

ANÁLISE DA QUALIDADE DO PPP NO BRASIL. Harrison Watson Momette da Costa, João Francisco Galera Monico, Eniuce Menezes de Souza, Universidade Estadual Paulista – Rua Roberto Simonsen, 305 – CEP 19060-900 – Presidente Prudente – SP – Brasil.

RESUMO

O Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) trata-se de um método de posicionamento que envolve até quatro observáveis: as pseudodistâncias e fases nas duas portadoras L1 e L2 para os dois satélites visíveis em cada época. As duas observáveis de fase de batimento de onda portadora podem ser combinadas linearmente, reduzindo sobremaneira os efeitos da ionosfera. Procedimento similar pode ser realizado com as pseudodistâncias. Para a redução dos efeitos da troposfera, pode-se utilizar um dos vários modelos disponíveis para modelar tais efeitos em conjunto com algumas técnicas de parametrização. Pode-se ainda utilizar as efemérides produzidas pelo IGS, que fornecem as coordenadas e os erros dos relógios dos satélites. Segundo Zumberge et al. (1997), com esta técnica é possível obter precisão de poucos milímetros e de poucos centímetros para as componentes horizontal e vertical, respectivamente. Neste caso, trata-se do posicionamento por ponto estático, para um período de 24 horas de dados, coletados a uma taxa de 30 segundos (MONICO, 2000). Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa é analisar a qualidade do PPP no Brasil, utilizando dados de simples e de dupla frequência sob diversas condições ionosféricas, visando dar suporte ao Projeto da Infra-estrutura Geoespacial Nacional (PIGN), onde o PPP terá importante função. Os dados foram processados utilizando o *software* PPP da *Natural Resources Canada* (NRCan). A análise do posicionamento em diferentes condições ionosféricas é muito importante, pois o comportamento da ionosfera varia durante o dia, sazonalmente, geograficamente, de acordo com o campo geomagnético e ciclo solar, dentre outros. Assim, para analisar a influência da ionosfera no PPP foram realizados dois experimentos utilizando as estações de referência PARA (Curitiba/PR) e UEPP (Presidente Prudente/SP) pertencentes à Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC). No primeiro experimento foram coletados dados no período de máxima atividade solar (2000-2001) nas quatro estações do ano. No segundo experimento os dados foram coletados durante e após uma explosão solar, que causou uma forte tempestade geomagnética. Isso permitiu a análise da influência de um evento solar, o qual pode alterar de forma significativa as condições ionosféricas e, conseqüentemente, a qualidade dos resultados do PPP. Foram feitos os cálculos das discrepâncias entre as coordenadas “verdadeiras” das estações e as obtidas nos processamentos realizados utilizando simples (L1) e dupla frequência (L1 e L2). Na figura 01 e 02 são apresentadas as discrepâncias entre as coordenadas para o primeiro experimento nos meses Janeiro, Abril, Junho e Outubro.

