



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

**IV Seminário de Iniciação
Científica do INPE (IV SICINPE)**

**01 e 02 de julho de 1998
São José dos Campos, SP**

- **Comitê Institucional para Bolsas de Iniciação Científica**

Mario César Ricci - Presidente
Benjamin da Silva Medeiros Correia Galvão
Evlyn Marcia Leão de Moraes Novo
Inez Staciariini Batista
Jerônimo dos Santos Travelho
José Gobbo Ferreira
Regina Célia dos Santos Alvalá

- **Editor**

Mario César Ricci

- **Produção e Arte**

Lourdes Beatriz B. F. Araújo (Bia)
José Dominguez Sanz (Pepito)

- **Impressão**

Gráfica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

APRESENTAÇÃO

Esse volume reúne os resumos dos trabalhos apresentados no IV Seminário de Iniciação Científica do INPE (IV SICINPE) realizado nos dias 01 e 02 de julho de 1998 no Auditório do Laboratório de Integração e Testes do INPE (LIT/INPE) em São José dos Campos. Os resumos estão organizados segundo a ordem cronológica das apresentações.

Apesar de ainda não termos dados conclusivos sobre esta questão, é inegável que o PIBIC, pelo menos nessa Instituição, vem atingindo seus objetivos básicos descritos no Manual do Usuário. Verifica-se que o Programa está colaborando de forma decisiva na formação de novos pesquisadores e observa-se que a maioria dos alunos de IC tem-se voltado para o mestrado aqui e em outras Instituições. De um modo geral, os alunos oriundos da IC estão melhor preparados, mais acostumados com os trâmites legais impostos pelo rigor científico, e, portanto, irão realizar suas dissertações e teses em tempo recorde. Não é incomum encontrarmos alunos de IC com trabalhos em congressos e periódicos, alguns internacionais. Além do mais, o Programa tem-se mostrado uma forma muito eficaz de colocar os alunos das Instituições de Ensino da região em contato com nossos pesquisadores e com a ciência e a tecnologia que são desenvolvidas em nossos laboratórios.

Nessa quarta edição o Seminário conta com 7 sessões técnicas onde deverão ser apresentados cerca de 35 trabalhos realizados pelos bolsistas de IC sob orientação de pesquisadores e tecnologistas do INPE. Os autores dos trabalhos são estudantes de graduação das seguintes Instituições de Ensino:

- Escola de Engenharia Industrial, EEI;
- Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, FEG-UNESP;
- Faculdade de Engenharia Química de Lorena, FAENQUIL;
- Instituto Tecnológico da Aeronáutica, ITA;
- Universidade Braz Cubas, UBC;
- Universidade de Mogi das Cruzes, UMC;
- Universidade de Taubaté, UNITAU;
- Universidade do Vale do Paraíba, UNIVAP e
- Universidade Federal de Santa Maria, RS, UFSM.

Finalizando, gostaria de agradecer em nome do CIBIC a todos que tornaram este evento possível, bolsistas, orientadores, membros do CIBIC, pessoal de apoio, secretarias, que de alguma forma colaboraram para a boa consecução do evento. Um agradecimento especial aos membros do Comitê Externo (Dr. Atair Rios Neto, Dr. Paulo Afonso de Oliveira Soviero e Dr. Álvaro T. Prata) e ao CNPq pela concessão das bolsas.

Mário César Ricci
Presidente do CIBIC/INPE
Julho de 1998

PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA-PIBIC/CNPq
IV Seminário de Iniciação Científica do INPE - IV SICINPE
Auditório do Laboratório de Integração e Testes - LIT
01 e 02 de julho de 1998

1º dia: Quarta Feira, 01 de julho de 1998

08:00 - 09:00 Entrega de Materiais

09:00 - 10:00 Cerimônia de abertura

10:00 - 12:00 1ª Sessão Técnica -

Chairperson: Dr. Roberto Vieira da Fonseca Lopes, Tecnologista Sênior, DMC

10:00 - 10:20 Pesquisa de Métodos Exatos e/ou Heurísticos para a Solução de Problemas Combinatórios Industriais

Aluna: **Simonne Cristina F. Querido**, UNITAU

Orientador: Dr. Horácio Hideki Yanasse, Pesquisador Titular, LAC.....3

10:20 - 10:40 Estudo e Implementação de Problemas Combinatoriais em Grafos

Aluno: **Rudini Menezes Sampaio**, ITA

Orientador: Dr. Horácio Hideki Yanasse, Pesquisador Titular, LAC.....5

10:40 - 11:00 Estudos de Crescimento de Diamante – CVD Usando a Técnica Assistida por Filamento Quente: Estudos de Obtenção da Morfologia Preferencial (111) para Dispositivos de Abrasão

Aluna: **Elaine Cristina Goulart**, EEI

Orientador: Dr. Vladimir Jesus Trava Airoidi, Pesquisador, LAS.....7

11:00 - 11:20 Crescimento e Caracterização de Filme de Diamante Sintético

Aluno: **Sandrigo Silva Souza**, EEI

Orientadora: Dra. Nélia Ferreira Leite, Pesquisadora, LAS.....9

11:20 - 11:40 Simulação Numérica e Visualização Gráfica de Crescimentos de Macrocristais

Aluna: **Nanci Naomi Arai**, UNITAU

Orientadores: Dr. Stephan Stephany, Pesquisador, LAC

Dr. Maurício Fabbri, Professor Titular, USF11

11:40 - 12:00 Desenvolvimento do Sistema de Diagnóstico Eletromagnético do Tokamak ETE

Aluno: **João Augusto Giacoia**, ITA

Orientador: Dr. Edson Del Bosco, Pesquisador, LAP.....13

12:00 - 13:55 ALMOÇO

13:55 - 15:35 2ª Sessão Técnica -

Chairperson: Dr. Mário César Ricci, Tecnologista Senior, DMC

Presidente do Comitê Institucional para Bolsas de Iniciação Científica - CIBIC

- 13:55 - 14:15 Estudo da Frequência de Ocorrência das Bolhas Ionosféricas da Região Sudeste Brasileira
Aluna: **Eliana Soares de Andrade, UNIVAP**
Orientador: Dr. José Humberto Andrade Sobral, Pesquisador, CEA.....17
- 14:15 - 14:35 Análise e Aprimoramento do Registro Geométrico das Imagens AVHRR dos Satélites NOAA
Aluna: **Rovedy Aparecida Busquim e Silva, UNIVAP**
Orientador: Dr. Alberto W. Setzer, Pesquisador, DSR.....19
- 14:35 - 14:55 Análise Integrada de Dados Pedogeoquímicos de Alteração Intempérica com Informações do Meio Físico, da Região do Alto-Médio Paraíba do Sul (SP)
Aluna: **Viviane Takatori Ohara, UNIVAP**
Orientador: Dr. Tomoyuki Ohara, Pesquisador, DSR.....21
- 14:55 - 15:15 Avaliação de Desempenho de Integradores Numéricos em Mecânica Espacial
Aluna: **Áurea Aparecida da Silva, FEG-UNESP**
Orientadores: Dr. Antonio F. Bertachini de Almeida Prado, Pesquisador, DMC
Dr. Othon Cabo Winter, FEG-UNESP.....29
- 15:15 - 15:35 Manobras Orbitais de Constelação
Aluna: **Gislaine de Felipe, UNITAU**
Orientador: Dr. Antonio F. Bertachini de Almeida Prado, Pesquisador, DMC.....31

15:35 - 15:50 INTERVALO PARA CAFÉ

15:50 - 17:50 3ª Sessão Técnica -

Chairperson: Dr. Ijar Milagre da Fonseca, Tecnologista Senior, DMC

- 15:50 - 16:10 Modelagem de Dados de Observação dos Satélites GPS
Aluna: **Lídia de Oliveira Guimarães, UNITAU**
Orientadores: Dr. Antonio F. Bertachini de Almeida Prado, Pesquisador, DMC
Msc. Ana Paula Marins Chiaradia, DMC.....35
- 16:10 - 16:30 O Efeito do “Close Approach” com Marte sobre Asteróides da Ressonância 3:1
Aluna: **Érica Cristina Nogueira, FEG-UNESP**
Orientadores: Dr. Antonio F. Bertachini de Almeida Prado, Pesquisador, DMC
Dr. Othon Cabo Winter, FEG-UNESP.....37

- 16:30 - 16:50 **Modelagem Simplificada de Choques Mecânicos em Satélites Durante a Separação do Veículo Lançador**
 Aluno: **Alex Thaumaturgo Dias**, UNITAU
 Orientadores: **Dr. Roberto Vieira da Fonseca Lopes**, Tecnologista, DMC
Dr. Mário César Ricci, Tecnologista, DMC.....39
- 16:50 - 17:10 **Desenvolvimento de Interfaces Gráficas Utilizando Linguagens de Programação Orientadas a Objetos**
 Aluno: **Sandro Furlan David**, UNIVAP
 Orientador: **Dr. José Nivaldo Hinckel**, Tecnologista, DMC.....41
- 17:10 - 17:30 **Análise de Séries Temporais de Fenômenos Geofísicos**
 Aluno: **Caio Teruo Hideshima**, ITA
 Orientador: **Dr. Daniel Jean Roger Nordeman**, Pesquisador Titular, DGE/CEA.....43
- 17:30 - 17:50 **Aplicação de Métodos Estatísticos e de Otimização no Desenvolvimento de Metodologia para a Análise da Arquitetura Mecânica de Satélites Artificiais sob o Ponto de Vista de suas Propriedades de Massa**
 Aluna: **Michele Marson**, UNITAU
 Orientador: **Dr. Petrônio Noronha de Souza**, Tecnologista, DMC.....45

2º dia: Quinta Feira, 02 de julho de 1998

09:00 – 10:20 4ª Sessão Técnica -

Chairperson: Dra. Inez Staciarini Batista, Chefe da DAE

Membro do Comitê Institucional para Bolsas de Iniciação Científica – CIBIC

- 09:00 – 09:20 **Implementação de uma Interface Gráfica para o Controle de Agentes Autônomos em Ambientes Dinâmicos**
 Aluna: **Ana Carolina Cabral de Almeida**, UNITAU
 Orientador: **Dr. Carlos Ho Shih Ning**, Pesquisador, DPI.....49
- 09:20 – 09:40 **Algoritmos de Controle Analógicos e Digitais (Aplicados ao Projeto do Experimento Roda de Reação – ERR)**
 Aluno: **Denis Pirrtiaho Cardoso**, ITA
 Orientador: **Dr. Marcelo Lopes de Oliveira e Souza**, Pesquisador, DMC.....51
- 09:40 - 10:00 **Estudo de Variações Diurnas e Pulsações Geomagnéticas com Períodos entre 10 e 1000s nas Regiões da Anomalia Magnética do Atlântico Sul e Eletrojato Equatorial**
 Aluno: **Herbert Ricardo Gonzales Lopes**, UNITAU
 Orientadores: **Dr. Severino Luiz Guimarães Dutra**, DGE/CEA
Dr. José Marques da Costa, UNITAU.....53

- 10:00 - 10:20 **Estudo de Irregularidades Ionosféricas na Região de São José dos Campos**
Aluno: Francilei Campos de Oliveira, UNIVAP
Orientadores: Dr. Eurico Rodrigues de Paula, Pesquisador, CEA
Dr. Ivan Jelinek Kantor, Pesquisador, CEA.....55
- 10:20 - 10:40 INTERVALO PARA CAFÉ**
- 10:40 - 12:00 5ª Sessão Técnica -**
Chairperson: Dra. Inez Staciarini Batista, Chefe da DAE
Membro do Comitê Institucional para Bolsas de Iniciação Científica - CIBIC
- 10:40 - 11:00 **Medidas in-loco de Densidade e Temperatura Eletrônica através de Experimentos PLASMEX e PDP**
Aluno: Leandro Paulino Vieira, EEI
Orientador: Dr. Polinaya Muralikrishna, Pesquisador, DAE/CEA.....59
- 11:00 - 11:20 **Software de Comando e Visualização dos Dados Adquiridos pelo Experimento PLASMEX do Satélite SACI-1 e Levantamento Estatístico de Ocorrência de “Spread-F” sobre Fortaleza**
Aluna: Maureni Cristina de Faria, EEI
Orientador: Dr. Polinaya Muralikrishna, Pesquisador, DAE/CEA.....61
- 11:20 - 11:40 **Testes em Eletrodos Utilizados em Medidas Magnetotélúricas**
Aluno: Denis Fernando da Silva, UNITAU
Orientador: Dr. Ícaro Vitorello, Pesquisador, DGE/CEA.....63
- 11:40 - 12:00 **O Comportamento das Micropulsões Geomagnéticas diante do Eletrojato Equatorial**
Aluno: Marcelo Luciano Batista, UNITAU
Orientador: Dr. Antonio Lopes Padilha, Pesquisador, DGE/CEA.....65
- 12:00 - 13:55 ALMOÇO**
- 13:55 - 15:35 6ª Sessão Técnica -**
Chairperson: Dra. Regina Célia dos Santos Alvalá, Pesquisadora, DCM
Membro do Comitê Institucional para Bolsas de Iniciação Científica - CIBIC
- 13:55 - 14:15 **Estudo da Interferência Eletromagnética no Observatório Espacial do Sul – CRSPE/INPE em São Martinho da Serra, RS**
Aluno: Fabiano da Silveira Rodrigues, UFSM
Orientadores: Dr. Nelson Jorge Schuch, Pesquisador, CRSPE/INPE
Eng. Sinval Domingos, Laboratório SONDA/INPE.....69

- 14:15 - 14:35 Estudo da Camada de Ozônio sobre o Sul do Brasil no Observatório Espacial do Sul
 Aluno: **Fernando Luís Guarnieri**, UFSM
 Orientador: Dr. Nelson Jorge Schuch, Pesquisador, OES/CRSPE/INPE.....71
- 14:35 - 14:55 Casos Extremos de Atividades Convectivas e a Relação com os Sistemas que Atuam sobre a América do Sul
 Aluno: **Eduardo Batista de Moraes Barbosa**, UNITAU
 Orientadora: Dra. Iracema F. A. Cavalcanti, Pesquisadora, CPTEC.....73
- 14:55 - 15:15 Distribuição Geográfica da Capacidade de Armazenamento de Água e das Propriedades Físicas do Solo no Território Brasileiro
 Aluna: **Luciana Rossato**, FEG-UNESP
 Orientadores: Dra. Regina Célia dos Santos Alvalá, Pesquisadora, DCM
 Dr. Javier Tomasella, Pesquisador, DCM.....75
- 15:15 - 15:35 Análise de Sensibilidade da Estimativa da Partição de Energia sobre Áreas de Floresta e de Pastagem
 Aluno: **Atila Madureira Bueno**, UBC
 Orientador: Dr. Ralph Gielow, Pesquisador Titular, DCM.....77
- 15:35 - 15:50 INTERVALO PARA CAFÉ**
- 15:50 - 17:30 7ª Sessão Técnica -**
Chairperson: Dr. Jerônimo dos Santos Travelho, Pesquisador Titular, LAC
Membro do Comitê Institucional para Bolsas de Iniciação Científica - CIBIC
- 15:50 - 16:10 Produção de Tetróxido de Nitrogênio em Escala de Laboratório
 Aluno: **Félix Monteiro Pereira**, FAENQUIL
 Orientador: Dr. José Gobbo Ferreira, Pesquisador, LCP.....81
- 16:10 - 16:30 Dinâmica de Atitude e Controle de Satélites Flexíveis
 Aluno: **Mateus Vieira Barros Júnior**, ITA
 Orientador: Dr. Luiz Carlos Gadelha de Souza, Tecnologista Sênior, DMC.....83
- 16:30 - 16:50 Utilização de Redes Neurais Artificiais em Ensaio Não Destrutivo de Sólidos com Difusão de Calor
 Aluno: **Alexandre Rodrigues de Almeida**, UMC
 Orientadores: Dr. Francisco de Assis Tavares F. Silva, Pesquisador, LAC
 Dr. Jerônimo dos Santos Travelho, Pesquisador, LAC.....85

- 16:50 - 17:10 **Cultivares de Trigo Submetidos a Diferentes Níveis de Adubação Nitrogenada e Irrigação**
Aluno: Leandro Masao Paes Aikawa, UNITAU
Orientadores: Dr. Bernardo F. T. Rudorff, Pesquisador, DSR
Dr. Maurício Alves Moreira, Pesquisador, DSR.....87
- 17:10 - 17:30 **Desenvolvimento de “Software” e “Hardware” para Aquisição e Tratamento de Dados de Polarização de Explosões Solares Decimétricas**
Aluno: Paulo Emilio Altoé Targa, ITA
Orientadores: Dr. Hanumant S. Sawant, Pesquisador, DAS
Dr. Francisco C. R. Fernandes, Pesquisador, DAS.....89

1ª Sessão Técnica

O1 de julho de 1998, 10:00 – 12:00
Chairperson: Dr. Roberto Vieira da Fonseca Lopes

Pesquisa de métodos exatos e/ou heurísticos para a solução de problemas combinatórios industriais

Simonne Cristina F. Querido

Aluna da Universidade de Taubaté – Bolsa PIBIC / CNPq

Orientador: Horacio Hideki Yanasse, pesquisador,

LAC – Laboratório Associado de Computação e Matemática Aplicada

Problemas de corte e empacotamento aparecem em algumas indústrias, tais como indústrias de papel, de vidro, metalúrgica, plástica, têxtil etc...Usualmente nestes problemas o objetivo é minimizar desperdícios e com isto diminuir os custos de produção.

No empacotamento a preocupação é preencher todo o espaço de uma caixa, container, ou outro objeto qualquer com objetos menores de forma que os espaços ociosos sejam minimizados.

O problema de corte pode ser pensado como um problema de empacotamento e vice-versa, pois o item a ser cortado de um objeto maior pode ser associado com o espaço que ele ocupa. Por esta razão, tais problemas são referidos como problemas de corte e empacotamento, e sua distinção depende apenas do contexto onde eles aparecem.

Neste projeto estuda-se o problema de corte e empacotamento particular onde os itens menores a serem empacotados ou cortados são discos com diâmetros de tamanhos variados. O objeto onde estes discos devem ser empacotados é um retângulo de dimensões especificadas. O trabalho a ser desenvolvido consiste em implementar e testar um algoritmo que gere um bom padrão de corte que procura minimizar os espaços ociosos existentes, satisfazendo toda a demanda.

Inicialmente a alocação de quais discos devem ser colocados no retângulo é determinada através da resolução de um problema conhecido na literatura especializada como o problema da mochila. O "problema da mochila (PM)", tem esse nome devido a uma aplicação prática que exemplifica bem o que se deseja, suponha que você vá acampar e tenha que escolher um conjunto de itens a serem levados, tais como canivete, botijão de gás, lanterna, livros, roupas, etc. Admita que os itens escolhidos serão levados em uma mochila onde o fator limitante é o peso máximo que você está disposto a carregar. Quais itens devem ser escolhidos? A mesma situação ocorre no caso de empacotar diversos discos de tamanhos variados em uma área retangular de forma que não haja sobreposições e não se ultrapasse a área total da matéria prima (vide figura 1). Nesta fase inicial a alocação é feita somente levando em consideração as áreas dos discos. É lógico que existem mais restrições a este problema, mas estes serão estudadas e levadas em consideração no decorrer do desenvolvimento deste projeto.

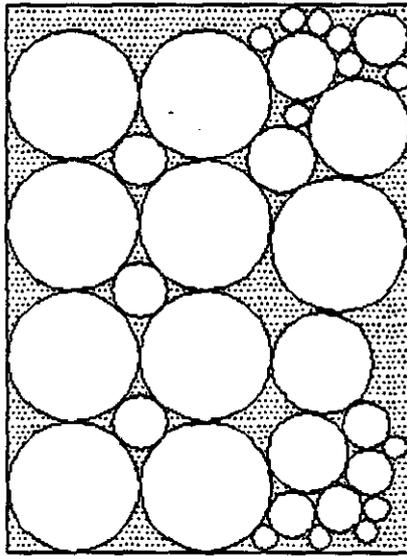


Figura 1. Representa o empacotamento de discos de diversos diâmetro.

Pretende-se implementar os algoritmos já existentes na literatura e, eventualmente outros que venham a ser desenvolvidos durante o decorrer deste projeto. Alguns algoritmos em estudo são Pseudo-código do algoritmo de Horowitz e Sahni, Pseudo-código do algoritmo de Martello e Toth 1977, Pseudo-código do algoritmo de Ingargiola e Korsh e outros aplicando este problema de empacotamento de discos para compará-los em relação ao tempo de processamento, velocidade, memória, etc...

Estes algoritmos serão implementados em linguagem C++ e serão testados para comparar o seus desempenhos em termos de qualidade de solução e tempo computacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS: (Parcial)

1. Sarin, S.C. "The mixed disc packing problem part I : Some bounds on density", IEE Trans. 15; 37-45 (1983).
2. Sarin, S.C.; Ahn, S. "The mixed disc packing problem part II: An interactive optimization procedure", IEE Trans. 15, 91-98 (1983)
3. Yanasse, H.H., "A search strategy for the one-size assortment problem, European Journal of Operational Research 74, 135-142 (1994)
4. Dyckhoff, H., "A typology of cutting and packing problems", European Journal of Operational Research 44, 145-159 (1990).
5. Haessler, R.W.; Sweeney, P.E., "Cutting stock problems and solution procedures" European Journal of Operational Research 54, 141-150 (1991).
6. Holzner, S. 1993, Programando em C++, Editora Campus

Rudini Menezes Sampaio
Orientador: Horácio Hideki Yanasse
Aluno de Engenharia de Computação do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)
Laboratório Associado de Computação e Matemática Aplicada (LAC)
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
Bolsa PIBIC/CNPq
Avenida dos Astronautas, 1758 – Caixa postal 515

ESTUDO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROBLEMAS COMBINATORIAIS EM GRAFOS

Existem vários problemas urbanos de fluxo que podem ser modelados como problemas combinatoriais em grafos. Entrega de correspondência, limpeza de rua, coleta de lixo, serviço de ônibus para melhor atendimento à população, reparos de cabines telefônicas, remoção de neve e problemas de seleção de lugares para localização de serviços de emergência (prontos-socorros, bombeiros,...) ou de não emergência (terminais de transporte,...) são exemplos de problemas práticos que podem ser modelados desta forma.

A teoria de grafos, direcionada para solução de tais problemas, possui várias vantagens, entre elas a fácil descrição do problema para parâmetros da teoria e a facilidade com que se pode encontrar soluções aproximadas (heurísticas) para problemas matematicamente complexos, cujas soluções ótimas e exatas são difíceis de se obter para um tempo hábil.

O rápido avanço na tecnologia dos computadores proporcionou uma atenção especial para esta teoria, ocasionando o desenvolvimento de vários algoritmos que solucionem esses problemas. Tais algoritmos resolvem problemas de menor caminho, árvore de custo mínimo, carteiro chinês, caixeiro viajante, entre outros.

Sendo assim, este trabalho tem por objetivo o estudo dos diversos problemas combinatoriais em grafos, suas soluções teóricas e heurísticas, as implementações destas em uma linguagem de computação, a execução destes em um ambiente “user-friendly” desenvolvido especialmente para facilitar a visualização e a manipulação de grafos, bem como a execução dos algoritmos construídos.

Para isso desenvolveu-se um software gráfico que realizasse tais requisitos, com a escolha adequada para estrutura de dados e entrada de grafos por arquivos externos e pelo estudo aprofundado de técnicas de engenharia de software e linguagens de programação como *Pascal* e *Assembly*.

Durante o desenvolvimento do software, preocupou-se bastante com a visualização na tela e a facilidade de utilização do mesmo, com a construção dos algoritmos e principalmente com a execução de testes de verificação e desempenho. Tais testes tiveram papel fundamental para o projeto, e por isso, muito do tempo destinado a ele foi gasto com a realização de tais testes.

Para desenvolvimento dos algoritmos, estudou-se os problemas a serem resolvidos, suas soluções teóricas e heurísticas, e escolheu-se a melhor opção a ser implementada. Desenvolveu-se algoritmos para resolução dos seguintes problemas combinatoriais em grafos:

- ◆ **Orientação/Direção** em um grafo, capaz de informar se um determinado grafo é direcionado ou não, ou seja, se seus arcos possuem direção ou tanto faz ir como vir. De grande interesse teórico e bastante útil para outros algoritmos.
- ◆ **Conectividade**, capaz de informar com precisão se determinado grafo é fortemente conexo, simplesmente conexo ou não é conexo. Ou seja, se de um nó é possível acessar todos os outros nós do grafo. De grande interesse teórico e bastante útil para futuros algoritmos, como no de *identificação de pontes* descrito posteriormente.
- ◆ **Paridade**, capaz de informar a paridade de todos os nós de um grafo, ou seja, se do nó sai um número par de arcos (grau par) ou um número ímpar de arcos (grau ímpar). É de fundamental importância para o algoritmo do *Matching Problem* descrito posteriormente.

- ♦ **Menor Caminho de *Dijkstra***, capaz de obter os menores caminhos de um dado nó do grafo para todos os outros nós. Útil, por exemplo, para casos de melhores rotas a serem seguidas numa viagem.
- ♦ **Menor Caminho de *Floyd***, capaz de obter as menores distâncias e seus percursos entre todos os nós de um grafo. Útil, por exemplo, para a formação de tabelas rodoviárias que indicam as distâncias entre cidades de um estado ou região. Juntamente com o algoritmo de *Dijkstra*, é de fundamental importância para o algoritmo da *Árvore de Custo Mínimo*, *Carteiro Chinês* e *Caixeiro Viajante*, descritos a seguir.
- ♦ **Árvore de Custo Mínimo (*Minimum Spanning Tree*)**, capaz de obter em um grafo dado, uma árvore cuja soma dos nós é mínima. Útil, por exemplo, no auxílio à decisão de onde se implantar postos de emergência em uma comunidade. De fundamental importância para o algoritmo do *Caixeiro Viajante*.
- ♦ **Matching Problem**, capaz de obter o conjunto dos pares de nós de grau ímpar de um grafo cuja soma dos menores caminhos entre os nós de cada par é mínima. De grande interesse teórico e parte integrante da solução do problema do *Carteiro Chinês*.
- ♦ **Identificação de Pontes (*Bridges*)** em um grafo, capaz de informar se determinado arco é uma ponte, ou seja, com a sua eliminação o grafo torna-se desconexo. Útil, por exemplo, em uma guerra na decisão de que pontes se destruir para deixar o inimigo isolado, ou na escolha dos lugares de se realizar emboscadas. De primordial utilidade para o algoritmo de *Formação de Ciclo Euleriano*, descrito a seguir.
- ♦ **Formação de Ciclo *Euleriano***, capaz de obter o ciclo ou circuito *euleriano* de um determinado grafo que não contenha nós de grau ímpar. Ou seja, saindo de um nó percorre-se todos os arcos do grafo retornando no fim ao nó inicial. Consiste dos algoritmos de *Conectividade*, *Paridade* e de *Identificação de Pontes*. De grande interesse teórico e parte integrante do problema do *Carteiro Chinês*.
- ♦ **Carteiro Chinês (*Chinese Postman*)**, capaz de obter a melhor rota (custo mínimo) a ser seguida com o objetivo de percorrer todos os arcos de um grafo ao menos uma vez e retornar ao nó inicial. Útil, por exemplo, para os Correios e para o Serviço de Limpeza Pública. A solução desse problema consiste da utilização de dois algoritmos: *Matching Problem* e *Formação de Ciclo Euleriano*, ambos descritos anteriormente.
- ♦ **Caixeiro Viajante (*Traveling Salesman*)**, capaz de obter a melhor rota a ser seguida com o objetivo de se visitar todos os membros de um conjunto de nós específico do grafo ao menos uma vez, retornando eventualmente ao nó inicial. Útil, por exemplo, para uma empresa que faz entregas à domicílio ou à outras lojas. Implementou-se sua versão que inclui total conectividade entre todos os nós do grafo e desigualdade triangular nos arcos. A solução heurística desse problema consiste da utilização dos algoritmos do *Menor Caminho de Floyd*, *Árvore de Custo Mínimo* e *Carteiro Chinês*.

