182			
78	0	6.8474	4.9755	0.2264			
79	0	6.5806	5.1122	0.2369			
80	0	6.3116	5.2466	0.2399			
81	3	6.0447	5.3826	0.2536	0.1806D-06	0.1205D-06	0.3592D-06
82	0	8.7833	4.1147	0.2087			
83	0	8.5700	4.3242	0.1972			
84	0	8.3584	4.5360	0.1860			
85	0	8.1472	4.7479	0.1784			
86	0	7.9342	4.9606	0.1716			
87	0	7.7222	5.1732	0.1654			
88	0	6.4512	6.4478	0.1588			
89	0	6.2382	6.6601	0.1615			
90	0	8.3245	5.2405	0.1430			
91	0	7.4942	3.8916	0.2630			

INPUT DATA: PHOTO 1

VARIANCE

OMEGA= 12.30 DD
 PHI= 41.10 DD
 KAPPA= -1.10 DD
 XC= 17.40 m
 YC= 1.80 m
 ZC= 9.50 m

PHOTO COORDINATES

POINT	X(mm)	Y(mm)
1	-0.1910	1.4600
2	0.0350	2.8080
3	0.2670	4.1360
4	0.4740	5.4760
5	3.0320	6.3240
6	3.7320	7.5970
7	4.4290	8.8790
8	0.4990	1.1010
9	1.4350	2.0890
10	2.3780	3.1090
11	3.3250	4.1380
12	4.2890	5.1990
13	5.2790	6.2800
14	5.0810	3.4800
15	12.5080	8.2820
16	0.6460	0.1380
17	1.7470	0.1610
18	2.8740	0.1930
19	4.0290	0.2260
20	5.2050	0.2690
21	6.4410	0.3000
22	7.6960	0.3480

23	9.0030	0.3900
24	10.3410	0.4490
25	11.7530	0.5120
26	13.1920	0.5750
27	4.0530	-3.0920
28	5.0290	-3.7890
29	6.0360	-4.5050
30	7.0680	-5.2540
31	8.1700	-6.0180
32	9.2770	-6.8250
33	10.4300	-7.6550
34	0.1610	-0.8600
35	0.7750	-1.8450
36	1.3840	-2.8630
37	2.0110	-3.9040
38	2.6600	-4.9890
39	3.3370	-6.1030
40	4.0170	-7.2290
41	4.7150	-8.4050
42	1.2510	-7.6610
43	-0.6740	-1.2600
44	-0.9070	-2.6400
45	-1.1380	-4.0340
46	-1.3880	-5.4430
47	-1.6310	-6.8510
48	-1.8820	-8.2920
49	-3.8300	-5.9440
50	-4.5040	-7.1460
51	-5.1820	-8.3320
52	-5.8450	-9.5440
53	-6.5130	-10.7250
54	-1.3480	-0.8560
55	-2.2460	-1.8120
56	-3.1390	-2.7570
57	-4.0260	-3.6780
58	-4.9040	-4.6090
59	-5.7670	-5.5180
60	-6.6310	-6.4090
61	-7.4820	-7.2880
62	-10.8070	-10.7050
63	-5.4940	-2.8680
64	-11.1150	-6.0120
65	-1.4860	0.0780
66	-2.5110	0.0490
67	-3.5200	0.0270
68	-4.5050	0.0060
69	-6.4220	-0.0220
70	-7.3560	-0.0240
71	-8.2680	-0.0230
72	-9.1670	-0.0190
73	-10.0490	-0.0090
74	-10.9270	-0.0050
75	-4.4270	2.8620
76	-5.1840	3.3910
77	-5.9180	3.8910
78	-6.6510	4.3970
79	-7.3620	4.8920
80	-8.0390	5.3400
81	-8.7370	5.8010
82	-0.9980	1.0510
83	-1.5730	1.9580
84	-2.1250	2.8410
85	-2.6730	3.7060
86	-3.2160	4.5640
87	-3.7380	5.3900
88	-6.7550	9.9960
89	-7.2130	10.7150
90	-1.7160	5.8500

INPUT DATA: PHOTO 2

VARIANCE

OMEGA= 7.60 DD
PHI= -0.20 DD
KAPPA= 1.10 DD
XC= 9.00 m
YC= 2.00 m
ZC= 12.50 m

PHOTO COORDINATES

POINT	X(mm)	Y(mm)
1	-0.1820	2.1110
2	-0.1560	3.5090
3	-0.1220	4.9040
4	-0.0940	6.2920
5	3.1050	6.8480
6	3.7610	8.0540
7	4.4040	9.2540
8	0.8390	1.6820
9	1.8710	2.6340
10	2.9100	3.6030
11	3.9290	4.5660
12	4.9630	5.5290
13	5.9720	6.4950
14	6.2850	3.7290
15	13.9920	7.4200
16	1.2330	0.6730
17	2.6900	0.6370
18	4.1370	0.6090
19	5.5990	0.5830
20	7.0550	0.5680
21	8.5260	0.5390
22	9.9940	0.5240
23	11.4650	0.4970
24	12.9400	0.4890
25	14.4280	0.4750
26	15.9220	0.4570
27	6.2750	-2.6620
28	7.6010	-3.3370
29	8.9380	-4.0110
30	10.2800	-4.6820
31	11.6360	-5.3650
32	12.9940	-6.0570
33	14.3690	-6.7430
34	0.7920	-0.3360
35	1.8090	-1.3730
36	2.8270	-2.4180
37	3.8590	-3.4630
38	4.8960	-4.5220
39	5.9670	-5.5760
40	7.0250	-6.6390
41	8.0860	-7.7160
42	3.6350	-7.2050
43	-0.2480	-0.7330
44	-0.2630	-2.1660
45	-0.2910	-3.6230
46	-0.3270	-5.0870
47	-0.3540	-6.5630
48	-0.3850	-8.0630
49	-3.6520	-5.7210
50	-4.3550	-7.0420
51	-5.0860	-8.3750
52	-5.7990	-9.7380
54	-1.2720	-0.2800
55	-2.3230	-1.2690
56	-3.3810	-2.2740
57	-4.4550	-3.2830

58	-5.5390	-4.3050
59	-6.6190	-5.3330
60	-7.7220	-6.3670
61	-8.8400	-7.4060
63	-6.8420	-2.3820
64	-15.1650	-6.1870
65	-1.6710	0.7140
66	-3.1310	0.7370
67	-4.5770	0.7680
68	-6.0430	0.7950
91	-7.5110	0.8280
69	-8.9870	0.8680
70	-10.4660	0.9110
71	-11.9430	0.9640
72	-13.4350	1.0130
73	-14.9430	1.0780
74	-16.4600	1.1260
75	-6.6160	4.0040
76	-7.8910	4.6810
77	-9.1660	5.3540
78	-10.4590	6.0220
79	-11.7220	6.7130
80	-13.0010	7.3760
81	-14.2830	8.0640
82	-1.2150	1.7340
83	-2.2220	2.7450
84	-3.2110	3.7570
85	-4.2000	4.7680
86	-5.1970	5.7880
87	-6.1880	6.7870
90	-3.2880	7.0280

INPUT DATA: PHOTO 3

VARIANCE

OMEGA= 11.50 DD
 PHI= -44.50 DD
 KAPPA= 98.60 DD
 XC= 0.10 m
 YC= 2.00 m
 ZC= 9.30 m

PHOTO COORDINATES

POINT	X(mm)	Y(mm)
1	1.5310	0.1480
2	2.9110	0.2040
3	4.2770	0.2540
4	5.6450	0.2890
5	5.7020	-1.8130
6	6.7470	-2.1850
7	7.7730	-2.5490
8	1.0080	-0.5660
9	1.8340	-1.2070
10	2.6460	-1.8450
11	3.4360	-2.4680
12	4.2130	-3.0810
13	4.9690	-3.6810
14	2.3920	-4.0010
15	4.7560	-8.3930
17	-0.1620	-1.8460
18	-0.3060	-2.7880
19	-0.4400	-3.7230
20	-0.5740	-4.6340
21	-0.7010	-5.5300
22	-0.8250	-6.4060

23	-0.9510	-7.2540
24	-1.0590	-8.0980
25	-1.1730	-8.9180
26	-1.2820	-9.7260
27	-3.4750	-4.3070
28	-4.1450	-5.1510
29	-4.7910	-5.9950
30	-5.4310	-6.8150
31	-6.0620	-7.6060
32	-6.6740	-8.4050
33	-7.2670	-9.1900
34	-0.9490	-0.6410
35	-2.0170	-1.3740
36	-3.0720	-2.0920
37	-4.1070	-2.8120
38	-5.1300	-3.5280
39	-6.1360	-4.2420
40	-7.1150	-4.9460
41	-8.0990	-5.6360
42	-7.6190	-2.8490
43	-1.2610	0.0410
44	-2.6700	-0.0150
45	-4.1000	-0.0760
46	-5.5180	-0.1280
47	-6.9850	-0.1790
48	-8.4600	-0.2460
49	-6.0900	2.1810
50	-7.4250	2.6210
51	-8.8000	3.0660
52	-10.2110	3.5320
53	-11.6650	4.0060
54	-0.7420	0.7780
55	-1.6410	1.4610
56	-2.5990	2.1630
57	-3.5650	2.8860
58	-4.5790	3.6240
59	-5.6040	4.4060
60	-6.6760	5.1870
61	-7.7880	5.9910
62	-12.6400	9.5410
63	-2.4930	4.7250
65	0.3000	1.1120
66	0.4490	2.1540
67	0.6170	3.2130
68	0.7910	4.3160
91	0.9740	5.4330
69	1.1720	6.6070
70	1.3790	7.8090
71	1.6000	9.0480
72	1.8330	10.3320
75	4.2420	4.9310
76	5.1500	5.9630
77	6.0710	7.0110
78	7.0380	8.0900
79	8.0340	9.1850
80	9.0420	10.3350
82	1.2640	0.8460
83	2.3890	1.6160
84	3.5280	2.3890
85	4.7030	3.1590
86	5.8990	3.9570
87	7.1270	4.7500
88	15.0130	9.8050
89	16.4330	10.6960
90	6.8720	2.6060

CAMERA CALIBRATION OBSERVATIONS

VARIANCE

F= 60.0000 mm 0.1000D-03
 X= -0.1600 mm 0.1000D-03
 Y= -0.0400 mm 0.1000D-03

 K1= 0.0000 0.1000D-02
 K2= 0.0000 0.1000D-02
 K3= 0.0000 0.1000D-02
 P1= 0.0000 0.1000D-02
 P2= 0.0000 0.1000D-02
 MINIMUM ITERATIONS= 1
 MAXIMUM ITERATIONS= 12
 ANGULAR CONVERGENCE= 0.2780D-03 DD
 CALIBRATION CONVERGENCE= 0.1000D-03
 COORDINATE CONVERGENCE= 0.1000D-03 m
 A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT= 0.1000D+01
 PHOTO COORDINATE VARIANCE= 0.2500D-04 m

CONVERGED: ITERATIONS= 4
 A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT= 1.0000
 A POSTERIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT=0.3094E+01
 COMPUTED CHI SQUARED=0.8045E+03
 DEGREES OF FREEDOM= 260

PHOTO 1

XC= 17.451 m
 YC= 1.812 m
 ZC= 9.597 m

 OMEGA= 12.33210 DD
 PHI= 41.11066 DD
 KAPPA= -1.19717 DD

RESIDUALS

POINT	VX(mm)	VY(mm)
1	-0.0037	0.0030
2	-0.0026	-0.0009
3	-0.0019	0.0034
4	-0.0024	-0.0103
5	-0.0022	0.0025
6	-0.0015	0.0019
7	-0.0015	0.0016
8	-0.0015	-0.0006
9	-0.0034	-0.0026
10	-0.0019	-0.0030
11	-0.0032	0.0012
12	0.0008	0.0017
13	-0.0160	-0.0010
14	0.0001	0.0022
15	0.0061	0.0096
16	-0.0001	-0.0007
17	-0.0005	-0.0026
18	-0.0019	-0.0047
19	-0.0019	-0.0024
20	-0.0013	-0.0027
21	-0.0029	0.0021
22	-0.0021	0.0028
23	-0.0007	0.0019

