

## ANÁLISE DAS TÉCNICAS DE POSICIONAMENTO RELATIVO CINEMÁTICO E POSICIONAMENTO ABSOLUTO POR PONTO PRECISO NA DETERMINAÇÃO DE COORDENADAS

GIULIANO SANT'ANNA MAROTTA <sup>1,2</sup>  
GIVANILDO JOSÉ SILVA <sup>1,2</sup>  
MAICON RODRIGUES DE OLIVEIRA <sup>1,5</sup>  
ALESSANDRA SUGAMOSTO <sup>1,4</sup>  
DENIS VINÍCIUS RICARDO DA SILVA <sup>1,3</sup>  
LÚCIO MÁRIO LOPES RODRIGUES <sup>1,2</sup>

Topocart Topografia Engenharia e Aerolevantamentos S/S Ltda <sup>1</sup>  
Universidade Federal de Viçosa – UVF <sup>2</sup>  
Universidade Estadual Paulista – UNESP <sup>3</sup>  
Universidade Federal do Paraná – UFPR <sup>4</sup>  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRS <sup>5</sup>

{giuliano, gil, maicon, alessandra, denis, lucio}@topocart.com.br

**RESUMO** – Atualmente, Levantamentos aerofotogramétricos vêm passando por uma transformação devido ao avanço tecnológico voltado à integração de sensores para o referenciamento direto das imagens, onde a busca por informações de posição e orientação precisas no momento da tomada das fotos vem proporcionando maior confiabilidade e eficiência na geração dos produtos cartográficos originados da fotogrametria. Consequentemente, na busca de melhores resultados quanto ao posicionamento da aeronave e consequentemente do centro de perspectiva de uma câmera fotogramétrica, este trabalho tem por objetivo, avaliar diferentes técnicas de posicionamento a fim de se determinar qual a melhor alternativa a ser empregada na determinação das coordenadas de forma precisas. Para isto, foram comparadas coordenadas pós-processadas e ajustadas através do posicionamento relativo cinemático e posicionamento por ponto preciso, envolvendo diferentes formas de rastreamento para a formação de vetores, como a utilização de bases da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo além bases fixadas próximas à área de estudos e diferentes intervalos de gravação de dados GNSS. Por conseguinte, foram verificadas que o intervalo de gravação dos dados está diretamente relacionado com a precisão das coordenadas, e que o posicionamento por ponto preciso se apresenta como uma excelente alternativa para a determinação das coordenadas, quando comparada com o posicionamento relativo.

**ABSTRACT** – Currently, aerial surveys are going through a transformation due to technological advancements towards integration of sensors for the direct georeferencing of images, where the search for information regarding precise positioning and orientation at the moment of the photo taking is providing greater reliability and efficiency in the generation of cartographic products originated from photogrammetry. Consequently, in search of better results on the positioning of the aircraft and of the perspective center of a photogrammetric camera, this work has the goal of assessing different techniques for positioning in order to determine the best alternative to be used in calculating the coordinates precisely. For that matter, we compared post-processed coordinates, adjusted by relative kinematic positioning and positioning by precise point, involving different forms of GPS measurements for the formation of vectors, such as the use of base of the Brazilian Continuous Monitoring Network as well as fixed bases near the study area and different intervals of GNSS data recording. Therefore, it was verified that the range of data recording is directly related to the accuracy of the coordinates, and that the positioning by precise point presents itself as an excellent alternative to the determination of coordinates, when compared with the relative positioning.

## 1 INTRODUÇÃO

Levantamentos aerofotogramétricos vêm passando por uma transformação devido ao avanço tecnológico voltado à integração de sensores para o referenciamento direto das imagens. Com o referido avanço, novas técnicas de orientação de fotografias aéreas vêm sendo empregadas a fim de determinar os parâmetros de orientação da câmera no momento de tomada da foto. Para isto, sensores de posição como rastreadores GNSS e orientação como sensores inerciais vêm sendo utilizados. Com isto, para extrair o máximo de qualidade nas informações geradas por rastreadores e sensores, deve-se empregar técnicas confiáveis no processamento para determinação de posição de forma precisa.

