



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

ESTUDOS DA VARIABILIDADE DA AEROLUMINESCÊNCIA DAS EMISSÕES DE HIDROXILA NA MESOSFERA SUPERIOR

RELATÓRIO FINAL DE PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA (PIBIC/INPE – CNPq/MCT)

PROCESSO Nº. 104213/2007 - 8

Guilherme Grams - Bolsista PIBIC/INPE – CNPq/MCT
Laboratório de Mesosfera e Luminescência Atmosférica –
LMLA/CRS/CIE/INPE – MCT
Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais
CRS/CIE/INPE – MCT
E-mail: ggrams@lacesm.ufsm.br

Dr. Delano Gobbi
Orientador
Divisão de Aeronomia
DAE/CEA/INPE – MCT
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
INPE - MCT
E-mail: delanogobbi@laser.com.br

Santa Maria, Julho 2008.



**RELATÓRIO FINAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO
PROGRAMA: PIBIC/INPE - CNPq/MCT**

PROJETO

**ESTUDOS DA VARIABILIDADE DA AEROLUMINESCÊNCIA DAS
EMISSÕES DE HIDROXILA NA MESOSFERA SUPERIOR**

PROCESSO Nº. 104213/2007 - 8

Relatório elaborado em conjunto pelos bolsistas:

Guilherme Grams - Bolsista PIBIC/INPE – CNPq/MCT

E-mail: ggrams@lacesm.ufsm.br

e

Cristiano Sarzi Machado - UFSM, Bolsista Substituído em abril de 2008

E-mail: cristiano@lacesm.ufsm.br

Dr. Delano Gobbi – Orientador

Divisão de Aeronomia - DAE/CEA/INPE – MCT,

E-mail: delanogobbi@laser.com.br

Dr. Nelson Jorge Schuch - Co-Orientador

Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais - CRS/CIE/INPE – MCT,

E-mail: njschuch@lacesm.ufsm.br

Dr. Marcelo Barcellos da Rosa - Co-Orientador

Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais - CRS/CIE/INPE – MCT,

E-mail: mbdarosa@yahoo.com.br





DADOS DE IDENTIFICAÇÃO:

Título: ESTUDOS DA VARIABILIDADE DA AEROLUMINESCÊNCIA DAS EMISSÕES DE HIDROXILA NA MESOSFERA SUPERIOR

Processo CNPq Nº: 104213/2007 - 8

Aluno Bolsista no período de Agosto/07 a Fevereiro/2008:

Cristiano Sarzi Machado

Curso de Física - Centro de Ciências Naturais e Exatas - CCNE/UFSM
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

Aluno bolsista no período de Abril/08 até Julho/08:

Guilherme Grams

Curso de Física - Centro de Ciências Naturais e Exatas - CCNE/UFSM
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

Orientador:

Dr. Delano Gobbi

Divisão de Aeronomia – DAE/CEA/INPE – MCT

Co-Orientadores:

Dr. Nelson Jorge Schuch

Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais – CRS/CIE/INPE – MCT

Dr. Marcelo Barcellos da Rosa

Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais - CRS/CIE/INPE – MCT,

Colaboradores:

Dr. Hisao Takahashi - Divisão de Aeronomia – DAE/CEA/INPE – MCT

Caitano Luiz da Silva - Curso de Física - UFSM

Mateus Sabadi Schuh - Curso de Física - UFSM

Tiago Domingos dos Santos - Curso de Física - UFSM

Local de Trabalho/Execução do Projeto:

Laboratório de Mesosfera e Luminescência Atmosférica – CRS/CIE/INPE – MCT

Observatório Espacial do Sul – OES/CRS/INPE – MCT

Trabalho desenvolvido no âmbito da Parceria INPE – UFSM, através do Laboratório de Ciências Espaciais de Santa Maria – LACESM/CT/UFSM.





AERONOMIA - IONOSFERAS x AEROLUMINESCÊNCIA

Linha de pesquisa

AERONOMIA - IONOSFERAS x AEROLUMINESCÊNCIA

Nome do grupo: [Clima Espacial](#), [Magnetosferas](#), [Interações Terra - Sol](#), [NanoSatC-Br](#)

Palavras-chave: Aeronomia/Aeroluminescência-Fotômetros/Imageadores; Anomalia Magnética do Atlântico Sul - AMAS; Eletrojato Equatorial; Interações Sol - Terra; Ionosfera - Digisonda - Radares; Mesosfera - Radares - Rastros Meteóricos;

Pesquisadores:

[Barclay Robert Clemesha](#)
[Clezio Marcos De Nardin](#)
[Cristiano Max Wrasse](#)
[Delano Gobbi](#)
[Eurico Rodrigues de Paula](#)
[Fábio Augusto Vargas dos Santos](#)
[Hisao Takahashi](#)
[Jean Pierre Raulin](#)
[Mangalathayil Ali Abdu](#)
[Marcelo Barcellos da Rosa](#)
[Nelson Jorge Schuch](#)
[Polinaya Muralikrishna](#)

Estudantes:

[Antonio Marcos Martins Silveira](#)
[César Augusto Daroit](#)
[Cristiano Sarzi Machado](#)
[Eduardo Ceretta Dalla Favera](#)
[Guilherme Grams](#)
[Juliano Moro](#)
[Lilian Piecha Moor](#)
[Mateus Sabadi Schuh](#)
[Tiago Domingos dos Santos](#)

Árvore do conhecimento:

Ciências Exatas e da Terra; Geociências; Aeronomia;
Ciências Exatas e da Terra; Geociências; Interações Sol - Terra;
Ciências Exatas e da Terra; Geociências; Geofísica Espacial;

Setores de aplicação:

Aeronáutica e espaço

Objetivo:

Aeronomia dos fenômenos físicos, químicos e dinâmica da Atmosfera observando com radares, imageadores, fotômetros e aeroluminescência (perfis de ventos) das ondas atmosféricas: planetárias, de gravidade e marés atmosféricas; Pesquisas com radares e digisonda da dinâmica da Troposfera, Estratosfera, Ionosfera e Alta Atmosfera, investigando o acoplamento vertical e transporte de energia do Sistema Atmosfera-Ionosfera na Região Sul Brasileira. Vice-Líder: Marcelo Barcellos da Rosa.



Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil



Grupo de Pesquisa

Clima Espacial, Magnetosferas: Interações Terra - Sol, NanoSatC-Br



Identificação	Recursos Humanos	Linhas de Pesquisa	Indicadores do Grupo
---------------	------------------	--------------------	----------------------

Identificação

Dados básicos

Nome do grupo: Clima Espacial, Magnetosferas: Interações Terra - Sol, NanoSatC-Br

Status do grupo: **certificado pela instituição**

Ano de formação: 1996

Data da última atualização: 24/06/2008 10:25

Líder(es) do grupo: Nelson Jorge Schuch - nelson.schuch@pq.cnpq.br

Ademar Michels - michels@ct.ufsm.br

Área predominante: Ciências Exatas e da Terra; Geociências

Instituição: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Órgão: Coordenação de Gestão Científica - CIE

Unidade: Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais - CRS

Endereço

Logradouro: Caixa Postal 5021

Bairro: Camobi

Cidade: Santa Maria

Telefone: 33012026

E-mail: njschuch@lasesm.ufsm.br

CEP: 97110970

UF: RS

Fax: 33012030

Home page: <http://>

Repercussões dos trabalhos do grupo

O Grupo de Pesquisa - CLIMA ESPACIAL, MAGNETOSFERAS: INTERAÇÃO TERRA-SOL do Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais - CRS/CIE/INPE-MCT, em Santa Maria, e Observatório Espacial do Sul - OES/CRS/CIE/INPE - MCT, Lat. 29°26'24"S, Long. 53°48'38"W, Alt. 488m, em São Martinho da Serra, RS, criado por Nelson Jorge Schuch em 1996, colabora com pesquisadores da: UFSM (CT-LACESM), INPE (CEA, ETE, CPA), CRAAM-Universidade P. Mackenzie, IAG/USP, OV/ON, DPD/UNIVAP e SEFET/GO, no Brasil e internacionais do: Japão (Universidades: Shinshu, Nagoya, Kyushu, Takushoku e National Institute of Polar Research), EUA ((Bartol Research Institute/University of Delaware e NASA (Jet Propulsion Laboratory e Goddard Space Flight Center)), Alemanha (University of Greifswald e Max Planck Institute for Solar System Research), Australia (Australian Government Antarctic Division e University of Tasmania), Armênia (Alikhanyan Physics Institute) e Kuwait (Kuwait University). Linhas de Pesquisas: MEIO INTERPLANETÁRIO - CLIMA ESPACIAL, MAGNETOSFERAS x GEOMAGNETISMO, AERONOMIA - IONOSFERAS x AEROLUMINESCÊNCIA, NANOSATC-BR. Áreas de interesse: Heliosfera, Física Solar, Meio Interplanetário, Clima Espacial, Magnetosferas, Geomagnetismo, Aeronomia, Ionosferas, Aeroluminescência, Raios Cósmicos, Muons, Pequenos Satélites Científicos. Objetivos: Pesquisar o acoplamento energético na Heliosfera, os mecanismos de geração de energia no Sol, o Vento Solar, sua propagação no Meio Interplanetário, acoplamento com as magnetosferas planetárias, no Geoespaço com a Ionosfera e a Atmosfera Superior, previsão de ocorrência de tempestades magnéticas e das intensas correntes induzidas na superfície da Terra. Pesquisas teóricas e observacionais utilizando-se de larga base de dados de sondas no Espaço Interplanetário e dentro de magnetosferas planetárias, bem como de modelos computacionais físicos e estatísticos. Vice-Líderes: Alisson Dal Lago, Nalin Babulau Trivedi, Marcelo Barcellos da Rosa, Ademar Michels.



Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais – CRS/CIE/INPE – MCT
Relatório Final de Atividades 2008

Recursos humanos		
Pesquisadores		Total: 33
Ademar Michels	Jean Pierre Raulin	
Alan Prestes	Joao Paulo Minussi	
Alicia Luisa Clúa de Gonzalez	Jose Humberto Andrade Sobral	
Alisson Dal Lago	Mangalathayil Ali Abdu	
Antonio Claret Palerosi	Marcelo Barcellos da Rosa	
Barclay Robert Clemesha	Nalin Babula Trivedi	
Clezio Marcos De Nardin	Natanael Rodrigues Gomes	
Cristiano Max Wrasse	Nelson Jorge Schuch	
Delano Gobbi	Odim Mendes Junior	
Eurico Rodrigues de Paula	Osmar Pinto Junior	
Ezequiel Echer	Otavio Santos Cupertino Durão	
Fabiano Luis de Sousa	Petrônio Noronha de Souza	
Fábio Augusto Vargas dos Santos	Polinaya Muralikrishna	
Fernando Luís Guarnieri	Rajaram Purushottam Kane	
Hisao Takahashi	Severino Luiz Guimaraes Dutra	
Ijar Milagre da Fonseca	Walter Demetrio Gonzalez Alarcon	
Jean Carlo Santos		
Estudantes		Total: 31
Alan Carlos Klein	Juliano Moro	
Antonio Marcos Martins Silveira	Lilian Piecha Moor	
Bernardo Henz	Lorenzo Marzari Félix	
Carlos Roberto Braga	Lucas Lopes Costa	
Cassio Espindola Antunes	Marcos Vinicius Dias Silveira	
César Augusto Daroit	Mateus Sabadi Schuh	
Cristiano Sarzi Machado	Nikolas Kemmerich	
Eduardo Ceretta Dalla Favera	Rafael Lopes Costa	
Fabrício Deives Kummer	Ricardo Cartier dos Santos	
Fernando de Souza Savian	Samuel Martins da Silva	
Guilherme Grams	Silvano Lucas Prochnow	
Guilherme Simon da Rosa	Tardelli Ronan Coelho Stekel	
Igor Freitas Fagundes	Tiago Domingos dos Santos	
Jean Carlos Daroit	Tiago Jaskulski	
Jose Fernando Thuorst	Willian Rigon Silva	
Josemar de Siqueira		
Técnicos		Total: 5
Anderson Pereira Colvero - Ensino Profissional de nível técnico - Técnico em Eletrônica		
Eduardo Ceretta Dalla Favera - Ensino Profissional de nível técnico - Técnico em Computação		
Koiti Ozaki - Especialização - Analista de Sistemas		
Roben Castagna Lunardi - Graduação - Técnico em Computação		
Vinicius Ceregati Costa - Graduação - \Outra Função		



AGRADECIMENTOS

Os bolsistas agradecem ao Dr. Nelson Jorge Schuch por proporcionar um ambiente de constante desenvolvimento, pelos seus valiosos ensinamentos, pelo seu apoio, e constante motivação. Aos Pesquisadores Dr. Delano Gobbi e Dr. Hisao Takahashi, pela dedicação e orientação no decorrer da realização do Projeto de Pesquisa.

Ao Dr. Marcelo Barcellos da Rosa por sua co-orientação, amizade, atenção e compreensão ao longo desse período.

Aos colegas do Laboratório de Mesosfera e Luminescência Atmosférica, Caitano Luiz da Silva, Mateus Sabadi Schuh e Tiago Domingos dos Santos pelo companheirismo, amizade constante e auxílio ao longo da execução do Projeto.

Por fim, ao Programa de Iniciação Científica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – PIBIC/INPE – CNPq/MCT, por haver permitido o desenvolvimento deste Projeto de Pesquisa, que contribuiu enormemente para elevação do aprendizado científico e acadêmico dos bolsistas.



Sumário

RESUMO.....	1
CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO.....	2
1.1. A ATMOSFERA TERRESTRE	2
1.2. O CAMPO GEOMAGNÉTICO	7
1.3. A ANOMALIA GEOMAGNÉTICA DO ATLÂNTICO SUL.....	8
1.4. LUMINESCÊNCIA ATMOSFÉRICA	9
CAPÍTULO 2. INSTRUMENTAÇÃO E METODOLOGIA	15
2.1. O DISPOSITIVO CCD (CHARGE COUPLED DEVICE)	16
2.2. CÂMERA DE TV IMAGEADORA	16
2.3. CÂMERAS CCD.....	18
2.4. FOTÔMETROS.....	19
2.5. FOTÔMETRO FOTSUL.....	19
2.6. FOTÔMETRO FOTOH (6,2)	21
CAPÍTULO 3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS PELOS BOLSISTAS	22
CAPÍTULO 4. RESULTADOS.....	24
CAPÍTULO 5. CONCLUSÕES.....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27
ANEXO A: PERFIS DAS INTENSIDADES MÉDIAS MENSAIS DO OI 557,7 E OI 630 NM.....	29
ANEXO B: RESUMOS SUBMETIDOS À EVENTOS CIENTÍFICOS.....	34
ANEXO C: CERTIFICADO DE PARTICIPAÇÃO EM EVENTO CIENTÍFICO	44