24	0.0010	0.0054
25	0.0026	0.0029
26	0.0148	0.0172
27	-0.0023	-0.0015
28	-0.0016	-0.0032
29	-0.0027	-0.0033
30	-0.0001	-0.0002
31	0.0016	-0.0116
32	0.0033	-0.0133
33	0.0066	-0.0141
34	-0.0028	0.0030
35	-0.0045	0.0011
36	-0.0019	0.0001
37	-0.0001	-0.0013
38	-0.0014	0.0015
39	0.0025	0.0057
40	0.0029	-0.0008
41	0.0150	-0.0055
42	0.0019	0.0002
43	-0.0076	-0.0009
44	0.0015	0.0010
45	-0.0017	-0.0023
46	0.0001	0.0056
47	0.0015	-0.0076
48	0.0002	-0.0075
49	0.0022	-0.0050
50	0.0047	0.0005
51	-0.0007	-0.0017
52	0.0032	0.0101
53	0.0008	0.0048
54	-0.0022	-0.0008
55	-0.0024	0.0054
56	-0.0012	0.0007
57	-0.0007	-0.0030
58	-0.0015	0.0028
59	0.0072	0.0084
60	0.0076	0.0087
61	0.0041	0.0092
62	-0.0328	0.0143
63	0.0015	0.0073
64	0.0009	0.0065
65	-0.0020	0.0006
66	-0.0037	-0.0014
67	0.0009	0.0008
68	0.0020	0.0009
69	0.0045	0.0049
70	0.0075	0.0028
71	0.0108	0.0040
72	0.0114	0.0031
73	0.0007	0.0076
74	0.0109	0.0105
75	-0.0011	-0.0031
76	0.0030	-0.0091
77	0.0016	-0.0081
78	-0.0018	-0.0173
79	0.0014	-0.0181
80	-0.0050	-0.0077
81	-0.0011	0.0043
82	-0.0044	0.0036
83	-0.0028	0.0011
84	-0.0010	-0.0007
85	-0.0018	0.0008
86	-0.0011	-0.0061
87	-0.0071	-0.0059
88	0.0000	-0.0001
89	0.0022	-0.0108
90	-0.0018	0.0035

PHOTO 2

XC= 8.954 m
 YC= 2.070 m
 ZC= 12.524 m

OMEGA= 7.73536 DD
 PHI= -0.23837 DD
 KAPPA= 1.11729 DD

RESIDUALS

POINT	VX(mm)	VY(mm)
1	0.0050	-0.0003
2	0.0034	0.0055
3	0.0021	0.0020
4	0.0100	-0.0022
5	0.0028	0.0014
6	0.0017	0.0022
7	0.0017	0.0017
8	0.0021	0.0006
9	0.0046	0.0068
10	0.0026	0.0067
11	0.0043	0.0044
12	-0.0019	0.0062
13	0.0092	-0.0020
14	-0.0007	0.0054
15	-0.0128	-0.0014
16	0.0001	0.0007
17	0.0007	0.0022
18	0.0029	0.0039
19	0.0027	0.0060
20	0.0020	0.0024
21	0.0045	0.0043
22	0.0033	0.0018
23	0.0009	0.0027
24	-0.0019	0.0005
25	-0.0047	0.0003
26	-0.0247	0.0169
27	0.0035	-0.0017
28	0.0023	-0.0018
29	0.0041	0.0002
30	0.0001	-0.0067
31	-0.0040	-0.0028
32	-0.0074	0.0007
33	-0.0138	0.0025
34	0.0040	-0.0012
35	0.0065	0.0017
36	0.0027	0.0021
37	0.0000	0.0013
38	0.0023	-0.0007
39	-0.0031	-0.0087
40	-0.0047	-0.0042
41	0.0007	-0.0023
42	-0.0027	-0.0039
43	0.0035	0.0007
44	-0.0019	-0.0025
45	0.0023	-0.0015
46	0.0004	0.0025
47	-0.0031	-0.0018
48	-0.0020	-0.0035
49	-0.0034	-0.0014
50	-0.0060	-0.0027
51	0.0005	-0.0037
52	-0.0023	-0.0030
54	0.0031	-0.0030
55	0.0033	-0.0004

56	0.0017	-0.0039
57	0.0007	0.0008
58	0.0021	-0.0047
59	-0.0082	-0.0008
60	-0.0083	-0.0012
61	-0.0038	-0.0047
63	-0.0015	-0.0039
64	-0.0003	-0.0055
65	0.0025	0.0051
66	0.0048	0.0018
67	-0.0012	0.0000
68	-0.0027	0.0009
91	-0.0001	0.0015
69	-0.0056	-0.0009
70	-0.0089	-0.0008
71	-0.0126	-0.0042
72	-0.0129	-0.0033
73	-0.0006	-0.0064
74	-0.0171	0.0019
75	0.0015	0.0026
76	-0.0032	0.0041
77	-0.0010	-0.0020
78	0.0036	0.0060
79	0.0006	-0.0011
80	0.0075	-0.0082
81	0.0351	-0.0138
82	0.0059	-0.0006
83	0.0036	0.0028
84	0.0014	0.0004
85	0.0022	0.0026
86	0.0021	-0.0002
87	0.0092	0.0080
90	0.0021	-0.0032

PHOTO 3

XC= 0.098 m
 YC= 2.026 m
 ZC= 9.120 m

OMEGA= 11.50181 DD
 PHI= -44.53608 DD
 KAPPA= 98.60678 DD

RESIDUALS

POINT	VX(mm)	VY(mm)
1	-0.0022	0.0038
2	-0.0044	0.0028
3	-0.0051	0.0025
4	-0.0187	-0.0146
5	-0.0039	0.0029
6	-0.0042	0.0021
7	-0.0033	0.0021
8	0.0001	0.0014
9	-0.0041	0.0035
10	-0.0037	0.0021
11	-0.0056	0.0040
12	-0.0087	0.0000
13	-0.0132	-0.0084
14	-0.0084	0.0008
15	-0.0119	-0.0074
17	0.0004	0.0003
18	0.0011	0.0016
19	-0.0036	0.0021
20	0.0006	0.0013

21	-0.0069	0.0043
22	-0.0053	0.0034
23	-0.0055	0.0015
24	-0.0078	-0.0003
25	-0.0047	-0.0033
26	0.0077	0.0074
27	0.0038	0.0023
28	0.0060	0.0013
29	0.0041	0.0029
30	0.0079	-0.0002
31	0.0180	-0.0046
32	0.0163	-0.0074
33	0.0155	-0.0129
34	-0.0015	0.0031
35	-0.0024	0.0048
36	-0.0021	0.0021
37	0.0000	0.0000
38	-0.0008	0.0018
39	0.0029	-0.0021
40	0.0052	-0.0037
41	0.0188	-0.0064
42	0.0037	-0.0020
43	0.0010	-0.0031
44	0.0014	-0.0014
45	0.0040	0.0013
46	-0.0081	0.0008
47	0.0093	-0.0026
48	0.0146	-0.0003
49	0.0057	-0.0025
50	0.0017	-0.0039
51	0.0051	0.0003
52	-0.0063	-0.0013
53	-0.0042	-0.0001
54	0.0041	0.0017
55	-0.0044	0.0028
56	0.0033	0.0010
57	0.0020	0.0002
58	0.0022	0.0014
59	-0.0071	-0.0046
60	-0.0069	-0.0047
61	-0.0035	-0.0020
62	-0.0200	0.0296
63	-0.0027	-0.0004
65	-0.0055	0.0022
66	-0.0001	0.0031
67	-0.0008	-0.0006
68	-0.0018	-0.0014
91	-0.0014	0.0001
69	-0.0035	-0.0027
70	-0.0021	-0.0047
71	-0.0001	-0.0068
72	-0.0003	-0.0068
75	0.0003	0.0007
76	0.0035	-0.0030
77	0.0082	-0.0024
78	0.0082	-0.0004
79	0.0146	-0.0033
80	0.0131	0.0012
82	-0.0024	0.0045
83	-0.0036	0.0029
84	0.0004	0.0008
85	-0.0031	0.0019
86	0.0056	0.0000
87	-0.0020	0.0055
88	0.0001	0.0000
89	0.0077	-0.0028
90	0.0001	0.0016

GROUND COORDINATES

POINT	KODE	XG(m)	YG(m)	ZG(m)
1	0	8.9928	4.1963	0.1996
2	0	8.9925	4.4973	0.1794
3	0	8.9941	4.7984	0.1588
4	3	8.9964	5.0980	0.1470
5	0	9.6686	5.2366	0.1308
6	0	9.8053	5.5048	0.1160
7	0	9.9406	5.7734	0.1019
8	0	9.2061	4.1093	0.2053
9	0	9.4189	4.3186	0.1901
10	0	9.6333	4.5306	0.1790
11	0	9.8453	4.7414	0.1696
12	0	10.0598	4.9538	0.1616
13	3	10.2734	5.1652	0.1565
14	0	10.3358	4.5671	0.1969
15	0	11.9479	5.3815	0.2350
16	0	9.2906	3.8971	0.2178
17	0	9.5926	3.8953	0.2217
18	0	9.8923	3.8950	0.2269
19	0	10.1935	3.8945	0.2371
20	0	10.4921	3.8947	0.2506
21	0	10.7937	3.8933	0.2633
22	0	11.0926	3.8933	0.2806
23	0	11.3918	3.8918	0.2964
24	0	11.6904	3.8929	0.3181
25	0	11.9923	3.8936	0.3370
26	3	12.2912	3.8970	0.3568
27	0	10.3295	3.2184	0.2893
28	0	10.5967	3.0846	0.3094
29	0	10.8645	2.9522	0.3334
30	0	11.1305	2.8194	0.3582
31	0	11.3991	2.6874	0.3777
32	0	11.6654	2.5538	0.4058
33	0	11.9328	2.4219	0.4346
34	0	9.2032	3.6818	0.2343
35	0	9.4162	3.4696	0.2485
36	0	9.6263	3.2567	0.2654
37	0	9.8375	3.0454	0.2846
38	0	10.0487	2.8331	0.3043
39	0	10.2632	2.6227	0.3250
40	0	10.4738	2.4148	0.3484
41	3	10.6849	2.2053	0.3702
42	0	9.7945	2.2885	0.3340
43	1	8.9899	3.5943	0.2440
44	0	8.9913	3.2954	0.2622
45	0	8.9923	2.9958	0.2819
46	0	8.9904	2.6988	0.3023
47	0	8.9902	2.4016	0.3214
48	3	8.9903	2.1037	0.3429
49	0	8.3220	2.5587	0.3198
50	0	8.1899	2.2928	0.3407
51	0	8.0559	2.0275	0.3638
52	0	7.9248	1.7594	0.3827
53	0	7.7915	1.4925	0.4041
54	0	8.7768	3.6845	0.2367
55	0	8.5659	3.4737	0.2543
56	0	8.3554	3.2602	0.2734
57	0	8.1442	3.0497	0.2935
58	0	7.9341	2.8367	0.3149
59	0	7.7243	2.6268	0.3326
60	0	7.5148	2.4166	0.3564
61	0	7.3054	2.2067	0.3807
62	3	6.4524	1.3634	0.4800
63	0	7.6553	3.2237	0.2980
64	0	6.0573	2.4251	0.4453
65	0	8.6895	3.8938	0.2231

66	0	8.3885	3.8914	0.2270
67	0	8.0901	3.8903	0.2356
68	0	7.7897	3.8888	0.2442
69	0	7.1918	3.8878	0.2712
70	0	6.8933	3.8884	0.2883
71	0	6.5963	3.8901	0.3070
72	0	6.2981	3.8916	0.3283
73	0	6.0015	3.8946	0.3562
74	3	5.6967	3.8975	0.3759
75	0	7.6475	4.5676	0.2034
76	0	7.3790	4.7046	0.2069
77	0	7.1119	4.8392	0.2120
78	0	6.8415	4.9752	0.2208
79	0	6.5752	5.1132	0.2304
80	0	6.3060	5.2470	0.2346
81	3	6.0435	5.3828	0.2543
82	0	8.7798	4.1113	0.2060
83	0	8.5652	4.3231	0.1935
84	0	8.3535	4.5349	0.1815
85	0	8.1419	4.7474	0.1738
86	0	7.9277	4.9615	0.1660
87	0	7.7157	5.1741	0.1598
88	0	6.4362	6.4569	0.1499
89	0	6.2279	6.6700	0.1511
90	0	8.3190	5.2434	0.1379
91	0	7.4917	3.8879	0.2578

CONTROL POINT RESIDUALS

POINT	VX(m)	VY(m)	VZ(m)
4	-0.0011	0.0007	-0.0003
13	-0.0002	0.0004	-0.0008
26	0.0010	-0.0007	0.0008
41	-0.0012	-0.0001	0.0003
43			-0.0004
48	0.0001	0.0000	0.0000
62	0.0020	0.0002	-0.0003
74	0.0004	-0.0002	0.0000
81	-0.0012	0.0002	0.0007

CAMERA CALIBRATION

F= 60.0324 mm
CX= -0.1549 mm
CY= -0.0407 mm

CK1= 0.7956E-04
CK2= -0.3702E-06
CK3= 0.5550E-09
CP1= -0.8400E-04
CP2= -0.5443E-04

CALIBRATION RESIDUALS

F 3.24098546D-02 mm
X 5.09538380D-03 mm

Y -6.66880919D-04 mm

K1 7.95628397D-05
K2 -3.70234392D-07
K3 5.54981168D-10
P1 -8.40036787D-05
P2 -5.44320417D-05

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PHOTO 1

OMEGA	7.3806D-04					
PHI	1.8828D-05	3.9069D-04				
KAPPA	-2.1958D-04	-2.6174D-05	1.6538D-04			
XC	-2.2048D-05	5.3504D-05	6.6861D-07	3.1581D-05		
YC	-8.7803D-05	5.2885D-06	1.6297D-05	-1.4044D-07	1.4859D-05	
ZC	-5.0588D-05	-4.0750D-05	1.3678D-05	1.8394D-05	9.0750D-07	3.6510D-05

VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PHOTO 2

OMEGA	2.9177D-03					
PHI	1.8570D-04	2.3398D-03				
KAPPA	-2.9719D-06	-7.1443D-05	4.7732D-05			
XC	4.1035D-05	4.8475D-04	-1.5518D-05	1.0470D-04		
YC	-5.9255D-04	-3.3602D-05	4.3240D-07	-7.3883D-06	1.2532D-04	
ZC	-2.1973D-04	-7.5677D-05	-6.2460D-07	-1.6751D-05	3.8671D-05	7.2232D-05

VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PHOTO 3

OMEGA	8.7241D-04					
PHI	5.1820D-05	3.7173D-04				
KAPPA	2.5670D-04	-4.9987D-05	2.1605D-04			
XC	2.3520D-05	3.6574D-05	2.3067D-06	2.6574D-05		
YC	-1.0663D-04	-1.8216D-05	-1.7288D-05	-5.8896D-07	1.7750D-05	
ZC	-2.3856D-05	5.2842D-05	-2.1814D-05	-1.5127D-05	-2.7101D-06	3.2873D-05

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 1

XG	7.3369D-07		
YG	8.0881D-09	5.6330D-07	
ZG	9.0192D-09	-2.1835D-07	1.4847D-06

VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 2

XG	7.5144D-07		
YG	9.9599D-09	6.2675D-07	
ZG	1.8735D-08	-2.4374D-07	1.5539D-06

VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 3

XG	7.7272D-07		
YG	7.6242D-09	6.7182D-07	
ZG	3.0818D-08	-2.7563D-07	1.6440D-06

VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 4

XG	2.1252D-07		
YG	2.3885D-10	1.0537D-07	
ZG	3.8167D-09	-6.0508D-09	2.8017D-07

VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 5

XG	7.9963D-07		
YG	1.1065D-08	6.8168D-07	
ZG	1.8698D-08	-3.4058D-07	1.7977D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 6

XG 7.9860D-07
YG -1.0636D-08 7.3198D-07
ZG 1.7707D-08 -3.9219D-07 1.9223D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 7

XG 8.0475D-07
YG -1.0375D-08 8.5417D-07
ZG 1.4097D-08 -4.5504D-07 2.0654D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 8

XG 7.4229D-07
YG 2.1535D-08 5.4536D-07
ZG 5.0168D-09 -2.1343D-07 1.4652D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 9

XG 7.8110D-07
YG 4.7664D-08 5.8386D-07
ZG 5.6194D-09 -2.3135D-07 1.5058D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 10

XG 8.1230D-07
YG 6.3598D-08 6.1453D-07
ZG 5.7440D-09 -2.5092D-07 1.5577D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 11

XG 8.1861D-07
YG 5.6547D-08 6.2866D-07
ZG 5.6729D-09 -2.7267D-07 1.6217D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 12

XG 8.0138D-07
YG 3.2098D-08 6.3637D-07
ZG 3.2119D-09 -3.0019D-07 1.6997D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 13

XG 2.3405D-07
YG 1.1818D-09 9.7297D-08
ZG 5.2205D-10 -6.1139D-09 2.6123D-07
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 14

XG 8.2395D-07
YG 3.9540D-08 5.8234D-07
ZG -1.6182D-09 -2.5534D-07 1.6021D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 15

XG 1.0041D-06
YG 1.6692D-07 8.3396D-07
ZG -8.4917D-08 -4.1856D-07 2.1800D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 16

XG 1.2514D-06
YG -1.9878D-07 7.6927D-07
ZG 1.1370D-06 -6.0600D-07 4.0042D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 17

XG 8.0632D-07
YG 1.3491D-08 5.1359D-07

ZG -1.2418D-09 -1.9835D-07 1.4396D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 18

XG 8.6521D-07
YG 1.3298D-08 5.1294D-07
ZG -4.2942D-09 -1.9726D-07 1.4520D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 19

XG 8.8625D-07
YG 1.0774D-08 5.1293D-07
ZG -7.7162D-09 -1.9551D-07 1.4712D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 20

XG 8.5882D-07
YG 8.1155D-09 5.1423D-07
ZG -1.1389D-08 -1.9354D-07 1.4982D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 21

XG 8.0262D-07
YG 6.9660D-09 5.1752D-07
ZG -1.3371D-08 -1.9165D-07 1.5358D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 22

XG 7.5279D-07
YG 8.6488D-09 5.2322D-07
ZG -1.2454D-08 -1.9070D-07 1.5835D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 23

XG 7.3605D-07
YG 1.1597D-08 5.3209D-07
ZG -7.4690D-09 -1.9136D-07 1.6448D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 24

XG 7.5905D-07
YG 1.3784D-08 5.4495D-07
ZG -1.2465D-09 -1.9471D-07 1.7196D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 25

XG 8.1797D-07
YG 1.2969D-08 5.6269D-07
ZG 2.2906D-09 -2.0134D-07 1.8157D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 26

XG 3.0261D-07
YG 1.2525D-09 7.6748D-08
ZG 6.4036D-10 -2.1893D-09 2.8010D-07
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 27

XG 8.2159D-07
YG -4.5950D-08 5.0331D-07
ZG -1.6762D-08 -1.3305D-07 1.4664D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 28

XG 7.7902D-07
YG -2.5156D-08 4.9484D-07
ZG -1.5822D-08 -1.1661D-07 1.5118D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 29

XG 7.4378D-07
YG -4.4783D-09 4.8992D-07

ZG -4.4619D-09 -1.0383D-07 1.5733D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 30

XG 7.3823D-07
YG 4.7792D-09 4.9505D-07
ZG 1.7237D-08 -9.5343D-08 1.6513D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 31

XG 7.6830D-07
YG -1.0977D-09 5.1318D-07
ZG 4.3670D-08 -8.9175D-08 1.7460D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 32

XG 8.3190D-07
YG -1.9382D-08 5.4486D-07
ZG 6.6237D-08 -8.0617D-08 1.8565D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 33

XG 9.2370D-07
YG -4.5994D-08 5.8872D-07
ZG 8.2213D-08 -6.6627D-08 1.9973D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 34

XG 7.2402D-07
YG -3.9751D-09 5.0583D-07
ZG -1.4405D-09 -1.8470D-07 1.4113D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 35

XG 7.4828D-07
YG -3.0544D-08 5.1592D-07
ZG -3.3361D-09 -1.6953D-07 1.4031D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 36

XG 7.7264D-07
YG -5.7491D-08 5.3150D-07
ZG -5.7004D-09 -1.5068D-07 1.4094D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 37

XG 7.7984D-07
YG -6.6809D-08 5.3582D-07
ZG -8.9844D-09 -1.2782D-07 1.4307D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 38

XG 7.6528D-07
YG -5.2392D-08 5.2293D-07
ZG -1.1035D-08 -1.0277D-07 1.4686D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 39

XG 7.4242D-07
YG -2.4285D-08 5.0140D-07
ZG -7.7800D-09 -7.9611D-08 1.5242D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 40

XG 7.3271D-07
YG -1.0901D-09 4.8886D-07
ZG 3.4192D-09 -6.1291D-08 1.5966D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 41

XG 2.4576D-07
YG 1.5868D-10 4.8336D-08
ZG 1.4831D-09 -9.4253D-10 2.6597D-07
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 42

XG 7.2141D-07
YG -5.7324D-09 5.0716D-07
ZG -6.4565D-09 -5.6002D-08 1.5326D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 43

XG 7.0941D-07
YG 3.2550D-09 4.9098D-07
ZG -5.9629D-10 -3.1196D-08 2.3710D-07
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 44

XG 7.0405D-07
YG 4.9688D-09 5.4029D-07
ZG -8.4145D-09 -1.6168D-07 1.3917D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 45

XG 7.0335D-07
YG 8.8233D-09 5.7486D-07
ZG -1.1426D-08 -1.3934D-07 1.3967D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 46

XG 7.0805D-07
YG 1.5157D-08 5.7949D-07
ZG -1.3558D-08 -1.1120D-07 1.4180D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 47

XG 7.1863D-07
YG 2.2026D-08 5.4922D-07
ZG -1.5194D-08 -7.7550D-08 1.4564D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 48

XG 2.1203D-07
YG 1.1796D-09 4.1880D-08
ZG -1.0176D-09 -8.4927D-10 2.5085D-07
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 49

XG 7.7927D-07
YG 6.5150D-08 5.4218D-07
ZG -2.3018D-08 -8.8054D-08 1.4276D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 50

XG 7.9388D-07
YG 5.1170D-08 5.0929D-07
ZG -2.3776D-08 -5.1582D-08 1.4635D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 51

XG 8.1351D-07
YG 3.6601D-08 4.8861D-07
ZG -2.5813D-08 -1.3832D-08 1.5131D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 52

XG 8.3703D-07
YG 2.3108D-08 4.8862D-07

ZG -3.0826D-08 2.2271D-08 1.5800D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 53

XG 1.3720D-06
YG 5.4336D-09 7.0888D-07
ZG -1.5984D-07 4.1183D-08 1.6926D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 54

XG 7.2736D-07
YG 1.1850D-08 5.0745D-07
ZG -5.3687D-09 -1.8475D-07 1.4154D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 55

XG 7.6020D-07
YG 3.7703D-08 5.1836D-07
ZG -1.3525D-08 -1.7207D-07 1.4045D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 56

XG 8.0017D-07
YG 6.6673D-08 5.3442D-07
ZG -1.9660D-08 -1.5591D-07 1.4015D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 57

XG 8.2962D-07
YG 8.1145D-08 5.3939D-07
ZG -2.1183D-08 -1.3385D-07 1.4066D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 58

XG 8.4194D-07
YG 7.5050D-08 5.2799D-07
ZG -1.8457D-08 -1.0535D-07 1.4206D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 59

XG 8.4500D-07
YG 5.6154D-08 5.0796D-07
ZG -1.4195D-08 -7.3385D-08 1.4461D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 60

XG 8.5079D-07
YG 3.5187D-08 4.9165D-07
ZG -1.1276D-08 -4.0176D-08 1.4835D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 61

XG 8.6136D-07
YG 1.6596D-08 4.8597D-07
ZG -1.1746D-08 -7.6654D-09 1.5372D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 62

XG 1.8692D-07
YG 4.8012D-10 4.4656D-08
ZG -1.1377D-09 -5.1579D-10 3.3377D-07
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 63

XG 8.9816D-07
YG 5.8642D-08 5.1317D-07
ZG -2.9474D-09 -1.3338D-07 1.4465D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 64

XG 2.7922D-06
YG -1.7077D-07 8.0843D-07

ZG 2.7944D-06 -2.0635D-07 5.9208D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 65

XG 7.4607D-07
YG 2.0682D-10 5.1639D-07
ZG -7.2210D-10 -1.9603D-07 1.4438D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 66

XG 8.0996D-07
YG -1.9455D-09 5.1747D-07
ZG -3.8277D-09 -1.9388D-07 1.4605D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 67

XG 8.7653D-07
YG -1.3990D-09 5.1896D-07
ZG -3.4981D-09 -1.9186D-07 1.4849D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 68

XG 9.1696D-07
YG 1.1440D-09 5.2157D-07
ZG 6.2061D-09 -1.9033D-07 1.5191D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 69

XG 9.1322D-07
YG -1.1274D-10 5.3155D-07
ZG 6.7381D-08 -1.9120D-07 1.6192D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 70

XG 9.0779D-07
YG -8.6016D-09 5.4021D-07
ZG 1.1807D-07 -1.9532D-07 1.6921D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 71

XG 9.1364D-07
YG -2.3702D-08 5.5239D-07
ZG 1.7795D-07 -2.0401D-07 1.7876D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 72

XG 9.1895D-07
YG -4.4692D-08 5.6913D-07
ZG 2.4115D-07 -2.1972D-07 1.9135D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 73

XG 2.3344D-06
YG -5.0571D-07 9.6610D-07
ZG 2.6223D-06 -8.8978D-07 5.9022D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 74

XG 1.5211D-07
YG -1.5967D-09 6.6941D-08
ZG 1.4104D-08 -2.2291D-09 3.3493D-07
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 75

XG 8.9306D-07
YG -3.7570D-08 5.8563D-07
ZG 7.6926D-08 -2.5800D-07 1.7399D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 76

XG 9.1315D-07
YG -4.0874D-08 6.0378D-07
ZG 1.4072D-07 -2.9997D-07 1.8601D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 77

XG 9.5769D-07
YG -6.6556D-08 6.4179D-07
ZG 2.2632D-07 -3.5801D-07 1.9993D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 78

XG 1.0241D-06
YG -1.1610D-07 7.0312D-07
ZG 3.2424D-07 -4.2901D-07 2.1569D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 79

XG 1.0893D-06
YG -1.7576D-07 7.8182D-07
ZG 4.1735D-07 -5.0532D-07 2.3295D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 80

XG 1.1364D-06
YG -2.2888D-07 8.6775D-07
ZG 4.9527D-07 -5.8077D-07 2.5220D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 81

XG 1.6249D-07
YG -4.1176D-09 1.0982D-07
ZG 1.0698D-08 -4.4005D-09 3.3164D-07
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 82

