



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

ESTUDO DAS MARÉS ATMOSFÉRICAS NA ALTA ATMOSFERA DO SUL BRASILEIRO

RELATÓRIO FINAL DE PROJETOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
PIBIC/INPE – CNPq/MCT

PROCESSO Nº 108438/2009-0

Carlos Pinto da Silva Neto - Bolsista PIBIC/INPE – CNPq/MCT
Laboratório de Mesosfera e Luminescência Atmosférica
LMLA/CRS/CCR/INPE – MCT
Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais
CRS/CCR/INPE – MCT
E-mail: cpsneto@lacesm.ufsm.br

Dr. Barclay Robert Clemesha - Orientador
Divisão de Aeronomia
DAE/CEA/INPE-MCT
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
INPE - MCT
E-mail: brc@laser.inpe.br

Santa Maria, Junho 2010



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

PROJETO

ESTUDO DAS MARÉS ATMOSFÉRICAS NA ALTA ATMOSFERA DO SUL BRASILEIRO

Relatório elaborado por **Carlos Pinto da Silva Neto** relatando as atividades desenvolvidas.

PROCESSO Nº 108438/2009-0

Carlos Pinto da Silva Neto - Bolsista PIBIC/INPE – CNPq/MCT
E-mail: carlospneto@lacesm.ufsm.br

Dr. Barclay Robert Clemesha – Orientador
Divisão de Aeronomia - DAE/CEA/INPE-MCT
E-mail: brc@laser.inpe.br

Dr. Nelson Jorge Schuch - Co-Orientador
Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais – CRS/CCR/INPE – MCT
E-mail: njschuch@lacesm.ufsm.br



DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Título do Projeto:

**ESTUDO DAS MARÉS ATMOSFÉRICAS NA ALTA ATMOSFERA
DO SUL BRASILEIRO**

Processo CNPq/MCT: 108438/2009-0

Bolsista:

Carlos Pinto da Silva Neto

Acadêmico do Curso de Meteorologia Bacharelado

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

Orientador:

Dr. Barclay Robert Clemesha.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Divisão de Aeronomia – DAE/CEA/INPE

Co-Orientador:

Dr. Nelson Jorge Schuch

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

Colaboradores:

- Vânia Fátima Andrioli

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Divisão de Aeronomia –
DAE/CEA/INPE



Local de execução do projeto:

- Laboratório de Mesosfera e Luminescência Atmosférica - CRS/CCR/INPE-MCT, em Santa Maria, RS.
- Trabalho desenvolvido no âmbito da parceria: INPE/MCT – UFSM através do Laboratório de Ciências Espaciais de Santa Maria – LACESM/CT/UFSM, em Santa Maria, RS.



Grupo de Pesquisa
Ciências Atmosféricas - Ozônio x Radiação - Energias Renováveis



Identificação

Recursos Humanos

Linhas de Pesquisa

Indicadores do Grupo

Identificação

Dados básicos

Nome do grupo: Ciências Atmosféricas - Ozônio x Radiação - Energias Renováveis

Status do grupo: **certificado pela instituição**

Ano de formação: 1992

Data da última atualização: 04/06/2009 15:13

Líder(es) do grupo: Nelson Jorge Schuch - nelson.schuch@pq.cnpq.br
 Damaris Kirsch Pinheiro - damariskp@gmail.com

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

CEP: 97110970

Cidade: Santa Maria

UF: RS

Telefone: 33012026

Fax: 33012030

E-mail: njschuch@lacesm.ufsm.br

Home page: <http://>

Repercussões dos trabalhos do grupo

O Grupo de Pesquisa - Ciências Atmosféricas - Ozônio x Radiação - Energias Renováveis, do Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais - CRS/INPE - MCT, em Santa Maria, e Observatório Espacial do Sul - OES/CRS/INPE - MCT, Latitude: 29°26'24"S, Longitude: 53°48'38"W, Altitude 488m, em São Martinho da Serra, RS, colabora com pesquisadores do INPE(CEA e CPTEC), da USP(DM/ICB e IAG), do DBG/CB-UFRN, do LACESM-UFSM e internacionais: Japão (Universidades de Takushoku e Rikkyo) e EUA(NASA). Linhas de Pesquisas: CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS: OZÔNIO x RADIAÇÃO, ENERGIAS RENOVÁVEIS. Pesquisa: a composição, a estrutura, os processos físicos-químicos, dinâmicos, eletricidade atmosférica e(TLEs), o potencial energético renovável e o transporte de energia, com medidas in situ e fenômenos: Atmosféricos, Biosféricos e Genéticos. O Programa de Monitoramento do Ozônio Atmosférico - PMOA, criado por Nelson Jorge Schuch em maio de 1992, executado em Convênio: CRS/INPE-MCT - LACESM/CT-UFSM, objetiva: a análise de sua concentração; o comportamento de sua "camada", a +/- 25 Km no RS, suas correlações com: Radiação Ultravioleta (UV-A, UV-B); gases traçadores (NO2 / SO2 / CO2); aerossóis - queimadas; dados físicos e meteorológicos de sondagens troposféricas e estratosféricas; precipitação de partículas na Anomalia Magnética do Atlântico Sul - AMAS. Pesquisa e monitoramento da Radiação Ultravioleta - UV: UV-A (400-320 nm), UV-B (320 e 280 nm). Pesquisa da sensibilidade à Radiação UV: de seu Espectro de Ação; obtenção de Dose; do Índice Ultravioleta, I-UV; efeitos biológicos da Radiação UV-B em: nível celular, humanos, animais, vegetais, ecossistemas aquáticos. Pesquisa de Energias Renováveis com ênfase nas fontes solar e eólica. Vice-Líderes: Damaris K. Pinheiro, Marcelo B. da Rosa, Enio B. Pereira.





Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais – CRS/ INPE – MCT
Relatório Final de Atividades 2010

Recursos humanos

Pesquisadores **Total: 21**

André Passaglia Schuch	Fernando Ramos Martins
Augusta Maria Passaglia Schuch	Lucymara Fassarella Agnez Lima
Barclay Robert Clemesha	Marcelo Barcellos da Rosa
Caitano Luiz da Silva	Marcelo Pizzuti Pes
Carlos Frederico Martins Menck	Nelson Jesus Ferreira
Damaris Kirsch Pinheiro	Nelson Jorge Schuch
Daniel Vinicius Fiorin	Neusa Maria Paes Leme
Enio Bueno Pereira	Nivaor Rodolfo Rigozo
Ezequiel Echer	Plínio Carlos Alvalá
Fernanda de São Sabbas Tavares	Ricardo André Guarnieri
Fernando Luís Guarnieri	

Estudantes **Total: 11**

Ana Marcelli Soares	Nadiara Pereira
Carlos Pinto da Silva Neto	Naiara Tatiane Hupfer
Eduardo Weide Luiz	Pabulo Henrique Rampelotto
Elenice Kall	Rodrigo Brackmann
Gustavo Pereira Guerra	Rodrigo da Rosa Azambuja
Marcio Ceconi	

Técnicos **Total: 2**

Eduardo Ceretta Dalla Favera - Ensino Profissional de nível técnico - Técnico em Computação
Vinicius Ceregati Costa - Graduação - \Outra Função

Linhas de pesquisa **Total: 2**

- [Ciências Atmosféricas: Ozônio x Radiação](#)
- [Energias Renováveis](#)

Relações com o setor produtivo **Total: 0**

Indicadores de recursos humanos do grupo

Integrantes do grupo	Total
Pesquisador(es)	21
Estudante(s)	11
écnico(s)	2





Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil



Linha de Pesquisa
Ciências Atmosféricas: Ozônio x Radiação

Linha de pesquisa

Ciências Atmosféricas: Ozônio x Radiação

Nome do grupo: [Ciências Atmosféricas - Ozônio x Radiação - Energias Renováveis](#)

Palavras-chave: Efeitos Biológicos da Radiação Solar - UV; Espessuras Óticas de Aerossóis; Monitoramento Ambiental; Ozônio Estratosférico; Ozônio Troposférico; Radiação Solar e Ultravioleta - UV;

Pesquisadores:

[André Passaglia Schuch](#)
[Augusta Maria Passaglia Schuch](#)
[Barclay Robert Clemesha](#)
[Caitano Luiz da Silva](#)
[Carlos Frederico Martins Menck](#)
[Damaris Kirsch Pinheiro](#)
[Daniel Vinicius Fiorin](#)
[Ezequiel Echer](#)
[Fernanda de São Sabbas Tavares](#)
[Fernando Luís Guarnieri](#)
[Lucymara Fassarella Agnez Lima](#)
[Marcelo Barcellos da Rosa](#)
[Nelson Jesus Ferreira](#)
[Nelson Jorge Schuch](#)
[Neusa Maria Paes Leme](#)
[Nivaor Rodolfo Rigozo](#)
[Plínio Carlos Alvalá](#)
[Ricardo André Guarnieri](#)

Estudantes:

[Ana Marcell Soares](#)
[Carlos Pinto da Silva Neto](#)
[Elenice Kall](#)
[Gustavo Pereira Guerra](#)
[Marcio Ceconi](#)
[Nadira Pereira](#)
[Naiara Tatiane Hupfer](#)
[Pabulo Henrique Rampelotto](#)
[Rodrigo da Rosa Azambuja](#)





Árvore do conhecimento:

Ciências Exatas e da Terra; Geociências; Ozônio; Ozônio;
Ciências Exatas e da Terra; Geociências; Fenômenos Físico - Químicos da Atmosfera;
Ciências Exatas e da Terra; Geociências; Influência na Radiação UV;

Setores de aplicação:

Produtos e serviços voltados para a defesa e proteção do meio ambiente, incluindo o desenvolvimento sustentado

Objetivo:

Monitoramentos: Ozônio, Radiação Solar, Ultravioleta: UV-A (400-320 nm), UV-B (320-280nm), efeitos biológicos-genéticos. Aeronomia dos fenômenos físico-químico, dinâmica, eletricidade atmosférica e(TLEs). Análise da concentração do Ozônio; comportamento de sua "camada", a +/- 25 Km no RS, suas correlações com: Radiação Ultravioleta (UV-A, UV-B); gases traçadores; aerossóis; dados de sondagens troposféricas e estratosféricas; precipitação de partículas na AMAS. Vice-Líder: Damaris K. Pinheiro



Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil



Grupo de Pesquisa

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



Identificação

Recursos Humanos

Linhas de Pesquisa

Indicadores do Grupo

Identificação

Dados básicos

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

Status do grupo: **certificado pela instituição**

Ano de formação: 1996

Data da última atualização: 23/06/2009 11:43

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

Natanael Rodrigues Gomes - natanael.gomes@lacsme.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

CEP: 97110970

Cidade: Santa Maria

UF: RS

Telefone: 33012026

Fax: 33012030

E-mail: njschuch@lacsme.ufsm.br

Home page: <http://>

Repercussões dos trabalhos do grupo





O Grupo - CLIMA ESPACIAL, MAGNETOSFERAS, GEOMAGNETISMO:INTERAÇÃO TERRA-SOL do Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais - CRS/INPE-MCT, em Santa Maria, e Observatório Espacial do Sul - OES/CRS/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, 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), Austrália (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, mecanismos de geração de energia no Sol, 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, Eletricidade Atmosférica e seus Eventos Luminosos Transientes (TLEs). As Pesquisas base de dados de sondas no Espaço Interplanetário e dentro de magnetosferas planetárias, e de modelos computacionais físicos e estatísticos. Vice-Líderes: Alisson Dal Lago, Nalin Babulau Trivedi, Otávio Santos Cupertino Durão, Natanael Rodrigues Gomes.