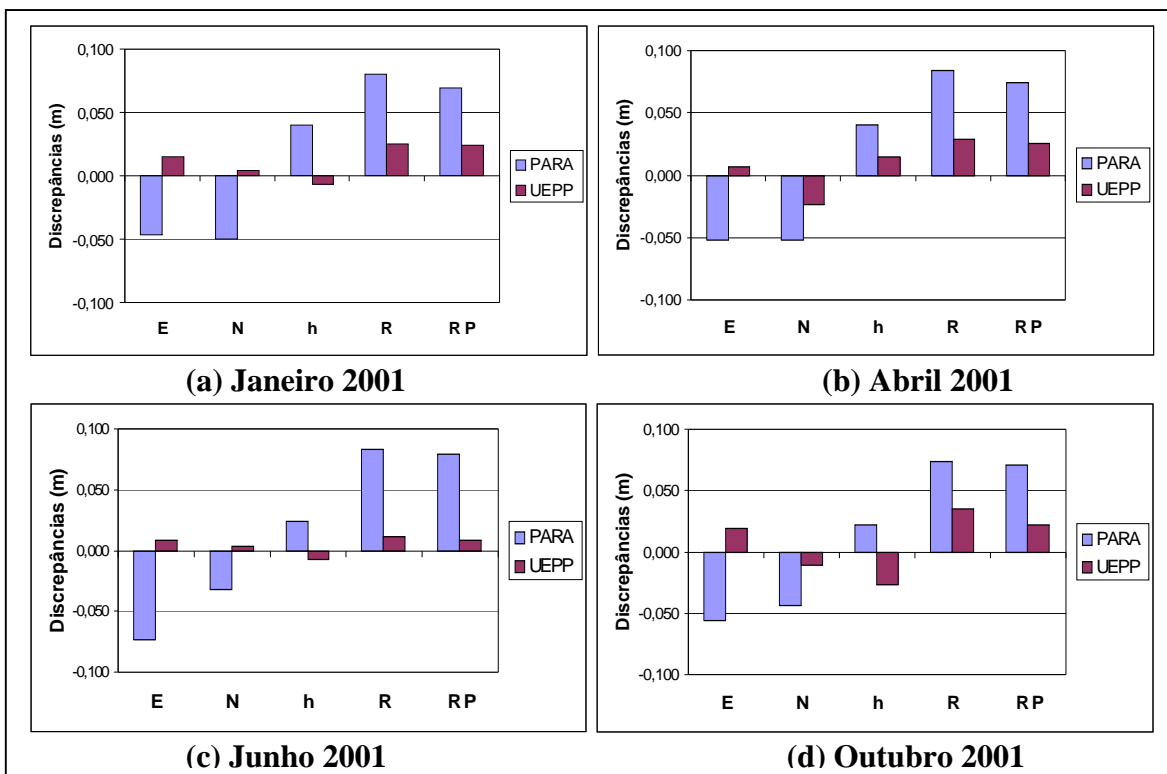


Figura 1: Discrepâncias entre as coordenadas em E, N, h, resultante 3D (R) e resultante planimétrica (RP) para as estações PARA e UEPP utilizando L1 e L2.

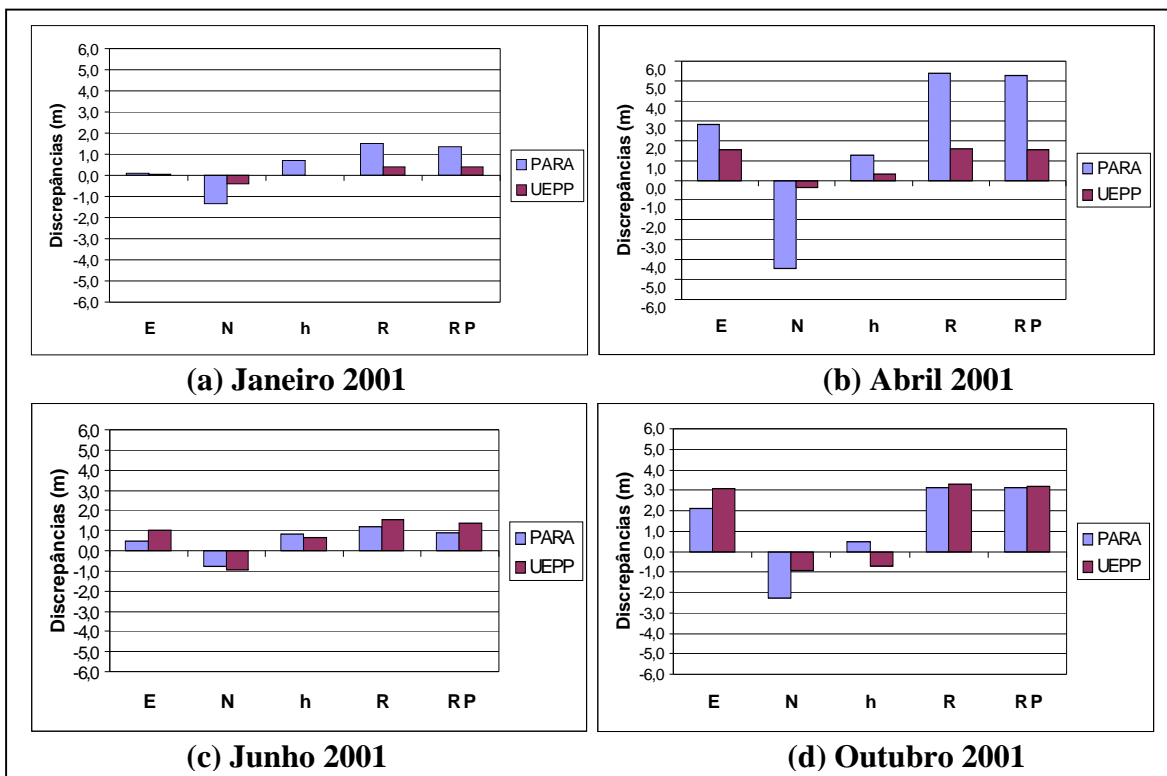


Figura 2: Discrepâncias entre as coordenadas em E, N, h, resultante 3D (R) e resultante planimétrica (RP) para as estações PARA e UEPP utilizando somente L1.

