



Tipo de Documento:	(DI-04)
País:	(BRASIL)
Tipo de Seção:	(CACAT)
Ponto da Agenda:	12.1

**Caracterização da dinâmica da ionosfera na  
Antártica e sua conexão com a América do  
Sul: interação com o geoespaço e  
acoplamento com as demais camadas da  
atmosfera – Estação Comandante Ferraz**

**Investigação da dinâmica da ionosfera na Antártica e sua conexão com a América do Sul:  
interação com o geoespaço e acoplamento com as demais camadas da atmosfera – Estação  
Comandante Ferraz (EACF)**

## **1. Resumo**

O estudo do comportamento da ionosfera a médio e longo prazo, desde a região antártica até as baixas latitudes (América do Sul), tem como objetivo se caracterizar espacial e temporalmente os impactos do clima espacial (geoespaço) nas suas propriedades eletrodinâmicas. O comportamento da ionosfera é obtido das observações contínuas feitas através de sondagens rádio realizadas com diferentes instrumentos (VLF, GPS, ionossonda e riômetros) na EACF, os quais fazem parte de redes de instrumentação operando no continente Antártico bem como na América do Sul, envolvendo colaborações nacionais e internacionais. O estudo das séries temporais longas de dados de monitoramento contínuo da ionosfera na EACF, tem ajudado a caracterizar o papel da variação de 11 anos da radiação solar nas suas propriedades dinâmicas na região Antártica bem como nas médias e baixas latitudes (Correia et al., 2011, 2013a, 2013b, 2016, Correia et al., 2018). Os estudos também tem mostrado que a baixa ionosfera é fortemente afetada por processos dinâmicos originados nas camadas inferiores da atmosfera, que ocorrem predominantemente durante os períodos de inverno, devido a passagem de ondas planetárias de origem troposférica ou estratosférica (Correia et al., 2011, 2013a).

A ionosfera é fortemente perturbada durante as tempestades geomagnéticas, que são alterações na magnetosfera terrestre provocadas pelo impacto de grandes bolhas de plasma ejetadas da coroa solar (EMC – ejeção de massa da coroa). O impacto das tempestades é mais pronunciado na região polar, mas apresenta efeitos imediatos também nas baixas latitudes, principalmente na região da anomalia ionosférica equatorial (Correia et al., 2017).

Portanto, a ionosfera é fortemente controlada por fenômenos de origem solar, seja radiação ou partículas, que provocam alterações de suas propriedades físicas e dinâmicas afetando a atmosfera como um todo. As perturbações ionosféricas podem produzir interrupções nas redes de transmissão de energia elétrica, gerar problemas aos usuários de sistemas de navegação via satélite (agricultura de precisão, navegação aérea e de superfície, estabilidade das plataformas de petróleo, entre outras aplicações), sistemas de comunicação HF, etc.

## **2. Objetivos gerais**

Caracterização do comportamento da ionosfera a médio e longo prazo, frente aos fenômenos do geoespaço (radiação solar, transientes rápidos solares e astrofísicos, tempestades geomagnéticas), e seu acoplamento com as demais camadas da atmosfera (ondas de gravidade e planetárias). O comportamento da ionosfera é avaliado através do monitoramento feito com diferentes técnicas de radiossondagem fazendo uso de redes de instrumentação.

Caracterização do comportamento da ionosfera das baixas até altas latitudes para subsidiar os modelos de previsão de clima espacial cujos impactos podem causar transtornos a sociedade atual, como por exemplo: cortes nas redes de transmissão de energia ('blackouts'), perda de precisão nas medidas que utilizam sinais de sistemas GNSS, perda de comunicação na faixa de VHF e UHF, entre outros.