Recursos humanos

Pesquisadores

Total: 42

[Ademar Michels](#)

[Jean Pierre Raulin](#)

[Alan Prestes](#)

[Joao Paulo Minussi](#)

[Alicia Luisa Clúa de Gonzalez](#)

[Jose Humberto Andrade Sobral](#)

[Alisson Dal Lago](#)

[Juliano Moro](#)

[Antonio Claret Palerosi](#)

[Mangalathayil Ali Abdu](#)

[Barclay Robert Clemesha](#)

[Marcelo Barcellos da Rosa](#)

[Caitano Luiz da Silva](#)

[Marco Ivan Rodrigues Sampaio](#)

[Carlos Roberto Braga](#)

[Marcos Vinicius Dias Silveira](#)

[Clezio Marcos De Nardin](#)

[Nalin Babulau Trivedi](#)

[Cristiano Max Wrasse](#)

[Natanael Rodrigues Gomes](#)

[Delano Gobbi](#)

[Nelson Jorge Schuch](#)

[Eurico Rodrigues de Paula](#)

[Nivaor Rodolfo Rigozo](#)

[Ezequiel Echer](#)

[Odin Mendes Junior](#)

[Fabiano Luis de Sousa](#)

[Osmar Pinto Junior](#)

[Fábio Augusto Vargas dos Santos](#)

[Otavio Santos Cupertino Durão](#)

[Fernanda de São Sabbas Tavares](#)

[Pawel Rozenfeld](#)

[Fernando Luís Guarnieri](#)

[Petrônio Noronha de Souza](#)

[Gelson Lauro Dal' Forno](#)

[Polinaya Muralikrishna](#)

[Hisao Takahashi](#)

[Rajaram Purushottam Kane](#)

[Ijar Milagre da Fonseca](#)

[Severino Luiz Guimaraes Dutra](#)

[Jean Carlo Santos](#)

[Walter Demetrio Gonzalez Alarcon](#)

Estudantes

Total: 33

[Aline Seeger Santos](#)

[Jose Fernando Thuorst](#)

[Bernardo Henz](#)

[Josemar de Siqueira](#)

[Carlos Pinto da Silva Neto](#)

[Lilian Piecha Moor](#)

[Cassio Espindola Antunes](#)

[Lucas Antunes Tambara](#)

[Cássio Rodinei dos Santos](#)

[Lucas Lopes Costa](#)

[Celito Muck Felipetto](#)

[Lucas Ramos Vieira](#)



Claudio Machado Paulo	Luis Fernando Nicolini
Cristiano Sarzi Machado	Nikolas Kemmerich
Edson Rodrigo Thomas	Rafael Lopes Costa
Eduardo Escobar Bürger	Ricardo Cartier dos Santos
Eduardo Weide Luiz	Rodrigo da Rosa Azambuja
Felipe Cipriani Luzzi	Rubens Zolar Gehlen Bohrer
Fernando de Souza Savian	Tardelli Ronan Coelho Stekel
Guilherme Aluizio Steffens Lorenset	Thalis José Girardi
Guilherme Grams	Tiago Jaskulski
Guilherme Simon da Rosa	Willian Rigon Silva
Igor Freitas Fagundes	

Técnicos	Total: 2
-----------------	-----------------

Eduardo Ceretta Dalla Favera - Ensino Profissional de nível técnico - Técnico em Computação
Vinicius Ceregati Costa - Graduação - \Outra Função

Linhas de pesquisa	Total: 4
---------------------------	-----------------

- [AERONOMIA - IONOSFERAS x AEROLUMINESCÊNCIA](#)
- [Desenvolvimento de CubeSats - NANOSATC-BR](#)
- [MAGNETOSFERAS x GEOMAGNETISMO](#)
- [MEIO INTERPLANETÁRIO - CLIMA ESPACIAL](#)

Relações com o setor produtivo	Total: 0
---------------------------------------	-----------------

Indicadores de recursos humanos do grupo	
Integrantes do grupo	Total

Pesquisador(es)	42
Estudante(s)	33
Técnico(s)	2



Linha de Pesquisa

AERONOMIA - IONOSFERAS x AEROLUMINESCÊNCIA

Linha de pesquisa

AERONOMIA - IONOSFERAS x AEROLUMINESCÊNCIA

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

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

Pesquisadores:

[Barclay Robert Clemesha](#)
[Caitano Luiz da Silva](#)
[Clezio Marcos De Nardin](#)
[Cristiano Max Wrasse](#)
[Delano Gobbi](#)
[Eurico Rodrigues de Paula](#)
[Fábio Augusto Vargas dos Santos](#)
[Fernanda de São Sabbas Tavares](#)
[Gelson Lauro Dal' Forno](#)
[Hisao Takahashi](#)
[Jean Pierre Raulin](#)
[Mangalathayil Ali Abdu](#)
[Marcelo Barcellos da Rosa](#)
[Marco Ivan Rodrigues Sampaio](#)
[Nelson Jorge Schuch](#)
[Nivaor Rodolfo Rigozo](#)
[Polinaya Muralikrishna](#)

Estudantes:

[Carlos Pinto da Silva Neto](#)
[Cássio Rodinei dos Santos](#)
[Claudio Machado Paulo](#)
[Cristiano Sarzi Machado](#)
[Edson Rodrigo Thomas](#)
[Eduardo Weide Luiz](#)
[Felipe Cipriani Luzzi](#)
[Guilherme Aluizio Steffens Lorenset](#)
[Guilherme Grams](#)
[Lilian Piecha Moor](#)
[Rodrigo da Rosa Azambuja](#)
[Thalis José Girardi](#)

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, dinâmica e eletricidade da Atmosfera e seus (TLEs), observando com radares, GPS, imageadores, fotômetros e aeroluminescência (ventos) das ondas atmosféricas: planetárias, de gravidade e marés; Pesquisas com radares e digissonda 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.



AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro os meus familiares, meu pai Tristão Pinto da Silva Neto e Mãe Judite Maria Torquato, que tanto me apoiaram e incentivaram a cursar Meteorologia. Agradeço em especial minha namorada Kariani Regina Savegnago por todo incentivo e exemplo na vida acadêmica e pessoal.

Ao Dr. Clemesha, meu Orientador, Pesquisador Titular Sênior III do DAE/CEA/INPE-MCT, em São José dos Campos, SP, por tamanha atenção prestada durante a realização do trabalho.

Um agradecimento especial ao Dr. Nelson Jorge Schuch, Pesquisador Titular Sênior III do CRS/CCR/INPE-MCT, meu Co-orientador, pela confiança e atenção dedicados a mim e orientações, não só acadêmicas e profissionais, mas também pessoais.

Ao colega do projeto Cassio Espindola Antunes que sempre esteve presente para me auxiliar.

Aos colegas de Laboratório, Thalís José Girardi e Erikson Magno Gomes de Oliveira, pela amizade e companheirismo.

Em especial gostaria de agradecer a Vânia Fátima Andrioli por nunca negar qualquer tipo auxílio, sem essa ajuda este trabalho se tornaria mais complicado.

Meus sinceros agradecimentos: (i) aos funcionários, servidores e Chefia do CRS/CCR/INPE – MCT pelo apoio e pela infra-estrutura disponibilizada; (ii) ao Programa PIBIC/INPE – CNPq/MCT pela aprovação do Projeto de Pesquisa, que me permitiu dar os primeiros passos na iniciação científica e tecnológica, propiciando grande crescimento profissional; (iii) ao Coordenador Dr. José Carlos Becceneri e a Secretária do Programa PIBIC/INPE – CNPq/MCT, Sra. Egidia Inácio da Rosa, pelo constante apoio, alertas e sua incansável preocupação com toda a burocracia e datas limites do Programa para com os bolsistas de I. C. & T do CRS/CCR/INPE - MCT.



SUMÁRIO

RESUMO	1
1. INTRODUÇÃO	2
1.1 Atmosfera terrestre.....	3
1.2 marés atmosféricas	5
1.3 Radar Meteorico skiymet	6
1.3.1 A Região Meteorica.....	6
1.3.2 Princípio de funcionamento do radar	6
1.3.3 o Radar SKiYmet	7
2. Viagem técnico – científica	10
2.1 Cálculo das componentes zonal e meridional utilizando “Microsoft excel”.....	13
2.2 Calculo das componentes zonal e meridional com o uso do programa “Winds analysis”	18
4. Trabalho em andamento.....	25
5. Conclusões e Considerações Finais.....	28
6. Referências Bibliográficas.....	29
Apêndice A	30
Certificados de Congressos.....	30



Índice de Figuras

FIGURA 1- ATMOSFERA TERRESTRE DISTRIBUÍDA EM CAMADAS. FONTE: KATO(1980, p.2).....	4
FIGURA 2 - ESQUEMA REPRESENTANDO O FUNCIONAMENTO DO RADAR METEÓRICO. FONTE: ADAPTADA DE ADAPTADA DE GENESIS SOFTWARE (2001B).	7
FIGURA 3- ARRANJO TÍPICO DAS ANTENAS DO SKIYMET. AS DIMENSÕES MOSTRADAS SÃO PARA FREQUÊNCIA DE OPERAÇÃO DE 35.24MHZ. FONTE: SKIYMET METEOR RADAR REFERENCE MANUAL.	8
FIGURA 4 - -SISTEMA DE ANTENAS: TRANSMISSORA (1) E RECEPTORA (2) DO RADAR METEÓRICO –SKIYMET, DO CRS/CIE/INPE – MCT, INSTALADO NO “CAMPUS” DA UFSM, SANTA MARIA, RS, EM UMA ÁREA CERCADA. FONTE: (PRETTO), (2007, p. 41).....	9
FIGURA 5 - SISTEMA TRANSMISSOR (1), SISTEMA DE CONTROLE E AQUISIÇÃO DE DADOS (2) E SISTEMA RECEPTOR (3) DO RADAR METEÓRICO – SKIYMET. FONTE: (PRETTO), (2007, p. 41)	9
FIGURA 6 - REPRESENTAÇÃO DOS ÂNGULOS E COMPONENTES DE UM METEORO.....	11
FIGURA 7 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA $Vr/\text{sen}(\theta)$ EM FUNÇÃO DO ÂNGULO AZIMUTAL	12
FIGURA 8 - PARTE DO ARQUIVO “MP20090701.SANTAMARIA.MPD” MANIPULADO NO PROGRAMA “MICROSOFT EXCEL”, FILTRADAS DE AMBIGUIDADE 1, COM AS COLUNAS NECESSÁRIAS PARA OS CÁLCULOS DE COMPONENTES.	14
FIGURA 9 - DISTRIBUIÇÃO DIÁRIA DE METEOROS, PODE SER OBSERVADO UM MAIOR NÚMERO DE METEOROS ENTRE 6 E 7 H UT (UNIVERSAL TIME).	15
FIGURA 10 - DISTRIBUIÇÃO DE CONTAGEM DE METEOROS EM RELAÇÃO A ALTURA.....	15
FIGURA 11 - GRÁFICO $Vr/\text{SINO} \times \theta$,	16
FIGURA 12 - AJUSTE DO SENÓIDE ENTRE OS PONTOS.	17
FIGURA 13 - PLANO HORIZONTAL - COMPONENTES ZONAL E MERIDIONAL DO VENTO.	17
FIGURA 14 - PROGRAMA "WINDS ANALYSIS"	18
FIGURA 15 - RESULTADOS OBTIDOS DOS CÁLCULOS EFETUADOS PELO PROGRAMA "WINDS ANALYSIS"	19
FIGURA 16 - NÍVEL DE RUÍDO DETECTADO PELAS ANTENAS RECEPTORAS DO RADAR.	21
FIGURA 17 - MODIFICAÇÕES OCORRIDAS NA ÁREA DE INSTALAÇÃO DO RADAR. O CAMPO ENTRE AS ANTENAS E O RADAR PREPARADO PARA PLANTAÇÃO. FONTE: BANCO DE DADOS DO LABORATÓRIO.....	22
FIGURA 18 - MODIFICAÇÕES OCORRIDAS NA ÁREA DE INSTALAÇÃO DO RADAR. CAMPO DE INSTALAÇÃO DO RADAR COM PLANTAÇÃO DE MILHO. FONTE: BANCO DE DADOS DO LABORATÓRIO	22
FIGURA 19 - MODIFICAÇÕES OCORRIDAS NA ÁREA DE INSTALAÇÃO DO RADAR. DO LADO ESQUERDO DA FOTO É POSSÍVEL OBSERVAR O TRAILER DO RADAR. FONTE: BANCO DE DADOS DO LABORATÓRIO.....	23
FIGURA 20 - MODIFICAÇÕES OCORRIDAS NA ÁREA DE INSTALAÇÃO DO RADAR. DO LADO DIREITO DA FOTO SE ENCONTRA A ANTENA TRANSMISSORA. FONTE: BANCO DE DADOS DO LABORATÓRIO.....	24
FIGURA 21 - GRÁFICO DAS COMPONENTES DO VENTO EM RELAÇÃO A HORA PARA A ALTURA DE 88KM.	26
FIGURA 22 - GRÁFICO DAS COMPONENTES DO VENTO EM RELAÇÃO A HORA PARA A ALTURA DE 91KM.	26
FIGURA 23 - GRÁFICO DAS COMPONENTES DO VENTO EM RELAÇÃO A HORA PARA A ALTURA DE 94KM.	27



RESUMO

A região da Média Atmosfera é diariamente atingida por milhares de partículas provenientes do espaço. Tais partículas, conhecidas como meteoróide, ao entrarem na atmosfera terrestre, devido ao atrito, essas partículas sofrem um processo de fragmentação ou evaporação, produzindo luz e ionização. Assim, este fenômeno é conhecido como Meteoro.

