

INFLUÊNCIA DE INJUNÇÕES DE ESTABILIDADE DA ORIENTAÇÃO RELATIVA NA AUTOCALIBRAÇÃO DE UM ARRANJO DUAL DE CÂMARAS

MARCUS VINÍCIUS ANTUNES DE MORAES ⁽¹⁾

ANTONIO MARIA GARCIA TOMMASELLI ⁽²⁾

Universidade Estadual Paulista - Unesp
Faculdade de Ciências e Tecnologia - FCT

⁽¹⁾Bolsista IC-CNPq

⁽²⁾Departamento de Cartografia, Presidente Prudente - SP
antunesdemoraes@gmail.com, tomaseli@fct.unesp.br

RESUMO – A utilização de arranjos de câmaras digitais, a fim de aumentar a área de imageamento, tem se mostrado uma alternativa viável do ponto de vista prático e econômico. Os bons resultados alcançados com sistemas dessa natureza requerem a calibração rigorosa das câmaras, que pode ser realizada câmara à câmara, ou de forma simultânea, com a adoção de injunções de estabilidade da orientação relativa entre as câmaras. Esta abordagem foi testada experimentalmente, variando-se o tipo e o peso das injunções de estabilidade. Foram realizados experimentos com um par de câmaras FujiFilm FinePix S3Pro, utilizando-se um conjunto de 7 injunções mínimas nos pontos no espaço objeto, caracterizando a solução como autocalibração. O controle de qualidade dos resultados foi feito com distâncias medidas no espaço objeto, concluindo-se que as injunções de estabilidade funcionam, mas proporcionam resultados de mesma qualidade que a calibração simultânea das câmaras.

Palavras chave: Fotogrametria, Calibração de Câmaras Câmara Dual.

ABSTRACT – The use of multiple digital cameras to increase the imaging area has been considered a viable practical and economical alternative. The good results achieved with these systems require accurate calibration of the cameras that can be performed for each single camera, with simultaneous bundle adjustment, or even using constraints on the stability of the relative orientation between the cameras. This approach has been tested experimentally, varying the type and weight of stability constraints. Experiments were carried out with a pair of cameras FujiFilm FinePix S3Pro, using a set of seven minimum constraints in the object space, characterizing this solution as self calibrating bundle adjustment. Quality control of results was done with distances measured in the object space, concluding that the stability constraints are successful, but providing the same quality results that the simultaneous calibration of the cameras.

Key words: Photogrammetry, Camera Calibration, Dual Head Camera.

1 INTRODUÇÃO

Um sistema dual de câmaras convergentes pode ser construído pela adaptação de câmaras de médio formato, originalmente destinadas a uso profissional, para fins fotogramétricos. No caso em estudo, este sistema é composto por duas câmaras Fuji FinePix S3 Pro dispostas de forma oblíqua, sendo que as imagens tomadas com cada uma das câmaras podem ser trianguladas em faixas independentes ou retificadas e fundidas para gerar uma única imagem virtual com maior área de recobrimento (LOPES, 2010).

O processo de geração da imagem de maior dimensão exige a retificação prévia das imagens de cada câmara. Para isto deve-se conhecer os parâmetros de orientação interior de cada uma das câmaras, bem como

os parâmetros de orientação relativa entre elas, para a retificação em um sistema intermediário (plataforma) e posterior fusão para a geração da imagem virtual.

Devido à grande acurácia dos parâmetros de orientação interior e relativa exigidos para a fusão das imagens das câmaras, o processo de calibração do arranjo dual de câmaras deve ser realizado de forma a modelar, com o maior rigor possível, os parâmetros de orientação interior e a orientação relativa entre as câmaras. Neste sentido, foi proposto o uso o uso de injunções de estabilidade na orientação relativa entre as câmaras com o objetivo de melhorar os resultados da calibração, e permitir a geração de imagens virtuais com maior qualidade (Tommaselli et al, 2010).

