

GNSS E ATIVIDADE SOLAR: CORRELAÇÃO ENTRE ÍNDICES SOLARES E O ERRO EM ALTITUDE GEOMÉTRICA NO POSICIONAMENTO POR PONTO DE 2002 A 2010

MARCELO TOMIO MATSUOKA, CAROLINA COLLISCHONN, FELIPE SOARES WAICHEL, ELEN MARTEN DE LIMA

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS
Instituto de Geociências, Departamento de Geodésia
Laboratório de Pesquisas em Geodésia – LAGEO, Porto Alegre - RS
{tomiomatsuoka, carol.collischonn, elendelima}@gmail.com; fwaichel@hotmail.com

ABSTRACT

The vertical error in point positioning with GNSS is strongly dependent on ionospheric activity. The ionosphere is mainly described by the parameter TEC (Total Electron Content), which is dependent on solar activity. This paper presents the preliminary results of correlation between the solar indices (F10.7 and SSN) and vertical error in point positioning (POAL station) using a data set covering the years 2002 to 2011. The results showed that in periods of high solar activity the maximum monthly average vertical error was about 18 m, decreasing to 4 m in periods of low activity. The linear regression analysis showed a correlation coefficient of 0.82, approximately, between the vertical error and the solar indices.

Key words: GNSS, Solar Activity, Point Positioning, Solar Indices.

1 INTRODUÇÃO

O erro em altitude geométrica no posicionamento por ponto com GNSS (*Global Navigation Satellite System*) é fortemente dependente da atividade da ionosfera. O erro devido à ionosfera nas observáveis GNSS é proporcional ao conteúdo total de elétrons livres (TEC – *Total Electron Content*) presente no trajeto do sinal ao passar pela ionosfera.

A principal fonte de formação de elétrons livres na ionosfera é a radiação solar no extremo ultravioleta (EUV) e raios-X (McNAMARA, 1991), e desta forma, a ionosfera é altamente correlacionada com a atividade solar.

Este trabalho apresenta os resultados preliminares de um estudo que tem como objetivo analisar a variação do erro no posicionamento por ponto em um período de 10 anos e comparar com a atividade solar do mesmo período, utilizando dados de diversas estações GNSS no território brasileiro. Os resultados considerando os dados da estação POAL (Porto Alegre/RS) da RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo) são apresentados.

2 CONJUNTO DE DADOS

Para o estudo do comportamento da variação do posicionamento por ponto com GNSS foram utilizados os dados da estação POAL da RBMC, localizada em Porto Alegre/RS, para o período de 2002 a 2011. Esses dados são disponibilizados gratuitamente na internet na página do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Além desses dados, também foram feitas séries temporais de 2002 a 2011 dos índices solares: fluxo solar 10,7 cm (F10.7) e número de manchas solares (SSN), cujos valores foram obtidos nos seguintes endereços eletrônicos: <http://www.ngdc.noaa.gov/nndc/struts/results?t=102827&s=1&d=8,4,9> e <http://sidc.oma.be/sunspot-data/>.

Vale ser citado que, quanto maior o número de manchas solares maior é o nível de radiação solar (EUV e Raios-X). O índice F10.7 é normalmente utilizado em muitos modelos ionosféricos como um substituto para a radiação solar que produz fotoionização (ARAGON-ANGEL, 2005).

3 RESULTADOS PRELIMINARES

Os dados diários da estação POAL do período de 2002 a 2011 foram processados utilizando o serviço de processamento online do GSD/NRCAN (*Geodetic Survey Division/Natural Resources Canada*) (http://webapp.csrns.nrcan.gc.ca/field/ppp_all_options), que realiza o posicionamento por ponto preciso (PPP). Foram consideradas no processamento somente dados de pseudodistância da portadora L1 (código C/A), ou seja, obtendo-se resultados com alta influência da ionosfera. As coordenadas estimadas foram comparadas com as conhecidas da estação, obtendo-se os erros em planimetria e altitude geométrica. Neste estudo trabalhou-se com o erro em altitude geométrica, que absorve a maior parte do erro devido à ionosfera (ver, por exemplo, MATSUOKA, 2007). Valores médios mensais do erro em altitude geométrica foram calculados para comparar com os valores médios mensais dos índices solares citados anteriormente.

A seguir, na figura 1, são apresentadas as séries temporais com valores médios mensais do erro em

altitude geométrica para estação POAL e do número de manchas solares (SSN) do período de janeiro de 2002 a dezembro de 2011. Alguns meses não possuem valores

médios do erro em altitude geométrica pela falta de dados da estação POAL. Vale lembrar que a série temporal da média mensal do fluxo solar F10.7 também foi produzida.