O estudo da dinâmica dessa Região é possibilitado devido ao fato que os átomos e moléculas neutras deslocam essa trilha de ionização e à característica dos traços ionizados podem ser detectados por radares meteoricos. Observando-se o comportamento desses ventos com o tempo, é possível estudar as marés atmosféricas, a qual é a principal responsável pela variação diurna dos ventos na região.

O Radar– *VHF All-Sky Interferometric Meteor Radar* – SkiMET, adquirido pelo Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais – CRS/CIE/INPE – MCT e instalado no Campus da Universidade Federal de Santa Maria é um radar que utiliza técnica interferométrica. Ele é composto por 1 antena transmissora e 5 antenas receptoras, estas antenas são alinhadas 3 a 3 em formato de cruz e com espaçamento de 2λ e $2,5\lambda$, tal organização possibilita uma minimização de ambigüidade da direção dos meteoros. O radar SKiYMET, funciona desde 2004. Esse sistema possui uma repetição muito alta de pulsos (PRF), acima de 2000 Hz, tal característica possibilita a determinação de parâmetros como por exemplo a velocidade de entrada do meteoro na atmosfera e aumenta o número de meteoros detectados. O radar de Santa Maria opera com uma frequência de 35,24 MHz.

Os pulsos eletromagnéticos transmitidos pelo radar, são refletidos na forma de ecos pelos rastros ionizados e para cada eco meteorico o radar determina vários parâmetros através de correlações entre sinais das antenas e do atraso do pulso eletromagnético fornecendo informações sobre a natureza do meteoro, como: a altura, azimute e velocidade radial dos ventos que transladam essa trilha ionizada



1. INTRODUÇÃO

O Relatório tem como objetivo descrever as atividades realizadas pelo aluno de iniciação científica **Carlos Pinto da Silva Neto**, aluno de graduação do Curso de Meteorologia da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, durante o período relativo à 01/08/2009 a 31/07/2010, junto ao seu Orientador Dr. Barclay Robert Clemesha e Co-orientação do Dr. Nelson Jorge Schuch com o radar de rastros meteóricos – SKiYMET. Dando prosseguimento as atividades iniciadas no ano anterior. Durante o período relativo à vigência da bolsa fez se necessário ao aluno adquirir conhecimentos físicos da alta e média atmosfera e sua dinâmica e também conhecimentos teóricos relativos ao Radar de Rastros Meteóricos – All-Sky interferometric Radar Meteor – SKiYMET. Após esse primeiro contato teórico com o Radar Meteórico o estudo passou a ser mais prático, se fazendo necessário o trabalho de análise dos dados provenientes do radar.



1.1 ATMOSFERA TERRESTRE

Pode-se definir a Atmosfera como o envoltório da Terra composto por gases, vapor d'água e partículas, mantido assim devido à ação da gravidade. Tal envoltório é de fundamental importância para a existência da vida em nosso planeta. As camadas da Atmosfera podem ser classificadas de acordo com o seu perfil térmico.

A camada que está em contato com a superfície terrestre é chamada de **Troposfera** e se estende até aproximadamente 15 -18 km. Nela a temperatura diminui com a altura, esta queda é causada principalmente pela expansão adiabática das células de ar ascendentes devido à convecção e à absorção de radiação infravermelha. É nesta camada que acontece os fenômenos de interesse meteorológico, pois é nela que está a maior concentração de vapor d'água da atmosfera.

A próxima camada é chamada de **Estratosfera** e está compreendida entre 15 e 50 km, sua temperatura aumenta com a altura. Nela está contida a camada de ozônio e é devido ao fato que o ozônio absorve grande parcela de radiação solar ultravioleta que a Estratosfera possui esse perfil de temperatura.

A camada seguinte, localizada na faixa entre 50 e 90 km, onde a temperatura volta a decrescer com a altura é conhecida como **Mesosfera**. A parte mais alta desta camada a cima de 80 km junto com a parte inferior da próxima camada a ser citada é a região de interesse dos estudos desse trabalho.

Localizada entre 90 e 400 km, a **Termosfera** tem como característica o aumento da temperatura com a altura. A camada mais externa da Atmosfera é a Exosfera, nesta faixa a densidade é muito baixa e a temperatura tende a aumentar atingindo valores assintoticamente constantes conhecida como temperatura exosférica. Os limites de cada camada são denominados pausas e estão localizados nos limites superior e inferior entre uma camada e outra, possuem como característica o gradiente térmico nulo. A figura 1 ilustra esta estratificação vertical da atmosfera em função da temperatura.

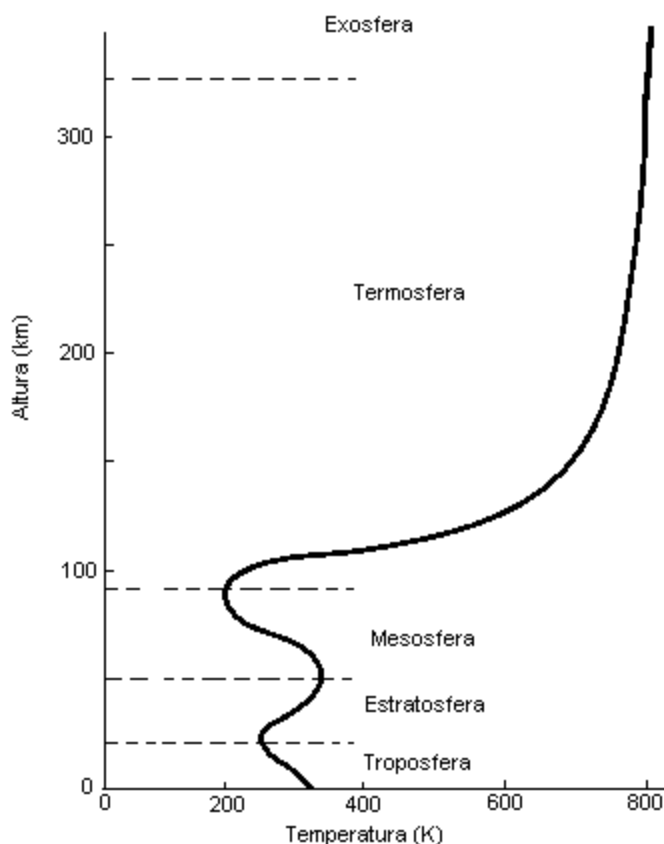


Figura 1- Atmosfera terrestre distribuída em camadas. Fonte: Kato(1980, p.2)

Pode-se também distinguir as camadas da Atmosfera de acordo com a sua homogeneidade: **Homosfera** é região onde dois pontos próximos possuem a mesma composição do ar, ou seja, Atmosfera homogenia. Compreende troposfera, estratosfera e mesosfera. **Heterosfera** é a região onde não se pode considerar a atmosfera homogenia, compreende a Termosfera.

Uma outra maneira de dividir a Atmosfera é de acordo com sua densidade eletrônica: **Ionosfera** região da mesosfera superior e baixa termosfera com alta taxa de ionização das moléculas. **Magnetosfera** região mais externa de ação do campo magnético da Terra.

A radiação que incidi na superfície terrestre não é uniforme isso acontece devido ao ângulo de inclinação da terra somado com o movimento de rotação e translação. Tal característica é responsável pelo acumulo de energia em pontos distintos da Atmosfera, isto que por conseqüência gera oscilações complexas que transporta calor dos trópicos para os pólos para atingir um balanço de energia. As principais oscilações são: os ventos



médios, as ondas de gravidade, as ondas planetárias e as marés atmosféricas que são o foco de estudo principal deste trabalho.

1.2 MARÉS ATMOSFÉRICAS

Foi da analogia com as marés oceânicas que surgiu o interesse em estudar essas oscilações. A primeira referência sobre a existência de marés atmosféricas foi feita por Isaac Newton. Segundo ele a causa desse fenômeno, igual às marés oceânicas, era a atuação das forças gravitacionais da lua e do sol, combinadas com a força centrífuga gerada pela rotação da terra.

Laplace, no século XVIII incluiu em seu tratado sobre Mecânica Celeste de 1799 que a existência das subidas e descidas das marés oceânicas se devia à presença de um corpo forçante que geraria a atração gravitacional (sol ou lua) e da profundidade do mar local. Posteriormente essa teoria se tornou mais apropriada para explicar marés atmosféricas do que oceânicas, devido às limitações das condições de contorno do mar.(Chapman e Lindzen, 1970).

No ano de 1825, Laplace estudando medidas de pressão em diversas estações, concluiu que a origem destas marés é térmica, isso devido ao seu período corresponder ao meio dia solar. Porém, ainda existia um problema, a maré atmosférica apresenta um ciclo semi diurno enquanto o seu forçante, o aquecimento solar, apresenta um ciclo diurno com o máximo ao meio dia. Lord Kelvin foi o primeiro a apresentar uma explicação, concordando com Laplace sobre a origem térmica das marés atmosféricas, elaborou a teoria da Ressonância, na qual propõe que deveriam existir modos livres de oscilações com períodos próximos a 12 horas. Esta suposição deriva do fato de que os períodos de ressonância são dependentes da estrutura térmica da atmosfera, sendo esta baseada a perfis pouco precisos na época, que permitia a existência de modos de ressonância próximos de 12 horas. Posteriormente, com a utilização de foguetes nos estudos atmosféricos, após Segunda Guerra Mundial, descobriu-se que não havia modos ressonantes próximos há 12 horas.



Com esses estudos, foi possível concluir que a principal causa das marés atmosféricas seria a absorção da radiação solar pelo ozônio da estratosfera e pelo vapor d'água na troposfera, cujos efeitos na pressão superficial, gerados pela componente semi-diurna, seriam mais intensos que os gerados pela componente Diurna.

Diversas técnicas são empregadas para observar os movimentos das camadas de ar da Atmosfera. Tais técnicas são baseadas em medir parâmetros de fenômenos que ocorrem na atmosfera, como por exemplo, ventos e ondas. A técnica utilizada nesse trabalho será a técnica do radar, mais precisamente, do Radar Meteorológico SKiYMET .

1.3 RADAR METEÓRICO SKIYMET

1.3.1 A REGIÃO METEÓRICA

A região da alta Mesosfera – Baixa termosfera, entre 70 e 110 km, é diariamente atingida por milhares de partículas provenientes do espaço. Essas partículas, ao entrarem em contato com a Atmosfera terrestre, sofrem um processo de evaporação e fragmentação tendo como resultado luz e ionização. Este fenômeno é conhecido como meteoro. Os meteoros podem incidir aleatoriamente, como meteoros esporádicos, ou em uma forma mais organizada de chuva de meteoros, sendo que a primeira forma compreende a maior parte da massa detectada.