Índice de Figuras

FIGURA 1.1 – A ESTRUTURA DA ATMOSFERA TERRESTRE.....	2
FIGURA 1.2 – PERFIL VERTICAL DA IONOSFERA.....	5
FIGURA 1.3 – PERFIL TÍPICO DA DENSIDADE ELETRÔNICA DA IONOSFERA.	6
FIGURA 1.4 – DIPOLO MAGNÉTICO TERRESTRE.....	7
FIGURA 1.5 – CARTA MAGNÉTICA DE INCLINAÇÃO, DECLINAÇÃO E INTENSIDADE TOTAL DO CAMPO GEOMAGNÉTICO.	9
FIGURA 1.6 – ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO	10
FIGURA 1.7 – ESPECTRO DA AEROLUMINESCÊNCIA NOTURNA DE ALGUMAS EMISSÕES IMPORTANTES	11
FIGURA 1.8 – ESPECTRO DA AEROLUMINESCÊNCIA NOTURNA MOSTRANDO ALGUMAS DAS PRINCIPAIS BANDAS DE EMISSÃO DA HIDROXILA.	13
FIGURA 1.9 – PERFIL DE TEMPERATURA DA ATMOSFERA DA TERRA, JUNTAMENTE COM A REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DAS CAMADAS DE EMISSÃO DE AEROLUMINESCÊNCIA DE ALGUMAS ESPÉCIE	14
FIGURA 3.1 – LABORATÓRIO DE ÓPTICA E LUMINESCÊNCIA ATMOSFÉRICA. PRÉDIO 05 DO OBSERVATÓRIO ESPACIAL DO SUL – OES/CRS/INPE – MCT (29°S, 53°O)	15
FIGURA 3.2 – CÂMERA DE TV DO <i>IMAGE OBSERVATION SYSTEM</i> , INSTALADO NO PRÉDIO 5 DO OBSERVATÓRIO ESPACIAL DO SUL – OES/CRS/INPE - MCT	17
FIGURA 3.3– DIAGRAMA DE FUNCIONAMENTO DA CÂMERA DE TV IMAGEADORA.	18
FIGURA 3.4 – CÂMERAS CCD INSTALADAS NO OBSERVATÓRIO ESPACIAL DO SUL	19
FIGURA 3.5 – DIAGRAMA DO SISTEMA DO FOTÔMETRO FOTSUL, INSTALADO NO OES.....	20
FIGURA 3.6 – PARTE DO SISTEMA INTEGRANTE DO FOTÔMETRO FOTSUL, INSTALADO NO INTERIOR DO LABORATÓRIO DE ÓPTICA E LUMINESCÊNCIA ATMOSFÉRICA, PRÉDIO 05 DO OES.	21

Resumo

Este Relatório Final apresenta as atividades desenvolvidas pelos bolsistas Cristiano Sarzi Machado e Guilherme Grams durante o período de vigência da bolsa de Iniciação Científica no **Centro regional Sul de Pesquisas Espaciais – CRS/CIE/INPE – MCT**, em Santa Maria, RS e no **Observatório Espacial do Sul – OES/CRS/CIE/INPE – MCT**, em São Martinho da Serra, RS. Nesse período, os bolsistas buscaram realizar as metas propostas pelo Projeto de Pesquisa. O Projeto, originalmente abordava o estudo das emissões de Aeroluminescência da Hidroxila na região da Mesosfera Terrestre. No entanto, devido à ocorrência de um defeito técnico no fotômetro FotOH, a geração de séries temporais de radiância e temperatura rotacional da Hidroxila ficou impossibilitada. Em vista disso, o Projeto teve seu escopo parcialmente alterado, com os esforços voltando-se mais para o estudo das emissões de Aeroluminescência do Oxigênio Ionizado em 557,7 e 630 nm.

Capítulo 1. Introdução

1.1. A Atmosfera Terrestre

A atmosfera terrestre é constituída de uma mistura de gases que envolve o planeta, permanecendo ligada à Terra pela ação da força da gravidade. É composta principalmente de nitrogênio(78,08%), oxigênio(20,94%), argônio(0,93%), dióxido de carbono(0,03%) e vapor de água (1%). Sua formação deveu-se provavelmente ao processo de remoção de gás do interior do próprio planeta. Gases como o dióxido de carbono, dióxido de enxofre, vapor de água e nitrogênio foram liberados do interior da Terra por meio de emissões vulcânicas e também por outros processos. Essa complexa estrutura pode ser classificada de acordo com vários fatores, como perfil de temperatura, processos físicos dominantes e composição iônica. A Figura 1.1 mostra o perfil desta estrutura, baseada na temperatura, na composição química e nos processos físicos dominantes.

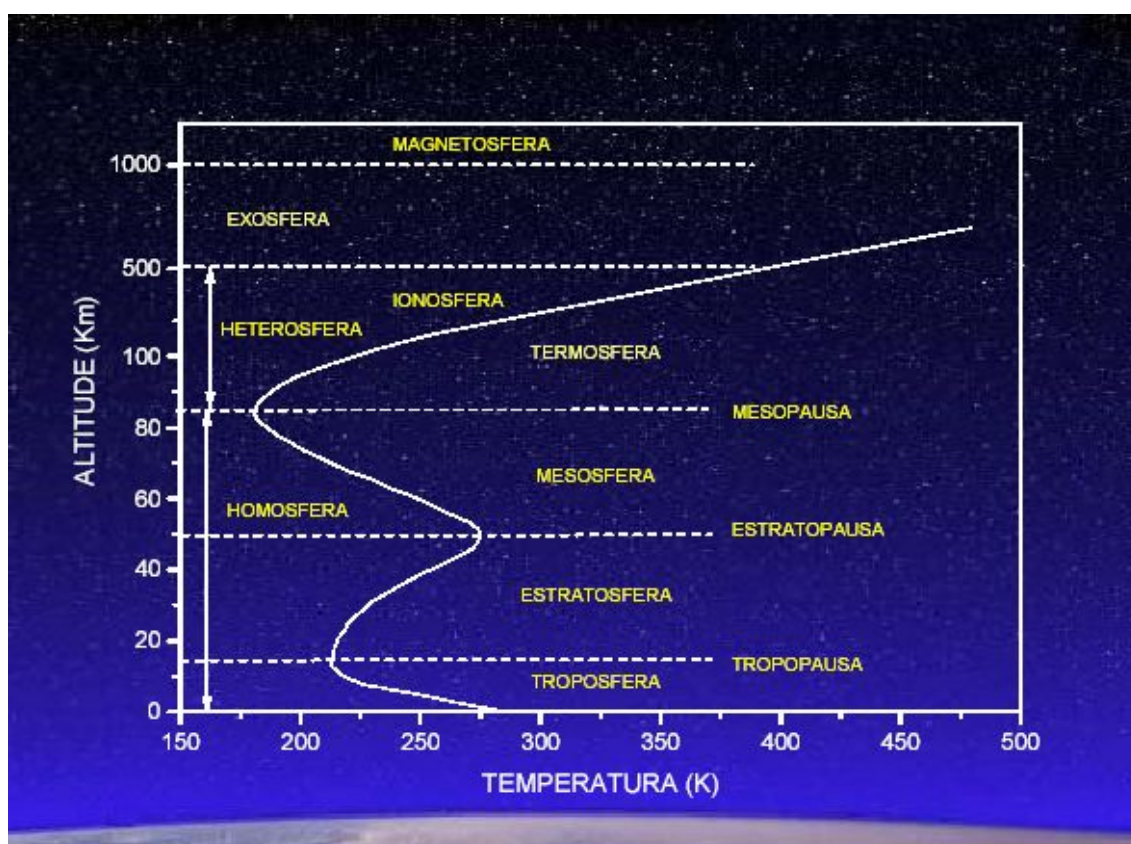


Figura 1.1 – A estrutura da Atmosfera Terrestre.
Fonte: Dissertação de Mestrado - Cristiano Max Wrasse. Página18.

1.1.2. A Atmosfera, conforme seu perfil de temperatura

Do ponto de vista de sua temperatura, a Atmosfera subdivide-se em:

Troposfera

Região que estende-se da superfície até aproximadamente 15 Km, dependendo da latitude. A temperatura diminui 7 K.Km^{-1} , até um valor mínimo para essa camada de 220 K. A convecção e a radiação são os principais processos de transferência de energia, dissipando calor. A temperatura é influenciada pela absorção direta da radiação solar no infravermelho e no visível.

Estratosfera

Situa-se acima da troposfera, entre 15 e 50 km de altitude. A temperatura aumenta com a altitude até um máximo de 270 K. Esse valor máximo de temperatura é alcançado pela absorção e reemissão da radiação solar ultravioleta pelo ozônio atmosférico e pelo vapor d'água. Na estratosfera, o processo de radiação é o principal agente dissipador de calor.

Mesosfera

Esta camada inicia-se em torno de 50 e estende-se até aproximadamente 90 km de altitude, localizada acima da estratosfera. A temperatura diminui com a altitude até atingir 190 K, a menor temperatura da atmosfera.

Termosfera

Camada atmosférica localizada aproximadamente entre 90 e 300 km. A temperatura aumenta com a altitude, atingindo até 3000 K. Nessa região, o principal mecanismo para dissipação de energia é a condução.

As regiões atmosféricas entre essas camadas compõem zonas de transição, onde ocorre inflexão na temperatura, havendo um gradiente de temperatura nulo. Essas zonas de transição são:

Tropopausa

É o limite superior da troposfera, dividindo esta da estratosfera. Nessa região ocorre o mínimo de temperatura da troposfera. No Equador, sua altitude é de 15 km em média, com uma temperatura de 195 K, aproximadamente. Nos pólos, sua altitude é de 8 a 10 km, com uma temperatura de 220 K.

Estratopausa

O nome dado à camada intermediária entre a estratosfera e a mesosfera. Situa-se em torno de 50 km de altitude, apresentando uma temperatura em torno de 270 K.

Mesopausa

É a região da atmosfera que determina o limite entre a mesosfera e a termosfera, situando-se em

torno de 85 km de altitude, com uma temperatura em torno de 190 K.

1.1.3. A Atmosfera, conforme seus processos físicos

De acordo com seus processos físicos, a atmosfera pode ser classificada em:

Homosfera

Esta camada estende-se da superfície até 100 Km de altitude. Nessa região a composição dos gases é uniforme.

Heterosfera

Está situada entre 100 e 500 Km. Não existe uma mistura homogênea de gases, ocorrendo uma composição por estratos devido à tendência das moléculas gasosas se distribuírem de acordo com o seu peso e carga elétrica.

Exosfera

Camada localizada acima de 500 Km de altitude. Nessa região o ar é muito rarefeito e colisões entre moléculas ocorrem sem muita frequência. As partículas constituintes da atmosfera que são mais leves, como o H e He, são constantemente perdidas para o meio interplanetário.

1.1.4. A Atmosfera, conforme sua composição iônica

Consoante sua composição iônica, a atmosfera é caracterizada por Ionosfera e Magnetosfera. Uma breve descrição dessas regiões é exposta a seguir.

Magnetosfera

A magnetosfera é uma região envoltória, constituindo a parte exterior da atmosfera, onde o campo magnético controla os processos eletrodinâmicos da atmosfera ionizada. Essa região surge da incidência da radiação sobre a atmosfera permeada pelo campo magnético, agindo como um obstáculo ao vento solar, composto por partículas energeticamente carregadas. Situa-se logo acima da ionosfera.

Ionosfera

Região da atmosfera terrestre constituída por interações entre os átomos e moléculas neutras da atmosfera com fontes ionizantes solares e cósmicas, gerando um plasma com alta densidade de cargas livres, o plasma ionosférico. Os limites dessa camada ionizada vão desde 60 km (dia) e 90 km (noite) até aproximadamente 1000 km de altitude.

As fontes solares ionizantes da ionosfera são principalmente as radiações no EUV (Extremo Ultra-

Violeta), e os raios X.

Em consequência das diferentes densidades eletrônicas, diferentes constituintes e taxas de absorção, a ionosfera subdivide-se em três regiões, D, E e F. A Figura 1.2 apresenta a ilustração de um perfil típico da densidade eletrônica da Ionosfera.

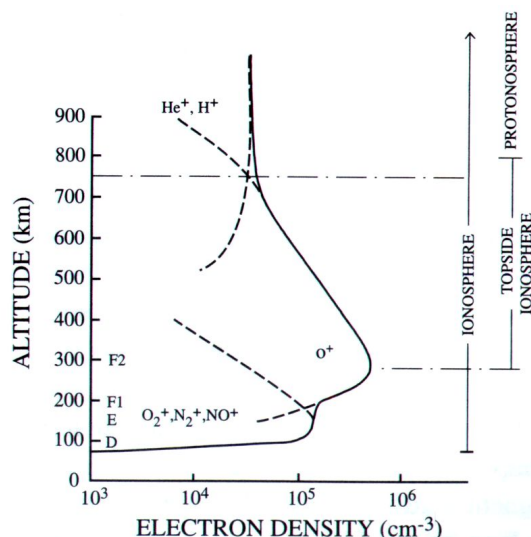


Figura 1.2 – Perfil vertical da Ionosfera.
Fonte: Robert & Andrew, 2000. Página 30

Região D

Essa região é denominada baixa ionosfera, localizando-se do limite inferior da ionosfera até cerca de 90 km acima da superfície. Possui uma densidade eletrônica baixa, a menor de todas as regiões ionosféricas. Como a ionização dessa região é altamente dependente da energia solar, durante a noite, a região D praticamente desaparece devido à rápida recombinação de seus íons. As radiações ionizantes predominantes são os raios X e a radiação Lyman- α .

Região E

Está situada aproximadamente entre 90 e 150 km de altitude. É a região que possui a maior condutividade elétrica ionosférica. Subdivide-se em camada E2, relativamente mais densa, e camada Es (esporádica) instável. As principais fontes de ionização são os raios X, a radiação Lyman- β e as radiações EVU.

Região F

Localizada logo acima da região E. Inicia torno dos 150 km, estendendo-se até o limite superior da

ionosfera, numa altitude de aproximadamente 1000 km. Subdivide-se em camada F1, F2. Estuda-se uma terceira camada, a F3.

A camada F1 localiza-se aproximadamente entre 150 e 250 km de altitude. Sua principal fonte de ionização é a radiação solar no espectro do EUV. Um pico esporádico na concentração eletrônica em torno de 180 km aparece nessa região. A camada F2 localiza-se a partir de 250 km até 1000 km, englobando o pico de concentração iônica. Essa região é dominada por processos dinâmicos, havendo forte interação entre a ionosfera superior e os ventos termosféricos. A camada F3, ainda em estudo, possui altitude de localização dependente das condições solares e atmosféricas. A figura 1.3 representa um perfil de composição iônica para a Ionosfera diurna e noturna.

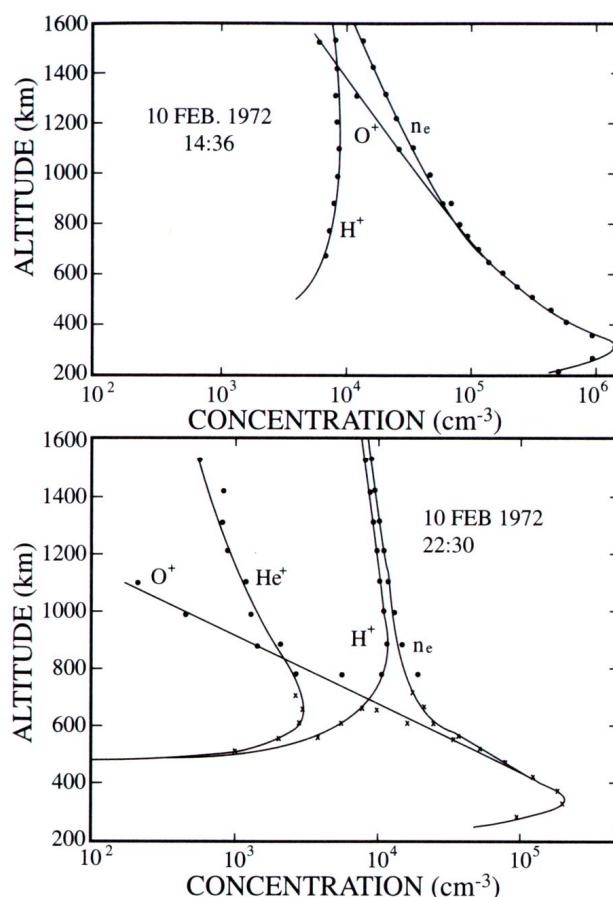


Figura 1.3 – Perfil típico da densidade eletrônica da Ionosfera, mostrando as regiões de concentração dos principais íons que formam a ionosfera e a estrutura das camadas.

Fonte: Robert & Andrew, 2000. Página 334

1.2. O Campo Geomagnético

A *Teoria do Dínamo* é atualmente a mais aceita para explicar grande parte do mecanismo do campo geomagnético.