Bibliografia:

1. Aho, A.V.; Hopcroft, J.E.; Ullman, J.D., **The Design and Analysis of Computer Algorithms**, Addison-Wesley, 1974.
2. Boaventura Netto, P.O., **Grafos: Teoria, Modelos e Algoritmos**, Edgard Blücher, 1996.
3. Campello, R.E.; Maculan, N., **Algoritmos e Heurísticas**, EDUFF, 1994.
4. Duncan, R., **Advanced MSDOS Programming**, Microsoft Press, 1986.
5. Larson, R.C.; Odoni, A.R., **Urban Operations Research**, Prentice Hall, 1981.
6. Mokarzel, F.C., **Apostila do Curso de Estrutura de Dados (CES-20)**, Computação, ITA, 1990.

ESTUDOS DE CRESCIMENTO DE DIAMANTE - CVD USANDO A TÉCNICA ASSISTIDA POR FILAMENTO QUENTE: ESTUDOS DE OBTENÇÃO DA MORFOLOGIA PREFERENCIAL (111) PARA DISPOSITIVOS DE ABRASÃO

Elaine Cristina Goulart

Aluna da Escola de Engenharia Industrial - EEI - Bolsa PIBIC / CNPq

Orientador: Dr. Vladimir Jesus Trava-Airoldi - Pesquisador

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Laboratório Associado de Sensores e Materiais - LAS

Considerando os resultados já alcançados com os estudos de crescimento de diamante-CVD, na qual a prática laboratorial, bem como, uma vasta pesquisa bibliográfica, tem sido a principal prioridade, estabeleceu-se para o presente trabalho, um passo adicional para o alcance do objetivo principal que é o desenvolvimento completo de dispositivos de abrasão para aplicações industriais. O aperfeiçoamento das brocas de dentistas e usos relacionados estão na linha de frente para industrialização, contudo as fases de melhoria da morfologia da superfície para se obter o melhor desempenho, como função dos parâmetros de crescimento, bem como dos parâmetros de soldas são estudos que precisam ser aprofundados. Os estudos mostram uma sensível melhora quanto à morfologia do filme que apresenta estrutura de face (111) preferencialmente em filmes de espessuras variável desde cerca de dezenas a centenas de micrometros. Os resultados obtidos no trabalho anterior, onde estudou-se os apalpadores mecânicos, foi bastante utilizado no desenvolvimento deste.

A continuidade do trabalho foi dada, ainda, com reatores assistidos por filamento quente, onde novos parâmetros foram estudados, agora visualizando escalonamento para levantamento de dados para produção. Neste ponto, uma análise de consumo de gases e potência necessária são parâmetros que foram levados em consideração na avaliação de desempenho.

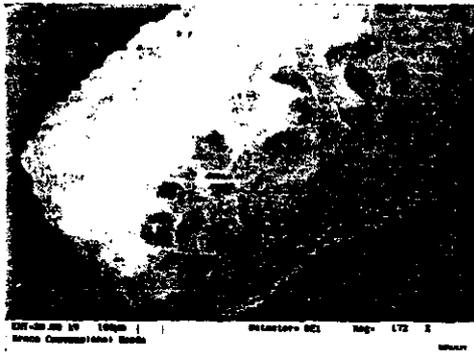
Para um melhor esclarecimento, o crescimento de diamante-CVD, ocorre através de um processo químico extraordinário pela conversão das espécies na fase gasosa em diamante que fica depositado em uma superfície de diferentes tipos de materiais. Muitos aspectos desse processo têm sido extensivamente estudados e, embora com alguns aspectos razoavelmente compreendidos, ainda muito esforço de pesquisa esta sendo exigido, não somente para melhorar a compreensão sobre os mecanismos de crescimentos, mas também para tornar realidade as aplicações que são objetivos deste trabalho.

Este trabalho mostra o estudo do crescimento de diamante CVD (Chemical Vapor Deposition), utilizado em brocas odontológicas, para perfuração e desgaste. Sendo apresentado, um estudo de obtenção de filmes de diamante-CVD, para aplicações em brocas odontológicas na forma tronco-cônica e cilíndrica. O material do substrato escolhido, por questões técnicas foi o molibdênio. O filme de diamante foi processado a laser nas dimensões requeridas para o respectivos dispositivos e posteriormente submetidos a solda especial tipo brasagem, entre o filme de diamante e a haste de aço inoxidável, em forno à vácuo. A caracterização morfológica e a qualidade do filme de diamante foram feitas via Microscopia Eletrônica de Varredura e Espectroscopia de Espalhamento Raman, respectivamente.

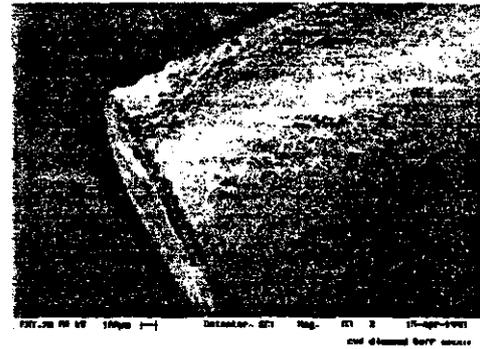
Uma das partes importantes deste trabalho, foi também o de efetuar os testes comparativos entre os modelos convencionais de dispositivos e os desenvolvidos em diamante-CVD. Um levantamento estatístico envolvendo os parâmetros de crescimento e de soldas, considerando durabilidade e qualidade final dos serviços, será criteriosamente

efetuado. Na figura 1, observa-se a broca odontológica convencional e a de diamante-CVD, antes dos testes, enquanto na figura 2, observa-se essas brocas após os testes.

Observa-se que existe uma diferença muito grande de morfologia, na convencional observa-se que existe um pó de diamante agregado à superfície da haste metálica, enquanto que o dispositivo em diamante-CVD desenvolvido no INPE mostra uma morfologia completamente uniforme. O dispositivo em diamante-CVD mostrou-se muito mais resistente, em pelo menos cerca de 30 vezes.

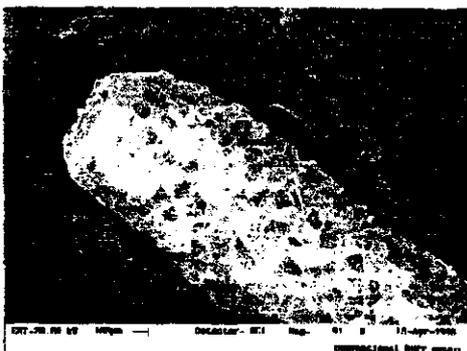


a)

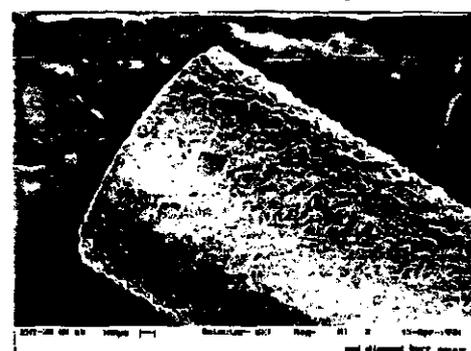


b)

Figura 1. MEV, a) broca convencional, b) broca CVD, antes dos testes



a)



b)

Figura 2. MEV, a) broca convencional, b) broca CVD, após os testes

Referências

1. Busch, J. V. and Dismukes, J. P., "A comparative Assessment of CVD Diamond Manufacturing Technology and Economics" in Synthetic Diamond: Emerging CVD Science and Technology, Edited by K. E. Spear and J. P. Dismukes (John Wiley & Sons, Inc., N. Y. (1994), p.581.
2. Trava-Airoldi, V.J., Corat, E.J. and Baranauskas, V., "Diamond Chemical Vapour Deposition: Emerging Technology for Tooling Applications", Chapter Contribution for the Book on Advanced Ceramics for Cutting Tool Applications, Editor: Dr. Jim Low, Trans Tech Publications-Switzerland (1997), p.195.
3. Trava-Airoldi, V.J., Corat, E.J., Pena, A.F.V., Leite, N.F., Baranauskas, V., and Salvadori, M.C., Diamond and Related Materials vol. 4, 1255 (1995).
4. Trava-Airoldi, V. J.; Corat, E. J.; del Bosco, E. and Leite, N. F.: Surf. Coat. Technol., 76/77, 797 (1995).
5. Sevillano, E.; Casey, J.A; Gat, R; Jin, S; Berkman; V. J.; Post, R. S. and Smith, D. K.: Proc. of the 4th International Symposium on Diamond Materials, The Electrochemical Society Inc., Reno (1995).

CRESCIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE FILME DE DIAMANTE SINTÉTICO

Sandriago Silva Sousa

Escola de Engenharia Industrial - EEI - Bolsa PIBIC/CNPq

Orientadora: Dra. Nélia Ferreira Leite - Pesquisadora

Laboratório Associado de Sensores e Materiais - LAS

Instituto nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

A deposição direta de filmes de diamante em ligas ferrosas apresenta muitos problemas de adesão devido à formação de grafite e à difusão do carbono no substrato. A formação de grafite nestas ligas tem por causa a alta solubilidade do carbono, formando assim uma solução sólida, e o processo de catálise da formação de grafite, pois materiais com camada eletrônica d incompleta dissolvem ligações carbônicas. Através de estudos da literatura observou-se que o processo de nitretação seria a solução encontrada para o problema, contudo muitas etapas teriam de ser vencidas, afim de se obter uma superfície homogênea, adequada para o processo de nitretação e uma futura deposição de filme de diamante .

Este trabalho tem por finalidade a preparação da superfície de ligas ferrosas para uma futura deposição de filme de diamante. Desta forma os estudos realizados voltaram-se para a preparação de uma superfície a fim de se ter boa adesão do filme de diamante em aço ferramenta.

Vários itens foram pesquisados como: a melhor forma de se cortar os substratos, uma vez que se trata de um material de dureza bastante elevada; o polimento da superfície, que foi realizado em politrizes, e a forma de ataque químico para a observação da superfície em microscópio com a finalidade de se estudar a composição e o comportamento da liga antes e depois do processo de nitretação, identificando desta forma possíveis alterações da mesma.

Através deste estudo e experimental chegamos a considerações importantes na preparação da superfície de aços ferramenta: O corte foi realizado em uma policorte com disco próprio para metalografia. Uma vez que as amostras têm dimensões bastante reduzidas foi necessário o processo de embutimento das mesmas para a realização do polimento, este por sua vez foi bastante exaustivo por se tratar de um material de alta dureza. A forma de ataque químico causou grandes problemas uma vez que determinados componentes da liga após certo tempo sofriam um maior ataque prejudicando a homogeneidade da superfície. O tempo de nitretação foi outra barreira, uma vez que pelas condições encontradas na literatura não se obteve sucesso, sendo portanto realizadas várias tentativas para adequá-lo às condições ideais para o processo de deposição do filme de diamante em nossos experimentos.

Nas figuras 1a e 1b estão mostradas as superfícies de aço ferramenta sem tratamento e após uma hora e trinta minutos de nitretação respectivamente. Nota-se uma diferença no aspecto morfológico das superfícies, indicando uma mudança de fase do material. Esta mudança de fase será o ponto inicial de comparação com os diversos parâmetros de crescimento do diamante-CVD, no próximo passo deste trabalho.

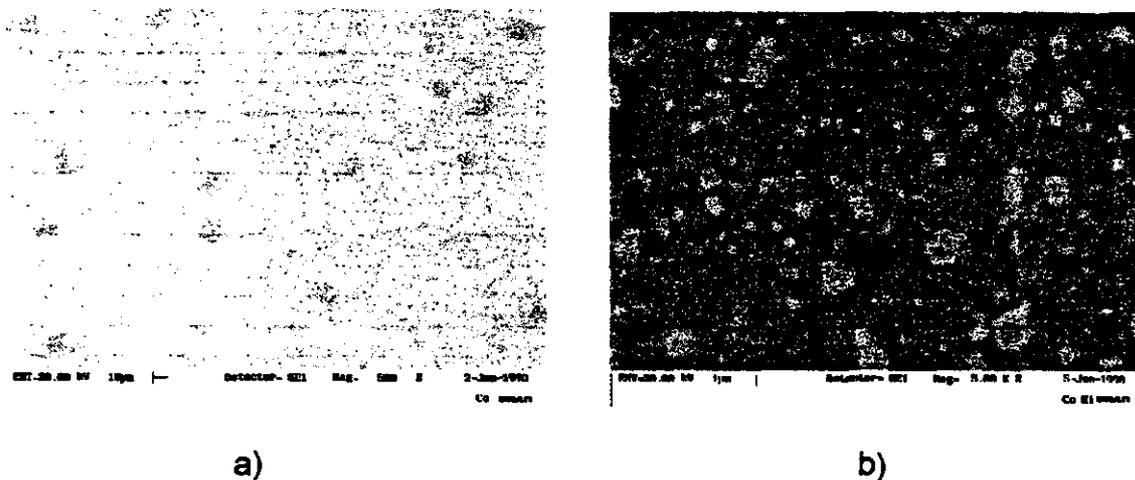


Figura 1. Superfícies de aço ferramenta, a) antes da nitretação, b) após a nitretação

Referências

1. Glozman, O., Hoffman, A., Diam. Relat. Mat., 6 (1997) 796-801.
2. Trava-Airoldi, V.J., Corat, E.J., Baranauskas, V. "Diamond :Emerging Technology for Tooling Applications,in Advanced Ceramics for Tool Applications".Vol.3,Trans Tech, Switzerland,1996.
3. Resende, L.W., "Deposição de Diamante-CVD sobre WC-Co:Estudo do Ataque Químico e da Migração do Cobalto". Relatório de Iniciação Científica. Orientador:Evaldo José Corat.
4. Corat, E.J., Trava-Airoldi, V.J., Moro, J.R., "Crescimento de Diamante-CVD em Aços". Faculdade de Engenharia da Universidade São Francisco, Itatiba,S.P. INPE-Instituto de Pesquisas Espaciais, S.J.C, S.P.
5. Jack K.H.,"The Iron-Nitrogen System:The Crystal Structures of ϵ Phase Iron Nitrides",Crystallographic Laboratory,Cavendish Laboratory, Cambridge,England.

SIMULAÇÃO NUMÉRICA E VISUALIZAÇÃO GRÁFICA DE CRESCIMENTO DE MACROCRISTAIS

Nanci Naomi Arai

Aluna do curso de Computação Científica, Universidade de Taubaté

Orientadores:

Dr. Stephan Stephany, Pesquisador

Laboratório Associado de Computação e Matemática Aplicada - LAC

Dr. Maurício Fabbri, Professor Titular

Núcleo de Desenvolvimento Tecnológico - NDT

Universidade São Francisco - USF

A modelagem de perfis de composição em cristais binários crescidos por solidificação direcionada exige a solução de um problema difusivo em presença da fronteira móvel sólido-líquido. São bastante conhecidas na literatura as soluções de Scheil e de Smith-Tiller-Rutters (STR) [1], que são válidas para números de Peclet Pe muito pequenos ou muito grandes, respectivamente. Modelos de crescimentos a velocidades intermediárias necessitam ser tratados por técnicas puramente numéricas. Aproximamos as equações de transporte por um modelo médio unidimensional difusivo, e discretizamos pelas técnicas de diferenças finitas e volumes de controle [2]. Essa solução numérica apresentou resultados muito bons em comparação com os modelos de Scheil e de Smith-Tiller-Rutters (STR), porém sua utilização implica num elevado número de cálculos, devido ao fato de trabalharmos com uma malha de discretização bastante fina. Visando otimizar esses cálculos, buscamos novos métodos que fornecessem uma solução que satisfizesse as condições de contorno e fosse próxima da solução exata. Uma solução confiável, com erros mínimos e exigindo menos esforço computacional, possibilitaria a utilização de métodos de regressão para a recuperação de constantes físicas do material e da dinâmica de crescimento, a partir de medidas dos perfis de composição.

Numa primeira etapa apresentamos um modelo global para a composição instantânea na fase líquida, que prevê um decaimento exponencial generalizado, capaz de aproximar suficientemente bem a solução correta do problema difusivo para quaisquer valores de Pe . Em contraposição à solução STR, que emprega uma série infinita de ondas caminhanter de comprimentos característicos múltiplos do comprimento de difusão natural, a abordagem proposta descreve o perfil de composição no líquido através de duas frentes simétricas de mesmo comprimento, de modo a se garantir a condição de fluxo nulo no extremo final da ampola de crescimento [3]. Com esse método proposto, verificamos que a função escolhida modelou adequadamente o problema, mesmo durante os transientes dos perfis composicionais. Em comparação com as técnicas numéricas tradicionais de discretização, que exigem o emprego de malhas com centenas (ou milhares) de pontos, e a solução de um sistema algébrico correspondente, o modelo apresentado permite calcular os perfis de concentração, através do ajuste de dois parâmetros, resolvendo-se nesse caso, um sistema de duas equações a cada instante de tempo. Sendo válida para quaisquer valores de Pe .

Numa segunda etapa estudamos métodos para a recuperação das constantes físicas de

crescimento, e, nos casos onde o diagrama de fase não é bem conhecido, para a recuperação da taxa instantânea de segregação na interface, a partir do perfil de composição observado no cristal [4]. Esta situação representa um problema inverso, onde a constante de difusão mútua D na fase líquida, e a taxa de repartição de soluto K na interface, devem ser recuperadas a partir da solução do problema difusivo. O problema inverso é formulado como um problema de otimização não-linear com restrições, no qual o problema direto de difusão é solucionado iterativamente, gerando sucessivas aproximações dos perfis a serem estimados. A iteração continua até que uma função objetivo, que representa a diferença quadrática entre os dados experimentais e aqueles obtidos pelo modelo direto, convirja para um valor mínimo especificado.

Referências

- [1] Smith, W. A.; Tiller, W.A.; Rutter, J.W. *A Mathematical Analysis of Solute Redistribution During Solidification*, Can. J. Phys. 33, 723 (1955).
- [2] Maliska, C.R. *Transfeência de Calor e Mecânica dos Fluidos Computacional*, LTC/, RJ, 1995.
- [3] Arai, N. N.; Fabbri, M. *Uma Solução Global para a Redistribuição de Solute durante o Crescimento Difusivo em Cristais Binários*, painel apresentado no XXI Encontro Nacional de Física da Matéria Condensada, Caxambú, MG, 1998.
- [4] Arai, N. N.; Fabbri, M.; Stephany S. *Formulação Inversa para a Recuperação das Constantes Físicas e da Taxa de Segregação em Crescimentos Bridgmann Difusivos*, painel apresentado no XXI Encontro Nacional de Física da Matéria Condensada, Caxambú, MG, 1998.

DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE DIAGNÓSTICO ELETROMAGNÉTICO DO TOKAMAK ETE

João Augusto Giacoia, bolsista PIBIC/CNPq

Graduando em Eng. Eletrônica do Instituto Tecnológico de Aeronáutica

Orientador: Dr. Edson Del Bosco, Laboratório de Plasma - INPE

Um tokamak esférico é essencialmente uma máquina de confinamento magnético de plasma com geometria toroidal de razão de aspecto extremamente pequena, que opera em regime pulsado. Sua finalidade básica é possibilitar o estudo de fenômenos físicos do plasma confinado nesse tipo de geometria, que exerce grande efeito sobre os mesmos.

O ETE (Experimento Tokamak Esférico), em construção no Laboratório Associado de Plasma (LAP-INPE), é um exemplo desse tipo de máquina. Para medir os diversos campos magnéticos produzidos pelo plasma utiliza-se sondas magnéticas. Quanto à corrente de plasma, esta é medida por bobinas de Rogowski. Esses sensores serão instalados no interior do ETE, protegidos do contato com o plasma por uma blindagem metálica. Tais sensores produzem sinais elétricos proporcionais à variação do fluxo magnético a que estão sujeitos.

Assim sendo, este trabalho teve por objetivo prover meios para calibrar as sondas magnéticas e bobinas de Rogowski a serem utilizadas no ETE, realizar um estudo experimental da influência de blindagens metálicas na resposta desses sensores e projetar, construir e testar um circuito amplificador/integrador com características específicas para o ETE, para o acondicionamento dos sinais dos sensores utilizados para medidas de correntes elétricas pulsadas e campos magnéticos.

O integrador eletrônico consiste num circuito RC ativo (Fig. 1) com características de integração no tempo e reposta em frequência tipo passa-baixas. A constante de tempo RC foi escolhida dez vezes maior que a duração dos pulsos a serem medidos no tokamak, suficientemente alta para minimizar erros de integração, mas tal que sua frequência de corte não fosse muito baixa. Adotou-se RC igual a cem milisegundos. Devido à constante RC elevada, o circuito apresenta atenuação do sinal na faixa de trabalho, justificando assim o uso de um estágio amplificador, cujo ganho foi fixado em 20,83 dB. Com isso, sua frequência de transição (0 dB de ganho) ficou em torno de 17,5 Hz.

Todas as sondas magnéticas deverão ser calibradas antes de sua instalação no tokamak. A calibração será feita em espiras de Helmholtz (Fig. 2), que são duas bobinas de mesmo raio, com eixo comum, mesmo número de espiras, separadas por uma distância tal que a derivada segunda da densidade de campo magnético se anule no ponto médio entre as bobinas.

Nos experimentos, foi utilizado um protótipo similar às sondas a serem aplicadas no ETE, com dois enrolamentos de eixos ortogonais entre si. Para o estudo da influência de blindagens metálicas na resposta das sondas, as medidas foram repetidas estando as mesmas envolvidas por uma folha de alumínio, o que atenuou significativamente suas respostas.

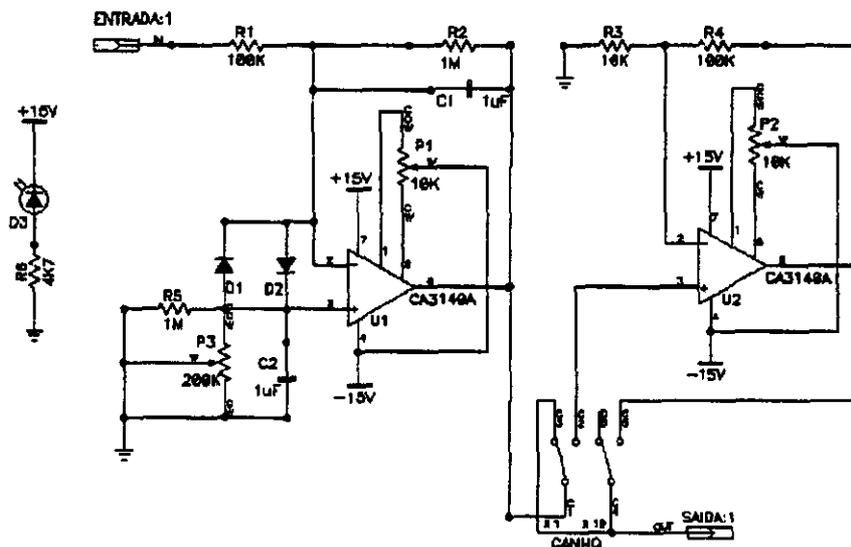


Fig.1: circuito amplificador/integrador.

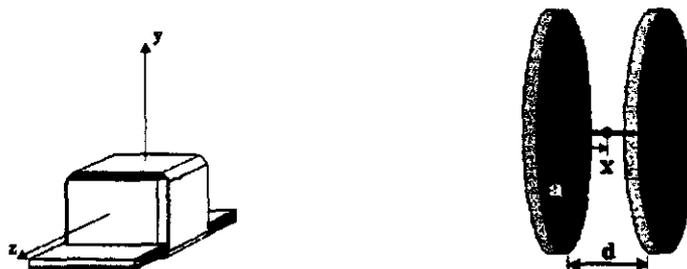


Fig. 2: exemplo de sonda magnética e espiras de Helmholtz.

- HUDDLESTONE, R. H. and LEONARD, S. L., **Plasma Diagnostic Techniques**, Chap. 3, Academic Press, NY, 1965.
- GLASSTONE, S. and LOVBERG, R. H., **Controlled Thermonuclear Reactions**, Chap. 6, D. Van Nostrand Company, NJ, 1968.
- BUTT, E. P. and GILLESPIE, A. B., **Proceedings of The Fifth International Instruments and Measurements Conference**, Sweden, 1960, pp. 938-973, Academic Press, 1961.
- VUOLO, J. H. e FERREIRA, J. L., **Bobina de Rogowski para medida de corrente elétrica**, Relatório Privado, IFUSP-LFP-6, 1979.
- STOTT, P. E., Electric and magnetic measurements, **Proceedings of Verena School of Plasma Physics**, Italia, 1992, pp. 403-417.
- DEL BOSCO, E. , **Centrifuga de plasma com descarga em arco no vácuo aplicada a separação de isótopos estáveis**, Tese de Doutorado, INPE, São José dos Campos, 1989.

2ª Sessão Técnica

O1 de julho de 1998, 13:55 - 15:35
Chairperson: Dr. Mário César Ricci

Estudo da frequência de ocorrência das bolhas ionosféricas da região sudeste brasileira

Eliana Soares de Andrade

Aluna da Universidade do Vale do Paraíba – Bolsa PIBIC/CNPQ

Orientador: Dr. José Humberto Andrade Sobral – Pesquisador – CEA

O objetivo geral deste projeto de pesquisa é a investigação sobre a existência de bolhas ionosféricas sobre a região de Cachoeira Paulista no período de 1977-1992, baseando-se em mais de 600 noites de experimentos noturnos de aeroluminescência OI 630 nm realizados em Cachoeira Paulista.

Este projeto apresenta três tabelas mostrando a frequência de ocorrência das bolhas ionosféricas no período de 1977 a 1992.

A Tabela 1 mostra os resultados da análise completa que fizemos sobre a ocorrência das bolhas ionosféricas sobre a região de Cachoeira Paulista.

A Tabela 2 mostra a frequência de ocorrência das bolhas ionosféricas no período de máxima atividade solar.

A Tabela 3 mostra a frequência de ocorrência das bolhas ionosféricas no período de mínima atividade solar.

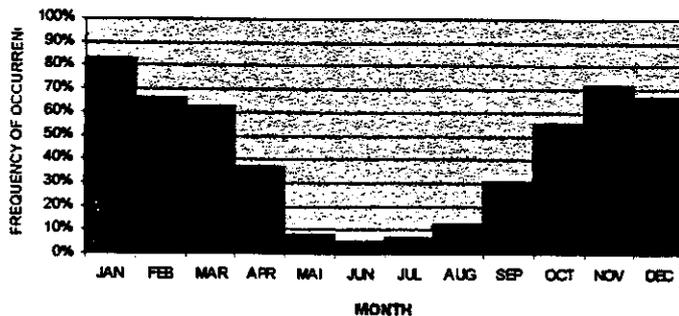
Analisando os gráficos das respectivas tabelas podemos verificar a grande sazonalidade da ocorrência das bolhas ionosféricas, já que durante os meses de verão, ou mais especificamente no período que vai de outubro a março, a ocorrência delas é bastante freqüente (veja também Sobral et al., 1980a,b; 1981). Durante o período restante do ano, ou seja, de abril a setembro, a frequência de ocorrência das bolhas vai diminuindo a partir de abril, até atingir um mínimo de ocorrência no mês de julho (Sobral et al. 1997a). As bolhas ionosféricas também podem ocorrer nos meses de inverno quando existem fortes tempestades magnéticas no campo magnético terrestre (Sobral et al. 1997b).

Foram examinados os experimentos de luminescência noturna durante o período de 1977-1992, cerca de 677 dias de experimentos de aeroluminescência ionosférica ($\lambda = 630$ nm) com o objetivo de detectar bolhas ionosféricas na região de Cachoeira Paulista. Para cada noite de experimento foram montados perfis de intensidade de aeroluminescência correspondendo cada perfil a uma varredura espacial de $\pm 75^\circ$ em torno do plano vertical. A seqüência de tais perfis permitiu verificar se a bolha estava presente ou não. Os nossos resultados indicaram uma grande sazonalidade na ocorrência das bolhas ionosféricas cuja frequência de ocorrência se maximiza no período de outubro a março e se minimiza no inverno, ou seja, de abril a setembro.