XG 7.4093D-07
YG -6.9234D-09 5.4645D-07
ZG 7.1414D-09 -2.1023D-07 1.4761D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 83

XG 7.7856D-07
YG -2.9153D-08 5.8395D-07
ZG 1.6620D-08 -2.2300D-07 1.5345D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 84

XG 8.1592D-07
YG -4.4729D-08 6.1178D-07
ZG 3.2300D-08 -2.3920D-07 1.6129D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 85

XG 8.4467D-07
YG -4.7434D-08 6.2415D-07
ZG 5.9079D-08 -2.6475D-07 1.7133D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 86

XG 8.7350D-07
YG -4.7550D-08 6.3515D-07
ZG 1.0410D-07 -3.0829D-07 1.8395D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 87

XG 9.1942D-07
YG -6.7393D-08 6.7134D-07

ZG 1.7028D-07 -3.7476D-07 1.9889D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 88

XG 2.4098D-06
 YG -6.1392D-07 1.8327D-06
 ZG 5.1918D-07 -9.3525D-07 3.3465D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 89

XG 4.9665D-06
 YG -3.0817D-06 4.3540D-06
 ZG 1.9455D-06 -2.3654D-06 4.4089D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 90

XG 8.5627D-07
 YG -4.7391D-08 6.7830D-07
 ZG 1.0417D-07 -3.4864D-07 1.8934D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 91

XG 1.2426D-06
 YG 1.3558D-07 7.1734D-07
 ZG -7.2950D-07 -4.7945D-07 3.3702D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR CAMERA CALIBRATION

F	9.8178D-05								
CX	-3.1418D-07	9.9495D-05							
CY	-9.2225D-08	1.2926D-08	9.9038D-05						
K1	-2.8317D-09	-1.1857D-09	5.5111D-10	9.6790D-11					
K2	1.4562D-11	4.8225D-12	-1.7449D-12	-5.0026D-13	2.8165D-15				
K3	-1.9788D-14	-6.5555D-15	3.8093D-15	7.9885D-16	-4.7949D-18	8.6190D-21			
P1	4.4681D-09	1.0172D-08	1.2006D-09	1.5518D-11	-4.9635D-14	2.6776D-17	2.9166D-11		
P2	3.7686D-09	4.0582D-10	8.9918D-09	9.0983D-12	-6.7606D-14	1.3263D-16	4.8831D-12	2.9872D-	

ANEXO B.7

EXEMPLO DO ARQUIVO DE ENTRADA E SAÍDA PARA O MODELO DE POLINÔMIOS ORTOGONAIS

3 91 90 9 0 0

1	0	8.9954	4.1979	0.2029
2	0	8.9959	4.4973	0.1825
3	0	8.9974	4.7960	0.1637
4	3	8.9975	5.0973	0.1473
5	0	9.6702	5.2342	0.1372
6	0	9.8050	5.5008	0.1219
7	0	9.9405	5.7691	0.1095
8	0	9.2077	4.1114	0.2078
9	0	9.4205	4.3208	0.1936
10	0	9.6343	4.5314	0.1824
11	0	9.8464	4.7417	0.1732
12	0	10.0587	4.9534	0.1653
13	3	10.2736	5.1648	0.1573
14	0	10.3356	4.5685	0.1980
15	0	11.9440	5.3796	0.2363
16	0	9.2926	3.9013	0.2212
17	0	9.5929	3.9001	0.2243
18	0	9.8922	3.9000	0.2285
19	0	10.1924	3.8989	0.2384
20	0	10.4915	3.8987	0.2500
21	0	10.7915	3.8982	0.2625
22	0	11.0917	3.8979	0.2788
23	0	11.3911	3.8968	0.2938
24	0	11.6907	3.8979	0.3137
25	0	11.9904	3.8976	0.3332
26	3	12.2902	3.8977	0.3560
27	0	10.3305	3.2241	0.2880
28	0	10.5985	3.0898	0.3075
29	0	10.8661	2.9565	0.3289
30	0	11.1332	2.8231	0.3537
31	0	11.4023	2.6892	0.3752
32	0	11.6697	2.5558	0.4007
33	0	11.9375	2.4234	0.4280
34	0	9.2046	3.6868	0.2364
35	0	9.4167	3.4751	0.2502
36	0	9.6276	3.2626	0.2663
37	0	9.8385	3.0506	0.2848
38	0	10.0496	2.8387	0.3040
39	0	10.2635	2.6269	0.3230
40	0	10.4753	2.4175	0.3454
41	3	10.6861	2.2054	0.3699
42	0	9.7951	2.2915	0.3339
43	1	8.9916	3.5987	0.2444
44	0	8.9925	3.3013	0.2631
45	0	8.9939	3.0015	0.2833
46	0	8.9908	2.7023	0.3018
47	0	8.9912	2.4031	0.3218
48	3	8.9902	2.1037	0.3429
49	0	8.3221	2.5614	0.3205
50	0	8.1891	2.2946	0.3419
51	0	8.0528	2.0266	0.3648
52	0	7.9187	1.7589	0.3862
53	0	7.7843	1.4913	0.4079
54	0	8.7798	3.6886	0.2393
55	0	8.5683	3.4785	0.2561
56	0	8.3570	3.2660	0.2753
57	0	8.1445	3.0545	0.2960
58	0	7.9342	2.8412	0.3173
59	0	7.7231	2.6292	0.3361
60	0	7.5106	2.4182	0.3612
61	0	7.2989	2.2078	0.3845
62	3	6.4504	1.3632	0.4803
63	0	7.6563	3.2277	0.3012
64	0	6.0490	2.4257	0.4433
65	0	8.6933	3.8979	0.2259
66	0	8.3926	3.8948	0.2302
67	0	8.0936	3.8935	0.2388
68	0	7.7934	3.8921	0.2477
69	0	7.1942	3.8917	0.2760

70	0	6.8952	3.8917	0.2926			
71	0	6.5950	3.8933	0.3113			
72	0	6.2960	3.8944	0.3309			
73	0	5.9964	3.8970	0.3526			
74	3	5.6963	3.8977	0.3759			
75	0	7.6528	4.5703	0.2071			
76	0	7.3846	4.7055	0.2116			
77	0	7.1164	4.8402	0.2182			
78	0	6.8474	4.9755	0.2264			
79	0	6.5806	5.1122	0.2369			
80	0	6.3116	5.2466	0.2399			
81	3	6.0447	5.3826	0.2536			
82	0	8.7833	4.1147	0.2087			
83	0	8.5700	4.3242	0.1972			
84	0	8.3584	4.5360	0.1860			
85	0	8.1472	4.7479	0.1784			
86	0	7.9342	4.9606	0.1716			
87	0	7.7222	5.1732	0.1654			
88	0	6.4512	6.4478	0.1588			
89	0	6.2382	6.6601	0.1615			
90	0	8.3245	5.2405	0.1430			
91	0	7.4942	3.8916	0.2630			
1	0	17.4	1.80	9.5	12.3	41.1	-1.1
2	0	9.0	2.0	12.5	7.6	-0.2	1.1
3	0	0.10	2.0	9.3	11.5	-44.5	98.6
4	2.7709D-07	1.2133D-07	3.2878D-07				
13	3.1820D-07	1.1247D-07	3.0216D-07				
26	3.8144D-07	8.5529D-08	3.1273D-07				
41	3.4230D-07	5.2553D-08	3.0576D-07				
43	0.0	0.0	2.8359D-07				
48	2.8511D-07	4.4846D-08	2.9519D-07				
62	2.0544D-07	4.6350D-08	3.6700D-07				
74	1.6764D-07	7.2010D-08	3.6909D-07				
81	1.8057D-07	1.2046D-07	3.5920D-07				
1	1	-0.191	1.460				
1	2	0.035	2.808				
1	3	0.267	4.136				
1	4	0.474	5.476				
1	5	3.032	6.324				
1	6	3.732	7.597				
1	7	4.429	8.879				
1	8	0.499	1.101				
1	9	1.435	2.089				
1	10	2.378	3.109				
1	11	3.325	4.138				
1	12	4.289	5.199				
1	13	5.279	6.280				
1	14	5.081	3.480				
1	15	12.508	8.282				
1	16	0.646	0.138				
1	17	1.747	0.161				
1	18	2.874	0.193				
1	19	4.029	0.226				
1	20	5.205	0.269				
1	21	6.441	0.300				
1	22	7.696	0.348				
1	23	9.003	0.390				
1	24	10.341	0.449				
1	25	11.753	0.512				
1	26	13.192	0.575				
1	27	4.053	-3.092				
1	28	5.029	-3.789				
1	29	6.036	-4.505				
1	30	7.068	-5.254				
1	31	8.170	-6.018				
1	32	9.277	-6.825				
1	33	10.430	-7.655				
1	34	0.161	-0.860				
1	35	0.775	-1.845				
1	36	1.384	-2.863				

1	37	2.011	-3.904
1	38	2.660	-4.989
1	39	3.337	-6.103
1	40	4.017	-7.229
1	41	4.715	-8.405
1	42	1.251	-7.661
1	43	-0.674	-1.260
1	44	-0.907	-2.640
1	45	-1.138	-4.034
1	46	-1.388	-5.443
1	47	-1.631	-6.851
1	48	-1.882	-8.292
1	49	-3.830	-5.944
1	50	-4.504	-7.146
1	51	-5.182	-8.332
1	52	-5.845	-9.544
1	53	-6.513	-10.725
1	54	-1.348	-0.856
1	55	-2.246	-1.812
1	56	-3.139	-2.757
1	57	-4.026	-3.678
1	58	-4.904	-4.609
1	59	-5.767	-5.518
1	60	-6.631	-6.409
1	61	-7.482	-7.288
1	62	-10.807	-10.705
1	63	-5.494	-2.868
1	64	-11.115	-6.012
1	65	-1.486	0.078
1	66	-2.511	0.049
1	67	-3.520	0.027
1	68	-4.505	0.006
1	69	-6.422	-0.022
1	70	-7.356	-0.024
1	71	-8.268	-0.023
1	72	-9.167	-0.019
1	73	-10.049	-0.009
1	74	-10.927	-0.005
1	75	-4.427	2.862
1	76	-5.184	3.391
1	77	-5.918	3.891
1	78	-6.651	4.397
1	79	-7.362	4.892
1	80	-8.039	5.340
1	81	-8.737	5.801
1	82	-0.998	1.051
1	83	-1.573	1.958
1	84	-2.125	2.841
1	85	-2.673	3.706
1	86	-3.216	4.564
1	87	-3.738	5.390
1	88	-6.755	9.996
1	89	-7.213	10.715
1	90	-1.716	5.850
2	1	-0.182	2.111
2	2	-0.156	3.509
2	3	-0.122	4.904
2	4	-0.094	6.292
2	5	3.105	6.848
2	6	3.761	8.054
2	7	4.404	9.254
2	8	0.839	1.682
2	9	1.871	2.634
2	10	2.910	3.603
2	11	3.929	4.566
2	12	4.963	5.529
2	13	5.972	6.495
2	14	6.285	3.729
2	15	13.992	7.420
2	16	1.233	0.673

2	17	2.690	0.637
2	18	4.137	0.609
2	19	5.599	0.583
2	20	7.055	0.568
2	21	8.526	0.539
2	22	9.994	0.524
2	23	11.465	0.497
2	24	12.940	0.489
2	25	14.428	0.475
2	26	15.922	0.457
2	27	6.275	-2.662
2	28	7.601	-3.337
2	29	8.938	-4.011
2	30	10.280	-4.682
2	31	11.636	-5.365
2	32	12.994	-6.057
2	33	14.369	-6.743
2	34	0.792	-0.336
2	35	1.809	-1.373
2	36	2.827	-2.418
2	37	3.859	-3.463
2	38	4.896	-4.522
2	39	5.967	-5.576
2	40	7.025	-6.639
2	41	8.086	-7.716
2	42	3.635	-7.205
2	43	-0.248	-0.733
2	44	-0.263	-2.166
2	45	-0.291	-3.623
2	46	-0.327	-5.087
2	47	-0.354	-6.563
2	48	-0.385	-8.063
2	49	-3.652	-5.721
2	50	-4.355	-7.042
2	51	-5.086	-8.375
2	52	-5.799	-9.738
2	54	-1.272	-0.280
2	55	-2.323	-1.269
2	56	-3.381	-2.274
2	57	-4.455	-3.283
2	58	-5.539	-4.305
2	59	-6.619	-5.333
2	60	-7.722	-6.367
2	61	-8.840	-7.406
2	63	-6.842	-2.382
2	64	-15.165	-6.187
2	65	-1.671	0.714
2	66	-3.131	0.737
2	67	-4.577	0.768
2	68	-6.043	0.795
2	91	-7.511	0.828
2	69	-8.987	0.868
2	70	-10.466	0.911
2	71	-11.943	0.964
2	72	-13.435	1.013
2	73	-14.943	1.078
2	74	-16.460	1.126
2	75	-6.616	4.004
2	76	-7.891	4.681
2	77	-9.166	5.354
2	78	-10.459	6.022
2	79	-11.722	6.713
2	80	-13.001	7.376
2	81	-14.283	8.064
2	82	-1.215	1.734
2	83	-2.222	2.745
2	84	-3.211	3.757
2	85	-4.200	4.768
2	86	-5.197	5.788
2	87	-6.188	6.787

