

Avaliação da Cintilação Ionosférica através do Índice S4 em estações da Rede CIGALA.

Jéssica Saldanha Souza*

UNESP - Faculdade de Ciências e Tecnologia.
19060-900, Presidente Prudente, SP
E-mail: jessicasaldanha.souza@gmail.com

Daniele Barroca Marra Alves

UNESP - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Depto de Cartografia
19060-900, Presidente Prudente, SP
E-mail: danibarroca@fct.unesp.br

Crislaine Menezes da Silva

UNESP - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Pós Graduação em Matemática
19060-900, Presidente Prudente, SP
E-mail: cris_caju@hotmail.com

RESUMO

O sinal GNSS (*Global Navigation Satellite System*) sofre influência de diversas irregularidades presente na atmosfera, uma delas é a cintilação ionosférica. A ionosfera em si pode ser modelada matematicamente, mas a cintilação é de difícil modelagem. Tal irregularidade pode ser descrita como uma mudança rápida na fase e amplitude do sinal GNSS, causada por irregularidades na densidade dos elétrons que estão ao longo do caminho, desde o satélite até o receptor. A cintilação ionosférica pode causar a degradação do sinal, podendo enfraquecê-lo ou até mesmo causando a sua perda total ^[1] ^[2]. Os períodos em que há a maior ocorrência de cintilação são aproximadamente durante os meses de março, abril, setembro e outubro (equinócio) e os mínimos nos meses de solstício de inverno e verão ^[2].

Um dos índices que mapeiam a intensidade da cintilação ionosférica é o índice S4, onde I é a intensidade do sinal recebido pelo satélite como mostra a seguinte equação:

$$S_4^2 = \frac{\langle I^2 \rangle - \langle I \rangle^2}{\langle I \rangle^2}$$

Quando atingi-se o índice $S_4 > 0,707$, alguns modelos de receptores são considerados bloqueados pela cintilação, ou seja, perdem quase ou totalmente o rastreamento do sinal transmitido pelo satélite ^[1]. O índice S4 é o mais utilizado para medir a intensidade da cintilação para a pseudodistância no posicionamento GNSS, que pode ser descrita como:

$$PD_r^s = \rho_r^s + c(dt_r - dt^s) + I_s^r + T_s^r + dm_r^s + V_{PD_r}^s$$

Onde ρ_r^s é a distância geométrica entre o satélite, no instante de transmissão do sinal e o receptor, no instante de recepção do sinal; c – velocidade da luz no vácuo; dt_r e dt^s são erros dos relógios do receptor e do satélite respectivamente; I_s^r e T_s^r são efeitos causados pela ionosfera e troposfera respectivamente; dm_r^s é o efeito causado pelo multicaminho no código; $V_{PD_r}^s$ é o erro da pseudodistância devido aos efeitos sistemáticos não modelados e aleatórios ^[2].

A fim de avaliar os efeitos da cintilação no posicionamento foi desenvolvido no Brasil o projeto CIGALA (*Concept for Ionospheric Scintillation Mitigation for Professional GNSS in Latin America*) (<http://cigala.galileoic.org/>), onde foram instaladas oito estações em diferentes regiões do Brasil. Nesse artigo, foi utilizado o banco de dados do CIGALA, com a intenção de avaliar os índices S4 no ano de 2013, devido ao pico de atividade solar que teve início no final

* Bolsista de Iniciação Científica FAPESP

de 2013. As análises de 2013 serão em relação ao ano 2012, com o intuito de avaliar se ocorreu um aumento da cintilação neste período.

A estação escolhida para a avaliação do índice S4 foi a estação PRU2 que está instalada em Presidente Prudente – SP. Os meses escolhidos foram de março e outubro considerado um período de forte cintilação e junho considerado de baixa cintilação. A Figura 1 mostra graficamente como a cintilação se comporta nos meses escolhidos.

