



INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE/MCT  
CENTRO REGIONAL SUL DE PESQUISAS ESPACIAIS – CRS/INPE – MCT  
OBSERVATÓRIO ESPACIAL DO SUL OES/CRS/INPE – MCT

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA - UFSM  
CENTRO DE TECNOLOGIA – CT/UFMS  
LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS ESPACIAIS DE SANTA MARIA – LACESM/CT/UFMS



# Estudos do Plasma Ionosférico na Região da Anomalia Geomagnética do Atlântico Sul

Antonio Marcos M. Silveira<sup>1</sup>, Polinaya Muralikrishna<sup>2</sup>, Nelson J. Schuch<sup>1</sup>, Kazuo Makita<sup>3</sup>, Juliano Moro<sup>1</sup>.

[1] Laboratório Sondagem Ionosférica e Atmosfera Neutra Terrestre do Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais - LSIANT/CRS/INPE – MCT, em parceria com o Laboratório de Ciências Espaciais de Santa Maria – LACESM/CT – UFSM, Convênio: INPE – UFSM, Santa Maria, RS;

[2] Divisão de Aeronomia da Coordenação de Ciências Espaciais e Atmosféricas – DAE/CEA/INPE – MCT, São José dos Campos, SP.

[3] University of Takushoku, Tokyo, Japan  
E-mail: antoniomarcos@lacesm.ufsm.br

## Resumo

O objetivo principal do Projeto de Pesquisa é estudar o comportamento da Ionosfera na região da Anomalia Magnética do Atlântico Sul (AMAS), através de dados observacionais obtidos com o equipamento Riômetro. A região ionizada da Atmosfera Terrestre, onde se situam camadas distintas, com níveis de densidade eletrônica diferente, é conhecida como Ionosfera. A divisão em camadas ocorre devido à distribuição dos constituintes da Atmosfera Neutra ser heterogênea assim como os processos de ionização dominantes nas variadas altitudes. E, além deste fato, facilita o estudo dos processos de difusão e as condições ambientais envolvidas no processo de recombinação. O Riômetro Imageador instalado no Observatório Espacial do Sul - OES/CRS/INPE – MCT, em São Martinho da Serra, RS, é composto por um conjunto de 16 antenas, formando uma matriz de 4x4 que detecta rádio sinais na frequência centrada em 38,2 MHz. O Riômetro permite analisar a variação de radiação cósmica incidente no solo, obtendo dados indiretamente da variação da densidade eletrônica, que ocorre na camada D, região mais baixa da Ionosfera. Em um dado ponto do espaço, fora da interferência da Atmosfera Terrestre, o ruído cósmico é constante. Ao se propagar na Atmosfera, parte da sua energia de onda é transferida para o meio. Com isso a intensidade do sinal captado pelo Riômetro será menor, pois quanto maior for à absorção do sinal do ruído cósmico maior será a densidade eletrônica do meio. A análise dos dados é feita comparando a intensidade do ruído cósmico incidente na superfície terrestre entre os dias magneticamente calmos em diferentes períodos do ano. O Projeto de Pesquisa esta sendo desenvolvido no Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais - CRS/INPE - MCT, em Santa Maria, RS, e consiste na análise de dados obtidos pelo Riômetro Imageador instalado no Observatório Espacial do Sul, referente à variação da absorção ionosférica do ruído cósmico.

## Introdução

A porção da Atmosfera Terrestre formada por uma densidade de ions e elétrons livres é chamada de Ionosfera. Situada entre 60 a 1000 Km de altitude da superfície terrestre, sua formação ocorre através dos processos de fotoionização e ionização por impacto. Com base na distribuição eletrônica e seus constituintes a Ionosfera é dividida em três camadas D, E e F. O equipamento utilizado no Observatório Espacial do Sul - OES/CRS/INPE – MCT para sondagens Ionosféricas chama-se Riômetro (do inglês *RIOMETER – Relative Ionospheric Opacity Meter*). Os dados obtidos dos Riômetros permitem o estudo da variação da densidade eletrônica das camadas D e E. A localização privilegiada do Observatório Espacial do Sul no centro da Anomalia Geomagnética do Atlântico Sul – AMAS permite o estudo da influência da mesma, sobre a precipitação de partículas energéticas nessa região através dos equipamentos Riômetros.