2	90	-3.288	7.028
3	1	1.531	0.148
3	2	2.911	0.204
3	3	4.277	0.254
3	4	5.645	0.289
3	5	5.702	-1.813
3	6	6.747	-2.185
3	7	7.773	-2.549
3	8	1.008	-0.566
3	9	1.834	-1.207
3	10	2.646	-1.845
3	11	3.436	-2.468
3	12	4.213	-3.081
3	13	4.969	-3.681
3	14	2.392	-4.001
3	15	4.756	-8.393
3	17	-0.162	-1.846
3	18	-0.306	-2.788
3	19	-0.440	-3.723
3	20	-0.574	-4.634
3	21	-0.701	-5.530
3	22	-0.825	-6.406
3	23	-0.951	-7.254
3	24	-1.059	-8.098
3	25	-1.173	-8.918
3	26	-1.282	-9.726
3	27	-3.475	-4.307
3	28	-4.145	-5.151
3	29	-4.791	-5.995
3	30	-5.431	-6.815
3	31	-6.062	-7.606
3	32	-6.674	-8.405
3	33	-7.267	-9.190
3	34	-0.949	-0.641
3	35	-2.017	-1.374
3	36	-3.072	-2.092
3	37	-4.107	-2.812
3	38	-5.130	-3.528
3	39	-6.136	-4.242
3	40	-7.115	-4.946
3	41	-8.099	-5.636
3	42	-7.619	-2.849
3	43	-1.261	0.041
3	44	-2.670	-0.015
3	45	-4.100	-0.076
3	46	-5.518	-0.128
3	47	-6.985	-0.179
3	48	-8.460	-0.246
3	49	-6.090	2.181
3	50	-7.425	2.621
3	51	-8.800	3.066
3	52	-10.211	3.532
3	53	-11.665	4.006
3	54	-0.742	0.778
3	55	-1.641	1.461
3	56	-2.599	2.163
3	57	-3.565	2.886
3	58	-4.579	3.624
3	59	-5.604	4.406
3	60	-6.676	5.187
3	61	-7.788	5.991
3	62	-12.640	9.541
3	63	-2.493	4.725
3	65	0.300	1.112
3	66	0.449	2.154
3	67	0.617	3.213
3	68	0.791	4.316
3	91	0.974	5.433
3	69	1.172	6.607
3	70	1.379	7.809

3	71	1.600	9.048																
3	72	1.833	10.332																
3	75	4.242	4.931																
3	76	5.150	5.963																
3	77	6.071	7.011																
3	78	7.038	8.090																
3	79	8.034	9.185																
3	80	9.042	10.335																
3	82	1.264	0.846																
3	83	2.389	1.616																
3	84	3.528	2.389																
3	85	4.703	3.159																
3	86	5.899	3.957																
3	87	7.127	4.750																
3	88	15.013	9.805																
3	89	16.433	10.696																
3	90	6.872	2.606																
3	0	0	0																
0	1	-0.16	-0.04	60.00	1.D-04	1.D-04	1.d-04												
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.D-03	1.D-03	1.D-03	1.D-03	1.D-03	1.D-03	1.D-03	1.D-03	1.D-03	1.D-03	
2.78D-4	1.D-4	1.D-4	1.0	2.5D-05															

INPUT PASS POINT COORDINATES AND VARIANCES

POINT	KODE	X(m)	Y(m)	Z(m)	VAR(X)	VAR(Y)	VAR(Z)
1	0	8.9954	4.1979	0.2029			
2	0	8.9959	4.4973	0.1825			
3	0	8.9974	4.7960	0.1637			
4	3	8.9975	5.0973	0.1473	2.7709D-07	1.2133D-07	3.2878D-07
5	0	9.6702	5.2342	0.1372			
6	0	9.8050	5.5008	0.1219			
7	0	9.9405	5.7691	0.1095			
8	0	9.2077	4.1114	0.2078			
9	0	9.4205	4.3208	0.1936			
10	0	9.6343	4.5314	0.1824			
11	0	9.8464	4.7417	0.1732			
12	0	10.0587	4.9534	0.1653			
13	3	10.2736	5.1648	0.1573	3.1820D-07	1.1247D-07	3.0216D-07
14	0	10.3356	4.5685	0.1980			
15	0	11.9440	5.3796	0.2363			
16	0	9.2926	3.9013	0.2212			
17	0	9.5929	3.9001	0.2243			
18	0	9.8922	3.9000	0.2285			
19	0	10.1924	3.8989	0.2384			
20	0	10.4915	3.8987	0.2500			
21	0	10.7915	3.8982	0.2625			
22	0	11.0917	3.8979	0.2788			
23	0	11.3911	3.8968	0.2938			
24	0	11.6907	3.8979	0.3137			
25	0	11.9904	3.8976	0.3332			
26	3	12.2902	3.8977	0.3560	3.8144D-07	8.5529D-08	3.1273D-07
27	0	10.3305	3.2241	0.2880			
28	0	10.5985	3.0898	0.3075			
29	0	10.8661	2.9565	0.3289			
30	0	11.1332	2.8231	0.3537			
31	0	11.4023	2.6892	0.3752			
32	0	11.6697	2.5558	0.4007			
33	0	11.9375	2.4234	0.4280			
34	0	9.2046	3.6868	0.2364			
35	0	9.4167	3.4751	0.2502			
36	0	9.6276	3.2626	0.2663			
37	0	9.8385	3.0506	0.2848			
38	0	10.0496	2.8387	0.3040			
39	0	10.2635	2.6269	0.3230			
40	0	10.4753	2.4175	0.3454			
41	3	10.6861	2.2054	0.3699	3.4230D-07	5.2553D-08	3.0576D-07
42	0	9.7951	2.2915	0.3339			
43	1	8.9916	3.5987	0.2444			2.8359D-07
44	0	8.9925	3.3013	0.2631			
45	0	8.9939	3.0015	0.2833			
46	0	8.9908	2.7023	0.3018			
47	0	8.9912	2.4031	0.3218			
48	3	8.9902	2.1037	0.3429	2.8511D-07	4.4846D-08	2.9519D-07
49	0	8.3221	2.5614	0.3205			
50	0	8.1891	2.2946	0.3419			
51	0	8.0528	2.0266	0.3648			
52	0	7.9187	1.7589	0.3862			
53	0	7.7843	1.4913	0.4079			
54	0	8.7798	3.6886	0.2393			
55	0	8.5683	3.4785	0.2561			
56	0	8.3570	3.2660	0.2753			
57	0	8.1445	3.0545	0.2960			
58	0	7.9342	2.8412	0.3173			
59	0	7.7231	2.6292	0.3361			
60	0	7.5106	2.4182	0.3612			
61	0	7.2989	2.2078	0.3845			
62	3	6.4504	1.3632	0.4803	2.0544D-07	4.6350D-08	3.6700D-07
63	0	7.6563	3.2277	0.3012			

64	0	6.0490	2.4257	0.4433			
65	0	8.6933	3.8979	0.2259			
66	0	8.3926	3.8948	0.2302			
67	0	8.0936	3.8935	0.2388			
68	0	7.7934	3.8921	0.2477			
69	0	7.1942	3.8917	0.2760			
70	0	6.8952	3.8917	0.2926			
71	0	6.5950	3.8933	0.3113			
72	0	6.2960	3.8944	0.3309			
73	0	5.9964	3.8970	0.3526			
74	3	5.6963	3.8977	0.3759	1.6764D-07	7.2010D-08	3.6909D-07
75	0	7.6528	4.5703	0.2071			
76	0	7.3846	4.7055	0.2116			
77	0	7.1164	4.8402	0.2182			
78	0	6.8474	4.9755	0.2264			
79	0	6.5806	5.1122	0.2369			
80	0	6.3116	5.2466	0.2399			
81	3	6.0447	5.3826	0.2536	1.8057D-07	1.2046D-07	3.5920D-07
82	0	8.7833	4.1147	0.2087			
83	0	8.5700	4.3242	0.1972			
84	0	8.3584	4.5360	0.1860			
85	0	8.1472	4.7479	0.1784			
86	0	7.9342	4.9606	0.1716			
87	0	7.7222	5.1732	0.1654			
88	0	6.4512	6.4478	0.1588			
89	0	6.2382	6.6601	0.1615			
90	0	8.3245	5.2405	0.1430			
91	0	7.4942	3.8916	0.2630			

INPUT DATA: PHOTO 1

VARIANCE

OMEGA= 12.30 DD
 PHI= 41.10 DD
 KAPPA= -1.10 DD
 XC= 17.40 m
 YC= 1.80 m
 ZC= 9.50 m

PHOTO COORDINATES

POINT	X(mm)	Y(mm)
1	-0.1910	1.4600
2	0.0350	2.8080
3	0.2670	4.1360
4	0.4740	5.4760
5	3.0320	6.3240
6	3.7320	7.5970
7	4.4290	8.8790
8	0.4990	1.1010
9	1.4350	2.0890
10	2.3780	3.1090
11	3.3250	4.1380
12	4.2890	5.1990
13	5.2790	6.2800
14	5.0810	3.4800
15	12.5080	8.2820
16	0.6460	0.1380
17	1.7470	0.1610
18	2.8740	0.1930
19	4.0290	0.2260
20	5.2050	0.2690
21	6.4410	0.3000
22	7.6960	0.3480
23	9.0030	0.3900
24	10.3410	0.4490
25	11.7530	0.5120
26	13.1920	0.5750

27	4.0530	-3.0920
28	5.0290	-3.7890
29	6.0360	-4.5050
30	7.0680	-5.2540
31	8.1700	-6.0180
32	9.2770	-6.8250
33	10.4300	-7.6550
34	0.1610	-0.8600
35	0.7750	-1.8450
36	1.3840	-2.8630
37	2.0110	-3.9040
38	2.6600	-4.9890
39	3.3370	-6.1030
40	4.0170	-7.2290
41	4.7150	-8.4050
42	1.2510	-7.6610
43	-0.6740	-1.2600
44	-0.9070	-2.6400
45	-1.1380	-4.0340
46	-1.3880	-5.4430
47	-1.6310	-6.8510
48	-1.8820	-8.2920
49	-3.8300	-5.9440
50	-4.5040	-7.1460
51	-5.1820	-8.3320
52	-5.8450	-9.5440
53	-6.5130	-10.7250
54	-1.3480	-0.8560
55	-2.2460	-1.8120
56	-3.1390	-2.7570
57	-4.0260	-3.6780
58	-4.9040	-4.6090
59	-5.7670	-5.5180
60	-6.6310	-6.4090
61	-7.4820	-7.2880
62	-10.8070	-10.7050
63	-5.4940	-2.8680
64	-11.1150	-6.0120
65	-1.4860	0.0780
66	-2.5110	0.0490
67	-3.5200	0.0270
68	-4.5050	0.0060
69	-6.4220	-0.0220
70	-7.3560	-0.0240
71	-8.2680	-0.0230
72	-9.1670	-0.0190
73	-10.0490	-0.0090
74	-10.9270	-0.0050
75	-4.4270	2.8620
76	-5.1840	3.3910
77	-5.9180	3.8910
78	-6.6510	4.3970
79	-7.3620	4.8920
80	-8.0390	5.3400
81	-8.7370	5.8010
82	-0.9980	1.0510
83	-1.5730	1.9580
84	-2.1250	2.8410
85	-2.6730	3.7060
86	-3.2160	4.5640
87	-3.7380	5.3900
88	-6.7550	9.9960
89	-7.2130	10.7150
90	-1.7160	5.8500

INPUT DATA: PHOTO 2

VARIANCE

OMEGA= 7.60 DD
PHI= -0.20 DD
KAPPA= 1.10 DD
XC= 9.00 m
YC= 2.00 m
ZC= 12.50 m

PHOTO COORDINATES

POINT	X(mm)	Y(mm)
1	-0.1820	2.1110
2	-0.1560	3.5090
3	-0.1220	4.9040
4	-0.0940	6.2920
5	3.1050	6.8480
6	3.7610	8.0540
7	4.4040	9.2540
8	0.8390	1.6820
9	1.8710	2.6340
10	2.9100	3.6030
11	3.9290	4.5660
12	4.9630	5.5290
13	5.9720	6.4950
14	6.2850	3.7290
15	13.9920	7.4200
16	1.2330	0.6730
17	2.6900	0.6370
18	4.1370	0.6090
19	5.5990	0.5830
20	7.0550	0.5680
21	8.5260	0.5390
22	9.9940	0.5240
23	11.4650	0.4970
24	12.9400	0.4890
25	14.4280	0.4750
26	15.9220	0.4570
27	6.2750	-2.6620
28	7.6010	-3.3370
29	8.9380	-4.0110
30	10.2800	-4.6820
31	11.6360	-5.3650
32	12.9940	-6.0570
33	14.3690	-6.7430
34	0.7920	-0.3360
35	1.8090	-1.3730
36	2.8270	-2.4180
37	3.8590	-3.4630
38	4.8960	-4.5220
39	5.9670	-5.5760
40	7.0250	-6.6390
41	8.0860	-7.7160
42	3.6350	-7.2050
43	-0.2480	-0.7330
44	-0.2630	-2.1660
45	-0.2910	-3.6230
46	-0.3270	-5.0870
47	-0.3540	-6.5630
48	-0.3850	-8.0630
49	-3.6520	-5.7210
50	-4.3550	-7.0420
51	-5.0860	-8.3750
52	-5.7990	-9.7380
54	-1.2720	-0.2800
55	-2.3230	-1.2690
56	-3.3810	-2.2740
57	-4.4550	-3.2830