As resultantes das discrepâncias obtidas no primeiro experimento (Figuras 1 e 2) nos meses de abril (b) e outubro 2001 (d), próximos aos equinócios de outono e primavera, respectivamente, foram maiores devido ao fato da variação sazonal da ionosfera ser maior neste período. Já nos meses de janeiro (a) e junho (c) foram obtidos os menores valores para as discrepâncias entre as coordenadas. Isso era esperado pelo fato desses períodos estarem próximos aos solstícios de verão e inverno, respectivamente, onde os efeitos sistemáticos da ionosfera são menos intensos. Tal efeito ocorre devido à posição relativa entre o Sol e a Terra. Nos equinócios a configuração geométrica entre os dois astros é favorável para uma maior concentração de elétrons na região brasileira, enquanto que no verão, esta configuração é menos favorável. Essas diferenças não estão muito significativas utilizando a L1 e L2 (Figura 1) devido ao fato do processamento nesse experimento ter utilizado a combinação Íon-Free, consequentemente, a maior parte dos erros devido à ionosfera já foi eliminada no processamento. Nas figuras 3 e 4 são apresentadas as discrepâncias entre as coordenadas para o segundo experimento durante e depois de uma tempestade geomagnética.

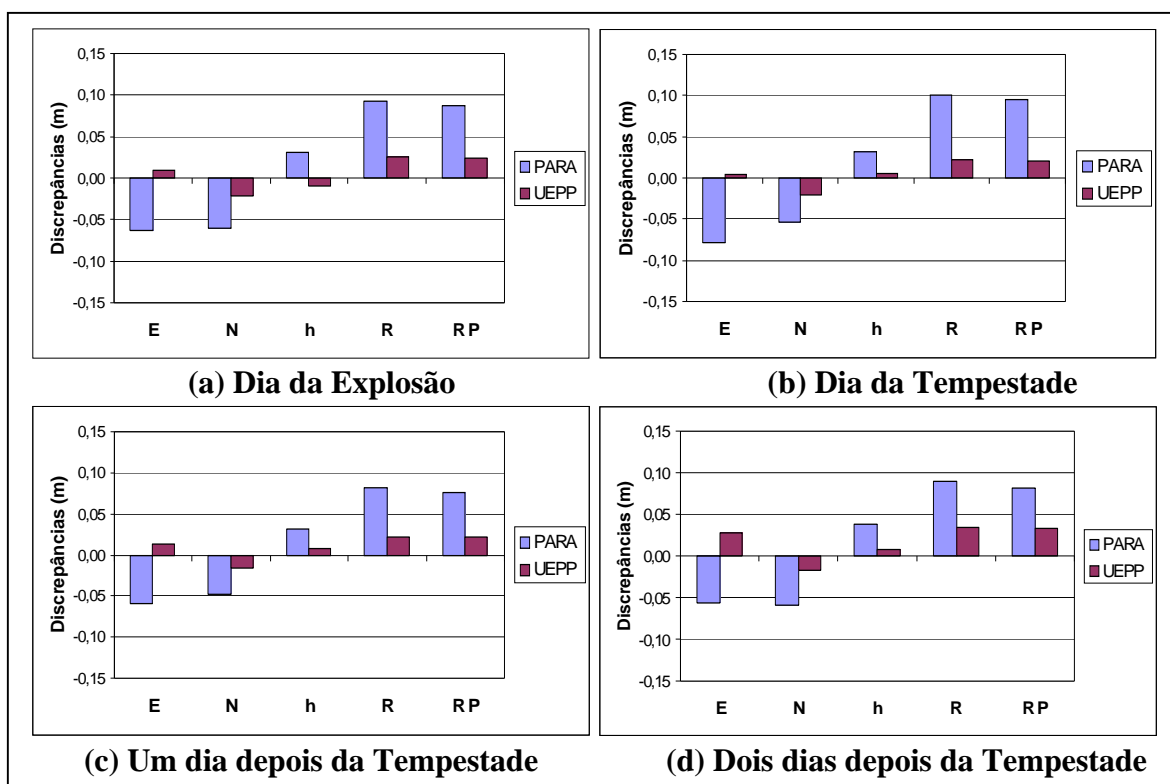


Figura 3: Discrepâncias entre as coordenadas em E, N, h, resultante 3D (R) e resultante planimétrica (RP) para as estações PARA e UEPP utilizando L1 e L2.

Comparando as discrepâncias entre as coordenadas no período da tempestade geomagnética, nota-se que não houveram alterações significativas, ou seja, a tempestade geomagnética não influenciou os resultados do PPP utilizando a combinação Íon-Free.