Dentre as técnicas de posicionamento utilizadas, tem-se o posicionamento relativo cinemático, que, segundo Monico (2000), tem-se como observável fundamental a fase da onda portadora, muito embora o uso da pseudo-distância seja muito importante na solução do vetor de ambiguidades.

De acordo com Andrade e Gemael (2004), o posicionamento cinemático é um método de navegação diferencial altamente preciso que utiliza como observável primária a fase das portadoras. O algoritmo de cálculo geralmente é o de dupla diferença de fase, como os métodos estáticos, mas com enorme diferença que, para cada época de observação, uma posição é calculada.

Uma outra técnica empregada é a do posicionamento por ponto preciso – PPP.

Segundo Sousa *et al* (2002) o PPP é um método que utiliza a fase das portadoras e pseudo-distâncias a partir do código C/A e P coletadas por receptores de dupla frequência em conjunto com as efemérides precisas e correções de relógio do IGS (*International GPS Service*) para processamento absoluto.

Monico (2001) diz que o PPP proporciona precisão 3-D da ordem de alguns centímetros e demanda baixo esforço computacional em relação às redes.

## 2 OBJETIVO

Este trabalho tem por objetivo avaliar as diferentes formas de posicionamento na obtenção de coordenadas precisas para o centro de perspectiva de uma câmera fotogramétrica a bordo de uma aeronave em operação, utilizando técnicas de posicionamento relativo cinemático e PPP, envolvendo diferentes formas de rastreamento para a formação de vetores (posicionamento relativo), com a utilização de bases da RBMC e bases fixadas próximas a área de estudos com diferentes intervalos de gravação de dados GNSS, além de efemérides precisas e dados de correção de relógio (posicionamento por ponto preciso).

## 3 MATERIAIS UTILIZADOS

Como materiais utilizados neste trabalho, têm-se 01 (uma) aeronave de fabricação Neiva e modelo BEM-810D, 01 (um) receptor GNSS de dupla frequência a bordo da aeronave, marca NOVATEL modelo DL4, preparado para gravação de eventos e de dados cinemático, e 01 (uma) câmera aerofotogramétrica analógica de grande formato marca RC-30, com distância focal de 153.150 mm.

Foram utilizados para o apoio terrestre 01 (um) receptor GNSS de dupla frequência, marca NOVATEL modelo DL4, e 02 (duas) bases da RBMC localizadas próximas a área de estudos.

Para gerenciamento do voo foi utilizado o software TRACKER, cuja característica é a gravação de eventos (ou dados GNSS) em tempo e posição pré-estabelecidos em plano de voo.

Para o processamento e ajustamento dos dados GNSS foi utilizado o software POSPAC 4.4, através do módulo POSGNSS. Este software possibilita o processamento utilizando técnicas de posicionamento cinemático, relativo e absoluto.

## 4 ÁREA DE ESTUDOS

Os experimentos apresentados neste trabalho foram realizados da área urbana da cidade do Rio de Janeiro, localizada na zona oeste, Figura 1.

Esta área possui aproximadamente 04 Km<sup>2</sup> e está situada entre as coordenadas geodésicas 22°55'38" e 22°57'46" Sul, e 43°22'31" e 43°24'34" Oeste do Meridiano de Referência Internacional - IRM.



Figura 1 – Área de estudos.

**5 METODOLOGIA**

A metodologia apresentada se desenvolve em três seguimentos, dos quais tem-se:

- Planejamento do vôo e do apoio terrestre.
- Aquisição dos dados.
- Processamento e ajustamento dos dados.

**5.1 Planejamento do vôo e do apoio terrestre**

Como fase que antecede aos experimentos, inicialmente, foram determinados a priori as posições aproximadas para a gravação dos eventos.

As posições foram pré-determinadas a partir das faixas a serem sobrevoadas de forma a atender ao levantamento aerofotogramétrico, levando em consideração a superposição entre os modelos estereoscópicos a serem gerados, Figura 2.