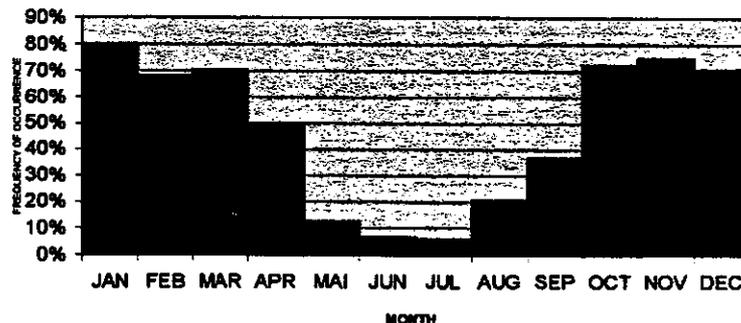
As conclusões deste projeto de pesquisa podem ser resumidas, como verificado no término da pesquisa, da seguinte maneira:

- 1) Existe claramente uma considerável sazonalidade na frequência de ocorrência das bolhas ionosféricas sobre a região de Cachoeira Paulista.
- 2) A frequência de ocorrência das bolhas ionosféricas durante o período completo de atividade solar corresponde a máxima ocorrência no mês de janeiro e a mínima ocorrência no mês de junho.
- 3) A frequência de ocorrência das bolhas ionosféricas durante o período de máxima atividade solar corresponde a máxima ocorrência no mês de janeiro e a mínima ocorrência no mês de julho.

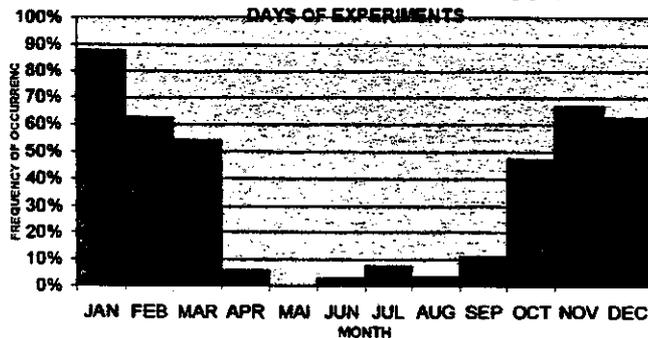
FREQUENCY OF OCCURRENCE FOR THE COMPLETE SOLAR ACTIVITY PERIOD AND FOR A TOTAL OF 677 DAYS OF EXPERIMENTS



FREQUENCY OF OCCURRENCE FOR THE MAXIMUM SOLAR ACTIVITY PERIOD AND FOR A TOTAL OF 387 DAYS OF EXPERIMENTS



FREQUENCY OF OCCURRENCE FOR THE MINIMUM SOLAR ACTIVITY PERIOD AND FOR A TOTAL OF 290 DAYS OF EXPERIMENTS



Referências

- SOBRAL, J.H.A.; ABDU, M.A.; BATISTA, I.S. "Airglow Studies on Ionosphere Dynamics over low Latitude in Brazil". Ann. Geophys. t.36, fasc. 2, 1980, pp. 199-204, 1980a.
- SOBRAL, J.H.A.; ABDU, M.A.; BATISTA, I.S.; ZAMLUTTI, C.J. "Association Between Plasma Bubble Irregularities and Airglow Disturbances over Brazilian Low Latitudes". Geophys. Res. Lett., 11 (7), 980-982, 1980b.
- SOBRAL, J.H.A.; ABDU, M.A.; ZAMLUTTI, C.J.; BATISTA, I.S. "Wave Disturbances in the Low Latitude Ionosphere and Equatorial Ionospheric Plasma Depletions". J.Geophys.Res., 86, A3, 1374-1378, 1981.
- SOBRAL, J. H. A.; BORBA, G. L.; ABDU, M. A.; BATISTA, I. S.; SAWANT, H. S.; ZAMLUTTI, C. J.; TAKAHASHI, H.; NAKAMURA Y. "Post-sunset wintertime 630.0 nm airglow perturbations associated with gravity waves at low latitudes in the south american sector". J. Atmos. Terr. Phys., vol. 59, 13, 1611-1623, 1997a.
- SOBRAL, J. H. A.; ABDU, M. A.; GONZÁLEZ, W. D.; TSURUTANI, B., T.; BATISTA, I. S. "Effects of intense storms and substorms on the equatorial ionosphere/thermosphere system in the American sector from ground based and satellite data". J. Geophys. Res., vol. 102, 14305-14313, 1997b.

ANÁLISE E APRIMORAMENTO DO REGISTRO GEOMÉTRICO DAS IMAGENS AVHRR DOS SATÉLITES NOAA

Rovedy Aparecida Busquim e Silva - Bolsista PIBIC/CNPq
Universidade do Vale do Paraíba - UNIVAP
Orientador : Dr. Alberto W. Setzer, Pesquisador
Divisão de Sensoriamento Remoto
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais- INPE

Atualmente as imagens digitais AVHRR dos satélites NOAA são muito utilizadas em estudos aplicados ao meio ambiente, tais como: geração de imagens Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN), úteis para o estudo de estados da vegetação e previsão de safra; localização de desmatamentos a partir das bandas 1, 2 e 3 das imagens AVHRR corrigidas geometricamente; e a detecção, localização e quantificação de queimadas.

As imagens fornecidas por satélites ambientais, provenientes de sensores remotos, apresentam problema na determinação correta das coordenadas geográficas de seus elementos de resolução, ou píxeis, comumente conhecida por navegação. Tal problema é originado por vários fatores: variação da altitude, atitude, e velocidade da plataforma do satélite, e rotação da Terra. O procedimento mais comum para contornar esse problema é estabelecer um relacionamento matemático entre feições encontradas na imagem, conhecidas como pontos de controle, e sua correta identificação em um mapa. Essa operação é conhecida como correção geométrica.

A correção geométrica das imagens NOAA/AVHRR é baseada no conhecimento preciso dos parâmetros orbitais do satélite e na definição de pontos de controle da área imageada. Um ponto de controle é uma característica geográfica fisicamente detectável em uma imagem. Suas coordenadas podem ser obtidas através de um mapa relativo à área da imagem onde se deseja localizar o ponto. O arquivo de parâmetros orbitais é composto por informações que caracterizam sua órbita (período orbital, longitude de cruzamento com equador, etc.).

Através das coordenadas do ponto de controle (dado por linha, coluna, latitude e longitude) são realizados cálculos que modificam os valores dos parâmetros orbitais originais.

Nesse trabalho foi modificado o algoritmo de correção geométrica utilizado nas imagens dos satélites com órbitas polares da série NOAA (National Oceanographic And Atmospheric Administration) recebidas diariamente pelo INPE. Tal trabalho permitiu uma avaliação mais precisa dos píxeis, para que os estudos provenientes das imagens possuam maior certeza com relação a coordenadas geográficas de cada pixel.

Uma aplicação da necessidade da correção geométrica pode ser visualizada através da Figura 1, onde é apresentado o resultado do cruzamento de imagem IVDN-NOAA corrigida geometricamente com planos de informação referentes a distribuição pluviométrica na região dos Cerrados.

Fernandes, A. E.,1996. Sistema Computacional de Detecção de Queimadas com imagens AVHRR/NOAA (Dissertação de Mestrado em Computação Aplicada) INPE, SJCampos.

Setzer et al.,1992. O uso de satélites NOAA na detecção de queimadas no Brasil. Climanálise 740-53

Setzer et al.,1997. Reporting na AVHRR/NOAA-14 image anomaly. Submitted,Int. J. Remote Sensing.

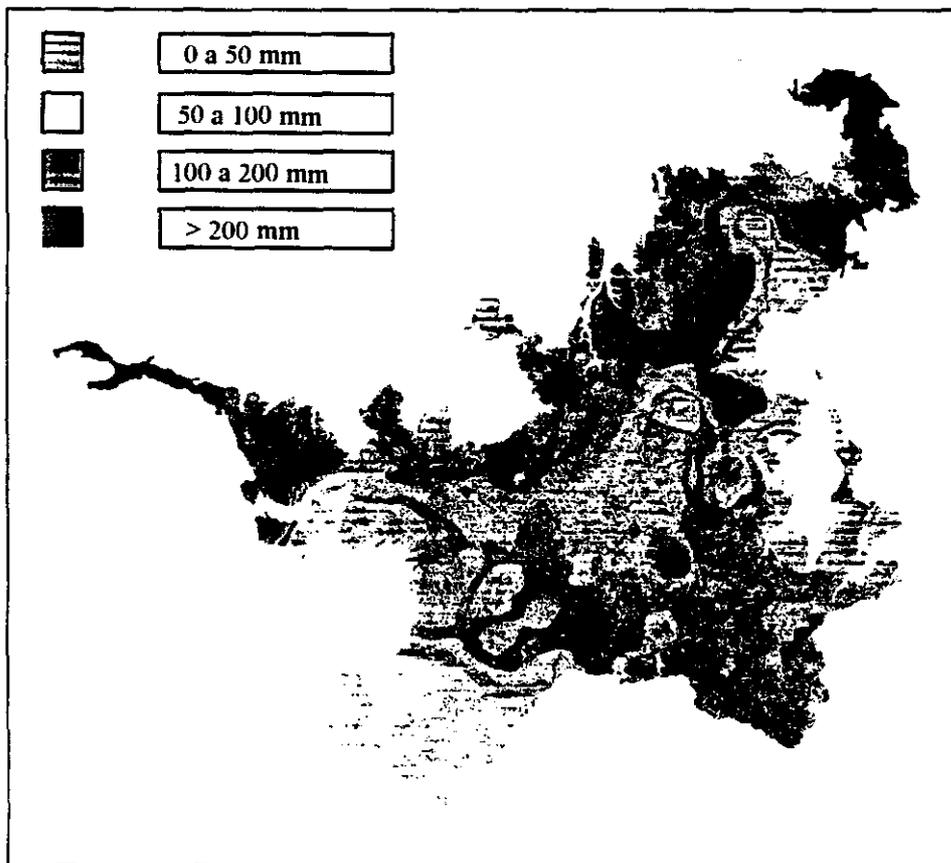


Fig. 1 - Imagem da distribuição pluviométricas na região dos cerrados.

ANÁLISE INTEGRADA DE DADOS PEDOGEOQUÍMICOS DE ALTERAÇÃO INTEMPÉRICA COM INFORMAÇÕES DO MEIO FÍSICO, DA REGIÃO DO ALTO-MÉDIO PARAÍBA DO SUL (SP).

Viviane Takatori Ohara
Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP) – bolsista PIBIC/CNPq
Tomoyuki Ohara (orientador)
INPE/DSR (Divisão de Sensoriamento Remoto)

Introdução: Este artigo apresenta a análise integrada de dados pedogeoquímicos de alteração intempérica e de dados do comportamento espectral, com as informações do meio físico, particularmente na área de ocorrência de duas unidades litológicas constituídas de biotita gnaisses granitóides e xistos (designada pela legenda bgx) e de granitóides a duas micas (ydm), distribuídas na região do alto-médio Paraíba do Sul.

Essas duas unidades litológicas constituem parte da região fisiográfica denominada por Ohara (1995) de planalto Paraitinga-Paraibuna, incluindo o alto curso do rio Paraíba do Sul e as bacias hidrográficas dos rios Paraitinga e Paribuna.

Procedimentos e Sistematização: As informações do meio físico utilizadas neste estudo foram aquelas obtidas no trabalho de zoneamento geoambiental da região do alto-médio Paraíba do Sul, efetuado por Ohara (1995).

Os dados de análises físicas, químicas e mineralógicas, relacionados àquelas duas unidades litológicas foram efetuadas nos laboratórios do IGCE/UNESP de Rio Claro (Ohara, 1995). Esses dados, principalmente aqueles de análise química foram transformados em valores de índices pedogeoquímicos, através do uso de planilhas (MS-Excel). A plotagem desses índices pedogeoquímicos analisados foram realizados através do “software” da Golden (Grapher/Win).

Os índices pedogeoquímicos aqui considerados foram o Índice de Alteração Potencial (IPA) e o Índice de Produto (IPR), os quais correspondem àqueles utilizados por Colman (1982) e por Reiche (1943; 1950), para avaliar e evidenciar os diferentes níveis de alteração intempérica. Outros índices pedogeoquímicos analisados (KI, KII, CIA) foram baseados em trabalhos da Embrapa/SNLCS (1979) e de Mattos e Jiménez-Rueda (1990).

Discussão dos Resultados: O resultado gráfico entre o índice de alteração potencial (IPA) e o índice de produto (IPR), verificados na área de ocorrência das unidades litológicas de biotita gnaisses granitóides e xistos (bgx) e de granitóides a duas micas (ydm), pode ser visualizada na Figura 1.

A unidade litológica “bgx” está representada por 06 perfis de alteração intempérica, e a unidade litológica “ydm” por 04 perfis (Tabela 1 e Figura 1).

Os perfis 58GT, 47SL e 45NS, foram bastante individualizados, se comparados com os outros perfis analisados, visto que se apresentam pedogeneticamente mais evoluídos, apesar de terem sido classificados como Podzólico Vermelho Amarelo (Tb, A moderado). Porém, apresentam-se com características latossólicas (KII = 0,74; 0,91; 0,41 e paragênese de gibbsita), possivelmente pelo microclima com características údica a perúdica (altitudes desde 760 até 1.100 metros) e pela presença de lineamentos estruturais orientadas para nordeste (falhas de Taxaquara e Natividade da Serra) e entrecruzadas por

lineamentos ortogonais orientadas para noroeste, os quais favoreceram as ações do desenvolvimento pedogenético do local. Outra evidência a ser considerada é a presença da proximidade de alto estrutural alongado com estruturas truncadoras nas evidências morfoestruturais.

Numa análise das curvas de fator de reflectância bidirecional espectral do perfil 58GT, observou-se que a curva do horizonte superficial (horizonte 58GT-Ap) pode ser enquadrado no padrão espectral tipo 3 de Formaggio et alii (1996); já o horizonte subsuperficial (horizonte 58GT-Bt) pode ser enquadrado no padrão espectral tipo 4 (Figura 2).

Outro perfil que se apresentou bastante evidenciado, em relação aos demais, é o 83JC, que tem o primeiro horizonte (Cr) com muito pouca alteração (IPA = -4,16; IPR = 78,70; KII relativamente elevado = 3,69 e paragênese de montmorilonita). É representado por Podzólico Vermelho Amarelo (Tb, A fraco), pedogeneticamente menos evoluído entre todos os perfis analisados. Semelhante ao perfil anterior, também apresenta características latossólicas pela presença da Falha Serra do Jambeiro e proximidade de pequeno alto estrutural em baixo topográfico (altitude de 650 metros).

Fato interessante foi observado na análise das curvas de reflectância desse perfil (Figura 3), pois tanto a curva do horizonte superficial (83JC-Ap) como do horizonte subsuperficial (83JC-Bt) foram enquadrados no padrão espectral do tipo 2.

Fazendo-se uma análise dos valores do índice químico de alteração (CIA), verifica-se que esses perfis anteriores, apresentam-se entre 85 e 95, evidenciando uma retroevolução pedogenética em materiais profundamente alterados, podendo-se ter a presença localizada de Cambissolos álicos, inclusive com a ocorrência de processos de desenvolvimento cambissolizados, em coberturas de alteração intempérica (CAI) latossolizantes (Ohara et alii, 1996).

Os perfis 85JC e 93PB são bastante semelhantes entre si, em diversos aspectos pedogenéticos, tais como nos valores de Ki (2,72 e 2,94), de CIA (94,08 e 94,38), de IPA(-30,57 e -32,31), de IPR (69,40 e 71,85), respectivamente. Outras características semelhantes se relacionam com a fisiografia de planalto médio, fortemente dissecado e com feições texturais/estruturais orientadas (PmFdo), com a ocorrência predominante de Podzólico Vermelho Amarelo com Latossolo Vermelho Escuro em regimes ústico (altitude de 640 metros) e údico (altitude de 720 metros). O perfil 93PB apresenta-se com características pedogenéticas latossólicas pela presença de lineamentos estruturais NE e NW, em associação com a proximidade de baixos estruturais alongados.

Na análise das curvas de reflectância espectral do perfil 93PB (Figura 4), observou-se que o horizonte superficial (93PB-Ap) foi enquadrado no padrão espectral do tipo 3, enquanto que o horizonte subsuperficial (93PB-Bo) foi enquadrado no tipo 4.

Os perfis 76PB e 77PB apresentaram-se com comportamentos semelhantes, inclusive em algumas características físicas, representadas pela fisiografia de planalto baixo, fracamente dissecado e com feições texturais/estruturais orientadas (PbFdo) e com altitude de 740 metros. Algumas das características interessantes do perfil 77PB são referentes à quase total ausência de elementos solúveis e o mais alto valor do índice CIA (99,77), o qual caracteriza a presença de coberturas de alteração intempérica (CAI) latossólicas e unidades de alteração intempérica (UAI) monossilíticas a bissialíticas.

Numa análise das curvas do fator de reflectância bidirecional espectral do perfil 76PB (Figura 5), observou-se que a ²² curva do horizonte superficial (horizonte

76PB-Ap) pode ser enquadrado no padrão espectral tipo 3 de Formaggio et alii (1996); já o horizonte subsuperficial (horizonte 76PB-Bt) pode ser enquadrado no padrão espectral tipo 4.

O último perfil (90PB) é representado por Latossolo Vermelho Amarelo (Tb, A proeminente, B óxico) em regime údico (altitude de 710 metros), em fisiografia de planalto médio, moderadamente dissecado e com feições texturais/estruturais orientadas (Pmmdo). Estruturalmente, esse perfil encontra-se na borda de pequeno baixo estrutural truncado por estruturas NE, em região de alto/médio topográfico. Tem-se também a presença de diversos lineamentos estruturais NE (borda setentrional da falha de Taxaquara) e NW. Os aspectos pedogenéticos desse perfil, apresentam valores próximos dos dois últimos perfis acima descritos.

À semelhança das observações dos perfis anteriores, com exceção do perfil 83JC, todos os perfis de alteração intempérica, inclusive o perfil 90PB (Figura 6), analisados através das curvas do fator de reflectância bidirecional espectral, apresentaram os seus horizontes superficiais enquadrados no padrão espectral tipo 3, e os horizontes subsuperficiais no padrão espectral tipo 4.

No entanto, numa análise conjunta dos índices CIA, verificou-se que dois perfis (85JC e 93PB) possuem valores muito próximos (94,08 e 94,38), enquanto que os perfis 77PB e 90PB apresentaram-se com os valores de CIA mais elevados (99,77 e 98,12). Esses valores elevados, caracterizaram (Ohara et alii, 1996) as coberturas de alteração intempérica (CAI) latossólicas (entre 91 e 99) e, mais particularmente, unidades de alteração intempérica (UAI) monossilíticas a bissialíticas (entre 96 e 100).

Referências Bibliográficas

- COLMAN, S.M. Chemical weathering of basalts and andesites: evidence from weathering rinds. U.S. Geol. Survey Professional Paper, 1246, 51 p. 1982.
- EMBRAPA/SNLCS Manual de métodos de análises de solo. Rio de Janeiro, EMBRAPA/SNLCS - Serviço Nac. de Levant. e Cons. dos Solos. 1979.
- FORMAGGIO, A.R.; EPIPHANIO, J.C.N.; VALERIANO, M.M.; OLIVEIRA, J.B. Comportamento espectral (450-2.450 nm) de solos tropicais de São Paulo. Campinas, R. Bras. Ci. Solo, 20:467-474, 1996.
- MATTOS, J.T. de; JIMÉNEZ-RUEDA, J.R. Estudos das correlações entre respostas espectrais e os índices de alteração intempéricas dos maciços rochosos (cristalino) numa região do litoral paulista. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, VI., Manaus, 1990.
- OHARA, T. Zoneamento geoambiental da região do alto-médio Paraíba do Sul (SP) com sensoriamento remoto. Rio Claro, UNESP, IGCE, 235 p. (Tese de Doutorado). 1995.
- OHARA, T.; JIMÉNEZ-RUEDA, J.R.; MATTOS, J.T. de Análise correlativa de dados geoquímicos com as anomalias morfoestruturais para a caracterização pedogenética da região do alto-médio Paraíba do Sul. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO (Solo/Suelo 96), 13., Águas de Lindóia, SP, agosto de 1996. Anais em CD-ROM. 1996.
- REICHE, P. Graphic representation of chemical weathering. Journal of Sedimentary Petrology, v. 13, p. 58-68. 1943.
- REICHE, P. A survey of weathering processes and products. New Mexico University Publication in Geology, nº 3, 95 p. 1950.

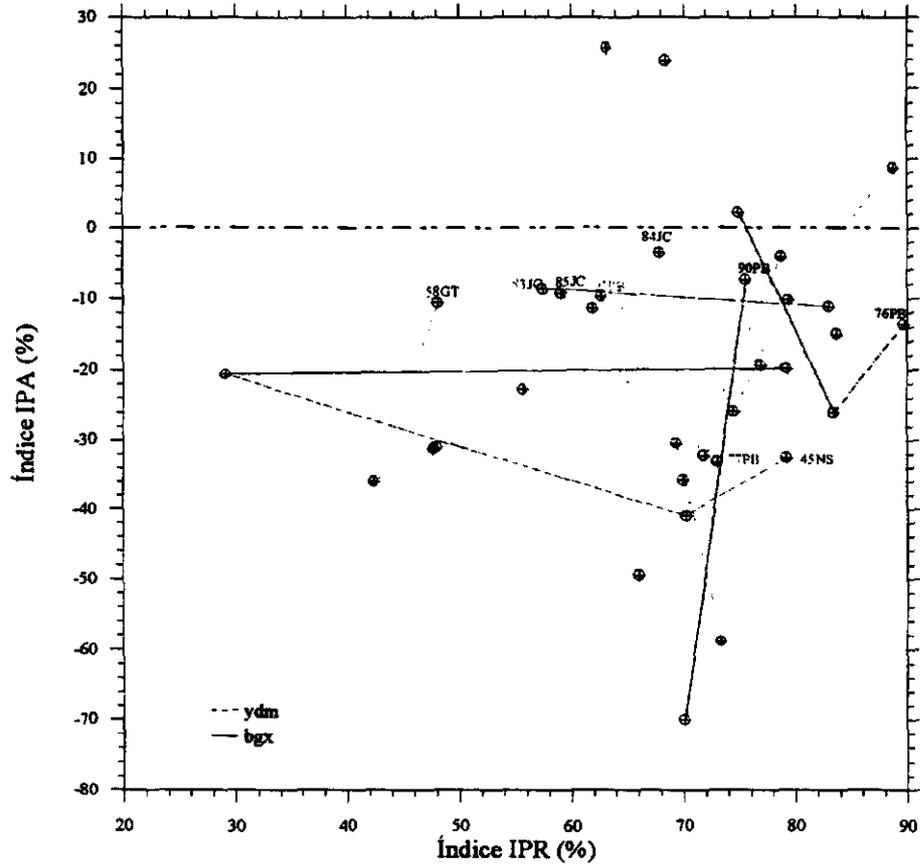


Figura 1 – Gráfico dos índices pedogeoquímicos de alteração intempérica IPA versus IPR, relacionados com biotita gnaisses granitóides e xistos (bgx) e granitóides a duas micas (ydm). A identificação dos perfis (por ex. 58GT) indica o sentido do desenvolvimento da alteração intempérica. Dados provenientes da Tabela 1.

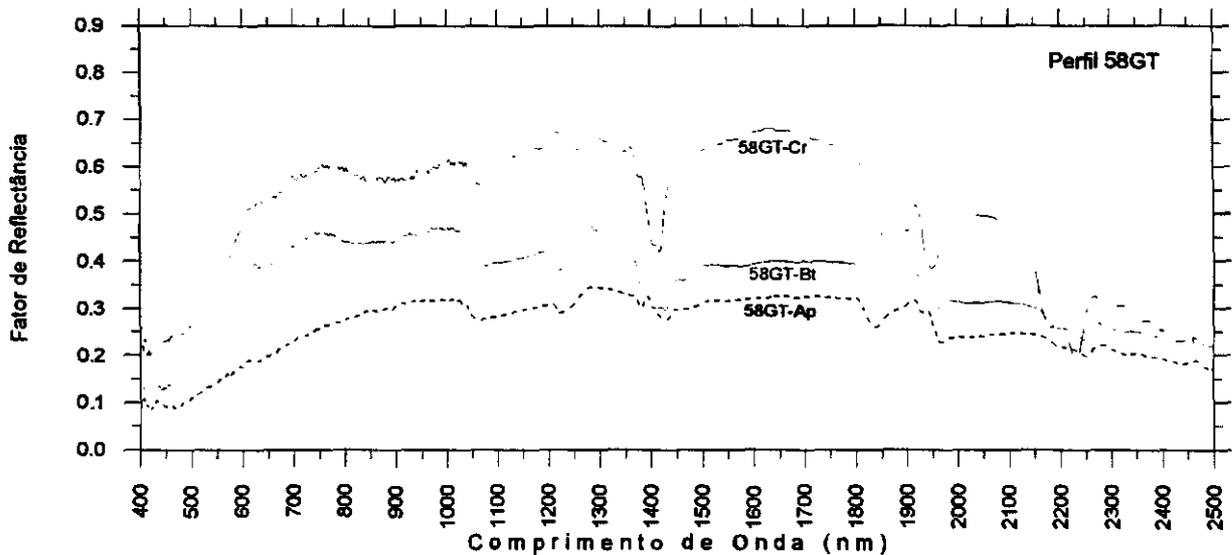


Figura 2 – Curvas de fator de reflectância bidirecional espectral do perfil 58GT de alteração intempérica.

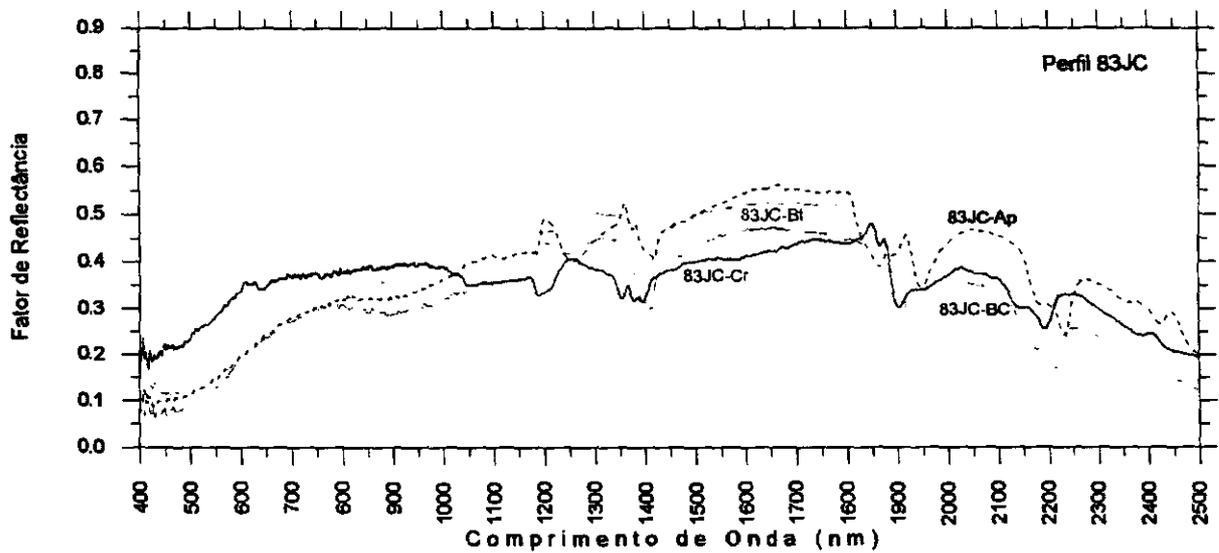


Figura 3 – Curvas de fator de reflectância bidercional espectral do perfil 83JC de alteração intempérica.