O campo geomagnético pode ser entendido como a composição de um dipolo magnético excêntrico (atuando como componente principal do campo) e de vários outros campos secundários. Acredita-se que o componente principal do campo geomagnético origina-se no interior da Terra, resultante de correntes fluindo em um núcleo metálico em estado de fusão. Essas correntes seriam oriundas de uma ação equivalente a de um dínamo de auto-excitação, que estaria presente no núcleo terrestre, representando mais de 90% da intensidade total do campo magnético da Terra. A figura 1.4 é uma representação do campo magnético terrestre:

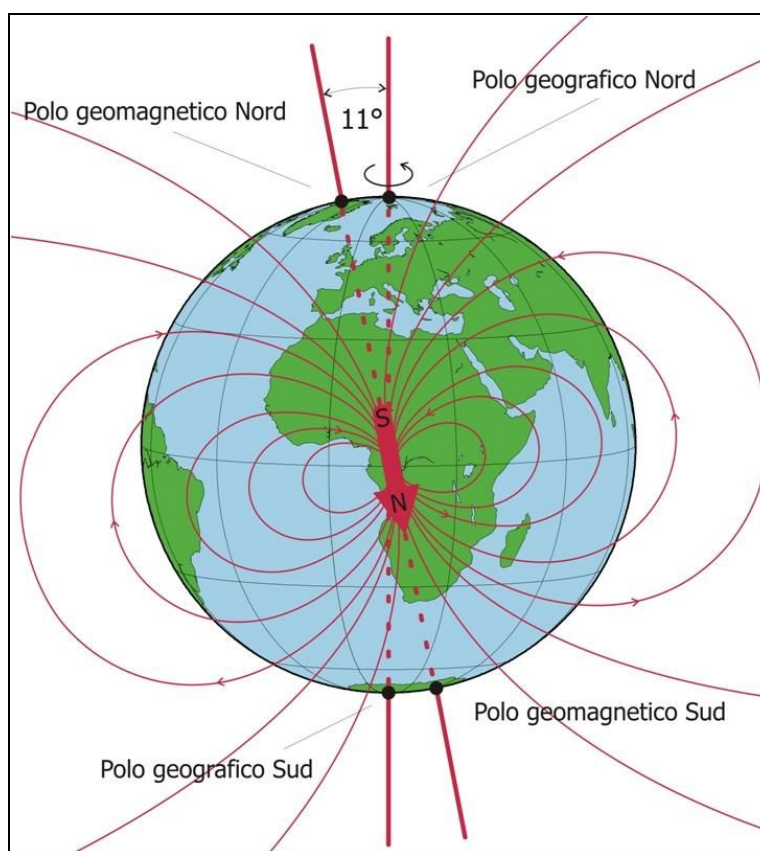


Figura 1.4 – Dipolo Magnético Terrestre.
Fonte: www.ingv.it/temi-ricerca/la-terra/

De acordo com a teoria, o componente principal do campo geomagnético pode ser representado como dipolo magnético colocado no centro da Terra com seu centro deslocado e inclinado $11,5^\circ$ em relação ao eixo de rotação da Terra.

No entanto, essa teoria não explica a reversão do campo geomagnético.

Os componentes secundários do campo magnético terrestre possuem intensidade muito variável, sendo produzidos por correntes elétricas na Ionosfera e na Magnetosfera.

Um efeito da presença do campo geomagnético é sua influência sobre o movimento de partículas carregadas, como elétrons livres e íons, que estão presentes na Ionosfera e na Magnetosfera.

Além disso, a presença do campo geomagnético impede a incidência direta de partículas energéticas oriundas do vento solar.

Existem basicamente dois tipos de variação magnética. Uma delas está associada a períodos magneticamente calmos. A outra refere-se à variações mais intensas, associadas a tempestades magnéticas.

As variações diurnas calmas subdividem-se em dois tipos principais: a variação Sq, influenciada pela ação do Sol (S) em tempo calmo (q), e a variação L, mais fraca, influenciada pela Lua (L).

1.3. A Anomalia Geomagnética do Atlântico Sul

A Anomalia Geomagnética do Atlântico Sul ou apenas Anomalia Magnética do Atlântico Sul – AMAS, foi descoberta em 1950. Caracteriza-se por ser uma região da Terra que apresenta intensidade do campo geomagnético muito baixa, resultando numa grande depressão na Magnetosfera terrestre. Essa região estende-se atualmente sobre o sul da América do Sul e sobre a região do Atlântico Sul. No entanto, mapas sistemáticos da configuração da AMAS têm sido obtidos desde 1922, com resultados recentes indicando uma variação anual de seu centro em cerca de 0.25° para oeste e de 0.05° para norte. Na parte central da anomalia, a intensidade do campo geomagnético apresenta um mínimo global, em torno de 23000 nT .

Em consequência da depressão na Magnetosfera, os cinturões de radiação que circundam a Terra, os Cinturões de Van Allen, são pressionados em direção à superfície terrestre, ocasionando larga precipitação de partículas energéticas na Alta Atmosfera da região. Como consequência, ocorrem perturbações no campo geomagnético e na Ionosfera. Por esse motivo, a AMAS é um bom local de

observação de fenômenos que envolvam a Alta Atmosfera. A figura 1.5 mostra o modelo IGRF da Intensidade Total do Campo Geomagnético para o ano de 2005.

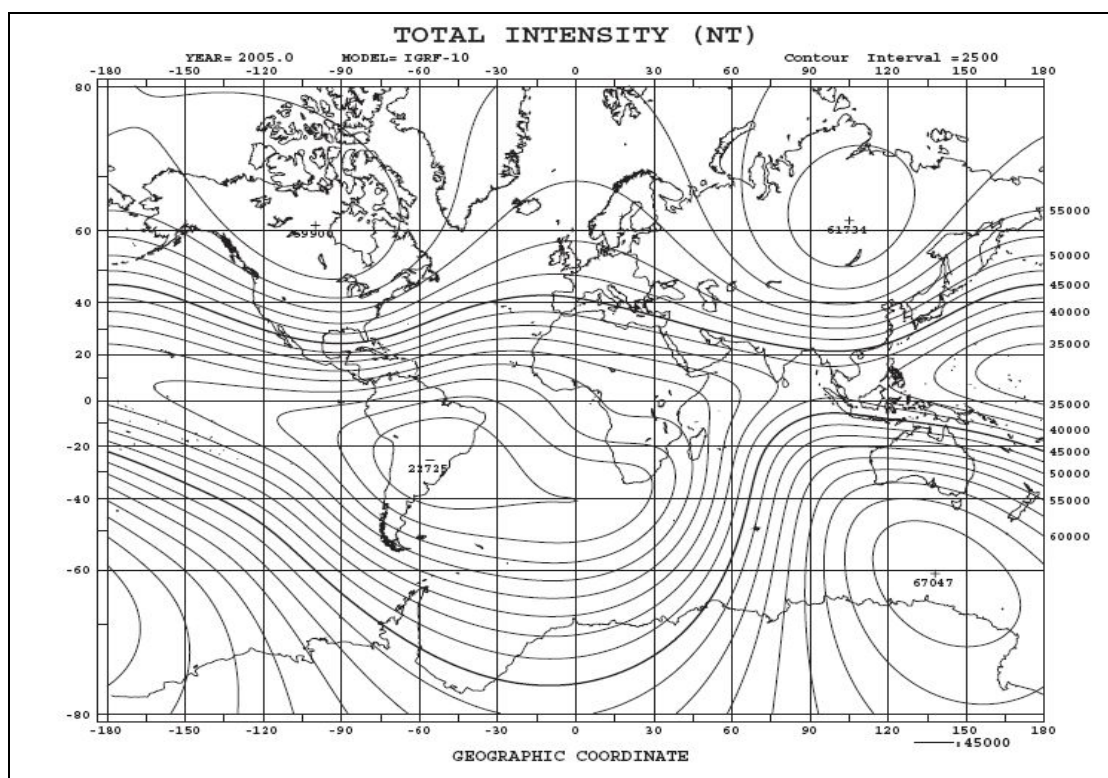


Figura 1.5 – Carta magnética de inclinação, declinação e intensidade total do Campo Geomagnético.
Fonte: <http://swdcdb.kugi.kyoto-u.ac.jp/igrf/map/t-m.pdf>

1.4. Luminescência Atmosférica

A existência do que hoje denominamos aeroluminescência (“airglow”) ou luminescência atmosférica foi estabelecida por Yantema (1909). No entanto, já a partir do ano 1900, vários astrônomos começaram a admitir a existência de uma componente terrestre para a luz do céu noturno. Newcomb e Burns foram os primeiros a medir esse efeito visualmente, em 1901 e 1902, respectivamente. Sydney Chapman, em 1931, propôs a teoria atualmente aceita para o mecanismo da aeroluminescência.

Em 1930, Lord Rayleigh IV conseguiu distinguir a aeroluminescência do fenômeno das auroras, denominando àquela de aurora não-polar.

A luminescência atmosférica é um fenômeno óptico da atmosfera terrestre causado pela emissão de fótons pelos átomos ou moléculas excitados presentes principalmente entre 80 e 400 km de altitude. É definida como uma radiação amorfa, continuamente emitida pela atmosfera de um planeta (Chamberlain, 1961). Ao ocorrer o processo de relaxação energética, os constituintes excitados emitem uma radiação tênue e de extensa faixa espectral, que vai do ultravioleta ($\lambda \sim 250 \text{ nm}$) ao infravermelho ($\lambda \sim 4\mu\text{m}$). A figura 1.6 apresenta o espectro eletromagnético.

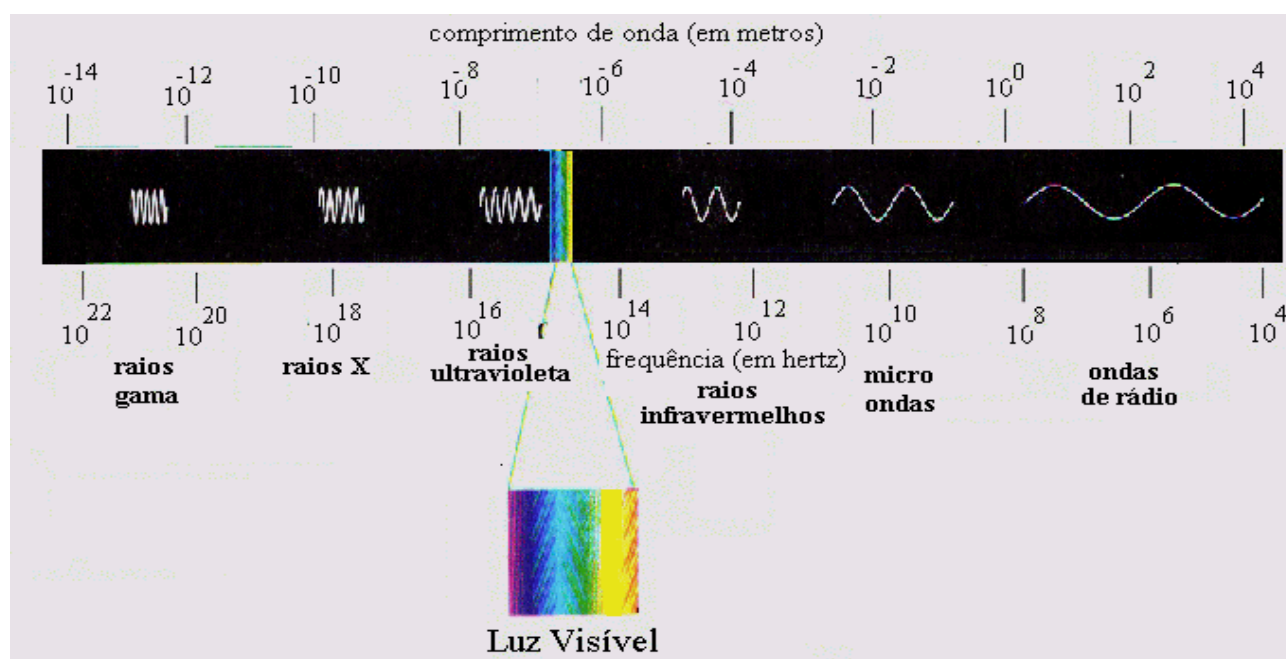


Figura 1.6 – Espectro eletromagnético.
Fonte: www.dhnet.org.br/.../images/espectro.gif

A transferência de energia proveniente da radiação solar para os átomos e moléculas da atmosfera terrestre é o principal processo responsável pela geração do fenômeno de aeroluminescência. No entanto, outros processos que desencadeiam emissões de luminescência envolvem reações fotoquímicas entre os componentes atmosféricos. Alguns desses processos mais comuns são a ressonância, a fluorescência, a quimiluminescência e a excitação por colisões.

A aeroluminescência pode ser nomeada de acordo com o ângulo zenital da radiação solar, podendo ser diurna (“Dayglow”), crepuscular (“Twilight”) ou noturna (“Nightglow”). A utilização de medidas noturnas da aeroluminescência é a mais usada, pois a presença da radiação solar torna o espectro complexo e com uma elevada intensidade de ruído. Para especificar a quantidade luminosa de luminescência, utiliza-se a unidade Rayleigh (R). Um Rayleigh corresponde à intensidade de

uma fonte isotrópica de radiação que emite 10^6 fótons por centímetro quadrado de coluna de ar, por segundo.

Através da aeroluminescência, pode-se estudar:

- processos químicos, iônicos e dinâmicos que regem a distribuição vertical dos vários constituintes atmosféricos;
- processos de excitação que geram emissões ópticas;
- a geração e propagação de irregularidades do plasma ionosférico;
- os processos ligados à deposição de partículas neutras energéticas na alta atmosfera;
- ondas atmosféricas;
- temperatura da mesosfera superior (valor médio integrado na camada);
- o acoplamento entre a termosfera e ionosfera.

O comprimento de onda da emissão de aeroluminescência depende do componente atmosférico emissor. A emissão ocorre através de linhas ou bandas espectrais. Existem três espécies importantes de emissões da aeroluminescência no espectro visível: a) as emissões do Oxigênio Atômico e Molecular; b) as bandas vibracionais e rotacionais da Hidroxila; c) as emissões de átomos metálicos, como o Sódio, Potássio, Magnésio e Cálcio.

Algumas das principais emissões da Aeroluminescência são tratadas a seguir. Uma parte do espectro do *Nightglow* é apresentada na figura 1.7.

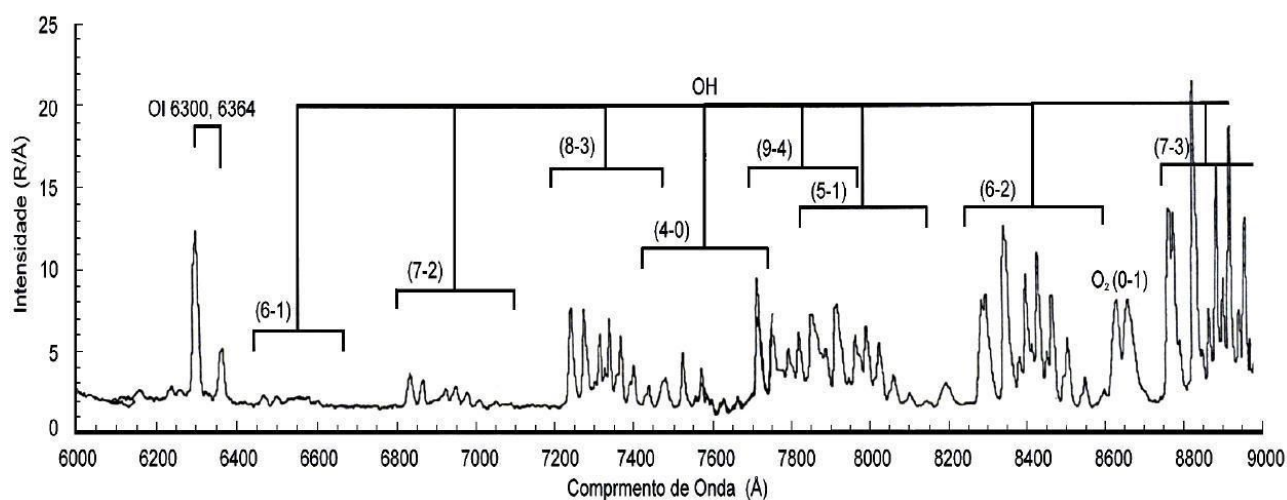


Figura 1.7 – Espectro da aeroluminescência noturna de algumas emissões importantes.
Fonte: Dissertação de Mestrado – Valentin Bageston. Página 30.