2 OBJETIVO

O presente trabalho tem por objetivos apresentar uma técnica de calibração que utiliza injunções de estabilidade da orientação relativa entre as câmaras de um arranjo dual e analisar a influência desta técnica nos resultados do processo de autocalibração.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A calibração de uma câmara visa determinar o valor numérico e a confiabilidade dos parâmetros de orientação interior necessários para a reconstrução do feixe perspectivo que deu origem à imagem, sendo eles a distância focal, as coordenadas do ponto principal, os parâmetros de distorção das lentes e os coeficientes de afinidade (BROWN, 1966; ANDRADE, 2003).

Ao longo dos anos, diversos métodos de calibração foram propostos por diferentes autores, sendo, em geral divididos em três categorias. Os métodos de laboratório, como multicolimador e goniômetro, são geralmente utilizados pelos fabricantes por serem obtidos em condições controladas (ANDRADE, 2003). Os métodos de campo têm como vantagem a calibração da câmara em condições (temperatura, pressão, umidade relativa entre outros) próximas às de uso, que, na maioria das vezes, diferem das condições do laboratório. Existe ainda o método estelar que se trata de uma adaptação dos métodos de campo, onde os pontos observados são as estrelas.

O modelo matemático utilizado se baseia nas equações de colinearidade acrescidas dos parâmetros de distorção das lentes propostos por Brown (Eq. 1).

$$\begin{aligned}
 F_1 &= x_f - x_0 - [(k_1 r^2 + k_2 r^4 + k_3 r^6)(x - x_0)] \\
 &\quad - [P_1(r^2 + 2(x - x_0)^2) + 2P_2(x - x_0)(y - y_0)] \\
 &\quad + f \frac{m_{11}(X - X_0) + m_{12}(Y - Y_0) + m_{13}(Z - Z_0)}{m_{31}(X - X_0) + m_{32}(Y - Y_0) + m_{33}(Z - Z_0)} \\
 F_2 &= y_f - y_0 - [(k_1 r^2 + k_2 r^4 + k_3 r^6)(y - y_0)] \\
 &\quad - [P_2(r^2 + 2(y - y_0)^2) + 2P_1(y - y_0)(x - x_0)] \\
 &\quad + f \frac{m_{21}(X - X_0) + m_{22}(Y - Y_0) + m_{23}(Z - Z_0)}{m_{31}(X - X_0) + m_{32}(Y - Y_0) + m_{33}(Z - Z_0)}
 \end{aligned} \tag{1}$$

onde,

(x_f, y_f) são as coordenadas imagem do ponto;

(X, Y, Z) são as coordenadas do ponto no espaço objeto;

m_{ij} elementos da matriz de rotação;

(x_0, y_0) coordenadas do ponto principal;

k_1, k_2, k_3 e P_1, P_2 coeficientes das distorções radial simétrica e descentrada, respectivamente;

f a distância focal gaussiana equivalente.

A distância focal gaussiana pode ser definida como aquela que atende à equação das lentes para um objeto situado no infinito. O ponto principal é definido como o pé da perpendicular ao plano do sensor que passa pelo ponto nodal posterior. As distorções das lentes podem ser separadas em distorção radial simétrica e distorção descentrada. A primeira é causada por imperfeições no processo de confecção das lentes que compõem o

conjunto de lentes e a segunda é decorrente do não alinhamento dos eixos óticos dessas diversas lentes (BROWN, 1966).

Para cada ponto observado, serão definidas duas equações, segundo o modelo de colinearidade. No processo de autocalibração todos os elementos das equações são tratados como parâmetros incógnitos. As coordenadas imagens de todos os pontos medidos são observações com um erro associado, e apenas 7 injunções mínimas são introduzidas para definir um referencial. No caso em estudo optou-se por fixar as coordenadas de 3 pontos de apoio próximos. Esta ausência de abundância de pontos de controle caracteriza o processo de autocalibração. O fato de não considerar as coordenadas no espaço objeto evita que os erros no levantamento destes pontos se propaguem para os parâmetros que se quer calcular, ou seja a câmara deve ser calibrada apenas com a rede definida pelos feixes de raios, com o mínimo de informação de controle externo, apenas a escala. Diversos são os pontos imagem medidos para a calibração, resultando em um sistema super abundante que é solucionado pelo Método dos Mínimos Quadrados.

