

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

**2º Seminário de Iniciação
Científica do INPE (2º SICINPE)**

**27 e 28 de maio de 1996
São José dos Campos, SP**

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

Jerônimo dos Santos Travelho - Presidente
Benjamin da Silva Medeiros Correia Galvão
Evlyn Marcia Leão de Moraes Novo
Inez Staciarini Batista
José Gobbo Ferreira
Manoel Alonso Gan
Mario César Ricci

- **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

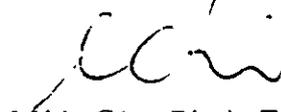
Esse volume reúne os resumos dos trabalhos apresentados no 2^o Seminário de Iniciação Científica do INPE (2^o SICINPE) realizado nos dias 27 e 28 de maio de 1996 no Auditório do Laboratório de Integração e Testes do INPE (LIT/INPE) em São José dos Campos. Os resumos estão organizados segundo a ordem cronológica das apresentações.

O 1^o SICINPE ocorreu num clima de tranquilidade e foi um grande sucesso que corou os esforços de implantação do PIBIC. O êxito agora se repete com a realização do 2^o SICINPE, que vem para sedimentar o programa na nossa instituição e, principalmente, para colaborar, com a nossa pequena participação, no processo de desenvolvimento científico brasileiro e na formação dos futuros pesquisadores do país.

O salto tanto qualitativo quanto quantitativo em relação ao 1^o SICINPE é um fato. Houve um acréscimo no número de bolsas assim como o envolvimento de um maior número de instituições. Esse ano o Seminário conta com 7 sessões técnicas onde serão apresentados 35 trabalhos realizados pelos bolsistas de iniciação científica sob a orientação de Pesquisadores e Tecnologistas do INPE. Os autores dos trabalhos são estudantes de graduação das seguintes instituições de ensino:

- Escola de Engenharia de São Carlos - EESC-USP;
- Escola de Engenharia Industrial - EEI;
- Escola Federal de Engenharia de Itajubá, EFEI;
- Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, FEG - UNESP;
- Faculdade de Matemática e Ciências Aplicadas - FACAP;
- Instituto Tecnológico da Aeronáutica - ITA;
- Pontifícia Universidade Católica - PUC-SP;
- Universidade Braz Cubas, UBC;
- Universidade de Taubaté - UNITAU;
- Universidade do Vale do Paraíba - UNIVAP.

Finalizando, quero agradecer, em nome do CIBIC, na pessoa do Dr. Jerônimo dos Santos Travelho que ocupa o cargo de presidente do comitê, a todos os participantes, bolsistas, orientadores, membros do CIBIC, pessoal de apoio que de alguma forma contribuíram para a boa consecução do evento. Sem vocês isso não seria possível.



Mário César Ricci - Editor
membro do CIBIC/INPE
Maio de 1996

PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA - PIBIC/CNPq
2º Seminário de Iniciação Científica do INPE - 2º SICINPE
Auditório do Laboratório de Integração e Testes - LIT
27 e 28 de maio de 1996

1º dia: Segunda Feira, 27 de maio de 1996

| | | |
|----------------------|---|----|
| 08:00 - 09:45 | Entrega de materiais | |
| 09:45 - 10:20 | Cerimônia de abertura com a presença do Dr. Otávio Santos C. Durão - Chefe da Divisão de Mecânica Espacial e Controle - DMC e do Dr. Jesus Marden dos Santos - Coordenador da área de Ensino e Documentação - DED | |
| 10:20 - 12:00 | 1ª Sessão Técnica - | |
| Chairperson: | Dr. Jesus Marden dos Santos - Coordenador da área de Ensino e Documentação - DED | |
| 10:20 - 10:40 | Modelo Ionosférico em baixas latitudes no Brasil aluna: Leticia Teixeira Cottini, UNITAU orientadora: Dra. Inez Staciari Batista, Pesquisadora, DAE | 03 |
| 10:40 - 11:00 | Medidas de temperatura e densidade atmosférica entre 35 e 70 km com um radar de laser Rayleigh aluno: Alexandre Cabral Franco Barroso, FACAP orientador: Dr. Paulo Prado Batista, Pesquisador, DAE | 05 |
| 11:00 - 11:20 | Sensor RPA - Retarding Potential Analyser (Analisador de potência retardante) aluno: Leandro Paulino Vieira, EEI orientador: Dr. Polinaya Muralikrishna, Pesquisador, DAE | 07 |
| 11:20 - 11:40 | Estudo de perfis de densidade e temperatura eletrônica através da análise de dados de foguetes aluna: Daniela Cristina Santana, UNIVAP orientador: Dr Mangalathayl Ali Abdu, Pesquisador Titular e Chefe da DAE | 09 |
| 11:40 - 12:00 | Estudo do campo geomagnético e estudos fotométricos da termosfera utilizando técnicas digitais aluna: Adriana Bustamante Nascimento, UNIVAP orientador: Dr. José Humberto Andrade Sobral, Pesquisador Senior, CEA | 11 |
| 12:00 - 13:55 | ALMOÇO | |
| 13:55 - 15:35 | 2ª Sessão Técnica - | |
| Chairperson: | Dr. Antonio Fernando Bertachini de Almeida Prado, Tecnologista Sênior, Divisão de Mecânica Espacial e Controle, DMC | |
| 13:55 - 14:15 | Identificação de estrelas observadas por sensores estelares aluno: Gustavo Baldo Carvalho, EESC-USP orientador: Dr. Roberto Vieira da Fonseca Lopes, Pesquisador, DMC | 15 |
| 14:15 - 14:35 | Estudo de trajetórias espaciais aluna: Gislaine de Felipe, UNITAU orientador: Dr. Antonio Fernando Bertachini de A. Prado, Tecnologista., DMC | 19 |
| 14:35 - 14:55 | Estudo da interação entre a dinâmica e o sistema de controle de estruturas rígido/flexíveis aluna: Silmara Alexandra da Silva, FACAP orientador: Dr. Luiz Carlos Gadelha de Souza, Pesquisador, DMC | 23 |
| 14:55 - 15:15 | Otimização de painéis sanduíches com faces compostas com fibras de carbono aluna: Regina Mambeli Barros, UNITAU orientador: Dr. Wolodymir Boruszewski, Pesquisador, DMC | 25 |
| 15:15 - 15:35 | Desenvolvimento de um motor de passo de alta resolução aluno: Rodrigo Viana, EEI, Trabalho de graduação orientador: MSc. Mário César Ricci, Tecnologista Senior, DMC | 27 |
| 15:35 - 15:50 | INTERVALO PARA CAFÉ | |

| | |
|----------------------|---|
| 15:50 - 17:30 | 3ª Sessão Técnica - |
| Chairperson: | Dr. Horácio Hideki Yanasse, Pesquisador Titular, Laboratório Associado de Computação e Matemática Aplicada, LAC |
| 15:50 - 16:10 | Previsão estatística de precipitações na cidade de São Paulo usando uma única radiossondagem aluno: Roberto Rabelo Júnior, UNIVAP orientador: Dr. Clóvis Angeli Sangigolo, Pesquisador, DCM 31 |
| 16:10 - 16:30 | Interface dentro de sistema especialista e redes neurais para análise de sinais meteorológicos aluno: Edson Sai Ming Chiang, PUC orientador: Dr. Li Weigang e Dr. Antonio Ocimar Manzi, Pesquisadores, DCM 33 |
| 16:30 - 16:50 | Implementação do algoritmo de Box e Hill para a discriminação entre modelos competitivos aluno: Roberto Francisco Marques Mendes, UBC orientador: Dr. Ralf Gielow, Pesquisador Titular, DCM 35 |
| 16:50 - 17:10 | Diagnóstico climatológico da região costeira do litoral sul e sudeste do Brasil aluna: Lúcia de Fátima Magalhães Caxias, UNIVAP orientador: Dr. Cláudio Solano Pereira, Pesquisador, DCM 37 |
| 17:10 - 17:30 | Problema de sequenciamento de padrões para minimizar a quantidade máxima de pilhas abertas aluno: Alexandre Fonseca, UNITAU orientador: Dr. Horácio Hideki Yanasse, Pesquisador, LAC 39 |

2º dia: Terça Feira, 28 de maio de 1996

| | |
|----------------------|---|
| 08:25 - 10:05 | 4ª Sessão Técnica - |
| Chairperson: | Dr. Hélio K. Kuga, Tecnologista Senior, DMC |
| 08:25 - 08:45 | Avaliação do efeito do ângulo de incidência da radiação de micro-ondas na separabilidade de espécies de plantas aquáticas no braço do Pucuruí - afluente do reservatório de Tucuruí aluna: Maria Lucia Santos da Silva, UNIVAP orientadora: Dra. Evelyn M. L. Moraes Novo, Pesquisadora Titular, DSR 43 |
| 08:45 - 09:05 | Determinação de atitude de satélites com o uso do GPS aluna: Aurea Aparecida da Silva, UNESP Orientador: Dr. Antonio Fernando Bertachini de Almeida Prado, DMC Co-orientador: Dr. Roberto Vieira da Fonseca Lopes, DMC 45 |
| 09:05 - 09:25 | Modelagem de forças para satélites GPS aluna: Adriana dos Santos, EFEI orientador: Dr. Hélio K. Kuga, Tecnologista Senior, DMC 49 |
| 09:25 - 09:45 | Propagação de órbita de satélites artificiais usando receptores GPS (Global Positioning System) aluno: André Rodrigo Boscolo Moraes, EEI orientador: Dr. Kondapalli Rama Rao, DMC 51 |
| 09:45 - 10:05 | Algoritmos de controle analógicos e digitais do Experimento Roda de Reação - ERR aluno: Eduardo César Pereira Vieira, ITA orientador: Dr. Marcelo Lopes de Oliveira e Souza, Pesquisador Titular, DMC 53 |
| 10:05 - 10:20 | INTERVALO PARA CAFÉ |
| 10:20 - 12:00 | 5ª Sessão Técnica - |
| Chairperson: | Dra. Nélia Ferreira Leite, Pesquisadora Titular e Chefe do Laboratório Associado de Sensores e Materiais, LAS |
| 10:20 - 10:40 | Projeto e construção de uma estação multi-uso para testes vácuo-térmicos aluna: Ângela Akemi Tatekawa, EEI orientador: Dr. Nilton Souza Dias, LIT 57 |
| 10:40 - 11:00 | Sistema de efeito hall automatizado dependente com a temperatura aluno: Celso Ferreira Mastrella, ITA orientador: Dr. Eduardo Abramof, Pesquisador, LAS 59 |
| 11:00 - 11:20 | Projeto de uma fonte para magnetron aluno: Nelson Luis de Toledo Pinto, UNITAU orientador: Dr. Vladimir Jesus Trava Aioldi, Pesquisador Titular, LAS 61 |

| | |
|---------------|---|
| 11:20 - 11:40 | Resposta espectral de heterojunções semicondutoras aluno: André Luiz Pierre Mattei, ITA orientador: Dr. José Roberto Sbragia Senna, LAS 63 |
| 11:40 - 12:00 | Espectrômetro de massa com jato molecular para medidas “in situ” de crescimento de diamante CVD aluno: Thiago Rodrigues Pêgas, EEI/CDT orientadores: Dra. Nélia Ferreira Leite e Dr. Vladimir Jesus Trava Airoldi, LAS 71 |
| 12:00 - 13:55 | ALMOÇO |
| 13:55 - 15:35 | 6ª Sessão Técnica - Chairperson: Dr. Alberto Setzer, Pesquisador Titular, Divisão de Sensoriamento Remoto, DSR |
| 13:55 - 14:15 | Sistema de medida dos elementos do clima aluna: Maria Olímpia Melo Campos, UNIVAP orientador: Dr. Jesus Marden dos Santos - Coordenador do DED 75 |
| 14:15 - 14:25 | Desenvolvimento de sistema computacional para a manipulação de dados e correção de coordenadas nas observações da área de radioastronomia aluna: Maria Inês Soares Costa Neves, UBC orientador: Dr. Eugenio Scalise Júnior, Pesquisador Titular, DAS 77 |
| 14:25 - 14:55 | Investigações solares do radiômetro de frequência variável (18-23 GHz) aluno: Vinícius Franco Araújo, UNITAU orientador: Dr. Hanumant Shankar Sawant, Pesquisador, DAS 79 |
| 14:55 - 15:15 | Medidas de tempo de relaxação de vibrações mecânicas para o projeto do telessensor brasileiro de ondas gravitacionais aluno: Marcelo Gomes Luércio, ITA orientador: Dr. Odylio Denys de Aguiar, Pesquisador Titular, DAS 81 |
| 15:15 - 15:35 | Bobina de Helmholtz e sondas magnéticas para o tokamak ETE aluno: Bruno Vieira Fernandes, ITA orientador: Dr. Edson Del Bosco, LAP 83 |
| 15:35 - 15:50 | INTERVALO PARA CAFÉ |
| 15:50 - 16:50 | 7ª Sessão Técnica - Chairperson: Msc. Mário César Ricci, Tecnologista Senior, Divisão de Mecânica Espacial e Controle, DMC, membro do CIBIC |
| 15:50 - 16:10 | Atividade Convectiva no Brasil através de dados digitais de imagens de satélites aluno: Fredy Alexandre Sargaço, UNIVAP orientadora: Dra. Iracema F. A. Cavalcanti, Pesquisadora, CPTEC 87 |
| 16:10 - 16:30 | Implementação de uma interface amigável para execução de modelo numérico de previsão de tempo aluna: Ana Cristina Corrêa Bittencourt, UNITAU orientadora: Dra. Chou Sin Chan, CPTEC 89 |
| 16:30 - 16:50 | Interface gráfica para visualização de campos meteorológicos aluna: Cláudia Del Bianco Sampaio orientador: Dr. Dirceu Luis Herdies, CPTEC 91 |
| 16:50 - 17:10 | Técnicas numéricas e computacionais para a análise de dados de crescimento de cristais binários aluna: Nanci Naomi Arai, UNITAU orientador: Dr. Maurício Fabbri, Pesquisador Titular, LAS 93 |
| 17:10 - 17:30 | Analizador de gases (CO ₂) por espectroscopia infravermelha para monitoramento “in vivo” e “in situ” da fotossíntese aluno: Luciano Gonçalves de Oliveira, ITA orientador: Dr. Marcos Dias da Silva, Tecnologista Sênior, LAS 95 |

1ª Sessão Técnica

27 de maio de 1996, 10:20 - 12:00
Chairperson: Dr. Jesus Marden dos Santos

MODELO IONOSFÉRICO EM BAIXAS LATITUDES NO BRASIL

Letícia Teixeira Cottini

Aluna da Universidade de Taubaté - Bolsa PIBIC/CNPq

Orientadora: Dra. Inez Staciari Batista, Pesquisadora

Divisão de Aeronomia

Avenida dos Astronautas, 1758 - Caixa Postal 515

A densidade eletrônica é um parâmetro muito importante para estudos geofísicos e para as telecomunicações trans-ionosféricas. O conhecimento prévio da densidade eletrônica é útil em diversas aplicações, tais como rádio-astronomia, geodésia espacial e navegação de satélites e veículos espaciais. Os sistemas de GPS (Global Positioning System), que estão sendo amplamente utilizados nas mais diversas aplicações, necessitam de um modelo ionosférico preciso, para produzirem resultados de alta confiabilidade.

Os modelos ionosféricos globais, tais como o IRI (International Reference Ionosphere), não são adequados para representar a densidade eletrônica ionosférica na região em estudo. Sendo assim, este trabalho tem por objetivo criar um modelo ionosférico para prever o comportamento da ionosfera de baixas latitudes na região brasileira.

Os dados utilizados foram obtidos entre 1990 e 1993, através de uma Digissonda instalada em Cachoeira Paulista. Estes dados, após terem sido tratados, passaram a fazer parte de arquivos que contêm a média dos cinco dias magneticamente menos perturbados de cada mês (Cottini e Batista, 1995).

Os ajustes das curvas de média foram feitos de duas maneiras distintas. Em uma primeira etapa, foram feitos ajustes polinomiais na curva da média de cada mês, utilizando-se o aplicativo "Grapher for Windows", o qual gera automaticamente os respectivos arquivos contendo os coeficientes polinomiais. Na segunda etapa, foi elaborado um programa na Linguagem C, denominado "Recipes.c", utilizando-se subrotinas retiradas do livro "Numerical Recipes in C" (Press et al., 1992), para a geração de coeficientes polinomiais a partir do arquivo de média de cada mês.

Comparando-se os resultados obtidos, constatou-se que os dois métodos utilizados para o ajuste são eficientes, pois as curvas geradas são ambas representativas dos valores médios observados, havendo distorções somente onde existem falhas de dados. Um exemplo das curvas geradas pelos dois métodos, comparadas com os dados, está mostrado na Figura 1.

O método escolhido para se prosseguir o trabalho foi aquele que utiliza o aplicativo "Grapher for Windows" para a geração dos coeficientes polinomiais. Esta escolha se deu por ele fazer um ajuste mais suave onde se encontram as falhas de dados.

Todos os testes preliminares do ajuste já foram realizados e aprovados. Para a finalização do modelo é necessário que se complete o banco de dados, para posteriormente serem gerados

coeficientes suficientes para todas as estações do ano e condições diversas do número de manchas solares. O objetivo final será gerar um arquivo contendo os coeficientes do ajuste polinomial para as três estações do ano (verão, inverno e equinócio) e para atividade solar baixa, média e alta, e elaborar um programa que, utilizando parâmetros de entrada fornecidos pelo usuário (hora do dia, mês e número de manchas solares), e os arquivos contendo os coeficientes, forneça como saída a densidade eletrônica.

Cottini, L.T.; Batista, I.S. Estudos ionosféricos em latitudes baixas e equatoriais usando ionossondas. (Relatório de pesquisa) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, INPE, 1995. 134 p. (INPE - 5672 - PRP/193).

Press, W.H.; Teukolsky, S.A.; Vetterling, W.T.; Flannery, B.P. Numerical Recipes in C. Cambridge University Press, 1992.

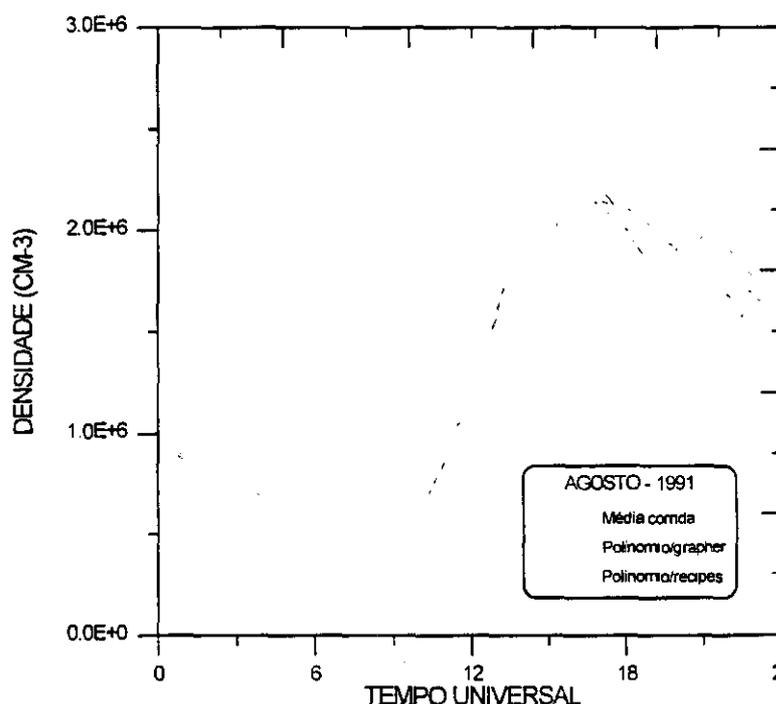


Fig.1 - Comparação entre a curva média da variação diurna da densidade do pico da camada F para o mês de agosto de 1991 e as curvas ajustadas com coeficientes gerados pelo "Grapher for Windows" e os gerados pelo programa "Recipes.c".

MEDIDAS DE TEMPERATURA E DENSIDADE ATMOSFÉRICA ENTRE 35 E 70KM COM UM RADAR DE LASER RAYLEIGH

Alexandre Cabral Franco Barroso

Aluno da Faculdade de Ciências Aplicadas de São José dos Campos (FACAP) - Bolsa PIBIC /CNPQ

Orientador: Dr. Paulo Prado Batista, Pesquisador, Divisão de Aeronomia

Neste trabalho um total de 112 noites de medidas do sinal do espalhamento Rayleigh entre 35 e 70km de altura em São José dos Campos, S.P, (23°S, 40°W) com um radar de laser (lidar) durante os anos de 1993 à 1995 foram analisadas. A partir dos perfis de espalhamento os perfis de temperatura absoluta e densidade relativa foram determinados. O LIDAR utiliza como transmissor um laser de corante em que o elemento ativo é o RODAMINA 6G, transmitindo em 589nm. A figura 1 mostra um diagrama de blocos simplificado do lidar do INPE.

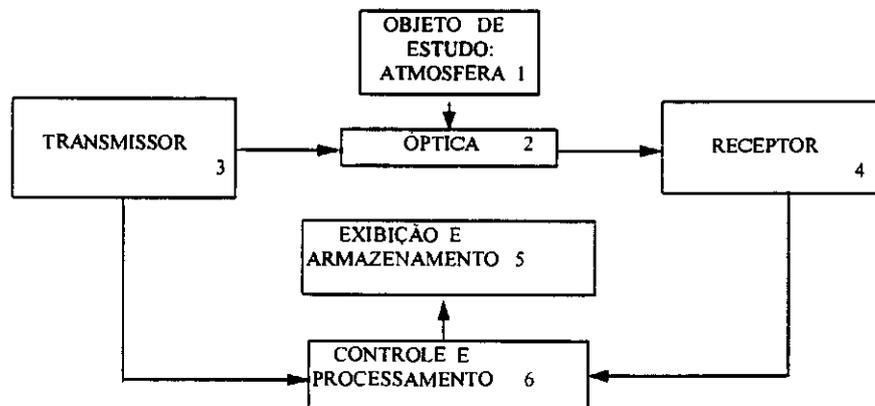


Figura 1- Diagrama de blocos dos constituintes principais do lidar.