1.3.2 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO RADAR

Os traços ionizados provenientes do processo de ablação dos meteoros podem ser detectados por radares meteorológicos. Devido a essa característica o radar determina ventos na mesosfera a partir do deslocamento Doppler do sinal refletido pelos traços ionizados, que persistirem tempo suficiente para se fazer medidas de ventos.

A partir desse deslocamento, da posição do meteoro determinada pelo ângulo de chegada e o atraso do eco, podemos determinar: a velocidade radial da trilha meteórica, sua posição, velocidade e direção dos ventos que a transportou.

Para fazermos a determinação dos ventos por medidas de radar temos que assumir a existência de ventos uniformes na altura desejada, com aproximadamente 1 km de



espessura, com a mesma direção e velocidade de ventos. A figura 2 represente o esquema de funcionamento descrito à cima.

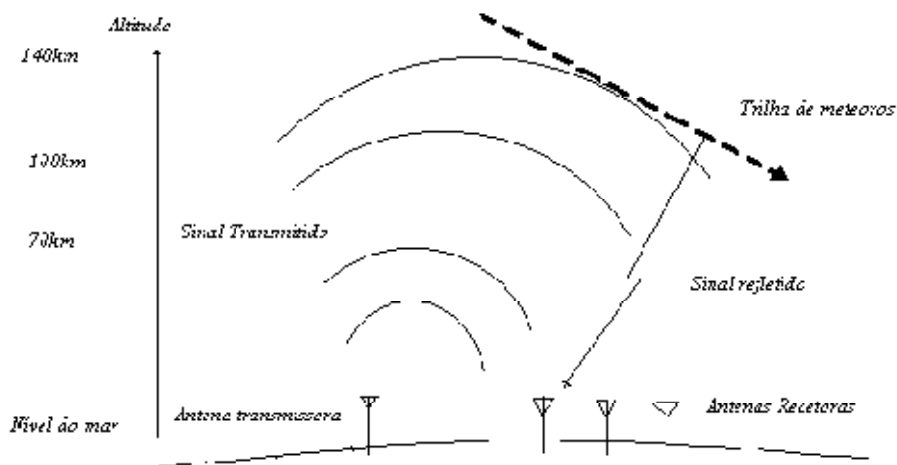


Figura 2 - Esquema representando o funcionamento do radar meteorológico. FONTE: adaptada de Genesis Software (2001b).

1.3.3 O RADAR SKIYMET

O radar de rastros Meteorológicos – “HF/VHF All-Sky Interferometric Meteor Radar-SKiYMET” é desenvolvido em parceria pelas empresas Mardoc Inc, do Canadá e Genesis Software Pty, da Austrália e utiliza uma técnica de rádiointerferometria para observar meteoros e/ou objetos artificiais, que são atraídos pelo campo gravitacional da Atmosfera Terrestre. Este radar opera com uma repetição muito alta de pulsos (PRFs), ultrapassando 2000Hz, que permite a determinação de parâmetros que não eram acessíveis aos sistemas antigos, como por exemplo, a velocidade de entrada do meteoro. O sistema de antenas é composto por uma antena Yagi de 3 elementos para a transmissão e 5 antenas Yagi de 2 elementos para recepção. Estas antenas são alinhadas 3 a 3 em formato de cruz e com espaçamento de 2λ e $2,5\lambda$, tal organização possibilita uma minimização de ambigüidade da direção dos meteoros. O radar SKiYMET, está instalado no Campus da Universidade Federal de Santa Maria , funciona desde 2004 e



opera com uma frequência de 35,24MHz. A figura 3 ilustra o arranjo das antenas do radar e a figura 4 representa a antena transmissora e receptora do radar.

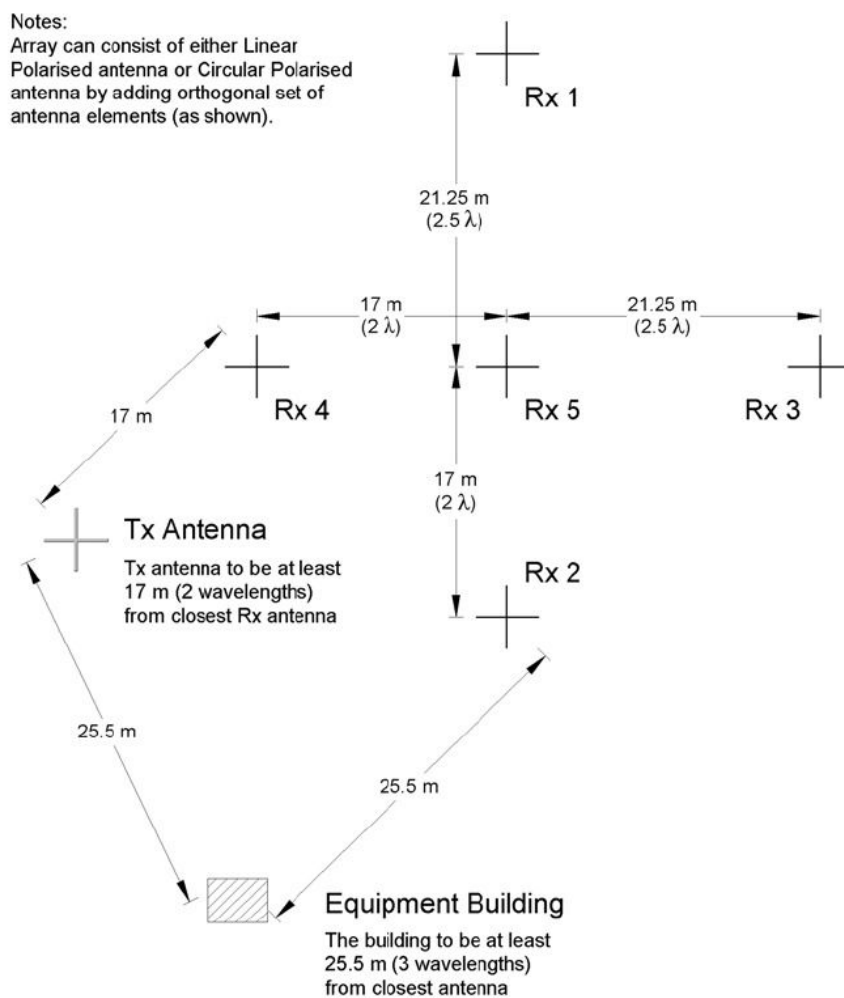


Figura 3- Arranjo Típico das Antenas do SKiYMET. As dimensões mostradas são para frequência de operação de 35.24MHz. FONTE: SKiYMET Meteor Radar Reference Manual.

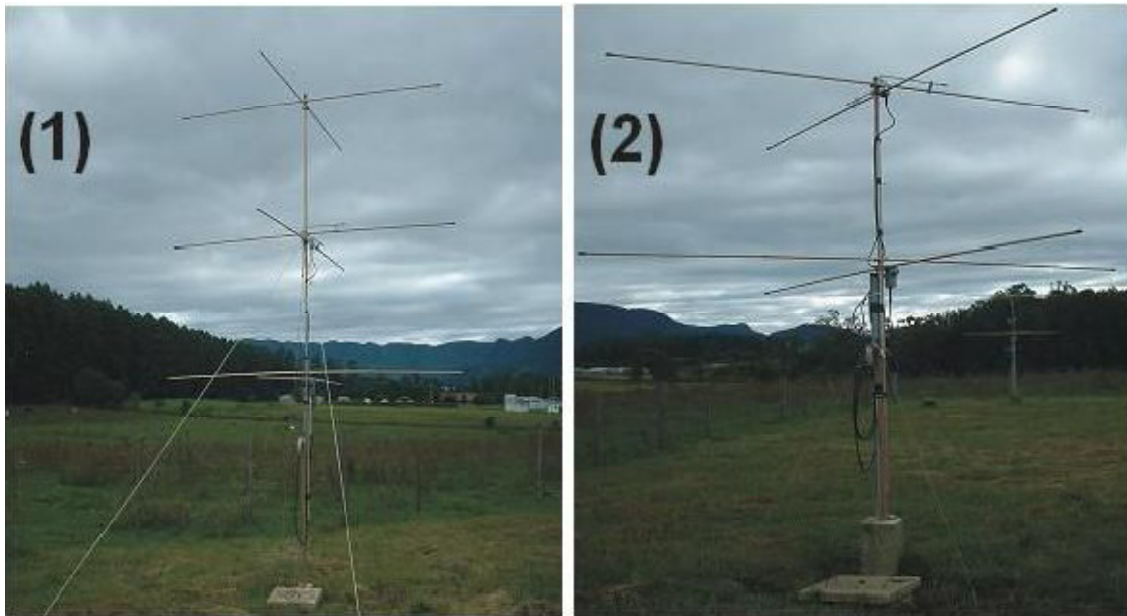


Figura 4 - -Sistema de Antenas: Transmissora (1) e Receptora (2) do Radar Meteorológico – SKiYMET, do CRS/CIE/INPE – MCT, instalado no “Campus” da UFSM, Santa Maria, RS, em uma área cercada. FONTE: (PRETTO), (2007, p. 41)

A segunda parte do hardware possui um transmissor operando em modo pulsado, 5 canais receptores, unidades de síntese de frequência e controle de ganho. O sistema de aquisição de dados é composto por 5 buffers de memória e de digitalização de alta velocidade; temporizadores e controladores dos módulos eletrônicos. A parte do hardware do radar é representado pela figura 5.

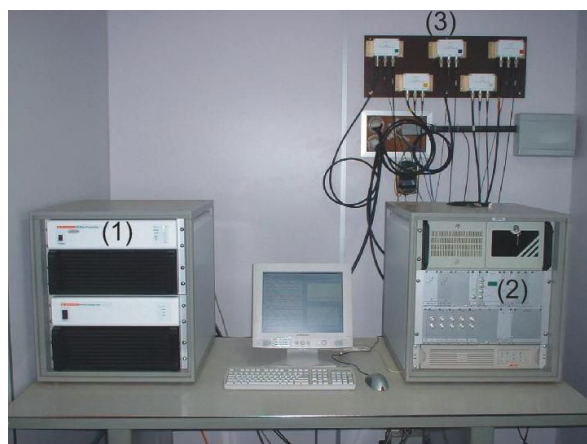


Figura 5 - Sistema Transmissor (1), Sistema de Controle e Aquisição de Dados (2) e Sistema de pré amplificadores (3) do Radar Meteorológico – SKiYMET. FONTE: (PRETTO), (2007, p. 41)



2. VIAGEM TÉCNICO – CIENTÍFICA

A primeira parte do trabalho com o radar se fez necessário ao aluno de iniciação científica o estudo teórico referente às áreas de interesse da pesquisa, como por exemplo: adquirir conhecimentos físicos da alta e média atmosfera e sua dinâmica e também conhecimentos teóricos relativos ao Radar de Rastros Meteóricos – All-Sky interferometric Radar Meteor – SKiYMET.

Para dar continuidade ao projeto é preciso que o aluno de iniciação científica fizesse um treinamento junto com o seu orientador. Essa seção terá como principal objetivo descrever de forma sucinta as atividades realizadas pelo bolsista Carlos Pinto da Silva Neto junto a seu orientador Dr. Barclay Robert Clemesha.

As atividades foram desenvolvidas no LASER, na sede do INPE em São José dos Campos – SP e no Centro Espacial de Cachoeira Paulista – SP, durante o período de 02/08/09 à 06/08/09.

Para calcular as componentes dos ventos que deslocam a trilha de ionização deixada pelo processo de ablação de um meteoro e detectada pelo radar meteórico utiliza-se o programa, desenvolvido pelo Dr. Barclay Robert Clemesha, “Winds Analyzis”. Também é possível calcular essas componentes, de forma parecida, utilizando o programa “Microsoft office Excel”.

Para cada meteoro detectado o radar registra a velocidade radial, distância e ângulos. Para ter certeza que sinal refletido é proveniente de um meteoro, podendo ser também de interferência ou avião, o radar verifica as características desse sinal como duração do pulso e seus tempos de subida e decaimento.