Além da determinação dos parâmetros de orientação interior de ambas as câmaras, o processo de calibração de um sistema de câmaras tem por objetivo a determinação da posição relativa entre elas. Nesse sentido, adotando-se o centro perspectivo da esquerda como origem para o sistema de coordenadas da orientação relativa, faz-se necessário a determinação de $(\theta_x, \theta_y, \theta_z)$ e (b_x, b_y, b_z) , onde os primeiros são as rotações que tornam ambos os eixos óticos paralelos (eq. 2), e os demais são os elementos da base que definem a separação entre os centros perspectivos das câmaras.

A hipótese da estabilidade dos parâmetros de orientação relativa, permite estabelecer restrições adicionais a serem impostas ao sistema não linear, originado pelas Equações (1). Estas restrições consideram que a matriz de rotação relativa e a distância de base entre os pontos nodais das câmaras são estáveis, exceto por uma pequena variação randômica. Com isto, podem ser estabelecidas as Equações (2). Considerando as propriedades das matrizes de rotação, existem apenas 3 equações independentes, que são desenvolvidas na forma apresentada nas Equações (3), (4) e (5), além das equações de distância estável (Eq. 6), que são introduzidas em forma de injunções relativas (BAZAN et al, 2009).

$$R_{RO} = R_1 (R_2)^{-1} \tag{2}$$

$$R'_{RO} - R'^{t+1}_{RO} = 0 \tag{3.a} \quad D_t^2 - D_{t+1}^2 = 0 \tag{3.b}$$

$$G_1 = (r'_{31} r'_{11} + r'_{22} r'_{12} + r'_{13} r'_{23})^t - (r'_{31} r'_{11} + r'_{22} r'_{12} + r'_{13} r'_{23})^{t+1} \tag{4}$$

$$G_2 = (r'_{31} r'_{11} + r'_{32} r'_{12} + r'_{33} r'_{13})^t - (r'_{31} r'_{11} + r'_{32} r'_{12} + r'_{33} r'_{13})^{t+1} \tag{5}$$

$$G_3 = (r'_{31} r'_{21} + r'_{32} r'_{22} + r'_{33} r'_{23})^t - (r'_{31} r'_{21} + r'_{32} r'_{22} + r'_{33} r'_{23})^{t+1} \tag{6}$$

$$G_4 = [(X_0^{2(t)} - X_0^{1(t)})^2 + (Y_0^{2(t)} - Y_0^{1(t)})^2 + (Z_0^{2(t)} - Z_0^{1(t)})^2] - [(X_0^{2(t+1)} - X_0^{1(t+1)})^2 + (Y_0^{2(t+1)} - Y_0^{1(t+1)})^2 + (Z_0^{2(t+1)} - Z_0^{1(t+1)})^2] = 0 \tag{7}$$

onde, R_1 e R_2 são as matrizes de rotação dos POE das câmaras 1 e 2, R_{RO}^1 e R_{RO}^{t+1} são as matrizes de rotação dos parâmetros de orientação relativa entre as câmaras nos instantes t e $t+1$, e D_t^2 e D_{t+1}^2 são os quadrados das distâncias entre os CP's também nos instantes t e $t+1$; G_1 , G_2 , G_3 são 3 equações independentes derivadas das equações 3.b e G_4 é a equação de estabilidade da distância de base.

As equações 9 permitem o cálculo das componentes de base (b_x , b_y e b_z) a partir das coordenadas dos centros perspectivos das câmaras 1 e 2 e da matriz de rotação da câmara 1. Marcato et al (2010) implementaram as injunções de estabilidade nas componentes de base, por meio das equações (9). Estas restrições partem do pressuposto que as componentes da base são estáveis, exceto por uma pequena variação randômica.

$$\begin{bmatrix} b_x \\ b_y \\ b_z \end{bmatrix} = R^1 \begin{bmatrix} X_0^2 - X_0^1 \\ Y_0^2 - Y_0^1 \\ Z_0^2 - Z_0^1 \end{bmatrix} \quad (8)$$

$$\begin{bmatrix} b_x \\ b_y \\ b_z \end{bmatrix}^{(t)} - \begin{bmatrix} b_x \\ b_y \\ b_z \end{bmatrix}^{(t+1)} = 0 \quad (9)$$

onde, b_x , b_y e b_z são as componentes de base X_0 , Y_0 , Z_0 as coordenadas dos CP's das câmaras 1 e 2 conforme o índice.