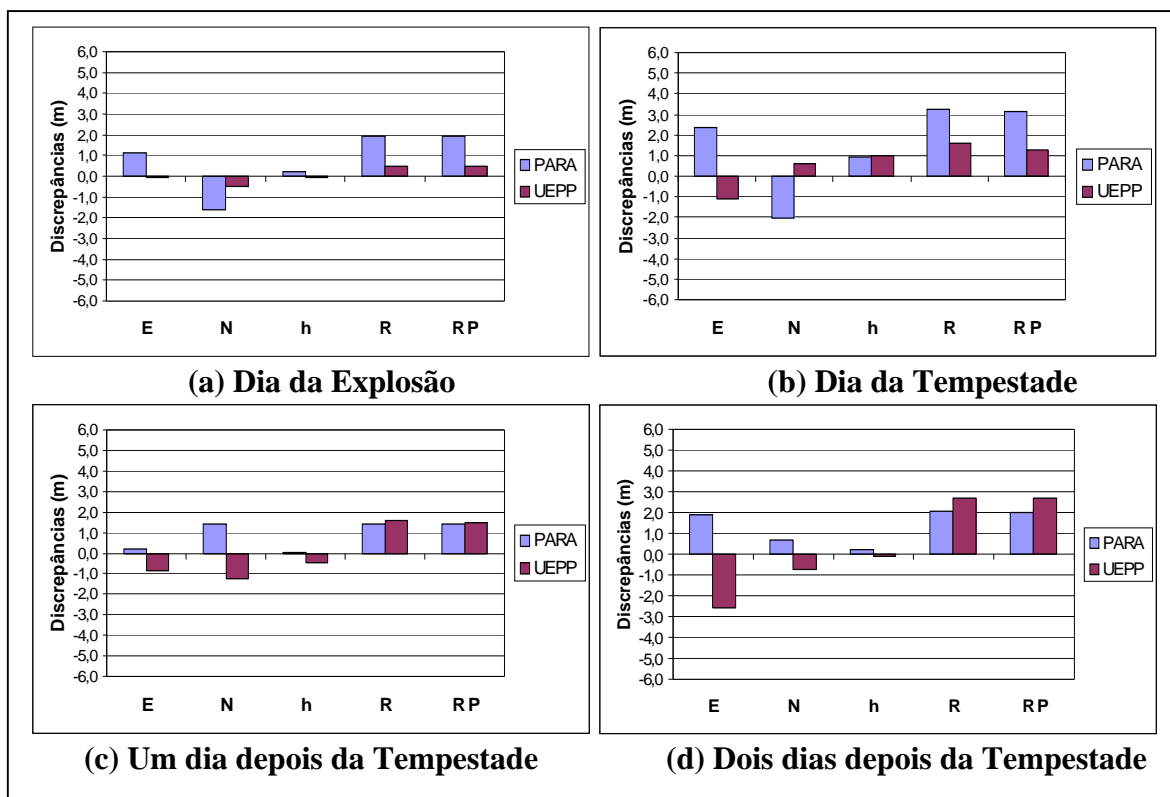


Figura 4: Discrepâncias entre as coordenadas em E, N, h, resultante 3D (R) e resultante planimétrica (RP) para as estações PARA e UEPP utilizando somente L1.

Após a análise dos experimentos pode-se verificar que as discrepâncias máximas para os dois experimentos foram de 5,39 m e 3,26 m na resultante 3D, respectivamente, utilizando somente a observável L1, como pode ser visto nas Figuras 3 e 4. O mesmo processamento utilizando a dupla frequência para os dois experimentos obteve-se as discrepâncias máximas de 8,4 cm e 10 cm na resultante 3D, respectivamente, como pode ser visto na Figura 01 e 03. Como foi utilizado a combinação Íon-Free, a maior parte dos erros devido à ionosfera já foi eliminada no segundo processamento, ocasionando melhorias. Os resultados obtidos na análise da qualidade do PPP no Brasil mostraram-se muito satisfatórios utilizando dados de dupla frequência. Já em relação à simples frequência, dependendo da aplicação, o PPP ainda não pode ser utilizado no Brasil, necessitando de melhorias no modelo de ionosfera. Esses resultados deverão dar suporte ao PIGN pelo fato de mostrar a necessidade de desenvolvimento de modelos ionosféricos para serem aplicados no Brasil.

Referências Bibliográficas

- MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS: Descrição, Fundamentos e Aplicações**. 1.ed. São Paulo: Unesp, 2000a. 287p.
- ZUMBERGE, J. F.; HEFLIN, M. B.; JEFFERSON, D.C.; WATKINS, M. M.; WEBB, F. H. Precise Point Positioning for The Efficient and Robust Analysis of GPS Data from Large Networks. **Journal of Geophysical Research**, v. 102, n. B3, p. 5005-17, 1997.