Os dados brutos (fotocontagem), obtidos pelo radar de laser são processados em computador dando o perfil da densidade relativa em função da altura. Para isso, é utilizada a chamada equação do radar de laser. A temperatura é obtida do perfil de densidade fazendo-se uso das equações do equilíbrio hidrostático e do gás ideal. A figura 2 mostra um perfil típico para o dia 04/04/96, comparado com o modelo MSISE-90- (linhas tracejadas). A comparação dos perfis obtidos com o modelo mostra, em geral, uma estratosfera mais fria e uma mesosfera mais quente, confirmando a climatologia de

1993 (Batista et al, 1995). Um resultado importante obtido foi a presença de camadas de inversão na mesosfera. A climatologia para o período foi obtida fazendo-se os contornos de temperatura em função de tempo e altura para os três anos consecutivos, e esta mostrou consistentemente uma menor temperatura da estratosfera e uma maior temperatura da mesosfera, comparada com o modelo.

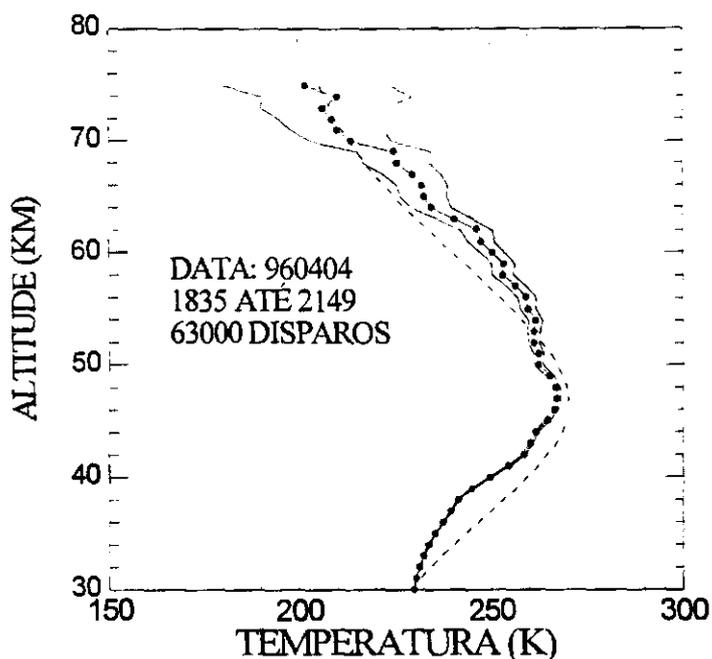


Figura 2- Perfil típico de temperatura (círculo) para o dia 04/04/96, comparado com o modelo MSISE-90 (linhas tracejadas). As linhas finas indicam o erro estatístico do perfil. São mostrados também a hora em que os dados foram tomados (primeiro e último perfil) e o número de disparos. A altura é dada em quilômetro e a temperatura em kelvin.

Referências

P. P. Batista, B. R. Clemesha & D. M. Simonich - 1995 Observações da densidade e temperatura atmosférica entre 35 e 70 km, Revista brasileira de geofísica V.13(1):pg 16-22.

**SENSOR RPA - RETARDING POTENTIAL ANALYSER
(ANALIZADOR DE POTÊNCIA RETARDANTE)**

Leandro Paulino Vieira

Aluno da Escola de Engenharia Industrial - Bolsa PIBIC / CNPQ
Orientador: Dr. Polinaya Muralikrishna, Pesquisador, Divisão de
Aeronomia

O trabalho apresentado neste relatório tem por objetivo o desenvolvimento do sistema mecânico para o analisador de Potência Retardante, a ser lançado a bordo de foguetes e satélites. O sistema será fabricado na oficina mecânica do INPE, e será integrado aos outros subsistemas do experimento, tais como o sistema eletrônico, e o sistema de telemetria e telecomando, a serem desenvolvidas nos laboratórios do INPE.

O experimento fará medidas de fluxos das partículas de cargas elétricas positivas e negativas, que existem na ionosfera terrestre.

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. Tais fenômenos são manifestações dos processos físicos e eletrodinâmicos que ocorrem na Ionosfera Equatorial.

O fluxo das partículas de cargas positivas ou negativas, interage com a ionosfera. Um dos fatores que afeta a vida útil de um satélite é a intensidade desse fluxo. As partículas danificam os sensores, e interferem com o funcionamento dos experimentos a bordo de um satélite. O conhecimento dos mesmos é muito importante.

O sensor R.P.A. (Retarding Potential Analyser ou Analisador de Potência Retardante) a ser projetado será capaz de colher dados do meio ionosférico. Tudo será possível através da coleta de elétrons (íons) de alta energia presentes na mesma para que se possa realizar estudos mais aprimorados dos fenômenos característicos que interferem nas transmissões via sinal de rádio.

Este sensor terá um conjunto de grades em frente de um coletor de partículas. Essas grades serão mantidas em potenciais retardantes positivas (negativas) para selecionar elétrons (íons) com energias dentro de uma faixa pré-determinada. A corrente produzida pelas partículas no ânodo (coletor de partículas) é interpretada pela placa de circuito impresso e nela será amplificada, e logo após transmitida pelo sistema de telemetria que estará a bordo.

O que se desenvolveu foram os detalhes da parte mecânica deste sensor mencionado, buscando seu aperfeiçoamento. Espera-se chegar a um modelo tal que possa ser testado e fabricado.

O sensor deve ser leve, compacto 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 será o material usado para alojar todas as partes deste sensor, devido a ser um material que satisfaz os pré-requisitos descritos acima.

ESTUDOS DE PERFIS DE DENSIDADE E TEMPERATURA ELETRÔNICA
ATRAVÉS DA ANÁLISE DE DADOS DE FOGUETES

Daniela Cristina Santana

Aluna da Universidade do Vale do Paraíba - Bolsa PIBIC / CNPq

Orientador: Dr. Mangalatayhl Ali Abdu, Pesquisador, Chefe da
Divisão de Aeronomia

A densidade e temperatura eletrônica da Ionosfera, N_e e T_e , são propriedades desse meio, cita-se ainda campo elétrico e campo magnético, que podem ser estudadas pela teoria magneto-iônica a qual relaciona as suas características com as características das ondas que se propagam nesse meio, tais como frequência da onda, vetor da onda, polarização e fase.

Nesta região a densidade de ions e elétrons é suficientemente alta de modo a interferir na propagação de ondas de rádio, sendo essa característica mais acentuada em 350 quilômetros de altitude como pode ser observada na figura 01 que é um perfil teórico obtido para a Campanha Guará pelo modelo IRI90. O modelo IRI90 é um modelo internacional de referência ionosférica empírico padrão baseado em observações experimentais com o objetivo de ser um modelo confiável e realista dessas propriedades. Na prática, para esse trabalho, essas propriedades foram estudadas através de análises sob os perfis de N_e preliminares obtidos por lançamentos de foguetes da Campanha Tapireí, realizada em 29 de abril de 1991, às 14:37hs(LT), sendo o apogeu em 441 quilômetros de altitude e 682 segundos de tempo total de dados coletados, da Campanha Guará realizada em 14 de outubro 1994, às 19:55hs(LT), sendo o apogeu em 956 quilômetros de altitude e 1053 segundos de tempo total de dados coletados e mais recentemente a Campanha Piri-açu cuja trajetória ainda não está disponível. De todas as campanhas, foram coletados dados digitalizados por carga úteis, que são mecanismos (sensores) desenvolvidos específicos sobre determinadas ocorrências físicas, no caso N_e e T_e . Esses dados foram processados passo a passo de forma semelhante em cada campanha devido ao próprio modo como foram coletados e implementados em linguagem C, devido as facilidades e as vantagens que a mesma oferece. Os resultados de todos os passos foram visualizados pelo aplicativo Grapher for Windows da Microsoft e o resultado final, o perfil de N_e e T_e preliminar de cada campanha, foram comparados com os respectivos perfis teóricos obtidos pelo modelo IRI90 pelo orientador.

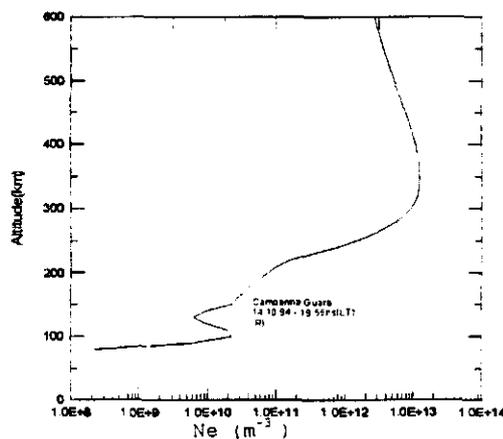


figura 01

ESTUDOS DO CAMPO GEOMAGNÉTICO E ESTUDOS FOTOMÉTRICOS DA TERMOSEFERA UTILIZANDO TÉCNICAS DIGITAIS

Adriana Bustamante Nascimento

Aluna da Universidade do Vale do Paraíba - Bolsa PIBIC / CNPq
Orientador: Dr. José Humberto Andrade Sobral, Pesquisador Senior
Área de Ciências Espaciais e Atmosféricas do INPE

Esta apresentação focalizará dois resultados principais deste projeto. O primeiro deles concerne o estudo das derivas ionosféricas considerando 10 dias (cinco dias mais quietos e cinco dias mais perturbados) em cada fase do ciclo de atividade solar. Essa metodologia permitirá eliminar o efeito do ciclo da atividade solar na análise das derivas zonais. O segundo aspecto é o estudo do campo geomagnético terrestre conforme descrito abaixo. Será apresentado também fotografias digitalizadas por esta bolsista, como parte do presente projeto de pesquisa.

O campo magnético é um campo vetorial tridimensional, isto é, com propriedades de intensidade, direção e sentido. Portanto, o campo magnético em qualquer ponto da superfície da Terra deve ser especificado por três parâmetros, que são: intensidade total, declinação e inclinação. A intensidade do campo é representada pela distância que separa linhas de força adjacentes.

O campo magnético terrestre interfere fortemente com a dinâmica do plasma espacial ionosférico, magnetosférico e interplanetário localizado nas vizinhanças do nosso planeta, acima de uma altitude de aproximadamente 100 km.

É importante identificar as origens da energia e os mecanismos físicos através dos quais esta energia do campo é gerada. No caso do campo magnético terrestre, a sua origem está primordialmente nas correntes elétricas que ocorrem no interior da Terra. Entretanto tal estudo está fora do escopo deste projeto de pesquisa. Um campo estático representa uma densidade de energia $B^2/8\pi$ onde B representa a intensidade do campo magnético. Atualmente as origens terrestre e extraterrestre conhecidas para uma contribuição apreciável para o campo geomagnético são as seguintes: Movimento do núcleo; Magnetização crostal; Gravitação; Radiação eletromagnética solar; Radiação corpuscular solar e campo interplanetário.

O estudo do campo geomagnético que será apresentado foi realizado com base em um software aplicativo GEOMAG - *Geomagnetic Field Models*, desenvolvido pela *National Oceanic and Atmospheric Administration*, para o estudo específico das características do campo geomagnético em uma determinada região. Foi escolhida a região de Cachoeira Paulista (22°41'S, 45°00"O).

2ª Sessão Técnica

27 de maio de 1996, 13:55 - 15:35
Chairperson: Dr. Antonio Fernando Bertachini de
Almeida Prado

IDENTIFICAÇÃO DE ESTRELAS OBSERVADAS POR SENSORES ESTELARES

Gustavo Baldo Carvalho

Aluno da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC-USP) - Bolsa PIBIC / CNPq

Orientador: Dr. Roberto Vieira da Fonseca Lopes, Pesquisador, DMC-INPE

O trabalho tem por objetivo analisar metodologias de determinação de atitude de um satélite artificial terrestre com estabilização triaxial, através da identificação de estrelas observadas por um sensor estelar tipo rastreador com câmera de matriz eletrônica CCD. O estudo complementa os esforços para o projeto do sensor estelar em desenvolvimento no INPE e sua importância se dá diante do avanço de tecnologias espaciais e requisitos de precisão de controle de atitude e de performance da carga útil do satélite.

O método clássico de comparação angular direta[3] foi selecionado para a identificação das estrelas por sua relativa simplicidade. No entanto, para esse método há necessidade de uma atitude pré-estimada, que pode ser obtida por outros sensores ou sistemas menos precisos, tais como magnetômetros. A técnica da comparação angular direta compara distâncias angulares de estrelas vistas pelo sensor e as respectivas estrelas num catálogo realizando um círculo de raio determinado em torno da posição vista da estrela. Há quatro possibilidades: identificação correta (uma única estrela dentro do círculo e sendo esta idêntica àquela que foi observada), identificação errônea (uma única estrela dentro do círculo, porém não sendo esta idêntica àquela que foi observada), identificação ambígua (mais de uma estrela dentro do círculo) e não identificação (quando não há estrela presente dentro do círculo). O raio do círculo é escolhido de modo a maximizar a probabilidade de identificação correta e minimizar a probabilidade de identificação errônea, principalmente, com base no modelo de distribuição de **Poisson** para as estrelas e de **Gauss** para o erro de observação, pelo método de otimização de múltiplos critérios.

Uma vez identificadas as estrelas observadas, a atitude é estimada por um método tipo mínimos quadrados[2] que permite utilizar dois ou mais versores medidos em dois referenciais diferentes. Os sistemas de coordenadas utilizados são o sistema azimutal, vetorial-cartesiano e equatorial de referência, sendo utilizados nos referenciais inercial (relacionado com a esfera celeste centrada na Terra) e o do satélite (relacionado com uma esfera celeste centrada no próprio satélite). A representação de atitude é feita através de ângulos de **Euler** que são utilizados em função da simplicidade de composição e reduzida dimensão de representação, apesar de possuírem singularidades. Já o transporte de atitude é feito com maior eficiência por matrizes de rotação.

O catálogo de estrelas utilizado é dado no referencial inercial e produzido pelo Observatório Nacional[1]. Foram utilizadas estrelas com magnitude visual menor que cinco. Selecionaram-se cinco regiões pré-determinadas do céu onde a

densidade de estrelas com magnitude visual menor que cinco é relativamente alta (crucis, orionis, scorpii, pegasus e tauri).

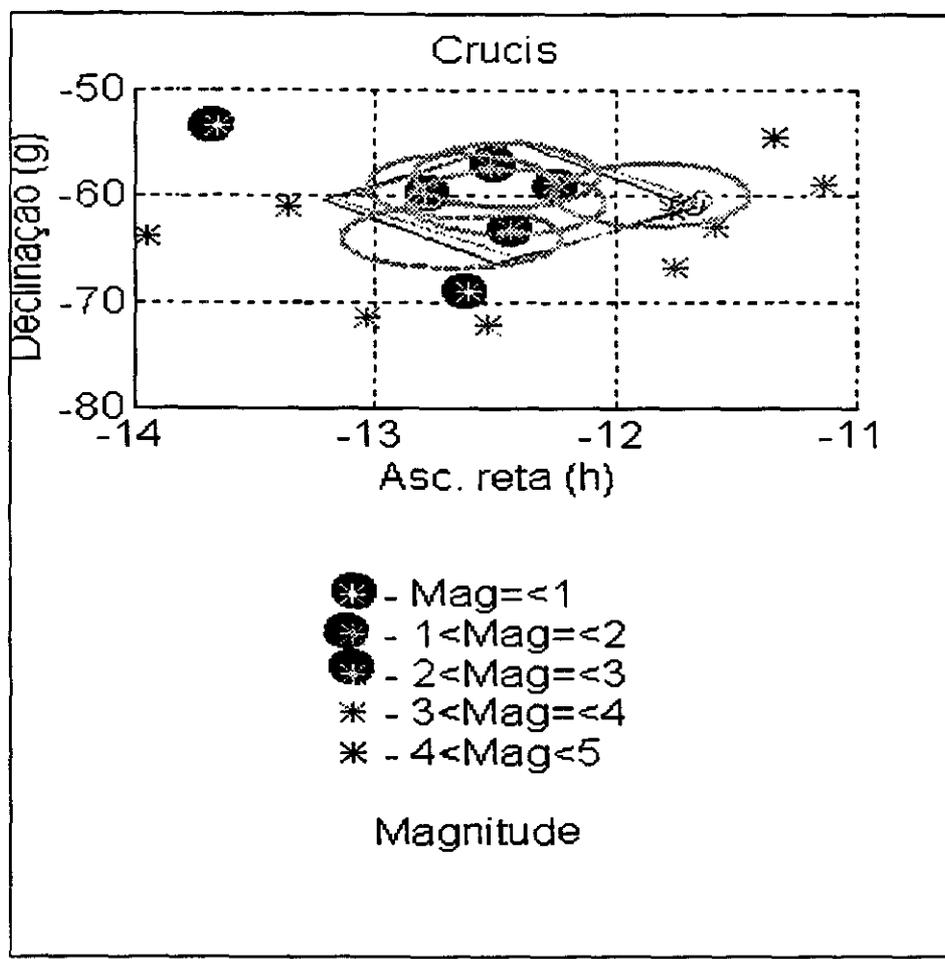


Fig.1 - Exemplo de identificação através da técnica da comparação angular direta.

Os resultados são apresentados em forma de gráficos desenvolvidos a partir de testes do software, e descrevem através de histogramas o comportamento do mesmo com relação a vários tópicos de interesse, com os quais podemos tirar as seguintes conclusões que servem de base para desenvolvimentos futuros:

- O número de estrelas identificadas aproxima-se em porcentagem máxima ao número de estrelas vistas, o que é um bom resultado de desempenho.

- A precisão de pré-estimativa é determinante, uma vez que sendo maior o erro (2°), a porcentagem de estrelas identificadas corretamente cai, ou seja, a atitude pré-estimada não está tão próxima da correta, influenciando a identificação.

- O ótimo desempenho é notado pela grande porcentagem de identificações errôneas e não identificações nulas, acompanhada por uma tendência de identificações ambíguas nulas (maior %). É notável

num segundo instante um melhor desempenho se adotássemos como pré-estimativa a atitude calculada e reiterássemos com outros requisitos de probabilidade acentuando a identificação correta. Este processo de refinamento da precisão de pré-estimativa nos permitiria a identificação correta de muitas estrelas que em primeiro plano não foram identificadas, caindo numa classificação ambígua. Em prática, foi averiguada essa hipótese quando adotamos uma faixa mais restrita para a ambigüidade (15%) num teste com a região crucis, apresentando uma faixa muito mais ampla de identificações corretas e menores identificações ambíguas.

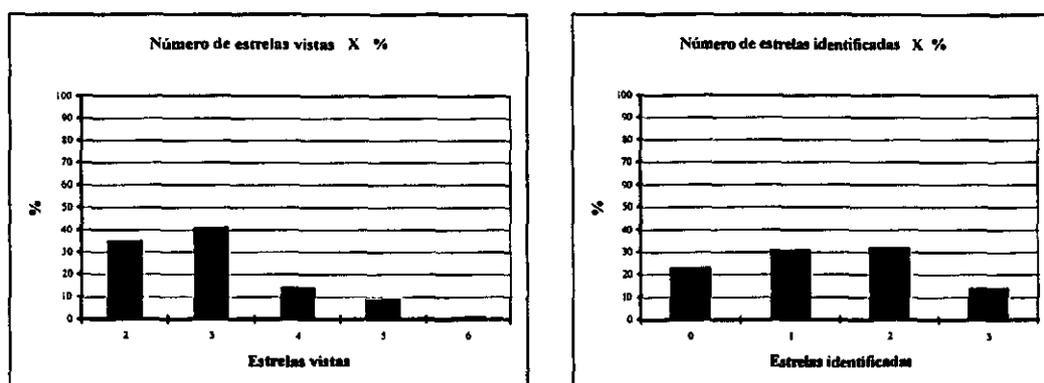


Fig.2 - Comparação entre % de estrelas vistas e % de estrelas identificadas.

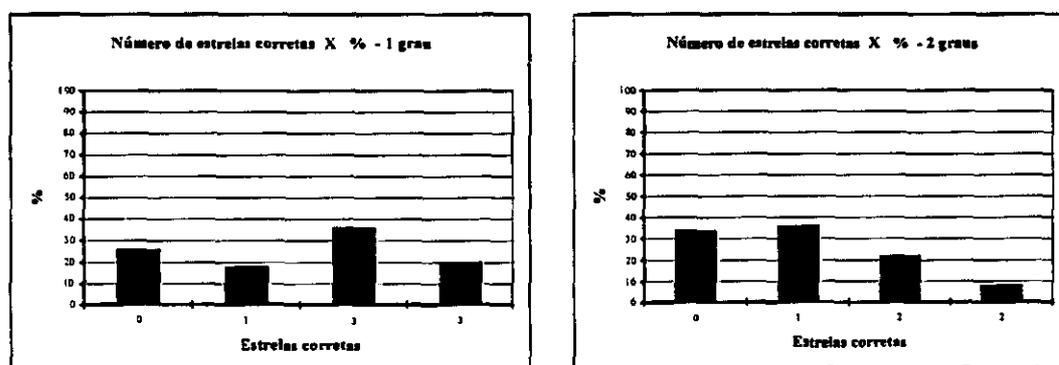


Fig.3 - Comparação entre % de estrelas identificadas corretamente para 1º e 2º de precisão do sensor de pré-estimativa.

•Pelos testes fica clara a influência da distribuição e disposição ("entropia") das estrelas no campo. Mesmo que a densidade no campo seja satisfatória, o fato de estarem aglomeradas piora o desempenho, enquanto que uma disposição mais esparsa é o ideal. É notável que algumas regiões seguem a hipótese inicial adotada de que seja seguida a distribuição de Poisson, enquanto que outras fogem a esta regra notavelmente. É bastante evidente o melhor desempenho em regiões que seguem a hipótese adotada.

outras fogem a esta regra notavelmente. É bastante evidente o melhor desempenho em regiões que seguem a hipótese adotada.