Desta forma, ao realizar o sobrevôo, os dados são inseridos no sistema de gerenciamento de vôo e este envia um pulso ao receptor GNSS e à câmera, que por sua vez, o receptor grava os dados de evento (posição no momento em que a câmera é disparada).

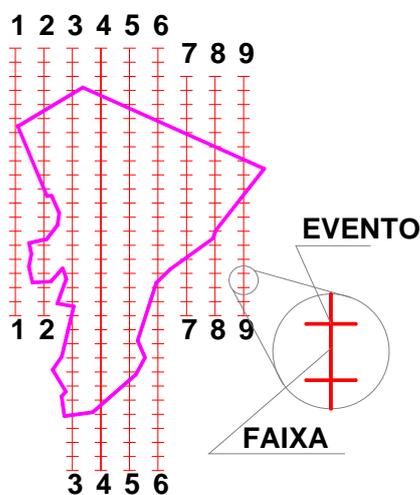


Figura 2 – Planejamento.

**5.2 Aquisição dos dados**

Após o planejamento, passa-se à fase de aquisição dos dados. Nesta etapa, foi fixada uma base dentro da área de estudos, a fim de proporcionar a formação de vetores.

Primeiramente, foram rastreados simultaneamente, sinais GNSS utilizando um receptor a bordo da aeronave em movimento, captando dados através do posicionamento cinemático, e outro receptor localizado dentro da área de estudos, captando dados através do posicionamento estático, ocupando um marco cujas coordenadas são conhecidas.

Após o rastreo, foram coletados os dados referentes a 02 (duas) estações da RBMC, que fora registrado pelo método estático de forma simultânea ao rastreo realizado na área de estudos. As duas estações mencionadas foram escolhidas por apresentarem-se a uma distância inferior à 20 km da área de estudos, Figura 3.

Com o objetivo de verificar o comportamento do intervalo de gravação nas precisões das coordenadas calculadas, utilizou-se para os receptores presentes na área de estudos, tanto o estático quanto o cinemático, um intervalo de 01 (um) segundo de gravação (intervalo suportados mínimo pelos receptores utilizados), o que se apresenta adequado à determinação das coordenadas dos eventos. Das estações utilizadas pertencentes à RBMC, o intervalo de gravação é pré-estipulado pelo IBGE, que detêm o controle destas, sendo de 15 segundos.

91720

93921

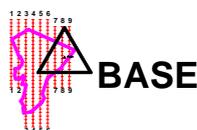


Figura 3 – Aquisição dos dados.

As estações da RBMC utilizadas possuem denominação RIOD e ONRJ, cujos códigos internacionais da estação são respectivamente 91720 e 93921.

A fim de possibilitar o pós-processamento por PPP, foram resgatados dados de efemérides precisas e de correções para os relógios dos satélites, através do IGS – *International GNSS Service*.

Desta forma, utilizando esta metodologia na aquisição dos dados, proporciona-se a formação de vetores e conseqüentemente diferentes configurações na formação dos mesmos, podendo assim, realizar o pós-processamento e ajustamento através do posicionamento relativo e absoluto.

**5.3 Processamento e ajustamento dos dados**

O pós-processamento de sinais GNSS pode ser realizado utilizando técnicas de posicionamento relativo e absoluto.

No posicionamento relativo, determinam-se as coordenadas de um ponto a partir do rastreo simultâneo de sinais GNSS de dois ou mais receptores, sendo que

pelo menos um dos receptores devem ocupar um ponto cujas coordenadas são conhecidas. Como característica principal do posicionamento relativo tem-se a formação da dupla diferença de fase, cuja correspondente à fase da portadora é dada por:

$$\Delta\phi_{1,2}^{1,2} = \frac{f}{c}(\Delta\rho_{1,2}^{1,2}) + (N_1^1 - N_2^1 - N_1^2 - N_2^2) + v_{\phi DD} \quad (1)$$

onde N é chamado ambigüidade da dupla diferença de fase,  $\rho$  a pseudo-distância,  $\phi$  representa a fase da portadora, f a frequência e c a velocidade da luz.