58	-5.5390	-4.3050
59	-6.6190	-5.3330
60	-7.7220	-6.3670
61	-8.8400	-7.4060
63	-6.8420	-2.3820
64	-15.1650	-6.1870
65	-1.6710	0.7140
66	-3.1310	0.7370
67	-4.5770	0.7680
68	-6.0430	0.7950
91	-7.5110	0.8280
69	-8.9870	0.8680
70	-10.4660	0.9110
71	-11.9430	0.9640
72	-13.4350	1.0130
73	-14.9430	1.0780
74	-16.4600	1.1260
75	-6.6160	4.0040
76	-7.8910	4.6810
77	-9.1660	5.3540
78	-10.4590	6.0220
79	-11.7220	6.7130
80	-13.0010	7.3760
81	-14.2830	8.0640
82	-1.2150	1.7340
83	-2.2220	2.7450
84	-3.2110	3.7570
85	-4.2000	4.7680
86	-5.1970	5.7880
87	-6.1880	6.7870
90	-3.2880	7.0280

INPUT DATA: PHOTO 3

VARIANCE

OMEGA= 11.50 DD
 PHI= -44.50 DD
 KAPPA= 98.60 DD
 XC= 0.10 m
 YC= 2.00 m
 ZC= 9.30 m

PHOTO COORDINATES

POINT	X(mm)	Y(mm)
1	1.5310	0.1480
2	2.9110	0.2040
3	4.2770	0.2540
4	5.6450	0.2890
5	5.7020	-1.8130
6	6.7470	-2.1850
7	7.7730	-2.5490
8	1.0080	-0.5660
9	1.8340	-1.2070
10	2.6460	-1.8450
11	3.4360	-2.4680
12	4.2130	-3.0810
13	4.9690	-3.6810
14	2.3920	-4.0010
15	4.7560	-8.3930
17	-0.1620	-1.8460
18	-0.3060	-2.7880
19	-0.4400	-3.7230
20	-0.5740	-4.6340
21	-0.7010	-5.5300
22	-0.8250	-6.4060

23	-0.9510	-7.2540
24	-1.0590	-8.0980
25	-1.1730	-8.9180
26	-1.2820	-9.7260
27	-3.4750	-4.3070
28	-4.1450	-5.1510
29	-4.7910	-5.9950
30	-5.4310	-6.8150
31	-6.0620	-7.6060
32	-6.6740	-8.4050
33	-7.2670	-9.1900
34	-0.9490	-0.6410
35	-2.0170	-1.3740
36	-3.0720	-2.0920
37	-4.1070	-2.8120
38	-5.1300	-3.5280
39	-6.1360	-4.2420
40	-7.1150	-4.9460
41	-8.0990	-5.6360
42	-7.6190	-2.8490
43	-1.2610	0.0410
44	-2.6700	-0.0150
45	-4.1000	-0.0760
46	-5.5180	-0.1280
47	-6.9850	-0.1790
48	-8.4600	-0.2460
49	-6.0900	2.1810
50	-7.4250	2.6210
51	-8.8000	3.0660
52	-10.2110	3.5320
53	-11.6650	4.0060
54	-0.7420	0.7780
55	-1.6410	1.4610
56	-2.5990	2.1630
57	-3.5650	2.8860
58	-4.5790	3.6240
59	-5.6040	4.4060
60	-6.6760	5.1870
61	-7.7880	5.9910
62	-12.6400	9.5410
63	-2.4930	4.7250
65	0.3000	1.1120
66	0.4490	2.1540
67	0.6170	3.2130
68	0.7910	4.3160
91	0.9740	5.4330
69	1.1720	6.6070
70	1.3790	7.8090
71	1.6000	9.0480
72	1.8330	10.3320
75	4.2420	4.9310
76	5.1500	5.9630
77	6.0710	7.0110
78	7.0380	8.0900
79	8.0340	9.1850
80	9.0420	10.3350
82	1.2640	0.8460
83	2.3890	1.6160
84	3.5280	2.3890
85	4.7030	3.1590
86	5.8990	3.9570
87	7.1270	4.7500
88	15.0130	9.8050
89	16.4330	10.6960
90	6.8720	2.6060

CAMERA CALIBRATION OBSERVATIONS

VARIANCE

F= 60.0000 mm 1.0000D-04
 X= -0.1600 mm 1.0000D-04
 Y= -0.0400 mm 1.0000D-04

A00= 0.0000 1.0000D-03
 A11= 0.0000 1.0000D-03
 B11= 0.0000 1.0000D-03
 A20= 0.0000 1.0000D-03
 A22= 0.0000 1.0000D-03
 B22= 0.0000 1.0000D-03
 A31= 0.0000 1.0000D-03
 B31= 0.0000 1.0000D-03
 A33= 0.0000 1.0000D-03

MINIMUM ITERATIONS= 1
 MAXIMUM ITERATIONS= 12
 ANGULAR CONVERGENCE= 2.7800D-04 DD
 CALIBRATION CONVERGENCE= 1.0000D-04
 COORDINATE CONVERGENCE= 1.0000D-04 m
 A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT= 1.0000D+00
 PHOTO COORDINATE VARIANCE= 2.5000D-05 m

CONVERGED: ITERATIONS= 3
 A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT= 1.0000
 A POSTERIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT=0.8491E+00
 COMPUTED CHI SQUARED=0.2208E+03
 DEGREES OF FREEDOM= 260

PHOTO 1

XC= 17.680 m
 YC= 1.771 m
 ZC= 9.819 m

OMEGA= 12.30722 DD
 PHI= 41.22025 DD
 KAPPA= -1.20239 DD

RESIDUALS

POINT	VX(mm)	VY(mm)
1	-0.0012	0.0026
2	0.0000	-0.0009
3	0.0008	0.0036
4	0.0047	-0.0053
5	0.0004	0.0000
6	0.0009	-0.0019
7	0.0005	-0.0036
8	0.0008	-0.0007
9	-0.0009	-0.0028
10	0.0007	-0.0037
11	-0.0005	-0.0005
12	0.0033	-0.0013
13	-0.0054	-0.0011
14	0.0026	0.0003
15	0.0003	-0.0021
16	0.0000	-0.0001
17	0.0013	-0.0025
18	0.0001	-0.0045

19	0.0005	-0.0023
20	0.0014	-0.0026
21	0.0000	0.0020
22	0.0004	0.0025
23	0.0004	0.0013
24	-0.0005	0.0042
25	-0.0021	0.0011
26	-0.0074	0.0064
27	-0.0002	0.0001
28	0.0005	-0.0010
29	-0.0011	-0.0002
30	0.0004	0.0042
31	0.0000	-0.0051
32	-0.0011	-0.0043
33	-0.0006	-0.0028
34	-0.0009	0.0034
35	-0.0028	0.0020
36	-0.0004	0.0016
37	0.0011	0.0008
38	-0.0003	0.0041
39	0.0032	0.0090
40	0.0031	0.0040
41	0.0063	-0.0032
42	0.0018	0.0051
43	-0.0016	-0.0014
44	0.0026	0.0011
45	-0.0010	-0.0020
46	0.0001	0.0058
47	0.0009	-0.0072
48	0.0051	-0.0167
49	0.0007	-0.0068
50	0.0019	-0.0024
51	-0.0049	-0.0060
52	-0.0028	0.0038
53	-0.0003	-0.0019
54	-0.0004	-0.0012
55	-0.0011	0.0045
56	-0.0007	-0.0006
57	-0.0014	-0.0050
58	-0.0035	-0.0003
59	0.0033	0.0039
60	0.0020	0.0028
61	-0.0029	0.0016
62	-0.0098	0.0015
63	-0.0009	0.0039
64	0.0001	0.0008
65	-0.0001	0.0006
66	-0.0020	-0.0014
67	0.0015	0.0007
68	0.0013	0.0007
69	0.0003	0.0043
70	0.0019	0.0020
71	0.0049	0.0028
72	0.0066	0.0014
73	0.0005	0.0049
74	0.0111	0.0010
75	-0.0015	0.0004
76	0.0015	-0.0042
77	-0.0004	-0.0024
78	-0.0037	-0.0109
79	0.0002	-0.0123
80	-0.0043	-0.0037
81	-0.0031	0.0124
82	-0.0022	0.0036
83	-0.0007	0.0015
84	0.0009	0.0006
85	-0.0003	0.0034
86	0.0001	-0.0017
87	-0.0062	0.0000
88	-0.0007	0.0036

88	-0.0005	0.0027
90	0.0003	0.0062

PHOTO 2

XC=	8.824 m
YC=	2.092 m
ZC=	12.859 m

OMEGA=	7.45205 DD
PHI=	-0.82315 DD
KAPPA=	1.12310 DD

RESIDUALS

POINT	VX(mm)	VY(mm)
1	0.0017	-0.0023
2	-0.0001	0.0030
3	-0.0014	-0.0012
4	-0.0036	-0.0005
5	-0.0004	-0.0029
6	-0.0008	-0.0024
7	0.0003	-0.0025
8	-0.0010	-0.0004
9	0.0012	0.0050
10	-0.0009	0.0040
11	0.0008	0.0008
12	-0.0050	0.0017
13	0.0039	-0.0018
14	-0.0043	0.0016
15	-0.0001	0.0009
16	0.0000	0.0001
17	-0.0020	0.0014
18	-0.0002	0.0027
19	-0.0010	0.0045
20	-0.0022	0.0007
21	-0.0002	0.0024
22	-0.0007	-0.0001
23	-0.0008	0.0010
24	0.0007	-0.0009
25	0.0038	-0.0005
26	-0.0038	0.0077
27	0.0003	-0.0006
28	-0.0008	-0.0001
29	0.0017	0.0021
30	-0.0001	-0.0051
31	-0.0005	-0.0027
32	0.0013	-0.0014
33	0.0006	-0.0019
34	0.0014	-0.0015
35	0.0040	0.0016
36	0.0006	0.0025
37	-0.0017	0.0024
38	0.0008	0.0013
39	-0.0038	-0.0059
40	-0.0043	-0.0013
41	-0.0022	-0.0048
42	-0.0019	-0.0012
43	0.0012	0.0008
44	-0.0036	-0.0015
45	0.0012	0.0001
46	0.0003	0.0046
47	-0.0021	0.0012
48	0.0052	-0.0084
49	-0.0017	0.0011
50	-0.0027	0.0006

51	0.0054	0.0004
52	0.0043	0.0016
54	0.0007	-0.0030
55	0.0016	-0.0001
56	0.0010	-0.0029
57	0.0014	0.0023
58	0.0045	-0.0021
59	-0.0038	0.0025
60	-0.0022	0.0026
61	0.0037	-0.0010
63	0.0014	-0.0021
64	0.0000	-0.0006
65	-0.0001	0.0046
66	0.0027	0.0016
67	-0.0020	0.0000
68	-0.0018	0.0009
91	-0.0001	0.0013
69	-0.0004	-0.0007
70	-0.0023	-0.0003
71	-0.0057	-0.0032
72	-0.0075	-0.0017
73	-0.0004	-0.0041
74	-0.0067	-0.0037
75	0.0019	0.0007
76	-0.0016	0.0021
77	0.0010	-0.0031
78	0.0051	0.0061
79	0.0010	0.0015
80	0.0058	-0.0025
81	0.0061	0.0054
82	0.0030	-0.0018
83	0.0008	0.0012
84	-0.0011	-0.0015
85	0.0000	0.0002
86	0.0003	-0.0027
87	0.0075	0.0055
90	-0.0007	-0.0066

PHOTO 3

XC= -0.134 m
 YC= 1.977 m
 ZC= 9.315 m

OMEGA= 11.57451 DD
 PHI= -44.65364 DD
 KAPPA= 98.58957 DD

RESIDUALS

POINT	VX(mm)	VY(mm)
1	-0.0001	0.0014
2	-0.0022	0.0002
3	-0.0023	-0.0003
4	-0.0065	0.0019
5	0.0030	-0.0007
6	0.0044	-0.0015
7	0.0065	-0.0014
8	0.0010	-0.0009
9	-0.0023	0.0009
10	-0.0005	-0.0009
11	-0.0003	0.0006
12	-0.0009	-0.0037
13	0.0030	-0.0025
14	-0.0023	-0.0029
15	0.0017	-0.0007