## **3. Metodologia**

O comportamento da ionosfera é monitorado a partir de observações realizadas com vários experimentos operando na EACF e outros pertencentes a redes de instrumentação nacionais e internacionais, que utilizam técnicas de rádio sondagem:

- Monitoramento de sinais VLF se propagando por longas distâncias e recebidos na Estação Brasileira Comandante Ferraz na Antártica (sistema AWESOME) e pela rede SAVNET (Raulin et al, 2009) por oito estações receptoras distribuídas na América do Sul (3 Peru, 1 Argentina, 4 Brasil).

- Monitoramento do Conteúdo Total de Elétrons (TEC) e cintilação, obtidos de medidas feitas com receptores GNSS de dupla frequência operando na EACF, e da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC) no território brasileiro.
- Monitoramento da ionosfera utilizando a rede de riômetros SARINET (Nishino et al., 2002), com sistemas operando na EACF e na América do Sul (2 sistemas no Chile, 3 na Argentina e 7 no Brasil).
- Monitoramento da ionosfera utilizando uma ionossonda operando na EACF.

#### 4. Comentários finais

Estas investigações envolvem a colaboração entre pesquisadores de várias instituições nacionais (INPE, UPM, UFRR, UNIVAP, USP, UFRN, UFSM) e internacionais (Universidade Takushoku/Japão, INGV/Itália, CONIDA/Peru, UNLP/Argentina).

As atividades de pesquisa estão inseridas no contexto do SCAR, particularmente as investigações da ionosfera através de uso de sistemas GNSS estão sendo realizadas dentro do Grupo de Especialistas ‘GNSS Research and Application for Polar Environment’ (GRAPE, <http://www.grape.scar.org/>, 2012-2018).

#### Referências Bibliográficas

- Correia, E. ; KAUFMANN, P. ; RAULIN, J. P. ; BERTONI, F. C. ; Gavilán, H. R. . Analysis of daytime ionosphere behavior between 2004 and 2008 in Antarctica. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, v. 73, p. 2272-2278, 2011.
- Correia, E.; Paz, A. J. ; Gende, M.A. . Characterization of GPS-TEC in Antarctica from 2004 to 2011. *Annals of Geophysics*, v. 56, p. R0217-1-R0217-5, 2013a.
- Correia, E.; RAULIN, J. P. ; Kaufmann, P. ; BERTONI, F. C. ; Quevedo, M.T. . Inter-hemispheric analysis of daytime low ionosphere behavior from 2007 to 2011. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, v. 92, p. 51-58, 2013b.
- Correia, Emilia; Quevedo, M.T. ; Paz, A. J. . ANTARCTIC ATMOSPHERE RESPONSE TO THE SUN-EARTH INTERACTIONS. *Annual Activity Report - INCT-APA*, p. 15-22, 2016.
- Correia, E.; SPOGLI, L. ; Alfonsi, Lucilla ; CESARONI, C. ; GULISANO, A. ; Thomas, E ; RAMIREZ, R. F. H. ; A. Rodel . Ionospheric F-region response to the 26 September 2011 geomagnetic storm in the Antarctica American and Australian sectors. *ANNALES GEOPHYSICAE*, v. 35, p. 1113-1129, 2017.
- Correia, E.; MUELLA, M. T. ; Alfonsi, L. ; PROL, F. S. ; CAMARGO, P. O. GPS scintillations and total electron content climatology in the southern American sector. In: Dr. Dogan Ugur Sanli. (Org.). *Positioning Accuracy of GNSS Methods*. ed. London: IntechOpen, 2018. In Press
- Nishino, M., K. Makita, K. Yumoto, F. Rodrigues, N.J. Schuch and M.A. Abdu, Unusual ionospheric absorption characterizing energetic electron precipitation into the South Atlantic magnetic Anomaly, *Earth Planets Space*, 54, 907-916, 2002.
- RAULIN, J. P.; David, P.C.M. ; HADANO, Y. R. ; Saraiva, A.C.V. ; CORREIA, E. ; KAUFMANN, P. The South America VLF NETwork (SAVNET). *Earth, Moon and Planets*, v. 104, p. 247-261, 2009.