Este radar opera com uma repetição de pulsos (PRFs) muito alta e por essa característica ele é capaz de determinar a posição dos rastros deixados pelo meteoro. O radar determina a distância, entre o meteoróide e suas antenas, através do atraso entre a transmissão e recepção de pulsos curtos de radiação, é devido à interferometria criada pelo arranjo das antenas do radar que é possível determinar os ângulos de elevação e



azimute. A velocidade radial em relação ao radar, dr/dt , é determinada pelo desvio Doppler do sinal refletido da trilha. Assim o radar consegue medir z , ϕ , θ , r e dr/dt (representados na figura 6) por cada meteoro detectado.

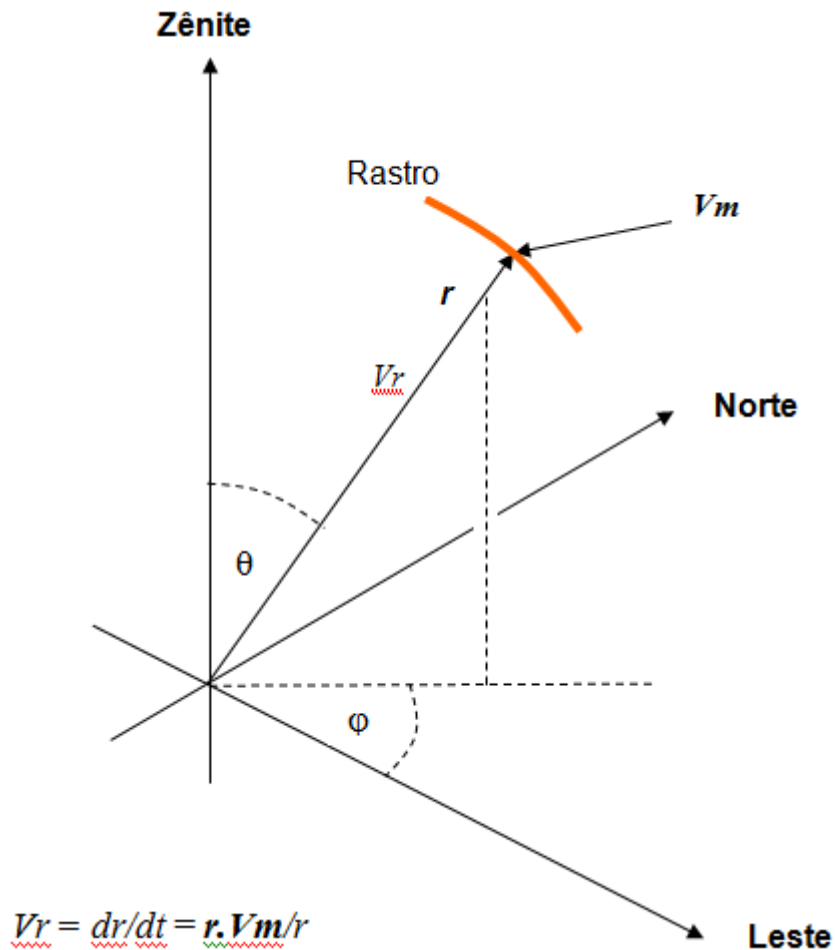


Figura 6 - Representação dos ângulos e componentes de um meteoro.

O componente “ V_r ” que representa a velocidade do rastro na direção do radar é descrito por:

$$V_r = \frac{dr}{dt} = r \cdot \frac{V_m}{r}$$

Em componentes cartesianos

$$\mathbf{V}_m = iV_x + jV_y + kV_z$$

$$\mathbf{r}/r = \mathbf{i} \sin(\theta) \cos(\phi) + \mathbf{j} \sin(\theta) \sin(\phi) + \mathbf{k} \cos(\theta)$$



$$V_r = r \cdot V_m / r$$

$$= V_x \sin(\theta) \cos(\phi) + V_y \sin(\theta) \sin(\phi) + V_z \cos(\theta) (*)$$

Com três medidas independentes de V_r , θ e ϕ seria possível calcular V_x , V_y e V_z , mas é utilizado várias medidas experimentais e procurado o melhor ajuste para V_x , V_y e V_z através de análise de mínimos quadrados.

Geralmente, a velocidade vertical, V_z , é muito pequena e podemos aproximar a equação (*) por

$$V_r / \sin(\theta) = V_x \cos(\phi) + V_y \sin(\phi)$$

Assim, podemos representar graficamente os valores de $V_r / \sin(\theta)$ em função do ângulo azimutal (figura 7) :

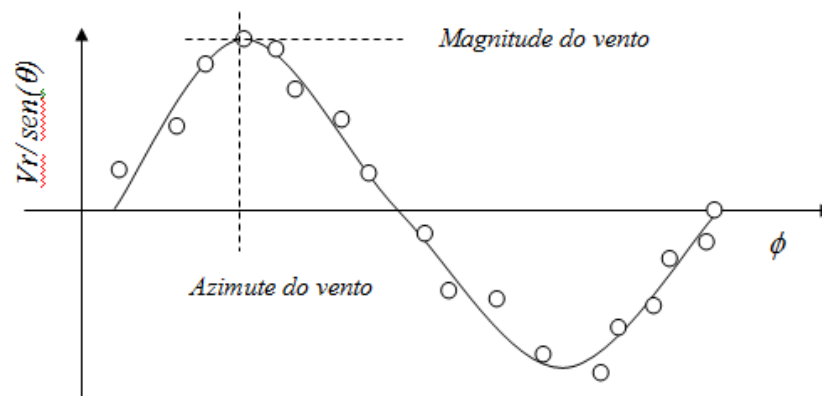


Figura 7 - Representação gráfica $V_r / \sin(\theta)$ em função do ângulo azimutal

As componentes V_x e V_y foram calculadas de duas maneiras, a primeira maneira foi utilizando o programa “Microsoft office Excel” e a segunda foi utilizando o programa “Winds Analyzis”, desenvolvido pelo Dr. Clemesha, codificado na linguagem Visual Basic.



2.1 CÁLCULO DAS COMPONENTES ZONAL E MERIDIONAL UTILIZANDO “MICROSOFT EXCEL”

Os pulsos eletromagnéticos transmitidos pelo radar, são refletidos na forma de ecos pelos rastros ionizados e para cada eco meteórico o radar determina vários parâmetros através de correlação entre sinais das antenas e do atraso do pulso eletromagnético fornecendo informações sobre a natureza do meteoro.

O radar determina a distância, azimute, elevação e velocidade radial para cada meteoro detectado. Esses cálculos são registrados em arquivos dados brutos com extensão .mpd.

Utilizando intervalos de tempo e altura adequados, tipicamente 1 hora e 3 km, é possível calcular os componentes zonal e meridional do vento em função de tempo e altura.

Os ventos possuem componentes em dois planos, o horizontal e o vertical, sendo que a análise do plano vertical é descartada devido ao fato da amplitude ser muito baixa se comparada às componentes do plano horizontal.

Para calcularmos as componentes de ventos se faz necessário, logo após de abrir os arquivos de dados brutos no programa “Microsoft Exel”, filtrar os dados com ambigüidade igual a 1(um), sendo que os outros serão excluídos da análise. A ambigüidade surge quando o radar não consegue determinar com exatidão a posição do traço.

É necessário ajustar a coluna “time” formatando a célula, classificando os dados na categoria texto. Dos dados fornecidos pelos arquivos .mpd. só é preciso manter as colunas Date, Time, Ht, Vrad, Theta e Phi0, podendo os demais serem excluídos, como é representado na figura 8.



Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais – CRS/ INPE – MCT
Relatório Final de Atividades 2010

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1		Date	Time	Ht	Vrad	Theta	Phi0	Ambig									
2		7/1/2009	0.000425	83.2	-28.71	30.1	145.9	1									
3		7/1/2009	0.000425	81.5	-28.81	30	145.8	1									
4		7/1/2009	0.001153	89.4	8.75	62.3	183.1	1									
8		7/1/2009	0.001926	93.2	-7.45	39.4	115	1									
9		7/1/2009	0.001926	94.7	-7.3	39.4	115	1									
14		7/1/2009	0.001954	86.2	-4.93	16.7	200.7	1									
15		7/1/2009	0.001954	89.8	-6.6	17.2	201.8	1									
16		7/1/2009	0.001954	88.2	-5.25	16.7	200.9	1									
17		7/1/2009	0.001954	86.2	-4.93	16.7	200.7	1									
18		7/1/2009	0.002222	91.5	5.97	21.1	189.2	1									
19		7/1/2009	0.002528	85.9	-17.24	68.6	99.8	1									
20		7/1/2009	0.002609	87.1	4.23	43.8	156.6	1									
23		7/1/2009	0.00321	89.5	-2.57	53.3	72.1	1									
24		7/1/2009	0.003665	89.3	18.95	44.3	235	1									
25		7/1/2009	0.003666	89.8	20.49	44.9	234.6	1									
26		7/1/2009	0.003666	87.1	20	44.8	235	1									
27		7/1/2009	0.003933	90.7	5.72	37.6	114.2	1									
28		7/1/2009	0.004234	88.7	42.37	66.9	171.6	1									
29		7/1/2009	0.004498	87	20.31	45.8	107	1									
30		7/1/2009	0.004598	86.6	-46.91	64	181.2	1									
31		7/1/2009	0.004733	92.7	-27.78	59.3	64	1									
32		7/1/2009	0.004733	93.9	-24.87	59.2	63.7	1									
33		7/1/2009	0.005048	84.8	-1.48	32.2	219.6	1									
34		7/1/2009	0.005048	83.2	-0.78	32.1	219.6	1									
35		7/1/2009	0.005078	87.2	-3.54	22.1	205.7	1									
36		7/1/2009	0.005089	79.2	-15.15	19.5	148.8	1									
39		7/1/2009	0.006041	93.9	19.97	53.5	161.1	1									
40		7/1/2009	0.006041	92.3	22.44	53.7	161	1									

Figura 8 - Parte do arquivo “mp20090701.santamaria.mpd” manipulado no programa “Microsoft Excel”, filtradas de ambigüidade 1, com as colunas necessárias para os cálculos de componentes.

Os ventos possuem uma considerável variação conforme altura e hora do dia, a análise pode ser feita dividindo-se os dados de acordo com as 24 horas do dia e também com a altura variando entre 79 até 112 km em intervalos de alturas, como por exemplo 3 km.

Para simplificar, as análises foram feitas divididas no intervalo de altura entre 93 e 95 km e de hora entre 6 e 7 horas UT (Universal time). Esses intervalos foram escolhidos para máximo de dados, já que esse é o horário e a altura que com maior número de detecção de meteoros, como mostra as figuras 9 e 10.

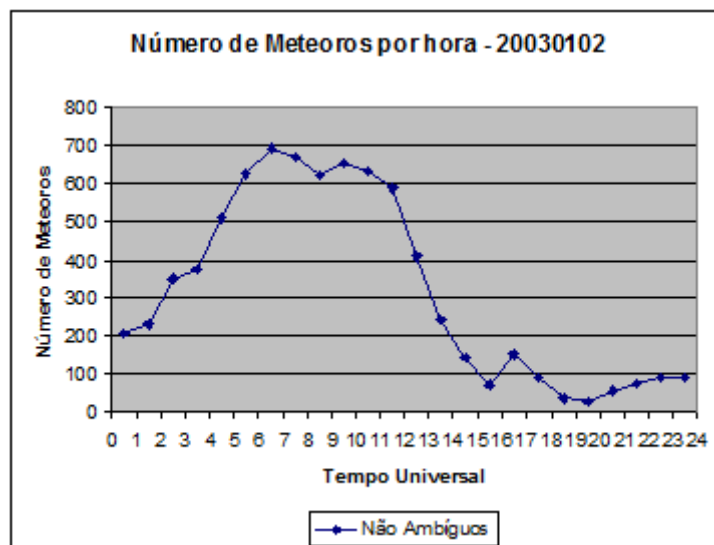


Figura 9 - Distribuição diária de meteoros, pode ser observado um maior número de meteoros entre 6 e 7 h UT (Universal Time).