4 MÉTODO

No mês de março de 2010 foi realizada uma coleta de imagens no campo de calibração da FCT com a finalidade de calibrar o sistema dual de câmaras convergentes. Em seguida, realizou-se a medição das fotocoordenadas dos pontos no aplicativo MID (Monocomparador de Imagens Digitais), e a filtragem para eliminação dos pontos espúrios. O MID permite a medição interativa de alvos pré-sinalizados, com o cálculo do centróide de alvos circulares com precisão sub-pixel. Assim, obteve-se um conjunto de observações que foi utilizado em todos os experimentos, variando-se somente as injunções de estabilidade da Orientação Relativa.

O software de calibração de câmaras utilizado foi o CMC (Calibração MultiCâmaras), baseado nas equações (1), e em injunções de orientação relativa (BAZAN, 2009). O CMC utiliza o método combinado de ajustamento para a estimação dos parâmetros, no qual as observações e as incógnitas são relacionadas da forma (Eq. 10), onde X_a e L_a são os parâmetros e as observações ajustadas, respectivamente.

$$F(X_a, L_a) = 0 \quad (10)$$

Experimentos anteriores com calibração, considerando os mesmos dados, mostraram que a qualidade dos pontos de apoio utilizados ($\sigma_{xyz} \pm 3$ mm) não era suficiente para determinar de modo conclusivo a viabilidade do uso de injunções de orientação relativa. Foi, então, adotada a estratégia de autocalibração,

definindo-se um sistema de coordenadas no espaço objeto com informações mínimas, ou seja, sete injunções. A utilização de injunções mínimas foi uma estratégia adotada para não propagar o erro do apoio topográfico existente aos parâmetros a serem estimados no ajustamento. Para a definição do sistema considerou-se o ponto 61 como origem do sistema, as coordenadas x e y dos pontos 62 e 51, respectivamente, iguais às da origem e suas coordenadas y e x foram adotadas como sendo a medida obtida com uso de um paquímetro de precisão (Figura 1).

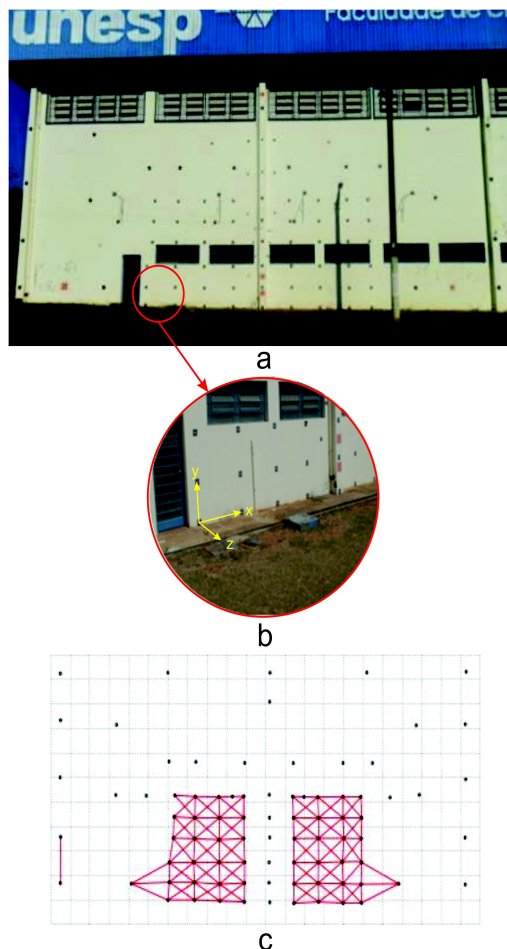


Figura 1: (a) Campo de calibração da FCT); (b) Sistema de coordenadas do espaço objeto (centro); (c) Distâncias medidas com uso do paquímetro para o controle de qualidade.

O controle de qualidade adotado para os experimentos se baseia na avaliação dos desvios-padrão dos parâmetros de orientação interior, valores dos sigma a posteriori, obtidos ajustamento, e em um controle de escala realizado por comparação das distâncias entre pontos, calculadas a partir das coordenadas estimadas na calibração e das distâncias medidas diretamente na parede de calibração com uso de um paquímetro de resolução de 0,02mm.

