

# EFEITOS DAS IRREGULARIDADES IONOSFÉRICAS SOBRE SINAIS DE SATÉLITES GPS NO SUL DO BRASIL

**Lilian Piecha Moor<sup>1</sup>, Henrique Carlotto Aveiro<sup>2</sup>, Tiago Jakulski<sup>2</sup>,  
Eurico Rodrigues de Paula<sup>3</sup> & Nelson Jorge Schuch<sup>4</sup>**

*Acadêmicos dos Cursos de Física<sup>1</sup> e de Engenharia Elétrica da UFSM<sup>2</sup>, Bolsistas*

*PIBIC/INPE – CNPq/MCT<sup>3</sup>, no âmbito da Parceria CRSPE/INPE/MCT–LACESM/CT/UFSM, Santa Maria, RS.*

*Pesquisadores Titular AIII, da Divisão de Aeronomia – DAE/CEA/INPE – MCT<sup>3</sup>, São José dos Campos, SP, e do Centro*

*Regional Sul de Pesquisas Espaciais – CRSPE/INPE-MCT<sup>4</sup>, Santa Maria, RS.*

*e-mail: (lilian, aveiro, tiagojk, njschuch)@lacesm.ufsm.br; eurico@dae.inpe.br*

## 1. INTRODUÇÃO

As irregularidades ionosféricas são geradas no equador magnético logo após o pôr do Sol devido às instabilidades do plasma ionosférico. Quando evoluem atingem dimensões continentais e apresentam uma velocidade cerca de 150 m/s para leste durante períodos magneticamente calmos e em geral durante tempestades magnéticas o movimento das bolhas é para oeste. No Brasil estas irregularidades ocorrem de setembro a março e de cerca de 20 as 24 horas, entretanto durante tempestades magnéticas elas podem ocorrer em qualquer estação do ano e podendo ocorrer no setor entre meia noite e o amanhecer. As irregularidades ionosféricas, as quais são formadas por instabilidades do plasma de diversos tamanhos de escala, são estudadas no INPE e na comunidade internacional por meio de modelos teóricos e utilizando diversos equipamentos de sondagem ionosférica, tais como radares VHF, digissondas, receptores de VHF e recentemente com receptores de GPS. Cada tamanho de escala das irregularidades é sensível a uma determinada frequência. A Ionosfera representa a maior fonte de erro para o Sistema de Posicionamento Global – GPS fato esse decorrência de sua natureza dispersiva [2]. O estudo das bolhas ionosféricas é muito importante, pois todos os sinais eletromagnéticos que as atravessam sofrem cintilações podendo ser drasticamente afetados. Este trabalho foi desenvolvido no Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais, CRSPE/INPE – MCT, e tem como principal objetivo prever anomalias ionosféricas, reduzindo assim os impactos ionosféricos causados nas telecomunicações.

## 2. INSTRUMENTAÇÃO, METODOLOGIA E DADOS

### 2.1 Sistema GPS no Brasil

Atualmente, a Divisão de Aeronomia – DAE/INPE, em colaboração com a Universidade de

Cornell (EUA), mantém 15 receptores GPS instalados em 11 pontos de observação distribuídos no Brasil, ver Figura 1. O receptor SCINTMON é um monitor de cintilação ionosférica da portadora L1 transmitida pelos satélites GPS [3] e foi implementado a partir de uma placa ISA de desenvolvimento (GEC Plessey GPS Builder-2TM). O Sistema de Navegação GPS transmite constantemente duas ondas portadoras chamadas “Link 1” e “Link 2”, assim fornecendo uma cobertura global e instantânea de toda a Terra.



Figura 1 - Distribuição dos receptores SCINTMON sobre o Território Brasileiro.

### 2.2 SCINTMON - Monitor de Cintilação Ionosférica

Para investigar e assim, entender melhor a fenomenologia do ambiente onde ocorrem as cintilações no sinal GPS, um grupo de pesquisadores da Universidade de Cornell – E.U. A desenvolveu um receptor especializado do sinal GPS, denominado Monitor de Cintilação Ionosférica – SCINTMON, a Figura 2 mostra a

instalação de receptores espaçados no Prédio Sede do Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais CRSPE/INPE – MCT.