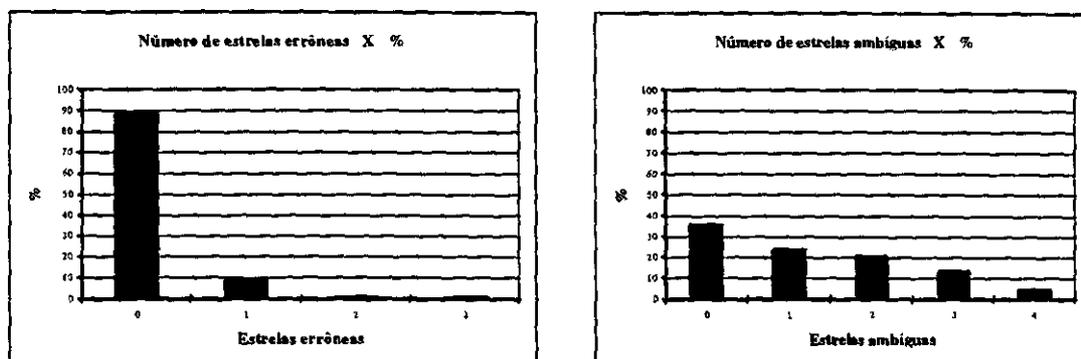


Fig.4 - % de estrelas identificadas erroneamente e % de identificação ambígua(requisito de 30%).

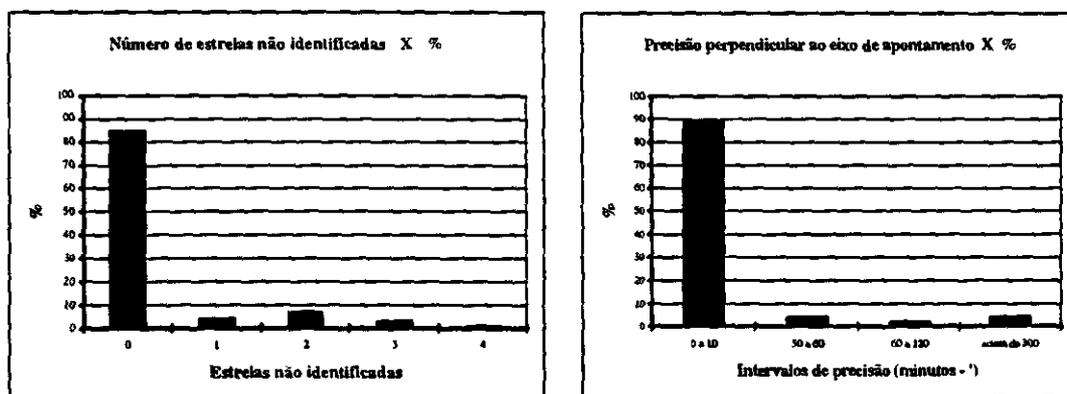


Fig.5 - % de estrelas não identificadas e % de ocorrências de precisões obtidas em cálculo.

•A precisão com relação ao apontamento da atitude é melhor desenvolvida na direção perpendicular ao eixo de apontamento do sensor. Isto ocorre devido ao pequeno raio desenvolvido em torno deste eixo. Seria necessária uma rotação bem acentuada para que fosse significativa uma mudança de posição da estrela na referencial do satélite. Nos testes fica bem claro essa característica, estando a precisão 89% das vezes entre 0 e 10', o que é bem satisfatório.

Referências Bibliográficas

- 1. Efemérides astronômicas 1994 ANO CX. Observatório Nacional do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1994.
- 2. Shuster, Malcolm D. *Introduction to spacecraft attitude determination*. The Johns Hopkins University, 1989;
- 3. Wertz, J. R.(ed.). *Spacecraft attitude determination and control*. D. Heidel, London, 1978. (Astrophysics and Space Sciences Library).

ESTUDO DE TRAJETÓRIAS ESPACIAS

Gislaine de Felipe

Aluna da Universidade de Taubaté - Bolsa PIBIC / CNPQ

R: Aimorés, nº 371 - Guaratinguetá - SP - 12.500-000

Orientador: Antonio Fernando Bertachini de Almeida Prado
Engenheiro de Desenvolvimento Tecnológico,

INPE - DMC - CP 515 - São José dos Campos - SP - 12227-010

O objetivo deste trabalho é o estudo de trajetórias para veículos espaciais. Em particular, será estudado trajetórias obtidas com o modelo matemático dado pelo problema restrito tri-dimensional de três corpos. Trata-se de uma continuação dos trabalhos desenvolvidos por Moreira e Prado (1995), que estuda trajetórias obtidas com o modelo de dois corpos e Prado (1993), Prado (1995) e Prado e Broucke (1995) que estudam trajetórias no modelo dado pelo problema restrito plano de três corpos.

Esse modelo significa que estudaremos o movimento de uma partícula de massa desprezível (como um veículo espacial) em um sistema governado por dois corpos dotados de massa finita (como os sistemas Terra-Lua, Sol-Terra, etc...). Este trabalho não pretende estudar uma missão específica, mas sim efetuar um estudo numérico geral de trajetórias aonde o veículo espacial faça uma passagem próxima do menor corpo de massa finita.

Essas trajetórias serão numericamente classificadas de acordo com os efeitos causados pelo encontro do veículo espacial com o corpo celeste. Esses efeitos são as variações da Energia e do Momentum Angular do veículo espacial entre os instantes imediatamente anterior e posterior ao encontro. Do ponto de vista dessas duas grandezas, temos quatro categorias possíveis para a classificação de cada trajetória:

- Elíptica direta (Energia negativa e Momento Angular positivo);
- Elíptica retrógrada (Energia negativa e Momento Angular negativo);
- Hiperbólica direta (Energia positiva e Momento Angular positivo);
- Hiperbólica retrógrada (Energia positiva e Momento Angular negativo).

As grandezas utilizadas para descrever as condições iniciais de cada trajetória foram: a) Dois ângulos (α e β) e uma distância para especificar a posição do periapse em um sistema de coordenadas esféricas centrado no segundo corpo; b) A magnitude da velocidade do veículo neste instante; c) A razão entre as massas dos dois primários usado como $\mu = 0.0121$ em todas as simulações mostradas nesse trabalho. O trabalho consistiu então de simulações numéricas para um conjunto de condições iniciais. Foi utilizado um integrador de Runge-Kutta combinado com a dinâmica clássica do problema restrito-circular de três corpos em três dimensões. As equações de movimento utilizadas foram:

$$y'' = -2x' + y - \frac{\mu y}{r_1^3} - \frac{\mu y}{r_2^3}; \quad x'' = 2y' + x - \frac{\mu(x+\mu)}{r_1^3} - \frac{\mu(x-\mu)}{r_2^3}; \quad z'' = -\frac{\mu z}{r_1^3} - \frac{\mu z}{r_2^3}$$
$$r_1 = ((x+\mu)^2 + y^2 + z^2)^{1/2}; \quad r_2 = ((x-\mu)^2 + y^2 + z^2)^{1/2}; \quad \mu = 1 - \mu.$$

Com isso classificou-se as trajetórias antes e depois do encontro conforme já mencionado. Isso gera as 16 possibilidades mostradas na tabela I. A fig.1 mostra os resultados para o caso $r_p = 0.00476$ em unidades canônicas. O eixo horizontal representa o ângulo α e o eixo vertical o ângulo β . Foi feita uma figura para cada valor de V_p .

TABELA I: NOMENCLATURA PARA AS ÓRBITAS

| Depois: | Antes: | Elíptica Direta | Elíptica Retrógrada | Hiperbólica Direta | Hiperbólica Retrógrada |
|------------------------|--------|-----------------|---------------------|--------------------|------------------------|
| Elíptica Direta | | A | E | I | M |
| Elíptica Retrógrada | | B | F | J | N |
| Hiperbólica Direta | | C | G | K | O |
| Hiperbólica Retrógrada | | D | H | L | P |

Referências:

- Moreira, M.I.A. e Prado, A.F.B.A. Estudo de Manobras Orbitais Impulsivas. **Primeiro Seminário de Iniciação Científica do INPE**, São José dos Campos, Julho 24-25, 1995. p. 53-54.
- Prado, A.F.B.A. Optimal Transfer and Swing-By Orbits in the Two and Three-Body Problems; Dissertação de Doutorado; Universidade do Texas, Austin, Texas, EUA, 1993 (INPE-5572-TAE/022).
- Prado, A.F.B.A. The Dynamics of the Gravity-Assisted Maneuver. **Proceedings of the VI Symposium on Dynamic Problems of Mechanics (DINAME 95)**, Caxambu, Minas Gerais, Março 6-10, 1995. p. 256-259.
- Prado, A.F.B.A e Broucke, R.A. A Classification of Swing-By Trajectories using The Moon. **Applied Mechanics Reviews**, 48(11):138-142, Nov. 1995, (INPE-5662-PRE 1837).

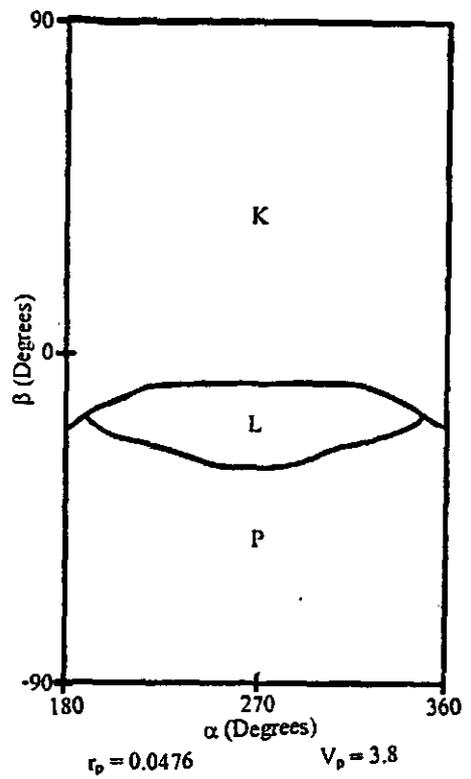
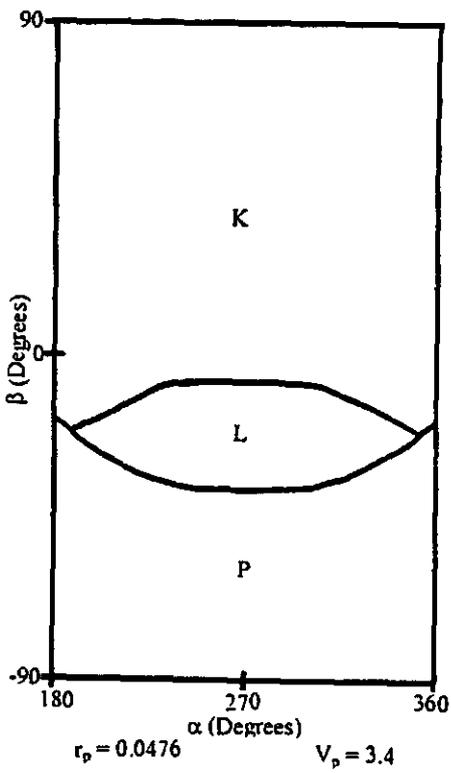
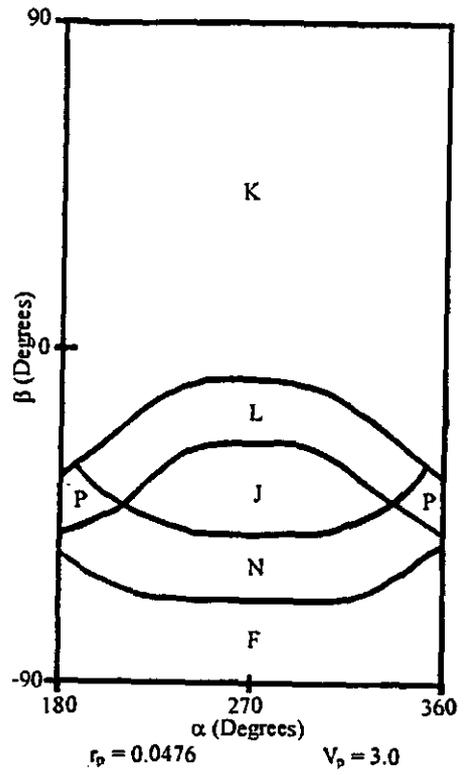
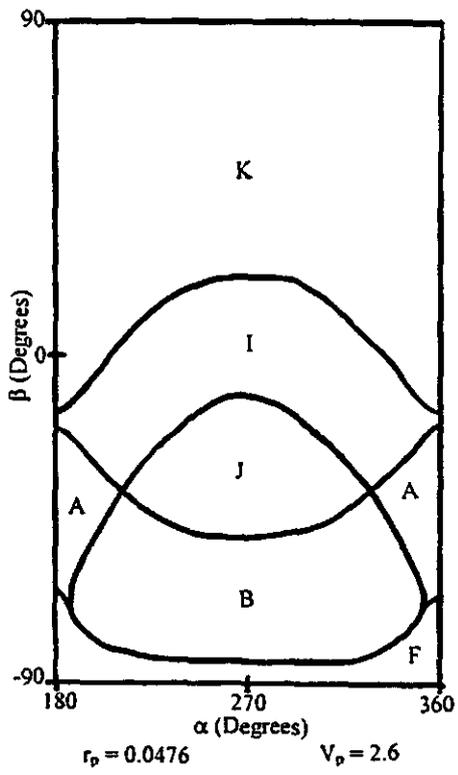


FIG.1 - RESULTADOS DE ALGUMAS SIMULAÇÕES

ESTUDO DA INTERAÇÃO ENTRE A DINÂMICA E O SISTEMA DE CONTROLE DE ESTRUTURAS RÍGIDO/FLEXÍVEIS

Silmara Alexandra da Silva

Aluna da Faculdade de Ciências Aplicadas - Bolsa PIBIC / CNPQ
Orientador: Dr. Luiz Carlos Gadelha de Souza, Pesquisador , DMC

O objetivo desse trabalho é estudar a interação entre o comportamento dinâmico de uma estrutura rígida/flexível e o sistema de controle, a fim de avaliar a influência desta interação no desempenho do algoritmo de controle.

A montagem da Estação Espacial Freedom será a primeira tarefa de construção complexa a ser realizada no espaço.

Como as estruturas a serem lançadas são pesadas e grandes seria necessário lançá-las separadamente e construí-las no espaço. Para isso precisa-se do desenvolvimento da dinâmica e técnicas para o controle de atitude durante a construção da base espacial.

Neste trabalho o problema da flexibilidade do mastro engastado na Shuttle é considerado. Como as manobras da Shuttle move a base do mastro, isto excita o resto da estrutura. O desejado é rotacionar o mastro numa posição adequada e para isso é necessário um modelamento do sistema dinâmico e avaliar a interação deste com o sistema de controle.

Alguns métodos de controle são analisados e seus comportamentos investigados para casos particulares através de análise numérica. Muitas e muitas aproximações complexas para controlar estruturas flexíveis tem sido desenvolvida.

Neste caso uma dinâmica estrutural simples é adotada e será usada para desenvolver um atuador básico .

Primeiramente as dinâmicas do mastro são modeladas sem considerar o controle, sendo o interesse maior pela descrição matemática do comportamento do mastro, o qual posteriormente será usado para estudar o controle do mesmo.

Esse mastro é modelado considerando a viga em balanço, onde a base rígida é fixa (engastada) na Shuttle, no qual possui em sua extremidade um atuador (proof-mass) de uma massa m .

Uma das primeiras considerações é durante a vibração livre, no qual as equações de movimento junto suas condições de contorno permite determinar implicitamente as funções de forma do sistema, essas equações são resolvidas numericamente para determinar também as frequências naturais desse sistema.

Em seguida, são consideradas as rotações do mastro e as expressões que são derivadas permitem calcular a energia cinética e potencial em termos da função de forma. Para resolução das mesmas são aplicados as equações de Lagrange para obter as equações de movimento para rotação do mastro.

Finalmente o uso de atuadores múltiplos localizados ao longo do mastro é analisado. Estes atuadores podem ser usados para alcançar razões de amortecimento específicas para primeiros modos de vibração do sistema.

Com o desenvolvimento desse projeto foi possível concluir que para controlar um sistema é necessário fazer um estudo aprofundado da parte dinâmica do mesmo. Esse detalhamento foi feito a partir da determinação das equações de movimento do mastro, calculando sua frequência natural e a sua função de

forma para que pudesse calcular a energia cinética e pótencial do sistema e assim modelar essas equações para então estudar a parte de controle.

Depois de verificado todo o modelamento dinâmico estudou-se o controle do sistema utilizando atuadores do tipo proof-mass.

Portanto, através dos cálculos obtidos pode-se verificar que esse modelo desenvolvido para a Shuttle e o mastro é confiável.

Acredita-se também que o projeto do sistema de controle e a avaliação de sua interação com a estrutura flexível será possível nos estudos finais.

OTIMIZAÇÃO DE PAINÉIS SANDUÍCHES COM FACES COMPOSTAS COM FIBRAS DE CARBONO

Regina Mambeli Barros

Aluna da Universidade de Taubaté - Bolsa PIBIC / CNPQ

Orientador: Dr. Wolodymir Boruszewski, Pesquisador, DMC

A primeira frequência natural de painéis sanduíches, usada como indicativo de sua rigidez, é estudada variando-se tanto o ângulo das fibras de Carbono de suas faces, quanto a razão entre as dimensões de seus lados. O objetivo do estudo é encontrar para cada configuração retangular um conjunto de ângulos que resulte em rigidez máxima sem aumento de massa.

A metodologia empregada nesse estudo genericamente chamada de Otimização Estrutural, adotou basicamente, dois tipos de modelamento: o método dos elementos finitos e o de Rayleigh-Ritz, usando para o primeiro caso um programa comercial (MSC/NASTRAN) e para o segundo um programa especificamente desenvolvido. No caso do MSC/NASTRAN, a busca do ótimo é fundamentada no método das direções viáveis modificado, e no caso do programa especificamente desenvolvido, no método das variáveis métricas para minimização não restrita.

Os resultados obtidos numericamente mostram com coerência razoável entre os dois tipos de modelamento, um ângulo ótimo das fibras crescente e a primeira frequência natural decrescente com o aumento da razão de aspecto dos retângulos. Por outro lado, enquanto o programa desenvolvido mantinha razoável constância do número de ciclos necessário para convergir a um ótimo, o programa MSC/NASTRAN tendia a um número cada vez maior de ciclos à medida que a razão de aspecto crescia.

Nesta linha de investigação, os próximos passos serão:

1. Mostrar a convergência do MSC/NASTRAN para malhas com variados graus de refinamento, e razões de aspecto limitantes (1 e 3).
2. Para os mesmos limites (1 e 3), mostrar a convergência no caso do programa desenvolvido mediante aumento do número de pontos de integração e de termos da série de aproximação.
3. Comparar as soluções após obtenção da convergência.

DESENVOLVIMENTO DE UM MOTOR DE PASSO DE ALTA RESOLUÇÃO

Rodrigo Viana

Aluno da EEI - Trabalho de Graduação

Orientador: Mário César Ricci, Tecnologista Sênior, DMC

O TG tem por objetivo desenvolver um protótipo experimental de um motor de passo híbrido que constitui o principal componente de Mecanismos de Acionamento de Painéis Solares (MAPS) utilizados em satélites artificiais para manter o painel solar apontado para o Sol enquanto o corpo do satélite permanece apontado para a Terra. A ênfase do desenvolvimento está na funcionalidade do dispositivo e na aplicação voltada para satélites de pequeno e médio porte. Mostrando-se viável funcionalmente poderemos partir para a obtenção de novos modelos mais eficientes em relação às perdas eletromagnéticas e otimizados estruturalmente.

A partir da década de 70 a tendência mundial era de projetar e fabricar satélites de telecomunicações de grande porte para órbitas elevadas (geoestacionárias). Em decorrência, existem hoje disponíveis no mercado internacional MAPS para satélites que requerem potências elevadas.

Tal desenvolvimento é de grande importância estratégica no momento em que se mostra interessante para o setor de telecomunicações a utilização de constelações de satélites de pequeno porte, operando em órbita baixa e com consumo típico da ordem de 1000 W. Portanto, julga-se bem razoável a possibilidade de se colocar brevemente no mercado um produto de alto cunho tecnológico e, praticamente, único em sua faixa de aplicação.

Um outro ponto importante desse desenvolvimento é a possibilidade de outros setores produtivos da economia virem a ser beneficiados pelos resultados gerados pelo projeto. O motor é especialmente projetado e construído, formando o estado da arte em acionamento elétrico, no intuito de se obter um movimento rotacional suave. Isso melhora, sensivelmente, a precisão de posição do eixo de saída e a eficiência do motor, permitindo a utilização de motores menores e mais leves. Logo, setores como o da automação industrial de processos, automação bancária, robótica, mecânica fina (motores para plotters, impressoras, etc.) podem ser beneficiados com o repasse da tecnologia gerada no desenvolvimento. Sem contar, também, que as informações provenientes de satélites têm se mostrado vital no acompanhamento das mudanças globais do clima, nas florestas, nas áreas agrícolas, urbanas e na dinâmica da atmosfera, e, portanto, o projeto, em última análise, tem sua contribuição de cunho ecológico na preservação do meio ambiente.