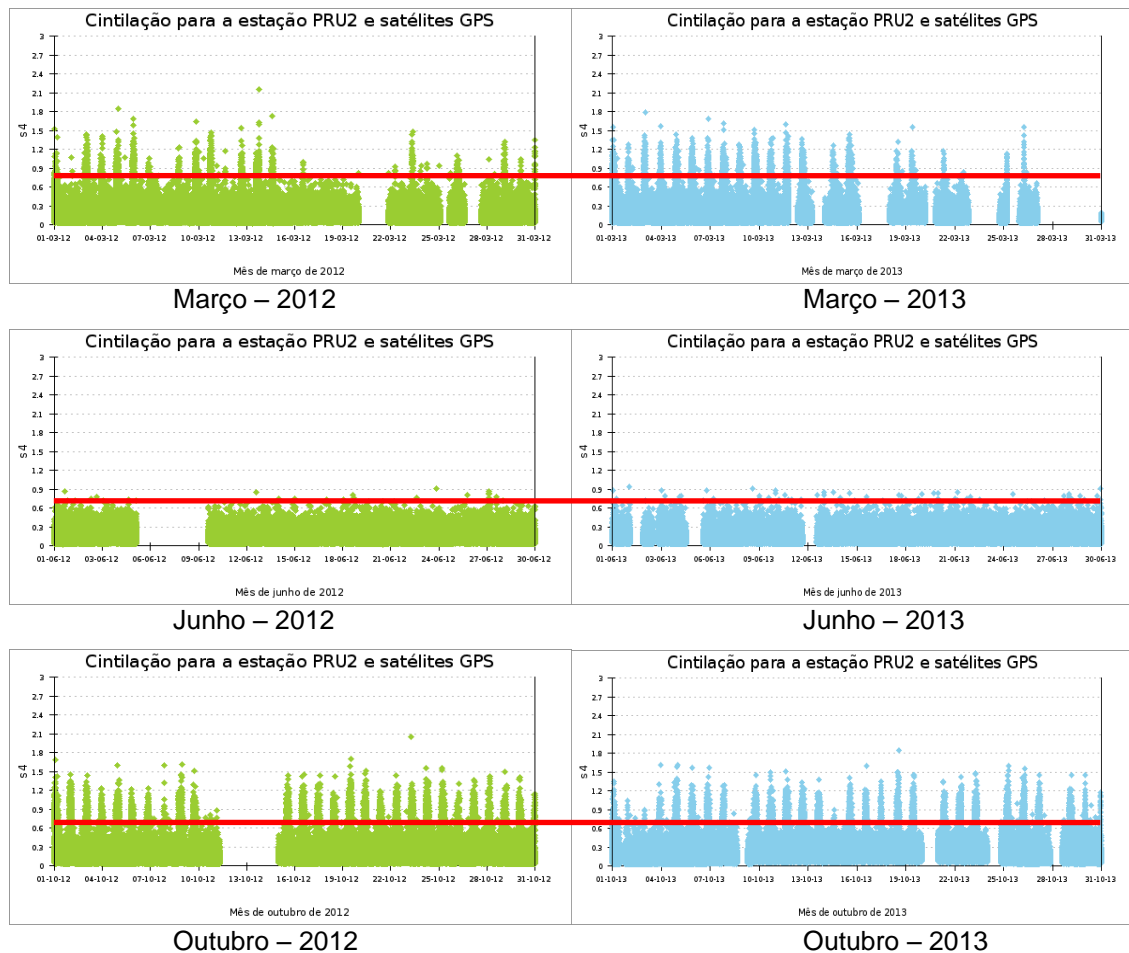


Figura 1 – Índices S4 para a estação PRU2

Como pode ser visto na Figura1 o índice S4 não obteve grandes diferenças do ano de 2012 para o ano de 2013, mostrando que o aumento da atividade solar esperado para a época não foi muito significativo, pois em 2013 deveria ter ocorrido picos maiores de cintilação e consequentemente um aumento do índice S4 muito mais acentuado do que ocorreu em 2012. É possível visualizar como o índice S4 obtém valores muito diferentes para junho e outubro, junho permanece com índices praticamente constantes e outubro atinge picos de cintilação diários com $S4 > 0,7$ mostrando como a cintilação se mantém forte neste mês de outubro.

Palavras-chave: GNSS, Cintilação Ionosférica, índice S4.

Referências

- [1] Conker, R. S., El-Arini, M. B. Hegarty, C. J., Hsiao, T. “Modeling the Effects of Ionospheric Scintillation on GPS/Satellite-Based Augmentation System Availability”, Radio Science, Vol. 38. 2003.
- [2] Monico, J. F. G. Posicionamento pelo GNSS: Fundamentos, Definição e Aplicação. 2 ed. São Paulo: Editora UNESP, 2008. 476p.