Para o cálculo das distâncias e a estatística desses conjuntos de dados foi utilizado o *cq_dist*, que é um

módulo de controle de qualidade com base em distâncias tridimensionais, desenvolvido pelo Prof. Dr. Maurício Galo.

5 EXPERIMENTOS

Os experimentos realizados procuram avaliar o efeito da adoção de injunções relativas de estabilidade dos parâmetros de orientação relativa, modificando-se apenas a variação admitida nos parâmetros, para cada experimento.

Os experimentos foram separados em três grupos, de acordo com o tipo de injunção de estabilidade adotado. No primeiro grupo não foram adotadas restrições na orientação relativa (OR), tendo sido realizadas as calibrações de cada uma das câmaras separadamente e conjuntamente, mas sem injunção de estabilidade da OR (Tabela 1)

Exp.	Restrição de orientação relativa	Varição angular admitida nos parâmetros angulares de OR	Varição admitida na distância de base (mm)	Varição admitida nas componentes de base (mm)
A	Calibração individual	-	-	-
B	Não	-	-	-

Tabela 1: Experimentos sem restrição de OR.

Nos dois grupos seguintes foram adotadas injunções de estabilidade, em um dos grupos na distância de base (equações 4, 5, 6 e 7), e no outro nas componentes de base (equações 4, 5, 6 e 9). Foram admitidas variações nos parâmetros lineares e angulares, como descritos nas Tabelas 2 e 3.

Exp.	Restrição de orientação relativa	Varição angular admitida nos parâmetros angulares de OR	Varição admitida na distância de base (mm)	Varição admitida nas componentes de base (mm)
C	H	Sim	1"	0,5 1,0
D	I	Sim	10"	0,5 1,0
E	J	Sim	15"	0,5 1,0
F	K	Sim	30"	0,5 1,0
G	L	Sim	1'	0,5 1,0

Tabela 2: Experimentos com injunção de estabilidade da distância de base.

Exp.	Restrição de orientação relativa	Varição angular admitida nos parâmetros angulares de OR	Varição admitida na distância de base (mm)	Varição admitida nas componentes de base (mm)
M	R	Sim	1"	- 0,5 1,0
N	S	Sim	10"	- 0,5 1,0
O	T	Sim	15"	- 0,5 1,0
P	U	Sim	30"	- 0,5 1,0
Q	V	Sim	1'	- 0,5 1,0

Tabela 3: Experimentos com injunção de estabilidade nas componentes de base.

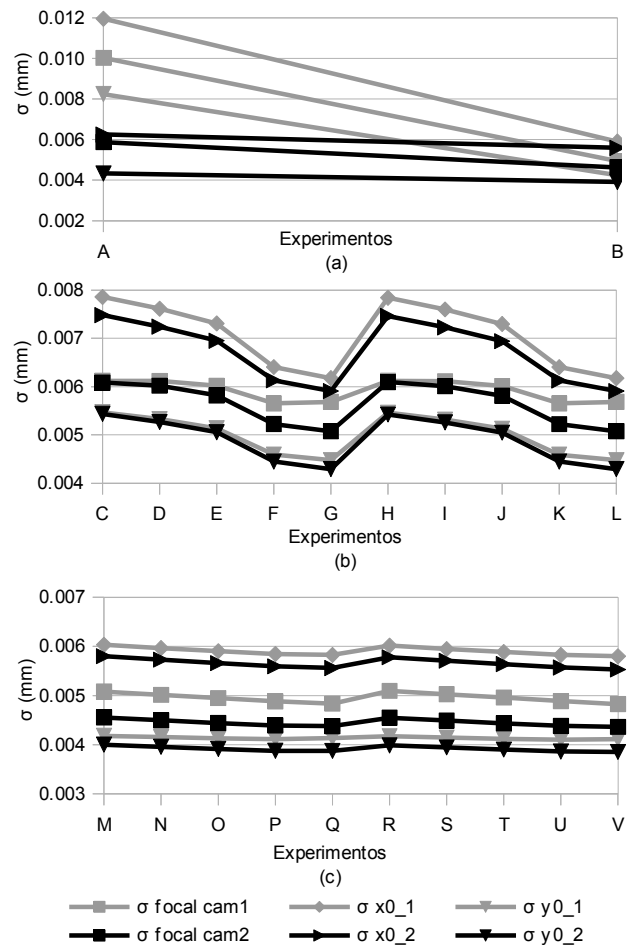


Figura 2: Desvio-padrão dos parâmetros de orientação interior dos experimentos (a) sem restrições de orientação, (b) com injunção de distância de base e (c) com injunção da componentes de base.