3ª Sessão Técnica

27 de maio de 1996, 15:50 - 17:30
Chairperson: Dr. Horácio Hideki Yanasse

**PREVISÃO ESTATÍSTICA DE PRECIPITAÇÕES NA CIDADE DE SÃO PAULO
USANDO UMA ÚNICA RADIOSSONDAGEM**

Roberto Rabelo Júnior

Aluno de Ciências da Computação da UNIVAP-Bolsista PIBIC/CNPQ

Orientador: Dr. Clóvis Angeli Sansigolo, Pesquisador,

Divisão de Ciências Meteorológicas

Os dados meteorológicos utilizados neste projeto (geopotencial, temperatura, umidade relativa, velocidade e direção do vento, nos níveis padrões) foram obtidos através das radiossondagens diárias às 12 GMT, no Aeroporto de Congonhas, na cidade de São Paulo, no período de 1970 até 1991 e, as precipitações diárias foram obtidas no Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo (IAG/USP). Depois de analisá-los, selecionaram-se três períodos durante a estação chuvosa:

- Outubro/1984-Março/1985 (com 182 radiossondagens),
- Outubro/1989-Março/1990 (com 177 radiossondagens) e
- Outubro/1990-Março/1991 (com 181 radiossondagens).

Foram calculados, de acordo com as equações mostradas na Tabela 1, os seguintes índices de instabilidades como previsores de precipitações: SHOWALTER, K, TOTALS e SWEAT.

Tabela 1. RESUMO DOS ÍNDICES DE INSTABILIDADE

| Índice | Descrição Sumária | Referência |
|-----------|--|-----------------------------|
| SHOWALTER | $IS = T_{500} - Td_{500}$ | Manual Skew-T - Log P |
| K | $K = (T_{850} - T_{500}) + Td_{850} - (T_{700} - Td_{700})$ | Reap and Foster (1975) |
| TOTALS | $TOT = T_{850} + Td_{850} - 2*T_{500}$ | Miller and Maddox (1975) |
| SWEAT | $SW = 12*Td_{850} + 2*W_{850} + 2*W_{500} + 20*(TOT - 49) + f(\alpha)$ | Miller and Maddox (1975) |

onde: T_p = Temperatura em °C no nível de pressão p.

Td_p = Temperatura de ponto de orvalho no nível de pressão p, obtido pela seguinte expressão:

$$Td \approx T - \{ (14,55 + 0,114.T).X + [(2,5 + 0,007.T).X]^3 + (15,9 + 0,117.T).X^{14} \}$$

onde: $X = 1,00 - f/100$ e

f = umidade relativa em porcentagem.

W_p = Velocidade do vento (em nós) no nível de pressão p.

$f(\alpha)$ = Função de cisalhamento do vento.

Os resultados obtidos para os índices SHOWALTER, K, TOTALS e SWEAT, juntamente com as precipitações diárias na cidade de São Paulo no período escolhido, são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2. Índices de Instabilidades e Precipitações

| DD/MM/AA | SHOWALTER | K | TOTALS | SWEAT | Precipit. |
|----------|-----------|-------|--------|--------|-----------|
| 18/10/84 | 2,86 | 35,78 | 46,68 | 179,89 | 31,0 |
| 25/11/84 | 4,56 | 31,66 | 44,02 | 126,65 | 38,0 |
| 17/03/85 | 2,25 | 37,68 | 46,94 | 192,33 | 38,6 |
| 11/11/89 | 2,82 | 34,11 | 46,21 | 114,96 | 20,7 |
| 22/01/90 | 2,85 | 26,24 | 46,16 | 193,27 | 76,9 |
| 22/03/90 | 0,70 | 36,28 | 42,18 | 164,28 | 47,9 |
| 15/10/90 | 1,37 | 36,12 | 46,78 | 147,38 | 30,0 |
| 07/11/90 | 2,13 | 32,77 | 41,95 | 141,15 | 27,4 |
| 12/02/91 | 1,68 | 37,08 | 48,52 | 221,12 | 35,8 |

Os objetivos são as estimativas de precipitação com 1 dia de antecedência (período entre as 9h do dia DD às 9h do dia DD+1), através dos diferentes índices de instabilidades calculados para o dia DD.

Os índices se comportaram da seguinte maneira:

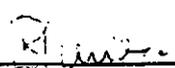
- O índice SHOWALTER (IS) teve como média: 21,64 com desvio-padrão: 7,70 (para os dias secos). Em dias chuvosos, como os mostrados na Tabela 2, esse índice se situou entre 0,00 e 5,00, sendo um bom indicador para precipitações pois apresenta valores com grande diferença entre os dias secos e chuvosos.

- O índice K, por sua vez, teve como média: 18,37 com desvio-padrão: 13,57 (para os dias secos). Esse índice é um bom indicativo de precipitações pois também apresenta valores bastante diferentes para dias secos e dias chuvosos (Tabela 2). Quanto mais altos esses valores, maior a possibilidade de tempestades.

- O índice TOTALS (TOT) apresentou como média: 39,95 com desvio-padrão: 5,70 (para os dias secos). Esse índice não teve um bom desempenho pois não permitiu uma boa distinção entre os dias secos e chuvosos (Tabela 2). Quanto mais altos os valores obtidos para esse índice, maior a possibilidade de chuvas, ou seja, valores maiores que 42 indicam tempestades localizadas.

- O índice SWEAT (SW) teve como média: -20,32 com desvio-padrão: 162,28 (para os dias secos). Quanto mais altos os valores obtidos, maior a ameaça de tempestades, ou seja, somente os valores maiores que 250 são considerados significativos para a previsão de tempestades severas, que não se observaram no período escolhido.

São José dos Campos, 19 de Abril de 1996.


 Roberto Rabelo Júnior

INTERFACE DENTRO DE SISTEMA ESPECIALISTA E REDES NEURAIIS PARA ANÁLISE DE SINAIS METEOROLÓGICOS

Edson Sai Ming Chiang

Aluno da Universidade Pontifícia Católica - Bolsa PIBIC / CNPq

Orientadores: Dr. Li Weigang / Dr. Antonio Ocimar Manzi,

Pesquisadores, Divisão de Ciências Meteorológicas

Apresenta-se neste trabalho a implementação de uma interface dentro de um sistema especialista para tratar informações de fenômenos meteorológicos. Esta interface é uma gerenciadora de sistema que organiza e trata dados de variáveis meteorológicas em microcomputador, utilizando a linguagem C. As principais funções desta interface são as seguintes:

- 1) Desenvolve a estrutura do primeiro programa que combina técnica computacional com dados meteorológicos para facilitar os pesquisadores deste campo;
- 2) O menu do programa utiliza a função gráfica da linguagem C, tornando-o fácil de ser utilizado;
- 3) A estrutura do programa foi organizada para facilitar a complementação de algoritmos de processamento de sinais.

IMPLEMENTAÇÃO DO ALGORITMO DE BOX E HILL PARA A DISCRIMINAÇÃO ENTRE MODELOS COMPETITIVOS.

Roberto Francisco Marques Mendes

Aluno da Universidade Braz Cubas - Bolsa PIBIC/CNPQ

Orientador: Dr. Ralf Gielow, Pesquisador, Divisão de Ciências Meteorológicas

O algoritmo de Box e Hill, com base no conceito de entropia da informação e no teorema Bayes, é um procedimento sequencial para a discriminação entre m modelos que competem para representar um determinado fenômeno ou sistema n -dimensional, assim como indica uma maneira para melhorar esta discriminação, considerando dados observacionais e respectivos erros de medida.

Assim, para cada modelo atribui-se inicialmente sua probabilidade (igual ou não às dos demais) e, dispondo de M pontos experimentais ou observacionais (M maior que o número de parâmetros em qualquer modelo), ajusta-se cada modelo a estes pontos - por regressão não linear - obtendo-se os parâmetros correspondentes e a variância de cada ajuste. Então, utilizando-se o teorema de Bayes, atualizam-se as probabilidades dos modelos. A seguir, através da maximização de uma função discriminação, determina-se o ponto para a realização de nova observação, cujo resultado - após reajuste dos parâmetros de cada modelo e de sua probabilidade -, é utilizado para melhorar a discriminação; prossegue-se assim sucessivamente, até clara discriminação em favor de um dos modelos.

A implementação do algoritmo, feita de forma amigável para o usuário, divide-se em dois módulos: o primeiro, utilizando um analisador sintático simplificado, gera um arquivo de dados referentes aos modelos, enquanto o segundo, a partir deste arquivo e dos dados observados, realiza os ajustes e determina a discriminação entre modelos, indicando também como realizar observações adicionais para melhorar a discriminação. Para os ajustes não-lineares de parâmetros, utiliza-se o algoritmo de Marquardt, modificado por Nash. Os códigos estão escritos em linguagem C e Mathematica, mas seu uso não exige conhecimento destas linguagens.

Finalmente, apresenta-se a aplicação do algoritmo à discriminação entre quatro modelos para representar a cinética química de uma reação $A \rightarrow B$, em que a concentração de A depende da temperatura e do tempo de reação, chegando-se a uma perfeita discriminação, mesmo quando se parte de probabilidades a priori completamente erradas, deste modo demonstrando a robustez do método.

DIAGNÓSTICO CLIMATOLÓGICO DA REGIÃO COSTEIRA DO LITORAL SUL E SUDESTE DO BRASIL

Lúcia de Fátima Magalhães Caxias
Aluna da Universidade do Vale do Paraíba
Bolsa PIBIC / CNPQ
Orientador: Dr. Cláudio Solano Pereira,
Pesquisador, Divisão DCM

A seguinte definição de clima é dada pela WMO (1979, p.752) : "Clima é a síntese do tempo durante um período completo e suficientemente longo para estabelecer suas propriedades globais estatísticas (valores médios, variâncias, probabilidade de extremos, etc.), e é fortemente independente de qualquer estado instantâneo".

Este trabalho pretende estabelecer o estado do conhecimento atual sobre os dados de variáveis meteorológicas coletados pela rede de estações meteorológicas instaladas na região costeira do litoral S e SE do Brasil. Para cumprimento deste objetivo foi realizado um levantamento bibliográfico completo da literatura que envolvesse alguma referência sobre clima ao longo da região litorânea Sul e Sudeste do Brasil.

As análises dos campos médios existentes serão apresentados para região restrita de 23° S - 33° S. Dentre os trabalhos relevantes que tratam do clima da região litorânea sul e sudeste do Brasil, podemos citar em ordem cronológica de edição.

-Carvalho, C.M.D. (1916) - Apresenta a região sul-sudeste do Brasil como clima temperado, sendo a parte litorânea de SP, PR e SC como super-úmido, e o litoral do RGS como semi-úmido. Consta deste trabalho médias mensais de temperatura e de precipitação para várias cidades ao longo do litoral.

-Morize, H (1922) - Traz estatísticas climatológicas para diversas cidades brasileiras, dentre elas algumas que situam no litoral sul-sudeste do Brasil.

-Araújo, L.C. (1930) - Apresenta variáveis meteorológicas observadas, como temperatura médias, máximas, mínimas, regimes de ventos, chuvas, etc... e uma análise concisa dos aspectos climatológicos do Rio Grande do Sul.

-Setzer, J. (1946) - Através de comparações entre as três classificações climáticas mais usadas, e de uma ampla análise de dados de várias estações pluviométricas, caracteriza o clima do Estado de São Paulo. Em particular, o clima da região litorânea deste Estado está bem discutido.

-Serra, A. (1946 e 1948) - Quatro Atlas resumem o conjunto de observações meteorológicas mundiais sobre o Brasil, no período de 1873-1934. As variáveis médias são pressão ao nível do mar, temperatura e precipitação (total mensal).

-Machado, F.P. (1950) - Pesquisas de vários anos sobre a climatologia do Rio Grande do Sul com uma grande quantidade de observações.

-Monteiro, C.A.F. (1963) - Um estudo climatológico específico para a região sul do Brasil.

-Santos, E.O. (1965) - Cita o Trabalho de Coyle (1940) que analisou as condições do tempo na faixa litorânea oriental da América do Sul.

-Maack, R. (1968) - A presente obra engloba a história das explorações geográfica e geológica, onde aborda dados do clima do Estado do Paraná.

-Azevedo, D.C. (1974) - Nesse trabalho de graduação estuda-se a variabilidade das precipitações mensais e anuais no período de 1931 a 1970.

-Cruz, O. (1974) - Apresenta uma análise climatológica regional do litoral Santos-Rio a partir de 1967.

-IBGE (1977) - Trabalhos publicados sobre o comportamento do clima especificamente para a Região Sul e Sudeste do Brasil.

-Sobral, J. (1980) - Analisa mapas médios de campos de ventos de temperatura para a América do Sul, para os meses Jan., Abr., Jul. e Out., representativos de cada estação do ano, nos níveis de 850mb a 200mb, do período de 1969 a 1973, e que servem de subsídios às análises diárias dos mapas sinóticos.

-Nimer, E. (1989) - Um importante trabalho que sintetiza os conhecimentos sobre climatologia do Brasil separado por Regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e Norte.

Já foi realizado uma síntese das principais características meteorológicas da região litorânea dos Estados do RGS, SC, PR e SP, e que será publicada no relatório final ao CNPq.

Bibliografia

Araújo, L.C., 1930: Memória sobre o clima do RGS, 100 pg.

Azevedo, D.C., 1974: Chuvas no Brasil, 41 pg

Carvalho, C.M.D., 1916: Climatologie Du Brèsil, 91 pag.

Cruz, O., 1974: A serra do mar e o litoral na área de Caraguatatuba, 181 pag.

IBGE, 1977: Geografia do Brasil: Região Sudeste. Vol 3.

IBGE, 1977: Geografia do Brasil: Região Sul. Vol 5.

Maack, R., 1968: Geografia física do Estado do Paraná, 350pg

Machado, F.P., 1950: Contribuição ao clima do RGS, 91 pg.

Monteiro, C.A.F., 1963: Grande região Sul, cap III.

Monteiro, C.A.F., 1969: A frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada Sul-Oreintal

Morize, H., 1922: Contribuição ao estudo do clima do Brasil, 116 pg.

Nimer, E., 1989: Climatologia do Brasil, 421 pag.

Serra, A., 1948 e 1946: Atlas de meteorologia.

Stezer, J., 1946: Contribuição ao Estudo do Clima do Estado de SP, 239 pg.

Stezer, J., 1966: Atlas climático e ecológico do Estado de SP.

Sobral, Z.R., 1980: Estudo climatológicos dos campos de vento e de temperatura nos níveis superiores sobre a América do Sul.

PROBLEMA DE SEQUENCIAMENTO DE PADRÕES PARA MINIMIZAR A QUANTIDADE MÁXIMA DE PILHAS ABERTAS

Alexandre Fonseca

Aluno da Universidade de Taubaté - Bolsa PIBIC / CNPQ

Orientador: Dr. Horacio Hideki Yanasse, Pesquisador,

LAC - Laboratório Associado de Computação e Matemática Aplicada

O objetivo deste projeto é estudar o problema de sequenciamento de padrões de corte, de forma a minimizar a quantidade máxima de pilhas abertas ao longo do processo de corte. Cada tipo de painel cortado é armazenado em uma pilha que permanece aberta até que todos os painéis daquele tipo sejam cortados. Cada padrão escolhido na sequência é cortado completamente. Como consequência, várias pilhas serão abertas e não necessariamente serão completadas. Precisamos dispor de um espaço físico grande suficiente para armazenar estas pilhas incompletas até que sejam concluídas na medida que os padrões vão sendo cortados. Queremos minimizar o tamanho deste espaço físico, e, para isso, minimizamos a quantidade máxima de pilhas abertas a cada momento.

Pretendemos neste trabalho implementar e testar um método exato para solucionar este problema, ou seja, um método que determina a melhor sequência de corte destes padrões a fim de atingirmos nosso objetivo. Focalizaremos nosso trabalho em um método de busca em árvore. Uma análise de todas as possibilidades não seria muito prático, pois, em situações onde as quantidades de painéis e padrões forem grandes, este método degeneraria numa busca exaustiva (Explosões Combinatoriais). O direcionamento mais adequado da busca em árvore é o desafio deste trabalho, pois temos que viabilizar o processo de busca em árvore em um tempo computacional razoável, obedecendo a limitação do uso de memória da máquina. A busca em árvore está sendo definida segundo a metodologia conhecida como Branch-and-Bound. O percorrimento da árvore deverá ser feito segundo a estratégia de Pesquisa em Profundidade Primeiro (PPP). Porém, a estratégia PPP é cega, o que pode conduzir a buscas desnecessárias. Assim, introduzimos um critério guloso de escolha para o próximo nó da árvore a ser analisado. Segundo este procedimento, poderemos encontrar uma solução ótima na primeira folha obtida na expansão desta árvore, ou, possivelmente uma solução muito boa, a qual nos dá um referencial para excluirmos outros caminhos na árvore que apresentem, a priori, uma solução igual ou pior. Evitaríamos assim a análise de diversas ramificações da árvore.

Na figura 1, exemplificamos a escolha do menor LB do mais recente nível usando a estratégia PPP até chegarmos a primeira folha da árvore (nó 10). Os nós 1, 2, 4, 6, 7 e 8 não precisariam mais serem analisados visto que seus respectivos LB são maiores ou iguais ao LB do nó 10 (que é um nó folha, portanto um solução viável para o problema). Portanto a sequência de corte dos padrões que proporciona a conclusão dos painéis 3, 1, 4, 2 (nesta ordem) seria a solução ótima do nosso problema (Veja na figura 2).

Figura 1

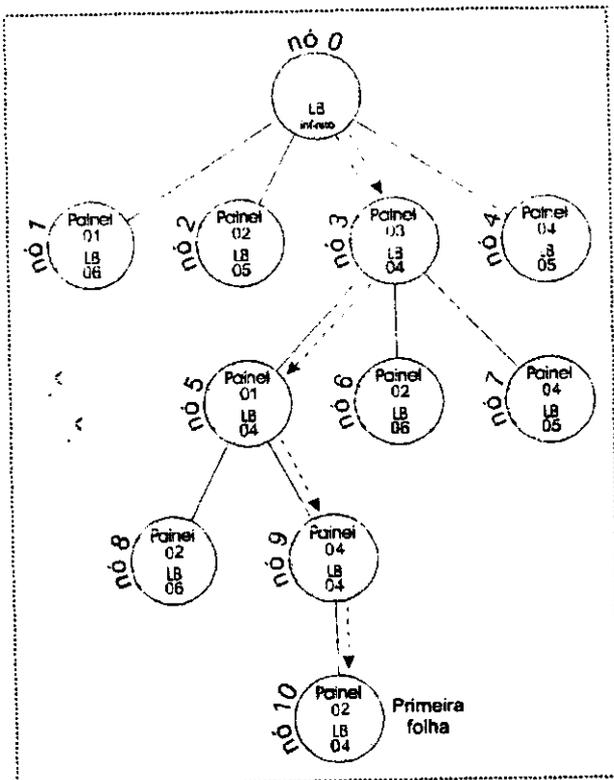
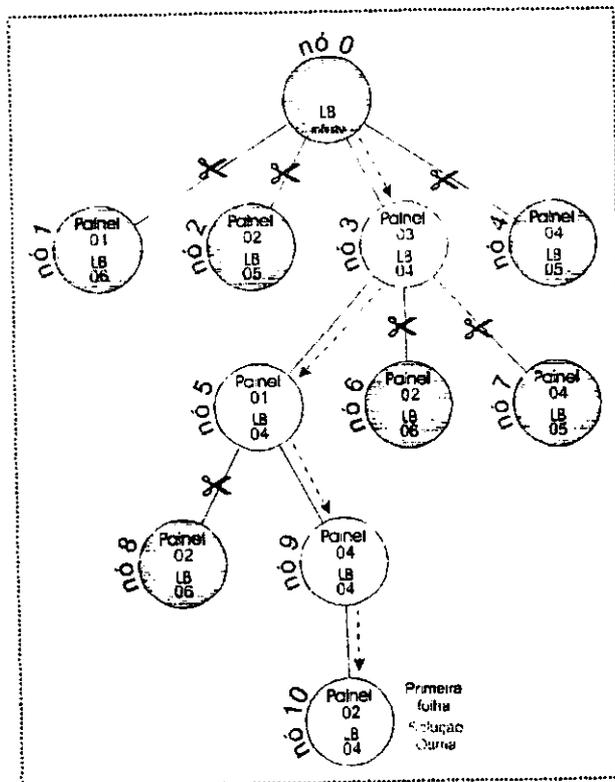


Figura 2



4^a Sessão Técnica

28 de maio de 1996, 08:25 - 10:05
Chairperson: Dr. Hélio K. Kuga

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DO ÂNGULO DE INCIDÊNCIA DA RADIAÇÃO DE MICRO-
ONDAS NA SEPARABILIDADE DE ESPÉCIES DE PLANTAS AQUÁTICAS NO BRAÇO DO
PUCURUI - AFLUENTE DO RESERVATÓRIO DE TUCURUI**

Maria Lucia Santos da Silva

Aluna da UNIVAP-bolsista PIBIC Praça Cândido Dias Castejon, 116
Cx.Postal 82 Cep.12245-720 São José dos Campos-SP
Evllyn M. L. Moraes Novo, Pesquisador Sênior INPE-DSR Av. dos
Astronautas,1758 Cx.Postal 515 Cep.12201-970 São José dos Campos

O aparecimento de plantas aquáticas está relacionado ao regime de nutrientes do sistema aquático (Camargo, 1992). Sabe-se que o reservatório recebe o aporte de nutrientes de toda sua bacia de drenagem. No reservatório de Tucuruí, especificamente, a carga de nutrientes está também relacionada com a decomposição da floresta submersa.

As plantas aquáticas causam vários efeitos negativos, entre outros: diminuição da zona eufótica, aumento do déficit de oxigênio, emissão de gás metano, aparecimento de mosquitos transmissores de doenças.

Em 1995 foi lançado um satélite, o RADARSAT que opera na banda C e tem como característica inovadora a possibilidade de apontamento segundo diferentes ângulos de incidência. Com isto torna-se crítico conhecer o efeito do ângulo de incidência na capacidade de detecção dos diferentes gêneros de plantas aquáticas.

Neste contexto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito do ângulo de incidência sobre a discriminação visual de gêneros de plantas aquáticas no reservatório da usina hidrelétrica de Tucuruí.

Para a realização deste projeto foram utilizadas 18 fotografias áreas na escala 1/10.000. A fotointerpretação destas fotografias permitiu identificar, entre bancos de plantas aquáticas, floresta, pastagem e rebrota, 17 classes e através do Sistema de Informação Geográfica (SGI) gerar um mapa de referência, considerado como a "verdade terrestre".