O rastreo simultâneo proporciona a formação de vetores, dos quais são utilizados para o transporte de coordenadas a partir de pontos de coordenadas conhecidas, e este transporte é dado por:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_p \\ Y_p \\ Z_p \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} \quad (2)$$

onde X, Y, Z são coordenadas a serem determinadas (incógnitas),  $X_p, Y_p, Z_p$ , as coordenadas conhecidas e  $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$  as componentes vetoriais do vetor formado pelo rastreamento simultâneo.

De posse da equação (2), com base na redundância das informações (vetores), onde o número de observações deve ser superior ao número de parâmetros, faz-se o ajustamento das observações pelo Método dos Mínimos Quadrados – MMQ.

Através princípio básico do MMQ onde a soma dos quadrados do resíduo deve ser mínima, tem-se:

$$\sum V^2 \approx 0 \quad (3)$$

onde V representa o resíduo das observações

Utilizando o do método paramétrico, tem-se:

$$L_a = F(X_a) \quad (4)$$

$$L_a = L_b + V \quad (5)$$

$$X_a = X_0 + X \quad (6)$$

em que  $L_b$  é o vetor dos valores observados,  $L_a$  é o vetor dos parâmetros ajustados,  $X_a$  representa o vetor dos parâmetros ajustados,  $X_0$  o vetor dos parâmetros aproximados e X o vetor das correções.

Utilizando o MMQ, determinam-se as coordenadas dos pontos de interesse com suas devidas precisões.

No posicionamento absoluto há a necessidade de apenas um receptor e o mínimo 4 satélites rastreados de forma simultânea para a mesma época.

Para calcular as coordenadas de um ponto utilizando a técnica de posicionamento citada, através do ajustamento de observações, há de se determinar quatro incógnitas, sendo três delas relativas as coordenadas tridimensionais do ponto e uma relativa ao erro do relógio do receptor ( $dt_r$ ).

Nesse método de posicionamento, dependendo da precisão requerida, a determinação das posições pode ser feita tanto em tempo real como pós-processada.

Segundo Faustino (2006), quando as observações de pseudodistância obtidas com receptores de simples ou dupla frequência são pós-processadas, é possível a utilização das efemérides precisas e das correções para os relógios dos satélites produzidos pelo IGS. Nesse caso, tem-se o método de PPP, o qual geralmente se utiliza receptor de dupla frequência, envolvendo o uso das duas observáveis nas duas portadoras.

De acordo com Monico (2000), no PPP as duas observáveis de fase de batimento da onda portadora podem ser combinadas linearmente, reduzindo sobremaneira os efeitos da refração ionosférica. Procedimento similar pode ser realizado com as pseudo-distâncias. A utilização de um dos vários modelos disponíveis para modelar os efeitos da refração troposférica, em conjunto com alguma técnica de parametrização, reduz os efeitos da refração troposférica.

As equações linearizadas da fase da portadora são dadas por:

$$E(\lambda_j \Delta_{ij}^s) = a_r^s \Delta X_r + b_r^s \Delta Y_r + c_r^s \Delta Z_r + c(dt_r - dt^s) + T_r^s - I_r^s + \lambda_j [\phi^s(t_0)_j - \phi_r(t_0)_j + N_{ij}^s] \quad (7)$$

Onde  $\Delta\phi_{ij}^s$  referem-se às fases das ondas portadoras observadas e subtraídas das calculadas em função dos parâmetros aproximados para a portadora  $L_j$ , sendo  $j = (1,2)$ ;  $\lambda_j$  é o comprimento de onda da portadora  $L_j$ , sendo  $j = (1,2)$ ;  $I_r^s$  representa a refração ionosférica na portadora  $L_j$ , sendo  $j = (1,2)$ , para o satélite s;  $\phi^j(t_0)_j$  refere-se à fase da portadora  $L_j$ , geradas no satélite s, para uma época de referência  $t_0$ ;  $\phi_r(t_0)_j$  refere-se à fase da portadora  $L_j$ , geradas no receptor r, para uma época de referência  $t_0$ , sendo  $j = (1,2)$ ;  $N_{ij}^s$  representa a ambigüidade na portadora  $L_j$ , sendo  $j = (1,2)$ ;

Ao utilizar o PPP na determinação de coordenadas envolvidas no posicionamento cinemático e extrair maior qualidade na estimativa destas, torna-se necessário a utilização do filtro de Kalman.