17	0.0010	-0.0017
18	0.0019	-0.0007
19	-0.0023	-0.0007
20	0.0021	-0.0021
21	-0.0050	0.0005
22	-0.0030	0.0000
23	-0.0028	-0.0003
24	-0.0044	0.0014
25	-0.0006	0.0034
26	0.0043	0.0046
27	0.0005	0.0002
28	0.0013	-0.0008
29	-0.0019	0.0014
30	0.0006	0.0002
31	0.0095	-0.0010
32	0.0074	0.0007
33	0.0062	0.0003
34	-0.0017	0.0013
35	-0.0035	0.0032
36	-0.0043	0.0008
37	-0.0036	-0.0010
38	-0.0059	0.0011
39	-0.0041	-0.0023
40	-0.0035	-0.0030
41	0.0037	-0.0034
42	-0.0044	-0.0012
43	0.0008	-0.0001
44	0.0002	-0.0024
45	0.0020	0.0007
46	-0.0105	0.0008
47	0.0058	-0.0018
48	0.0015	0.0016
49	0.0051	-0.0015
50	0.0014	-0.0019
51	0.0055	0.0033
52	-0.0047	0.0027
53	0.0017	0.0000
54	0.0042	0.0000
55	-0.0040	0.0016
56	0.0035	0.0004
57	0.0024	0.0006
58	0.0027	0.0028
59	-0.0061	-0.0021
60	-0.0050	-0.0012
61	-0.0002	0.0023
62	0.0065	-0.0009
63	-0.0013	0.0011
65	-0.0052	0.0005
66	-0.0001	0.0017
67	-0.0007	-0.0012
68	-0.0016	-0.0009
91	-0.0012	0.0001
69	-0.0029	0.0003
70	-0.0015	-0.0011
71	0.0003	-0.0031
72	-0.0001	-0.0041
75	-0.0008	0.0013
76	0.0014	-0.0014
77	0.0048	-0.0003
78	0.0033	0.0018
79	0.0080	-0.0015
80	0.0053	0.0021
82	-0.0014	0.0024
83	-0.0026	0.0009
84	0.0009	-0.0008
85	-0.0032	0.0007
86	0.0041	-0.0005
87	-0.0047	0.0054
88	-0.0026	0.0009
89	-0.0020	0.0007

90 0.0008 0.0000

GROUND COORDINATES

POINT	KODE	XG(m)	YG(m)	ZG(m)
1	0	8.9951	4.1984	0.2022
2	0	8.9952	4.4977	0.1826
3	0	8.9971	4.7972	0.1626
4	3	8.9975	5.0976	0.1477
5	0	9.6703	5.2333	0.1353
6	0	9.8069	5.5004	0.1210
7	0	9.9419	5.7675	0.1077
8	0	9.2077	4.1117	0.2076
9	0	9.4201	4.3198	0.1928
10	0	9.6342	4.5308	0.1819
11	0	9.8459	4.7407	0.1726
12	0	10.0602	4.9524	0.1648
13	3	10.2736	5.1648	0.1570
14	0	10.3357	4.5678	0.1989
15	0	11.9429	5.3782	0.2354
16	0	9.2922	3.9002	0.2211
17	0	9.5929	3.8986	0.2236
18	0	9.8921	3.8983	0.2285
19	0	10.1931	3.8978	0.2382
20	0	10.4918	3.8980	0.2511
21	0	10.7938	3.8966	0.2632
22	0	11.0933	3.8966	0.2796
23	0	11.3930	3.8950	0.2945
24	0	11.6918	3.8960	0.3150
25	0	11.9933	3.8967	0.3327
26	3	12.2912	3.8974	0.3558
27	0	10.3294	3.2230	0.2893
28	0	10.5973	3.0888	0.3089
29	0	10.8659	2.9558	0.3322
30	0	11.1327	2.8223	0.3562
31	0	11.4018	2.6897	0.3748
32	0	11.6682	2.5555	0.4017
33	0	11.9352	2.4232	0.4294
34	0	9.2043	3.6860	0.2359
35	0	9.4166	3.4745	0.2497
36	0	9.6263	3.2619	0.2662
37	0	9.8374	3.0505	0.2851
38	0	10.0489	2.8377	0.3045
39	0	10.2639	2.6263	0.3248
40	0	10.4751	2.4172	0.3478
41	3	10.6857	2.2054	0.3700
42	0	9.7947	2.2910	0.3345
43	1	8.9913	3.5989	0.2443
44	0	8.9922	3.3007	0.2636
45	0	8.9926	3.0012	0.2831
46	0	8.9901	2.7038	0.3035
47	0	8.9892	2.4054	0.3227
48	3	8.9897	2.1039	0.3432
49	0	8.3207	2.5629	0.3212
50	0	8.1871	2.2956	0.3422
51	0	8.0514	2.0286	0.3657
52	0	7.9187	1.7587	0.3849
53	0	7.7856	1.4909	0.4062
54	0	8.7789	3.6887	0.2384
55	0	8.5678	3.4785	0.2558
56	0	8.3569	3.2653	0.2747
57	0	8.1447	3.0547	0.2948
58	0	7.9332	2.8411	0.3162
59	0	7.7217	2.6302	0.3340
60	0	7.5102	2.4188	0.3580
61	0	7.2988	2.2076	0.3823
62	3	6.4506	1.3631	0.4798

63	0	7.6554	3.2280	0.2989
64	0	6.0457	2.4270	0.4424
65	0	8.6921	3.8972	0.2251
66	0	8.3917	3.8948	0.2288
67	0	8.0934	3.8936	0.2373
68	0	7.7928	3.8922	0.2456
69	0	7.1930	3.8910	0.2722
70	0	6.8932	3.8915	0.2890
71	0	6.5950	3.8931	0.3072
72	0	6.2958	3.8944	0.3280
73	0	5.9979	3.8973	0.3541
74	3	5.6963	3.8977	0.3763
75	0	7.6519	4.5685	0.2057
76	0	7.3831	4.7053	0.2091
77	0	7.1157	4.8396	0.2140
78	0	6.8454	4.9751	0.2227
79	0	6.5796	5.1123	0.2324
80	0	6.3118	5.2449	0.2368
81	3	6.0445	5.3823	0.2533
82	0	8.7826	4.1137	0.2085
83	0	8.5688	4.3245	0.1964
84	0	8.3577	4.5353	0.1846
85	0	8.1466	4.7470	0.1772
86	0	7.9326	4.9605	0.1695
87	0	7.7208	5.1724	0.1635
88	0	6.4483	6.4441	0.1576
89	0	6.2389	6.6577	0.1576
90	0	8.3237	5.2408	0.1426
91	0	7.4936	3.8910	0.2601

CONTROL POINT RESIDUALS

POINT	VX(m)	VY(m)	VZ(m)
4	0.0000	0.0003	0.0004
13	0.0000	0.0000	-0.0003
26	0.0010	-0.0003	-0.0002
41	-0.0004	0.0000	0.0001
43			-0.0001
48	-0.0005	0.0002	0.0003
62	0.0002	-0.0001	-0.0005
74	0.0000	0.0000	0.0004
81	-0.0002	-0.0003	-0.0003

CAMERA CALIBRATION

F= 59.9997 mm
CX= -0.1599 mm
CY= -0.0443 mm

A00= -0.2782E-01
A11= -0.9226E-03
B11= -0.3038E-03
A20= -0.1933E-03
A22= 0.3660E-04
B22= 0.2164E-04

A31= -0.4971E-05
 B31= -0.1938E-06
 A33= 0.9962E-06
 CALIBRATION RESIDUALS

F -3.03515089D-04 mm
 X 1.45527214D-04 mm
 Y -4.28170974D-03 mm

A00 -2.78208542D-02
 A11 -9.22611094D-04
 B11 -3.03755503D-04
 A20 -1.93275156D-04
 A22 3.65984692D-05
 B22 2.16363025D-05
 A31 -4.97132656D-06
 B31 -1.93777279D-07
 A33 9.96192999D-07

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PHOTO 1

OMEGA	7.4340D-04						
PHI	1.3097D-05	4.3429D-04					
KAPPA	-2.1421D-04	-3.2001D-05	1.6553D-04				
XC	-2.9678D-05	8.9005D-05	3.2161D-06	8.5986D-05			
YC	-9.2101D-05	1.5594D-06	1.6398D-05	-1.1069D-05	1.8744D-05		
ZC	-6.2759D-05	-1.8393D-05	1.9872D-05	7.2129D-05	-1.0168D-05	9.4715D-05	

VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PHOTO 2

OMEGA	3.2368D-03						
PHI	-8.2220D-05	1.4266D-03					
KAPPA	2.4680D-05	-6.1350D-05	4.9739D-05				
XC	-7.3391D-06	3.1752D-04	-1.4194D-05	7.5022D-05			
YC	-6.7385D-04	2.2047D-05	-5.4062D-06	3.4079D-06	1.4717D-04		
ZC	-3.2625D-04	-9.2500D-06	-8.6976D-07	-9.1986D-06	4.6996D-05	1.9637D-04	

VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PHOTO 3

OMEGA	1.0637D-03						
PHI	1.0162D-04	4.7435D-04					
KAPPA	3.3889D-04	-3.4603D-05	2.4635D-04				
XC	5.0303D-05	1.0649D-04	3.8540D-06	9.5177D-05			
YC	-1.4250D-04	-1.9463D-05	-3.2454D-05	6.6048D-06	2.6251D-05		
ZC	-4.3763D-05	1.7617D-05	-2.3602D-05	-6.3762D-05	-9.1759D-06	7.2936D-05	

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 1

XG	7.1328D-07			
YG	-1.8376D-08	5.7742D-07		
ZG	1.0028D-08	-2.1438D-07	1.5725D-06	

VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 2

XG	7.2038D-07			
YG	-1.9896D-08	6.4148D-07		
ZG	1.9095D-08	-2.6623D-07	1.6511D-06	

VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 3

XG	7.3160D-07			
YG	-1.9920D-08	6.9501D-07		
ZG	2.7234D-08	-3.1588D-07	1.7524D-06	

VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 4

XG	2.0548D-07			
----	------------	--	--	--

YG -1.0643D-09 1.0588D-07
ZG 2.5292D-09 -7.3202D-09 2.8241D-07
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 5

XG 7.6310D-07
YG 3.3220D-08 7.4043D-07
ZG 6.5507D-09 -3.6754D-07 1.9042D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 6

XG 7.7711D-07
YG 2.8715D-08 7.8452D-07
ZG 4.9675D-09 -4.0966D-07 2.0290D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 7

XG 8.0498D-07
YG 4.8696D-08 8.8744D-07
ZG -1.0295D-09 -4.6033D-07 2.1717D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 8

XG 7.1653D-07
YG 1.0884D-08 5.3368D-07
ZG 4.5164D-09 -2.0580D-07 1.5496D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 9

XG 7.5638D-07
YG 4.9120D-08 5.9032D-07
ZG 3.4435D-09 -2.3143D-07 1.5939D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 10

XG 7.9186D-07
YG 7.6197D-08 6.3717D-07
ZG 2.6637D-09 -2.5722D-07 1.6480D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 11

XG 8.0864D-07
YG 8.1690D-08 6.6678D-07
ZG 3.1604D-09 -2.8211D-07 1.7123D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 12

XG 8.0994D-07
YG 7.0568D-08 6.8594D-07
ZG 4.0382D-09 -3.0754D-07 1.7885D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 13

XG 2.3554D-07
YG 4.3964D-09 9.8772D-08
ZG 2.7627D-09 -4.9466D-09 2.6374D-07
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 14

XG 8.7143D-07
YG 6.5527D-08 6.0338D-07
ZG 1.3634D-08 -2.5606D-07 1.7174D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 15

XG 1.1074D-06
YG 1.6089D-07 8.3936D-07
ZG 1.9179D-08 -3.7129D-07 2.3214D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 16

XG 1.2414D-06
YG -2.0920D-07 7.5731D-07
ZG 1.1409D-06 -6.0578D-07 4.1300D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 17

XG 8.3061D-07
YG -6.3222D-09 5.0149D-07
ZG -1.2691D-08 -1.9382D-07 1.5587D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 18

XG 9.0132D-07
YG -1.0380D-08 5.0704D-07
ZG -1.3148D-08 -1.9927D-07 1.5930D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 19

XG 9.2325D-07
YG -1.3006D-08 5.1418D-07
ZG -6.4850D-09 -2.0280D-07 1.6222D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 20

XG 9.0613D-07
YG -1.1179D-08 5.2297D-07
ZG -1.4791D-09 -2.0473D-07 1.6464D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 21

XG 8.7385D-07
YG -4.3855D-09 5.3367D-07
ZG -3.8043D-09 -2.0583D-07 1.6733D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 22

XG 8.4875D-07
YG 7.1043D-09 5.4620D-07
ZG -1.4260D-08 -2.0747D-07 1.7086D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 23

XG 8.4394D-07
YG 1.9741D-08 5.6093D-07
ZG -2.5997D-08 -2.1140D-07 1.7654D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 24

XG 8.6269D-07
YG 3.0106D-08 5.7837D-07
ZG -2.8499D-08 -2.2030D-07 1.8570D-06
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 25

XG 9.1334D-07
YG 3.3373D-08 5.9928D-07
ZG -6.6346D-09 -2.3746D-07 2.0032D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 26

XG 3.2060D-07
YG 3.0070D-09 7.7153D-08
ZG 6.4068D-09 -3.1064D-09 2.8818D-07
VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 27