Foram também usados dados de radar obtidos durante a missão SAREX/92 em forma de transparência positiva, conforme Tabela 1.

TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS DOS DADOS DE RADAR AEROTRANSPORTADO.

| Largura da Faixa | Modo de Aquisição | Banda - C Polarização | Direção | Ângulo de Incidência | Resolução |
|------------------|-------------------|-----------------------|----------|----------------------|-----------|
| 20 Km | Nadir | HH,VV | Esquerdo | 20-74 | 6 X 6 |
| 18 Km | Narrow | HH,VV | direito | 45-76 | 6 X 6 |

A interpretação visual dos dados de radar aerotransportado (SAR-C), permitiu identificar bancos de plantas aquáticas. A interpretação

de cada produto de radar foi comparado com o resultado da fotointerpretação das fotografias aéreas. Podendo assim, avaliar o desempenho dos dados de radar em relação a "verdade terrestre" considerada.

Na Tabela 2 consta as classes discriminadas através dos dados de radar.

TABELA 2 - CLASSES MAPEADAS A PARTIR DE DADOS DE RADAR AEROTRANSPORTADO (SAR-C)

| MODO DE AQUISIÇÃO | POLARIZAÇÃO | CLASSES DISCRIMINADAS | COMENTÁRIOS |
|-------------------|-------------|---|--|
| Nadir | HH | - <i>Eicchornia, sp</i> - <i>Scirpus, sp.</i> -Banco Misto -Água | -Alto retroespalhamento dos paliteiros. -Possível de se mapear banco de <i>Eicchornia, sp.</i> |
| Nadir | VV | - <i>Scirpus, sp.</i> - <i>Scirpus Jovem</i> -Banco Misto -Floresta -Água | -Baixo retroespalhamento dos paliteiros. -Banco de <i>Eicchornia, sp.</i> não visível. |
| Narrow | HH | - <i>Eicchornia, sp</i> - <i>Scirpus, sp.</i> - <i>Scirpus Jovem</i> -Banco Misto -Água | -Alto retroespalhamento dos paliteiros. -Melhor definição entre floresta e banco de planta aquática. -Identificado um banco de <i>Eicchornia, sp.</i> |
| Narrow | VV | - <i>Eicchornia, sp</i> - <i>Scirpus, sp</i> -Banco Misto -Água | -Baixo retroespalhamento dos paliteiros. -Comprometimento na definição entre floresta e banco de planta aquática. -Identificado dois banco de <i>Eicchornia, sp.</i> |

Analisando as classes identificadas através dos dados SAR-C em relação às classes identificadas através das fotografias aéreas, percebe-se que os dados adquiridos no modo *Narrow*, polarização HH, ângulo de Incidência (45-76), teve melhor desempenho, sendo possível identificar banco de *Eicchornia, sp.*, *Scirpus, sp.*, *Scirpus* jovem, além de identificar os paliteiros, através do alto retroespalhamento que está associado à polarização HH.

BIBLIOGRAFIA

Camargo, A.F.M. *Dinâmica do Nitrogênio e do Fósforo em uma lagoa marginal do rio Mogi-Guaçu (Lagoa do Mato, S.P.)*. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, pp.204,1991.

DETERMINAÇÃO DE ATITUDE DE SATÉLITES COM O USO DO GPS

Aurea Aparecida da Silva
Aluna da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá / UNESP
Bolsa PIBIC / CNPQ
Orientador: Antônio Fernando Bertachini de Almeida Prado
Co-orientador: Roberto Vieira Fonseca Lopes

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de métodos e rotinas computacionais que possam ser utilizadas para a determinação da atitude de um satélite artificial com a utilização do sistema de posicionamento global GPS. Por atitude de um satélite entende-se a sua orientação no espaço (direção em que cada uma de suas faces está voltada).

A idéia básica é simular um experimento aonde um receptor GPS esteja colocado a bordo de um satélite e que receba os sinais emitidos pelos satélites que fazem parte da constelação denominada de GPS (Global Positioning System). Essa constelação é constituída de 24 satélites dispostos em seis planos orbitais de inclinação de 55 graus igualmente espaçados em seus nodos. Em cada um desses planos existem quatro satélites igualmente espaçados em anomalia verdadeira. Esse tipo de experimento está previsto para ser realizado pelo INPE em uma de suas próximas missões.

No presente trabalho será considerado o problema de determinação da atitude de um satélite estabilizado por rotação, e apenas nos preocuparemos com a determinação da direção do eixo de rotação (a fase não será considerada aqui).

Esse trabalho será dividido em duas etapas. Em uma primeira etapa serão simuladas posições no espaço para um satélite alvo (aquele cuja atitude se deseja determinar) e um número N (≥ 3) de satélites GPS (N é definido pelo usuário). Essas medidas serão corrompidas por erros aleatórios e a seguir normalizadas. A seguir, todos os ângulos entre o satélite alvo e os satélites GPS considerados serão calculados. Um exemplo dos resultados dessa etapa são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 - Posições e ângulos simulados para $N = 4$

| | X | Y | Z | ângulo |
|-------|----------|----------|----------|--------|
| ALVO | 5.99654 | -4.63001 | 4.37294 | |
| GPS 1 | 5.53485 | 4.846814 | -3.46701 | 93.56 |
| GPS 2 | -4.01595 | -5.97787 | 5.91010 | 68.75 |
| GPS 3 | -1.26520 | -4.72229 | 1.98150 | 60.16 |
| GPS 4 | -2.88664 | 2.68903 | -1.67591 | 171.31 |

A seguir, esses dados (ângulos medidos) são utilizados como parâmetros de entrada do método desenvolvido por Shuster (1996) para a determinação da atitude do eixo de rotação do satélite.

De acordo com esse método, a estimativa de máxima semelhança (normalizada e sem vínculos) é dada por:

$$\hat{n}^{(0)} = \frac{n^{(0)}}{|n^{(0)}|} . \quad (1)$$

Estimativa de Máxima Semelhança

Para obter a estimativa de máxima semelhança com vínculos, nós escrevemos o vetor de spin como uma função de dois ângulos esféricos:

$$\hat{n}(\theta_1, \theta_2) = \begin{vmatrix} \sin \theta_1 \cos \theta_2 \\ \sin \theta_1 \sin \theta_2 \\ \cos \theta_1 \end{vmatrix} \quad (2)$$

e definimos a função de custo dos ângulos esféricos na maneira usual:

$$J(\theta) = J(\hat{n}(\theta)) , \quad (3)$$

com $\theta = [\theta_1, \theta_2]^T$. Então, o vetor gradiente e a matriz Hessiana são dados por:

$$\frac{\partial J}{\partial \theta}(\theta) = M(\theta) \frac{\partial J}{\partial \hat{n}}(\theta) = -M(\theta)(G - F\hat{n}(\theta)) , \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 J}{\partial \theta \partial \theta^T}(\theta) &= M(\theta) \frac{\partial^2 J}{\partial \hat{n} \partial \hat{n}^T}(\theta) M^T(\theta) + \sum_{i=1}^3 \frac{\partial J}{\partial \hat{n}_i}(\theta) \frac{\partial^2 \hat{n}_i}{\partial \theta \partial \theta^T}(\theta) , \\ &= M(\theta) F M^T(\theta) - \sum_{i=1}^3 (G - F\hat{n}(\theta)) \frac{\partial^2 \hat{n}_i}{\partial \theta \partial \theta^T}(\theta) , \end{aligned} \quad (5)$$

com

$$M(\theta) = \left[\frac{\partial \hat{n}(\theta)}{\partial \theta_1} \quad \frac{\partial \hat{n}(\theta)}{\partial \theta_2} \right]^T , \quad (6a)$$

$$= \begin{vmatrix} \cos \theta_1 \cos \theta_2 & \cos \theta_1 \sin \theta_2 & -\sin \theta_1 \\ -\sin \theta_1 \sin \theta_2 & \sin \theta_1 \cos \theta_2 & 0 \end{vmatrix} . \quad (6b)$$

Se $\theta^{(i)}$ é a i -ésima aproximação para θ^* , então dentro de uma vizinhança suficientemente pequena de $\theta^{(i)}$ temos:

$$J(\theta) = J(\theta^{(i)}) + \frac{\partial J}{\partial \theta}(\theta^{(i)})(\theta - \theta^{(i)}) + \frac{1}{2}(\theta - \theta^{(i)})^T \frac{\partial^2 J}{\partial \theta \partial \theta^T}(\theta^{(i)})(\theta - \theta^{(i)}) + o(|\theta - \theta^{(i)}|^3) . \quad (7)$$

Encontrar o mínimo desta expressão truncada até segunda ordem fornece a próxima aproximação, $\theta^{(i+1)}$, que é a solução de:

$$\frac{\partial J}{\partial \theta}(\theta^{(i)}) + \frac{\partial^2 J}{\partial \theta \partial \theta^T}(\theta^{(i)})(\theta^{(i+1)} - \theta^{(i)}) = 0. \quad (8)$$

Então,

$$\theta^{(i+1)} = \theta^{(i)} - \left[\frac{\partial^2 J}{\partial \theta \partial \theta^T}(\theta^{(i)}) \right]^{-1} \frac{\partial J}{\partial \theta}(\theta^{(i)}), \quad (9)$$

e

$$\theta^* = \lim_{i \rightarrow \infty} \theta^{(i)}. \quad (10)$$

Das equações anteriores segue-se que:

$$E\{\theta^*\} = \theta^{\text{true}}, \quad (11)$$

onde $E\{\cdot\}$ denota o valor esperado. A matriz de covariância de θ^* , $P_{\theta\theta}$, é dado assintoticamente pelo inverso da matriz de informação de Fisher. Então,

$$P_{\theta\theta} = [M(\theta) F M^T(\theta)]^{-1}. \quad (12)$$

A equação (8) convergirá quando $(\partial J / \partial \theta)$ é levado a zero. Esta condição não é afetada por pequenas alterações em $(\partial^2 J / \partial \theta \partial \theta^T)$. Claramente, na equação (5), o segundo termo cujo valor esperado se anula, é muito menor que o primeiro. Então, nós podemos escrever no lugar da equação (9):

$$\theta^{(i+1)} = \theta^{(i)} + [M(\theta^{(i)}) F M^T(\theta^{(i)})]^{-1} M(\theta^{(i)}) (G - F\hat{n}(\theta^{(i)})). \quad (13)$$

As quantidades que dependem dos dados na equação (13), F e G , são idênticas àquelas que entraram na computação de $\hat{n}^{(0)}$ acima. Note que é somente a correção de normalização que causa o fator $(G - F\hat{n}(\theta^{(i)}))$ ser não nulo quando $I=0$.

Com esses resultados pode-se comparar a estimativa dos ângulos com os ângulos verdadeiros.

Referência

Shuster, Malcolm D. (1996), "A Simple Estimator for Spin-Axis Attitude". A ser publicado no **IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems**.

MODELAGEM DE FORÇAS PARA SATÉLITES GPS

Adriana dos Santos

Aluna da Escola Federal de Engenharia de Itajubá - Bolsa CNPq (PIBIC)

Orientador: Dr. Hélio K. Kuga, Eng. Sr, Divisão de Mecânica Espacial e Controle (DMC)

A modelagem de forças pode ser definida como o estudo dos efeitos das forças sobre o satélite GPS (Sistema de Posicionamento Global). Assim, a proposta deste trabalho visa estabelecer formas de identificar as influências de forças tais como pressão de radiação solar e gravitacionais relacionada a um terceiro corpo (Lua ou Sol), e a partir desta análise gerar dados quantitativos e qualitativos para estabelecer com precisão os feitos sobre as orbitas de tais satélites.

A aceleração devido a pressão de radiação solar é dada pela equação:

$$\vec{f} = \left[\frac{\gamma}{m} (G_x F_x \hat{X} + G_z F_z \hat{Y}) + Y_b \hat{Y} \right]$$

Para a modelagem matemática foram usadas as equações de forças em relação aos eixos X e Z, dadas por:

$$F_x = -8.96 \text{sen} \beta + 0.16 \text{sen} 3 \beta + 0.10 \text{sen} 5 \beta - 0.07 \text{sen} 7 \beta$$

$$F_z = -8.43 \text{cos} \beta,$$

onde β é o ângulo entre o eixo +Z do satélite e a direção do Sol.

Assim, estas equações são adequadas para a determinação da órbita do satélite GPS considerando para isto a modelagem da pressão de radiação solar.

Um outro importante fator que gera influência sobre o satélite GPS a ser analisado é o efeito de atração gravitacional do Sol e Lua no satélite, descrito aqui matematicamente pela correspondente equação:

$$a_{pm} = \mu_p \left(\frac{r_p - r}{|r_p - r|^3} - \frac{r_p}{|r_p|^3} \right)$$

onde r_p é a posição inercial do vetor do corpo perturbador em estudo (Sol ou Lua), r e o vetor posição do satélite GPS e μ_p é o coeficiente gravitacional do corpo perturbador (Sol ou Lua).

Utilizando-se do conceito de equações diferenciais ordinárias (EDOs), transformação de coordenadas entre os sistemas local e inercial, e integração numérica, integrou-se as equações da aceleração resultante, obtendo-se com isto uma trajetória mais precisa.

Portanto, para atingir os objetivos deste trabalho, diversas rotinas foram implementadas em Fortran 77, e com isto, inúmeros dados numéricos foram gerados. Desta forma, permitiu-se estabelecer parâmetros de comparação física dos efeitos da pressão de radiação solar e gravitacional de um terceiro corpo na trajetória do satélite GPS.

A partir desta modelagem e software desenvolvido elaborou-se um manual de uso do software para usuários pesquisadores de Satélites GPS. Com isto disponibilizou-se uma facilidade computacional para pré-análise das influências de forças como pressão de radiação solar e gravitacionais relacionada a um terceiro corpo, visando-se com isto poder estabelecer parâmetros mais precisos para determinação da orbita de satélites GPS.

PROPAGAÇÃO DE ÓRBITA DE SATÉLITES ARTIFICIAIS USANDO RECEPTORES GPS (GLOBAL POSITIONING SYSTEM)

André Rodrigo Boscolo Moraes

Aluno da Escola de Engenharia Industrial de São José dos Campos (PIBIC)

Orientador: **Dr. Kondapalli Rama Rao**, Divisão de Mecânica Espacial e
Controle (DMC)

Neste programa de Iniciação Científica, deseja-se propagar órbitas de satélites artificiais do sistema GPS (Global Positioning System), com o objetivo de incluir perturbações orbitais que proporcionam a precisão necessária às modernas aplicações geodésicas atuais.

A fim de verificar a correticidade da implantação do modelo de pressão de radiação solar, calculou-se a magnitude das forças de radiação solar em função de um ângulo Beta, que é função das coordenadas do Sol e do posicionamento dos painéis solares do satélite desejado do Sistema de Posicionamento Global. Verificou-se o comportamento desta perturbação para este ângulo de entrada, variando de 0 a 180 graus. De fato conclui-se que, para as aplicações geodésicas, o efeito da pressão de radiação solar deve ser incluído, e este baseia-se prioritariamente em forças modeladas, ao longo dos eixos X e Z do corpo do satélite. Quanto ao eixo Y, onde existe uma força não modelada, atribui-se valor nulo a princípio, pois esta força não é significativa a ponto de influenciar nos resultados.

O processo anterior, executado em coordenadas do Sistema Local, posteriormente foi transformado em coordenadas do Sistema Inercial. Para esse fim, precisou-se criar vetores inerciais a partir de coordenadas do Sol e da escolha entre satélites do Bloco 1 ou Bloco 2, para a versão T, que incorporam efeitos de re-irradiação térmica para trabalhos de alta precisão. Após o cálculo da matriz de transformação inercial, deduzida a partir das coordenadas inerciais, calculou-se as forças inerciais, correspondentes aos eixos X e Z, compatibilizadas posteriormente pela massa do satélite respectivo. E finalmente, após este último processo de cálculo, obteve-se as acelerações, denominadas inerciais.

Várias rotinas e funções, cedidas pela biblioteca Fortran de Mecânica Celeste, pertencentes ao Departamento de Mecânica Espacial e Controle (DMC), foram utilizadas. As mais importantes rotinas a serem associada ao programa, Propagação da Órbita de satélites artificiais usando receptores GPS, são os integradores RKF78 (tipo Runge-Kutta) ou ADSS12 (tipo multi-passos preditor-corretor), destinados a integrar um sistema de 'n' equações, a partir da órbita inicial.

Os Procedimentos desenvolvidos servem de suporte ao integrador de órbita específico para satélites GPS, de tal forma que finalizada sua execução, obtém-se o futuro posicionamento do satélite em diferentes tempos desejados, dentro do escopo do projeto de Propagação de Órbitas do Sistema de Posicionamento Global.

**MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS
PROGRAMA PIBIQ-CNPQ**

**ALGORITMOS DE CONTROLE ANALÓGICOS E DIGITAIS DO
EXPERIMENTO RODA DE REAÇÃO - ERR**

**RESUMO DO TRABALHO A SER APRESENTADO NO SEMINÁRIO DE
INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

18/04/96

**Bolsista : Eduardo César Pereira Vieira/ITA
Orientador : Marcelo Lopes de Oliveira e Souza / DMC**

O trabalho consiste no estudo do funcionamento do sistema de controle do Experimento Roda de Reação (ERR) desenvolvido no DMC entre 1990 e 1995 e na comparação de leis de controle aplicadas àquele sistema.

O estudo do funcionamento do sistema de controle envolve as seguintes etapas :

- Apresentação do problema de controle.
- Análise do controlador escolhido.
- Apresentação do experimento desenvolvido no DMC.
- Diagrama de blocos do programa de controle implementado.
- Discussão dos resultados.
- Comentários sobre a parte eletrônica envolvida.

A comparação de leis de controle aplicadas ao sistema de controle do ERR consiste nas seguintes etapas :

- Escolha e projeto de determinada lei de controle utilizando técnicas digitais e levando-se em conta intervalo de amostragem, nível de quantização e tempo real.
- Simulação da dinâmica do sistema compensado com a lei projetada, utilizando pacotes computacionais.
- Implementação da lei no sistema seguida de testes na planta real.
- Análise e comparação dos resultados de acordo com diversos critérios de desempenho e resultados de outras leis.

5ª Sessão Técnica

28 de maio de 1996, 10:20 - 12:00
Chairperson: Dra. Nélia Ferreira Leite

PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UMA ESTAÇÃO MULTI-USO PARA TESTES VÁCUO-TÉRMICOS

ANGELA AKEMI TATEKAWA

ALUNA DA ESCOLA DE ENGENHARIA INDUSTRIAL
BOLSA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIBIC/INPE
ORIENTADOR: NILTON SOUZA DIAS - LIT/INPE

INTRODUÇÃO

Quando um material é submetido a vácuo o fenômeno da desgaseificação é intensificado. Tal fenômeno pode ser definido como sendo a liberação de moléculas das superfícies do material e torna-se mais crítico a medida em que se aumenta a temperatura. Pode ocorrer também que uma substância no estado líquido ou sólido atinja a pressão de vapor na respectiva temperatura e se evapore.

Para aplicações espaciais é importante que a taxa de desgaseificação seja baixa pois as moléculas liberadas podem se depositar sobre superfícies de satélites artificiais, veículos ou experimentos espaciais provocando fenômenos tais como efeito corona, distorções de imagens de câmeras, alterações de propriedades termo-ópticas de superfícies, mudanças no comportamento de células solares entre outros fatores, comprometendo assim o seu funcionamento e a confiabilidade dos dados coletados.

Associado ao vácuo existe também o problema da falta de convecção de ar gerar mudança nos modos de transferência de calor. Isso pode ocasionar gradientes de temperatura relativamente altos ou até mesmo superaquecimento de equipamentos. Variações térmicas podem levar a variações dimensionais provocadas por expansão e contração e estas por sua vez gerar trincas ou rupturas.

O desenvolvimento da Estação Multi-Usos para Testes Vácuo-Térmicos será de grande importância no suporte à realização de testes em materiais que apresentem taxas de desgaseificação e/ou evaporação desconhecidas ou altas e também de materiais cujo comportamento térmico sob vácuo não é perfeitamente definido. Tais testes possibilitarão levantar e analisar parâmetros para qualificação prévia de materiais que poderão integrar sistemas espaciais ou para estudos de melhorias nas técnicas de simulação espacial.

DESCRIÇÃO DA ESTAÇÃO

A Estação Multi-Usos será composta basicamente por um sistema de vácuo, um sistema de controle térmico, um colar de flanges e um sistema de monitoração e controle de dados.

Integrarão o sistema de vácuo, uma campânula de aço inoxidável, uma bomba mecânica e uma bomba turbomolecular. A pressão mínima no interior da campânula será da ordem de 10^{-6} Torr e poderá ser atingida operando-se em série as bombas mecânica e turbomolecular e desejando-se trabalhar com baixo vácuo (pressão até 10^{-2} Torr) opera-se somente a bomba mecânica. A pressão poderá ser controlada em qualquer valor de ambiente a 10^{-6} Torr através de injeção de nitrogênio gasoso por uma válvula μ métrica. Ao fim do teste o sistema deverá ser repressurizado ou mantido em vácuo através de uma válvula gaveta.

O colar de flanges ligará a campânula ao sistema de bombas de vácuo e nele serão instaladas as flanges do cabeçote sensor do espectrometro de massas, da bomba mecânica, do sistema de refrigeração e aquecimento, do sensor de vácuo, da válvula μ métrica, da válvula de repressurização e dos feedthroughs para RF, sinais elétricos e termopares.