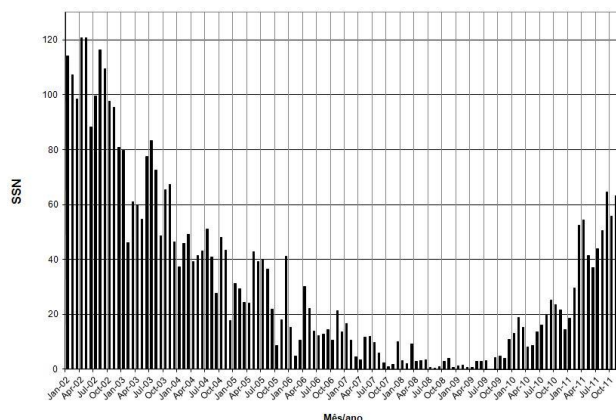
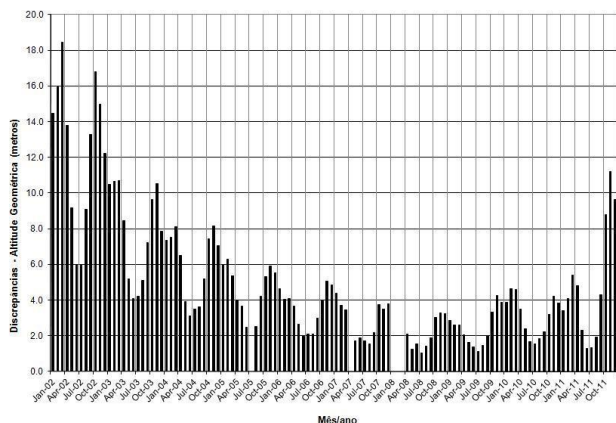


Figura 1 – Médias mensais do erro em altitude geométrica e do número de manchas solares (SSN) de 2002 a 2011.

Na figura 1 pode-se verificar a variação mensal (sazonal) em cada ano, bem como, a variação no decorrer dos anos, em decorrência da diminuição da atividade solar. Visualmente já se pode verificar que o erro em altitude geométrica varia em boa concordância com a atividade solar, com valores mais altos nos períodos de alta atividade solar (ano 2002 – ciclo solar 23) e declinando até atingir menores valores em períodos de baixa atividade solar com início do outro ciclo solar. Percebe-se no ano de 2011 que está iniciando novamente um período de alta atividade solar, agora referente ao ciclo solar 24, e conseqüentemente tanto o número de manchas solares quanto o erro em altitude geométrica começam a aumentar.

Calculando o coeficiente de correlação linear entre os valores mensais de erro em altitude geométrica e os índices solares, obteve-se o valor de 0,80 com relação ao índice SSN e 0,85 para o índice F10.7, que demonstra a alta correlação entre o posicionamento GNSS e a atividade solar. Ao mesmo tempo, esses resultados indicam a possibilidade de uso do GNSS como uma ferramenta para monitorar a atividade solar.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um conjunto de 10 anos de dados GNSS da estação POAL da RBMC foi processado utilizando o método de PPP (somente código C/A), produzindo uma série temporal de erro médio mensal em altitude geométrica. Esses resultados foram comparados com valores de índices solares do mesmo período.

Os resultados e análises preliminares mostram uma alta correlação entre a atividade solar e o erro em altitude geométrica no posicionamento GNSS, com coeficiente de correlação linear de 0,80 em relação ao índice solar SSN e de 0,85 para o índice F10.7 para o período apresentado.

A elaboração dos resultados e análises para outras estações da RBMC está sendo finalizada, considerando o mesmo período de dados, e serão divulgados futuramente.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Universal/Proc.481339/2010-8; Bolsa Produtividade em Pesquisa Proc.307472/2009-4; Bolsas IC PIBIC/UFRGS/2010-2011 e 2011-2012). À Propesq/UFRGS pelas Bolsas BIC/2008-2009 e 2009-2010. À Fapergs (ARD/003/2009 Proc. 0901842). Ao GSD/NRCan pelo serviço online de PPP. Ao IBGE pelos dados da RBMC. Ao discente de Engenharia Cartográfica Matheus Brandt da Rosa que auxiliou no curto período em que esteve na Bolsa IC.

REFERÊNCIAS

- ARAGÓN-ÁNGEL, A.; ORÚS, R.; HERNÁNDEZ-PAJARES, M.; JUAN, J. M.; SANZ, J.. **Preliminary NeQuick assessment for future single frequency users of GALILEO**. In: Proceeding of the 6th Geomatic Week, Barcelona, Spain, 2005.
- MATSUOKA, M.T. **Influência de diferentes condições da ionosfera no posicionamento por ponto com GPS: Avaliação na região brasileira**. 2007. 128p. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas, FCT/Unesp, Presidente Prudente/SP.
- McNAMARA, L. F. **The Ionosphere: communications, surveillance, and direction finding**. Florida: Krieger Publishing Company, 1991. 237 p.