Segundo Gemael (2004), o filtro de Kalman é empregado quando os parâmetros (posição de uma estação móvel, por exemplo) variam com o tempo e no sentido amplo, é um método ótimo de estimar o vetor estado (parâmetros que variam com o tempo) de um

sistema dinâmico a partir de observações, pois o erro da estimativa tende a ser minimizado.

Na estimativa vetor estado, neste trabalho, foram utilizados dados anteriores e posteriores a cada evento registrado uma vez que os dados registrados possuem intervalos pré-fixados e não síncrono com o tempo de marcação de cada evento.

A expressão do filtro de Kalman pode ser aplicada através do ajustamento seqüencial e sua equação é dada por um modelo dinâmico:

$$F_{j+2}(X_j^a, X_{j+1}^a, t) = 0 \quad (8)$$

$$L_b = AX + V \quad (9)$$

$$\tilde{X} = TX_0 \quad (10)$$

sendo  $\tilde{X}$  o vetor predito para a época  $t$ ;  $X_0$  o vetor estado numa época anterior  $t_0$ ;  $T$  a função que representa a matriz transição que interliga os dois estados;  $A$  é a matriz dos coeficientes que relaciona as observações ao estado; e  $V$  o vetor dos resíduos.

## 6 RESULTADOS E DISCUÇÃO

Neste trabalho, foram registrados dados GNSS a cada 01 (um) segundo para a aeronave bem como registrados eventos a cada posição pré-estabelecida e comandada pelo gerenciador de vôo, totalizando 225 eventos dispostos 9 (nove) faixas de vôo, conforme Figura 4.

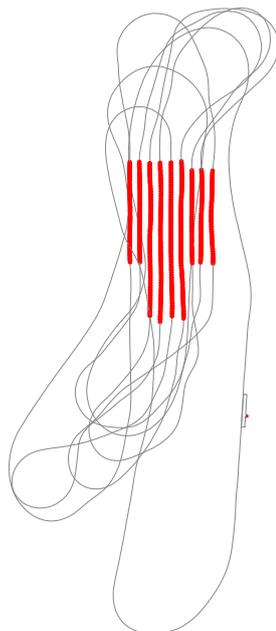


Figura 4 – Configuração da Trajetória do vôo executado e registro de eventos.

A gravação dos eventos, e conseqüentemente do sobrevôo, se deu a uma altitude de aproximadamente 500 metros, decorrente da escala de vôo de 1:3.000, e entre os intervalos de tempo 14:03:45,7630779 e 14:56:14,3759028 UTC. Pela análise dos horários de gravação dos eventos inicial e final respectivamente, fica claro o não sincronismo do intervalo de gravação dos sinais GNSS e o momento de gravação do evento.

Sobre a forma de rastreamento e posicionamento utilizados, estes foram separados nos seguintes itens:

1 - 02 (dois) receptores GNSS, sendo um aerotransportado e um estacionado na base localizada na área de estudos.

2 - 02 (dois) receptores GNSS, sendo um aerotransportado e um referente à estação RBMC-91720.

3 - 03 (três) receptores GNSS, sendo um aerotransportado, um estacionado na base localizada na área de estudos e um referente à estação RBMC-91720.

4 - 03 (três) receptores GNSS, sendo um aerotransportado e dois referentes à estação RBMC-91720 e 93921.

5 - 04 (quatro) receptores GNSS, sendo um aerotransportado, um estacionado na base localizada na área de estudos e dois referentes às estações RBMC-91720 e 93921.

6 - 01 (um) receptor GNSS aerotransportado.

De acordo com os itens apresentados, houve a possibilidade de testar as várias formas de posicionamento a fim de se determinar qual a mais eficiente para o pós-processamento e ajustamento de dados cinemáticos provenientes de receptores aerotransportados.