O sistema térmico e o sistema de monitoração e controle ainda estão em fase de estudo. Basicamente, o sistema térmico será composto por uma camisa térmica, confeccionada em material que apresente alta emissividade e absorvidade e seja bom condutor de calor, e acoplada à camisa existirão serpentinas através das quais se fará circular um fluido aquecido ou resfriado. A troca térmica entre o equipamento testado e a camisa térmica ocorrerá por radiação e convecção em testes com pressão de até 10^{-4} Torr, e em testes com alto vácuo a troca térmica por convecção é mínima, podendo portanto ser desprezada. O sistema de monitoração e controle deverá conter medidores de pressão e controladores e medidores de temperatura do equipamento e do fluido.

SISTEMA DE EFEITO HALL AUTOMATIZADO DEPENDENTE COM A TEMPERATURA

Celso Ferreira Mastrella

Aluno do Instituto Tecnológico de Aeronáutica - IC PIBIC/CNPq

Orientador : Dr. Eduardo Abramof, Pesquisador, Laboratório
Associado de Sensores e Materiais - LAS/INPE.

Durante este trabalho foi implementado um sistema para medidas de efeito Hall e resistividade dependente com a temperatura completamente automatizado. O sistema montado permite a determinação da resistividade, concentração de portadores e mobilidade Hall de materiais de natureza metálica, semicondutora ou isolante, da temperatura ambiente até 13K.

A amostra a ser caracterizada é montada em um criostato de circuito fechado de He com 4 contatos na geometria Van der Pauw ou com 6 contatos na geometria Hall.

Um "software" para controle do sistema de medidas de efeito Hall e resistividade foi desenvolvido em linguagem objeto ("Visual Basic" para ambiente "Windows"), apresentando uma série de vantagens em relação ao anterior, implementado para DOS.

As propriedades elétricas de amostras de silício implantadas com bismuto preparadas no Instituto de Física da UFRGS pelo Prof. Joel P. de Souza foram investigadas através de medidas efetuadas no sistema implementado. A resistividade de amostras de Si:Bi com concentrações de doadores variando de 3×10^{17} até 2×10^{20} cm^{-3} foi medida em função da temperatura, apresentando uma concentração crítica para a transição metal-não metal por volta de 2×10^{19} cm^{-3} . Estes resultados experimentais foram comparados com os calculados pelo modelo de Drude generalizado, apresentando uma excelente concordância.

Filmes finos de PbSnTe crescidos sobre substratos de BaF₂ e BaF₂/CaF₂/Si pela técnica de epitaxia de feixe molecular também foram caracterizados eletricamente utilizando o sistema desenvolvido.

PROJETO DE UMA FONTE PARA MAGNETRON

Nelson Luis de Toledo Pinto
Aluno da Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade de
Taubaté - SP
Bolsa PIBIC-INPE
Orientador: Dr. Vladimir Jesus Trava Airoidi
pesquisador titular
Laboratório Associado de Sensores e Materiais- LAS
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais- INPE
Av. dos Astronautas, 1758- Jardim da Granja
12201-970 - São José dos Campos-SP

A finalidade do projeto de uma fonte de alta tensão para a magnetron é melhorar a qualidade do filme. Esta fonte mantém uma tensão contínua constante pois faz uso de um circuito retificador em ponte com filtragem. A frequência de ondulação é de 120 Hz em vez de 60 Hz. O capacitor é carregado com uma frequência duas vezes maior e tem somente metade do tempo de descarga conforme figura 1.

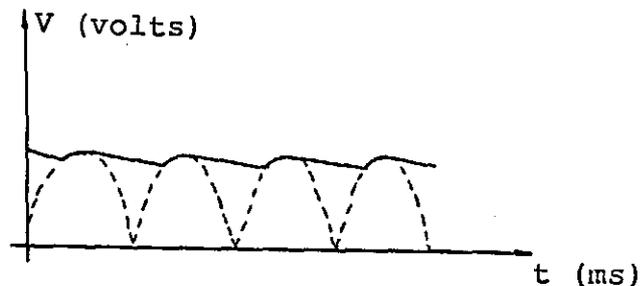


Figura 1 - Saída de onda completa com filtragem.

Como consequência, a ondulação é menor e a tensão CC é 95% da tensão de pico. A tensão de ondulação é dada pela fórmula:

$$V_{ond} = I / f C$$

onde: V_{ond} = tensão de pico a pico de ondulação;
 I = corrente de carga CC;
 f = frequência de ondulação.

O circuito utiliza um variador de tensão por motivo de segurança permitindo uma elevação gradual da tensão de saída da fonte. Existem também dois resistores que limitam a corrente de carga dos capacitores.

Pelo fato da magnetron estar sendo alimentada durante todo o tempo evita-se o problema da cintilação do plasma na frequência de 60 Hz.

Com fotos tiradas de dois filmes crescidos em iguais condições verifica-se que o filme crescido com a fonte nova é mais homogêneo, apresentou uma maior cristalização e formou menos carbono amorfo.

Devido ao fato da magnetron trabalhar em regime constante optou-se por uma magnetron cujo modelo permite uma refrigeração melhor devido ao novo perfil das palhetas de dissipação, além da ventilação forçada que continua em uso.

A figura 3a mostra o espectro Raman do filme crescido com a fonte antiga e a figura 3b com a fonte nova.

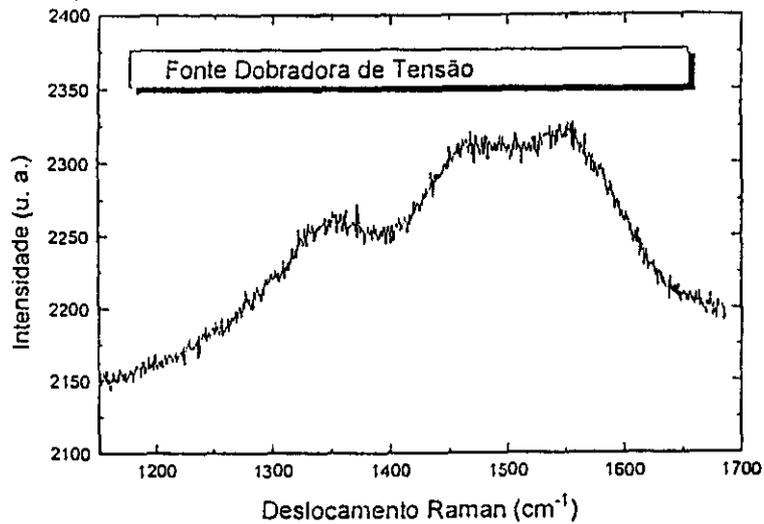


Figura 3a - Espectro Raman do filme crescido com a fonte antiga.

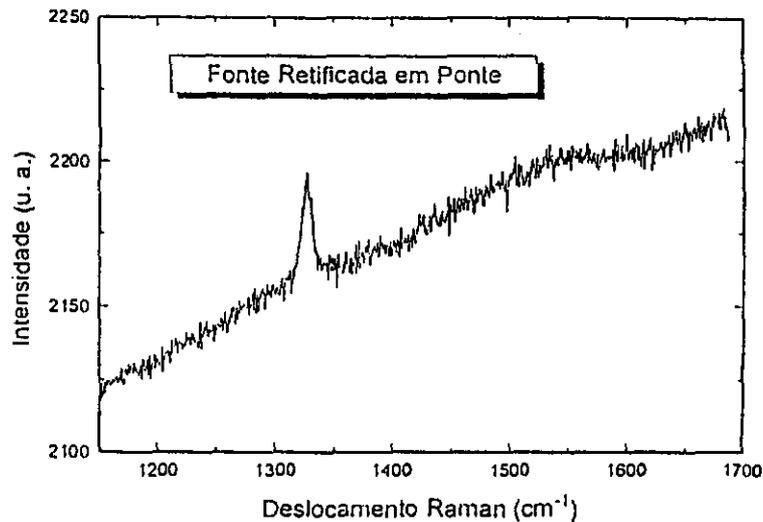


Figura 3b - Espectro Raman do filme crescido com a fonte nova.

RESPOSTA ESPECTRAL DE HETEROJUNÇÕES SEMICONDUTORAS

André Luiz Pierre Mattei

Aluno do Instituto Tecnológico da Aeronáutica - Bolsa PIBIC / CNPq

Orientador: Dr. José Roberto Sbragia Senna, LAS

1. Introdução

Heterojunções de gap estreito são amplamente utilizadas como detetores de radiação infravermelha, por exibirem baixos níveis de ruído a uma dada temperatura de operação e eficiência quântica próxima de um [1]. Em particular, heterojunções de PbTe/PbSnTe são importantes como fotodetetores de infravermelho e laser a semicondutor [2], sendo normalmente utilizadas na faixa com comprimento de onda acima de $4 \mu\text{m}$ [1].

O uso de heterojunções permite um aproveitamento melhor da radiação incidente, ou seja, de o aproveitamento de uma faixa mais larga da radiação incidente. Por exemplo, referindo-se à figura 1a, as radiações de comprimento de onda menores são absorvidas à esquerda, enquanto que os comprimentos de onda maiores, penetrando mais profundamente, geram pares elétron-lacunas na região mais à direita.

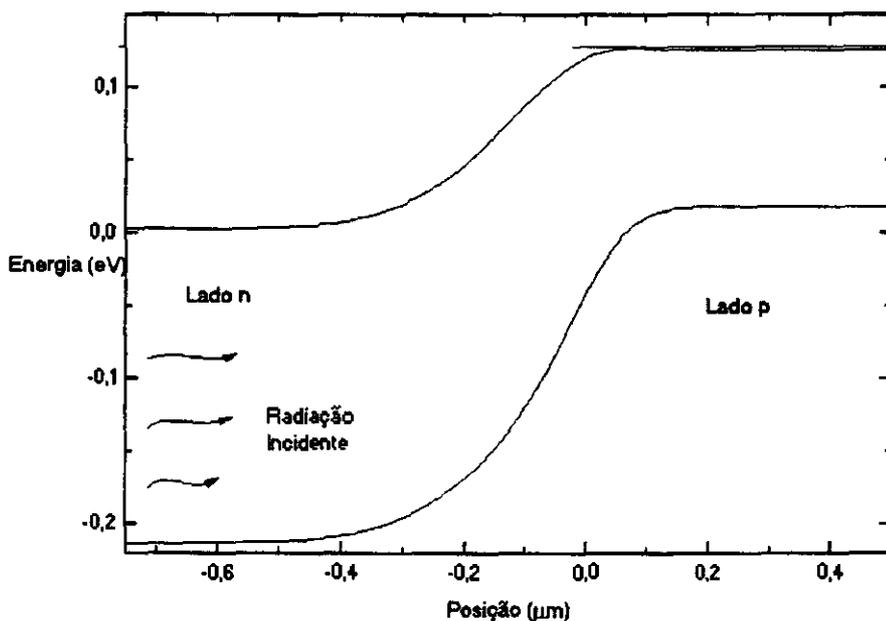


Figura 1a. Diagrama de bandas de energia de uma heterojunção.

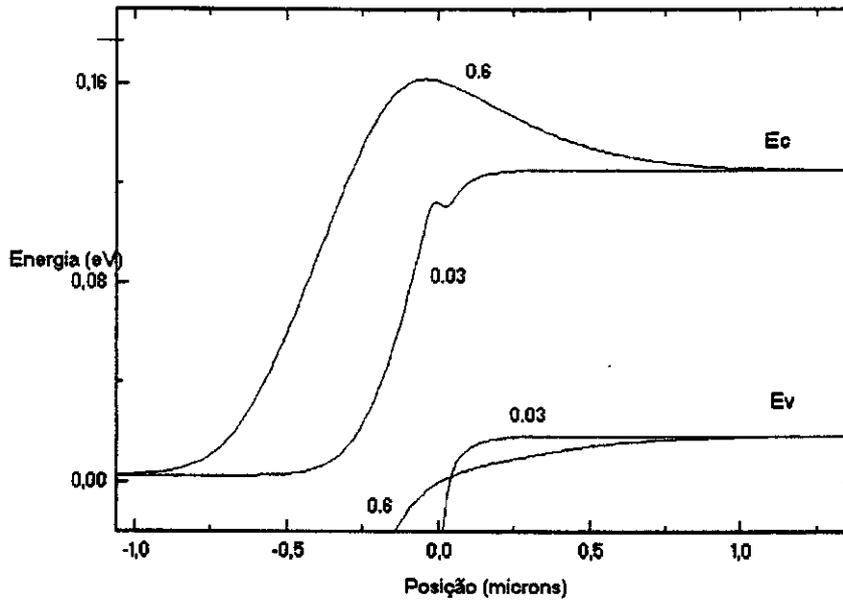


Figura 1b. Diagrama de bandas com presença de barreira na banda de condução.

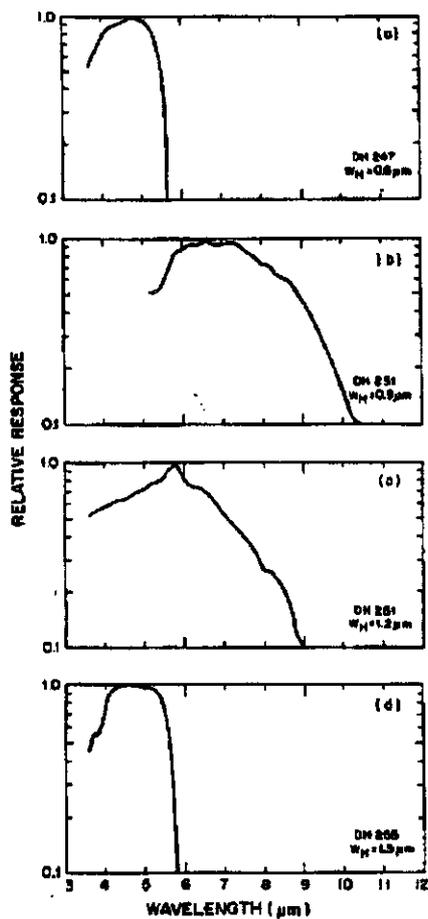


Figura 2. Resposta espectral relativa para diodos tipo I, obtidas variando-se a largura da heterojunção, figura importada de Abramof et al [2].

Se a heterojunção é abrupta podem ocorrer barreiras, como ilustrada na figura 1b, que diminuem a intensidade de corrente fotogerada por altos comprimentos de onda. Como exemplo, temos na figura 2 os resultados obtidos por Abramof et al. [2] para a resposta espectral, medida em condições de curto circuito, de um fotodetector infravermelho a heterojunção PbTe/Pb_{0.8} Sn_{0.2} Te. Nela podemos observar o desaparecimento da resposta espectral numa certa faixa e relacioná-la ao surgimento de barreiras extras, como conjecturado pelos autores. Uma confirmação quantitativa dessa conjectura requer um modelamento numérico dessas heterojunções.

O modelamento numérico da heterojunção em equilíbrio visa obter os perfis das bandas de condução e valência e determinar a existência e magnitude de barreiras nesses perfis. Utilizamos um modelo unidimensional.

As equações a serem resolvidas são:

- Poisson,

$$\frac{d}{dz}\epsilon(z) \frac{d}{dz}V(z)=[p(z)-n(z)+Nd^+(z)-Na^-(z)] \quad (1)$$

onde: $V(z)$ é o potencial eletrostático.
 $\epsilon(z)$ é a constante dielétrica do material.
 $p(z)$ e $n(z)$ são as concentrações de portadores, lacunas e elétrons respectivamente.
 $Nd^+(z)$ e $Na^-(z)$ as concentrações átomos doadores e aceitadores ionizados, respectivamente.

- Portadores em equilíbrio,

$$n(z)=\int_{E_c}^{E_{top}} g_c(E)f(E)dE \quad (2a)$$

$$p(z)=\int_{E_{bottom}}^{E_v} g_v(E)[1-f(E)]dE \quad (2b)$$

onde: $g(E)$ = densidade de estados

$$f(E)=\frac{1}{1+e^{(E-E_f)/kT}}$$

No caso do PbTe/PbSnTe:

$$E_c(z) = E_c(-\infty) + \frac{\Delta E}{2}g(z)$$

$$E_v(z)=E_c(z)-E_g(z)$$

2. Método de Solução

A substituição das equações 2a, 2b, 3a e 3b na equação 1, resulta numa equação diferencial não linear para $V(z)$ que é resolvida usando o método de Newton.

São realizadas múltiplas iterações sendo é inicializadas por uma simples aproximação de depleção para a junção abrupta entre dois semicondutores de composição x_1 e x_2 . Consideramos que a solução foi obtida quando a variação de $V(z)$ e a diferença entre os lados direito e esquerdo da equação (1), o "resíduo", entre duas iterações é menor do que 0.001eV e 0.001eV/cm^2 .

O programa usa o modelo físico do material de interesse através de chamada de subrotinas que o especificam, podendo ser utilizado o modelo de qualquer junta semicondutora que o usuário desejar.

O código foi implementado em Fortran e os cálculos realizados num microcomputador PC 386 DX-40 com co-processador, de propriedade do autor. A validação foi realizada por comparação com os cálculos de Oda [3] e Migliorato e White [4] para heterojunção de HgCdTe.

3. Modelo Físico para a Heterojunção PbTe/PbSnTe.

O modelo utilizado na heterojunção de $\text{Pb}_{1-x_1}\text{Sn}_{x_1}\text{Te}/\text{Pb}_{1-x_2}\text{Sn}_{x_2}\text{Te}$ é:

$$E_g(x,T) = 0.1715 - 0.543 * x + 1. * 10^{-3} * ((12.8^2 + 0.19 * (T + 20.))^2)^{0.5} \quad [5]$$

$$m_c(x,T) = ((10.25 + 6.56 * x) / ((5.718 + (24.81 + 15.88 * x) * E_g) * (5.718 + 14.29 * E_g)^2))^{1/3} * E_g \quad [5]$$

$$m_v(x,T) = ((10.25 + 6.56 * x) / ((5.718 + (12.81 + 8.2 * x) * E_g) * (5.718 + 10. * E_g)^2))^{1/3} * E_g \quad [5]$$

$$\epsilon(x,T) = \frac{1. * 10^3}{7.75 * x + 18 * E_g - 2.72} \quad [6]$$

$$\Delta E_g(x,T) = E_c(-\infty) + \text{frac} * [E_g(x,T) - E_g(x_1,T)] + V(z)$$

$$\text{frac} = [E_c(\infty) - E_c(-\infty)] / [E_g(x_2,T) - E_g(x_1,T)] \\ \text{frac} = 0.27, \text{ com } x_1 = 0.0 \text{ e } x_2 = 0.2 \quad [7]$$

ainda:

$$x(z) = x_2 + (x_1 - x_2) * \text{erfc}(z/w) / 2$$

$$N_d(z) = \text{erfc}(z/w) / 2$$

$$N_a(z) = (2 - \text{erfc}(z/w)) / 2$$

4. Resultados

A figura 3 mostra os perfis das bandas de condução e valência para o dispositivo do tipo I usado por Abramof et al. [2]. A figura 4 mostra a variação da barreira na banda de condução com a variação da largura da heterojunção.

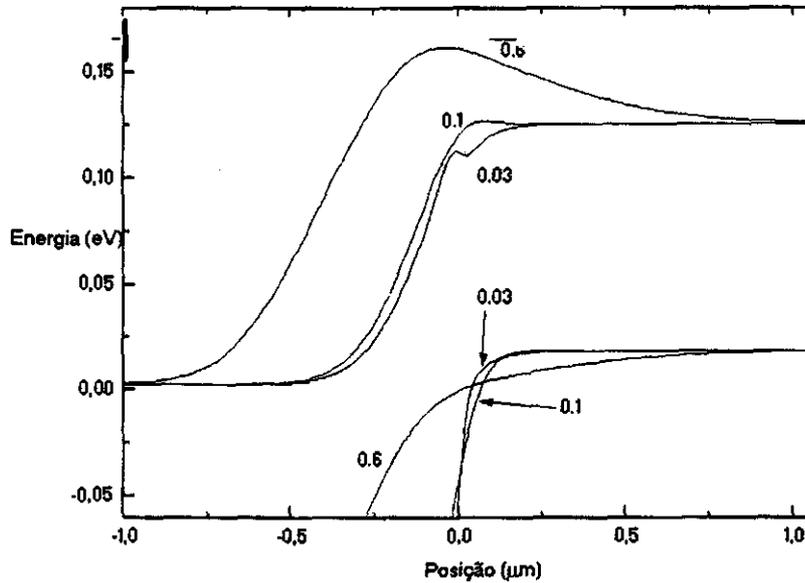


Figura 3. Perfis de banda de energia observados, em 77K, variando a largura da heterojunção do tipo I, conforme tabela 1.

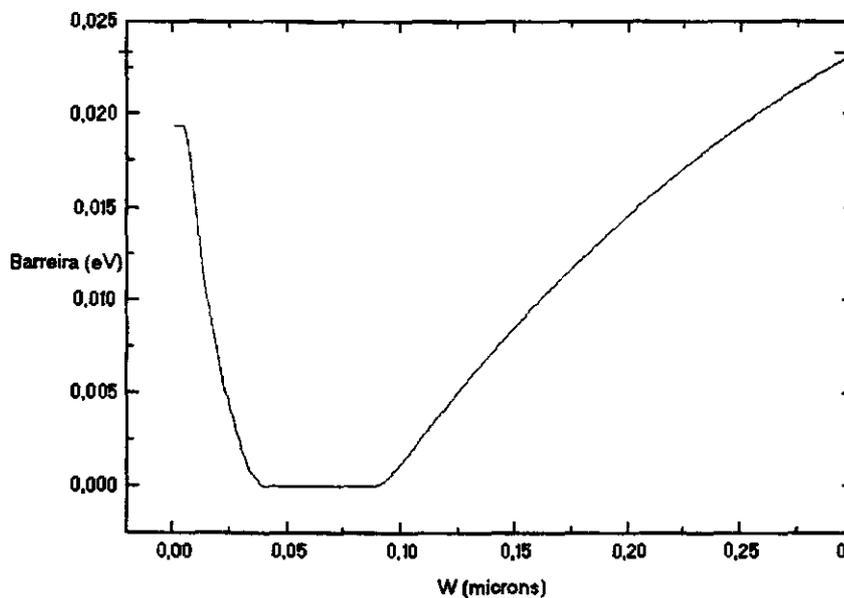


Figura 4. Barreiras apresentadas pela heterojunção tipo I em resposta à variação da largura da heterojunção.