1.4.1. As linhas de emissão do Oxigênio Atômico

As linhas mais importantes de emissão da aeroluminescência do oxigênio atômico ionizado (OI) são em 630 nm – linha vermelha, 557,7 nm – linha verde e em 777,4 nm.

A linha vermelha é a mais utilizada no estudo da química e da dinâmica da região F noturna. Ela provém de uma camada de emissão com aproximadamente 50 km de espessura localizada abaixo do pico de emissão da região F, com sua fonte de emissão entre 240 e 300 km de altitude. A intensidade da aeroluminescência nesse comprimento de onda varia conforme a densidade de elétrons ionosféricos. Ela é mais intensa quando a densidade de elétrons é maior, nas ocasiões em que o plasma ionosférico se move para baixo. A intensidade é menos intensa quando o plasma ionosférico move-se para cima, diminuindo a densidade de elétrons ionosféricos.

O processo de produção do Oxigênio atômico excitado - O (1D) que resulta na geração da linha de emissão em 630 nm é a recombinação dissociativa do íon oxigênio molecular com elétrons.

A linha verde do oxigênio atômico possui uma fonte de emissão na região E e outra na região F. A maior parte dessa emissão surge da recombinação do oxigênio atômico na mesopausa, em médias latitudes. Já em baixas latitudes, uma fração significativa desta emissão surge de processos de recombinação dissociativa na região F. As medidas fotométricas em solo obtém a intensidade integrada das duas fontes, na região E e F. Na região F, o processo de produção do Oxigênio atômico excitado O(1S) é a recombinação dissociativa do íon Oxigênio Molecular com elétrons.

A emissão do OI 777,4 nm possui intensidade relativamente fraca. Ela é gerada em todas as alturas da ionosfera, não sendo afetada de maneira significativa pelo movimento da deriva vertical do plasma ionosférico. A recombinação radioativa e a recombinação íon-íon são os dois mecanismos propostos para as emissões do oxigênio atômico que gera essa linha.

1.4.2. As bandas de emissão da Hidroxila – OH($^2\Pi$)

As bandas de emissão do radical hidroxila são conhecidas como bandas de Meinel. O espectro da aeroluminescência noturna para os comprimentos de onda entre 600 e 900 nm é mostrado na figura 1.8.

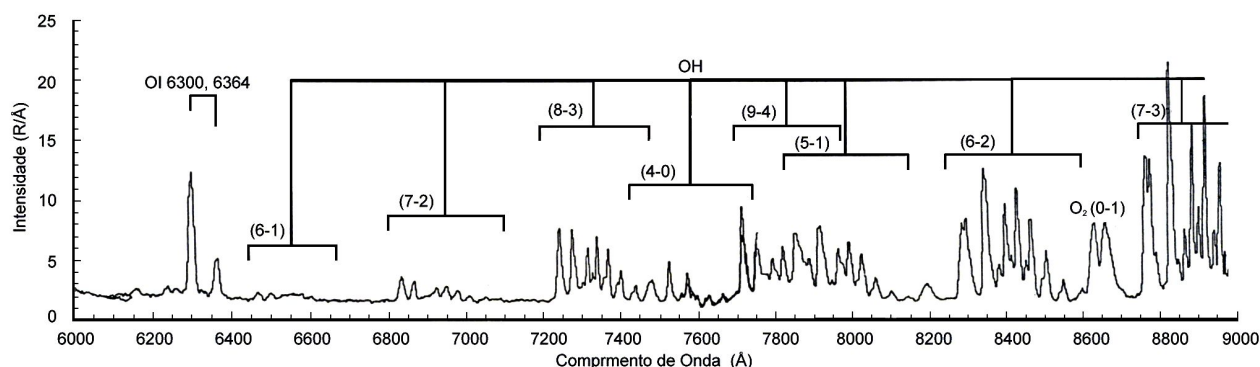


Figura 1.8 – Espectro da aeroluminescência noturna mostrando algumas das principais bandas de emissão da Hidroxila.

Fonte: Dissertação de Mestrado – Cristiano Max Wrasse. Página 41.

A camada de emissão da aeroluminescência do OH está localizada na região da mesosfera, com um pico de emissão em torno de 87 km. As observações da aeroluminescência mesosférica fornecem informações sobre os processos dinâmicos e fotoquímicos da mesosfera superior. A aeroluminescência das emissões de Hidroxila tem sido usada há pelo menos três décadas para inferir o movimento de ondas de gravidade e marés atmosféricas que se propagam na região da alta atmosfera. Observações contínuas são imperativas para o estudo do regime de ondas, que têm períodos entre 5 min a 12 horas na região da mesosfera superior. Além disso, a temperatura rotacional do OH (6,2) é calculada baseando-se nas intensidades relativas das linhas rotacionais, que são dependentes dos valores de temperatura.

As camadas de emissão de aeroluminescência de algumas espécies, juntamente com o perfil de temperatura da atmosfera terrestre são mostradas na figura 1.9.

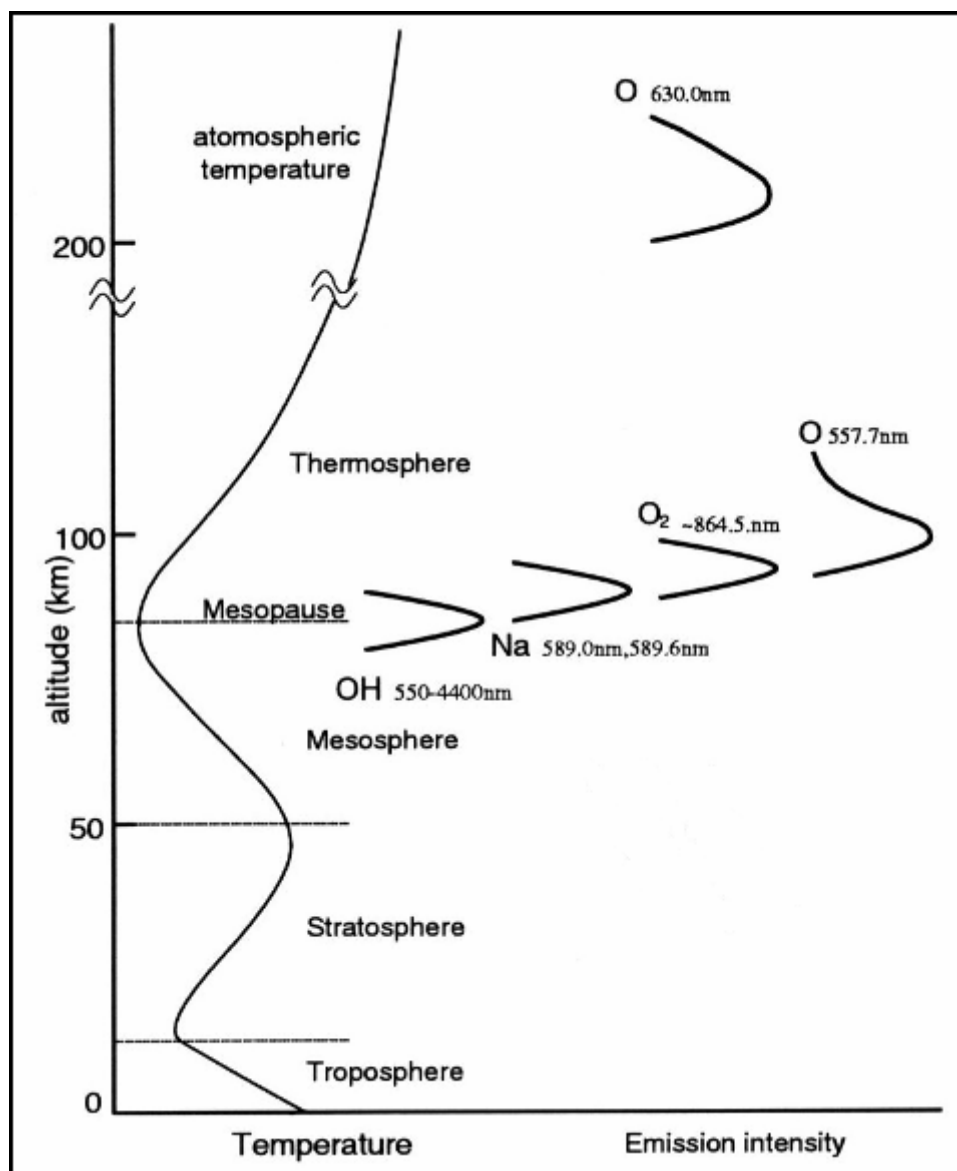


Figura 1.9 – Perfil de temperatura da atmosfera da Terra, juntamente com a representação esquemática das camadas de emissão de aeroluminescência de algumas espécies.

Fonte: Adaptada de Dissertação de Mestrado – Fábio Augusto Vargas. Página 24

Capítulo 2. Instrumentação e Metodologia

As observações óticas de aeroluminescência são efetuadas em geral de três formas: a) no solo; b) a bordo de foguete; e c) em satélites. O método escolhido leva em conta o propósito do estudo. Quando o objetivo é investigar flutuações nas intensidades das emissões (variabilidade temporal), utiliza-se a fotometria de solo. Caso o objetivo seja determinar o perfil vertical da camada de emissão (taxa de emissão volumétrica), geralmente se usa medidas de fotometria a bordo de foguete. No entanto, o estudo da distribuição global do campo de radiação da aeroluminescência pode ser obtido através de técnicas de imageamento a bordo de satélite.

Para se fazer medidas e monitoramento de luminescência atmosférica no Observatório Espacial do Sul - OES/CRS/INPE-MCT (29° S, 53° O), junto ao Laboratório de Óptica e Luminescência Atmosférica - LOLA/OES/CRS/INPE – MCT, utilizam-se algumas técnicas que envolvem a operação de imageadores e fotometria. Os equipamentos envolvidos serão descritos a seguir.

Durante o período de operação dos fotômetros e dos imageadores é imperativo que o céu não esteja encoberto por nuvens e também que não haja a presença da Lua.



Figura 3.1 – Laboratório de Óptica e Luminescência Atmosférica. Prédio 05 do Observatório Espacial do Sul – OES/CRS/INPE – MCT (29°S, 53°O)

2.1. O dispositivo CCD (Charge Coupled Device)

Esse dispositivo é parte integrante dos imageadores existentes no LOLA. Consta de um detector de fótons altamente sensível à luz, e sua principal função é a de transferir as informações dos fótons que chegam para os elétrons que são liberados devido ao efeito fotoelétrico.

Para representar a imagem de um objeto focalizado por um sistema de lentes, usa-se a quantidade de elétrons liberados, que é proporcional à intensidade da radiação luminosa incidente.

O detector CCD é dividido em uma grande quantidade de pequenas áreas sensíveis a luz, espaçadas regularmente na forma de linhas e colunas, os chamados pixels. Os fótons “arrancam” elétrons quando incidem sobre os pixels. Com isso, os pixels armazenam os elétrons até serem lidos fora da CCD, na forma de corrente elétrica. Quando o número de elétrons em cada pixel é medido pela CCD, a imagem é reconstruída.

A resolução dos sensores CCD's, é definida pela quantidade de pixels, seu tamanho e a distância entre eles.

As funções básicas que um dispositivo CCD necessita efetuar na geração de uma imagem são:

- a)-Geração de cargas (elétrons): esta função usa o efeito fotoelétrico;
- b)-Coleta de cargas: nessa parte do processo, os elétrons são coletados nos pixels. Os locais onde os elétrons são coletados são definidos pelo arranjo de eletrodos, chamados portas condutoras;
- c)-Transferência de cargas: este processo é efetuado pela manipulação da voltagem nas portas condutoras da CCD, fazendo que os elétrons sejam transferidos de um pixel para outro. No final desse processo, cada linha terá o registro vertical dos pixels de todas as colunas;
- d)-Armazenamento de cargas: neste último processo, os dados são armazenados em uma linha ou coluna, e levados por cabo serial até um amplificador, para depois serem lidos fora da CCD como uma voltagem de saída. Com essa voltagem é possível reconstruir, pixel a pixel, a imagem original.

2.2. Câmera de TV Imageadora

O equipamento *TV Image Observation System*, constituído pela Câmara de TV Imageadora e dispositivos de controle, instalado junto ao Observatório Espacial do Sul, tem como objetivo observar a variação espacial da radiação de *Airglow* de OI 630,0nm e OI 557,7nm.

A resolução do sinal desta Câmara de TV é de cerca de 500 R de luminosidade.

A parte ótica do sistema consiste de uma lente *fish-eye*, um visor noturno, uma lente *relay* (*night-viewer intensifier*) e de uma Câmara CCD de TV. No topo da estrutura onde estes dispositivos estão montados, uma janela semi-esférica de acrílico transparente protege a lente *fish-eye*. O sinal de vídeo obtido pela Câmara de TV é enviado ao *timer* do vídeo e posteriormente é separado no monitor de TV e no gravador do vídeo.

Este aparelho deve ficar alinhado com o Norte Magnético. Isso é feito com o auxílio de bússola.

O cabo de alimentação fornece à Câmara CCD, 100 VAC, e ao visor noturno, 3 VDC através de um conversor 100AC/DC.

O equipamento deve ser operado à noite, em condições de céu claro e sem Lua, no período de Lua nova, por se tratar de uma Câmara CCD muito sensível à luz.

As imagens recolhidas por esse equipamento são gravadas em formato *Digital Vídeo Cassete* e somente são utilizadas pelo pesquisador colaborador do convênio Brasil – Japão, Dr. Kazuo Makita - *Faculty of Engineering -Takushoku University*. A figura 3.2 mostra a estrutura interna deste equipamento e a figura 3.3 mostra um diagrama do funcionamento desse equipamento.



Figura 3.2 – Câmara de TV do *Image Observation System*, instalado no prédio 5 do Observatório Espacial do Sul – OES/CRS/INPE - MCT

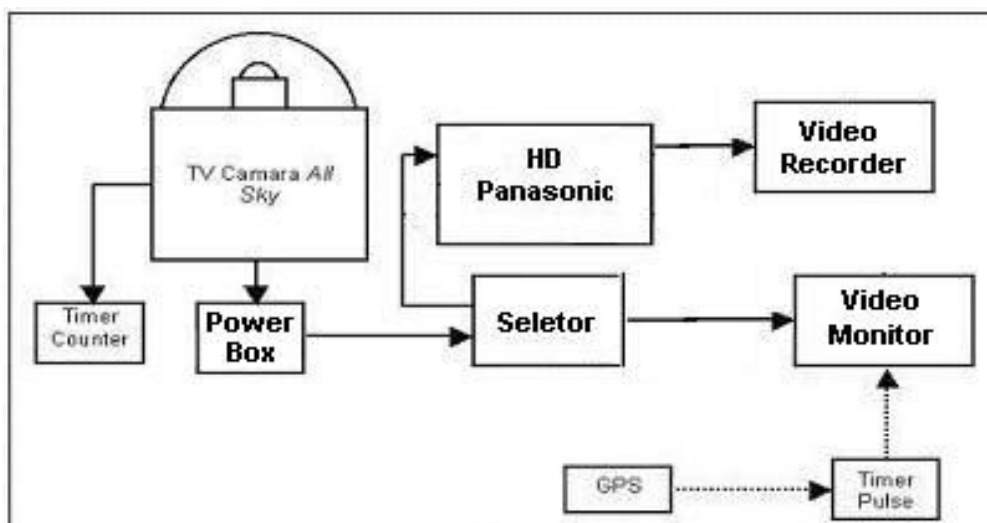


Figura 3.3– Diagrama de funcionamento da câmera de TV imageadora.

2.3. Câmeras CCD

No LOLA existem em operação duas Câmeras modelo BS-30L. Ambas constituídas por visor noturno alimentado de 12VDC.

Uma das câmeras possui o sistema óptico constituído por uma lente do tipo *Wide Angle* (capta um ângulo de 90° do céu), possuindo a vantagem de ter maior nitidez e definição que a outra. Possui sensibilidade de 100 R e opera com um tempo de exposição de 50 s.