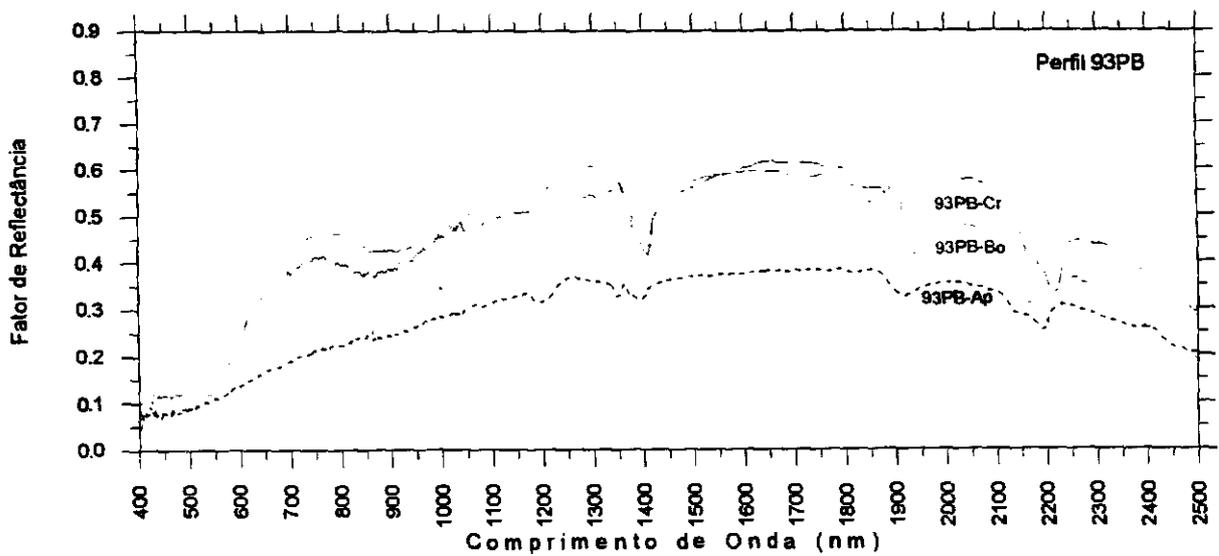


Figura 4 – Curvas de fator de reflectância bidercional espectral do perfil 93PB de alteração intempérica.

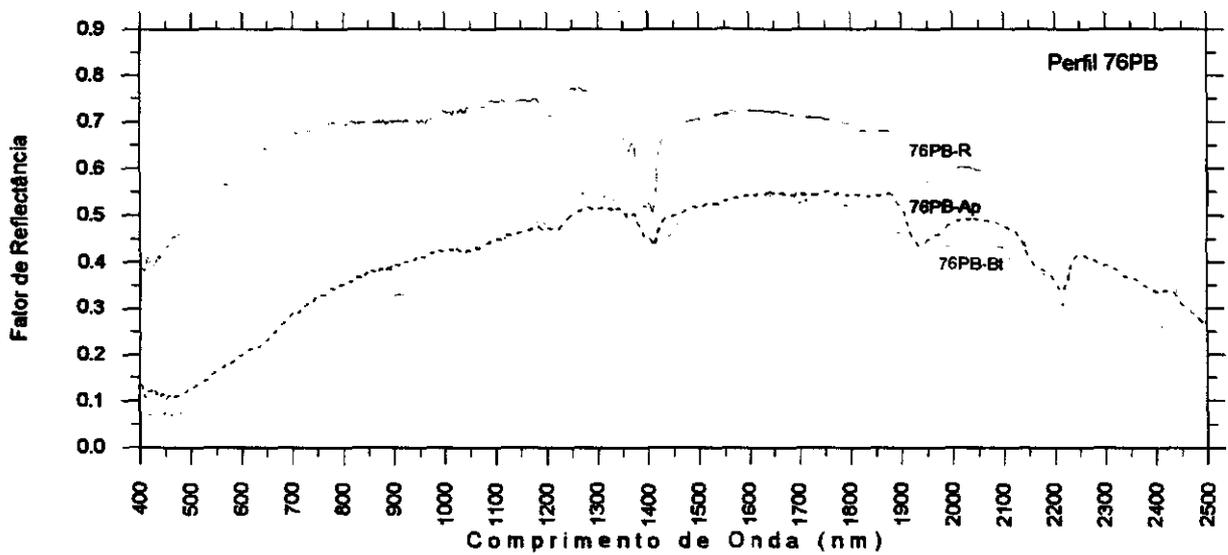


Figura 5 – Curvas de fator de reflectância bidercional espectral do perfil 76PB de alteração intempérica.

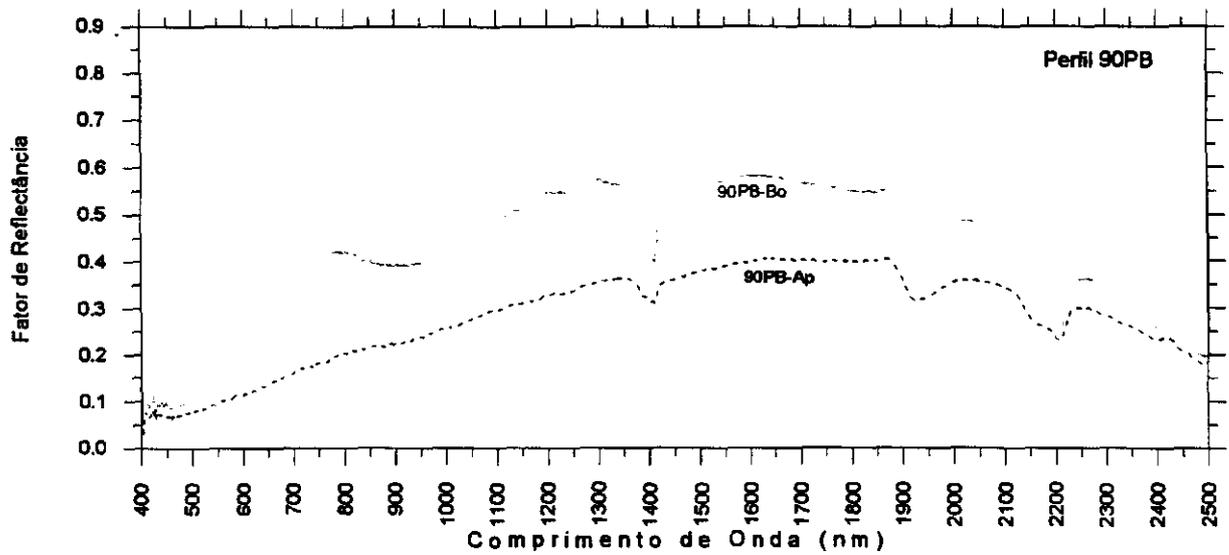


Figura 6 – Curvas de fator de reflectância bidercional espectral do perfil 90PB de alteração intempérica.

Tabela 1 - Valores de índices pedogeológicos em perfis de alteração intempérica, em biotita gnaisses granitóides e xistos (bgx) e granitóides a duas micas (ydm).

N.Amostra -Horizonte	Intervalo (cm)	Leg. Litol.	KII (%)	IAP (%)	IPA (%)	IPR (%)	CIA (%)	CALC5 (%)	SiO ₂ /60 (PSi)	Soma de R ₂ O ₃	Soma de Bases	H ₂ O ⁺ (%)
47SL-Ap	0-30	bgx	5,16	10,86	-15,10	83,75	87,34	0,15	1,11	0,22	0,03	4,26
47SL-Bt	30-120	bgx	0,91	19,16	-31,26	47,67	91,47	0,10	0,49	0,34	0,05	7,12
47SL-BC	120-250	bgx	1,26	29,76	-22,79	55,70	85,98	0,17	0,60	0,48	0,08	6,22
47SL-Cr	250-350	bgx	1,62	40,11	-11,47	61,88	79,70	0,25	0,69	0,43	0,11	4,47
58GT-Ap	0-20	bgx	0,93	41,98	-10,58	48,23	74,05	0,32	0,43	0,46	0,15	4,62
58GT-Bt	20-300	bgx	0,74	26,01	-36,07	42,43	86,29	0,16	0,42	0,37	0,09	8,33
58GT-Cr	>300	bgx	0,92	11,62	-30,97	48,00	94,74	0,06	0,51	0,55	0,04	6,75
83JC-Ap	0-25	bgx	1,35	26,76	-8,65	57,50	86,35	0,20	0,62	0,46	0,09	3,48
83JC-Bt	25-80	bgx	4,88	10,53	-11,20	82,99	88,47	0,14	1,12	0,23	0,03	3,35
13JC-BC	80-250	bgx	2,33	6,58	-35,81	69,96	94,76	0,07	0,81	0,35	0,02	8,01
83JC-Cr	250-600	bgx	3,69	28,68	-4,16	78,70	78,24	0,38	0,98	0,26	0,10	2,81
85JC-Ap	0-30	bgx	1,44	9,90	-9,27	59,09	94,59	0,07	0,66	0,46	0,03	2,52
85JC-Bo	30-200	bgx	2,27	7,29	-30,57	69,40	94,08	0,06	0,82	0,36	0,02	7,03
85JC-Cr	>200	bgx	2,76	17,74	-58,89	73,37	87,73	0,27	0,80	0,29	0,08	13,75
90PB-Ap	0-40	bgx	3,09	0,97	-7,43	75,55	98,91	0,01	0,90	0,29	0,00	1,66
90PB-Bo	40-200	bgx	2,35	1,78	-70,04	70,15	98,12	0,02	0,78	0,33	0,01	14,17
93PB-Ap	0-25	bgx	1,68	18,21	-9,68	62,63	89,31	0,14	0,71	0,42	0,06	3,14
93PB-Bo	25-250	bgx	2,55	7,34	-32,31	71,85	94,38	0,07	0,87	0,34	0,02	7,60
93PB-Cr	250-300	bgx	3,34	8,09	-19,48	76,95	93,18	0,09	0,99	0,30	0,03	5,07
93PB-R	>300	bgx	2,18	80,19	23,84	68,52	54,76	0,81	0,73	0,34	0,27	-0,84
45NS-Ap	0-20	ydm	3,81	8,40	-32,67	79,20	93,30	0,14	0,98	0,26	0,04	8,11
45NS-Bt	20-130	ydm	2,36	7,87	-41,00	70,21	95,89	0,11	0,83	0,35	0,04	9,72
45NS-BC	130-220	ydm	0,41	34,07	-20,66	29,12	90,70	0,24	0,26	0,64	0,16	6,75
45NS-Cr	>220	ydm	3,92	15,13	-19,91	79,68	90,33	0,27	1,02	0,26	0,07	6,12
76PB-Ap	0-30	ydm	8,75	11,16	-13,62	89,74	76,79	0,27	1,22	0,14	0,04	4,08
76PB-Bt	30-250	ydm	5,03	8,45	-26,08	83,47	87,33	0,12	1,08	0,21	0,02	6,61
76PB-R	>250	ydm	2,99	39,64	2,19	74,94	73,98	0,50	0,90	0,30	0,15	2,16
77PB-Ap	0-20	ydm	2,71	1,07	-33,25	73,03	98,95	0,02	0,85	0,31	0,01	7,09
77PB-Bt	20-200	ydm	1,95	0,28	-49,51	66,08	99,77	0,00	0,73	0,38	0,00	9,92
77PB-R	>200	ydm	1,72	85,68	25,62	63,24	52,61	0,94	0,62	0,36	0,34	0,03
84JC-Ap	0-30	ydm	2,11	28,81	-3,58	67,89	82,99	0,22	0,80	0,38	0,08	2,29
84JC-Bt	30-150	ydm	2,92	12,24	-25,91	74,49	90,57	0,12	0,91	0,31	0,04	6,50
84JC-Cr	>150	ydm	3,85	21,22	-10,25	79,36	82,69	0,23	1,02	0,26	0,06	4,39
84JC-R	>150	ydm	7,83	38,72	8,64	88,78	55,78	0,77	1,23	0,16	0,12	2,75

PSi = SiO₂ / 60
PAI = Al₂O₃ / 102
PCa = CaO / 56
PMg = MgO / 40
PFe = Fe₂O₃ / 160
PTi = TiO₂ / 80
PK2 = K₂O / 94
PNa = Na₂O / 62
PH2 = H₂O / 18

KI = PSi / PAI
KII = PSi / (PTi+PFe+PAI)
BASES = (PCa+PMg+PK2+PNa) / PAI
IAP = ((PK2/0.25) + (PNa/0.35) + (PCa/0.70) + (PMg/0.90)) * 100
IPA = (PCa+PMg+PK2+PNa - PH2) / (PCa+PMg+PK2+PNa+PSi+PTi+PAI+PFe) * 100
IPR = PSi / (PSi+PTi+PAI+PFe) * 100
FATOR = (PK2+PNa) / PSi
CIA = PAI / (PAI+PCa+PNa+PK2) * 100
CIA-K = PAI / (PAI+PCa+PNa) * 100
CALC2 = (Al₂O₃ + Fe₂O₃ + TiO₂) / 2 ou CALC2 = ((PAI*102) + (PFe*160) + (PTi*80)) / 2
CALC3 = PSi / (PAI+PFe)
CALC4 = PSi / PFe
CALC5 = (PCa+PMg+PK2+PNa) / (PTi+PAI+PFe)
BASES2 = (CaO + MgO + K₂O + Na₂O) / 2 ou BASES2 = ((PCa*56) + (PMg*40) + (PK2*94) + (PNa*62)) / 2

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE INTEGRADORES NUMÉRICOS EM MECÂNICA ESPACIAL

Aurea Aparecida da Silva
Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá - UNESP -
Bolsa PIBIC - INPE / CNPq
Antonio Fernando Bertachini de A. Prado
Divisão de Mecânica Espacial e Controle - INPE
Othon Cabo Winter
Departamento de Matemática - FEG / UNESP

O presente trabalho tem por objetivo a avaliação do desempenho de vários integradores numéricos no cálculo de trajetórias de veículos espaciais, considerando diferentes modelos para a dinâmica. Para isso, foram utilizados quatro diferentes modelos dinâmicos baseados no Problema Restrito de Três Corpos:

- regularizado com as condições iniciais dadas no sistema fixo;
- não regularizado com as condições iniciais dadas no sistema rotacional;
- elíptico, em que as equações de movimento e as condições iniciais estão escritas no sistema fixo;
- elíptico, em que as equações de movimento e as condições iniciais estão escritas no sistema girante-pulsante.

Para estudar tais dinâmicas foram utilizados três métodos de integradores de equações diferenciais ordinárias de 1ª ordem, são eles:

1. método de Runge-Kutta de 4ª ordem;
2. método de Runge-Kutta de 7ª e 8ª ordem, com controle automático de passo;
3. método de Bulirsch-Stoer.

Os testes realizados para essas dinâmicas consistem em variar o valor da precisão requerida para integração (EPS). Esses valores variam de $EPS=10^{-1}$ até $EPS=10^{-15}$; verificando, para cada valor de EPS, o tempo de integração e a trajetória obtida.

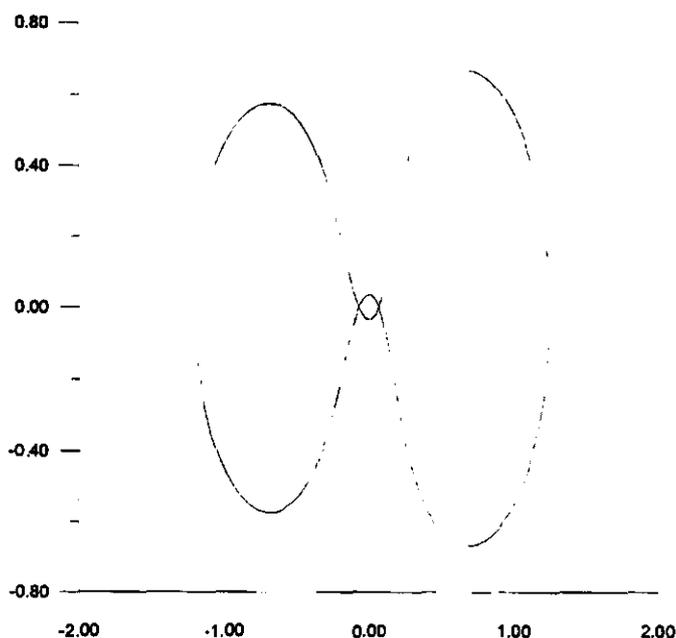
A análise dos resultados desse trabalho é feita de forma a estudar a precisão com que o integrador efetua a trajetória de ida e volta, e verificar o tempo gasto pelo computador (tempo de CPU) para efetuar essa integração. Nesta análise consideramos que existe um acúmulo de erro devido ao tempo de integração que ainda não pode ser observado na 1ª órbita. Dessa forma, para obtermos um melhor estudo, fazemos com que a duração da integração seja aumentada para dez órbitas, ou seja, passamos a analisar a 10ª órbita, em que já foi acumulado o referido erro.

Todas as simulações aqui efetuadas utilizaram um microcomputador compatível como o IBM-586 e o software "Fortran Powerstation 1.0 for Windows".

Como exemplo dos resultados obtidos mostramos as trajetórias para o caso da primeira dinâmica citada anteriormente. As trajetórias apresentadas correspondem a 10ª órbita do veículo espacial, com os valores de EPS variando de 10^{-1} até 10^{-15} . A Figura 1 mostra os resultados obtidos com o método de Bulirsch-Stoer. A figura mostra que na dinâmica estudada obtivemos um preciso conjunto de trajetórias sem qualquer variação quando utilizados os diferentes EPS, e o tempo de integração verificado variou de $t_1 = 13s$ até $t_{15} = 34s$.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA:

- Senna, G.J. - "Cálculo Numérico e Computação"- DMA / UNESP - apostila;
- Prado, A.F.B.A. - "Mecânica Celeste I: Uma Introdução as Trajetórias Espaciais"- DMC/INPE - notas de aula do curso de Mecânica Celeste I;
- Brouwer, D., and G.M. Clemence, Methods of Celestial Mechanics, Academic New York, 1961.



**Figura 1: 10ª Órbita da Dinâmica Regularizada
(EPS = 10^{-1} ATÉ 10^{-15})**

MANOBRAS ORBITAIS DE CONSTELAÇÃO

Gislaine de Felipe - Bolsista PIBIC/CNPq
Universidade de Taubaté - UNITAU
Orientador: Dr. Antonio F. Bertachini de Almeida Prado
Divisão de Mecânica Espacial
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE

Esse trabalho pretende implementar e testar métodos de manobras orbitais que sejam aplicáveis para manobras com satélites envolvidos em Constelações.

Dentro desse estudo fazem parte a propagação das órbitas de cada satélite individualmente e também a precisão e cálculo das manobras orbitais que devem ser efetuadas pelos satélites com o objetivo de mantê-los dentro de uma configuração que satisfaça os vínculos da missão.

Manobrar um satélite dentro de uma constelação significa alterar a sua órbita de forma a colocá-lo em uma certa posição em relação aos demais. Essa manobra pode ser feita utilizando-se as mesmas técnicas das manobras de *Rendezvous*, (encontro de veículos espaciais de tal forma que o instante da chegada dos dois veículos ocorra em um ponto pré-determinado no espaço e que ambos atinjam esse ponto em um mesmo instante de tempo) aonde o veículo alvo é substituído por um ponto imaginário que representa o ponto desejado da localização do satélite. Na nomenclatura usual, o veículo a ser transferido chama-se *"interceptor"* e o veículo a ser interceptado chama-se *"alvo"*.

Serão vistos aqui, encontro de veículos que estejam inicialmente em órbitas circulares, não coplanares e de raios diferentes, com a restrição de que o veículo alvo esteja orbitando em uma órbita mais alta que a do veículo interceptor.

Há várias maneiras de se completar essa manobra de encontro entre 2 veículos. Analisaremos os três métodos mais promissores, segundo Ball & Osborne; onde a escolha do método a ser aplicado dependerá das circunstâncias particulares envolvidas. Veja fig.1 para maiores detalhes.

Método Direto Interno. Nesse método o veículo alvo encontra-se em uma órbita circular de raio R_{c1} , sendo que a órbita está inclinada de um ângulo $\Delta\alpha$ com relação à órbita do interceptor. Quando o interceptor cruzar a linha dos nodos (intersecção entre dois planos orbitais), este receberá um impulso para girar seu vetor velocidade e colocá-lo no plano da órbita do veículo alvo, de tal forma que ambas as órbitas se tornem coplanares. A fase seguinte inicia-se no ponto A, onde o alvo está adiantado do interceptor de um ângulo pré-determinado θ . É neste ponto que o interceptor recebe um incremento de velocidade, que causa a sua entrada na elipse de transferência (t), a fim de atingir o ponto B no mesmo instante que o alvo. Esta velocidade deve ser aumentada, a fim de possibilitar a entrada na órbita do veículo alvo, igualando assim suas velocidades para completar o *"Rendezvous"*.

Método Direto Externo. Quando o interceptor cruza a linha dos nodos em A, sua velocidade é impulsivamente aumentada para colocá-lo em uma primeira elipse de transferência (t_1) com o apogeu em C. Neste ponto, as órbitas do alvo e do interceptor são alinhadas e a velocidade deste é incrementada para colocá-lo na segunda elipse de transferência (t_2), cujo perigeu é o próprio ponto de *"Rendezvous"* B. Em B, o interceptor é posto na órbita circular final e o *"Rendezvous"* é completado. Quando a manobra é iniciada, o alvo está atrasado com respeito ao interceptor de um ângulo θ .

Método Indireto. O método indireto utiliza uma órbita intermediária entre o alvo e o interceptador, na qual o interceptador permanece até que o alvo se encontre na posição correta para que o "Rendezvous" se inicie. Para colocar o interceptador em uma órbita elíptica de transferência t_1 e no apogeu B é feito um incremento impulsivo de velocidade ao mesmo no ponto A. Em B é feita a correção dos planos e dado um incremento de velocidade para o interceptador entrar em uma órbita circular intermediária, coplanar com a trajetória do alvo. Nesta órbita intermediária o interceptador esperará o veículo alvo até estarem defasados de um ângulo θ , quando então o "Rendezvous" é completado por meio de uma segunda elipse de transferência t_2 , como descrito no Método Direto Interno. O ângulo θ que irá determinar a posição relativa entre o alvo e o interceptador é obtido igualando o tempo gasto pelo interceptador ir de C à D com o tempo gasto pelo alvo ir de E à D. Este método é o mais preciso, pois o "Rendezvous" é associado apenas à segunda fase da transferência entre as duas órbitas, sendo que a órbita intermediária já é coplanar com a órbita alvo. O valor de R_0 é escolhido de modo que a precisão do estágio final seja a melhor possível. Os erros introduzidos para atingir a órbita intermediária podem ser avaliados e corrigidos enquanto o interceptador aguarda a posição para entrar na elipse de transferência t_2 (atrasada de um ângulo θ com respeito ao alvo).

Com o objetivo de testar os métodos implementados, foram simuladas manobras de Rendezvous e as aplicações para Constelação que por motivo de espaço não serão mostradas neste resumo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ball, K.J. & Osborne, G.F.-"Space Vehicle Dynamics" -Oxford University Press-Oxford-1967

Zanardi, M.C. (1988). Fundamentos da Astronáutica. MVO.21 - Cap. VIII.

Proulx, R.; Kantsiper, B.; Cefola, P. e Drain, J. (1997) "Automated Station-Keeping for satellite Constellations", AIAA paper 97-623. Inc: AIAA/AAS Astrodynamics Specialist Conference, Sun Valley, Idaho, 4 -7 August.

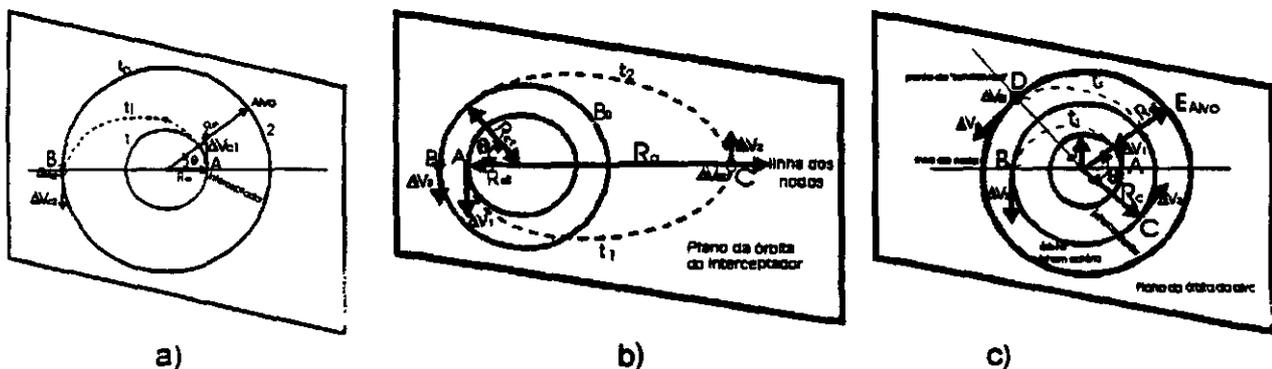


Fig.1 - Métodos de Rendezvous.
a) Direto interno, b) Direto externo, c) Indireto

3ª Sessão Técnica

O1 de julho de 1998, 15:50 - 17:50
Chairperson: Dr. Ijar Milagre da Fonseca

Modelagem de Dados de Observação dos Satélites GPS

Lidia de Oliveira Guimarães

Universidade de Taubaté - UNITAU

Orientadores: Ana Paula Marins Chiaradia e Antônio F. Bertachini de A. Prado

Divisão de Mecânica e Controle

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

O objetivo principal deste trabalho é condensar ou sumarizar um conjunto de observações ajustando-o por um modelo que depende de parâmetros ajustáveis. Neste trabalho, o conjunto de observações será os dados de observação enviados pelos satélites GPS.

O Sistema GPS (*Global Positioning System*) é um sistema que permite ao usuário, com equipamento apropriado, obter sua posição e velocidade tridimensionais e tempo com alta precisão. O funcionamento do Sistema GPS baseia-se no princípio da triangularização; isto é, o usuário conhecendo a posição de um conjunto de satélites com relação a um sistema de referência absoluto e a sua própria posição à estes satélites, poderá calcular a sua posição com relação a este mesmo sistema de referência.

O usuário tem conhecimento da posição dos satélites GPS através de dados enviados por estes satélites, que são chamados de Mensagem de Navegação. Nesta mensagem, além de conter as efemérides dos 24 satélites que são os dados necessários para calcular a posição destes 24 satélites, são enviados dados de observação que consistem de medidas de distância (*pseudorange* e fase da portadora) que são os dados necessários para calcular a distância entre o usuário e os satélites GPS visíveis.

Porém, estes dados de observação são enviados a cada 10 segundos, continuamente, para todos os satélites GPS visíveis tornando um arquivo de dados muito extenso. Não só para facilitar o manuseio destes dados mas também para um pré-processamento onde é feita a rejeição de dados de má qualidade, será desenvolvido um programa em linguagem *Fortran* adaptando a subrotina LFIT do capítulo 14 do *Numerical Recipes* da Editora *Cambridge Univ. Press*.

Esta subrotina ajusta um conjunto de dados através de um polinômio. Fornecendo os dados de observação e o desvio padrão destes dados, ela usa minimização Qui-Quadrada para determinar os coeficientes deste polinômio que poderá ser do grau desejado desde que o grau do polinômio seja menor que número de dados a serem condensados.

Bibliografia:

Press, H. W.; Flannery, B. P.; Teukolsky, S. A.; Vetterling, W. T. **Numerical Recipes**. Cambridge University Press, 3ª edição, 1987. 818p.

Seeber, G. **Satellite Geodesy: Foundations, Methods, and Applications**. Walter de Gruyter, 1993. 531p.

Strang, G.; Borre, K. **Linear Algebra, Geodesy, and GPS**. Wellesle-Cambridge Press, Wellesley, EUA, 1997. 624p.