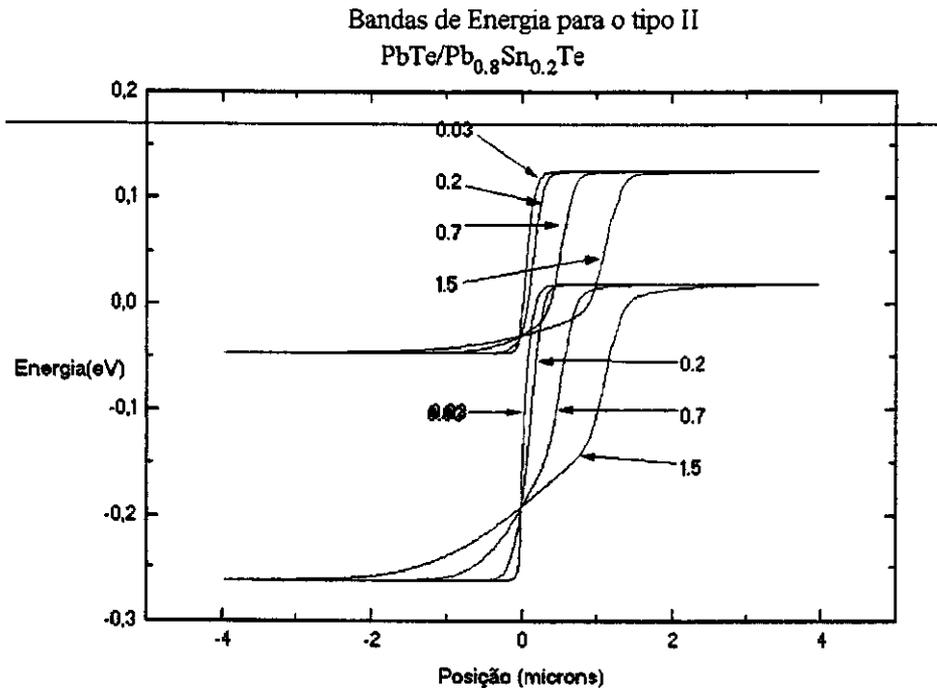


Figura 5. Perfis de banda de energia observados, em 77K, variando a largura da heterojunção do tipo II, conforme tabela 1.

Podemos encontrar na figura 5 os perfis de bandas para o material do tipo II [2]. Nesta figura comprovamos a inexistência de barreiras extras para os elétrons foto gerados em larguras de heterojunção de até 3.5 μm , o que concorda com o verificado experimentalmente por [2].

Na tabela 1, temos as especificações dos materiais tipo I e II usadas por [2] e nos nossos cálculos.

A altura da barreira é definida como a altura da maior barreira encontrada por um elétron, na banda de condução, em movimento do lado p com direção ao lado n.

Tabela 1- Propriedades dos tipos de heterojunções n-PbTe/p-Pb_{0.8}Sn_{0.2}Te em 77 K.

| | concent. de elétrons (cm ⁻³) | concent. de lacunas (cm ⁻³) |
|---------|--|---|
| Tipo I | 8.0 E+16 | 3.5 E+17 |
| Tipo II | 2.0 E+18 | 3.5 E+17 |

5. Conclusão

Os resultados obtidos servem para explicar quantitativamente a perda de resposta espectral numa certa faixa de largura da heterojunção tipo I. Servem também para explicar também a inexistência de tal perda na junção tipo II.

Há discrepância entre os valores da largura da heterojunção em que [2] observou a queda na resposta espectral e o que seria esperado pelos nossos cálculos. Ainda estamos investigando os motivos de tal discrepância.

A seguir será elaborado um algoritmo para o cálculo da corrente de curto-circuito em presença de iluminação, a fim de obter curvas teóricas de resposta espectral, e tentar reproduzir teoricamente os resultados experimentais de [8].

Referências

- [1] H. Zogg, S. Blunier, T. Hoshino, C. Maissen, J. Masek, and A. Tiwari, IEEE Trans. on Elect. Dev. 38, 1110 (1991).
- [2] E. Abramof, S. O. Ferreira, C. Boschetti and I. N. Bandeira, Infrared Phys. 30, 85 (1990).
- [3] N. Oda, Infrared Phys. 27, 49 (1987).
- [4] P. Miglorato and A. M. White, Solid-State Electronics 26, 65 (1983).
- [5] H. Preier, Appl. Phys., 20, 189 (1979).
- [6] S. Nishi, H. Kawamura and K. Murase, Phys. Stat. Sol. (b), 97, 581 (1980).
- [7] M. Kriechbaum, Phys. Review B, 30, 3394, (1984).
- [8] G. Shuxing, C. Boliang and Y. Shixin, Int. Journal of Infrared and Milimeter Waves 12, 251 (1991).

ESPECTRÔMETRO DE MASSA COM JATO MOLECULAR PARA MEDIDAS "IN
SITU" DE CRESCIMENTO DE DIAMANTE CVD

Thiago Rodrigues Pêgas

Aluno da Escola de Engenharia Industrial - CDT - Bolsa
PIBIC/CNPq

Orientadores : Dra. Nélia Ferreira Leite e Dr. Vladimir Jesus
Trava-Airoldi , Laboratório Associados de Sensores e Materiais

Para o crescimento de diamantes CVD em reatores de filamento quente já se conhece o processo, os gases e as proporções dos mesmos que são necessários, porém não se conhece exatamente os mecanismos de crescimento do diamante. Diante deste problema, uma maneira de buscar possíveis soluções seria colocar um espectrômetro de massa com jato molecular para analisar os gases estáveis e os radicais decorrentes da reação para o crescimento do diamante. O crescimento de diamante CVD se faz em vácuo de 50 torr a uma temperatura na região do substrato de 800 C. Estas duas exigências são determinantes no projeto do reator.

O presente trabalho se desenvolveu com o aprendizado inicial do crescimento de diamante e com o projeto propriamente dito deste reator de características especiais. Foi projetado, além do reator para uma câmara de alto vácuo para o espectrômetro de massa. Para a leitura do espectrômetro foi desenvolvido uma válvula, na qual estou auxiliando no projeto, para abrir e fechar intermitentemente a emissão de gases para o espectrômetro. Essa válvula é necessária porque o equipamento de vácuo para bombeamento dos gases é insuficiente para um fluxo de gases contínuo. Abaixo desta válvula, existe um orifício de expansão, onde há um congelamento dos graus de liberdade das moléculas e/ou radicais estáveis e não estáveis. Nesta região os gases se expandem e não mais se colidem. Mantem-se como na região do substrato onde se cresce diamante, para que possam ser analisadas pelo espectrômetro de massa.

O sistema de vácuo para bombeamento é composto por uma bomba mecânica, uma bomba turbo molecular e uma bomba difusora. A montagem está esquematizada na figura 1. O reator é acoplado à bomba mecânica que cria um vácuo grosseiro. No reator tem-se entrada para o filamento e para o acionamento da válvula intermitente. A câmara tem duas entradas, uma para a bomba turbo-molecular e outra para o espectrômetro de massa com jato molecular. Na parte inferior da câmara tem-se a entrada da bomba difusora.

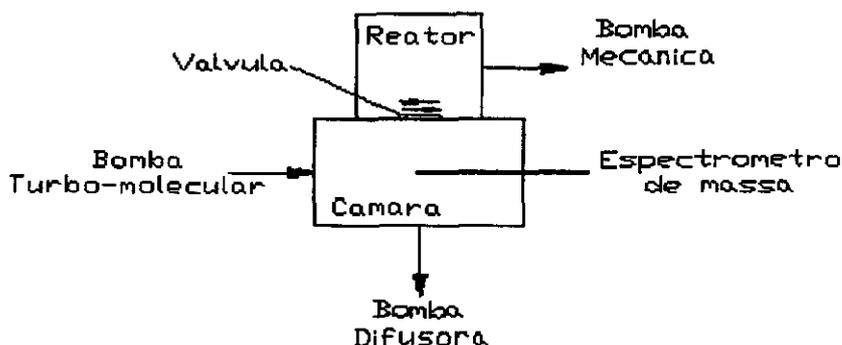


Fig.-01

Minha participação neste projeto, trouxe bastante conhecimento novo, não somente com respeito ao crescimento de diamante, mas como um primeiro contato com projetos de sistemas de vácuo e alto vácuo, que correspondem aos primeiros passos de aprendizado da prática do laboratório.

6^a Sessão Técnica

28 de maio de 1996, 13:55 - 15:35
Chairperson: Dr. Alberto Setzer



SISTEMA DE MEDIDA DOS ELEMENTOS DO CLIMA

Maria Olímpia Melo Campos

Aluna da : Universidade do Vale do Paraíba - Bolsa PIBIC / CNPQ
Avenida dos Astronautas, 1758 - Jardim da Granja

Orientador : Dr. Jesus Marden dos Santos, Pesquisador, Coordenador
da área de Ensino e Documentação

Muitos estudos têm sido desenvolvidos para caracterizar a zona de conforto térmico do homem quando vestido ou não. Alguns deles podem ser aplicados a uma variação específica de ambientes e seu uso pode necessitar de alguma adaptação quando aplicado para outros homeotermos que não o homem.

Lee e Henschel (1966) definiram três conjuntos de variáveis envolvidas na medida do efeito do calor em humanos: condições ambientais, metabolismo, idade e sexo. Três parâmetros como sensação, tolerância ao calor e necessidade de água podem ser quantificados com base em seis variáveis : temperatura do ar, umidade do ar, movimento do ar, calor radiante, taxa metabólica e vestimentas.

Em projetos de ambientes abertos, são estudados parâmetros que auxiliam o estudo do índice de conforto térmico humano (CTH) em ambientes fechados. Na determinação do CTH, o parâmetro mais complexo e importante é a radiação solar global.

Foram desenvolvidos dois estudos para a resolução deste problema. O primeiro consiste em um termômetro de radiação de forma cilíndrica (CRT) desenvolvido por Brown e Gillespie (1986) que consiste num cilindro vertical capaz de medir a carga térmica radiante em ambientes externos.

O segundo modelo (Brown 1985) é um conjunto de equações baseadas em definições meteorológicas. Este modelo utiliza dados de uma estação meteorológica e parâmetros físicos de um determinado local, para estimar a radiação absorvida pelo cilindro vertical.

A teoria da convecção livre estabelece algumas equações para se calcular o fluxo de calor em seu interior:

$$R_{abs} = \sigma (T_{crt} + 273.5)^4 + (I_{cp}) (T_{crt} - T_{air}) / r_m$$

$$r_m = D / (A Re^n Pr^{0.33} K)$$

onde ;

σ = constante de Stefan Boltzman - $5.67 \times 10^{-8} \text{ W/ m}^2\text{k}^4$

I_{cp} = capacidade volumétrica de calor do ar - $1200 \text{ J / m}^3\text{K}$

T_{crt} = temperatura de equilíbrio do CRT - °C

T_{air} = temperatura do ar - °C

Re = Número de Reynolds $Re = VD/ \nu$

Pr = número de Prandtl = 0.71

V = fluído livre da viscosidade do ar

ν = viscosidade cinemática

K = difusão térmica do ar

O cilindro vertical é considerado como o volume geométrico que mais se aproxima da forma humana, podendo ser utilizado também em ambientes fechados.

Através destes estudos e do conhecimento que o estresse térmico é capaz de gerar desconforto, comprometendo desta forma a saúde física e psicológica dos seus usuários, é que se recomenda o uso de uma mini-estação, construída de forma simples e de baixo custo.

Para a elaboração de uma mini-estação de coleta de dados serão utilizados um globotermômetro de bola de ping-pong em conjunto com um cilindro vertical, para a medida de carga térmica. Um radiômetro para a medida de radiação, um anemômetro campo de calor para a medida da velocidade do vento e um sensor de umidade (HC 1000). Todos estes sensores serão conectados a um datalogger.

Estas estações serão instaladas em algumas salas de aula da rede de ensino urbano e rural. Através dos parâmetros oferecidos por estes sensores da situação do ambiente, é que serão realizadas medidas para se tentar obter um ambiente de clima agradável, proporcionando maior rendimento de seus usuários.

Referências Bibliográficas :

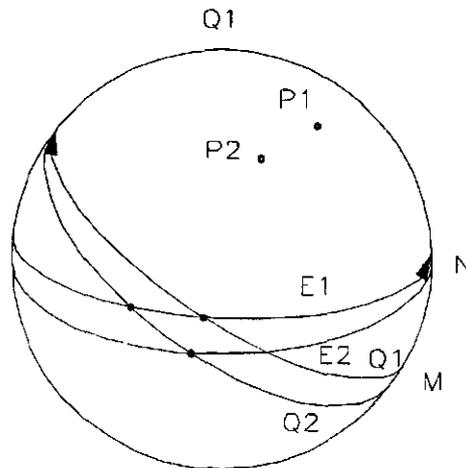
- Holman, J.P, 1983, Transferência de calor; tradução Luiz Fernando Milanez, Mc. Graw Hill, S.Paulo
- Mather, J. R, 1974, Climatology : fundamentals and applications, Mc. Graw Hill
- Krys. S.A and Brown, R.D, 1990, Radiation Absorbed by a cylinder in complex outdoor environments under clear sky conditions, Int. J. Biometeorology, vol 34, pp : 69 - 75
- Jonhson, G.T and Watson, J. D, 1987, Modelling Person - shapes for thermal comfort studies, Int. J. Biometer., vol 31, n° 1, pp: 33 - 43
- Brown, R.D and Gillespie, T. J, 1986, Estimating Outdoor Thermal Comfort Using a Cylindrical Radiation Thermometer and an Energy Budget Model, Int. J. Biometer., vol 30, n°1, pp: 43 - 52

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA COMPUTACIONAL PARA A MANIPULAÇÃO DE
DADOS E CORREÇÃO DE COORDENADAS NAS OBSERVAÇÕES DA ÁREA DE
RADIOASTRONOMIA**

Maria Inês Soares Costa Neves

Aluna da Universidade Braz Cubas - Bolsa PIBIC / CNPq
Orientador : Dr. Eugenio Scalise Júnior - Pesquisador da
Divisão de Radioastronomia.

Na busca e monitoramento de masers de vapor d'água galácticos e na análise espectral das fontes de 40 a 50 Ghz, é utilizado uma antena de montagem alti-azimutal operando com um receptor com 2048 canais de 70 Khz. Esta antena encontra-se no Rádio Observatório Nacional de Itapetininga (ROI), em Atibaia, SP. Devido as perturbações nos movimentos de rotação e translação da Terra, perturbações estas causadas pelo Sol, Lua e outros planetas, ocorrem mudanças nas posições do Equador e da Eclíptica, isso significa que variam também as posições dos pólos celestes e eclípticos, tendo como consequência o efeito de precessão, acarretando modificações na ascensão reta(longitude celeste) e declinação de um astro.



**Posições relativas do equador e da eclíptica em duas épocas
distintas**

O efeito de aberração anual, consiste na mudança de posição aparente de uma fonte de luz, devido ao seu movimento relativo entre ela e o observador, num intervalo de tempo, que em astronomia é causada pelo movimento orbital da Terra em torno do Sol.

Partindo da pesquisa do objeto em estudo, da análise das necessidades encontrada pelos pesquisadores na preparação e manipulação de dados em suas campanhas observacionais e tendo como objetivo principal, facilitar e agilizar tal processo, foi possível o desenvolvimento de um sistema computacional tendo como objetivo inicial corrigir as coordenadas para o dia das observações, corrigir as distorções do efeito de aberração anual

e gerar os arquivos com as extensões necessárias e adequadas para a leitura dos dados pelo computador do Rádio Observatório.

A possibilidade de modificação das constantes de apontamento (posição de off-set, incremento e elevação, tempo de integração, etc...) tornando-as variáveis, podendo assim assumir valores dependendo da necessidade em questão, tornou mais uma facilidade proposta aos pesquisadores da equipe. .

Visando a adequação do sistema a realidade dos observadores, criou-se uma tabela denominada "Tabela de Fontes", que gera um arquivo com o nome das fontes e suas coordenadas do ano de 1950. O programa principal, busca na tabela de fontes os dados necessários para o cálculo das coordenadas para o dia que realizará a observação e fornece aos pesquisadores as coordenadas corrigidas em formato de arquivo legível pelo computador do Rádio Observatório

A escolha da linguagem de programação, se faz na intenção de adequar a necessidade, realidade, portabilidade e facilidade de manuseio do programa como um todo. Este trabalho foi inicialmente desenvolvido em Fortran, as versões atualizadas encontram-se em Turbo Basic e C.

INVESTIGAÇÕES SOLARES DO RADIÔMETRO DE FREQUÊNCIA VARIÁVEL
(18 - 23 GHz)

Vinícius Franco Araújo
Aluno da UNITAU - Bolsa PIBIC/CNPq
Orientador: Dr. Hanumant Shankar Sawant
Pesquisador, DAS, INPE

Participamos de Campanhas Internacionais de Observações Solares utilizando o Radiômetro de Frequência Variável (RFV) que opera no Radio Observatório do Itapetinga (ROI) em Atibaia, dentro da faixa de frequências de 18 - 23 GHz, com resolução espectral de 1 GHz e temporal de (0,6 - 96 s). O RFV já registrou, desde 1988, cerca de 60 grupos de explosões solares, e também o espectro de regiões ativas solares dentro dessa faixa de frequências. Efetuamos (i) o tratamento de dados de duas regiões ativas solares que apresentaram espectro plano, dentro desta faixa de frequências e (ii) estimativa do número de elétrons emissores e campo magnético para as explosões solares em microondas.

i) Adequamos softwares existentes para efetuar o tratamento dos dados de duas regiões ativas solares. Efetuamos o cálculo do espectro para essas duas regiões ativas, dentro da faixa de frequências de 18 - 23 GHz e mostramos que é devido à contribuição de bremsstrahlung da emissão solar proveniente de um local da região ativa, com campo magnético fraco ou desprezível.

ii) A partir do espectro obtido em microondas para as explosões solares observadas construímos a evolução temporal do índice espectral para a parte opticamente fina ($f > f_{\text{pico}}$) do espectro e apresentamos seu comportamento temporal típico, mole-duro-mole. Sabendo a densidade de fluxo, o índice espectral α e assumindo emissão não térmica, obtivemos uma estimativa do número total de elétrons emissores e campo magnético na fonte em microondas, respectivamente: $N_T \sim 10^{33} - 10^{34}$ e $B \sim 500$ G.

Estes resultados estão possibilitando a determinação da natureza do processo de energização dos elétrons emissores e a determinação dos parâmetros físicos (N_e , T_{eff} e B) para as fontes emissoras de explosões solares e regiões ativas em microondas para permitir a construção de um modelo para estas fontes.

São José dos Campos, 28 de Abril de 1996

RELATÓRIO DE NOTIFICAÇÃO DE TRABALHOS - PIBIC / INPE

Bolsista: Marcelo Gomes Luércio - Aluno de graduação do Instituto Tecnológico de Aeronáutica

Orientador: Odylio Denys de Aguiar - Pesquisador da Divisão de Astrofísica do INPE

O “Q” mecânico, sua medida e importância dentro do Projeto Gráviton

O objetivo do nosso trabalho nos últimos meses deteve-se ao estudo da medida do Q mecânico no que diz respeito ao método de obtenção, fatores que influem em sua precisão e na confiabilidade do resultado final.

Esta grandeza (Q_{mec}) é definida como a razão entre a energia fornecida e a dissipada por um sistema mecânico e, para o nosso interesse, é função exclusiva do tempo de decaimento da amplitude de uma década, em escala dB, do sinal de vibração de uma peça. É ainda do nosso interesse que este valor seja alto nos materiais pesquisados - da ordem de 10^7 - pois a busca de toda nossa pesquisa está ligada ao material que irá compor a massa ressonante da antena “Einstein”, prevista pelo Projeto Gráviton, e o valor desta grandeza esta intimamente relacionado com a sensibilidade da antena. É importante notarmos que as medidas devem ser feitas a temperatura criogênica, onde encontram-se, geralmente, os maiores valores de Q_{mec} para um mesmo material.

Nosso experimento consistiu, tão somente, na observação do tempo de decaimento na amplitude do sinal de tensões na superfície de uma peça submetida a estímulo vibracional, bem como da interferência, para o resultado final desta medida, de algumas escolhas ligadas a configuração do aparelho, e a montagem do experimento. Houveram também estudos e discussões a nível teórico do problema prático em medir-se modos pré-determinados de vibração na antena “Einstein”, que culminaram com a proposta de dois dispositivos de medida tendo seus estudos de viabilidade ainda em andamento.

Os resultados que esperávamos, e que obtivemos, estão longe daquilo que procuramos para atender as necessidades especificadas no Projeto Gráviton, do qual esta bolsa é apêndice. Porém a nível didático, são perfeitamente razoáveis e compatíveis, tendo em vista o material estudado e o fato de as medidas não terem nem mesmo sido feitas à frio. No momento, encontramos-nos em expectativa pelas amostras dos materiais que seriam mais indicados para a confecção da antena, já observada a viabilidade econômica e de fabricação, para que possamos iniciar os testes a temperatura criogênica e com demais elementos pertinentes que possam simular uma situação real de uso da antena.