Os gráficos apresentados na Figura 2 apresentam as variações nos desvios padrão estimados de alguns dos parâmetros de orientação interior, para os diferentes grupos de experimentos. Da análise das estatísticas referentes aos parâmetros de orientação interior dos experimentos realizados (Figura 2), fica evidente o ganho substancial na precisão da estimação dos parâmetros propiciada pela adoção de injunções de estabilidade das componentes de base (Fig. 2.c) ao invés de usar apenas a estabilidade na distância de base (Fig 2b). Além dos desvio-padrão dos parâmetros nesses experimentos serem numericamente menores, indicando maior confiabilidade, pode-se notar uma maior uniformidade dos valores. Nos experimentos G, L, Q e V são obtidos os melhores resultados, todos comparáveis aos obtidos no experimento B onde não há adoção de injunções de estabilidade, mas apenas o ajuste simultâneo de todas as imagens tomadas com as duas câmaras.

As tendências dos valores se mantiveram com a adoção de variações nos parâmetros lineares de 1,0 ou 0,5mm, sendo possível inferir destes resultados que as diferentes variações admitidas nos parâmetros angulares

têm maior influência no resultado da calibração. Tal afirmação é válida principalmente no caso dos experimentos com injeção de distância de base, pois a variação da dimensão do vetor distância é muito pequena. No entanto, neste caso, a orientação do vetor pode variar bastante, pois o que está fixado é a distância de base e, portanto, as rotações podem variar para atender esta restrição. Isto já não acontece quando adotam-se as injeções de estabilidade diretamente sobre as componentes da base.

A redução do valor do sigma posteriori (Figura 3) nos experimentos com restrições de orientação relativa aplicada às distâncias de base estão de acordo com os menores desvios-padrão dos parâmetros de orientação interior observados nos mesmos experimentos. Verifica-se que o sigma a posteriori aumenta ao introduzir injeções angulares com variações menores, quando usa-se apenas a injeção de estabilidade de distância de base, pois isto provoca o aumento dos resíduos nas coordenadas imagem.

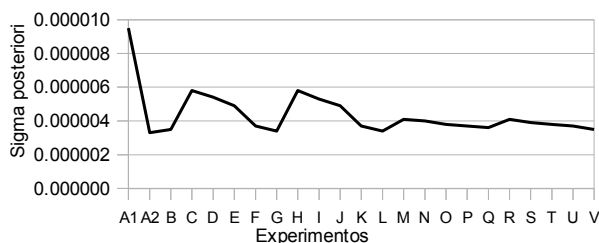


Figura 3: Sigma posteriori dos experimentos de autocalibração.

O controle de qualidade por comparação de distâncias permite identificar possíveis variações de escala causadas pelo uso de injeções. A comparação entre as distâncias calculadas com base nas coordenadas estimadas na calibração com suas correspondentes medidas diretamente na parede de calibração permitiu o cálculo de estatísticas como a média das discrepâncias, os menores e maiores valores e o erro médio quadrático, como mostrados na Figura 4.

Analisando os resultados do controle de qualidade por comparação de distâncias (Fig. 4), pode-se notar pela média das discrepâncias (Fig. 4b) um erro sistemático em escala, crescente com o aumento da variação admitida nos parâmetros angulares da orientação relativa. Em geral, os resultados são muito próximos, mesmo nos casos onde não se considerou restrições de orientação relativa. Mesmo com estas variações, é possível destacar os menores resíduos máximos nos experimentos O e T, nos quais foram utilizadas injeções de estabilidade nas componentes de base da orientação relativa. Considerando como critério de avaliação a raiz do erro médio quadrático (REMQ) os experimentos C, E, J e V apresentam resultados comparáveis aos obtidos na calibração sem injeção (experimento B). A vantagem da adoção de injeções de estabilidade, neste caso, fica por

conta dos menores resíduos máximos e mínimos, que podem ser observados principalmente no experimento C.