O EFEITO DO “CLOSE APPROACH” COM MARTE SOBRE ASTERÓIDES DA RESSONÂNCIA 3:1

ÉRICA CRISTINA NOGUEIRA

Bolsa PIBIC - INPE/CNPq

Unesp - Câmpus de Guaratinguetá

OTHON CABO WINTER

Grupo de Dinâmica Orbital e Planetologia

UNESP - Câmpus de Guaratinguetá

ANTONIO FERNANDO BERTACHINI DE A. PRADO

Divisão de Mecânica Espacial e Controle - INPE

Já a mais de um século é sabido que a distribuição de asteróides do cinturão principal, localizado entre Marte e Júpiter, não é uniforme. Fazendo-se um histograma da quantidade de asteróides em termos de semi-eixo maior verifica-se lacunas em regiões correspondentes à ressonâncias de movimento médio com Júpiter, lacunas que são conhecidas como Falhas de Kirkwood

Estudando a falha de Kirkwood associada à ressonância 3:1, Wisdom (1982) mostrou que hipotéticos asteróides nesta ressonância teriam movimento caótico. Estas órbitas atingiriam altas excentricidades, passando a cruzar a órbita de Marte e, eventualmente, a órbita da Terra. A partir disto, Wisdom sugeriu que o “close approach” entre Marte (ou entre a Terra) e os asteróides removeriam os mesmos desta ressonância, resultando na falha observada.

No trabalho desenvolvido por Acunã & Winter (1996) foi feito o estudo analítico introdutório, baseado em manobras swing-by, sobre as condições em que a perturbação no “close approach” altera a órbita desses asteróides. Estudos do tipo swing-by consistem no estudo de uma passagem próxima entre dois corpos celestes, em particular para a situação em que um asteróide passa por Marte. A aproximação “patched conics” tem três fases:

1. Na primeira Marte é negligenciado e o movimento do asteróide ao redor do Sol é considerado uma órbita Kepleriana;
2. Na segunda fase é assumido que o asteróide entra na esfera de influência de Marte e o efeito do Sol é negligenciado. O movimento do asteróide em relação a Marte é hiperbólico. Nesta órbita hiperbólica o asteróide escapa de Marte e seu vetor velocidade (em relação a Marte) gira em um ângulo 2δ mas mantém sua magnitude constante. Então o asteróide cruza novamente a esfera de influência de Marte e deixa este para retornar a órbita Kepleriana em volta do Sol.
3. Depois do asteróide estar em uma nova órbita Kepleriana em volta de Júpiter, o swing-by está completado.

Os três parâmetros que definem o swing-by são:

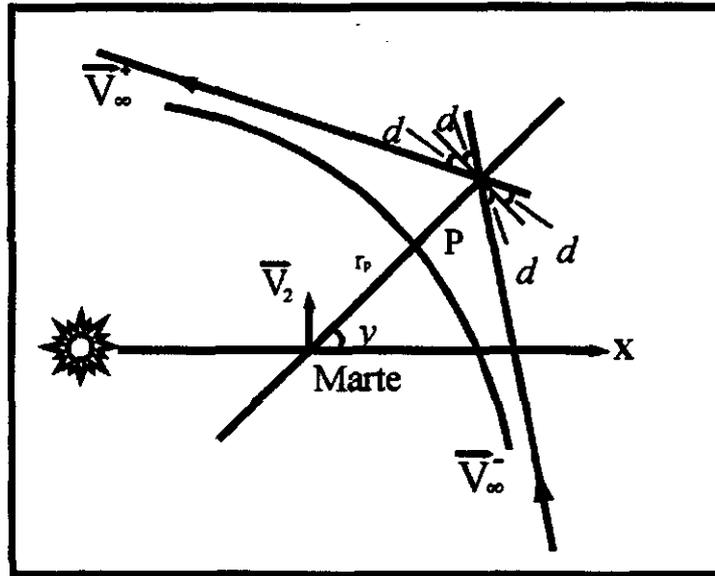
- r_p : distância do pericentro durante a passagem;
- ψ : ângulo entre a linha do pericentro e a linha que une o asteróide e Marte;
- $|V|$: a magnitude da velocidade de aproximação do asteróide.

As três quantidades importantes calculadas no movimento swing-by são:

- a variação da velocidade : $\Delta V = 2V_{\infty} \text{SEN} \delta$
- a variação do momento angular: $\omega \Delta C = -2\vec{V}_{\infty} \vec{V}_{\infty} \text{SEN} \delta \text{SEN} \psi$
- a variação da energia: $\Delta E = -2V_{\infty} V_{\infty} \text{SEN} \delta \text{SEN} \psi$

aonde:

$$\text{sen } \delta = \frac{1}{1 + \frac{r_p v_\infty^2}{\mu_2}}$$



Descrição da Manobra Swing-by

\vec{v}_2 : velocidade de Marte em relação ao Sol;

v_∞^+ , v_∞^- : vetor velocidade do asteroide relativa a Marte antes e depois do encontro;

δ : metade do ângulo de curvatura (o ângulo entre v_∞^+ e v_∞^-);

r_p : a distância do encontro (ponto P) entre Marte e o asteroide;

ψ : o ângulo entre a linha do pericentro (linha conectando Marte a P) e a linha Sol-Marte.

Este trabalho é voltado para o estudo da mudança do semi-eixo maior e excentricidade causadas pela variação da energia e do momento angular da órbita do asteroide em questão, devido ao movimento swing-by. Variando o semi-eixo maior e a excentricidade da órbita será possível verificar se o asteroide ainda estará librando na referida ressonância. Esta variação é dada por:

$$\bullet \Delta a = \frac{2a^2}{Gm_1} \Delta E$$

Este é um trabalho ainda em andamento, sendo que apresentaremos os dados e as análises obtidos até então.

Referências Bibliográficas

Wisdom, J. 1982. The origin of the Kirkwood gaps: A mapping for asteroidal motions near the 3/1 commensurability. The Astronomical Journal 87(3), 557-593.

Acunã, A. L. e O. Winter 1996. Análise de parâmetros de "close approach" para remoção de asteroides da ressonância. VIII Colóquio Brasileiro de Dinâmica Orbital, pag. 108, Santos, S.P.

Modelagem Simplificada de Choques Mecânicos em Satélite Durante a Separação do Veículo Lançador

Alex Thaumaturgo Dias
Aluno da Universidade de Taubaté - Bolsista PIBIC-CNPq/INPE

Orientadores: Dr. Roberto Vieira da Fonseca Lopes
Dr. Mário César Ricci
Divisão de Mecânica Espacial e Controle - DMC

Durante o lançamento do satélite brasileiro de coleta de dados SCD-1 ocorreu um fenômeno que permanece ainda sem explicação. Os registros do veículo lançador Pegasus acusam uma taxa de rotação precisa de 120rpm no momento da separação. Ora, em tal circunstância o magnetômetro de bordo do satélite deveria acusar uma leitura praticamente constante visto que a frequência de amostragem deste sensor é 2Hz. Entretanto, desde a primeira passagem sobre a estação de Alcântara, há apenas alguns minutos após a separação, os dados de leitura do magnetômetro já apresentavam uma nítida oscilação numa frequência correspondente a 118.2rpm.

Uma das possíveis causas do fenômeno seria a ocorrência de colisão acidental durante a delicada fase de separação entre o satélite e a colifa de seu veículo lançador. Nesta etapa ambos, satélite e foguete encontram-se rotacionados, de modo que qualquer desbalanceamento na ação dos dispositivos de separação induz movimentos de nutação que podem levar eventualmente a uma colisão.

O propósito deste trabalho é justamente fornecer ferramentas que contribuam para verificar de forma objetiva a ocorrência deste tipo de colisão por meio da previsão do movimento de atitude do satélite posteriormente ao choque. Num primeiro momento o estudo se concentrou na caracterização e classificação dos choques mecânicos no plano. Foram consideradas a lei de Newton para choques mecânicos e a hipótese de Poisson. Os resultados até aqui obtidos são apresentados na forma de mapas em função do coeficiente de atrito entre os materiais e do coeficiente de restituição do choque. Numa Segunda fase pretende-se estender a análise para o caso tri-dimensional, e finalmente aplicar os resultados ao caso satélite-foguete. Ensaios experimentais são também vislumbrados.

Bibliografia

1. Wang, Y. and Mason, M.T. "Two-Dimensional Rigid Body Collisions With Friction" *ASME Journal of Applied Mechanics*, Vol. 59, pp. 635-642, Sept. 1992.
2. Fonseca, I. M. "Dinâmica da Separação entre o Último Estágio do Veículo Lançador e do Satélite." *Anais, IX Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica*, pgs. 915-917. Florianópolis, SC, Dezembro de 1988.
3. Fonseca, I. M. "A Preliminary Study of Separation Dynamics of the First Brazilian Satellite From Its Launch Vehicle." [A-ETD-0038] INPE, São José dos Campos, SP, abril de 1988.
4. Fonseca, I. M. "Dynamic Analysis of the Last Stage-Spacecraft Separation With Initial Condition Set By The Stabilization Mechanism Of The Launcher." [A-ETD-0041] INPE, São José dos Campos, SP.

RESUMO

Bolsista : *Sandro Furlan David*

Orientador : *José Nivaldo Hinckel*

Escola de Origem : *UNIVAP(Universidade do Vale do Paraíba)*

Tipo da Bolsa : *PIBIC/CNPQ*

Objetivos : *Desenvolvimento de Interfaces Gráficas utilizando Linguagens de Programação Orientadas a Objetos (Delphi , C++).*

Criação e Manipulação de Objetos gráficos para um programa de simulação de sistemas propulsivos em desenvolvimento no grupo de Propulsão.

Interfaces Gráficas

Interfaces Gráficas são na verdade programas escritos onde grupos de objetos comunicam-se entre si. Ferramentas como botões, caixas de texto, painéis, etc., são utilizados em um ambiente gráfico com o intuito de tornar um programa com uma aparência amigável e de simples utilização para o usuário.

Em um programa orientado a objetos estes componentes gráficos nada mais são do que grupos de objetos onde todo o seu código fonte é declarado, utilizando-se do conceito de classes (descrição de um objeto) as quais, através de seus métodos(funções de uma classe), o usuário pode manipulá-los.

Atualmente uma interface gráfica pode ser criada a partir de Linguagens Visuais Orientadas a Objetos. Linguagens como o Delphi e o Borland C++ Builder , destinadas para a linha PC, são totalmente voltadas para o ambiente Windows, cujas ferramentas gráficas e todos os seus componentes podem ser utilizados em uma interface.

Através da Linguagem de Programação Orientada a Objetos Delphi, um sistema de conversão de grandezas físicas de diferentes tipos de unidades(Comprimento, Massa, Temperatura,) foi desenvolvido. O programa utiliza uma interface gráfica simples onde diferentes tipos de componentes como botões, painéis, caixas de diálogo, etc... estão presentes, tornando o ambiente o mais amigável possível ao usuário.

No entanto o conceito de programação utilizando classes não foi aproveitado neste programa, estando presentes objetos já definidos pela própria linguagem, métodos para manipulação de tais objetos e funções para os cálculos mais complexos.

Utilizando-se da Linguagem Visual Orientada a Objetos C++ Builder um programa de simulação para testes propulsivos de um motor para foguetes está sendo elaborado pela equipe de Micropropulsão .

Através de uma Interface Gráfica, com diferentes tipos de componentes, o programa permite a configuração, a análise e a simulação do sistema.

Este sistema baseia-se em uma programação envolvendo classes que descrevem os diferentes componentes que serão necessários para os testes propulsivos.

Para o programa de testes propulsivos foi definida uma classe chamada motor. Esta classe envolve e associa funções e dados, controlando o acesso a estes, onde estão declarados seus atributos(dados) e suas funções membro(código).

Alguns de seus atributos como a temperatura, a pressão ambiente, a pressão de saída, o fluxo de massa, o enxuto aplicado, tipo do combustível e do oxidante, etc., compõem a classe motor. Os métodos desta classe são funções que manipulam esses atributos.

A análise do sistema só poderá ser feita após a definição de todos os componentes necessários para a simulação do mesmo.

O programa permite também uma maior facilidade de implementação de novos componentes, já que o sistema é totalmente voltado para a programação orientada a objetos.

Conclusão :

Em linguagens orientadas a objetos o código e os dados são ligados de forma diferente. A própria declaração de um tipo definido pelo usuário já engloba as declarações das funções inerentes a este tipo.

O importante quando se cria uma interface, é que ela deve ser flexível de modo a não apresentar entraves para a criação do código que seria feita numa outra etapa.

ANÁLISE DE SÉRIES TEMPORAIS DE FENÔMENOS GEOFÍSICOS

Caio Teruo Hideshima

Aluno do Instituto Tecnológico de Aeronáutica - Bolsa PIBIC/CNPq

Orientador: Dr. Daniel Jean Roger Nordemann, Divisão de Geofísica Espacial –
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE

O estudo dos registros medidos sobre os fenômenos geofísicos, que ocorreram no passado e continuam ocorrendo no presente, tem a vantagem de permitir a observação de relações entre os fenômenos e através destas poder prever, para nos precaver-mos e até tirar-mos proveitos econômicos de um possível acontecimento envolvendo estes fenômenos geofísicos. Além disso, este estudo possibilita um maior conhecimento e entrosamento com o assunto (análise matemática de séries temporais), e também aperfeiçoamento no método de análise de sinais periódicos ou não periódicos.

Os dados analisados são tirados de amostras naturais tais como amostras de coluna de gelos; anéis de árvore, onde os dados são obtidos através do comprimento do anel da árvore; sedimentos marinhos e lacustres e também institutos de pesquisa e observatórios. Os dados obtidos através destes métodos de amostras naturais são todos encontrados na internet a disposição dos cientistas e estudantes.

As séries temporais obtidas foram estudadas através do método de regressão iterativa com o auxílio do software *Mathematica* que possui grande vantagem sobre os recursos gráficos e matemáticos, sendo este o motivo da escolha da utilização deste software.

Comparando-se os resultados, pode-se observar que:

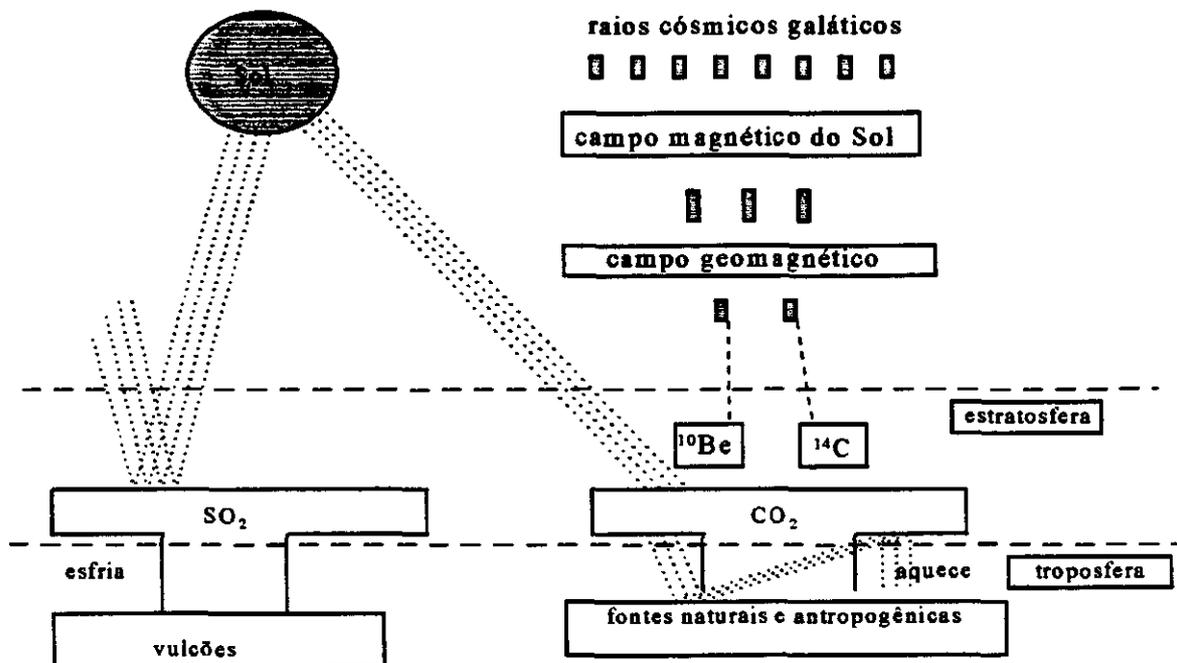
As variações climáticas na Terra pode ter suas origens no Sol, mediante variação da atividade solar, ou serem causadas na Terra por fenômenos naturais como erupções vulcânicas, ou artificiais, como queima de combustível fóssil pelo homem.

Quando há erupções vulcânicas, ocorre a emissão de dióxido de enxofre (SO_2) na estratosfera, que se transforma em gotas de ácido sulfúrico (H_2SO_4). Esse ácido espalha-se rapidamente a luz solar, reduzindo assim a radiação que chega a superfície da Terra, o que provoca um esfriamento no planeta.

Os fósseis da floresta encontrados são fortes evidências que o clima do Terciário recente era mais quente que os dias de hoje. No estudo foram encontrados árvores das espécies *Metasequoia* no Local 1 e *Glyptostrobus* no Local 2. O Local 2 possui uma média sensível um pouco maior que o Local 1 sugerindo que a condição de crescimento do Local 1 foram sensivelmente mais uniformes e favoráveis, mas isto não quer dizer que foram condições muito diferentes. Os

fósseis de floresta encontradas são óbvias evidências climáticas que o clima do Terciário recente era mais quente que os dias de hoje.

A figura a seguir ilustra as possíveis relações entre o Sol, clima, vulcões e CO_2 , assim como os cosmonuclídeos ^{14}C , ^{10}Be utilizados como indicadores paleoclimáticos.



APLICAÇÃO DE MÉTODOS ESTATÍSTICOS E DE OTIMIZAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA A ANÁLISE DA ARQUITETURA MECÂNICA DE SATÉLITES ARTIFICIAIS SOB O PONTO DE VISTA DE SUAS PROPRIEDADES DE MASSA

Michele Marson
Universidade de Taubaté - UNITAU
Orientador: Petrônio Noronha de Souza
Divisão de Mecânica Espacial e Controle
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

As atividades de arquitetura mecânica desenvolvidas nos projetos de satélites normalmente contam com ferramentas computacionais que não consideram as dispersões presentes nos dados das propriedades de massa dos equipamentos que constituem o satélite, fornecendo resultados para as propriedades de inércia que não retratavam as incertezas existentes.

Neste trabalho foi feita uma revisão de uma das ferramentas utilizadas para o cálculo das propriedades de inércia. Esta ferramenta (programa) fazia apenas cálculos nominais das propriedades. As alterações introduzidas tiveram como objetivo:

1. A incorporação das incertezas presentes na massa de cada um dos elementos constituintes do satélite. Os resultados passaram a ser apresentados também na forma gráfica com o intuito de dar ao arquiteto mecânico uma visão estatística das quantidades sendo calculadas. Para isto, foi utilizado o método de Monte Carlo;
2. A inclusão da massa da cablagem do satélite como dado de entrada do programa. A cablagem possui massa significativa em relação à estrutura em questão e, normalmente, não faz parte das listas iniciais dos equipamentos.

Com o intuito de também auxiliar nas tarefas de análise, foi estudada a incorporação de um módulo que permitisse ao arquiteto mecânico reposicionar alguns equipamentos com o objetivo de alterar as propriedades de inércia da estrutura. Para tanto foi pesquisada uma técnica de otimização que permitisse criar novas posições para os elementos que constituem o satélite, satisfazendo, por exemplo, às restrições na variação da posição do centro de massa dos mesmos. O método estudado foi de ordem zero que adaptou-se bem às condições impostas pelo problema.

O resultado final proporciona não apenas uma ferramenta capaz de cálculos mais realistas, mas também uma espécie de “ambiente” cuja interatividade dá ao arquiteto mecânico flexibilidade, rapidez e precisão em qualquer etapa do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Tipler, Paul A. *Física, Mecânica*, Volume 1, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 3ª edição, Rio de Janeiro, 1995.
- [2] Araújo, E.F.R. Rios Filho, L.G. Souza, P.N. Inércia 262 Programa para o cálculo dos momentos e direções principais de inércia do satélite de coleta de dados da MECB. São José dos Campos, INPE, Outubro de 1984.
- [3] Greenwood, D.T. *Principles of Dynamics*. Englewood Clippis, N.J., Pretice-Hall, 1965.
- [4] Meriam, J.L. *Dinâmica*, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro, 1976.
- [5] Crespo, Antônio A. *Estatística Fácil*, Saraiva, 11ª edição, São Paulo, 1994.
- [6] Hammersley, J.M. & Handscomb, D.C. *Monte Carlo Methods*. Fletcher & Son Ltd., London, 1967.
- [7] Ertas, Atila & Jones, Jesse C. *The Engineering Design Process*. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1993.
- [8] Shreider, A. Yu *Method of Statistical Testing Monte Carlo Method*. Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 1964.

4ª Sessão Técnica

02 de julho de 1998, 09:00 – 10:20
Chairperson: Dra. Inez Staciarini Batista

IMPLEMENTAÇÃO DE UMA INTERFACE GRÁFICA PARA O CONTROLE DE AGENTES AUTÔNOMOS EM AMBIENTES DINAMICOS

Ana Carolina Cabral de Almeida – Bolsista PIBIC/CNPq
Universidade de Taubaté – UNITAU
Orientador: Carlos Ho Shih Ning
Divisão de Processamento de Imagens
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE

Muito se fala no uso do computador para soluções de problemas do nosso dia a dia: cadastro de pessoas, contabilidade, pagamento de contas via Internet, etc. O computador, ou os programas nele executados, acabam por representar uma personificação de um indivíduo capaz de realizar tarefas especializadas. Uma maneira de fazer com que os programas de computador sejam um pouco mais inteligentes seria o de dar uma autonomia supervisionada a esses programas tratando-os como agentes.

Muitos dos programas de computador que normalmente não são visualmente visíveis podem ser apresentados numa forma gráfica. Um exemplo disso é o Microsoft Word Help, que todos nós conhecemos, que nada mais é do que um programa típico de ajuda que reside no menu de Help em qualquer programa mas com um aspecto humano, ou simpático. Isto é, quando o Help é acionado uma figura aparece (Fig.1). Essa figura se movimenta, dá dicas e sugere informações mais apropriadas para cada situação. Esse tipo de programa assistente é mais conhecido com *wizard*, mas agente é uma nomenclatura mais geral para programas inteligentes sejam elas visíveis ou não.

Neste trabalho pude conhecer os mecanismos de um sistema de animação de múltiplos robôs autônomos que se movimentam num ambiente cheios de objetos como cadeiras, mesas, copos e balcões. Os robôs são entidades (agentes) com formas humanóides e com comportamentos autônomos (ações). Eles têm um repertório de movimentos, ou ações, que se adaptam para cada situação. Por exemplo, tomemos o cenário de um bar (Fig.2) e que um certo robô agente deseja apanhar uma bebida, neste caso: ou ele vai até o local onde está a bebida e apanha o copo contendo a bebida; ou ele pede para um agente *garçon*; ou ele pede para um agente *barman*. Ainda assim, para cada uma dessas alternativas o robô deve decidir uma das muitas alternativas disponíveis. No caso do robô decidir-se por ir pessoalmente ao local da bebida ele deve verificar onde, em que balcão, tem copos com bebidas e ir até lá. Se ele já estiver no próprio local da bebida ele não precisará caminhar, bastando estender o braço e apanhar o copo. Mesmo nesta simples ação o robô ainda deverá decidir se deverá inclinar/virar o corpo ou simplesmente estender o braço, e assim por diante.

As ações que os agentes robôs podem realizar em cada situação depende do repertório de ações implementadas. A capacidade de percepção de uma variedade de situações para acionar a ação apropriada também faz parte do repertório do robô. Isto é feito através de regras de decisão do tipo: *SE percepção da situação ENTÃO realize uma ação*. Em cada ação escolhida novas sub-decisões podem ser tomadas até que uma ação concreta final possa ser escolhida. A codificação dessas regras de decisão é feita numa linguagem de Inteligência Artificial chamada *Prolog*. Estas duas partes da regra são na realidade programas. Se o primeiro programa *percepção da situação* executar com sucesso então o programa *realize uma ação* será feito. Dessa forma novas regras poderão ser facilmente agregadas ao repertório.

A visualização de agentes sob a forma gráfica permite que se “enxergue” a atividade de um programa, isto é, a associação de uma figura familiar a um programa, como é o caso do MS Word na Fig.1 e do robô neste trabalho na Fig.2, permite que se enxergue os programas como personagens que realizam atividades no computador. A inteligência desses personagens pode ser ampliada a medida que acrescentamos mais regras que identifiquem as situações com maior nível detalhe.

REFERÊNCIAS BIBLIGRÁFICAS

Bratko, I. "Prolog programming for artificial intelligence", Addison-Wesley, 1990.

Internet. "3-D Computer Animation". http://www.halcyon.com/asllc/cle_ani2.html

Ning, CSN "A framework for behavioural control in computer animation". Sussex University. England, 1996.

LPA-PROLOG. "Prolog Programming Guide", 1993.

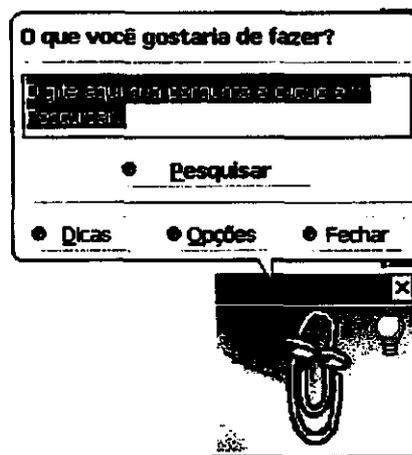


Fig.1 – Agente Help do Microsoft Word. Personificação de um programa de ajuda numa figura mais amigável.

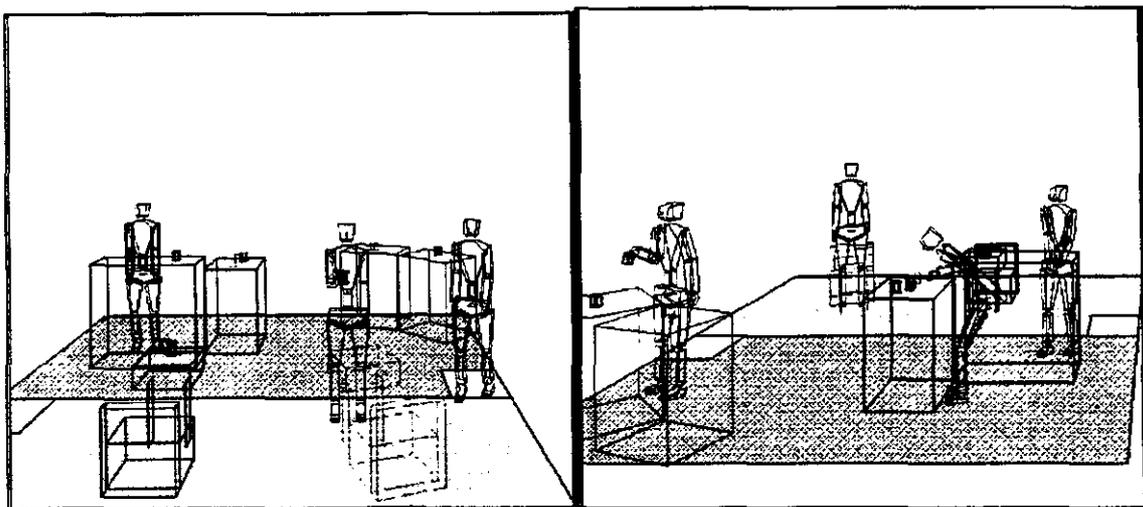


Fig.2 – Cenas de animação vistas de ângulos diferentes de um ambiente ocupado por agentes e objetos num cenário de bar.