A outra câmera possui um sistema óptico constituído por lentes do tipo *All Sky* (ou *Fisheye*). A vantagem é que ela fornece uma visão ampla do céu, possibilitando que seja observado o que acontece em todo o horizonte. Esta câmera é operada com tempo de exposição de 50s, possui sensibilidade de 1kR.

A sensibilidade destas câmeras depende do tipo de lente e tempo de exposição que está operando.

As câmeras CCD são mostradas na figura 3.4.



Figura 3.4 – Câmeras CCD instaladas no Observatório Espacial do Sul

2.4. Fotômetros

Os fotômetros são equipamentos projetados para medir a aeroluminescência noturna, e por se tratar de um equipamento ótico situado no solo, sua utilização deve ser feita em noites sem nuvens.

No sistema de fotometria tradicional existe uma fonte de alta voltagem, necessária ao funcionamento de uma célula fotomultiplicadora. Como a fotomultiplicadora trabalha em alta tensão, o Sistema só pode ser operado na ausência de fontes de luz artificiais e em noites sem lua no céu noturno (Lua Nova).

2.5. Fotômetro Fotsul

O fotômetro consiste em um sistema de filtros de interferência ótica (caso especial do interferômetro *Fabry-Perot*) que seleciona o comprimento de onda a ser medido, acoplado com um tubo fotomultiplicador e um sistema eletrônico de discriminação e processamento de sinal. Juntamente com estes dispositivos é acoplado um sistema de armazenamento e coleta de dados. Um diagrama de blocos do sistema do fotômetro Fotsul é mostrado na figura 3.5.

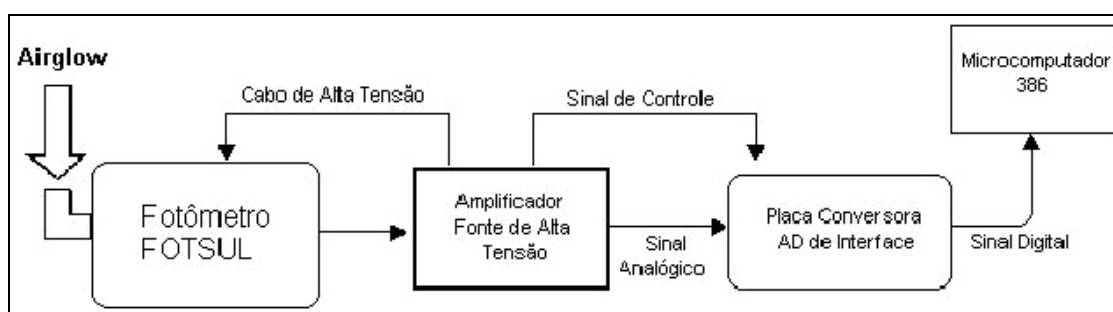


Figura 3.5 – Diagrama do Sistema do fotômetro Fotsul, instalado no OES.

Com este sistema, podemos medir a intensidade da radiação de um fluxo de fótons, que pode ser feita através de comparações visuais ou quantitativas por meio de dispositivos fotoelétricos.

Quando o fotômetro foi instalado no Observatório Espacial do Sul – OES/CRS/INPE - MCT, era composto por dois filtros para registro de dois comprimentos de onda diferentes: 557,7nm e 630,0nm provenientes das transições eletrônicas do Oxigênio Ionizado. Este fotômetro era utilizado para medidas de auroras na Groelândia, usado pelo pesquisador-colaborador do convênio Brasil – Japão, Dr. Kazuo Makita - *Faculty of Engineering -Takushoku University* – portanto, pouco eficiente para o estudo da emissão *Airglow*. As duas lentes eram fixas em um único suporte, dotado da capacidade de rodar, (girar em torno do seu próprio eixo). Técnicos da Divisão de Aeronomia do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - LUME/DAE/INPE melhoraram a parte de aquisição de dados e a sensibilidade espectral do fotômetro, trocando os filtros existentes por novos (557,7nm e 630,0nm) e adicionando mais dois filtros à roda de filtros do fotômetro, para estimar o ruído de fundo (*background*).

Os 4 filtros alteram-se, parando quatro vezes durante um ciclo, registrando os dois comprimentos de onda, num período de 2 segundos em cada. Esta capacidade de giro permite ao fotômetro selecionar o comprimento de onda para observação pela troca dos filtros. Ele possui uma chave de scan, a qual controla o giro do suporte do filtro. Se esta chave estiver na posição OFF, o filtro é chaveado no comprimento de 557,7nm. Se a chave for ligada, posição ON, o filtro vai girar (registrando ambos os comprimentos de onda).

Este equipamento encontra-se desde fora de uso desde fevereiro de 2008 por defeito técnico. A figura 3.6 mostra o equipamento no interior do prédio do Laboratório de Óptica e Luminescência Atmosférica do OES.

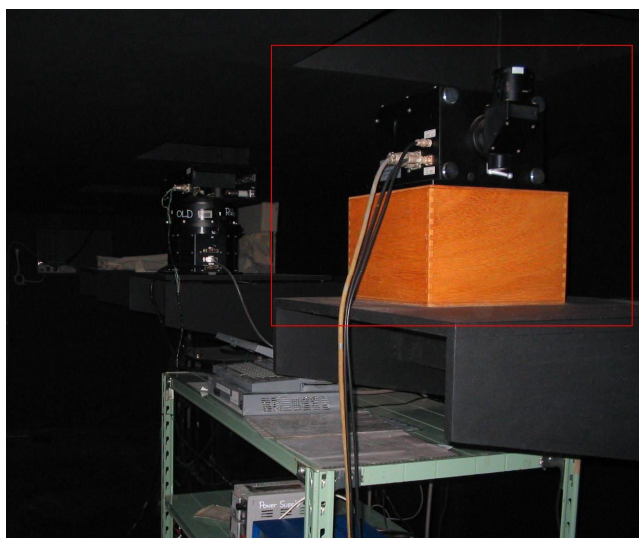


Figura 3.6 – Parte do sistema integrante do fotômetro Fotsul, instalado no interior do Laboratório de Óptica e Luminescência Atmosférica, prédio 05 do OES.

2.6. Fotômetro FotOH (6,2)

O fotômetro FotOH, instalado no OES no mês de maio de 2007, trabalha no modo de contagem de pulsos, com uma célula fotomultiplicadora *Hamamatsu* em ambiente refrigerado. A região espectral a ser observada é selecionada através de um mecanismo de inclinação de filtro óptico. No FotOH existe um subsistema específico de calibração automática por lâmpada sub-padrão, uma fotomultiplicadora com uma alta sensibilidade e um filtro de interferência banda passante para medir o sinal da emissão de OH (6-2).

O fotômetro FotAntar-2 (atual FotOH) foi construído para medir a aeroluminescência em uma faixa limitada do espectro da banda OH(6-2), entre os comprimentos de onda de 848 a 836 nm (conforme está identificado no gráfico do espectro de emissão). A resolução espectral é da ordem de 1 nm e a sensibilidade do detector (fotomultiplicadora refrigerada), acima de 1% (eficiência quântica). O tempo de varredura espectral é de aproximadamente 1,8 minutos (do canal 0 ao canal 190). O sistema funciona de modo automatizado, baseado em um calendário de aeroluminescência noturna. O ângulo de visada do instrumento é de 2°.

Capítulo 3. Atividades Desenvolvidas pelos Bolsistas

No período correspondente à sua atuação, de agosto de 2007 à fevereiro de 2008, o bolsista Cristiano Sarzi Machado realizou um estudo teórico detalhado em literaturas científicas especializadas (dissertações, artigos e livros), buscando compreender os processos físico-químicos da luminescência atmosférica e adquirir noções básicas sobre instrumentação fotométrica da aeroluminescência. Estudos sobre fenômenos da Média e Alta Atmosfera, relacionados à aeroluminescência e estudos básicos de geofísica espacial e principalmente sobre aeronomia foram executados.

Foram realizadas campanhas periódicas para coleta de dados referentes à luminescência atmosférica, utilizando o fotômetro Fotsul, as Câmeras CCD de alta resolução, modelo BS – 30L, e a Câmera de TV imageadora, instalados no Laboratório de Óptica e Luminescência Atmosférica no Observatório Espacial do Sul - OES/CRS/INPE - MCT.

Os dados das câmeras imageadores BS – 30L e do fotômetro Fotsul foram recolhidos e armazenados no banco de dados do Laboratório de Mesosfera e Luminescência Atmosférica. Uma cópia desses dados foi repassada para o Dr. Kazuo Makita, juntamente com os dados gerados pela Câmera de TV imageadora, que são analisados apenas por ele.

Devido ao defeito técnico apresentado pelo FotOH, que impossibilitou a geração de séries temporais de radiância e temperatura rotacional da Hidroxila, os esforços se voltaram para o estudo das emissões de aeroluminescência do Oxigênio Ionizado em 557,7 e 630 nm.

Com os dados de intensidade de luminescência atmosférica do OI 557,7 nm e OI 630 nm medidos no OES no período de 2001 a 2006, perfis mensais da aeroluminescência da linha verde e da linha vermelha do oxigênio atômico ionizado foram obtidos. Utilizando-se os dados obtidos pelo fotômetro Multi-2 instalado no Centro Espacial de Cachoeira Paulista (22.7°S, 45°W), principiou-se a elaboração de perfis mensais dessas duas linhas de emissão para o mesmo período. O bolsista atuou na redução dos dados e elaboração dos perfis mensais.

O bolsista iniciou um estudo da linguagem de programação IDL (*Interactive Data Language*), necessário para redução das imagens geradas pelas câmeras imageadores.

O bolsista Guilherme Grams, no período correspondente à sua atuação, realizou uma revisão teórica em livros, artigos e dissertações. Esse estudo possibilitou ao bolsista uma compreensão de assuntos relacionados à aeronomia e à geofísica espacial de um modo geral. Foi dada ênfase na compreensão

dos processos físico-químicos que envolvem o fenômeno de aeroluminescência. Além disso, o bolsista desenvolveu estudos na área de instrumentação em aeroluminescência, investigando as técnicas de fotometria e imageamento com câmeras de alta resolução.

Capítulo 4. Resultados

Para se obter um perfil mensal da aeroluminescência do OI 557,7 e do OI 630 nm, a primeira ação foi diagramar os dados referentes a cada mês, de 2001 a 2006. Utilizou-se apenas um dia de coleta de cada mês. O critério utilizado para escolha desse dia foi o maior tempo de coleta e a qualidade dos dados. Como os intervalos de coleta diferem conforme o mês, variando os instantes de princípio e término, considerou-se apenas a intersecção dos intervalos de observação. Os valores de intensidade foram normalizados e considerando esses valores, geraram-se os perfis mensais, considerando-se as médias da intensidade e do tempo, além do desvio padrão das intensidades.

Em termos da emissão do OI 630 nm, de fevereiro à outubro, oscilações típicas, com presença de inflexões foram observadas, enquanto que de março à setembro, tendências de decaimento exponencial foram registradas. De abril à setembro, um incremento na intensidade pôde ser visualizado. Entretanto, de outubro à fevereiro, o comportamento foi oposto.

Para o OI 557,7 nm, de abril à setembro, o perfil de emissão mostra um aumento ao longo do monitoramento. De outubro à fevereiro, os perfis de emissão mostraram uma variabilidade constante.

Os perfis mensais da aeroluminescência do OI 557,7 e OI 630 nm gerados a partir dos dados recolhidos pelo fotômetro Fotsul estão dispostos no anexo A.

Durante o período como bolsista, Cristiano Sarzi Machado apresentou resultados nos seguintes congressos:

- a) CARLESSO, Pablo Fernando; **MACHADO, Cristiano Sarzi**; TAKAHASHI, Hisao; SCHUCH, Nelson Jorge; ROSA, Marcelo Barcellos da; GOBBI, Delano; SCHUH, Mateus Sabadi; MAKITA, Kazuo. **AIRGLOW OBSERVATIONS IN THE REGION OF SOUTH ATLANTIC ANOMALY. Tenth International Congress of the Brazilian Geophysical Society, Rio de Janeiro, Brasil.**
- b) **Cristiano S. Machado**, Marcelo B. da Rosa, Nelson J. Schuch, Delano Gobbi, Hisao Takahashi, Mateus Schuh, Kazuo Makita. **ESTUDOS AERONÔMICOS NO**

OBSERVATÓRIO ESPACIAL DO SUL: PERFIS MENSAIS DA EMISSÃO DO OI 557,7 E OI 630 nm NA REGIÃO DA ANOMALIA MAGNÉTICA DO ATLÂNTICO SUL – AMAS. Latin American School IHY, São Paulo, Brasil.

- c) **MACHADO, Cristiano Sarzi; SCHUH, Mateus Sabadi; SANTOS, Tiago Domingos dos; SCHUCH, Nelson Jorge; ROSA, Marcelo Barcellos da; TAKAHASHI, Hisao; GOBBI, Delano; MAKITA, Kazuo. MONTHLY PROFILES OF AIRGLOW EMISSIONS (OI 557.7 AND OI 630 NM) AT THE SOUTH REGION OF BRAZIL. 37th COSPAR Scientific Assembly 2008, Motreal, Canada;**
- d) **MACHADO, Cristiano Sarzi; SCHUH, Mateus Sabadi; SANTOS, Tiago Domingos dos; SCHUCH, Nelson Jorge; ROSA, Marcelo Barcellos da; TAKAHASHI, Hisao; GOBBI, Delano; MAKITA, Kazuo. A COMPARATIVE STUDY OF AIRGLOW INTENSITY AT TWO DIFFERENT SITES WITH THE SAME GEOMAGNETIC LATITUDE: SOUTHEASTERN (22.7°S, 45°W, -34°DIP LAT) AND SOUTHERN BRAZIL (29°S, 53°W, -33°DIP LAT). 37th COSPAR Scientific Assembly 2008, Motreal, Canada.**

No período em que foi bolsista Guilherme Grams participou da elaboração do seguinte trabalho científico:

- a) **Guilherme Grams, Delano Gobbi, Nelson Jorge Schuch. ESTUDO DA VARIABILIDADE DA AEROLUMINESCÊNCIA DAS EMISSÕES DE HIDROXILA NA MESOSFERA SUPERIOR. Seminário de Iniciação Científica do INPE, 2008.**

Os resumos submetidos à eventos científicos e o resumo do trabalho apresentado na 10ª CIBGF estão dispostos no anexo B.

Capítulo 5. Conclusões

A execução do Projeto de Iniciação Científica permitiu aos bolsistas a aplicação de diversos conhecimentos adquiridos ao longo do Curso de Física, além de aprimorar aqueles que foram adquiridos ao longo do Projeto.

Durante o período de desenvolvimento do Projeto ocorreu um aprofundamento em relação aos conhecimentos nas áreas de Geofísica Espacial e Geomagnetismo, especialmente em Aeronomia.

O contato com cientistas de nível internacional foi definitivo para a execução das atividades e de essencial valia para o desenvolvimento profissional e pessoal dos bolsistas.

Faz-se necessário enfatizar que as atividades de Iniciação Científica foram fundamentais para o desenvolvimento científico dos bolsistas envolvidos, contribuindo para sua formação enquanto iniciadores em Ciência, visto que estimulam fortemente o interesse pela mesma e desenvolvem as potencialidades técnico-científicas dos alunos envolvidos.