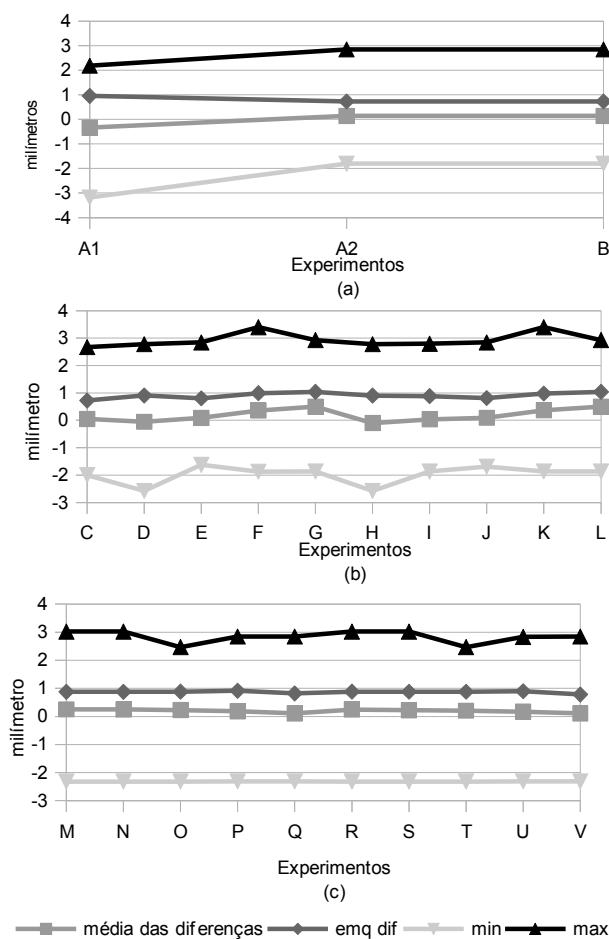


Figura 4: Controle de qualidade por comparação de distâncias: (a) experimentos sem restrições de orientação relativa; (b) com injeções de distância de base e (c) com injeções de componentes de base.

Pode-se observar que a variabilidade das componentes de base calculadas no experimento A (calibração em separado de cada câmara, Fig. 5a) é muito grande (100mm, para b_y), reduzindo-se ao ajustar simultaneamente as observações das imagens tomadas com as duas câmaras (Exp. B, Fig. 5a). Como esperado, esta variabilidade é reduzida ao introduzir as injeções de estabilidade da orientação relativa. Observa-se, ainda, que os maiores desvios-padrão das componentes de base calculadas são em b_y , quando não são usadas as restrições de estabilidade. Ao impor as injeções de estabilidade da OR, as maiores variações ocorrem em b_z . Verifica-se, ainda, que impor variações angulares pequenas implica em aumentar o desvio-padrão das componentes calculadas, particularmente quando se usa a injeção de estabilidade da distância de base. Os melhores resultados foram obtidos com utilização das injeções de componentes de base (Fig. 5.c), em particular, o

experimento Q (variações nas componentes de base de 0,5mm e nos ângulos de 1').