XG 8.9558D-07
 YG -1.0196D-07 5.5374D-07
 ZG 1.3498D-08 -1.3864D-07 1.5572D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 28

XG 8.7830D-07
 YG -7.5866D-08 5.4600D-07
 ZG 1.0116D-08 -1.2602D-07 1.6072D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 29

XG 8.6478D-07
 YG -4.5388D-08 5.3732D-07
 ZG 5.9779D-09 -1.1198D-07 1.6709D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 30

XG 8.6771D-07
 YG -1.9052D-08 5.3292D-07
 ZG 3.6607D-09 -9.7884D-08 1.7509D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 31

XG 8.9577D-07
 YG -2.6641D-09 5.3608D-07
 ZG 5.3855D-09 -8.5617D-08 1.8532D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 32

XG 9.5776D-07
 YG 1.2162D-09 5.4913D-07
 ZG 1.0795D-08 -7.4200D-08 1.9771D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 33

XG 1.0776D-06
 YG -1.6971D-08 5.7584D-07
 ZG 2.2486D-08 -6.6127D-08 2.1343D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 34

XG 7.1757D-07
 YG -2.4847D-08 5.1704D-07
 ZG 4.7224D-09 -1.7032D-07 1.4893D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 35

XG 7.5910D-07
 YG -7.3068D-08 5.6834D-07
 ZG 9.9006D-09 -1.6179D-07 1.4842D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 36

XG 7.9542D-07
 YG -1.0755D-07 6.0696D-07
 ZG 1.2928D-08 -1.5014D-07 1.4943D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 37

XG 8.1443D-07
 YG -1.1521D-07 6.1837D-07
 ZG 1.4183D-08 -1.3496D-07 1.5195D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 38

XG 8.1797D-07
 YG -9.8241D-08 6.0562D-07
 ZG 1.5367D-08 -1.1732D-07 1.5626D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 39

XG 8.1677D-07
 YG -6.6908D-08 5.7885D-07
 ZG 1.8733D-08 -9.8943D-08 1.6263D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 40

XG 8.2346D-07
 YG -3.4532D-08 5.5245D-07
 ZG 2.4818D-08 -8.0007D-08 1.7117D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 41

XG 2.5901D-07
 YG -8.4239D-10 4.8772D-08
 ZG 2.5209D-09 -1.1051D-09 2.7016D-07
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 42

XG 7.8065D-07
 YG -5.1553D-08 6.7148D-07
 ZG -1.5146D-08 -3.3582D-08 1.6466D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 43

XG 7.1180D-07
 YG 1.1971D-08 5.2745D-07
 ZG -9.0132D-10 -2.6525D-08 2.3915D-07
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 44

XG 7.1652D-07
 YG 2.3667D-08 6.2818D-07
 ZG -1.4342D-08 -1.4398D-07 1.4629D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 45

XG 7.2568D-07
 YG 3.0442D-08 6.7359D-07
 ZG -2.1017D-08 -1.2126D-07 1.4683D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 46

XG 7.3933D-07
 YG 3.3903D-08 6.5471D-07
 ZG -2.7142D-08 -9.1764D-08 1.4932D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 47

XG 7.5697D-07
 YG 3.4317D-08 5.9775D-07
 ZG -3.2568D-08 -5.5108D-08 1.5382D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 48

XG 2.1520D-07
 YG 1.3240D-09 4.2439D-08
 ZG -2.0778D-09 -1.3317D-10 2.5345D-07
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 49

XG 8.4971D-07
 YG 1.1868D-07 6.4069D-07
 ZG -5.3396D-08 -8.4645D-08 1.5329D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 50

XG 8.5670D-07
 YG 8.5759D-08 5.8721D-07
 ZG -5.6712D-08 -4.9657D-08 1.5823D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 51

XG 8.6679D-07
 YG 5.1936D-08 5.4230D-07
 ZG -5.8442D-08 -1.1341D-08 1.6451D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 52

XG 8.8523D-07
 YG 3.1006D-08 5.3272D-07
 ZG -6.2941D-08 2.1719D-08 1.7240D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 53

XG 1.4535D-06
 YG -3.3712D-09 7.6226D-07
 ZG -1.7635D-07 3.9890D-08 1.8382D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 54

XG 7.7991D-07
 YG 4.2299D-08 5.1892D-07
 ZG -1.6626D-08 -1.7315D-07 1.5018D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 55

XG 8.6340D-07
 YG 1.1055D-07 5.7244D-07
 ZG -3.0356D-08 -1.6288D-07 1.4952D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 56

XG 9.2570D-07
 YG 1.5797D-07 6.1421D-07
 ZG -4.1680D-08 -1.4989D-07 1.5020D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 57

XG 9.5935D-07
 YG 1.7216D-07 6.2776D-07
 ZG -4.9435D-08 -1.3347D-07 1.5210D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 58

XG 9.6879D-07
 YG 1.5727D-07 6.1642D-07
 ZG -5.3172D-08 -1.1258D-07 1.5502D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 59

XG 9.6629D-07
 YG 1.2497D-07 5.9009D-07
 ZG -5.3087D-08 -8.8255D-08 1.5893D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 60

XG 9.6525D-07
 YG 8.6674D-08 5.6117D-07
 ZG -5.0204D-08 -6.0855D-08 1.6336D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 61

XG 9.7500D-07
 YG 5.3059D-08 5.4028D-07
 ZG -4.6491D-08 -3.2505D-08 1.6836D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 62

XG 1.9238D-07
 YG 1.3180D-09 4.5093D-08
 ZG 1.0026D-09 -4.2361D-10 3.3542D-07
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 63

XG 1.0620D-06
 YG 1.2542D-07 5.6253D-07
 ZG -1.8194D-08 -1.4882D-07 1.6279D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 64

XG 2.9342D-06
 YG -9.0861D-08 9.2268D-07
 ZG 2.7800D-06 -2.0333D-07 6.0957D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 65

XG 8.1496D-07
 YG -4.1685D-10 4.9885D-07
 ZG -1.3638D-08 -1.8555D-07 1.5418D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 66

XG 9.4874D-07
 YG 1.0881D-08 5.0438D-07
 ZG -2.8776D-08 -1.9282D-07 1.5873D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 67

XG 1.0388D-06
 YG 2.0007D-08 5.1280D-07
 ZG -3.1874D-08 -2.0074D-07 1.6294D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 68

XG 1.0700D-06
 YG 2.4727D-08 5.2379D-07
 ZG -2.3167D-08 -2.0750D-07 1.6641D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 69

XG 1.0193D-06
 YG 1.5260D-08 5.5449D-07
 ZG 1.5166D-08 -2.2411D-07 1.7365D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 70

XG 9.8993D-07
 YG -1.3039D-09 5.7671D-07
 ZG 5.4404D-08 -2.4376D-07 1.8153D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 71

XG 9.9535D-07
 YG -3.1144D-08 6.0620D-07
 ZG 1.3530D-07 -2.8175D-07 1.9657D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 72

XG 1.0705D-06
 YG -8.2999D-08 6.4620D-07
 ZG 2.9961D-07 -3.5061D-07 2.2395D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 73

XG 2.5430D-06
 YG -4.9246D-07 1.0242D-06
 ZG 2.6651D-06 -9.0549D-07 6.0774D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 74

XG 1.5810D-07
 YG -9.8420D-10 6.7403D-08
 ZG 1.0005D-08 -2.5180D-09 3.3896D-07
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 75

XG 9.8984D-07
 YG -7.3530D-08 5.9618D-07
 ZG 4.2170D-08 -2.6735D-07 1.7972D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 76

XG 9.6071D-07
 YG -5.7863D-08 6.2002D-07
 ZG 7.0545D-08 -2.9831D-07 1.8979D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 77

XG 9.3079D-07
 YG -4.8822D-08 6.5472D-07
 ZG 1.0940D-07 -3.3649D-07 2.0163D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 78

XG 9.1380D-07
 YG -5.4275D-08 7.0528D-07
 ZG 1.6054D-07 -3.8398D-07 2.1577D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 79

XG 9.2074D-07
 YG -7.9513D-08 7.7515D-07
 ZG 2.2331D-07 -4.4292D-07 2.3287D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 80

XG 9.6637D-07
 YG -1.3190D-07 8.7097D-07
 ZG 3.0099D-07 -5.2076D-07 2.5497D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 81

XG 1.6441D-07
 YG -4.6331D-09 1.1090D-07
 ZG 8.5929D-09 -3.1473D-09 3.3468D-07
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 82

XG 7.6493D-07
 YG -4.0014D-08 5.3454D-07
 ZG 8.5836D-09 -2.0564D-07 1.5620D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 83

XG 8.3053D-07
 YG -8.3124D-08 5.8527D-07
 ZG 2.0130D-08 -2.3173D-07 1.6261D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 84

XG 8.7590D-07
 YG -1.0725D-07 6.2551D-07
 ZG 3.1947D-08 -2.5778D-07 1.7064D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 85

XG 8.9493D-07
 YG -1.0819D-07 6.5241D-07
 ZG 4.5371D-08 -2.8568D-07 1.8039D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 86

XG 8.9401D-07
 YG -9.3360D-08 6.7561D-07
 ZG 6.4631D-08 -3.1960D-07 1.9235D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 87

XG 8.8512D-07
 YG -7.6235D-08 7.0848D-07
 ZG 9.1562D-08 -3.6124D-07 2.0642D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 88

XG 1.9468D-06
 YG -3.4057D-07 1.8296D-06
 ZG 1.8422D-07 -7.1174D-07 3.5007D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 89

XG 2.3682D-06
 YG -7.2413D-07 2.3368D-06
 ZG 3.7227D-07 -9.2410D-07 3.9536D-06
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 90

XG 8.2656D-07
 YG -9.6317D-08 7.9933D-07
 ZG 5.4249D-08 -3.3027D-07 2.0286D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR PASS POINT 91

XG 1.4206D-06
 YG 1.6657D-07 7.4416D-07
 ZG -8.6804D-07 -5.2485D-07 3.7256D-06

VAR.-COVAR. MATRICES USING THE A PRIORI VARIANCE OF UNIT WEIGHT
 VARIANCE-COVARIANCE MATRIX FOR CAMERA CALIBRATION

F 9.9997D-05
 CX -7.6001D-10 9.7498D-05
 CY -8.0019D-09 4.5233D-07 9.8287D-05
 A00 1.6164D-06 9.4291D-07 6.9438D-07 1.9434D-06
 A11 -2.5812D-10 -2.7697D-07 -3.7921D-08 -7.6477D-07 1.3174D-06
 B11 -3.4514D-10 -6.7262D-09 -5.5968D-08 -7.5959D-08 1.3398D-07 7.3223D-08
 A20 -1.4149D-10 6.3178D-08 -2.1464D-08 -7.7499D-08 -4.7225D-08 -6.1050D-09 1.8214D-08
 A22 -5.1659D-12 2.5661D-08 -1.4104D-09 3.9861D-08 -8.5918D-08 -5.3600D-09 4.1602D-09
 6.7462D-09
 B22 2.5255D-11 8.5357D-09 4.7366D-09 8.0446D-09 -1.7476D-08 -6.2884D-09 5.7302D-10 6.9294D-
 10
 1.4113D-09
 A31 -1.5187D-11 -2.4957D-09 5.1221D-10 2.7067D-09 3.7841D-09 3.8181D-10 -8.4930D-10 -
 3.3732D-10
 -4.5612D-11 4.5976D-11
 B31 -2.0799D-14 -1.0958D-09 6.1514D-10 -4.4136D-10 9.2771D-10 2.2548D-10 -5.3220D-12 -
 2.7124D-11
 -1.0480D-10 1.1694D-12 9.9404D-12
 A33 5.5486D-12 -6.9993D-10 -1.6290D-10 -1.5848D-09 1.8127D-09 4.3234D-11 3.8013D-11 -
 1.5043D-10
 -5.4326D-12 1.5026D-12 1.9261D-13 5.4004D-12

ANEXO B.8

**LISTA DE CORRESPONDÊNCIA ENTRE OS PONTOS DO PROGRAMA E OS
PONTOS PADRÃO**

LISTAGEM DOS PONTOS DO TESTE COM 3 FOTOS

NO PROG. NO CAMPO DE TESTE

1	1
2	2
3	3
4	4
5	9
6	10
7	11
8	15
9	16
10	17
11	18
12	19
13	20
14	25
15	26
16	27
17	28
18	29
19	30
20	31
21	32
22	33
23	34
24	35
25	36
26	37
27	38
28	39
29	40
30	41
31	42
32	43
33	44
34	45
35	46
36	47
37	48
38	49
39	50
40	51
41	52
42	57
43	59
44	60
45	61
46	62
47	63
48	64
49	67
50	68
51	69
52	70
53	71
54	74
55	75
56	76
57	77
58	78
59	79
60	80
61	81
62	82
63	86
64	87
65	88

66	89
67	90
68	91
69	93
70	94
71	95
72	96
73	97
74	98
75	99
76	100
77	101
78	102
79	103
80	104
81	105
82	106
83	107
84	108
85	109
86	110
87	111
88	112
89	113
90	116
91	92