



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

ESTUDO DAS EMISSÕES ÓPTICAS DA ALTA ATMOSFERA NA REGIÃO DA ANOMALIA MAGNÉTICA DO ATLÂNTICO SUL

**RELATÓRIO PARCIAL DE ATIVIDADES DE INICIAÇÃO
CIENTÍFICA PIBIC/INPE – CNPq/MCT
DESENVOLVIDO DE ABRIL À JULHO DE 2006**

PROCESSO N° 104420/2006-5

Pablo Fernando Carlesso (UFSM, Bolsista PIBIC/INPE - CNPq/MCT)
E-mail: pablo@lacesm.ufsm.br

Dr. Hisao Takahashi (DAE/CEA/INPE - MCT, Orientador)
E-mail: hisotak@laser.inpe.br

Dr. Nelson Jorge Schuch (CRSPE/INPE – MCT, Co-Orientador)
E-mail: njschuch@lacesm.ufsm.br

Santa Maria, Julho de 2006.



DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Título do Projeto:

ESTUDO DAS EMISSÕES ÓPTICAS DA ALTA ATMOSFERA NA
REGIÃO DA ANOMALIA MAGNÉTICA DO ATLÂNTICO SUL

Bolsista:

Pablo Fernando Carlesso

Acadêmica do Curso de Física - Bacharelado da UFSM

Processo:

CNPq - 104420/2006-5

Orientador:

Dr. Hisao Takahashi

Pesquisador Titular - Divisão de Aeronomia – DAE/CEA/INPE - MCT

Coordenação Geral de Ciências Espaciais e Atmosféricas – CEA/INPE -
MCT

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE/MCT

Co-Orientador:

Dr. Nelson Jorge Schuch

Coordenador das Ações de Implantação e Funcionamento do Centro
Regional Sul de Pesquisas Espaciais – CRSPE/INPE – MCT

Chefe da Unidade Regional Sul de Pesquisas Espaciais – RSU/CIE/INPE -
MCT



Colaboradores:

- Dr. Hisao Takahashi – DAE/CEA/INPE – MCT
- Dr. Delano Gobbi – DAE/CEA/INPE – MCT
- Dr. Cristiano Max Wrasse – DAE/CEA/INPE – MCT
- Doutorando Jose Valentin Bageston – DAE/CEA/INPE – MCT
- Acadêmico Gustavo R. Wrasse – CURSO DE FÍSICA - UFSM
- Acadêmico Henrique Orlandi Goulart – CURSO DE FÍSICA - UFSM

**Participantes da Cooperação Brasil – Japão em Ciências Espaciais Básicas
diretamente envolvidas no Projeto:**

- Dr. Kazuo Makita – Takushoku University
- Dr. Hiromasa Yamamoto – Rikkyo University

Local de execução do projeto:

- Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais – CRSPE/INPE – MCT
- Laboratório de Óptica e Luminescência Atmosférica – LOLA/OES/CRSPE/INPE – MCT
- O presente projeto foi desenvolvido no âmbito da Parceria INPE/MCT – UFSM, através do Laboratório de Ciências Espaciais de Santa Maria – LACESM/CT - UFSM



RESUMO

Este trabalho relata as atividades desenvolvidas pelo aluno Pablo Fernando Carlesso, acadêmico do curso de Bacharelado em Física, da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, durante o período compreendido entre Abril e Julho de 2006, referente à continuação do projeto de iniciação científica cuja Linha de Pesquisa é: ***“Estudo da Alta Atmosfera através da Aeroluminescência na região da Anomalia Magnética do Atlântico Sul”***. As atividades foram desenvolvidas dentro da parceria da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM-MEC – através do Laboratório de Ciências Espaciais de Santa Maria – LACESM/CT/UFSM-MEC – com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE-MCT – através da Unidade Regional Sul de Pesquisas Espaciais - RSU/CEP/INPE-MCT e Observatório Espacial do Sul - OES/CRSPE/INPE-MCT.