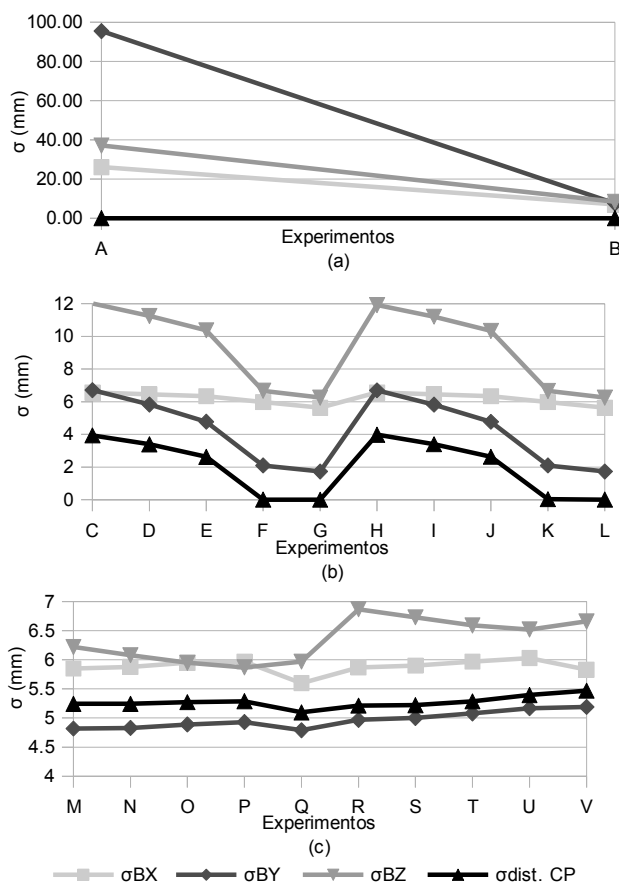


Figura 5: Desvios padrão das componentes e da distância de base para os experimentos, calculadas a partir dos POE estimados (a) sem restrições de orientação relativa, (b) com injeção de distância de base e (c) com injeções de componentes de base.

CONCLUSÕES

Analisando cada um dos critérios de avaliação da qualidade separadamente, iniciando pelos desvios-padrão dos parâmetros de orientação interior (Fig. 2), pode-se destacar os resultados significativamente melhores quando são adotadas injeções de estabilidade nas componentes de base, em especial os experimentos Q e V (Fig. 2c) que apresentam os menores resíduos para todos os parâmetros. O uso de restrições de estabilidade da orientação relativa, aplicadas à distância de base, provoca erros sistemáticos que são inversamente proporcionais à variação angular admitida.

Na Figura 3, onde são apresentados os resultados referentes à análise do sigma a posteriori, pode-se verificar o que foi afirmado anteriormente.

Pela análise dos resultados dos diversos experimentos realizados, do ponto de vista do controle de qualidade de distância, é possível concluir que a adoção de injeções de estabilidade nos parâmetros de orientação relativa teve influência favorável, embora de pequena

magnitude, na qualidade da calibração. Nos experimentos onde foram utilizadas as restrições de orientação na distância de base e injeções com grandes desvios-padrão (grandes variações admitidas), observou-se a introdução de um erro sistemático de escala nas imagens (experimentos G e L).

É possível afirmar que a aplicação das injeções de estabilidade nas componentes de base permitem resultados melhores que apenas a injeção de estabilidade na distância de base, principalmente no que diz respeito à estimação dos parâmetros de orientação relativa, com a admissão de pequenas variações nos parâmetros lineares (Fig. 5.c).

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J. B. de. **Fotogrametria**. Curitiba: SBEE, 2003. 274 p.
- BAZAN, W. S., TOMMASELLI, A. M. G, GALO, M., RUY, R. S. Influência das injeções de orientação na calibração de um sistema dual de câmaras digitais. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v.15, p. 444 - 466, 2009.
- BROWN, D. C. Decentering distortion of lenses, **Photogrammetric Engineering**, v.32, n. 3, p. 444-462, 1966.
- LOPES, R. F. **Formação de imagens multiespectrais por meio de fusão de imagens adquiridas por múltiplas câmaras**. 2010. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Cartográficas) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.
- MARCATO JUNIOR, J., TOMMASELLI, A. M. G., RUY, R. S., GALO, M. Injeções de estabilidade das componentes da base e matriz de rotação na calibração de um sistema dual de câmaras In: III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2010, Recife. **Anais do**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2010.
- TOMMASELLI, A. M. G, GALO, M., MARCATO JUNIOR, J., RUY, R. S., LOPES, R. F. Registration and fusion of multiple images acquired with medium format cameras In: Canadian Geomatics Conference 2010 and the International Symposium of Photogrammetry and Remote Sensing Commission I, 2010, Calgary. **Proceedings of**. Calgary: Canadian Institute of Geomatics and ISPRS, 2010.

Agradecimentos

Os autores agradem ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo financiamento de uma bolsa de Iniciação Científica, processo n. 508797/2010-1.