Como forma de analisar os dados de eventos, pós-processados e ajustados utilizando as diferentes itens descritos, foi utilizado como referência as coordenadas referentes ao posicionamento relativo utilizando 02 (dois) receptores GNSS, sendo um aerotransportado e um estacionado na base localizada na área de estudos (item 1), cujos intervalos de gravação constam de 01 (um) segundo.

A escolha deste se deu pela maior confiabilidade dos dados pós-processados, uma vez que o intervalo de gravação é de 01 segundo e a estação base se encontra dentro da área de estudos formando vetores com distância inferiores à 05 km.

A utilização de apenas 01 receptor como base dentro da área de estudos se deu pela restrição na quantidade de equipamentos utilizados.

Com isto, após o pós-processamento do item 1 tomado como referência, verificou-se os desvios padrão para a posição da aeronave a cada intervalo de tempo, sendo os desvios máximos e mínimos apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Comportamento dos desvios padrão das coordenadas pós-processadas para o item de referência (item 1).

Coordenada	Desvios Padrão (metros)	
	Max	Min
Este	0,017	0,015
Norte	0,017	0,015
Alt. Geométrica (H)	0,036	0,020

As tabelas 2, 3, 4, 5 e 6 demonstram as diferenças entre as coordenadas do item 1 com as coordenadas dos demais itens.

Tabela 2 – Discrepância entre as coordenadas determinadas pelo item 1 com as coordenadas determinadas pelo item 2.

Coordenadas	Variações (metros)			
	Max	Min	Média	Desvios Padrão
Este	21,954	-30,513	-0,055	6,659
Norte	17,251	-3,290	0,547	1,709
Alt. Geométrica (H)	5,197	-4,717	0,230	1,563

Tabela 3 – Discrepância entre as coordenadas determinadas pelo item 1 com as coordenadas determinadas pelo item 3.

Coordenadas	Variações (metros)			
	Max	Min	Média	Desvios Padrão
Este	0,011	-0,017	-0,001	0,006
Norte	0,009	-0,017	-0,003	0,006
Alt. Geométrica (H)	0,015	-0,053	-0,017	0,013

Tabela 4 – Discrepância entre as coordenadas determinadas pelo item 1 com as coordenadas determinadas pelo item 4.

Coordenadas	Variações (metros)			
	Max	Min	Média	Desvios Padrão
Este	21,887	-30,598	-0,068	6,664
Norte	17,255	-3,289	0,562	1,710
Alt. Geométrica (H)	5,202	-4,590	0,231	1,558

Tabela 5 – discrepância entre as coordenadas determinadas pelo item 1 com as coordenadas determinadas pelo item 5.

Coordenadas	Variações (metros)			
	Max	Min	Média	Desvios Padrão
Este	0,010	-0,018	-0,001	0,007
Norte	0,009	-0,016	-0,002	0,006
Alt. Geométrica (H)	0,015	-0,054	-0,018	0,013

De posse dos resultados apresentados, pode-se constatar que a utilização de estações da RBMC, cujo intervalo de gravação dos dados é de 15 segundos, difere de forma significativa quando comparadas as coordenadas e precisões com a utilização de uma base com intervalo de gravação de 1 segundo.

Quando as estações da RBMC foram utilizadas juntamente com a base localizada na área de estudos, de acordo com os resultados, não houve uma diferença significativa de acordo com as Tabelas 1, 3 e 5. Conseqüentemente, a utilização de mais de uma base fixa a fim de formar vetores, tornam os resultados mais consistentes, uma vez que o ajustamento de observações é possível. Com isto, pode-se inferir que a utilização de estações da RBMC a fim de complementar as observações e proporcionar o ajustamento de observações é de grande valia. Contudo de acordo com a Tabela 2, a utilização de estações da RBMC não seria uma alternativa viável devido ao intervalo de gravação dos dados GNSS.