## Materiais e Métodos

Basicamente um Riômetro trata-se de um sistema antena-rádio receptor sensível a intensidade das ondas eletromagnéticas vindas de várias regiões do espaço, incidentes na superfície terrestre. O Observatório Espacial do Sul – OES/CRS/INPE – MCT, em São Martinho da Serra, RS, possui dois tipos de Riômetros em suas instalações, um Riômetro Convencional e um Riômetro Imageador. O Riômetro Convencional possui uma antena dipolo de dois elementos que varre uma vasta área da Ionosfera, sendo que a frequência captada do ruído cósmico é de 38,2 MHz. O Riômetro Imageador (IRIS – *Imaging Riometer for Ionospheric Studies*) é composto por 16 antenas dipolo dispostas, como uma matrix 4x4 e alinhadas no sentido norte – sul. A análise dos dados obtidos dos Riômetros resulta em uma curva chamada de Curva do Dia Quiet (do inglês *Quiet Day Curve*) como mostrado na Fig 1, que ao se comparar com o sinal captado de um dia geomagneticamente perturbado nos fornece o nível de absorção da Ionosfera. Então a intensidade do Ruído Cósmico é calculada pela seguinte equação sendo geralmente dada em decibéis.

$$A(\text{dB}) = 10 \ln \left( \frac{A_{QDC}}{A_{DIA}} \right)$$

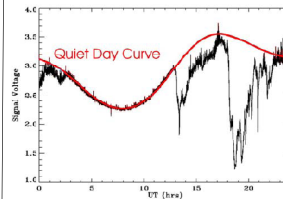


Fig. 1 – Exemplo de Curva do Dia Quiet e comparação com o sinal absorvido. Fonte: <http://aurora.phys.ucalgary.ca/norstar/rio>

O Projeto SARINET (do inglês: *SOUTH AMERICA RIOMETER NETWORK*) consiste em montar uma rede de Riômetros na região da AMAS para estudar e pesquisar o fluxo da precipitação de partículas energéticas observadas na região de Anomalia Geomagnética do Atlântico Sul

## Trabalhos futuros

- Desenvolvimento de programas para análise dos dados do Riômetro Imageador.
- Análise e estudo estatístico dos eventos de absorção ocorridos sob o Observatório Espacial do Sul, em São Martinho da Serra, RS, desde a instalação do Riômetro Imageador em 1999.
- Análise e comparação com dados das estações de Riômetros instalados na região da AMAS.

## Conclusão

Um Riômetro trata-se de uma importante ferramenta para sondagens ionosféricas. Este equipamento permite o estudo e a determinação da densidade eletrônica na Baixa Ionosfera, camadas D e E, permitindo o estudo da influência da Anomalia Magnética do Atlântico Sul - AMAS na precipitação de partículas na região.

## Referências

- 1 - Nishino, M., Makita, K., Yumoto, K., Miyoshi, Y., Schuch, N. J., Abdu, M. A., Rodrigues, F. S.; Imaging Riometer Observations for Energetic Electron precipitation at the South Atlantic Magnetic Anomaly. IUGG, 2003.
- 2 - Stauning, P.; Investigations of ionospheric radio wave absorption processes using imaging riometer techniques. Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics, Vol. 58 (No. 6), pp753-764, 1996.

## Agradecimentos

A. M. M. Silveira agradece aos organizadores da XXIII JAI 2008 da UFSM pela oportunidade e ao Programa PIBIC/INPE – CNPq/MCT pelo apoio e suporte a Iniciação Científica.



JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA – 03, 04, 05 e 06 de Novembro de 2008

Ministério da  
Ciência e Tecnologia