**ALGORITMOS DE CONTROLE ANALÓGICOS E DIGITAIS
(APLICADOS AO PROJETO DO EXPERIMENTO RODA DE REAÇÃO –
ERR)**

Denis Pirttiahó Cardoso

Instituto Tecnológico de Aeronáutica-ITA

Orientador: Dr. Marcelo Lopes de Oliveira e Souza, Pesquisador

Divisão de Mecânica Espacial e Controle-DMC

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE

RESUMO

Este trabalho resume o Relatório Final da Bolsa de Iniciação Científica sobre Algoritmos de Controle Analógicos e Digitais Aplicados ao Projeto do Experimento Roda de Reação – ERR . Este voará no 2o. Satélite de Coleta de Dados-SCD2 em breve, visando ser testado em voo. O ERR é composto fisicamente por um motor síncrono e um circuito eletrônico que o controla. A finalidade do ERR é testar repetidamente a lubrificação de um mancal e o controle do seu motor em vários regimes de velocidade. O movimento do mancal gera uma rotação no satélite graças à conservação do momento angular.

O circuito eletrônico que controla o motor é um circuito digital que pode ser programado. Este programa fica armazenado numa EPROM e é executado por um microcontrolador 8031 que recebe, processa e gera sinais de controle para o motor por meio de uma interface eletrônica.

A interface que é formada pelo chip 82C55 está configurada para obter sinais de um sensor Hall que faz a leitura de velocidade de rotação do motor, além de transportar sinais processados no microcontrolador e sinais de mudança de perfil para o motor. Vale a ressalva que cada perfil gera quatro velocidades de referência para o motor.

A lei de controle implementada, pode ser alterada livremente através de sua reprogramação na EPROM. Diante desta flexibilidade surgiu o interesse em gerar leis de controle mais eficazes na tarefa da manutenção da rotação do motor. O processo de formulação dessas novas leis consta de uma fase inicial em que se dá a sua elaboração teórica, e de uma segunda fase em que se dá o processo de simulação e comparação da nova lei com as leis já implementadas, levantando suas vantagens e desvantagens.

A programação é feita neste período de testes numa EPROM, pois esta permite a sua regravação. Contudo, como o satélite estará sujeito às mais diversas formas de radiação

quando em órbita, substitui-se a EPROM por uma PROM nesta situação para se evitar que o seu conteúdo seja alterado como poderia acontecer com a EPROM.

O trabalho apresenta por fim, os resultados, comparações e conclusões obtidas até então.

BIBLIOGRAFIA:

- [1] Ogata, K., Engenharia de Controle Moderno, Prentice-Hall do Brasil, 2ª edição, 1993.

- [2] Franklin, G.F., and Powell, J.D., Digital Control of Dynamic Systems, Addison-Wesley Publishing Company, NY, 1991.

- [3] Vieira, E.C.P. “Comparação de Leis de Controle Digital em Tempo Real para Rodas de Reação” (Trabalho de Graduação em Engenharia de Eletrônica) ITA, S. José dos Campos, 1996.

- [4] Souza, P.N., “Análise, Projeto, Construção e Testes de Um Modelo de Roda de Reação Para Aplicações Espaciais” (Dissertação de Mestrado em Ciência Espacial/Mecânica Orbital) INPE, S. José dos Campos, 1986.

- [5] Trivelato, G.C., “Controle de Rodas de Reação Através de Técnicas Digitais Usando Modelos de Referência” (Dissertação de Mestrado em Ciência Espacial/Mecânica Orbital) INPE, 1988.

- [6] Souza, P.N. e Fleury, A.T. “Modelo Experimental de Uma Roda de Reação para Controle da Atitude de Satélites Artificiais: Construção, Simulação e Testes”, COBEM 87, Florianópolis, 1987.

- [7] Souza, P.N., Fleury, A.T. e Souza, J.M.F., “Projetos de Um Modelo Experimental de Uma Roda de Reação para Controle de Atitude de Satélites Artificiais”, VIII COBEM, S.J.Campos, 1985.

ESTUDO DE VARIAÇÕES DIURNAS E PULSAÇÕES GEOMAGNÉTICAS COM PERÍODOS ENTRE 10 E 1000S NAS REGIÕES DA ANOMALIA MAGNÉTICA DO ATLÂNTICO SUL E ELETROJATO EQUATORIAL

Herbert Ricardo Gonzales Lopes
Universidade de Taubaté - UNITAU
Bolsista PIBIC/CNPq
Dr. Severino Luiz Guimarães Dutra
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Divisão de Geofísica Espacial - D G E
Av. dos Astronautas, 1758 - Caixa Postal 515
São José dos Campos - SP
Dr. José Marques da Costa
Universidade de Taubaté - UNITAU
Departamento de Matemática e Física
Rua Daniel Danelli, s/n
Taubaté -SP

Este trabalho teve como objetivo o estudo de variações diurnas e pulsações geomagnéticas com períodos entre 10 e 1000s nas regiões da Anomalia Magnética do Atlântico Sul e Eletrojato Equatorial. A Anomalia Magnética do Atlântico Sul é uma região que apresenta o valor mínimo da intensidade total do campo magnético terrestre. O Eletrojato Equatorial é uma corrente elétrica na altura de 110–150Km que circunda o globo terrestre na região do equador magnético. O campo magnético da Terra apresenta um grande espectro de variações, estendendo-se desde frações de segundo até mais de 30 milhões de anos. As causas das variações de longo período, tais como reversão dipolar e variação secular, são internas. Já as flutuações com período menores que uns poucos dias têm origens externas à Terra.

Fez-se uso dos dados geomagnéticos coletados nas cadeias de estações que o INPE vem operando, já há vários anos no território brasileiro, equipadas com magnetômetros de três componentes do tipo núcleo saturado (*fluxgate*) em forma de anel. Estes magnetômetros medem as três componentes H, D e Z do campo geomagnético com precisão melhor que um InT. Os dados são registrados e digitalizados num intervalo de amostragem de três segundos, para cada uma das três componentes. Os dados foram adquiridos na estação de Santa Maria (29,7°S 53,9°W), RS, na região da Anomalia Magnética do Atlântico Sul, e em Alcântara (2,4°S 44,4°W) e São Luiz (2,5°S 44,3°W), MA, na região do Eletrojato Equatorial. Os dados foram processados com ferramentas/programas computacionais, já existentes no INPE/DGE, que possibilitam o estudo da variação temporal e a procura das frequências dominantes nas faixas Pc-3 (10-45s), Pc-4 (45-150s), Pc-5 (150-600s) e, também, de variações entre 600 e 1000s. Os sinais filtrados foram analisados usando o método da Transformada Rápida de Fourier (FFT).

Os dados foram analisados para os períodos magneticamente calmos, com $\Sigma Kp \leq 10$, e também, para períodos perturbados, com $\Sigma Kp \geq 29$, escolhendo-se diversos dias entre as quatro estações do ano. As Figuras 1 e 2 ilustram para Santa Maria e Alcântara, respectivamente, a variação diurna do campo geomagnético. Nestes gráficos estão mostrados todos os 28.800 pontos coletados pelos magnetômetros. A variação nas três componentes do campo geomagnético é representada pelas curvas H, D e Z. Em Santa Maria, no dia 28 de outubro de 1994, a amplitude da componente H varia apenas 40nT durante o dia e diminui para o valor da linha de base à noite. Para Alcântara, neste mesmo dia, esta componente mostra-se levemente perturbada, atingindo um valor máximo de 80nT em torno das 12 horas local (15:00UT) e retoma ao mesmo valor de base por volta de 18 horas (21:00UT). A filtragem permitiu a identificação das micropulsações geomagnéticas nas faixas de períodos 10-45s (Pc-3), 45-150s (Pc-4), 150-600s (Pc-5). Através destas filtragens pode-se visualizar a variação da amplitude do sinal ao longo do tempo e localizar os pacotes com micropulsações. Os picos com amplitude máxima, nas três bandas de filtragem, ocorrem predominantemente entre 09:00 e 16:00UT. Há

também a ocorrência de picos secundários entre 00:00 e 09:00UT e das 21:00 até 24:00UT, em ambas estações.

Devido a corrente do Eletrojato Equatorial pode-se observar a máxima amplitude da componente H por volta das 12:00 horas local em São Luiz e Alcântara. À noite o Eletrojato diminui bastante fazendo com que a componente H retorne para a linha de base. Já as observações feitas em Santa Maria, em período geomagneticamente perturbado, mostram o efeito do fenômeno de precipitação de partículas dos cinturões de radiações de Van Allen na atmosfera da Terra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- 1) Langel, R. A. The Main Field, In: Jacobs, J A ed., *Geomagnetism*. London, Academic Press, 1987. V 1, cap.4, pp. 249-492.
- 2) Jacobs, J. A. *Geomagnetic Micropulsations*. New York, Springer - Verlag, 1970.
- 3) Forbes, A. J. General Instrumentation. In: Jacobs, J A ed., *Geomagnetism*. London, Academic Press, 1987. V 1, cap 2, pp. 51-136.
- 4) Trivedi, N. B.; Ogura, F. X. K.; de Andrade J. C.; da Costa, J. M.; Barreto, L.M. A ring core fluxgate magnetometer for IEEY program in Brazil. *Revista Brasileira de Geofísica*, 13(1):37-43, 1995.

Santa Maria - October 28, 1994 - $\Sigma Kp = 9+$

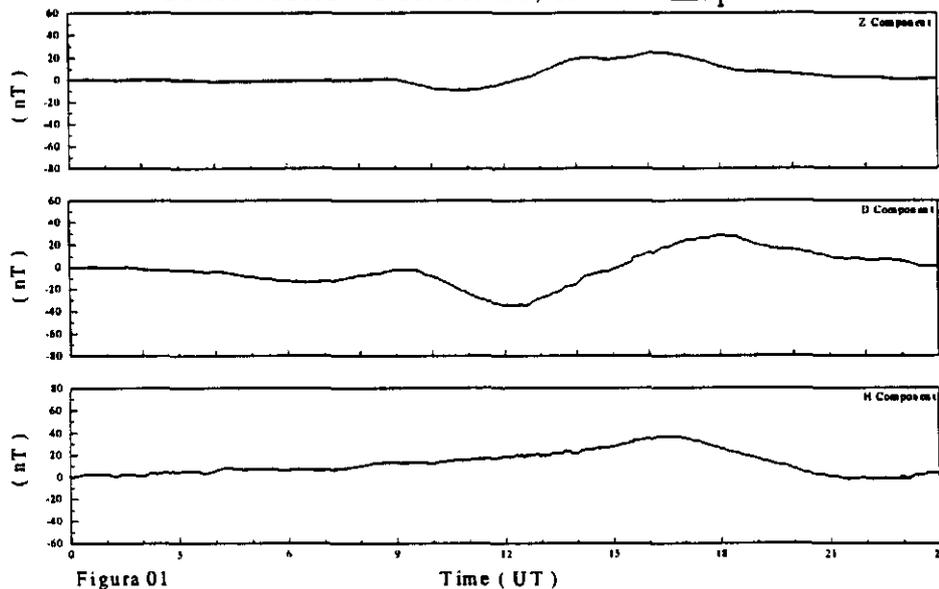


Figura 01

Alcântara - October 28, 1994 - $\Sigma Kp = 9+$

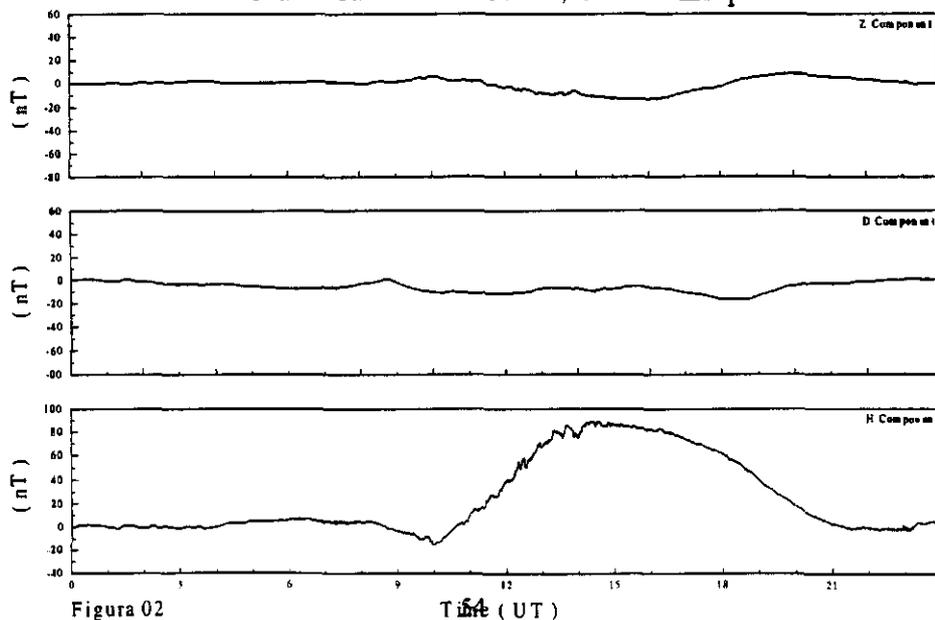


Figura 02

Time (UT)

ESTUDO DE IRREGULARIDADES IONOFÉRICAS NA REGIÃO DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

BOLSISTA: FRANCILEI CAMPOS DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: DR. EURICO RODRIGUES DE PAULA
DR. IVAN JELINEK KANTOR

PERÍODO: MARÇO A JULHO DE 1998 (SUBSTITUIÇÃO)

GPS – É um sistema de navegação que permite determinar a posição e a velocidade de um objeto fixo ou móvel em qualquer ponto sobre o próximo da superfície terrestre. Consiste atualmente em 24 satélites operacionais e, órbita circulares inclinados 55 graus em relação ao plano equatorial com períodos de 12 horas dispostos em seis planos de quatro satélites cada plano.

Em colaboração com a Universidade de Cornell, Ithaca, NY, EUA, um sistema de GPS da marca GEC-PLESSEY doado por Cornell, consistindo de uma placa GPS, cabos e uma antena, foi instalado em um microcomputador adquirido com auxílio FAPESP (processo 97/03342-5) no prédio LIT do INPE em setembro de 1997 e encontra-se operacional até a presente data;

Outro sistema de GPS semelhante, também doado pela Universidade de Cornell, foi instalado no prédio Satélite do INPE em abril de 1998 para medir a componente oeste-leste da velocidade das bolhas utilizando dois receptores espaçados cerca de 185 m nesta direção;

AS BOLHAS IONOSFÉRICAS

As irregularidades ionosféricas são geradas em toda a extensão do equador magnético, normalmente desde o pôr do Sol até próximo da meia noite, devido às instabilidades do plasma ionosférico. Elas são mais frequentes de setembro a abril nas regiões brasileiras e sua ocorrência aumenta durante alta atividade solar. Muitas destas irregularidades se evoluem e crescem ao longo das linhas de campo magnético, formando imensas regiões rarefeitas de plasma na ionosfera que são denominadas bolhas ionosféricas. Estas bolhas ionosféricas podem atingir mais de 1.000 km de altitude, medem de 150 a 300 km na direção perpendicular ao campo magnético, podem atingir 10.000 km ao longo da linha de campo magnético e migram para leste. É portanto importante determinar a componente oeste-leste da velocidade das bolhas, o que é um dos objetivos deste projeto. Estas bolhas ionosféricas afetam consideravelmente a transmissão de sinais eletromagnéticos entre satélites e a Terra e afetam e portanto afetam os sistemas de posicionamento global (GPS).

OBJETIVOS CIENTÍFICOS DO PROJETO

Utilizando medidas da amplitude do sinal recebido por um receptor de GPS (Global Positioning System) localizado nas dependências do INPE:

- estudar a ocorrência de irregularidades ionosféricas em São José dos Campos;
- estudar a variação latitudinal e longitudinal das irregularidades utilizando também dados semelhantes obtidos por receptores de GPS localizados em Natal (Rio Grande do Norte) e em Tucuman (Argentina);
- determinar a componente oeste-leste da velocidade das bolhas ionosféricas, que são grandes regiões onde o plasma é rarefeito e que são originadas de irregularidades ionosféricas devidas à instabilidades do plasma ionosférico em regiões equatoriais, utilizando 2 receptores espaçados localizados nas dependências do INPE;
- estudar a influência destas bolhas ionosféricas sobre a determinação da posição do receptor de GPS em conjunto com dados de imageador “all sky” de luminescência atmosférica, em colaboração com o Dr. Paulo R. Fagundes (INPE/UNIVAP).

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

As atividades desenvolvidas pelo bolsista foram:

Familiarização do bolsista com o sistema GPS.

Instalação e introdução ao uso do software Matlab.

Desenvolvimento de software em C++ (Visual C++, Microsoft) para análise de dados (em andamento).

Leitura de literaturas sobre ionosfera, bolhas ionosféricas (irregularidades) e GPS.

Bibliografia:

B. W. Parkinson , J. J. Spilker Jr. (Eds.), GPS: Theory and Applications, vol 1, Progress in Astronautics, vol. 163, 1996

B. Hofmann – Wellenhof, H.Lichtenegger, J. Collins, GPS Theory and Practice, Springer-Verlag wien New York, 1994.

5ª Sessão Técnica

O2 de julho de 1998, 10:40 - 12:00
Chairperson: Dra. Inez Staciarini Batista

**MEDIDAS IN-LOCO DE DENSIDADE E TEMPERATURA
ELETRÔNICA ATRAVÉS DE EXPERIMENTOS PLASMEX E PDP**

Leandro Paulino Vieira

Aluno da Escola de Engenharia Industrial - Bolsa PIBIC / CNPq

Orientador: Dr. Polinaya Muralikrishna, Pesquisador

Divisão de Aeronomia

A ionosfera tem um papel muito importante nas comunicações e telecomunicações por ser condutiva (conter elétrons e íons). Através dos tempos, viu-se que ela apresenta certos fenômenos que provocam interferências nas comunicações entre dois pontos do planeta ou entre um ponto do planeta e um ponto no espaço. Dentre os fenômenos pode-se citar: O Espalhamento -F (SPREAD-F) e o Eletrojato Equatorial.

Baseado no estudo do experimento PLASMEX foram projetados as partes mecânicas do experimento PDP.

Os experimentos PLASMEX/PDP são propostos com o objetivo de investigar o fenômeno das "bolhas ionosféricas", também conhecido como depleções ionosféricas, conhecidas por existir na região ionosférica acima de uma extensão larga de latitudes.

Neste trabalho foi feito o desenvolvimento do sistema mecânico do conjunto PDP (Pacote de Diagnóstico de Plasma) com o auxílio do Software AutoCAD. Este experimento está sendo projetado no INPE, para lançamento a bordo do Micro Satélite Científico Franco-Brasileiro, a ser lançado nos próximos anos para estudos dos processos eletrodinâmicos e não lineares do plasma equatorial.

Toda carga útil deve ser leve, compacta e não apresentar elevada sensibilidade a vibrações. Pois o ambiente em que ele se encontrará no momento do lançamento e durante seu ciclo exigirá todos esses parâmetros.

O alumínio foi o material adotado para alojar todas as partes deste sensor, devido a ser um material que satisfaz os pré-requisitos de uma carga útil. É pretendido fazer medidas da densidade, temperatura e distribuição espectral das irregularidades do plasma usando os seguintes experimentos:

1) Sonda de Capacitância de Alta Freqüência (HFC) por medir a densidade de plasma.

2) Sonda Langmuir (LP) por medir o perfil de densidade de elétron e a distribuição espectral das irregularidades do plasma.

3) Sonda de Temperatura de Elétron (ETP) por medir a temperatura cinética dos elétrons ionosféricos. (Esta sonda será fabricada em colaboração com o Instituto de Espaço e Ciência Astronáutica - ISAS, Japão).

Os experimentos HFC e LP serão desdobrados no momento da atuação dos mesmos. Por isso foi necessário fazer o projeto do sistema que realiza esta tarefa. Os dois sensores serão desdobrados através de dois motores de passo (um para cada alojamento).

Os desenhos mecânicos do projeto dos três experimentos PDP já foram concluídos.

Pode-se dizer que estamos na fase final deste experimento, e na próxima fase é proposto realizar o detalhamento e fabricação do mesmo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VIEIRA, LEANDRO P. Relatório Parcial da PIBIC, 1997-98

ABDU, M.A. ; MURALIKRISHNA, P. et al. PLASMA DIAGNOSTICS PACKAGE - PDP. *A MULTI-INSTRUMENT INVESTIGATION OF THE ELECTRODYNAMICS AND NONLINEAR PLASMA PROCESSES IN THE EQUATORIAL IONOSPHERE-THERMOSPHERE SYSTEM*. FRENCH-BRASILIAN SCIENTIFIC MICRO-SATELLITE, Instituto Nacional de Pesq. Espaciais, INPE/MCT, C.P.515, 12201-970, São José dos Campos - SP, BRAZIL, 1996.

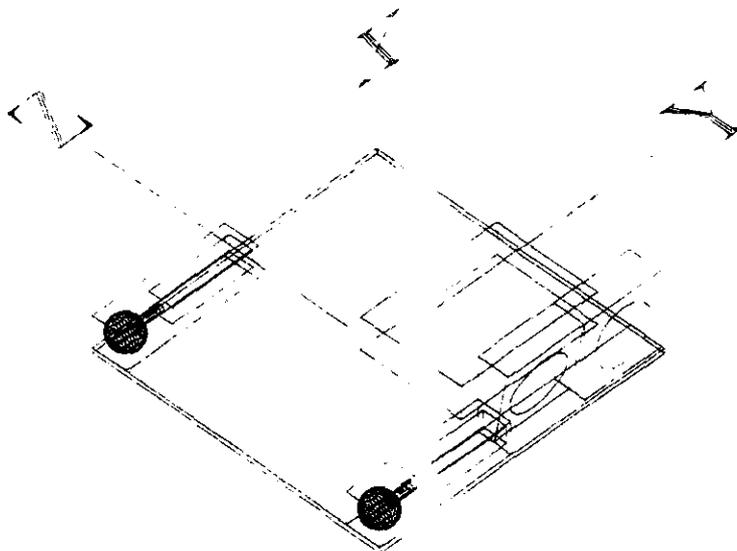


Fig. 1 - Experimentos PLASMEX/PDP e suas orientações conforme os eixos X, Y e Z do satélite.

**SOFTWARE DE COMANDO E VISUALIZAÇÃO DOS DADOS ADQUIRIDOS PELO
EXPERIMENTO PLASMEX DO SATÉLITE SACI-1 E LEVANTAMENTO
ESTATÍSTICO DE OCORRÊNCIA DE SPREAD-F SOBRE FORTALEZA**

Maureni Cristina de Faria - Bolsa PIBIC / CNPq
Aluna da Escola de Engenharia Industrial - EEI
Orientador : Dr.: Polinaya Muralikrishna , Pesquisador
Divisão de Aeronomia

O conhecimento da ionosfera é útil em diversas aplicações, tais como: sistema de comunicação via satélite, sistema de localização geográfica e sistemas de navegação terrestre, aéreo e marítimo.

A ionosfera é um constituinte minoritário da atmosfera terrestre que está localizada na termosfera (acima de ~80 km) e sua importância se deve às suas propriedades elétricas e térmicas que geram as interferências nos sinais de comunicação que a utiliza como meio de propagação. É formada pela irradiação solar e tende a diminuir de densidade durante a noite devido a recombinação de seus íons e elétrons. Com sua alta condutividade elétrica, a ionosfera, num efeito combinado com o campo magnético terrestre, tem a propriedade de alterar consideravelmente a trajetória das ondas de rádio de alta frequência e frequência inferiores, refratando-as ou refletindo-as.

O presente trabalho consistiu em duas etapas:

1- Desenvolver um Programa de Comando e Visualização dos dados adquiridos pelo experimento PLASMEX, que visa validar o programa de aquisição e transmissão dos dados, desenvolvido em ASSEMBLY, fazendo a função do computador de bordo. Este programa envia alguns comandos para o experimento, obedecendo o protocolo de comunicação OBC/experimento que recebe e apresenta na tela de forma digitalizada e gráfica a resposta gerado pelo software do experimento. O programa foi elaborado pela bolsista Daniela Cristina Santana.

2- Dar seqüência a levantamento estatístico detalhado (abrangendo um período de treze anos) de ocorrência de espalhamento em altura e em frequência de Fortaleza, usando ionogramas obtidos por uma ionossonda que operou em Fortaleza até 1990 (em conclusão).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Kirchhoff, V. W. J.H. - "Introdução a Geofísica Espacial"- São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 1991.
- 2- Lab View - Function Referente Manual - National Instruments Corporation, December 1993.
- 3- Lab View for Windows - Tutorial - National Instruments Corporation , August 1993.
- 4- Lab View for Windows- User Manual- National Instruments Corporation, december 1993.

TESTES EM ELETRODOS UTILIZADOS EM MEDIDAS MAGNETOTELÚRICAS

Aluno: Denis Fernando da Silva, bolsista PIBIC/CNPq

Escola: Universidade de Taubaté (UNITAU)

Orientador: Dr. Ícaro Vitorello, pesquisador da Divisão de Geofísica Espacial do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

RESUMO

A medida das variações do campo telúrico requer instrumentos estáveis para a coleta de dados em uma faixa de longo período. Parte integrante dos equipamentos utilizados nas medições são os eletrodos, responsáveis pela aquisição dos dados referentes às variações do campo elétrico. Deste modo, torna-se de fundamental importância o fato de que estes eletrodos estejam em excelentes condições de uso para aumentar a confiabilidade dos dados adquiridos em trabalhos de campo. Aqui, o objetivo é analisar quais dentre os eletrodos disponíveis no Laboratório da Divisão de Geofísica Espacial do INPE estão em condições de oferecer os melhores resultados nas medições magnetotelúricas. Para isto foram feitos testes para saber como se comportariam estes eletrodos. Os pares de eletrodos referentes às direções Norte-Sul e Leste-Oeste foram colocados lado a lado separados por uma distância de 75 metros e ligados ao Sistema Magnetotelúrico de Longo Período (LRMT), que é o aparelho que mede a variação da tensão entre os eletrodos. Os resultados serão apresentados com base nestes valores de variação de tensão fornecidos pelo LRMT, sob a forma de comparação entre os diferentes pares de eletrodos.

REFERÊNCIAS

Filloux, J. H., "Instrumentation and experimental methods for oceanic studies", In *Geomagnetism* Vol. 1 (ed. Jacobs, J. A.), (Academic Press, London 1987);

Junge, A., "A New Telluric KCl Probe Using Filloux's AgAgCl Electrode", In *Pure and Applied Geophysics* Vol.134, Número 4, Dezembro de 1990;

Petiau, G., and Dupis, A. (1980), "Noise, Temperature Coefficient, and Long-time Stability of Electrodes for Telluric Observations", In *Geophysical Prospecting* 28, 792-804.

O COMPORTAMENTO DAS MICROPULSAÇÕES GEOMAGNÉTICAS DIANTE DO ELETROJATO EQUATORIAL

Aluno: Marcelo Luciano Batista
Escola: Universidade de Taubaté (UNITAU)
Orientador: Antônio Lopes Padilha
Tipo de Bolsa: PIBIC/CNPq

RESUMO

1-OBJETIVO

O objetivo da pesquisa é apresentar uma possível variação das amplitudes dos sinais geomagnéticos devido à proximidade da anomalia que atua em uma faixa de $\pm 5^\circ$ de latitude magnética (Eletrojato Equatorial). Particularizamos a pesquisa de modo que micropulsões geomagnéticas fossem analisadas nas estações de Presidente Médici e Cuiabá, e então seria verificado se o Eletrojato Equatorial influenciaria nas amplitudes destes sinais causando uma variação das mesmas entre as duas estações que se diferem pela latitude magnética. Possivelmente os resultados aqui alcançados podem ser generalizados.

2-METODOLOGIA

Todo o procedimento realizado na pesquisa em busca do alcance do objetivo foi dividido em dois itens:

- estudo da teoria, conceitos físicos que regem a pesquisa;
- análise de dados.

2.1-BIBLIOGRÁFICOS

A princípio iríamos trabalhar com a literatura fundamental do assunto que envolve a pesquisa (análise e comparação do comportamento dos sinais geomagnéticos, medidos em diferentes estações, diante do Eletrojato Equatorial), estudando as micropulsões geomagnéticas e a anomalia, isto para que fosse criada uma boa base conceitual, para depois então, com base nestes conceitos, trabalhar com a análise de sinais geomagnéticos.