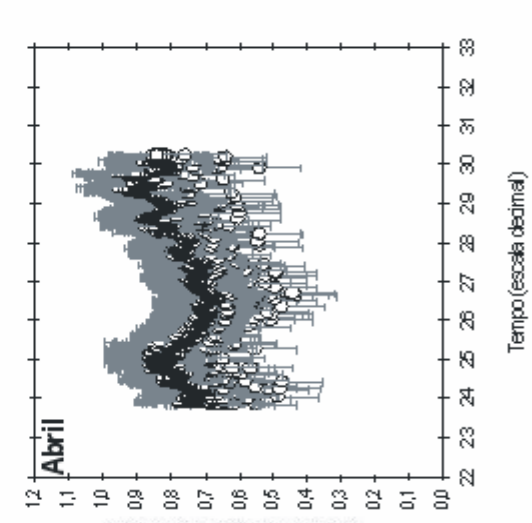
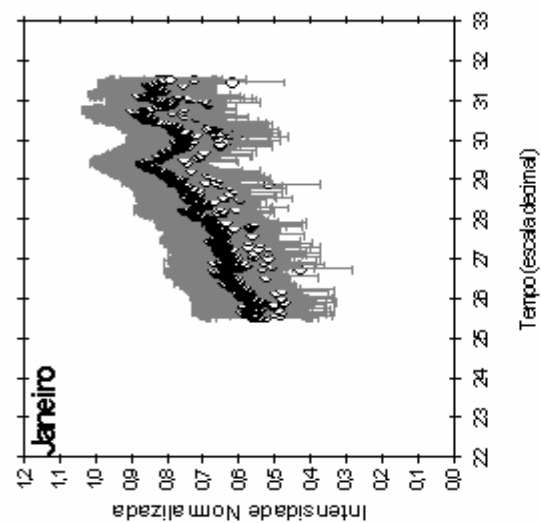
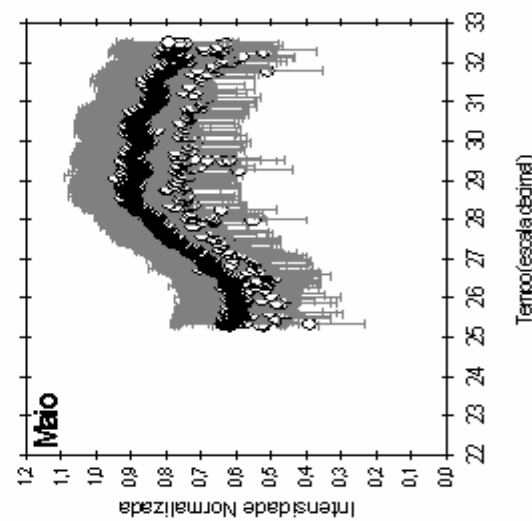
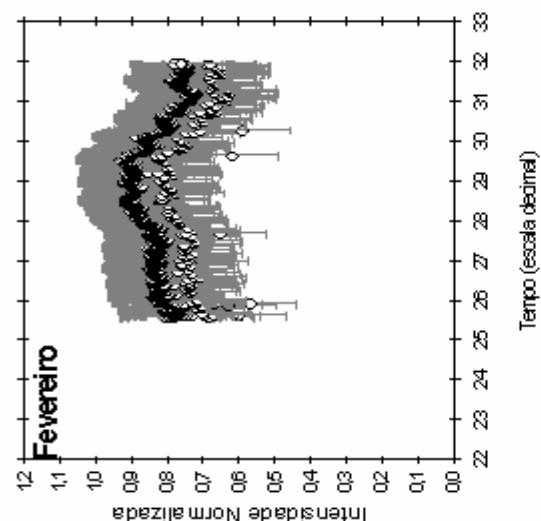
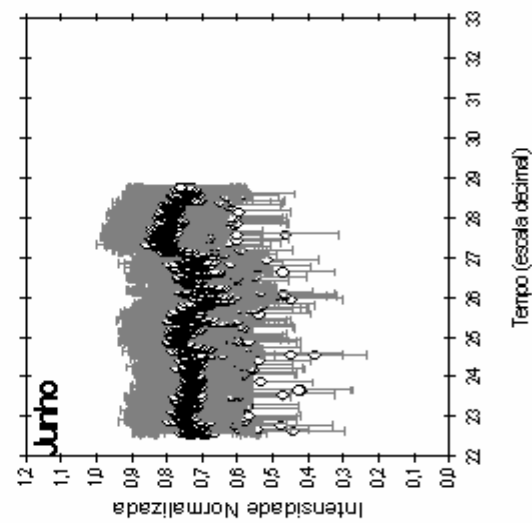
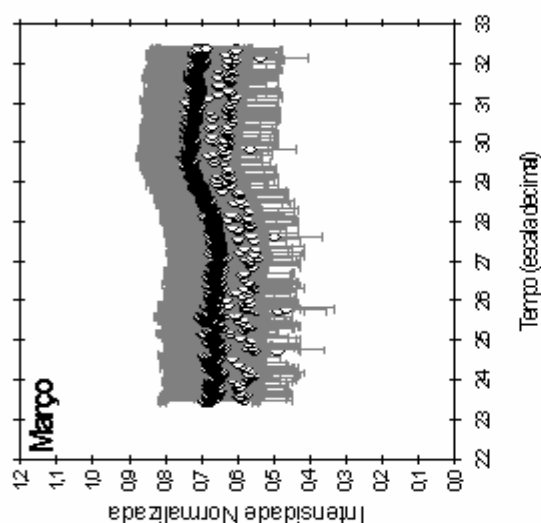
Referências Bibliográficas

1. Bageston, J.V.; Determinação da Temperatura da Mesosfera Superior Utilizando um Espectro Imageador, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE - 14129-TDI/1080, 2005;
2. Bates, D. R.; B. L. Moiseiwitsch. Origin of the Meinel Hydroxyl System in the Night Airglow. *J. Atmos. Terr. Phys.* 8: 305 – 30, 1956;
3. Brasseur, G.; Solomon, S. *Aeronomy of the middle atmosphere*. Dordrecht, D. Reidel Publish Comp., 1986;
4. Chamberlain, J. W.; *Physics of the Aurora and Airglow*, American Geophysical Union, 1995;
5. Coutinho, E. F.; *Introdução às Partículas Presas e a Anomalia Geomagnética Brasileira*, *Ciência e Cultura*, 26(4), 329-339, 1974.
6. Kirchoff, V.W.; *Introdução A Geofísica Espacial*, Editora da Universidade de São Paulo, 1991;
7. 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;
8. Makita, K.; Okano, S.; Yukimatsu, A.; Nishino, M.; Shibasaki, K.; Yamamoto, H.; Kikuchi, T.; Nozaki, K.; Fujitaka, K.; Furukawa, M.; Takahashi, H.; Schuch, N.J.; *Upper Atmosphere Observations in the Brazilian Geomagnetic Anomaly Region*, *Bulletin of Science and Engineering*, Takushoku University, V. 1, No.2, 1997.
9. Pinto, O. J.; González, W. D.; *Anomalia Magnética Brasileira*, *Ciência Hoje*, vol. 9, no 52, 31-35, 1989;
10. Robert W. Schunk and Andrew F. Nagy, *Ionospheres – Physics, Plasma Physics, and Chemistry*, Cambridge Atmospheric and Space Science Series - Cambridge University Press, Printed in the United States of America, 2000.
11. Sahai, Y.; P. R. Fagundes; J. A. Bittencourt; *Transequatorial F-region ionospheric plasma bubbles: solar cycle effects*, *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, vol. 62, pp. 1377-1383, 2000.
12. Takahashi, H., B. R. Clemesha; et al. Rocket observations of the atomic and molecular oxygen emissions in the equatorial region. *Adv. Space Res.*, 10: (10)47-50, 1987;
13. Takahashi, H.; Batista, P. P.; Buriti, R. A.; Gobbi, D.; Nakamura, T.; Tsuda, T.; Fukao, S. Response of the airglow OH emission, temperature and mesopause wind to the atmospheric wave propagation over Shigaraki, Japan. *Earth Planets Space*, v.51, p. 863-875, 1999;

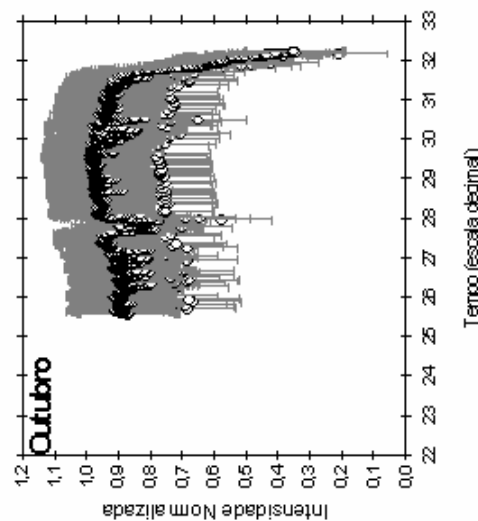
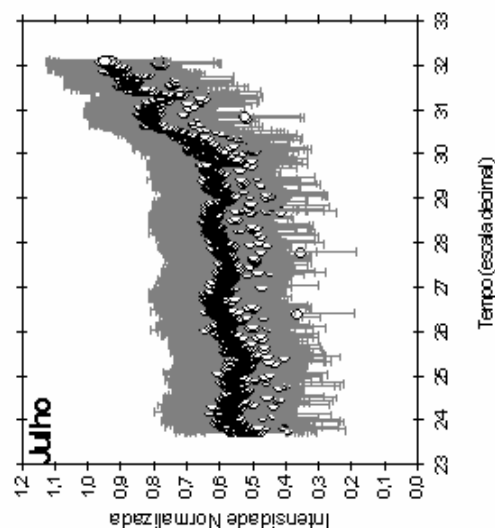
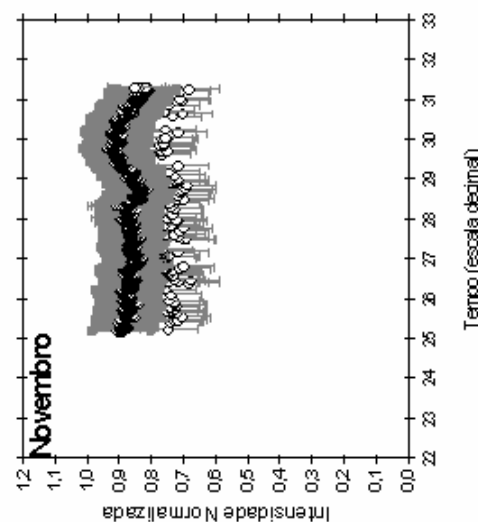
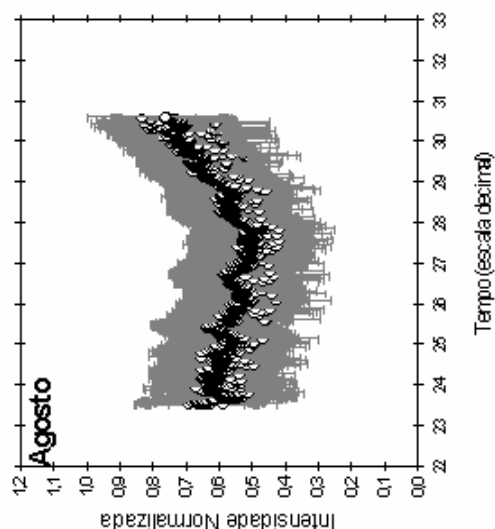
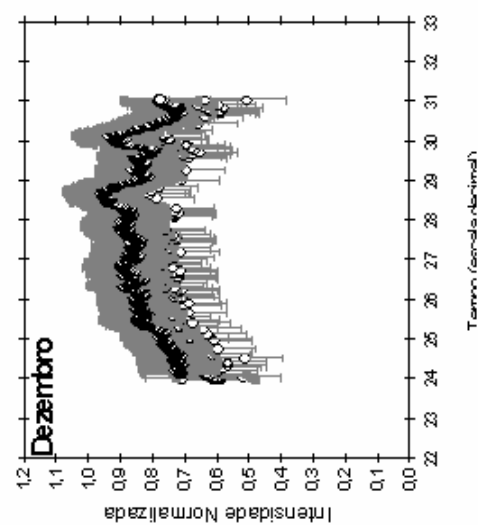
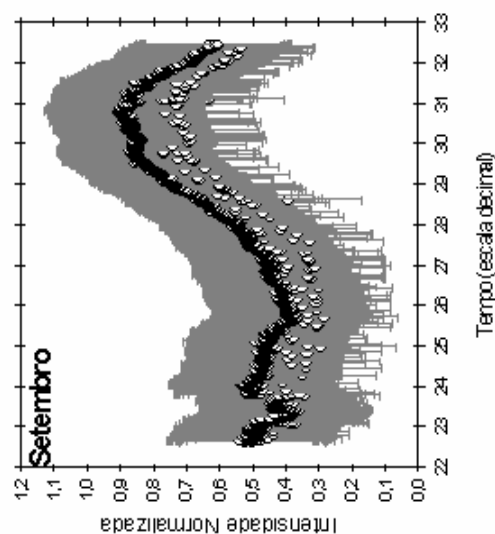
14. Tohmatsu, T.; *Compendium of Aeronomy*, Terra Scientific Publishing Company, Kluwer Academic Publishers, Tokyo, 1990.
15. Vargas, F. A. Estudo do espectro das ondas de gravidade observadas em Cachoeira Paulista (23°S), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE - 10502-TDI/933, 2003;
16. Wrasse, 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.

Anexo A: Perfis das Intensidades Médias Mensais do OI 557,7 e OI 630 nm

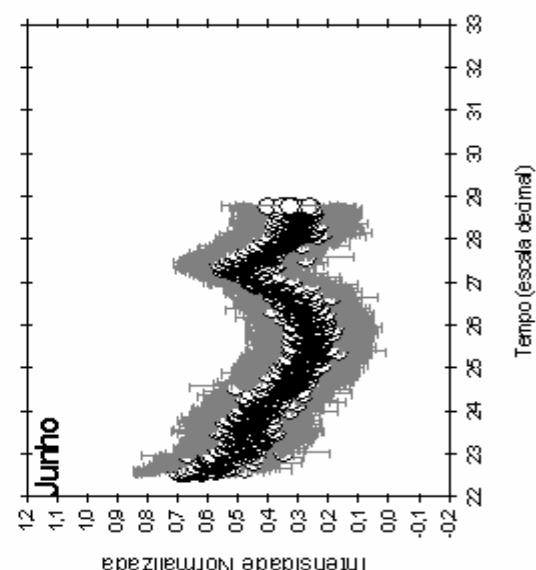
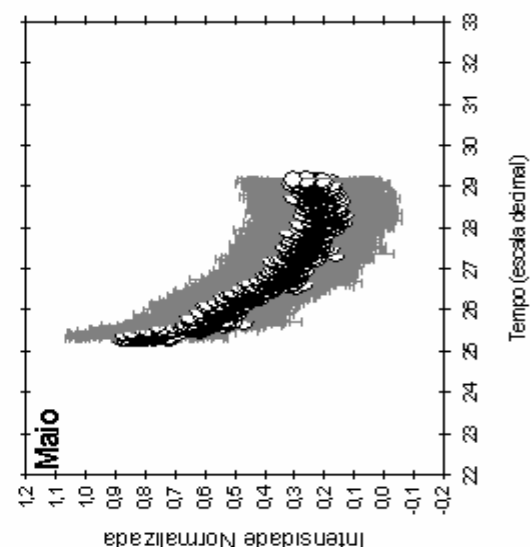
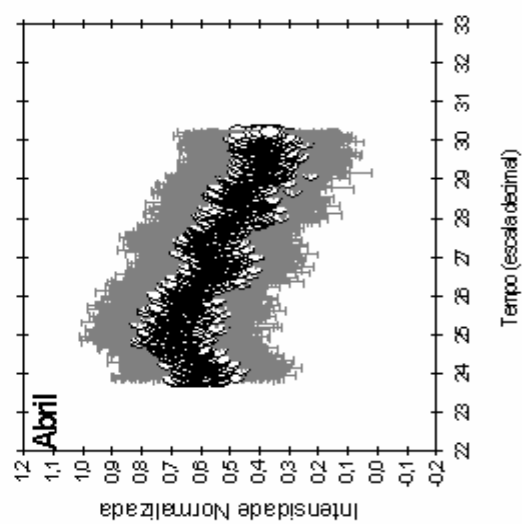
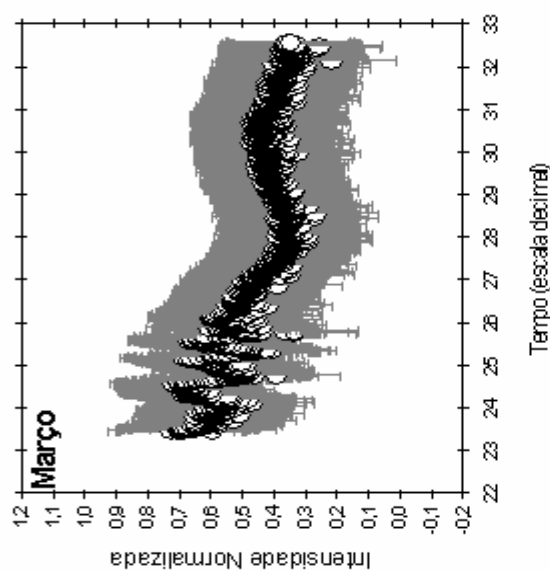
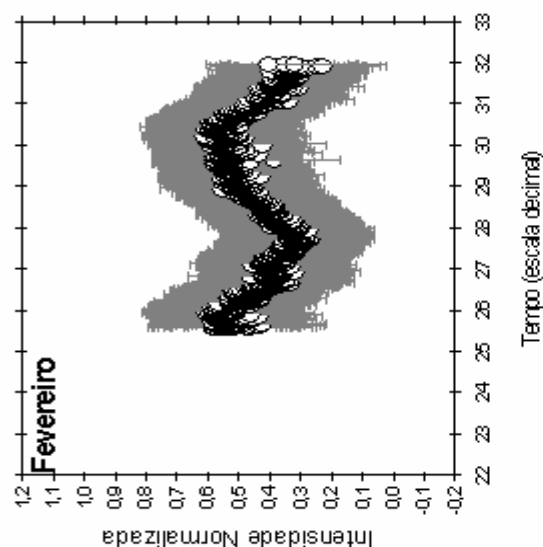
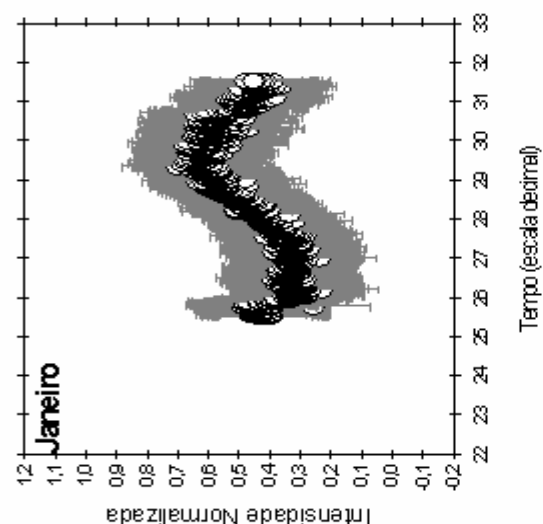
Perfil Mensal OI 557,7 nm