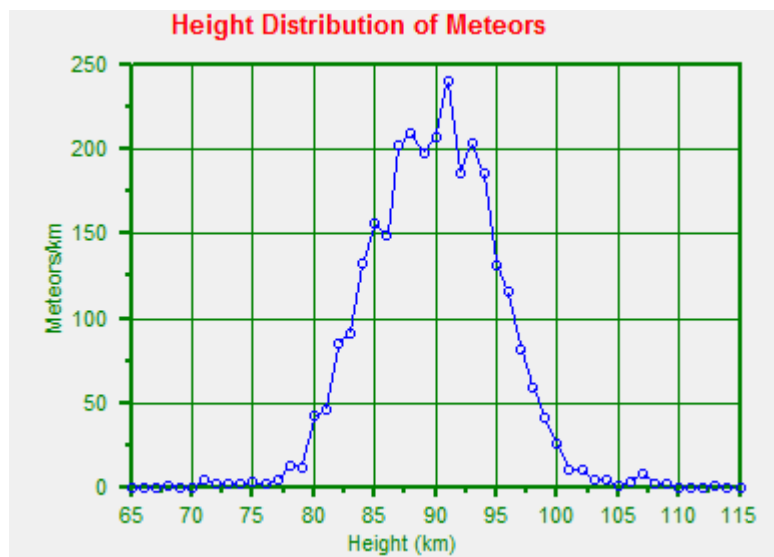


Figura 10 - Distribuição de contagem de meteoros em relação a altura.



Foi necessário mudar a unidade dos ângulos azimutal e zenital, representado por ϕ e θ respectivamente, de graus para radianos. Após esse procedimento foi calculado $V_R/\sin \theta$ e traçado o gráfico $V_R/\sin \theta \times \phi$, ver figura 11.

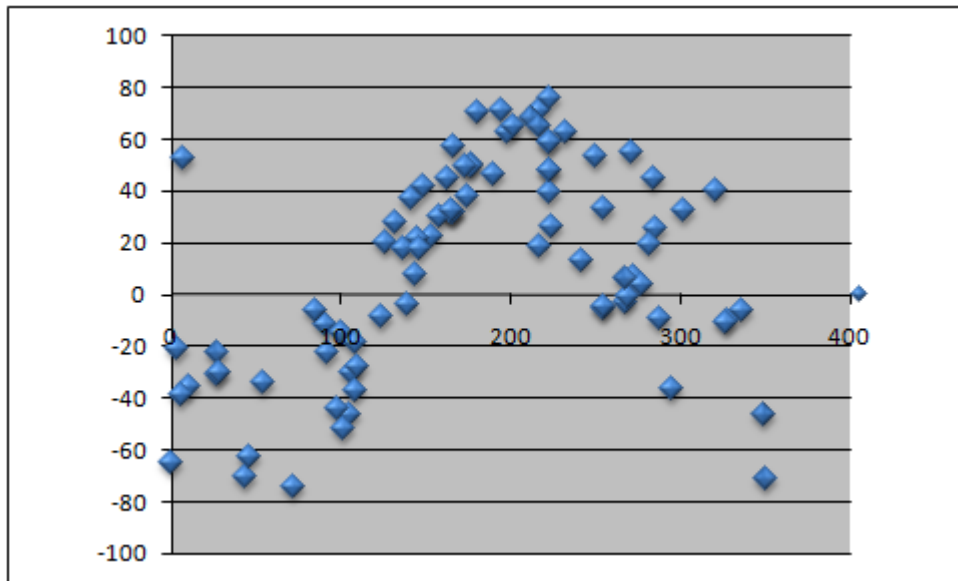


Figura 11 - Gráfico $V_R/\sin\theta \times \phi$,

Para uma melhor visualização é feito um ajuste com a finalidade de se obter um senóide. Tal processo é feito de acordo com a equação:

$$V_{ajuste} = A_0 + A \cdot \cos(\phi - \varphi) \quad (1)$$

$$\Delta V = \left(\frac{V_{rad}}{\sin \theta} - V_{ajuste} \right)^2 \quad (2)$$

São colocados valores iniciais para A_0 , A e φ e colocados em colunas separadas. Estes valores serão utilizados pelo “Microsoft Excel” através da ferramenta “solve” para que com isso sejam calculados os valores reais desses parâmetros, os substituindo automaticamente, conforme mostrado na figura 12.

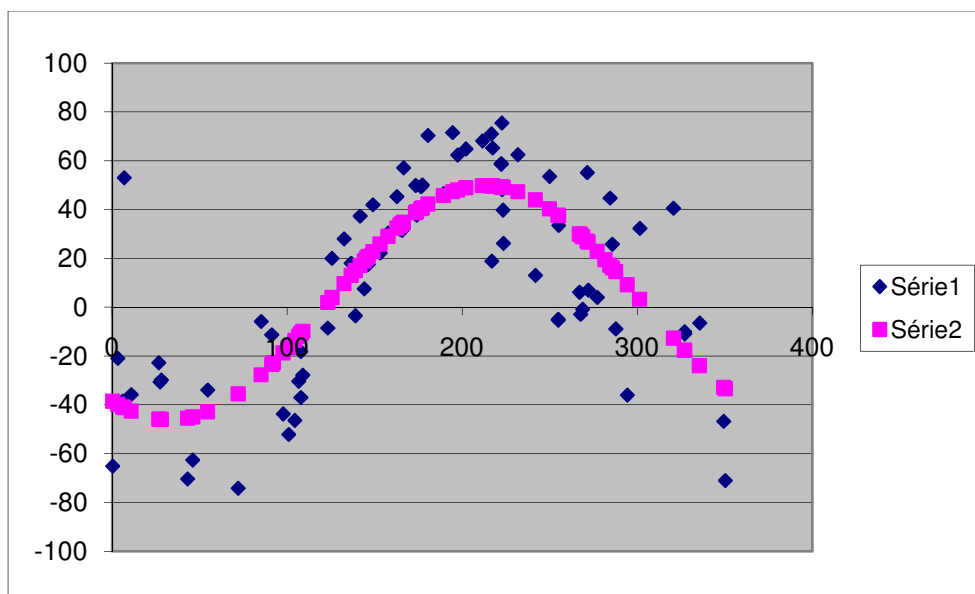


Figura 12 - Ajuste do senóide entre os pontos.

Após calculados os valores da amplitude e da fase, é possível calcular as componentes meridional e zonal do vento através das equações descritas a baixo e representadas pela figura 13.

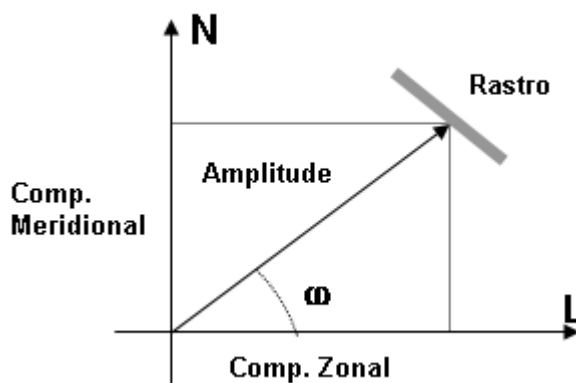


Figura 13 - Plano Horizontal - Componentes zonal e meridional do vento.

Componente Zonal: $Comp_{zonal} = Amplitude \times \cos \varphi$

Componente Meridional: $Comp_{Meridional} = Amplitude \times \sin \varphi$



2.2 CALCULO DAS COMPONENTES ZONAL E MERIDIONAL COM O USO DO PROGRAMA “WINDS ANALYSIS”

Para calcular as componentes deve-se abrir os dados do dia desejado no programa “Winds Analysis”, os dados deverão estar em extensão mpd, e então clicar o botão “execute”.

Para um número de dados maior que um dia, o programa calcula as componentes como uma média desses dias. Alguns parâmetros podem ser escolhidos para obter resultados mais diretos, como por exemplo: Número de alturas requeridas, altura inicial, intervalo de altura, etc. A figura 14 demonstra o programa “Winds Analysis”.

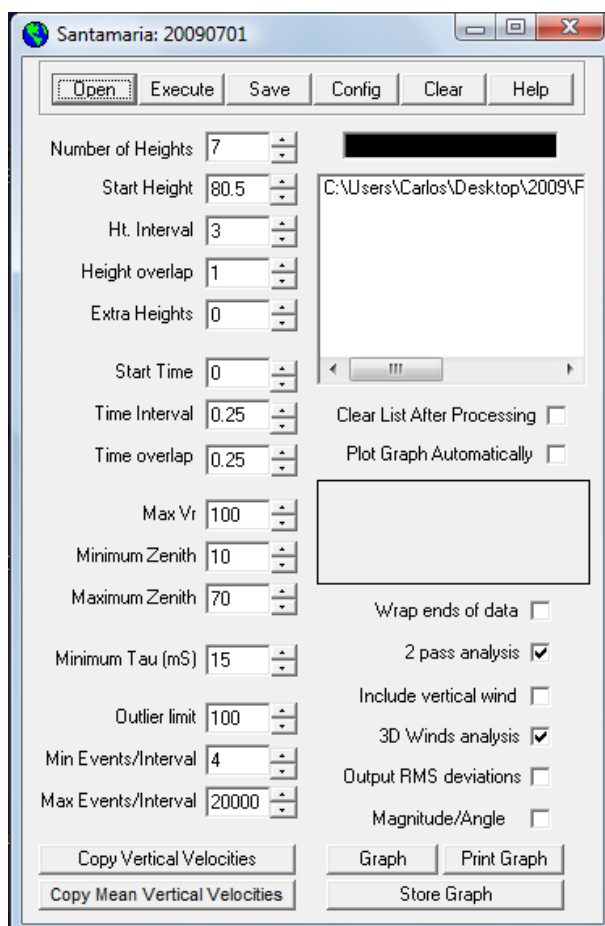


Figura 14 - Programa "Winds Analysis"



Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais – CRS/ INPE – MCT
Relatório Final de Atividades 2010