2.1.1-MICROPULSAÇÕES GEOMAGNÉTICAS

O campo magnético da Terra apresenta um espectro enorme de variações, estendendo-se desde frações de segundos até mais de 30 milhões de anos. As causas das variações de longo período, tais como reversão dipolar e variação secular, são internas. Já as flutuações com períodos menores que uns poucos dias têm origens externas à Terra.

As flutuações do campo geomagnético, tendo períodos desde décimos até centenas de segundos, são classificadas como micropulsões geomagnéticas, pulsações magnéticas ou simplesmente pulsações. As pulsações são variações transitórias de pequena amplitude que usualmente são menores que uma parte em 10^4 do campo magnético total.

Na classificação morfológica as pulsações são divididas de acordo com seus períodos de pulsação: pulsações contínuas (Pc) e pulsações irregulares ou impulsivas (Pi), com períodos variando de 0,2-600s e 1-150s respectivamente, tabela

TABELA - CLASSIFICAÇÃO MORFOLÓGICA DAS PULSAÇÕES GEOMAGNÉTICAS

Classe das pulsações	Tipo	Período limite (s)	Frequência limite (Hz)
Pulsações contínuas	Pc1	0,2-5	0,2-5
	Pc2	5-10	0,1-0,2
	Pc3	10-45	22-100m
	Pc4	45-150	7-22m
	Pc5	150-600	1-7m
Pulsações irregulares	Pi1	1-40	0,025-1
	Pi2	40-150	2-25m

2.1.2-ELETROJATO EQUATORIAL

O Eletrojato, por seu turno, é um fluxo imenso de correntes elétricas intensas e complexas situadas na região E da ionosfera e responsáveis por variações anômalas do campo geomagnético horizontal na região do equador magnético, em uma faixa de $\pm 5^\circ$ de latitude magnética.

2.2-ANÁLISE DE DADOS

As estações de Presidente Médici e Cuiabá que apresentam, respectivamente, latitudes magnéticas de aproximadamente 0° e 6° , teriam seus sinais geomagnéticos nas faixas de frequência Pc3, Pc4 e Pc5 analisados para que, a partir destas, fossem feitas comparações das amplitudes das micropulsações entre as correspondentes estações. Seria constatado então o efeito causado pela existência do Eletrojato Equatorial, um tipo de anomalia que atua ao redor do Equador magnético, em uma faixa de $\pm 5^\circ$ de latitude magnética, aí o motivo para que fossem propositadamente escolhidas estas duas estações, uma embaixo e a outra fora do Eletrojato Equatorial.

Com a finalidade de verificar se há ou não variações nas amplitudes das micropulsações detectadas nas duas estações devido ao grau de proximidade da anomalia, ou seja, para que fosse atingido o objetivo da pesquisa deveríamos seguir uma seqüência de atividades.

2.2.1-FILTRAGEM DE DADOS

Os dados geomagnéticos adquiridos nas estações de Presidente Médici e Cuiabá foram digitalizados em arquivos separados, cada um contendo a série temporal de 24 horas de dados no intervalo de amostragem de 3 segundos. Este arquivo plotado num gráfico de intensidade versus tempo, constitui a chamada variação diurna de campo. Porém, como o objetivo deste trabalho reside em estudar as micropulsações do campo geomagnético, torna-se necessário filtrar o sinal da variação diurna de modo que passem somente os sinais de micropulsações.

Para fins de filtragem de sinais digitais existem filtros que operam no domínio do tempo, deixando passar somente o sinal acima ou abaixo de uma determinada frequência. A estes filtros dá-se o nome filtros passa alto e passa baixo, respectivamente. Para estudar as micropulsações necessita-se somente do sinal em uma banda de frequência limitada por cada um dos intervalos das micropulsações. Por isto usou-se um filtro tipo passa banda, que deixa passar apenas os sinais numa banda de frequência. Aplicando, então, este filtro tipo passa faixa, tem-se como saída o sinal das micropulsações para estudos posteriores.

2.2.2-VARIÂNCIA

Para que se prossiga a pesquisa é necessário calcular a variância horária durante os dois meses de dados para verificar a ocorrência de micropulsações durante todo este período. A variância dá a informação sobre a amplitude das variações do sinal filtrado; quanto maior a variância, maior a amplitude das oscilações e, conseqüentemente, pode-se detectar a ocorrência de micropulsações. Após o cálculo da variância os sinais já podem ser analisados (sinais estes em diferentes faixas de frequência).

3-RESULTADOS

Após a análise de dados foi detectada uma variação nas amplitudes dos sinais geomagnéticos, atuando nas faixas de frequência Pc3, Pc4 e Pc5, entre as estações realizadas em Presidente Médici e Cuiabá.

4-CONCLUSÕES

Diante do resultado obtido tiramos a conclusão que a anomalia atuante em uma faixa de $\pm 5^\circ$ de latitude magnética (Eletrojato Equatorial) influencia nos sinais geomagnéticos adquiridos de tal modo que se apresenta uma variação nas amplitudes dos sinais medidos em locais que se diferem por suas coordenadas magnéticas.

5-REFERÊNCIAS

1. Jacobs, J.A. - Geomagnetic Micropulsations. New York, Spring-Verlag, 1970.
2. Forbes, J.M. - The Equatorial Electrojet. Revision Geophysics Space Physics, 19:469-504, 1981.
3. Kanasevich, E.R. - Time sequence analysis in Geophysics. Edmonton, University of Alberta Press, 1981.
4. Bevington, P.R. - Data reduction and error analysis for the Physical Sciences. New York, McGraw-Hill, 1969.

6ª Sessão Técnica

O2 de julho de 1998, 13:55 - 15:35
Chairperson: Dra. Regina Célia dos Santos Alvalá

ESTUDO DA INTERFERÊNCIA ELETROMAGNÉTICA NO OBSERVATÓRIO ESPACIAL DO SUL - CRSPE/INPE EM SÃO MARTINHO DA SERRA, RS

Fabiano da Silveira Rodrigues
Bolsista PIBIC/CNPq - Universidade Federal de Santa Maria - UFSM
Observatório Espacial do Sul - OES/CRSPE/INPE

Dr. Nelson J. Schuch
Orientador - Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais - CRSPE/INPE

Eng. Sinval Domingos
Co - Orientador - Laboratório SONDA/INPE

O Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais - CRSPE, localizado em Santa Maria - RS, é a mais nova unidade do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE no Brasil e a primeira no sul do País com o sub-projeto da Estação Terrena de Rastreamento e Controle de Satélites - ETRCS e o Observatório Espacial do Sul - OES em São Martinho da Serra - RS. O Observatório Espacial do Sul como sub-unidade do CRSPE visa executar e desenvolver atividades e projetos de pesquisa técnico - científicas nas áreas de Aeronáutica, Astronomia, Geofísica Espacial dentre outras. A partir destes objetivos foram instalados vários instrumentos e equipamentos para monitoramento de vários parâmetros geofísicos tais como Riômetro, Receptores de Ondas de Baixa Frequência, Receptor de Ondas de Média Frequência, Sistemas para Sondagem do Ozônio Atmosférico, e outros.

Os instrumentos da Cooperação Internacional Brasil - Japão em Ciências Espaciais Básicas, executada em parceria pelo INPE/UFSM no OES/CRSPE, são muito sensíveis à interferência fazendo-se necessário o estudo da interferência sobre os equipamentos. Este trabalho objetiva identificar fontes ruidosas que possam interferir nos sinais detectados por estes equipamentos.

Para este trabalho foi montado um sistema para detecção de sinal artificial interferente utilizando um Analisador de Espectro (Spectrum Analyzer - Tektronix). Este equipamento faz varreduras em determinadas janelas espectrais (Frequência \times Potência em dBm) pré - definidas pelo usuário. Como complemento do sistema foram usadas uma antena não diretiva (AH - 7000 Super Wideband Omnidirecional Antenna), que apresenta um casamento perfeito de impedância com a entrada de RF do Analisador (50 ohms), e um pré-amplificador cascadeado à um amplificador de potência (8447F Amplifier - Hewlett-Packard) para um ganho final de 47 dBs. A impressão e registro dos dados foram feitos através de uma Plotter (HP ColorPro Graphics Plotter).

A partir de medidas feitas no Prédio 1 do OES, pôde - se obter resultados expressivos de figuras de ruído ao se analisar a emissão de dispositivos como: Drive de Discos Magnético - Óticos e acionamento de lâmpadas fluorescentes, contudo o Sistema só permite serem feitas medidas para frequências acima de 100KHz até 1.3 GHz - banda de operação do amplificador.

Como conclusão, estes estudos evidenciam a emissão interferente de alguns instrumentos comuns em qualquer laboratório de pesquisa e que podem prejudicar a obtenção de dados para pesquisa.

Referências Bibliográficas

1. Schuch, N. J.; Oliveira, N. U. V.; Bortolotto, E.; Sarkis, P. J.; Pinheiro, D. K.; Lüdke, E.; Wendt, F. A.; Trivedi, N. B.; da Costa, J. M.; Kirchhoff, V. J. H.; Dutra, S. L. G.; Sobral, J. H. A.; Abdu, M. A.; Takahashi, H.; *O Observatório Espacial do Sul, Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais - OES/CRSPE/INPE*, em São Martinho da Serra, *Revista Brasileira de Geofísica*; Vol. 15(1); 1997.
2. Ott, H. W.; *Noise Reduction Techniques in Electronic Systems*; Second Edition; 1975.

Estudo da Camada de Ozônio sobre o Sul do Brasil no Observatório Espacial do Sul

Bolsista: Fernando Luís Guarnieri - Observatório Espacial do Sul - OES/CRSPE/INPE
Orientador: Dr. Nelson Jorge Schuch - INPE

O Observatório Espacial do Sul - OES - do Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais - CRSPE/INPE, localizado na região de São Martinho da Serra - RS, encontra-se na latitude de aproximadamente 29° , sendo local propício para o estudo e monitoramento da Camada de Ozônio em médias latitudes, desenvolvido em convênio com o Laboratório de Ciências Espaciais de Santa Maria - LACESM/CT/UFSM.

Nestas medições da Camada de Ozônio são utilizados dois tipos de equipamentos: o Espectrofotômetro Brewer, modelo MKIV, que mede a coluna total de ozônio, e a sondagem estratosférica de ozônio, fazendo uso de um Sistema Meteorológico W-9000, que permite determinar um perfil vertical de ozônio e dados meteorológicos para a região.

O Espectrofotômetro faz uso de duas técnicas de medição: DS (direct sun) e ZS (zenith sky). Na primeira técnica, DS, a lente do aparelho é voltada diretamente para o Sol, captando assim a máxima irradiação. Na segunda técnica, ZS, a lente de entrada do aparelho é voltada para o zênite, ou seja, o ponto mais alto do céu, captando desta forma radiação dispersa na atmosfera. Existe ainda uma entrada para medição de radiação UVB. O feixe luminoso sofre uma difração e é feita uma contagem dos fótons em cada comprimento de onda da luz, numa largura espectral que vai de 280 a 325 nm, sendo analisada a radiação nas frequências de absorção do ozônio (O_3), dióxido de enxofre (SO_2) e dióxido de nitrogênio (NO_2).

O sistema de sondagens estratosféricas, faz uso de duas sondas que são elevadas por balões de 2000 l, que chegam a atingir alturas de 40 km. A sonda Eletroquímica de Ozônio é composta de uma pequena bomba que puxa o ar atmosférico para dentro de um vaso que contém uma solução química reativa ao ozônio. Um aumento de corrente entre os vasos representa um aumento na concentração de ozônio absorvida. A segunda sonda faz medições de dados meteorológicos (pressão, temperatura e umidade), transmitindo estes dados e os dados coletados pela sonda de ozônio para a estação de terra, numa frequência de aproximadamente 400 MHz.

Os dados coletados tanto pelo sistema de sondagem quanto pelo Espectrofotômetro são armazenados em bancos de dados no Laboratório de Ciências Espaciais de Santa Maria - LACESM, onde são analisados e também são transmitidos ao INPE, via FTP.

Os gráficos seguintes foram construídos com dados coletados por estes dois sistemas. Na Figura 1 vê-se o gráfico das média mensais de ozônio, medidas pelo Espectrofotômetro Brewer. Na Figura 2 são apresentados os perfis comparativos de ozônio obtidos com o sistema de sondagens estratosféricas.

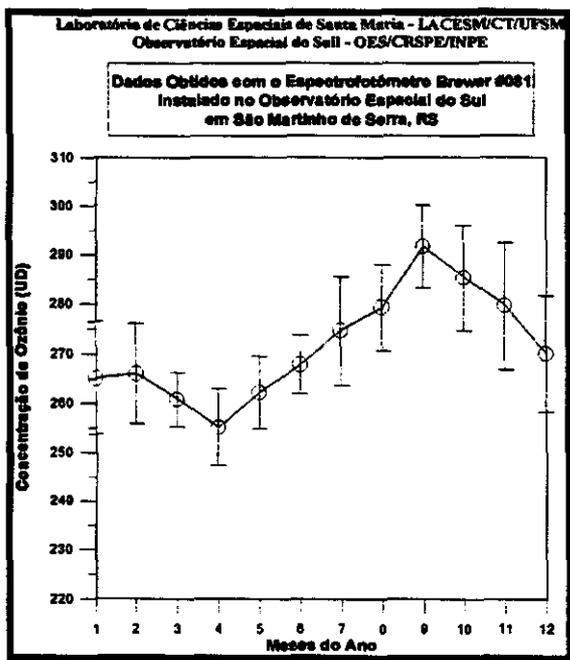


Figura 1

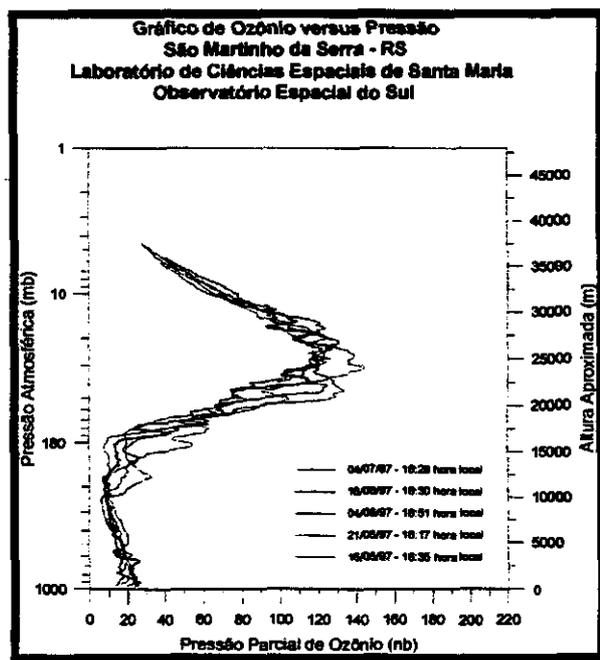


Figura 2

Na figura 1, verifica-se que a Camada de Ozônio apresenta valores máximos no mês de setembro, com aproximadamente 290 UD, e valores mínimos no mês de abril, com aproximadamente 255 UD. Pela Figura 2, verifica-se que a Camada de Ozônio sobre a região começa em torno de 18 Km, sendo que o máximo ocorre em 25 Km, com pressão parcial de ozônio em torno de 140 nb.

A partir das medidas obtidas no OES, é possível concluir que a latitude de Santa Maria sofre *Efeitos Secundários do Buraco de Ozônio Antártico* na primavera, quando ocorre a quebra do vórtex polar Sul. O fenômeno da redução da concentração de ozônio atmosférico sobre esta latitude deve-se a injeção de ar polar estratosférico pobre em ozônio. A concentração de ozônio apresenta ainda uma variação cíclica anual. Não é possível observar-se uma periodicidade devido a QBO (Oscilação Quase Bienal), pelo pouco tempo de observações e também por influência do Buraco Antártico, o qual perturbou o comportamento normal da Camada de Ozônio.

Verifica-se ainda, através de medidas de UVB efetuadas pelo Espectrofotômetro Brewer que a radiação ultravioleta solar apresenta um comportamento cíclico, com variações anuais e diárias. A intensidade de radiação UVB atinge picos diários aproximadamente as 13:00 h.

Bibliografia:

1. *Brewer Ozone Spectrophotometer Operator's Manual*
2. *Brewer Ozone Spectrophotometer Acceptance Manual*
3. *Brewer Ozone Spectrophotometer Maintenance Manual*
4. *EN-SCI Corporation Models Z ECC - O₃ - Sondas - Instruction Manual.*
5. Kirchoff, V.W.J.H, Schuch; N. J., Pinheiro D. K.; Harris, J.; *Evidence for an ozone hole perturbation at 30° South*, Atmos. Environ. , 30, 1481-1488, 1996.
6. Kirchoff, V.W.J.H; *Ozônio e Radiação UV-B*, Transtec Editorial, 1995.b
7. Kirchoff, V.W.; *Introdução A Geofísica Espacial*, Editora da Universidade de São Paulo, 1991
8. *Meteorological Processing System W-9000 - Operator Manual;*
9. *Meteorological Processing System W-9000 - Reference Manual;*
10. *Meteorological Processing System W-9000 - Theory of Operation.*

CASOS EXTREMOS DE ATIVIDADES CONVECTIVAS E A RELAÇÃO COM OS SISTEMAS QUE ATUAM SOBRE A AMÉRICA DO SUL

Eduardo Batista de Moraes Barbosa

Aluno da Universidade Taubaté – UNITAU – Bolsa PIBIC/CNPq

Orientadora: Dra. Iracema F. A. Cavalcanti, Pesquisadora – CPTEC

Estudos anteriores mostraram que a atividade convectiva sobre a América do Sul pode ser identificada em análises de dados digitais de satélite e que as variações sazonais podem ser analisadas pelas médias desses dados, (Sergaço, 1995, 1996, 1997).

O conhecimento das características estruturais da convecção tropical é importante para a compreensão da organização individual das células convectivas e sua interação com a circulação em grande escala, (Machado et al, 1996).

Neste estudo estão sendo analisadas a circulação atmosférica e variáveis derivadas, durante casos extremos de atividade convectiva, em diversas regiões da América do Sul, relacionada com sistemas sinóticos. Estão sendo utilizados dados digitais de imagens de satélite no canal infravermelho, já processados de 1993 e 1994.

Foram selecionados os dias do ano em cada mês, em cada área analisada, em que a anomalia média dos valores digitais das imagens atingiu valores extremos. As áreas analisadas correspondem área A..., B...

Através destes valores, foram feitos cálculos da média dos dias com valores extremos positivos, o que significa dias de anomalias de atividade convectiva em cada estação do ano para as 6 áreas (A, B, C, D, E e NE). Foi feita também a análise diária de OLR (Radiação de Onda Longa) e da circulação atmosférica em altos níveis para os mesmos dias que constam da tabela 1. Foram calculadas as médias dos dias de convecção extrema em cada uma das regiões citadas. Neste trabalho serão apresentadas as médias dos dias referentes às áreas A, B, D e E somente para o ano de 1993.

Na figura 1a é mostrada o composto dos dias de anomalias extremas na região A. Nota-se uma forte atividade convectiva sobre a Amazônia e uma faixa orientada de Noroeste para Sudeste que pode representar a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). O escoamento do vento em altos níveis, (Fig. 1b) mostra uma circulação anti-ciclônica sobre a região mais ativa da Amazônia e sobre o Sudeste outra circulação anticiclônica odistorciada no sentido Noroeste Sudeste, associado a ZCAS.

O composto para a região D, (Fig. 1c) apresenta também atividade convectiva associada a ZCAS, porém neste caso a faixa é mais extensa e não há conexão com a atividade da Amazônia. O escoamento em altos níveis, (Fig. 1d) para este caso também é de uma circulação anticiclônica na região da atividade convectiva.

Na região E, (Fig. 1e) o composto mostra a ação de sistemas frontais que se estendem desde de os andes até o Sul do Brasil, com convecção mais intensa próxima à ao litoral. A zona frontral se estende também para o oceano Atlântico com uma orientação Noroeste-Sudeste. O escoamento em altos níveis, (Fig. 1f) apresenta um cavado sobre o Sul do Brasil, coerente com a posição do sistema frontal.

A atividade convectiva em dias extremos pode ser associada a sistemas sinóticos tais como ZCAS, zonas frontais e convecção na Amazônia. Observou-se que o escoamento em altos níveis dos dados de reanálise da NASA, em todos os casos foi consistente com a localização e o tipo de sistemas sinóticos. Outras análises estão sendo feitas para a caracterização sazonal dos dias de anomalias extremas.

Referências

Machado, L. A. T., Guedes, R. L., Alves, M. A. S., 1996. Características estruturais de sistemas convectivos e forçantes da convecção na América do Sul, observada por satélite. *Climanalise Especial* 110-117.

Sergaço, F. A. Relatórios PIBIC, 1995, 1996, 1997. Atividade convectiva no Brasil através de dados digitais de imagens de satélite.

Dados Digitais I.S. (Região A)
1993

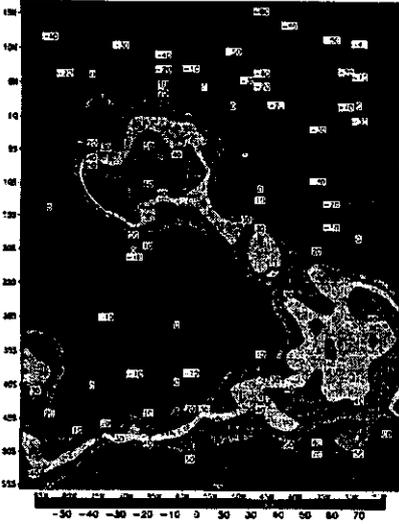


Fig. 1a

Escoamento de vento em 200 hPa (Região A)
1993

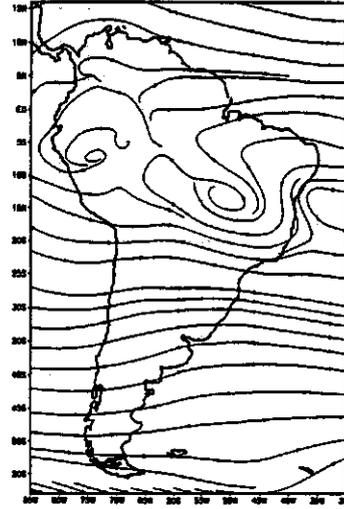


Fig. 1b

Dados Digitais I.S. (Região D)
1993

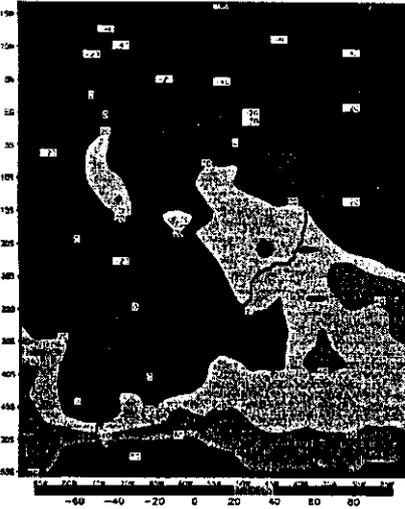


Fig. 1c

Escoamento do vento em 200 hPa (Região D)
1993

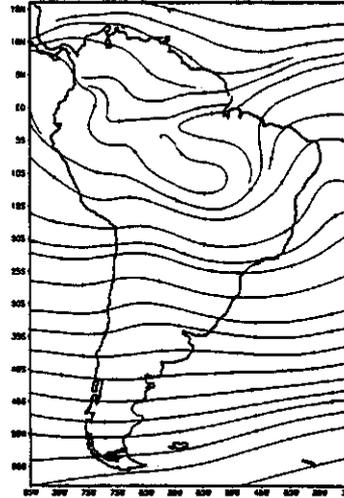


Fig. 1d

Dados Digitais I.S. (Região E)
1993

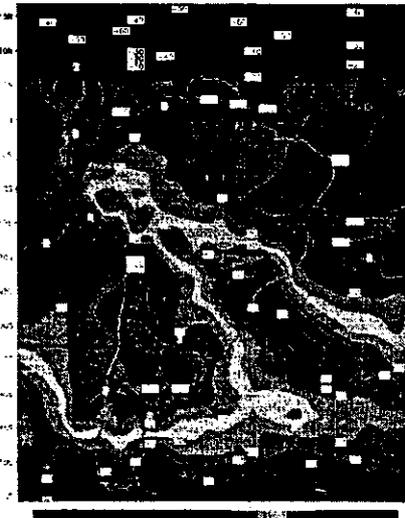


Fig. 1e

Escoamento do vento em 200 hPa (Região E)
1993

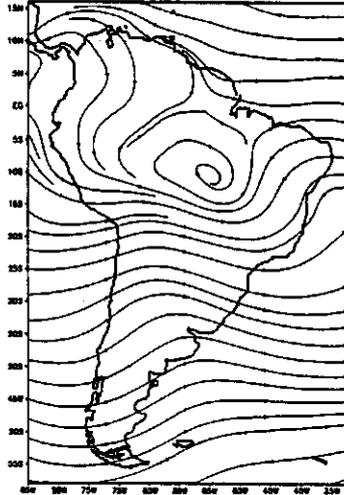


Fig. 1f

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DA CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA E DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO NO TERRITÓRIO BRASILEIRO

Bolsista PIBIC/CNPq: Luciana Rossato
Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá

Orientadores: Regina Célia dos Santos Alvalá
Javier Tomasella

Objetivo: É objetivo deste trabalho construir uma base de dados para todo o território brasileiro que contenha as propriedades físicas tais como o percentual de areia, de silte, de argila, de cascalho e de matéria orgânica e o armazenamento de água no solo, a partir da estimativa da capacidade de campo e do ponto permanente de murcha obtidos utilizando-se funções de pedo-transferência. Para tal foram consideradas informações oriundas do levantamento pedológico realizado pelo Projeto RadamBrasil. A base de dados resultante foi georeferenciada de forma que permita ser representada mais realisticamente em modelos hidrológicos, climáticos e de previsão de tempo.

Metodologia: Os dados referentes as propriedades físicas dos solos do Brasil considerados no presente trabalho foram coletadas dos volumes da série Levantamento de Recursos Naturais do Projeto RadamBrasil, e transferidos para uma planilha eletrônica. As informações foram georeferenciadas utilizando-se Sistemas de Informações Geográficas (SIGs). O SIG permite representar parâmetros que variam no espaço como superfícies contínuas.

A base de dados montada foi utilizada para o cálculo da capacidade de armazenamento no solo, a partir das análises físicas e das análises químicas.

Para estimar a capacidade de campo e o ponto permanente de murcha, ambos necessários para a obtenção da capacidade de armazenamento de água no solo foram utilizadas funções de pedo-transferência. Uma função de pedo-transferência é uma função matemática que permite estimar parâmetros de importância agrônômica, como ponto de murcha e capacidade de campo usando dados básicos que descrevem o solo. O cálculo destas propriedades foi feito utilizando-se um programa em computador.

Resultados: Para a apresentação dos produtos finais foram montadas máscaras que descrevem os contornos dos estados do território brasileiro. A figura 1 mostra um exemplo de dados de solos transferidos a um SIG para o estado do Rio Grande do Norte.



Fig. 1: Representação dos dados de solos transferidos a um SIG.

Cada ponto da figura tem associado uma tabela, que contém as propriedades físicas do solo.

Usando as funções de pedo-transferência foi possível estimar a capacidade de armazenamento de água para cada horizonte de cada perfil de solo da figura 1. A figura abaixo mostra a capacidade de armazenamento de água no solo para o estado do Rio Grande do Norte.

Capacidade de Armazenamento no estado do Rio Grande do Norte



As áreas esverdeadas da figura acima indicam capacidade de armazenamento maior, enquanto que nas áreas azuis são indicativas de solos mais rasos (rochosos) e/ou arenosos, com menos potencial para reter água.

Conclusão: Analisando os resultados, verificou-se que as informações pedológicas levantadas pelo Projeto RadamBrasil é muito falha quanto ao seu grau de detalhamento para alguns estados.

Contudo, uma nova proposta de trabalho seria a busca de mais dados das propriedades físicas dos solos do Brasil, obtendo-se, assim, melhores resultados.