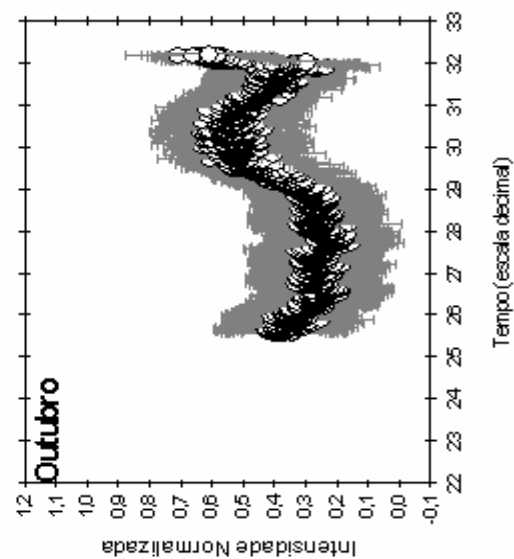
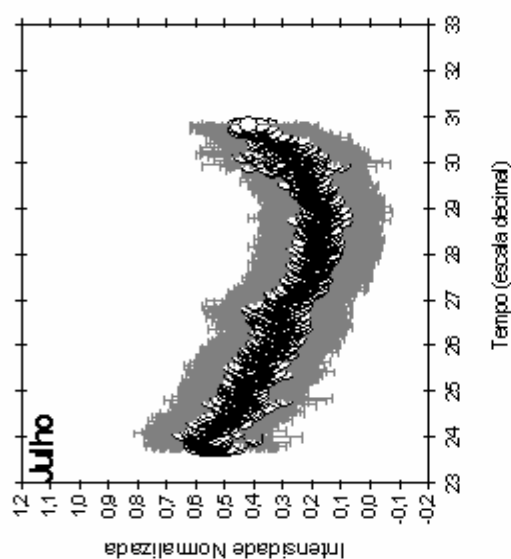
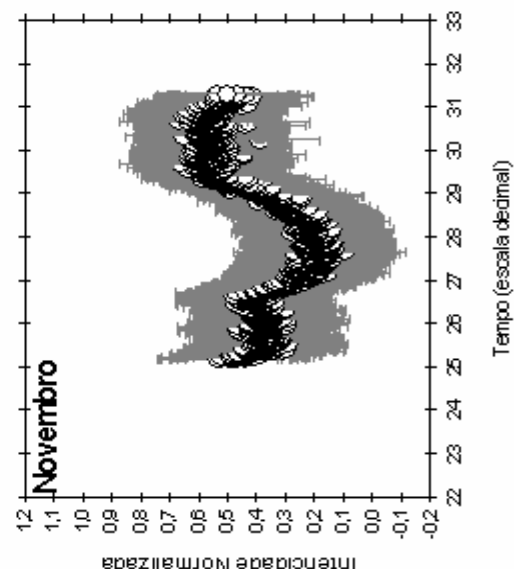
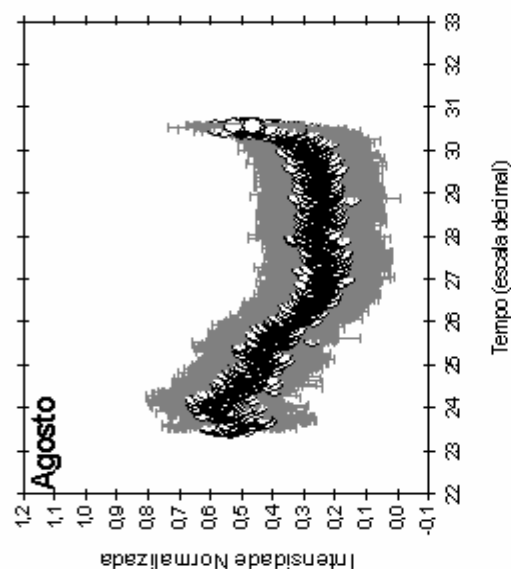
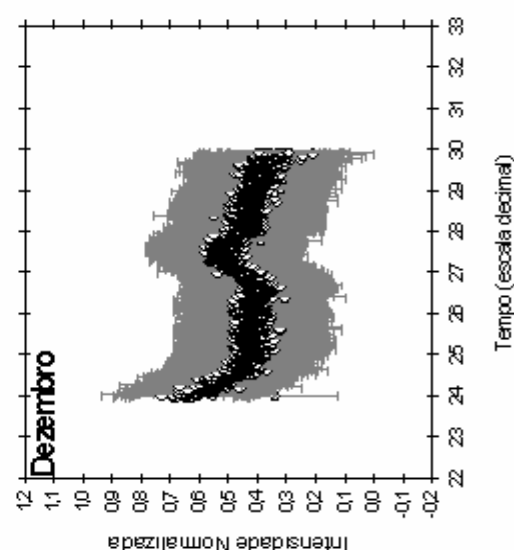
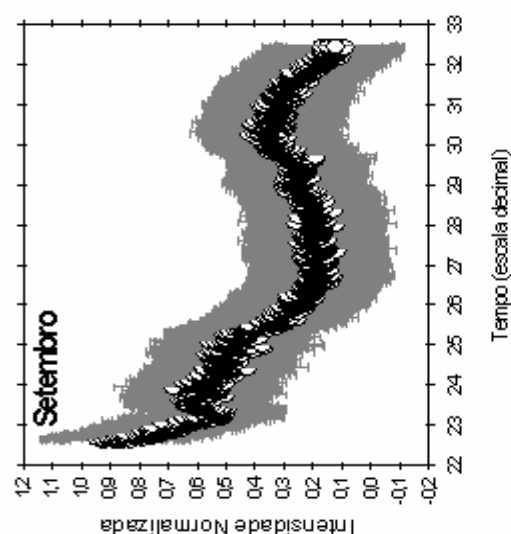
Perfil Mensal OI 557.7 nm



Perfil Mensal OI 630 nm



Perfil Mensal OI 630 nm



Anexo B: Resumos Submetidos à Eventos Científicos



Airglow observations in the region of South Atlantic magnetic anomaly

Pablo Fernando Carlesso (Southern Space Observatory, National Institute for Space Research, Santa Maria - RS), Brazil
 Marcelo Barcellos da Rosa (Southern Space Observatory, National Institute for Space Research, Santa Maria - RS), Brazil
 Nelson Jorge Schuch (Southern Space Observatory, National Institute for Space Research, Santa Maria - RS), Brazil
 Delano Gobbi (National Institute for Space Research, São José dos Campos), Brazil
 Hisao Takahashi (National Institute for Space Research, São José dos Campos), Brazil
 Kazuo Makita (Takushoku University, Tokyo), Japan

Copyright 2007, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation at the 10th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, 19-22 November 2007.

Contents of the paper were reviewed by the Technical Committee of the 10th International Congress of the Brazilian Geophysical Society and do not necessarily represent any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction, storage in a retrieval system, or transmission in any form or by any means, without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

Abstract

Since 2001, the formation of plasma bubbles and consequently ionospheric airglow OI 6300 and OI 5770 emissions have been observed at Southern Space Observatory, located at São Martinho da Serra, RS, south of Brazil (29° S, 53° W). A photometer to monitor the zenith intensity and an all-sky imager to observe the spatial variation of the emission were used. The observed zenith intensities showed strong seasonal variation, maxima in the equinox season (March-April and September-October) and minima in solstice (June-July and December-January). The OI 6300 intensity depletions caused by formation of the plasma bubble along the magnetic field line were detected by the imager. The depletions were observed more frequently in the period from September to March during the summer season in Southern Hemisphere.

Introduction

The planetary atmosphere emits constantly radiation that absorb strongly from ultraviolet to infrared spectral range. This atmospheric luminescence is caused for physical-chemistry processes as ionic recombination and photons emission by excited atmospheric compounds.

The mesosphere is the coldest region of the earth's atmosphere and the mesopause can reach temperatures low as 180K. Radiative considerations like those which explain the temperature profiles of the troposphere and stratosphere do not completely explain the low temperatures encountered in the mesosphere and at the mesopause. Instead, one needs to invoke the action of waves and the results of momentum transfer in order to explain the mesospheric temperature profile which illustrates why a full understanding of these dynamic processes is required to explain even this apparently simple property (Ejiri, 2002).

The processes of molecular dissociation due the incidence of solar radiation present as result the formation of a slight plasma, which cross the ionosphere. On other hand, the dynamic comportment of the plasma is difficult to be predictable, because presents characteristics between liquid and gas phase (plasma) forming anomalies in the dynamic of the ionospheric plasma. One of these anomalies are the plasma bubbles, regions with a very low ions density.

A special interest has been given to emissions of two specific lines of atomic oxygen, at 577.7nm and 630.0nm (Santos, 2000, Woithe, 2000, Wrasse, 2000, Bageston, 2005).

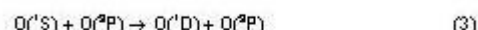
The 577.7nm airglow emission from atomic oxygen is known to be caused by an electric dipole transition of excited atomic oxygen (Jacob 1985):



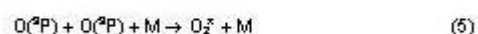
The mechanism for the production of the excited $O(^1S)$ state has, however, been the source of considerable deliberation. Chapman, 1931 proposed the "Chapman mechanism". First, a recombination energy from O_2 is assumed available for transfer to an $O(^1P)$ atom in the three body process



It was proposed that in addition to reaction (1), the $O(^1S)$ excited atoms may also be quenched through interactions with $O(^1P)$ and O_2 :

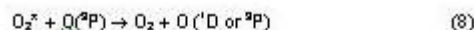


For many years this was considered to be the mechanism for the production of the $O(^1S)$ state. However, an alternative two stage process, the "Bath transfer mechanism", was later published by Bath and Carter, 1961, consisting of

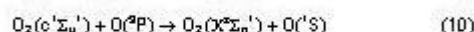
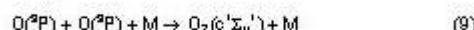


where M represents the neutral atmospheric constituents O , O_2 or N_2 . The excited oxygen O_2^* can be quenched by M or $O(^1P)$.





Therefore, the emission (OI airglow) is caused by the relaxation of $O(^1S) \rightarrow O(^1D) + h\nu_{577.7nm}$ where $O(^1S)$ is excited by three-body recombination of atomic oxygen, where the Barth mechanism can be interpreted as (Ejiri, 2002)



The quenching mechanisms and their associated rate coefficients are important since they regulate the concentration of constituents involved in the Barth mechanism and hence influence the emission intensity and height profile. Following extensive laboratory and rocket experiments and consideration of the slight temperature dependence of the emission (Bates, 1981), the Barth transfer mechanism is now generally accepted as the $O(^1S)$ excitation process in the upper mesosphere (McDade et al., 1986). As for the OH emission, the Barth mechanism's dependence on atomic oxygen concentration means that changes in atmospheric vertical transport cause variations in the OI airglow intensity. The associated changes occur over many days, however, with no significant variation occurring over the duration of a single night. As for the OH emission, the height profile of the 577.7nm emission needs to be known in order to draw meaningful conclusions from observations. Numerous studies (Thomas & Young 1981, Melo et al., 1997, Ward et al., 1997) Ward et al., 1997, Ward, 1999, Ward et al., 1999) have shown that the 577.7nm OI emission peaks near 95 km with a half-width of approximately 7 km. Satellite measurements have shown that there can be variation of the emission height with local time due to dynamical processes, although outside the equatorial region (latitudes between 30S and 30N) the variation is not significant (Angelats i Coll and Forbes, 1998). It is worth noting that in addition to the 577.7nm OI emission near 90km, there is also an OI emission originating in the thermosphere at heights around 250km.

In terms of the line OI 630nm, this is known as red line and has been used normally in studies of the dynamic of the nocturnal ionosphere, where the intensity of this region is varied with the electronic density for each region. The emission processes in this case come from a dissociative recombination of molecular oxygen with electrons. A distinction is made between different types of airglow according to the time of observation. (Woithe, 2000, Ejiri, 2002)

Material and Methods

The data used in this work were acquired by zenith photometer (FOTSUL) installed in the Laboratory of Optic

and Atmospheric Luminescence of the Southern Space Observatory, São Martinho da Serra (29°S, 53°W), south of Brazil. The photometer collects intensity data of the nocturnal luminescence at four emission lines by a system of optic filters (Fabry-Perot interferometer). Therefore, a study about the relationship between different seasons and the intensity of nocturnal luminescence using two emission lines of atomic oxygen, 577.7 and 630.0nm was performed. Using processed data of the software IDL (Interactive Data Language), data profile of the intensity of OI 577.7 and 630.0nm from 2001 to 2006 were compiled and plotted. For the observations of plasma bubbles was used an imager all-sky (model BS-30L) and is constituted by lenses of 12VDC.

Results and Discussion

In Fig 1 is presented a picture of plasma bubbles observed at Southern Space Observatory.

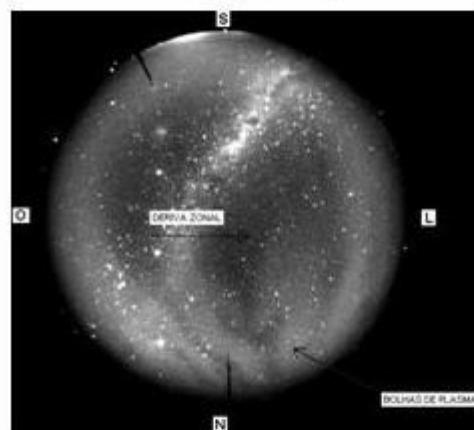


Fig 1. Observations of plasma bubbles at Southern Space Observatory (29° S, 53° W).