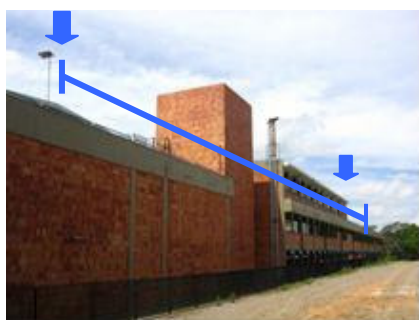


Figura 2 - Receptores espaçados em 100 m na direção leste-oeste magnética no Prédio Sede do Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais CRSPE/INPE – MCT.

O Sistema receptor SCINTMON, ver Figura 3, é capaz de amostrar simultaneamente sinais de até 11 satélites.



Figura 3 - Computador dedicado à aquisição e processamento de dados da Estação - S do Sistema GPS no Prédio Sede do Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais – CRSPE/INPE - MCT – localizado em Santa Maria - RS.

Através do processamento dos dados, obtemos a elevação de cada satélite no campo de visada do receptor e os valores de potência de sinal recebido, ver Figura 3. A partir deste último, identificamos a ocorrência ou não de cintilação do sinal.

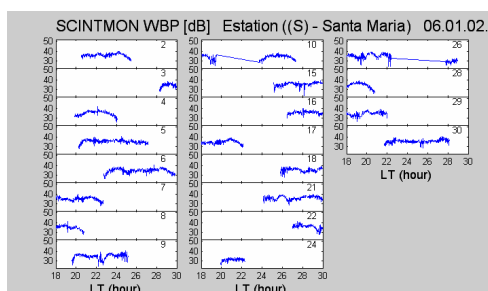


Figura 4 - Os painéis mostram os valores de potência em banda larga de sinal recebido, WBP

em decibéis, para cada satélite rastreado na noite de 02/01/06 para 03/01/06 para a Estação (S) do Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais – CRSPE/INPE – MCT.

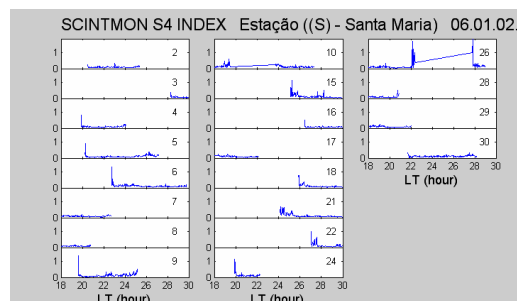


FIGURA 4 - Os painéis mostram os valores do índice S4, calculados para os sinais mostrados na Figura 3. Valores de S4 acima de 0.2 estão associados a irregularidades junto à Estação (S) do Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais – CRSPE/INPE – MCT.

#### 4. CONCLUSÕES

O estudo das irregularidades ionosféricas é muito importante, pois contribui para a compreensão dos mecanismos de geração e transporte do plasma ionosférico. Entender o fenômeno pode fazer com que não se perca tempo buscando falhas técnicas nos equipamentos com aplicações espaciais e ainda permite reavaliar os projetos de tais serviços para que estes se tornem mais confiáveis e eficientes.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa PIBIC/INPE – CNPq/MCT pela aprovação e oportunidade de desenvolvimento do Projeto de Pesquisa.

#### REFERÊNCIAS

1. de Paula, E.R., I.J. Kantor, J.H.A. Sobral, H. Takahashi, D.C. Santana, D. Gobbi, A.F. de Medeiros, L. A.T. Limiro, H. Kil, P.M. Kintner, M.J. Taylor, Ionospheric irregularity zonal velocities over Cachoeira Paulista, J.A.S.T. P., 64, 1511-1516, 2002.
2. Smita Dubey, Rashmi Wahi, A.K. Gwal. Ionospheric effects on GPS positioning, Advances in Space Research, India, 2005.
3. Beach T. L.; Kintner, P. M. Development and Use of a GPS Ionospheric Scintillation Monitor. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, v. 39, n. 5, p. 918-928, May 2001.