Bibliografia:

- Kern, J. S., 1995a. Geographic Patterns of Soil Water-Holding Capacity in the Contiguous United States. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 59:1126-1133.
- Kern, J. S., 1995b. Evaluation of Soil Water Retention Models Based on Basic Soil Physical Properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 59:1134-1141.
- Tietje, O. e Tapkenhinrichs, M., 1993. Evaluation of Pedo-Transfer Functions. *Soil Sci. Am. J.* 57:1088-1095.

Análise de sensibilidade da estimativa da partição de energia sobre áreas de floresta e de pastagem.

Atila Madureira Bueno
Universidade Braz Cubas
Bolsista PIBIC/INPE

Dr. Ralf Gielow
Pesquisador Titular - DCM/INPE
Orientador

O microclima de áreas de florestas tropicais convertidas em pastagens pode sofrer significativas conseqüências, sendo necessário modelar a micrometeorologia do dossel da floresta e da pastagem que a substituiu para que tais conseqüências possam ser avaliadas. Santos Alvalá (1993) desenvolveu um modelo, com base na solução iterativa da equação do balanço de energia, para a determinação da temperatura da superfície, em dias sem precipitação pluviométrica, sobre áreas desflorestadas e no dossel da floresta, com subsequente obtenção da partição da energia e sua comparação com dados observacionais, resultando sub ou super-estimativas de algumas variáveis em certas horas do dia, apesar de o balanço de energia estar fechado, o que torna necessária a melhora das parametrizações utilizadas.

Este trabalho tem como objetivo determinar analiticamente as alterações relativas da partição de energia sobre áreas de floresta e de pastagem, causadas por perturbações nos parâmetros e nas variáveis do modelo não linear de Santos Alvalá (1993), para dias sem precipitação pluviométrica. O efeito das perturbações nos parâmetros e nas variáveis do modelo, isoladamente ou em conjunto com os demais, o que constitui a análise de sensibilidade do modelo a estas, é determinado analiticamente pela metodologia da propagação das perturbações nos cálculos (Mickley et al, 1957).

Obtiveram-se dois conjuntos de resultados da análise de sensibilidade do modelo de partição de energia a perturbações em seus parâmetros: (i) sensibilidade da temperatura de superfície (T_s), tanto na pastagem (12 parâmetros), como na floresta (7 parâmetros) - ver Figs. 1 e 2 para exemplos - e, (ii) a influência de cada perturbação no fluxo de calor no solo (Fig. 3), para a pastagem. Notem-se a grande sensibilidade a perturbações de certos parâmetros (Figs. 1.b, 2.b e 3.b), em oposição a situações de pouca ou nenhuma sensibilidade de outros (Figs. 1.a, 2.a e 3.a).

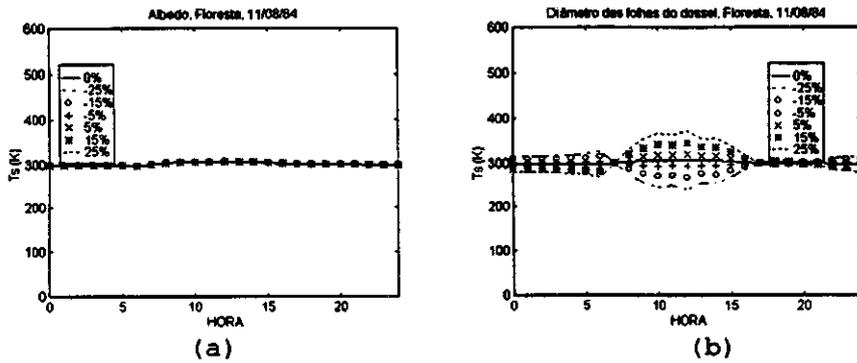


Figura 1: Sensibilidade de T_s ao albedo(a) e ao diâmetro das folhas do dossel(b) na floresta.

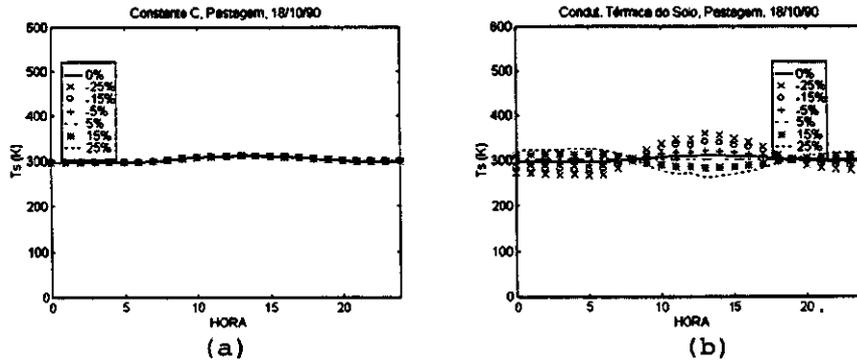


Figura 2: Sensibilidade de T_s com relação a constante C (a) e a condutibilidade térmica do solo (b) na pastagem.

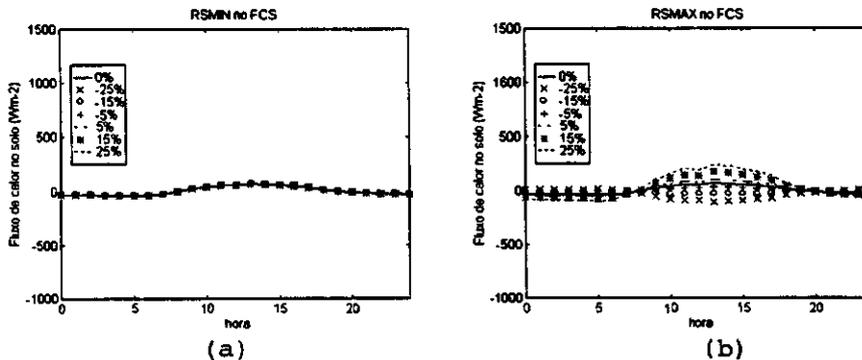


Figura 3: Sensibilidade do fluxo de calor no solo (G) com relação a perturbações das resistências estomáticas mínima (a) e máxima (b).

Referências Bibliográficas:

Mickley, H. S.; Sherwood, T. K.; Reed, C. E. *Applied Mathematics for Chemical Engineering*. New York, Tokio, McGraw-Hill - Kogakusha, 1957.

Santos Alvalá, R. C. *Estudo da partição de energia em terrenos complexos (áreas desflorestadas e florestas)*. Tese de Doutorado em Meteorologia, INPE, São José dos Campos, SP, 1993. (INPE-5522-TDI/519).

7ª Sessão Técnica

O2 de julho de 1998, 15:50 - 17:30
Chairperson: Dr. Jerônimo dos Santos Travelho

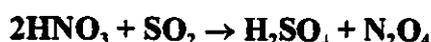
PRODUÇÃO DE TETRÓXIDO DE NITROGÊNIO EM ESCALA DE LABORATÓRIO

ALUNO: FÉLIX MONTEIRO PEREIRA
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA DE LORENA
ORIENTADOR: Dr. JOSÉ GOBBO FERREIRA
BOLSISTA CNPQ/PIBIC

O objetivo deste trabalho é obter o tetróxido de nitrogênio com alto grau de pureza, adquirir o domínio do funcionamento da unidade de produção, identificar os problemas e sugerir meios que possam contorná-los com a finalidade de se atingir um regime estável de produção.

Sendo o tetróxido de nitrogênio um excelente oxidante, forma, com a hidrazina, uma mistura hipergólica que é utilizada como propelente líquido em aplicações aeroespaciais.

A obtenção do tetróxido de nitrogênio com alto grau de pureza é possível partindo-se da redução do ácido nítrico pelo dióxido de enxofre a 80 °C de acordo com a equação^[1,2]:



O SO₂ concentrado contido em um cilindro entra no processo através de um balão de 1 litro, que serve para pré aquecê-lo. Em seguida borbulha em ácido nítrico a 65% contido em dois balões de 2 litros e finalmente em ácido nítrico fumegante contido em outro balão de 1 litro. Todos os quatro balões são mantidos a 80 ± 1 °C por um banho termostático.

A maior parte da água arrastada pelo dióxido de nitrogênio formado é condensada em um condensador de bolas enquanto o gás prossegue para as colunas de secagem que se encontram preenchidas com sílica-gel. Em seguida, em uma coluna posterior, é introduzido o oxigênio isento de umidade, que é arrastado juntamente com o NO₂, oxidando o NO residual a NO₂ que segue então para um condensador duplo encamisado onde sua temperatura é mantida abaixo de 0 °C pela mistura líquida (água + etanol) refrigerada pelo banho criostático.

O produto obtido (N₂O₄ liquefeito) é então recolhido em um frasco cilíndrico de 20ml.

Foram realizados ensaios e no decorrer destes obtiveram-se os seguintes resultados:

Foi obtido tetróxido de nitrogênio na cor marrom avermelhado indicando o grau de pureza desejado^[3];

O processo se demonstrou reprodutivo;

O produto analisado por titulometria^[4] atingiu a pureza esperada;

De acordo com os resultados dos ensaios conclui-se que os objetivos foram atingidos.

O método utilizado se mostrou eficiente para a produção de tetróxido de nitrogênio, em condições de laboratório, com pureza de 99,48% compatível com suas aplicações aeroespaciais. Em uma primeira estimativa o custo do produto deve ficar em torno de US\$ 57,94 por litro, contra um valor de US\$ 123,00 por litro para o produto comercial.

Se se tornar necessária, a ampliação das instalações para produção de quantidades maiores não deverá apresentar problemas.

BIBLIOGRAFIA:

- 1 - Filho, A. R., *Produção de N₂O₄ em Escala de Laboratório*, INPE (1996).
- 2 - Instituto Militar de Engenharia, *Produção de N₂O₄*, IME (1992).

- 3 - Malone, Hugh E., *The Analysis of Rocket Propellants*, Academic Press (1976).
- 4 - Military Specification (MIL-P-26539D), *Propellants, Nitrogen Tetroxide*, (1991).

Dinâmica de Atitude e Controle de Satélites Flexíveis

**Aluno : Mateus Vieira Barros Júnior (Bolsista PIBIC/CNPq)
Instituto Tecnológico da Aeronáutica
Orientador: Luiz Carlos Gadelha de Souza, DMC/INPE**

Neste trabalho de iniciação científica foi analisada a dinâmica de atitude de um satélite flexível assim como os processos de estabilização de seu movimento através das equações que regem sua dinâmica e suas leis de controle. Através dos conceitos físicos à respeito dos corpos rígidos foram obtidas as equações da dinâmica de um corpo rígido aplicáveis aos satélites flexíveis. As equações foram obtidas para o caso com e sem acoplamento no movimento de rotação do satélite. A partir destas equações foram determinados os parâmetros do sistema de controle de atitude do satélite para o caso rígido e flexível. Através de várias simulações observou-se o bom desempenho do sistema de controle, mediante algumas modificações dos parâmetros do sistema de controle.

Utilização de Redes Neurais Artificiais em Ensaio Não Destrutivo de Sólidos com Difusão de Calor

Alexandre Rodrigues de Almeida.

Universidade de Mogi das Cruzes.

Orientadores: Francisco de Assis Tavares F. Silva / Jeronimo S. Travelho.

METODOLOGIA

Baseia-se nos fenômenos de condução de calor em sólidos e na capacidade que as redes neurais artificiais possuem de serem treinadas para resolver problemas inversos.

RESUMO

A motivação desse trabalho é a criação de um método não destrutivo para ensaios de peças sólidas, baseando-se no comportamento do fluxo de calor no interior das mesmas e na utilização de redes neurais. A idéia é se poder detectar uma não homogeneidade no interior de um determinado material, aproveitando-se a influencia que tal não homogeneidade tem sobre a condução de calor em uma peça. Assim uma falha de fabricação, tal como uma "bolha", pode ser detectada com a comparação do comportamento térmico diferente em relação a uma peça totalmente homogênea. Para facilidade de estudo será considerada uma peça em formato de paralelepípedo.

O método consiste na aplicação de um pulso de energia térmica em uma das faces da peça em questão, observando-se como resultado os valores da temperatura em determinados pontos dessa superfície. Se a peça for de material totalmente homogêneo, o calor é difundido pelo interior da peça e os valores das temperaturas na superfície de observação apresentam um decréscimo homogêneo entre si, até que todos os pontos do material atinjam o equilíbrio térmico. Porém se uma peça com um defeito no seu interior for ensaiada, o fluxo de calor ao atravessar uma região não homogênea, que oferece maior resistência à passagem do mesmo, produzirá como efeito um decréscimo não homogêneo das temperaturas da superfície entre si. De acordo com a posição do defeito, pontos específicos da superfície apresentarão temperaturas com valores maiores. A distância do defeito em relação à superfície e o tamanho do defeito ficam caracterizados pela amplitude da diferença entre as temperaturas superficiais.

Como a difusão de calor é geralmente representada por equações diferenciais, foi utilizado um método numérico para a implementação de um programa computacional que seja capaz de modelar a difusão de calor. Nesse método o meio contínuo é substituído por um conjunto finito de pontos discretos. Esses pontos são definidos no centro de células, as quais formam uma malha que representa a peça.. A temperatura de um ponto representa a temperatura de uma pequena região que envolve o ponto, delimitada pelas fronteiras das células. Dessa forma obtém-se volumes finitos, e as equações diferenciais podem ser integradas em relação ao tempo e ao espaço, dando origem a equações discretizadas que podem ser codificadas em um algoritmo computacional. Com esse algoritmo é possível gerar rapidamente um conjunto de dados que forneça os valores de temperaturas da superfície em função das coordenadas de uma não homogeneidade, bem como também as coordenadas do defeito são facilmente introduzidas.

Uma vez que se tenha informações sobre o efeito de falhas sobre um conjunto de valores de temperatura, uma ou mais redes neurais artificiais são treinadas para resolver um problema que fica caracterizado como problema inverso, ou seja, a rede é

capaz de localizar e dimensionar não homogeneidades no interior de sólidos. A rede neural é portanto, um especialista para ensaio não destrutivo de sólidos.

CONCLUSÃO

O ensaio não destrutivo através de transferência de calor tem sido motivo de recentes pesquisas, devido a ampla gama de aplicações possíveis desta técnica. Exatamente por ser uma técnica bastante atual, requer bastante esforço de pesquisa e sem dúvida a técnica será bastante aperfeiçoada.

Embora tenha sido sempre mencionado o ensaio não destrutivo de sólidos, semelhante tecnologia pode ser empregada de inúmeras maneiras, em situações onde fique caracterizado o problema inverso, ou seja, onde seja possível obter os efeitos de um fenômeno através ensaios e se tenha como objetivo descobrir as causas. Dessa maneira redes neurais podem ser treinadas para operarem como especialistas na análise de propriedades obtidas em superfícies.

RESULTADOS

Até o presente momento é possível treinar uma rede para identificar uma das coordenadas da posição de um defeito a partir de leituras dos valores de temperatura em pontos de uma face.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ramos F. M.. "Resolução de um Problema Multi-Dimensional Inverso de Condução de Calor com o Uso de Elementos Analíticos e o Princípio da Máxima Entropia" Tese de Doutorado - INPE/1992

Spim Jr, J.A.; Garcia, A.. "An Optimization of the Finite Difference Method for Modeling Solidification of Complex Shaped Domains"- Revista Brasileira de Ciências Mecânicas - vol. XIX número 3 pp 392-409 setembro/97

Bejan, Adrian. "Transferência de Calor" Editora Edgard Blücher LTDA

Patankar, Suhas V.. "Numerical Heat Transfer and Fluid Flow" Hemisphere Publishing Corporation.

Kovács Z.L., "Redes Neurais Artificiais Fundamentos e Aplicações". Ed. Academica São Paulo.

CULTIVARES DE TRIGO SUBMETIDOS A DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA E IRRIGAÇÃO

Leandro Masao Paes Aikawa

Universidade de Taubaté - UNITAU

Departamento de Ciências Agrárias

Orientadores: Drs. Bernardo F. T. Rudorff e Mauricio Alves Moreira

DSR-Divisão de Sensoriamento Remoto

INPE - Instituto de Pesquisas Espaciais

RESUMO

Está sendo realizado um experimento de campo na fazenda experimental da Universidade de Taubaté (UNITAU), Taubaté, SP, para verificar o efeito do déficit hídrico (reposição de 100%, 50% e 25% da água evapotranspirada) e da adubação nitrogenada (0, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio) em três cultivares de trigo (IAC-24, IAC-355 e IAC-289). O experimento foi instalado em 29 de maio de 1998 em sub-sub parcelas em 4 blocos casualizados. O estudo visa demonstrar a viabilidade da produção do trigo como cultura alternativa, na região do Vale do Paraíba, durante a estação de inverno quando, em geral, ocorre uma deficiência hídrica, sendo necessária a suplementação de água, especialmente, em estádios críticos de crescimento e desenvolvimento. Durante a condução do experimento estão sendo realizadas medidas de radiometria de campo, com o Spectron SE-590 que obtém a resposta espectral refletida pela cultura nas faixas visível e infravermelho próximo do espectroeletrromagnético (400 a 1.100 nm) em 256 bandas com intervalos de comprimento de onda de aproximadamente 12 nm. Medidas semanais estão sendo obtidas sobre as 144 parcelas amostrais. Estas medidas serão posteriormente analisadas a fim de verificar a relação da resposta espectral com os diferentes cultivares de trigo submetidos ao déficit hídrico e à adubação nitrogenada diferenciada. Este tipo de experimento é útil para entender as variações do comportamento espectral de culturas agrícolas em função de suas condições fisiológicas permitindo posteriores inferências da resposta espectral do trigo em imagens de satélites de observação da Terra. Além destas medidas de sensoriamento remoto estão sendo obtidas medidas na região do infravermelho termal (8 a 14 μm) do espectroeletrromagnético a fim de estabelecer níveis adequados de irrigação uma vez que a temperatura das folhas está relacionada com o seu potencial hídrico, ou seja, na medida em que a planta sofre estresse por falta de água ela tende a fechar os estômatos e consequentemente ocorre um aumento da temperatura da planta. O conteúdo de clorofila nas folhas também está sendo medido e acredita-se que a concentração de clorofila está relacionada com os níveis de adubação nitrogenada e com as medidas de radiometria de campo, especialmente aquelas obtidas na faixa de absorção da radiação solar pela da clorofila (~680 nm.).

As medidas realizadas com diferentes equipamentos visam fornecer dados sobre os efeitos dos diferentes tratamentos, aos quais os três cultivares de trigo estão sendo submetidos, de tal forma que se possa explicar, com base científica, os efeitos da adubação nitrogenada e da deficiência hídrica no processo de crescimento e produção de grãos da cultura do trigo. Estes dados também serão úteis em modelos de crescimento visando a inclusão de parâmetros estimados através de medidas de sensoriamento remoto tais como: radiação fotossinteticamente absorvida, índice de área foliar e índice de estresse hídrico.

Bibliografia Consultada

- Asrar, G.; M. Fuchs; E.T. Kanemasu; J.L. Hatfield. 1984. Estimating absorbed photosynthetic radiation and leaf area index from spectral reflectance in wheat. *Agronomy Journal* 76: 300-306.
- Deering, D.W. 1989. Field measurements of bidirectional reflectance. p. 14-65. *In* Asrar, G. (ed.) *Theory and Applications of Optical Remote Sensing*. New York, Wiley.
- Frizzone, J.A.; A.V. Mélo Jr.; M.V. Folegatti; T.A. Botrel. 1996. Efeito de diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada sobre componentes de produtividade do trigo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 31(6):425-434.
- Goudriaan, J.; H.H. van Laar. 1994. Modelling potential crop growth processes - Textbook with exercises. 238 p. *In* Leffelaar (ed.) *Current Issues in Production Ecology*, vol. 2. Dordrecht, Netherlands, Kluwer Academic Publishers.
- Kurkdjian, M.L.N.O.; M. Valério Filho; P. Veneziani; M.N. Pereira; T.G. Frorenzano; C.E. Anjos; T. Ohara; P.L. Donzeli; M.M. Abdon; T.M. Sausen; S.A.P. Pinto; M.A. Bertoldo; J.G. Blanco. 1992. Macrozoneamento da região do Vale do Paraíba e litoral norte do estado de São Paulo. São José dos Campos, INPE (INPE-5381-PRP/165).
- Moreira, M.A. 1997. Déficit hídrico na cultura do trigo e o impacto na resposta espectral e em parâmetros agronômicos. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 142 p.
- Rudorff, B.F.T.; M.A. Moreira; A. Oviedo; J.G. Freitas. 1997. Efeito do nitrogênio e do déficit hídrico na resposta espectral de cultivares de trigo. *In* VIII Simposio Latino Americano de Percepción Remota, 2-7 Nov., Mérida, Venezuela. (aceito para publicação nos anais).

DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE E HARDWARE PARA AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DE DADOS DE POLARIZAÇÃO DE EXPLOSÕES SOLARES DECIMÉTRICAS

Paulo Emilio Altoé Targa

Engenharia Eletrônica, Instituto Tecnológico da Aeronáutica - ITA

Orientadores: Dr. Hanumant S. Sawant e Dr. Francisco C. R. Fernandes

Divisão de Astrofísica - INPE

Observações solares com polarização são de grande importância para as investigações de fenômenos associados com os flares solares, portanto, neste trabalho, são destacados os desenvolvimentos e as modificações realizadas no Espectrógrafo Digital Decimétrico de Banda Larga (EDDBL), com altas resoluções temporal (10-1000 ms) e espectral (3-10 MHz), (Fernandes, 1997), para operação como Polarímetro decimétrico (Sawant et al., 1996) e que fizeram parte deste projeto de Iniciação Científica.

Os "flares" solares são fenômenos explosivos que ocorrem na atmosfera solar, liberando grandes quantidades de energia, na forma de radiação eletromagnética, partículas carregadas e ejeção de matéria, e produzem emissões em rádio frequências, em raios- γ e raios-X. Os feixes de elétrons acelerados durante os flares, viajam ao longo das linhas de campo magnético, e pela interação com o plasma, geram as emissões em rádio, tais como explosões tipo III e suas variantes, parcialmente polarizadas e spikes, que apresentam grau de polarização variando de 50 % até 100 %. Portanto, o conhecimento da polarização como função da frequência e do tempo é fundamental para melhorar a interpretação destes tipos de explosões, e seus mecanismos de emissão, pois possibilita inferir o campo magnético na coroa solar.

Por esta razão, o EDDBL, que está operando regularmente desde maio de 1996, no INPE, em São José dos Campos, passará a operar como polarímetro através das modificações de hardware e software realizadas, possibilitando observar explosões solares decimétricas acima de 1000 MHz, particularmente emissões tipo III, e estruturas finas (Sawant et al., 1994; Fernandes et al., 1996a,b,c; Melendez et al., 1998) e obter os graus de polarização destas explosões.

Neste sentido, é descrito todo o sistema que compõe o EDDBL, com ênfase ao "front-end", constituído pelo alimentador log-periódico de banda larga (antenas log-periódicas cruzadas) instalado no foco da antena parabólica de 9 metros de diâmetro, pelos amplificadores de baixo ruído, pelo sistema híbrido e pelo sistema de chaveamento para aquisição alternada dos sinais de polarização (chave de polarização). São descritas também as alterações de software realizadas durante o projeto para aquisição e identificação de dados de polarização.

Entre as atividades realizadas, participamos do desenvolvimento e testes de um sistema eletrônico que controla o chaveamento dos diodos e gera os dois sinais referentes às polarizações circulares a direita (R) e à esquerda (L) e os envia serialmente para o sistema receptor (analisador de espectros), que faz a varredura do sinal na banda de frequência escolhida e com flexibilidade na escolha das resoluções espectral e temporal

desejadas, depois de varrido, o sinal é enviado continuamente aos sistemas de aquisição de dados.

O circuito desenvolvido é constituído por dois diodos PIN e por um multivibrador que funciona em sincronismo com o analisador de espectros, e gera duas ondas quadradas em oposição de fase, deste modo, alternadamente os diodos PIN só conduzem quando o sinal no seu gate é positivo.

Para possibilitar a aquisição os dados provenientes do receptor alternadamente em duas matrizes (em paralelo), cada uma correspondendo a um sentido de polarização, foi desenvolvido também um programa (em Turbo Pascal), para interpretar e armazenar corretamente os dados relativos às duas polarizações obtidas pelo chaveamento. O programa, modificado a partir do código para aquisição sem polarização (Faria, 1996), utiliza o mesmo pulso de sincronismo do analisador de espectros e faz a aquisição alternada das duas polarizações em duas matrizes distintas, gravando em arquivos separados os dados correspondentes a cada polarização.

As atividades realizadas programadas no plano de trabalho serão discutidas. Detalhes do funcionamento do circuito desenvolvido e do programa elaborado para a aquisição de dados de explosões solares com polarização, os quais estão funcionando dentro das especificações desejadas serão apresentados, incluindo os testes de perda de sinal realizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Faria, C., Trabalho de Graduação - Ciência da Computação, UFSCar, 1996.
Femandes, F.C.R., Tese de Doutorado, INPE, 1997.
Femandes, F.C.R.; Sawant, H.S. Proc. 6th Brazilian Plasma Astrophysics Workshop, 125, 1996a.
Femandes, F.C.R.; Sawant, H.S.; Zheleznyakov, V.V. Adv. Space Res., 17(4/5), 143, 1996b.
Femandes, F.C.R.; Sawant, H.S.; Zheleznyakov, V.V. Solar Phys., 168(1): 159, 1996c.
Melendez, J.L., Sawant H.S.; Femandes, F.C.R.; Benz, A.O., submetido ao ApJ, 1998.
Sawant, H.S.; Femandes, F.C.R. and Neri J.A.C.F., ApJ Supp. Series, 90, 689-691, 1994.
Sawant, H.S.; Sobral, J.H.A.; Femandes, F.C.R.; Cecatto, J.R.; Day, W.R.G.; Neri, J.A.C.F.; Alonso, E.M.B. and Moraes, A., Adv. Space Res., vol 17(4/5): 391, 1996.

ÍNDICE DE AUTORES

Alex Thaumaturgo Dias, UNITAU.....	39
Alexandre Rodrigues de Almeida, UMC.....	85
Ana Carolina Cabral de Almeida, UNITAU.....	49
Atila Madureira Bueno, UBC.....	77
Áurea Aparecida da Silva, FEG-UNESP.....	29
Caio Teruo Hideshima, ITA.....	43
Denis Fernando da Silva, UNITAU.....	63
Denis Pirrtiaho Cardoso, ITA.....	51
Eduardo Batista de Moraes Barbosa, UNITAU.....	73
Elaine Cristina Goulart, EEI.....	7
Eliana Soares de Andrade, UNIVAP.....	17
Érica Cristina Nogueira, FEG-UNESP.....	37
Fabiano da Silveira Rodrigues, UFSM.....	69
Félix Monteiro Pereira, FAENQUIL.....	81
Fernando Luís Guarnieri, UFSM.....	71
Francilei Campos de Oliveira, UNIVAP.....	55
Gislaine de Felipe, UNITAU.....	31
Herbert Ricardo Gonzales Lopes, UNITAU.....	53
João Augusto Giacoia, ITA.....	13
Leandro Masao Paes Aikawa, UNITAU.....	87
Leandro Paulino Vieira, EEI.....	59
Lídia de Oliveira Guimarães, UNITAU.....	35
Luciana Rossato, FEG-UNESP.....	75
Marcelo Luciano Batista, UNITAU.....	65
Mateus Vieira Barros Júnior, ITA.....	83
Maureni Cristina de Faria, EEI.....	61
Michele Marson, UNITAU.....	45
Nanci Naomi Arai, UNITAU.....	11
Paulo Emílio Altoé Targa, ITA.....	89
Rovedy Aparecida Busquim e Silva, UNIVAP.....	19
Rudini Menezes Sampaio, ITA.....	5
Sandriogo Silva Souza, EEI.....	9
Sandro Furlan David, UNIVAP.....	41
Simonne Cristina F. Querido, UNITAU.....	3
Viviane Takatori Ohara, UNIVAP.....	21