Analyzing Fig 2, a monthly profile of the emission OI 577.7nm from 2001 to 2006 at SSO is plotted. These data shown three peaks, first in March, second in April and a global maximum in October.

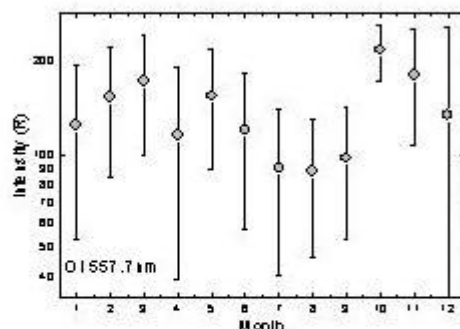


Fig 2. Overview of the OI 557.7nm profile from 2001 to 2006 at SSO.

In terms of the emission OI 630.0nm (see Fig 3), the data presented a symmetric semiannual emission rate with marked peaks in March and October. The lowest values in this case were observed between July and September.

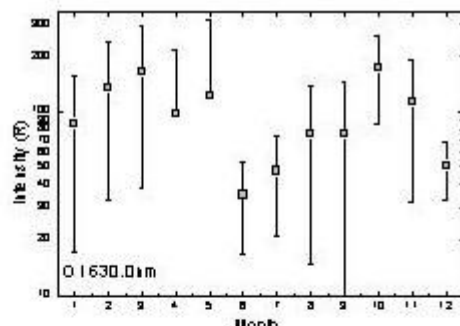


Fig 2. Overview of the OI 630.0nm profile from 2001 to 2006 at SSO.

Conclusions

In this work, a compilation of seasonal variations of the emissions intensities of OI 557.7nm as well 630.0nm from 2001 to 2006 at 29° S, 53° W are reported. Besides, a study showing ionospheric plasma bubbles season (from September to March) and the period of higher solar activity was observed.

At springs the emission rate of the nocturnal luminescence find the higher values. Between Mai and September, winter season, were found the lowest values of luminescence. Therefore, the emissions presented distinct compartment. For the emission rate of OI 630.0nm, the lowest values were found for December, due principally the high ionospheric activity. Abrupt changes of the OI 557.7nm have been also observed in September and October. Therefore, a relationship between the luminescence and seasonal variation in coincidence with an intense solar activity has been pointed. An annual averages rate of OI 557.7nm was about 140 Rayleighs (R), varying from 80 to 220R. A lower emissions occurred from July to August. In terms of OI 630.0nm, this presents a modest emission rate in comparison to OI 557.7nm and an annual average about 120 R, varying from 20 to 170 R.

Acknowledgments

M. Barcellos da Rosa and P. F. Carlesso thanks CNPq for stipends.

References

- Angelats i Coll, M. and Forbes, J. M., 1998, Dynamical influences on atomic oxygen 5577 Å emission rates in the lower thermosphere, *Geophysical Research Letters* 25(4), 461-464.
- Bageston, J. V., 2005, Determination of the temperature in the upper mesosphere using spectral-imager, Master thesis, National Institute for Space Research, São José dos Campos, Brazil.
- Barth, C. A. and Carter, D. A., 1961, The 5577 Å airglow emission mechanism, *Journal of Geophysical Research* 66, 985.
- Bates, D. R., 1981, The green light of the night sky, *Planetary and Space Science*, 29(10), 1061-1067.
- Chapman, S., 1931, Some phenomena of the upper atmosphere, *Proc. Roy. Soc. Lond. A* 132, 353.
- Ejiri, M. K., 2002, Mesospheric Gravity Waves Observed by all-sky Airglow Imagers, PhD Thesis, Nagoya University, Japan.
- Jacob, P. G., 1985, Manifestations of Atmospheric Gravity Waves in the Airglow at 95km, PhD thesis, University of Adelaide, Adel., Australia.
- Melo, S. M. L., Lowe, R. P. and Takahashi, H., 1999, The nocturnal behavior of the hydroxyl airglow at the equatorial and low latitudes as observed by WINDII: comparison with ground-based measurements, *Journal of Geophysical Research* 104(A11), 24657-24665.

Melo, S. M. L., Takahashi, H., Clemesha, B. R. & Simonich, D. M., 1997, An experimental study of the nightglow OH(8-3) band emission process in the equatorial mesosphere, *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics* 59(5), 479-486.

McDade, I. C., Murtagh, D. P., Greer, R. G. H., Dickinson, P. H., Witt, G., Stegman, J., Llewellyn, E. J., Thomas, L. and Jenkins, D. B., 1986, Eton 2: Quenching parameters for the proposed precursors of $O_2(b^1\Sigma_g^-)$ and $O(^1S)$ in the terrestrial nightglow, *Planetary and Space Science* 34, 789.

Santos, P. M. T., 2000, Study of the zone derives of irregular ionospheric plasma in Brazilian region, Master Thesis, National Institute for Space Research, São José dos Campos, Brazil.

Thomas, R. J. and Young, R. A., 1981, Measurement of atomic oxygen and related air-glow in the lower thermosphere, *Journal of Geophysical Research* 86(C8), 7389-7393.

Ward, W. E., 1999, A simple model of diurnal variations of the mesospheric oxygen nightglow, *Geophysical Research Letters* 26(23), 3565-3568.

Ward, W. E., Solheim, B. H. and Shepherd, G. G., 1997, Two day wave induced variations in the oxygen green line volume emission rate: WINDII observations, *Geophysical Research Letters* 24(9), 1127-1130.

Woithe, J., 2000, Optical studies of the mesospheric region, PhD Thesis, University of Adelaide, Australia.

Wrasse, C. M., 2000, Observation of the hydroxyl rotational temperature trough airglow in the terrestrial mesosphere region, Master Thesis, National Institute for Space Research, São José dos Campos, Brazil.

37th COSPAR Scientific Assembly 2008

Space Studies of the Upper Atmospheres of the Earth and Planets including Reference Atmospheres (C)

Multi-Scale Wave Coupling and Energetics from the Troposphere to the Ionosphere (C22)

Consider as poster only.

**MONTHLY PROFILES OF AIRGLOW EMISSIONS (OI 557.7 AND OI 630 NM)
AT THE SOUTH REGION OF BRAZIL**

Mr. Cristiano Sarzi Machado, cristiano@lacesm.ufsm.br

Southern Regional Space Research Center CRS/CIE/INPE - MCT and Space Science Laboratory of Santa Maria LACESM/CT - UFSM, Santa Maria, Brazil

Mateus Sabadi Schuh, mateus@lacesm.ufsm.br

Southern Regional Space Research Center CRS/CIE/INPE - MCT and Space Science Laboratory of Santa Maria LACESM/CT - UFSM, Santa Maria, Brazil

Tiago Domingos Dos Santos, tiagods@lacesm.ufsm.br

National Institute for Space Research-INPE-Brazil, Santa Maria, Brazil

Nelson Jorge Schuch, njschuch@lacesm.ufsm.br

Southern Regional Space Research Center - CRS/CIE/INPE - MCT - Brazil, Santa Maria - RS, Brazil

Marcelo Barcellos Da Rosa, mbdarosa@lacesm.ufsm.br

Southern Regional Space Research Center - CRS/CIE/INPE - MCT - Brazil, Santa Maria, Brazil

Hisao Takahashi, hisaotak@laser.inpe.br

INPE, São José dos Campos, Brazil

Delano Gobbi, delanogobbi@laser.inpe.br

National Institute for Space Research (Brazil), São José dos Campos, Brazil

Kazuo Makita, makita@r2.dion.ne.jp

University of Takushoku, Tokyo, Japan

Since 2001, airglow emissions of OI 630.0 nm and OI 557.7 nm have been constantly monitored at INPE's Southern Space Observatory – SSO/CRS/INPE-MCT, São Martinho da Serra, South of Brazil (29° S, 53° W). A photometer to monitor the zenith intensity has been used in the data acquisition. The data were normalized to obtain the different monthly profiles. An average with the respective standard deviations of least 3 days per month were correlated with the average of others years and used in the calculation of the monthly profiles. In terms of OI 630nm emissions, from October to February typical oscillations with presence of inflexions were observed, while from March to September tendencies of exponential decays were registered. Besides, from April to September an increase in the emission intensity was visualized. However, from October to February an opposite comportment was reported. For the OI 557.7nm emissions, from April to September the emission profiles show an intensity increase along the monitoring. From October to February the emissions profile revealed a constant variability.

37th COSPAR Scientific Assembly 2008

Space Studies of the Upper Atmospheres of the Earth and Planets including Reference Atmospheres (C)
Multi-Scale Wave Coupling and Energetics from the Troposphere to the Ionosphere (C22)
Consider as poster only.

A COMPARATIVE STUDY OF AIRGLOW INTENSITY AT TWO DIFFERENT SITES WITH THE SAME GEOMAGNETIC LATITUDE: SOUTHEASTERN (22.7°S, 45°W, -34°DIP LAT) AND SOUTHERN BRAZIL (29°S, 53°W, -33°DIP LAT)

Mr. Cristiano Sarzi Machado, cristiano@lasesm.ufsm.br
Southern Regional Space Research Center CRS/CIE/INPE - MCT and Space Science Laboratory of Santa Maria LACESM/CT - UFSM, Santa Maria, Brazil
Mateus Sabadi Schuh, mateus@lasesm.ufsm.br
Southern Regional Space Research Center CRS/CIE/INPE - MCT and Space Science Laboratory of Santa Maria LACESM/CT - UFSM, Santa Maria, Brazil
Tiago Domingos Dos Santos, tiagods@lasesm.ufsm.br
National Institute for Space Research-INPE-Brazil, Santa Maria, Brazil
Nelson Jorge Schuch, njschuch@lasesm.ufsm.br
Southern Regional Space Research Center - CRS/CIE/INPE - MCT - Brazil, Santa Maria - RS, Brazil
Marcelo Barcellos Da Rosa, mbdarosa@lasesm.ufsm.br
Southern Regional Space Research Center - CRS/CIE/INPE - MCT - Brazil, Santa Maria, Brazil
Hisao Takahashi, hisaotak@laser.inpe.br
INPE, Sao Jose dos Campos, Brazil
Delano Gobbi, delanogobbi@laser.inpe.br
National Institute for Space Research (Brazil), Sao Jose dos Campos, Brazil
Kazuo Makita, makita@r2.dion.ne.jp
University of Takushoku, Tokyo, Japan

A comparative study of airglow intensity nocturnal variations of the OI 630nm and OI 557.7nm emissions at two different sites in Brazil but with a same geomagnetic latitude: Southeast (Cachoeira Paulista: 22.7°s, 45°w, -34°dip lat) and South (São Martinho da Serra: 29°s, 53°w, -33° dip lat) has been carried out. The data for the South of Brazil were obtained at the Brazilian Southern Space Observatory – CRS/CIE/INPE-MCT. The two sites are located in the central region of the South Atlantic Magnetic Anomaly - SAMA. Monthly averaged nocturnal variations of the two emissions are compared each other and studied the difference between the two sites. The principal focus of this work is to obtain and to compare the typical nocturnal variations of the OI 630nm and OI 557.7nm emissions along the last 6 years, since 2001. The data showed a strong seasonal variation, with maxima in the equinox seasons (March-April

and September-October) and with minima in the solstices (June-July and December-January). The OI 630.0nm intensity depletions caused by plasma bubbles along the magnetic field line were seen. The depletions were observed more frequently in the period from September to March during the summer seasons. Comparing the emission intensities from the two sites, an asymmetric variation was observed. An interpretation for this fact is presented.

ESTUDO DA VARIABILIDADE DA AEROLUMINESCÊNCIA DAS EMISSÕES DE HIDROXILA NA MESOSFERA SUPERIOR

Guilherme Grams¹(CRS/CIE/INPE – MCT, Bolsista PIBIC/INPE – CNPq/MCT)

Delano Gobbi² (Orientador - DAE/CEA/INPE - MCT)

Nelson Jorge Schuch³ (Co-Orientador - CRS/CIE/INPE - MCT)

RESUMO

A proposta do Projeto de Pesquisa tem como objetivo principal o estudo da variabilidade da aeroluminescência das emissões de hidroxila na mesosfera superior. A aeroluminescência é a radiação continuamente emitida pela atmosfera terrestre, possuindo intensidade relativamente tênue em extensa faixa espectral que vai do ultravioleta ao infravermelho. As camadas de emissão de aeroluminescência ocorrem entre 80 e 300 km de altitude, devido a reações iônicas e fotoquímicas. Por questões técnicas (avaria no fotômetro FotOH 6,2), a execução do Projeto foi adequada para permitir o estudo e a análise da aeroluminescência do oxigênio atômico na região da alta atmosfera. Para investigação da aeroluminescência atmosférica, utilizou-se o fotômetro FOTSUL e um imageador “*all sky*”, que estão instalados no Observatório Espacial do Sul – OES/CRS/CIE/INPE - MCT, (29°S, 53°W), em São Martinho da Serra, RS. Com os dados obtidos pelo FOTSUL, elaboraram-se perfis mensais da aeroluminescência do OI 557,7 nm e 630 nm para o período de 2001 a 2006. Com esses dados e os dados obtidos por fotômetros instalados em outras latitudes, foi iniciada uma comparação e análise da variabilidade da aeroluminescência do oxigênio atômico observada no Centro Espacial de Cachoeira Paulista, SP (22.7°S, 45°W) e no Observatório de São João do Cariri, PB (7.5° S, 36° W), cujos resultados são apresentados.

¹ Aluno do Curso de Física Licenciatura da UFSM, vinculado ao LACESM/CT - UFSM.

E-mail: ggrams@lacesm.ufsm.br

² Pesquisador da Divisão de Aeronomia - DAE/CEA/INPE – MCT.

E-mail: delanogobbi@laser.inpe.br

³ Pesquisador do Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais - CRS/CIE/INPE – MCT.

E-mail: njschuch@lacesm.ufsm.br

ESTUDOS AERONÔMICOS NO OBSERVATÓRIO ESPACIAL DO SUL:
PERFIS MENSALIS DA EMISSÃO DO OI 557,7nm E OI 630nm NA REGIÃO DA
ANOMALIA MAGNÉTICA DO ATLÂNTICO SUL - AMAS

Cristiano S. Machado¹, Marcelo B. da Rosa¹, Nelson J. Schuch¹, Delano Gobbi², Hisao Takahashi², Mateus Schuh¹, Kazuo Makita³.

1 – Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais – CRS/CIE/INPE - MCT

2 – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE - MCT

3 – Takushoku University

A aeroluminescência é definida como a radiação continuamente emitida pela atmosfera entre 80 e 300 km de altura, estendendo-se da faixa espectral do ultravioleta até o infravermelho. Essas emissões originam-se através de reações fotoquímicas e iônicas entre os constituintes da atmosfera, sendo compostas basicamente de emissões de fótons pelo constituinte atmosférico excitado, durante o processo de relaxação.

Na região da Anomalia Magnética do Atlântico Sul (AMAS), cuja região central localiza-se próxima do Estado de Rio Grande do Sul, o campo magnético terrestre apresenta a menor intensidade (aproximadamente 23.000 nT). Nessa região ocorre uma maior precipitação de partículas energéticas na média e alta atmosfera, possibilitando a ocorrência de fenômenos geofísicos diferenciados e passíveis de serem monitorados a partir de estações terrestres.

Um monitoramento contínuo das emissões de oxigênio atômico OI 557,7nm e OI 630nm, utilizando o fotômetro zenital FOTSUL, instalado no Observatório Espacial do Sul – OES/CRS/CIE/INPE – MCT, em São Martinho da Serra, RS, (29°S, 53°O) tem sido efetuado.

Utilizando os dados de 2001 a 2006, perfis das intensidades médias mensais, assim como um estudo da sazonalidade para ambas emissões têm sido correlacionados.

A variabilidade, tendências e correlações pertinentes para ambas emissões serão apresentadas.

Anexo C: Certificado de Participação em Evento Científico