SUMÁRIO

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO.....	2
RESUMO.....	4
SUMÁRIO.....	5
LISTA DE FIGURAS.....	6
CAPÍTULO 1.....	7
INTRODUÇÃO.....	7
CAPÍTULO 2.....	8
A IONOSFERA.....	8
CAPÍTULO 3.....	10
AEROLUMINESCÊNCIA.....	10
CAPÍTULO 4.....	12
AS BOLHAS DE PLASMA IONOSFÉRICO.....	12
CAPÍTULO 5.....	13
ATIVIDADES REALIZADAS.....	13
5.1. Visita técnica ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.....	13
5.2. Coletas periódicas de dados no Observatório Espacial do Sul.....	13
CAPÍTULO 6.....	15
CONCLUSÃO.....	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16



LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Aeroluminescência ao pôr do sol.....	10
FIGURA 2: Deslocamento de uma Bolha de Plasma ao longo do Equador Magnético terrestre.....	12



CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Neste Relatório são apresentadas as atividades do Bolsista **Pablo Fernando Carlesso** no período compreendido entre Abril á Julho de 2006. Este projeto tem a linha de pesquisa: **”Estudo da Alta Atmosfera através da Aeroluminescência na região da Anomalia Magnética do Atlântico Sul”**. As principais atividades realizadas foram estudar os processos físicos e químicos da Mesosfera e Termosfera terrestre, de 80 a 500 km de altitude, através de observação de aeroluminescência das linhas de emissão do Oxigênio Atômico OI 557,7 nm e OI 630,0 nm. Para isso, foram operados vários equipamentos ópticos que têm a finalidade de obter dados sobre a aeroluminescência noturna.



CAPÍTULO 2

A IONOSFERA

A Atmosfera terrestre possui distintas camadas que se caracterizam por suas propriedades físicas e químicas. A ionosfera é uma extensa camada que se estende numa região compreendida entre 60 e 1000 quilômetros de altitude.

Ela se caracteriza principalmente por ser uma camada condutora de carga elétrica, possuindo uma grande quantidade de elétrons livres. A forte incidência de radiação solar faz com que as moléculas presentes nessa camada se dissociem essa é a principal causa da grande quantidade de íons nessa região.

A ionosfera não é uniforme, ela é dividida basicamente em três camadas diferentes: D E e F. A medida que a altitude aumenta, a quantidade de íons também aumenta. Isso se deve principalmente a dois fatores: um é que quanto maior a altitude maior será a incidência de radiação solar; outro fator é que, nas regiões mais baixas, a densidade de partículas aumenta, fazendo com que a recombinação prevaleça sobre a ionização.

A camada D só existe durante o dia, quando não há mais incidência de radiação solar essa camada vai desaparecendo progressivamente.

A camada E pode permanece após o por do sol, mas reduz-se drasticamente até desaparecer; dependendo da quantidade de energia absorvida durante o dia a camada E pode permanecer durante toda a noite.

Já a camada F é subdividida em três camadas: F1, F2 e F3; a camada F1 é a de menor altitude, e geralmente acaba por desaparecer quando está livre da influência da radiação solar. A camada F2 é a mais significativa, apresentando fenômenos físicos interessantes. Como esta camada se encontra à uma altitude bastante elevada, a pressão atmosférica não é capaz de propiciar a recombinação eletrônica completa, e então esta



camada permanece mesmo sem influência de radiação solar à altas horas da madrugada. Quanto à camada F3, há ainda poucos estudos significativos.

CAPÍTULO 3

AEROLUMINESCÊNCIA

A atmosfera planetária emite constantemente uma radiação que se estende do Ultravioleta Distante ao Infravermelho Próximo. Essa luminescência atmosférica, conhecida pelo nome de Aeroluminescência, é causada por processos físico-químicos como a recombinação iônica e a emissão de fótons pelos componentes atmosféricos excitados.



FIGURA 1: Aeroluminescência ao pôr do sol.
FONTE: <http://www.dae.inpe.br/iono/entrada.htm>

A absorção da Radiação solar pelas moléculas da atmosfera, os leva a um estado quântico de maior energia; e quando as partículas atmosféricas voltam ao seu estado mais estável, elas liberam os fótons que haviam absorvido. As vezes, as partículas excitadas perdem sua energia em processos colisionais, não havendo emissão de radiação.