Para o posicionamento absoluto, cujo princípio descarta a necessidade de utilização de estações como base para a formação de vetores, e utilizando efemérides precisas e dados de correção do relógio dos satélites, empregando a técnica PPP (item 6), houve a possibilidade de comparar os dados com o posicionamento relativo descrito no item 1. Para isto, os resultados alcançados pelo PPP são demonstrados na Tabela 6 e a comparação entre o posicionamento relativo cinemático e o PPP são demonstrados na Tabela 7.

Tabela 6 – Comportamento dos desvios padrão das coordenadas pós-processadas para o item de referência (item 6).

Coordenada	Desvios Padrão (metros)	
	Max	Min
Este	0,054	0,050
Norte	0,054	0,050
Alt. Geométrica (H)	0,090	0,066

Tabela 7 – discrepância entre as coordenadas determinadas pelo item 1 com as coordenadas determinadas pelo item 6.

Coordenadas	Variações (metros)			
	Max	Min	Média	Desvios Padrão
Este	0,062	0,008	0,035	0,011
Norte	-0,100	-0,146	-0,120	0,009
Alt. Geométrica (H)	-0,024	-1,104	-0,072	0,013

De acordo com os resultados demonstrados na Tabela 6 e comparados na Tabela 7, pode-se concluir que o PPP se apresenta como uma técnica extremamente eficiente na determinação de coordenadas de forma

precisa. Sua eficiência se dá pela ausência de bases terrestres, diminuindo custos bem como eliminando possíveis erros grosseiros inerentes ao posicionamento de campo.

Ao analisar as tabelas 1 a 7, pode-se verificar que os valores de altitude apresentam menores discrepâncias quando comparados com as coordenadas planimétricas. Isto se deve ao fato de que, em todo o trabalho, a aeronave manteve uma altitude constante, o que influencia diretamente na determinação das coordenadas de altitude para as épocas consideradas, proporcionando menores variações para os parâmetros aproximados e consequentemente, uma melhor estimativa dos valores através do filtro de Kalman.

## 7 CONCLUSÕES

Diante deste trabalho, pode-se concluir que o posicionamento por ponto preciso se apresenta como uma eficiente alternativa para trabalhos de fotogrametria, uma vez que em locais remotos, onde há deficiência de dados terrestres de posição, juntamente com a grande dificuldade logística de apoio, poderia acarretar em menor qualidade das informações registradas pela aeronave no momento da cobertura aerofotogramétrica.

Através das coordenadas dos eventos determinadas com precisão elevada e transportadas para o centro de perspectiva da câmera, tem-se maior precisão nos parâmetros aproximados para a orientação exterior, e consequentemente, uma maior precisão em produtos cartográficos derivados da fotogrametria.

Contudo, outros testes devem ser realizados a fim de consolidar a metodologia, utilizando maior quantidade de apoio terrestre e intervalos de gravação compatíveis com as necessidades do posicionamento cinemático relativo.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, J.B; GEMAEL, C. **Geodésia Celeste**. Curitiba: Editora da UFPR, 2004. 389p.

GEMAEL, C. **Introdução ao ajustamento de observações: aplicações geodésicas**. Curitiba: Editora da UFPR, 2004. 319p.

MONICO, J.F.G. Posicionamento por ponto de alta precisão utilizando o GPS: uma solução para a geodinâmica. **Revista Brasileira de Geofísica**, V.18, n°.1, 2000.

MONICO, J.F.G. **Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS: descrição, fundamentos e aplicações**. Presidente Prudente: Editora da UNESP, 2000, 287p.

MONICO, J.F.G. **O Posicionamento Pontual Preciso – Descrição, Resultados e Aplicações**. Porto Alegre:

Congresso Brasileiro de Cartografia, XX. CT2. Anais, 2001.

FAUSTINO, R.C. **Posicionamento Por Ponto Preciso Estático e Cinemático: Implementação e Análise**. 2006. 103p. Dissertação – Universidade Estadual Paulista.

SOUZA, G.C; MAIA, T.C.B; SILVA, C.A.U. **Pontos GPS de apoio ao Cadastro: Análise de Exatidão Posicional entre diferentes condutas para obtenção de Coordenadas**. Florianópolis: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. Anais, 2002.