Após o programa ser rodado por completo, os resultados podem ser observados em uma planilha do programa “Microsoft Excel”. No programa os dados são organizados por diferentes alturas, mostrando as componentes zonal e meridional calculadas.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Santamaria: 20090701															
2		82		85		88		91		94		97		100		
3		Zonal	Meridional	Zonal	Meridional	Zonal	Meridional	Zonal	Meridional	Zonal	Meridional	Zonal	Meridional	Zonal	Meridional	
4	0.125	41	-15.6	35.5	-19.4	8.5	-15	-16.1	-6.2	-33.1	-24.5	-51.7	-28.7			
5	0.375	31.2	-3.5	38.9	-12.7	12.5	-8.6	-15.8	-3.8	-36.8	-24.9	-51.2	-28.6	-39.9	-34.9	
6	0.625	25.7	3.5	33.4	-9.8	27.6	3.5	-2.7	6.4	-44.9	-18.4	-46.1	-28.9	-64.7	-45.8	
7	0.875	30.1	4.3	18.5	5	17.6	12.1	-12.9	1.9	-31.9	-14.7	-34.6	-28.8	-26.8	-44.7	
8	1.125	39.1	5.8	17.7	7.8	13.1	10.1	-8.8	-1.2	-25.6	-9.8	-31.3	-17.8	-8.4	-54.8	
9	1.375	39.2	8.5	13.6	12.4	7.1	7.6	-9.3	-4.5	-19	-13.9	-21.3	-19.6	-8.4	-48	
10	1.625	35.7	10.2	15.4	10.1	3.1	3.1	-4.1	-5.2	-14.2	-8.3	-16.3	4.2	-9.8	-21.6	
11	1.875	35.2	8.9	15.9	6.7	0.4	7.1	-5.9	-1.6	-9.8	-4.1	-8.4	13.4	11.6	37.2	
12	2.125	39.2	10	21.2	6.9	7.4	3	-8.3	-6.8	-12.7	0.6	-5.1	16	-83.6	-66.7	
13	2.375	41.3	7.5	25.5	5.4	8.9	5.8	-10.8	-3.4	-16.1	1.2	-11.1	11.3	-27.6	-35.9	
14	2.625	44.6	-11.7	23.5	4.7	7.7	-2.6	-11.3	-6.7	-21.9	3.5	-18.6	11.3	-38.1	-21.1	
15	2.875	49.9	-5.8	22.2	-6.5	1.2	-4.2	-7.6	4.7	-21.6	9.5	-22.7	12.1	-8.8	16.4	
16	3.125	34.5	-9.9	13	-11.9	-0.4	-1.5	-11	8.1	-15.5	26.7	-12.4	11.8	-9.8	6.3	
17	3.375	36.4	-2.4	11.2	-14.3	-3.7	-0.6	-14.7	10.4	-14.3	30.8	-12.3	15	-19.4	17.8	
18	3.625	25.2	-2.9	6.3	-2.9	-8.9	4.6	-24.5	11.4	-16.9	31.1	-5.9	14.8	-2.2	11.6	
19	3.875	29	-6.2	1.6	-1.8	-13.1	4	-27.8	8.8	-22.7	23.3	-11.8	13.5	-7.4	8.4	
20	4.125	42.3	-10	-6.6	5.3	-12.8	3.5	-24.9	9.5	-23.8	19.6	-14.8	16.4	-5.1	-2.1	
21	4.375	39.3	-5.8	-10.2	3.6	-10.9	1.7	-18.4	3.1	-25.1	8.4	-25.9	5	-26.3	1.2	
22	4.625	47.6	-2.1	-15.6	5.9	-14.8	0.5	-17.8	0.2	-27	6	-24.6	0.4	-22.5	-2.6	
23	4.875	20.3	2.7	-9.8	-0.2	-16.3	0.8	-19.9	-3.8	-25	-5.4	-25.9	-4.7	-21	-2.2	
24	5.125	22.3	3.6	-5.9	-2	-16.2	-1.6	-23.9	-4.4	-29.3	-2.4	-31	5.5	-28.9	-17.9	
25	5.375	2.1	-3.1	-3.1	-3.2	-12.4	-0.7	-26.8	-3.3	-31.6	-7.4	-30.2	-10.1	-21.2	-8.6	
26	5.625	52.6	-1.7	8.5	2.2	-8.5	-1.8	-28.3	-1.8	-36.5	-4.8	-38.1	-14.4	18.5	-3.8	
27	5.875	28.4	-8.6	3.4	0.4	-15.7	1	-32	-2	-36.9	-10.1	-38.7	-17.8	-5.8	16.3	

Figura 15 - Resultados obtidos dos cálculos efetuados pelo programa "Winds Analysis"



3. FUNCIONAMENTO DO RADAR

O Radar– *VHF All-Sky Interferometric Meteor Radar* – SKiYMET, adquirido pelo Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais – CRS/ INPE – MCT, instalado temporariamente e em parceria entre INPE e UFSM, em uma área do Campus da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, localizado em proximidade do Hospital Veterinário. A instalação deste aparelho ocorreu em Maio de 2004. O Processo de instalação foi executado sob responsabilidade da empresa MARDOC Inc, do Canadá e pelos especialistas Dr. Wayne Hocking e Dra. Anna Hocking. A montagem do Sistema foi executada com todo cuidado e atenção, com a finalidade de evitar problemas futuros que venham prejudicar o funcionamento do sistema.

A área onde o radar foi instalado foi cercada para que impossibilitasse a entrada de animais, como pode ser observado também na figura 4.

Por problemas técnicos ocorridos logo após a instalação o Radar SKiYMET ficou inoperante ou operando de forma insatisfatória. Somente os dados, obtidos pelo radar, a partir de janeiro de 2005 podem ser utilizados para análises científicas. Outros problemas técnicos, que impossibilitaram que os dados fossem analisados, ocorreram no ano de 2008. O período entre 2005 e 2006 é o que apresenta melhor conjunto de dados.

Devido ao fato que a área de proximidade do radar é dividida com pesquisa em outras áreas algumas modificações ocorridas no ano de 2009 influenciaram negativamente no funcionamento do SKiYMET. Aos redores das antenas receptoras foi instalada uma rede elétrica cuja presença trouxe excesso de ruído e conseqüentemente interferiu nas análises do radar, piorando os dados provenientes desse instrumento. A figura 16 representa um gráfico com o nível de ruído das antenas receptoras, o maior nível é observado das antenas mais próximas a rede elétrica instalada em 2009.

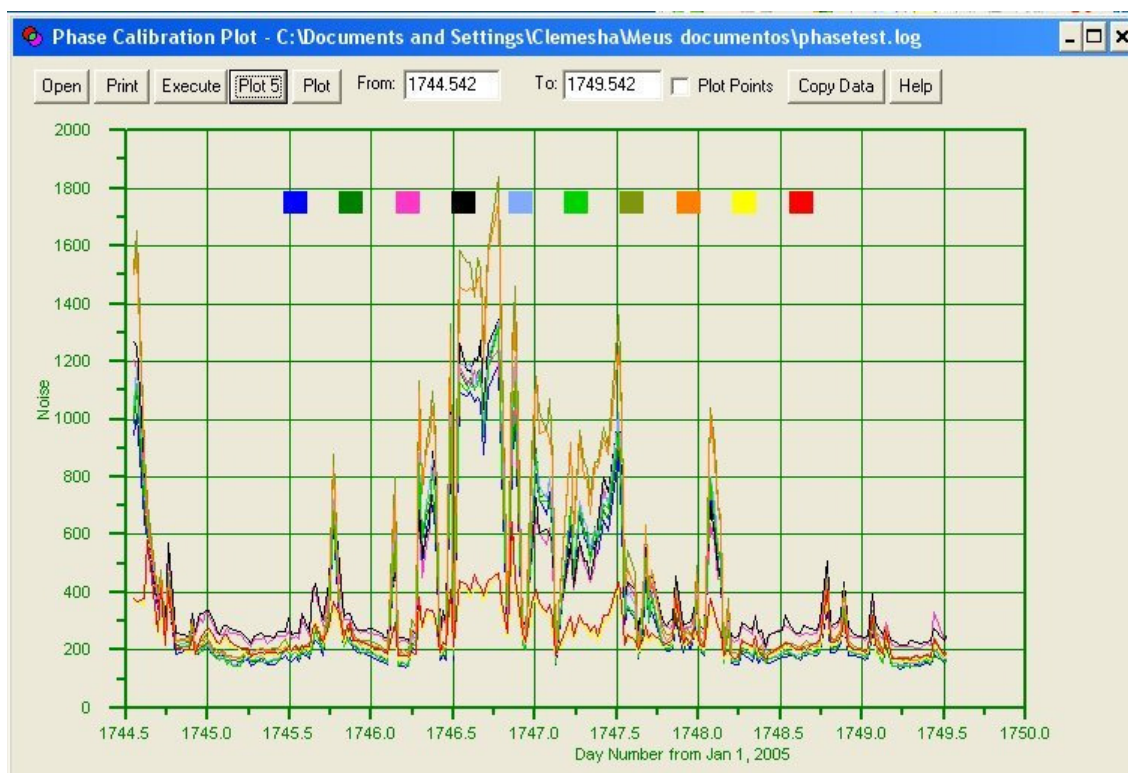


Figura 16 - Nível de ruído detectado pelas antenas receptoras do radar.

Outras modificações também ocorreram no ano de 2009, a área do radar passou a ser mais ocupada por outras pesquisas, com isso, o cercado que protegia o radar foi retirado, o campo em volta das antenas foi utilizado para plantações e entre o trailer do radar e a antena transmissora está em andamento uma construção. As figuras 17, 18, 19 e 20 demonstram essas alterações.



Figura 17 - Modificações ocorridas na área de instalação do radar. O campo entre as antenas e o radar preparado para plantação. Fonte: Banco de dados do laboratório



Figura 18 - Modificações ocorridas na área de instalação do radar. Campo de instalação do radar com plantação de milho. Fonte: Banco de dados do laboratório



Figura 19 - Modificações ocorridas na área de instalação do radar. Do lado esquerdo da foto é possível observar o trailer do radar. Fonte: Banco de dados do laboratório



Figura 20 - Modificações ocorridas na área de instalação do radar. Do lado direito da foto se encontra a antena transmissora. Fonte: Banco de dados do laboratório.



4. TRABALHO EM ANDAMENTO

No Relatório são usados dados obtidos pelo Radar Meteorológico no ano de 2006, que foi escolhido devido a maior confiabilidade e pouca ausência de dados diários. Os ventos foram calculados em grupos de 10 dias utilizando o programa, desenvolvido pelo Dr. Barclay Robert Clemesha, “Winds Analyzis”, obtendo assim 36 médias para o ano, sendo desconsiderados os dados dos 5 dias remanescentes.

O ano de 2006 foi escolhido devido ao maior número de dados faltando apenas dados de 3 dias referentes a 19, 20 e 21 de dezembro.

Um amostra dos resultados são apresentados pelos gráficos das componentes do vento em relação à hora do dia, calculadas pelas médias dos dias 1 à 10 de Janeiro. Os gráficos demonstram a variação da média de 10 dias das componentes zonal e meridional dos ventos em relação às 24 horas do dia, para as alturas de 88, 91 e 94 km. Os gráficos são representados pelas figuras 21, 22 e 23. Para finalizar esse trabalho seria feito regressão linear para determinar as componentes zonais e meridionais dos ventos predominantes e marés. Os resultados seriam comparados com os resultados de Andrioli et al. A componente zonal da amplitude da maré diurna apresenta variabilidade semianual, com máximo nos equinócios e mínimos no solstício. O primeiro pico estende-se de fevereiro até abril e o segundo de agosto a outubro, sendo que o primeiro se mostrou mais intenso que o segundo chegando a ser até três vezes maior (Andrioli et al 2009).

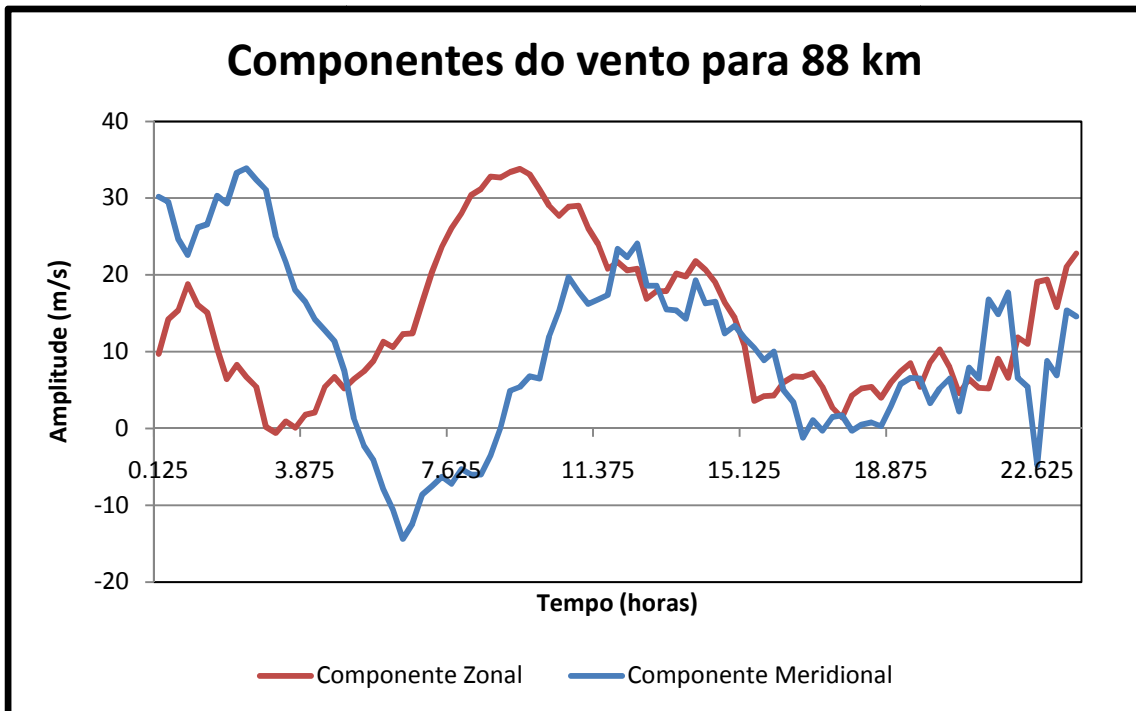


Figura 21 - Gráfico das componentes do vento em relação a hora para a altura de 88km.

