

INTEGRAÇÃO DE REDES GPS

João Francisco Galera Monico

Departamento de Cartografia - Faculdade de Ciências e Tecnologia
Unesp: Campus de Presidente Prudente
Rua Roberto Simonsen 305, CEP 19060-900 Presidente Prudente, SP
Fone: 018-221 5388 e-mail: ueppr@eu.ansp.br

INTRODUÇÃO

O estabelecimento do IGS (International GPS Geodynamics Service) (Muller, 1993) em muito têm contribuído com a integração de redes geodésicas, principalmente aquelas estabelecidas com o uso do GPS. Uma rede implantada em um país ou continente, pode ser facilmente integrada a uma rede internacional, tal como o ITRF (International Earth Rotation Service). O método usualmente aplicado no processamento é denominado *fiducial* (Ffoulkes-Jones, 1990), no qual, as estações previamente determinadas (IGS, por exemplo) têm suas coordenadas injuncionadas num dos diversos ITRF, estimando-se as coordenadas das demais estações. Os vetores estado dos satélites (coordenadas e velocidade) podem ser estimadas no processo, ou injunciona-se as coordenadas dos satélites a partir do uso das efemérides precisas (EP) ou transmitidas. Numa outra opção, aqui denominada método *não-fiducial* (Monico, 1995), nenhuma estação é considerada conhecida no processamento, isto é, as coordenadas de todas as estações são estimadas no ajustamento. O mesmo pode-se dizer das coordenadas do satélite, mas no caso a ser apresentado (método *não-fiducial*), tais coordenadas são injuncionadas àquelas obtidas a partir das EP. A compatibilização com as coordenadas das estações fiduciais é realizada ao final do ajustamento, mediante uma transformação de similaridade. A vantagem deste método sobre o *fiducial* reside no fato que, enquanto no último, todo o processamento deve ser refeito caso se altere uma ou mais estação fiducial, no outro, basta apenas efetuar uma transformação. Para integrar as estações brasileiras num sistema de referência global, parte dos dados das estações ocupadas durante a campanha *Epoch '92* foram processados em conjunto com os de outras estações já pertencentes a tal sistema. Os dois métodos citados acima foram aplicados, visando validar o *não-fiducial*.

DADOS USADOS NO PROCESSAMENTO

Embora a duração da campanha *Epoch '92* no Brasil tenha sido de 15 dias, dados de apenas seis dias foram utilizados no processamento. As três estações ocupadas no Brasil (PARA, UEPP, BRAS) e as outras 13 usadas no processamento são ilustradas

na Figura 1. As seis estações indicadas com um retângulo foram as usadas como fiduciais, tendo suas coordenadas injuncionadas ao ITRF93 (Boucher et al., 1994) na data da campanha. Elas também foram usadas para efetuar a transformação ao final do processamento no método *não-fiducial*. As demais estações, exceto duas delas (STHL e ARNA), também dispõem de coordenadas no ITRF93. Como elas são estimadas no processamento, pode-se avaliar a acuracidade dos métodos. Pode-se também obter a precisão, expressa pela repetição dos resultados diários; uma indicação da qualidade interna dos resultados. O programa utilizado no processamento foi o GAS (GPS Analysis Software), desenvolvido na Universidade de Nottingham, Inglaterra (Stewart et al., 1994). Utilizou-se as EP estimadas pelo JPL (Jet Propulsion Laboratory); equações de dupla diferenças de fase (ionosphericly free); o modelo Magnet com atmosfera padrão para corrigir o retardo da troposfera (com fator de escala estimado no processamento); modelo para correção do centro de fase da antena; além de correções de marés terrestres, segundo o modelo sugerido pelo IERS (McCarthy, 1992).