Quando esse processo todo é imediato, ou instantâneo, a Luminescência resultante é denominada *Dayglow*, mas quando a energia armazenada pelas partículas só é liberada à noite, ela é então do tipo *Nightglow*.



Existem inúmeras linhas de emissão que podem ser estudados; entretanto, há especial interesse no estudo de duas linhas de emissão do oxigênio atômico: 557,7nm e 630,0nm.

A linha 557,7nm é chamada linha verde do oxigênio atômico; e a maior parte dessa emissão se deve da recombinação do Oxigênio Atômico na Mesopausa.

A linha 630nm é conhecida como linha vermelha, e é muito utilizado para o estudo da dinâmica da Ionosfera noturna. A intensidade dessa emissão varia com a densidade eletrônica da região. O processo de emissão dessa linha é a recombinação dissociativa do oxigênio molecular com elétrons.

CAPÍTULO 4

AS BOLHAS DE PLASMA IONOSFÉRICO

Os processos de dissociação molecular devido à incidência da radiação solar, têm como resultado a formação de um Plasma tênue que permeia a Ionosfera. Mas o comportamento dinâmico do desse Plasma é de difícil previsibilidade, pois ele não é um Gás, nem tampouco um Líquido: ele é considerado o quarto estado da matéria.

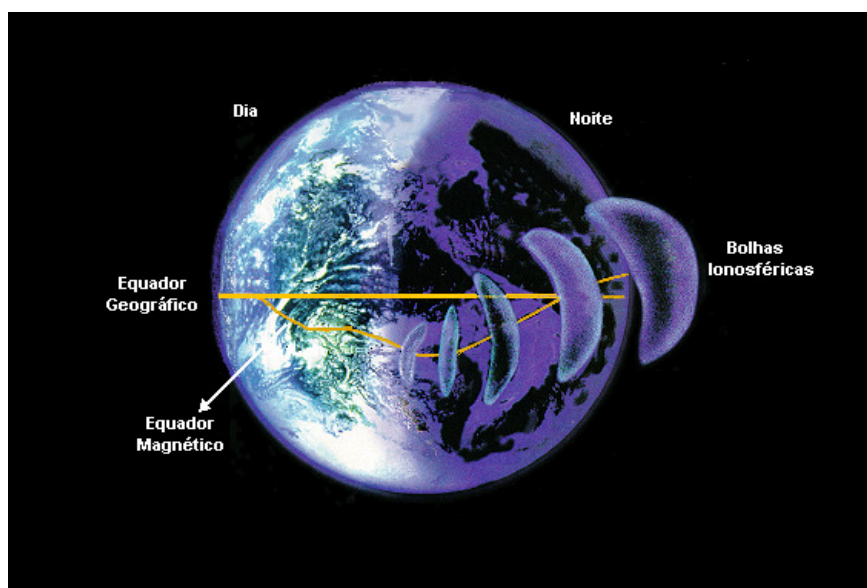


FIGURA 2: Deslocamento de uma Bolha de Plasma ao longo do Equador Magnético terrestre.

FONTE: http://pt.wikipedia.org/wiki/plasma_ionosf%C3%A9rico

Assim, é freqüente a observação de anomalias na dinâmica do Plasma ionosférico. Uma dessas anomalias são as Bolhas de Plasma Ionosférico. As Bolhas de Plasma são regiões onde a densidade de íons cai abruptamente. Essas Bolhas se formam logo após o ocaso solar; têm como local de origem a base da camada F, e a partir daí começam a desenvolver-se até grandes altitudes, sob a influência do Campo Magnético terrestre.

CAPÍTULO 5

ATIVIDADES REALIZADAS

As atividades relatadas nesse trabalho são referentes aos meses de abril à julho de 2006. E se devem à continuação do projeto de iniciação científica que tem como linha de pesquisa: *O Estudo da Alta Atmosfera através da Aeroluminescência na região da Anomalia Magnética do Atlântico Sul.*

5.1. Visita técnica ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Durante os dias 15 e 19 de maio de 2006, foi realizada uma viagem técnica ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, em São José dos Campos, com a finalidade de ampliar os conhecimentos a respeito dos estudos realizados no Laboratório de Mesosfera e Luminescência Atmosférica – LMLA/RSU/INPE – MCT, além de participar no trabalho de calibração e treinamento de operação do fotômetro FotOH (6-2).