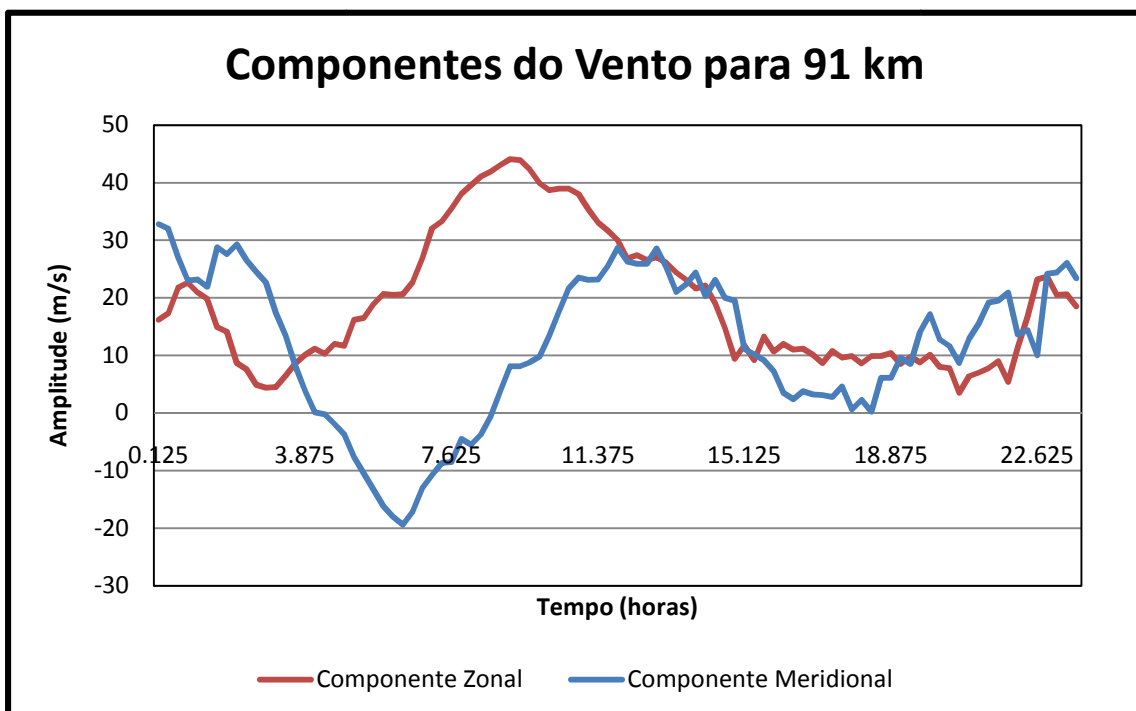


Figura 22 - Gráfico das componentes do vento em relação a hora para a altura de 91km.

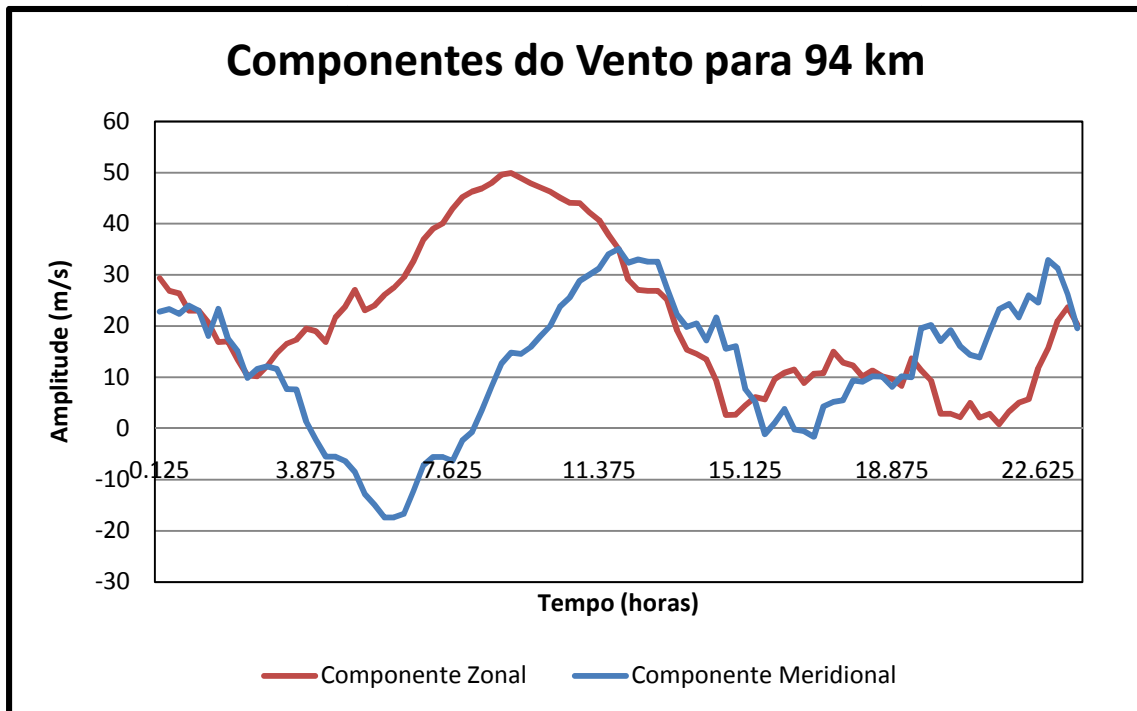


Figura 23 - Gráfico das componentes do vento em relação a hora para a altura de 94km.



5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aluno de I. C. passou 4 dias na sede do INPE/MCT em São José dos Campos – SP, período que foi de fundamental importância para o desenvolvimento do estudo com o Radar SKiYMET. No período o aluno realizou análises com dados provenientes do radar SKiMET de Santa Maria – RS e com os dados de do radar instalado no Centro espacial de Cachoeira Paulista – SP.

Na oportunidade o aluno de Iniciação Científica teve a oportunidade de interagir pessoalmente com seu Orientador Dr. Barclay Robert Clemesha, com outros pesquisadores como a aluna de doutorado Vânia Fátima Andrioli, além de conhecer e interagir com antigos alunos de Iniciação Científica, hoje já formados, que passaram pela mesma área de pesquisa, como o Eng. Thiago Brum Preto.

Neste período o aluno pode aprender a trabalhar com programas que são usados por diversas áreas de pesquisa como o “Microsoft Excel”.

Durante o período de vigência do Projeto de Pesquisa, o aluno pode verificar que o radar SKiYMET instalado no campus da Universidade Federal de Santa Maria está funcionando perfeitamente, exceto pela constante interferência gerada por fontes externas como por exemplo redes elétricas. Para resolver tais problemas seria de fundamental importância transferir o radar meteorológico para um área mais isolada, aonde tais interferências não viriam a acontecer.

A participação nessa pesquisa permitiu ao aluno uma oportunidade de colocar em prática conhecimentos adquiridos no decorrer do curso de graduação em Meteorologia pela Universidade Federal de Santa Maria, além de despertar um maior interesse na área de pesquisa.

Foi de extrema importância para o aluno de Iniciação Científica a participação no Projeto de Pesquisa visto ter criado a possibilidade e poder acompanhar de perto o trabalho de grandes pesquisadores e permitindo adquirir maiores conhecimentos



multidisciplinares e extracurriculares, que são de extrema importância para seu conhecimento acadêmico.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIOLI, V. F. **Estudo dos ventos entre 80 e 100 km utilizando radar meteórico na região de Santa Maria (29,7°S; 53,8°O)**. 2008. 116 p. (INPE-15380-TDI/1399). Dissertação (Mestrado em Geofísica Espacial) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2008.

CLEMESHA, B. R.; SIMONICH, D. M.; BATISTA, P. P.; TAKAHASHI, H. **Seasonal variation in the solar diurnal tide and its influence on the atmospheric sodium layer**. São José dos Campos: INPE, 2004-12-16.

Thiago Brum Pretto. **RADAR DE RASTROS METEÓRICOS, ESTUDO APLICADO DO SISTEMA SKiYMET – RELATÓRIO FINAL DE CONCLUSÃO DE CURSO**.

Tokumoto, A. S. **Ventos na Região de 80-100 Km de altura sobre Cachoeira Paulista (22,7° W) medidos por Radar Meteórico**. São José dos Campos: INPE, 2002. (INPE-9126-TDI/815)

Batista, P. P.; Clemesha, B. R.; Simonich, D. M.; Taylor, M. J.; Takahashi, H.; Gobbi, D.; Medeiros, A. F. d. **Simultaneous lidar observations of a sporadic sodium layer, a "wall even" in the OH and OI5577 airglow images and the meteor winds**. Journal of Atmospheric and Solar Terrestrial Physics, 64:1327-1335, 2002.

Radar Systems – Operating System User Manual, Material Técnico fornecido pela Genesis Software Pty Ltde Mardoc Inc., Versão 1.0, 2002.

Elisa Borstmann Jensen. **ESTUDO DAS MARÉS ATMOSFÉRICAS NA ALTA ATMOSFERA DO SUL BRASILEIRO - RELATÓRIO FINAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**.

Diego dos Santos. **ESTUDO DAS MARÉS ATMOSFÉRICAS NA ALTA**



ATMOSFERA DO SUL BRASILEIRO - RELATÓRIO FINAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA.

APÊNDICE A

CERTIFICADOS DE CONGRESSOS

Evento: Seminário de Iniciação Científica do INPE – SICINPE 2009 – Realizado de 06 a 08 de julho de 2009, no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE – São José dos Campos, São Paulo, Brasil.

1 – ESTUDO DAS MARÉS ATMOSFÉRICAS NA MÉDIA ATMOSFERA DO SUL BRASILEIRO; *Carlos Pinto da Silva Neto, Barclay Robert Clemesha, Nelson Jorge Schuch.*

Evento: XXIV Jornada Acadêmica Integrada – JAI 2009 – Realizado de 10 a 13 de novembro de 2009, na Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

2 - ESTUDO DAS MARÉS ATMOSFÉRICAS NA MÉDIA ATMOSFERA DO SUL BRASILEIRO – SICINPE 2009; *Carlos Pinto da Silva Neto, Barclay Robert Clemesha, Nelson Jorge Schuch.*



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

Ministério da
Ciência e Tecnologia



PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA - PIBIC/INPE/CNPq

Conferimos o presente Certificado a **CARLOS PINTO DA SILVA NETO** por sua participação no Seminário de Iniciação Científica do INPE-SIC/INPE, realizado em São José dos Campos-SP, de 06 a 08 de julho de 2009 e apresentação do trabalho intitulado: “ESTUDO DAS MARÉS ATMOSFÉRICAS NA MÉDIA ATMOSFERA DO SUL BRASILEIRO”, orientado pelo(a) Prof(a). Barclay Robert Clemesha.

São José dos Campos, 08 de julho de 2009.

Dr. José Carlos Becceneri
Coordenador Institucional do PIBIC



Certificado

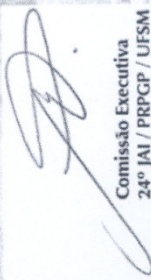
Certificamos que

CARLOS PINTO DA SILVA NETO

participou da 24ª Jornada Acadêmica Integrada, da Universidade Federal de Santa Maria, entre os dias 10 e 13 de novembro de 2009, como APRESENTADOR / AUTOR do trabalho

ESTUDO DAS MARÉS ATMOSFÉRICAS NA MÉDIA ATMOSFERA DO SUL BRASILEIRO - SICINPE 2009

carga horária: 30 horas


 Comissão Executiva
 24º JAI / PRPGP / UFSM



Apoio cultural