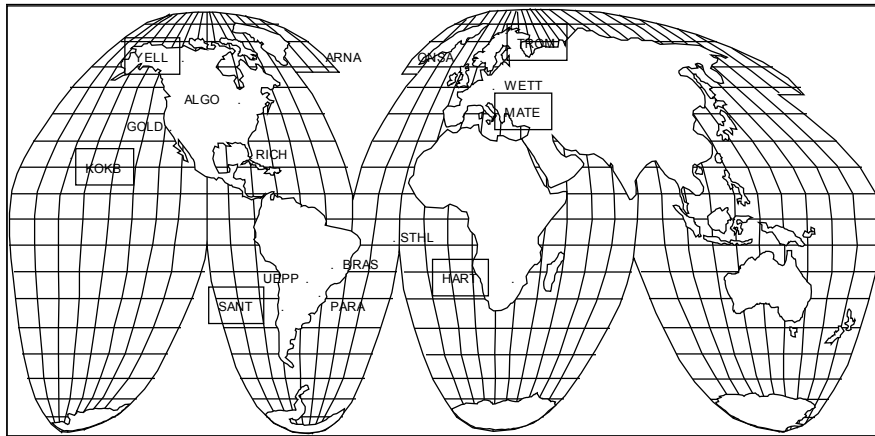


Figura 1: Estações Envolvidas nos Processamentos

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A precisão e exatidão das coordenadas estimadas estão ilustradas na Figura 2, para ambos os métodos (*fiducial* e *não-fiducial*). No método *fiducial*, além do processamento com EP, identificado com (i), os vetores-estado dos satélites foram estimados no processamento (iii). A precisão alcançada nos processamentos apresentados confunde-se com a própria incerteza das estações pertencentes ao ITRF. A nível de confiança de 95% ($1,96 \sigma$), pode-se dizer que, a partir dos resultados obtidos, as estações brasileiras foram posicionadas com precisão da ordem de 9 cm. A exatidão mostra resultados melhores que este, o que pode ser decorrência da própria incerteza das estações usadas para avaliá-la. No que concerne

ao método *não-fiducial*, ainda não muito utilizado pelos geodestas, os resultados são compatíveis com os demais, estando superior no tocante a exatidão. Isto se deve ao fato de que muitos erros são eliminados ao aplicar a transformação para compatibilizar com as estações fiduciais. Mas o erro médio quadrático dos resíduos, após estimar os parâmetros da transformação, é compatível com os resultados do método *fiducial* com EP (experimento i), evidenciando que ambos métodos proporcionam resultados similares.

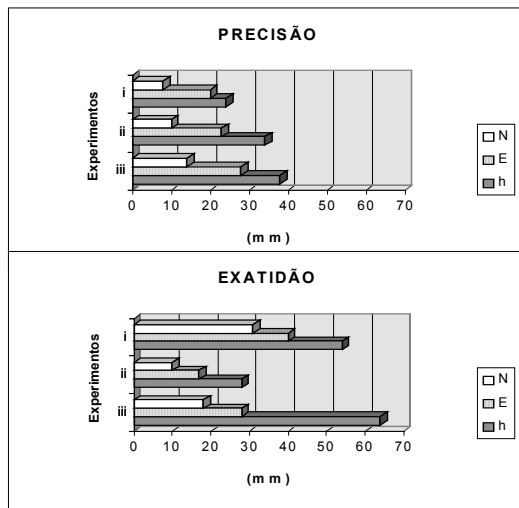


Figura 2: Precisão e Exatidão dos Experimentos

(i) Fiducial com EP, (ii) Não-fiducial com EP e (iii) Fiducial com estimação de órbitas

REFERÊNCIAS

- Boucher C., Altamimi Z. and Duhem L. (1994) *Results and Analysis of the ITRF93*, Technical Note 18, October 1994, Observatoire de Paris
- Ffoukes-Jones G.H. (1990) *High Precision GPS by Fiducial Techniques*, PhD Thesis, University of Nottingham.
- McCarthy D. D. (1992) IERS Standards (1992), *IERS Technical Note 13*, Central Bureau of IERS- Observatoire de Paris
- Monico J. F. G. (1995) *High Precision Inter-Continental GPS Network*, PhD Thesis, Nottingham, UK.
- Mueller I. I. (1993) The International GPS Service for Geodynamics: An Introduction. *Proceedings of the 1993 IGS Workshop*, pp 1-2, Ed. by G.Beutler and E. Brockmann, Univ. of Berne, 1993.
- Stewart M. P., Ffoukes-Jones G. H. and Ochieng W. Y. (1994) *GPS Analysis Software (GAS) Version 2.2 User Manual*, IESSG Publication, University of Nottingham, UK.