5.2. Coletas periódicas de dados no Observatório Espacial do Sul

Mensalmente, é realizada uma viagem técnica de observação e coleta de dados ao Laboratório de Óptica e Luminescência Atmosférica - LOLA/OES/RSU/INPE-MCT. Nessa viagem, são coletados dados do céu noturno com o auxílio dos seguintes equipamentos:

Fotômetro FotSul: : O equipamento consiste em um sistema de filtros de interferência ótica (um caso especial do interferômetro *Fabry-Perot*) capaz de selecionar comprimentos de onda distintos das transições eletrônicas do oxigênio ionizado nos comprimentos de onda 557 nm e 630 nm.

Fotômetro 4 Janelas: O equipamento é composto por quatro lentes que também funcionam a partir de filtros de interferência ótica e que possuem a função de definir a



temperatura rotacional em K na altitude de 250Km, a intensidade do OH (3 – 1) ligada a 2P1 em kR, a intensidade do 4P1 em kR e a intensidade do O₂(0 – 0).

Câmera de TV Imageadora: A resolução do sinal dês Câmera de TV é de cerca de 500 R de luminosidade. A parte ótica do sistema consiste de uma lente fish-eye, num visor noturno mais uma *lante raley - night-viewer intensifier* – e de uma câmara CCD de TV.

Câmera Wide-Angle: Câmera do modelo BS-30L e outros dispositivos de controle. Constituída por um visor noturno de 12VDC. Sua lente possui um ângulo de visão de aproximadamente 90° possuindo uma maior nitidez melhor definição que as câmaras *Fish-Eye*. Ela é operada em 50s – tempo de exposição – possuindo, portanto, uma sensibilidade de 100R.

Câmera Fish-Eye: Câmera do modelo BS-30L e outros dispositivos de controle. Constituída por um visor noturno de 12VDC. Possui um sistema óptico constituído por lentes *All-Sky*, a vantagem, sobre uma *Wide-Angle* é que possui uma visão ampla do céu, possibilitando que seja observado em todo o horizonte. Operada em um tempo de exposição de 50s, possui sensibilidade de 1kR.



CAPÍTULO 6

CONCLUSÃO

Neste período de realização do Projeto de Pesquisa de Iniciação Científica PIBIC/INPE – CNPq/MCT no CRSPE/INPE – MCT, o Bolsista não pode realizar muitas atividades devido ao curto período de tempo – Abril à Julho de 2006. Entretanto, foram realizados vários estudos de aprofundamento, que tiveram como enfoque o estudo das irregularidades que ocorrem na Ionosfera através da Aeroluminescência Noturna – *Nightglow*. Além disso, foram realizadas variadas atividades práticas que proporcionaram ao Bolsista se familiarizar e conhecer mais profundamente o funcionamento dos equipamentos utilizados para a coleta de dados.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chamberlain, J. W.; *Physics of the Aurora and Airglow*, American Geophysical Union, 1995.

Makita, K.; *Change of Earth Environment Due to Decreasing Geomagnetic Field The Necessity of Observation in Brazilian Geomagnetic Anomaly Region*; Rev. Takushoku University, 40, 15-24, 1996.

Wrasse, C. M.; *Observação da Temperatura Rotacional da Hidroxila Através da Aeroluminescência na região da Mesosfera Terrestre*, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE-8003-TDI/751, 2000

Santana, D. C.; *Estudo da evolução temporal/espacial das derivas das depleções do plasma ionosférico por imagens digitais da aeroluminescência OI 630 nm noturna*; INPE-8179-TDI/759, São José dos Campos, 2001.

Santos, P. M. T.; *Estudo das derivas zonais das Irregularidades de Plasma Ionosférico na região brasileira*; INPE-8208-TDI/763, São José dos Campos, 2001.