BOBINA DE HELMHOLTZ E SONDAS MAGNÉTICAS PARA O TOKAMAK ETE

Bruno Vieira Fernandes

Aluno do Instituto Tecnológico de Aeronáutica ITA/CTA - Bolsa
PIBIC/CNPq

Orientador: Dr. Edson Del Bosco - Laboratório Associado de
Plasma LAP/CTE/INPE

O funcionamento de um tokamak (máquina de confinamento magnético de plasma para fusão termonuclear, caracterizado por possuir uma geometria toroidal) é inteiramente baseado na geração de campos magnéticos intensos e pulsados que produzem e confinam o plasma. Estes campos são produzidos pelos três conjuntos básicos de bobinas de um tokamak, quais sejam: bobinas de magnetização (geração da corrente de plasma); bobinas toroidais (geração do campo magnético toroidal), e bobinas verticais (geração do campo magnético vertical), assim como, os campos magnéticos poloidais gerados pela própria corrente de plasma. Um dos principais diagnósticos do plasma gerado em tais geometria é a sonda magnética, que possibilita medir campos magnéticos pulsados, através da variação do fluxo magnético que atravessa a sonda. Com uma distribuição adequada de sondas ao redor da coluna de plasma, pode-se controlar por exemplo a posição da coluna de plasma e principalmente inferir propriedades fundamentais do plasma. As sondas magnéticas devem ser projetadas para atender às necessidades de um determinado experimento, ou seja, no projeto devem ser levados em consideração as intensidades dos campos, a duração do pulso de plasma, restrições de espaço para a instalação, materiais mais apropriados, proteção das sondas do efeito corrosivo do plasma, distância da coluna de plasma às sondas, etc. Neste trabalho apresenta-se os resultados do projeto e construção de uma Bobina de Helmholtz utilizada para a calibração das sondas magnéticas a serem utilizadas no tokamak ETE (Experimento Tokamak Esférico) que está sendo construído no LAP/INPE. A Bobina de Helmholtz é um sistema de bobinas composto por um par idêntico de bobinas circulares onde o raio médio das bobinas é igual à separação entre ambas. Desenvolveu-se um programa computacional para mapear a região interna da Bobina de Helmholtz com a finalidade de definir suas dimensões em função do tamanho da sondas magnéticas que serão calibradas. A Bobina de Helmholtz projetada possui raio médio de 15cm, com 25 espiras em cada uma das bobinas.

Apresenta-se, também, os resultados do projeto e construção de dois protótipos de sondas magnéticas que devem ser utilizadas no tokamak ETE. É feita uma análise preliminar dos sinais esperados para cada sonda, tanto para sua utilização no tokamak, quanto no sistema de calibração com a Bobina de Helmholtz.

Finalmente, apresenta-se os resultados preliminares da calibração das duas sondas magnéticas utilizando a Bobina de Helmholtz.

7^a Sessão Técnica

28 de maio de 1996, 15:50 - 17:30
Chairperson: Msc. Mário César Ricci

ATIVIDADE CONVECTIVA NO BRASIL ATRAVÉS DE DADOS DIGITAIS DE IMAGENS DE SATÉLITE

Fredy Alexandre Sargaço

Aluno da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP) - Bolsa PIBIC
/ CNPQ

Orientadora: Dra. Iracema F. A. Cavalcanti, CPTEC/INPE

Uma análise qualitativa da distribuição de chuvas pode ser realizada através do estudo das imagens de satélite. Essas imagens, no canal infravermelho, fornecem os níveis de cinza relacionados com a altura das nuvens. Dessa forma é possível identificar as nuvens que tem grande desenvolvimento vertical e que são associadas a uma grande atividade convectiva.

De posse de grande parte dos dados digitais das imagens de satélite de 1993 e 1994 é possível fazer a análise e comparação de qualquer mês compreendido entre esses dois anos. Os estudos que estão sendo feitos com esses dados constam das análises das médias diárias, mensais, anuais, regionais e das estações do ano além da verificação da anomalia diária e da variação mensal. Os resultados desses estudos são mostrados em gráficos e cartas com isolinhas e são obtidos através da manipulação dos valores dos níveis de cinza de cada imagem.

O objetivo deste trabalho é mostrar o comportamento da atividade convectiva em diferentes épocas do ano em várias regiões da América do Sul.

Paralelamente ao estudo descrito está a elaboração de algoritmos para programas feitos em linguagem C e Fortran além de outros usados no pacote gráfico do GRADS (Grid Analysis and Display System). A construção de tais programas são fundamentais para a automatização do serviço.

Cartas com isolinhas das médias mensais dão uma idéia do comportamento da atividade convectiva durante um determinado mês permitindo avaliar as diferenças climáticas entre os meses ou anos, cartas das estações do ano dão um resumo da atividade convectiva durante as 4 estações do ano e as cartas das médias anuais avaliam a atividade convectiva em um determinado ano.

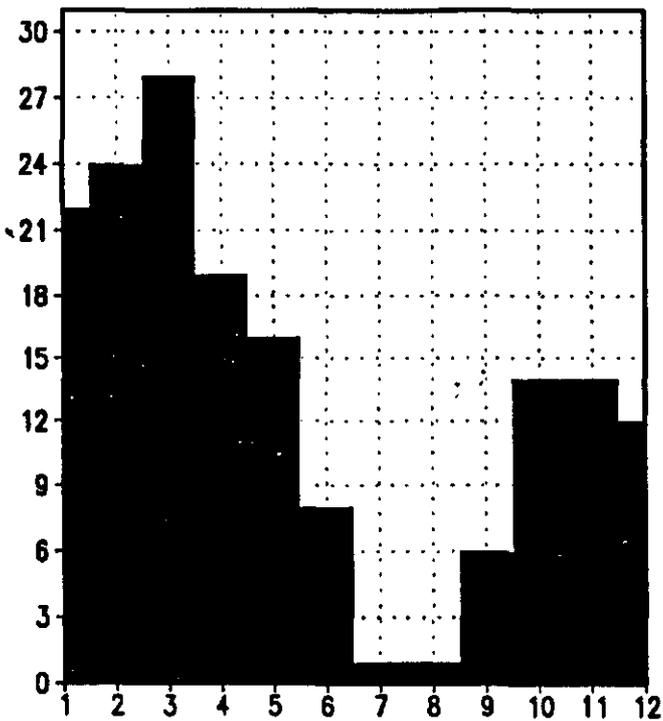
Gráficos do comportamento da atividade convectiva em 5 áreas que cobrem o Brasil focalizam a variação diária da atividade convectiva no decorrer dos meses nas diferentes regiões.

A variação anual em cada área é analisada em termos do número de dias com porcentagem de valores superior a 50%. Duas áreas são apresentadas como exemplo na fig. 1 (áreas A e D).

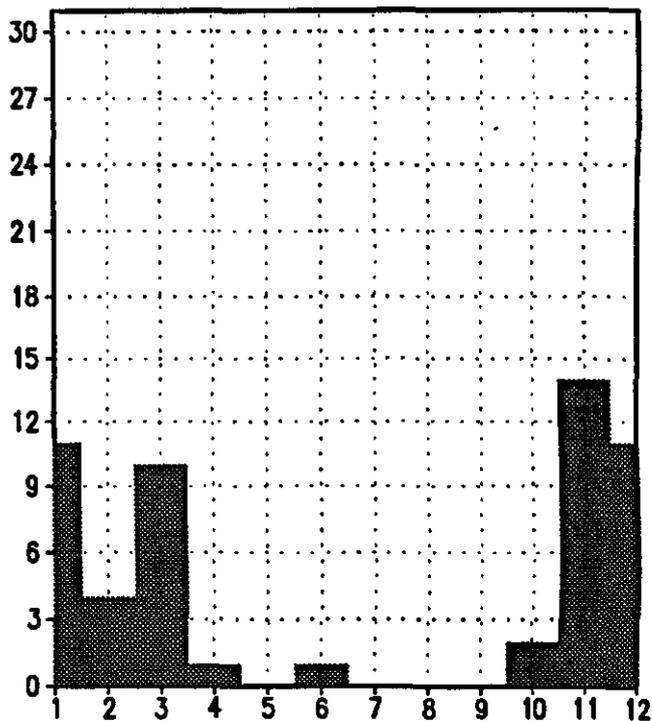
Gráficos das anomalias diárias são elaborados para destacar os períodos com máxima atividade em cada área. Cartas espaciais desses dias mostram exemplos da distribuição de chuvas para casos de extrema atividade convectiva em cada região.

Exemplos da distribuição espacial para dias extremos de anomalia positiva são mostrados na fig. 2 para a região norte e sudeste.

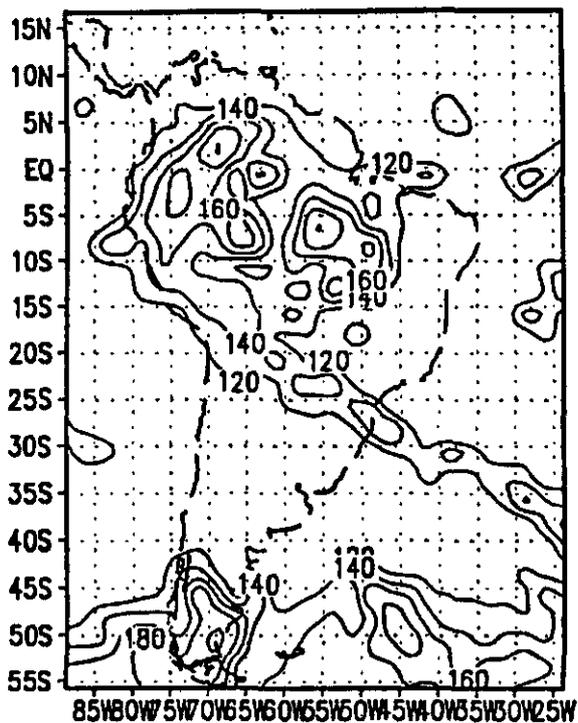
REGIAO A 94/12TMG



REGIAO D 94/12TMG



19/02/94 12TMG



04/03/94 12TMG

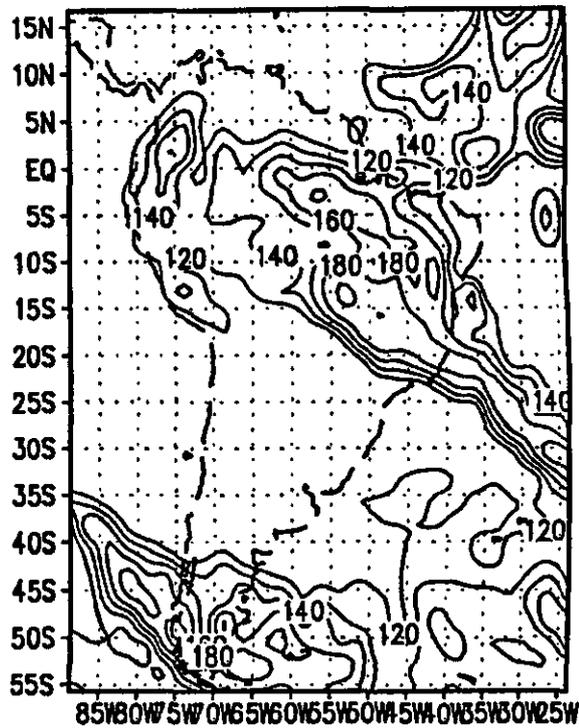


Fig.1) Gráfico mostrando quantos dias cada mês de 1994 as porcentagens dos valores de pixels nas áreas A e D estiveram acima de 50%.

Fig.2) Cartas com isolinhas mostrando dois dias de 1994 cujas anomalias da região norte e nordeste foram as maiores do ano.

IMPLEMENTAÇÃO DE UMA INTERFACE AMIGÁVEL PARA EXECUÇÃO DE MODELO NUMÉRICO DE PREVISÃO DE TEMPO

Ana Cristina Corrêa Bittencourt

Aluna da Universidade de Taubaté - Bolsa PIBIC / CNPQ

Orientadora: Dr.^a. Chou Sin Chan, CPTEC

Um modelo numérico de previsão de tempo é a ferramenta do meteorologista para realizar suas simulações de tempo, bem como as previsões de tempo. Um modelo geralmente é composto de um conjunto de subrotinas bastante complexas que facilmente chegam na ordem de 10^6 linhas. Os experimentos numéricos consistem na maioria das vezes em alterar parâmetros do modelo, como por exemplo, a resolução horizontal da grade ou coeficientes das equações. Estes parâmetros podem estar localizados em diferentes arquivos e subrotinas, causando dificuldades na preparação de cada experimento. Com auxílio de uma interface, o meteorologista pode fornecer as condições dos experimentos e realizá-los em menor tempo. A interface, pode ser na forma de um 'script' bem estruturado onde o usuário altera o valor dos parâmetros desejados como por exemplo é encontrado no modelo RAMS (Regional Atmospheric Modelling System) ou o modelo global do CPTEC. O inconveniente deste método é a necessidade de se conhecer o nome das variáveis, que nem sempre segue uma regra mnemônica. O sistema de janelamento apresenta vantagens pois o processo de preparação de um experimento pode ser feito de maneira interativa, quando um usuário define o valor de um parâmetro do programa, outros parâmetros dependentes deste primeiro podem automaticamente assumir valores novos e adequados. Ao clicar sobre um campo é acionado o comando relacionado ao mesmo. Assim é mais fácil do que a execução manual destes comandos. O software XDesigner está sendo usado para criar o janelamento. O XDesigner é uma ferramenta interativa para construção de interfaces gráficas, usando widgets do OSF/Motif padrão. Gera de forma interativa o código dos arquivos requeridos em linguagem C, contendo os comandos de controle das interfaces. A compilação, linkedição e execução do programa em C pode ser feito através do próprio XDesigner. A interface é conectada à aplicação, neste caso, o modelo numérico, através da associação de funções 'callback' com os 'widgets'. Desta forma o usuário designará um conjunto de comandos sempre que clicar um determinado botão na interface. A vantagem do uso da ferramenta XDesigner está na facilidade e rapidez para criar o janelamento. A interface inicial fornece uma janela com partes principais do modelo: Condições Iniciais, Dinâmica, Física, Pós-processamento e Verificação (Fig. 1). Clicando o botão "Condições Iniciais" (Fig. 2), surge uma nova janela contendo as opções referentes a esta parte do Modelo. Através de widget "radio-box", o usuário faz uma única escolha entre as opções fornecidas. Valores dos parâmetros do modelo podem ser preenchidos através de "Text Field" (campos em branco). O programa em C cria um arquivo, que é modelo de um 'script' modelo de script unix ('template'), utilizando as informações obtidas da interface. Este script contém comandos que reeditarão as rotinas e arquivos 'include' do modelo. E em seguida, fará a compilação, a linkedição e finalmente, a execução do Modelo.

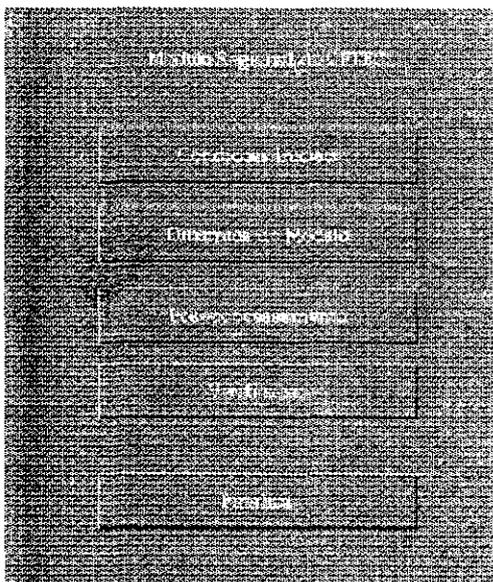


Fig. 1 - Interface Inicial

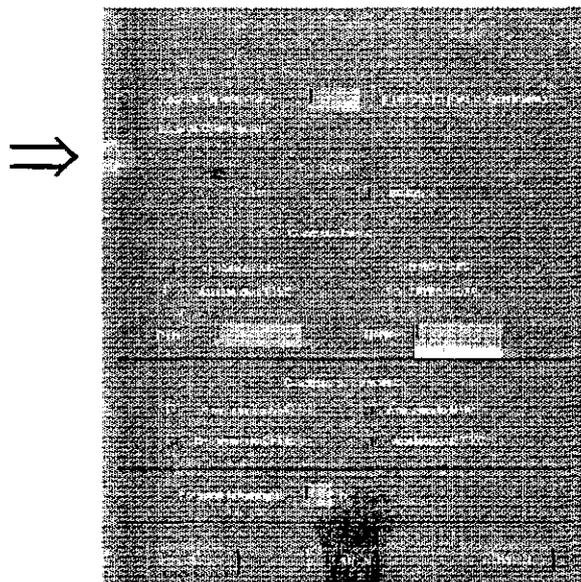


Fig. 2 - Condições Iniciais

RESUMO PARA O SEGUNDO SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
INPE/PIBIC/CNPq - Maio de 1996

Título:

TÉCNICAS NUMÉRICAS E COMPUTACIONAIS PARA A ANÁLISE DE DADOS DE CRESCIMENTO DE CRISTAIS BINÁRIOS

Bolsista: Nanci Naomi Arai
3º ano de Computação Científica
Universidade de Taubaté

Orientador: Maurício Fabbri
Pesquisador Titular
Laboratório Associado de Sensores e Materiais - LAS

A obtenção de dispositivos eletro-ópticos de boa qualidade exige amostras de macrocristais semicondutores com boa perfeição cristalina e homogeneidade de composição. A otimização das técnicas de crescimento é também de muito interesse na pesquisa básica dos processos clássicos de transporte, bem como de modelos de agregação/nucleação. Um grande número de fatores influenciam decisivamente a qualidade do cristal obtido em laboratório: os perfis de temperatura e velocidade do forno, a geometria e as propriedades físicas do material das ampolas, as características próprias do material crescido (diagrama de fase, constantes de difusão, condutividade térmica, etc.). A possibilidade de realização de crescimentos em ambiente de micro ou macro-gravidade exige técnicas de simulação numérica, para a recuperação das propriedades físicas e cinéticas do material crescido, a partir de medidas dos perfis de composição. Neste trabalho, contemplamos o tratamento numérico-estatístico de diversos dados experimentais de crescimentos Bridgman e Vapor-Líquido-Sólido, bem como a implementação flexibilizada de modelos/rotinas de ajuste (fitting) e o desenvolvimento de uma interface gráfica amigável ao usuário comum (técnicos e cientistas da área). Em uma etapa anterior deste projeto, desenvolvemos parcialmente um software para Windows 3.1, visando tanto a facilidade de uso como a flexibilização necessária para se incorporar um grande número de modelos físicos de interesse (como por exemplo, correções de velocidade, perfis térmicos, segregação, diagramas de fase). Nesta etapa, uma versão aperfeiçoada será programada diretamente com uma ferramenta visual de recursos, e algoritmos numéricos mais sofisticados serão incorporados às ferramentas de análise e recuperação de dados. O pacote será aplicado na análise e no projeto de crescimentos de PbTe-SnTe, HgTe-CdTe, PbSn e GeSi, tornando acessíveis e até mesmo didáticos os procedimentos e os critérios de análise até hoje dispersos na literatura especializada. Este trabalho tem aplicação imediata nos projetos envolvendo crescimento de cristais no INPE (além de ser de grande interesse para toda a comunidade científica afim), particularmente em ramos específicos prioritários como morfologia de interfaces e microgravidade.

ANALISADOR DE GASES (CO₂) POR ESPECTROSCOPIA INFRAVERMELHA PARA MONITORAMENTO "IN VIVO" E "IN SITU" DA FOTOSÍNTESE

Luciano Gonçalves de Oliveira

Aluno do Instituto Tecnológico de Aeronáutica- Bolsa PIBIC /CNPq
Orientador: Dr.Marcos Dias da Silva,Tecnologista Sênior,LAS/INPE

O monitoramento da fotossíntese¹, baseado nas medidas de consumo de CO₂, é de fundamental importância para os fisiologistas e geneticistas de vegetais. É a partir do estudo da atividade fotossintética em resposta à absorção de nutrientes e poluentes, intensidade luminosa e condições do ar e temperatura que novas variedades, fertilizantes e pesticidas são avaliados. Neste trabalho, apresentamos um sistema compacto para medidas do consumo de CO₂ durante a fotossíntese. O analisador² de CO₂ se baseia na absorção do infravermelho (4,26 μ m) e consiste de uma fonte de radiação infravermelha, um modulador mecânico de feixe luminoso (chopper), uma câmara de gás de referência e uma câmara ativa, onde circula a mistura Ar + CO₂, a ser consumida pela folha vegetal em estudo durante a fotossíntese. Ambas as câmaras são seladas por janelas ópticas de safira. A câmara ativa tem um orifício em sua parte superior, o qual é selado pela folha vegetal em estudo. A radiação infravermelha que atravessa a câmara de gás é detectada por sensores de radiação após passar por filtros de interferência no comprimento de onda de absorção do CO₂ (4,26 μ m). Dessa maneira, durante a fotossíntese, a quantidade de CO₂ consumida da câmara ativa é medida pela variação na absorção da radiação infravermelha. Neste tipo de aplicação, os valores das potências de radiação envolvidas são da ordem de dezenas de μ W, na faixa de 1 a 1000 vpm de CO₂ no ar, em câmaras medindo alguns centímetros de comprimento. Os detetores de radiação infra-vermelha, fotocondutivos (PbSe) ou piroelétricos (PVDF; de nossa fabricação), possuem NEP (noise equivalent power) menor que 10^{-8} W/Hz^{1/2}, o que implica numa resolução melhor que 2% para uma frequência de modulação da ordem de 100 Hz. Considerando que se deseja medir variações de 1 vpm de CO₂ no ar, utilizando-se a lei de Beer², pode-se estimar o comprimento da câmara em 1,14 cm. Finalmente, considerando que um vegetal, em condições ambientes normais de iluminação e temperatura, consome tipicamente cerca de 1 mm³ de CO₂ por minuto e por cm² de folha no processo de fotossíntese, e que a concentração padrão de CO₂ no ar é 342 vpm, resulta que, para uma câmara com uma abertura de 1 cm² e um volume de 1 cm³, o fluxo necessário para suprir o CO₂ consumido da câmara é de 3cm³ de ar por minuto, à pressão ambiente. Esses parâmetros mostram a viabilidade de um sistema compacto para monitoramento "in vivo" e "in situ" da fotossíntese.

BIBLIOGRAFIA:

1. E.D.Bickford, S.Dunn; "Lighting for Plant Growth" (The Kent State University Press, 1972)
2. D.N.Kendall, Ed.; "Applied Infrared Spectroscopy" (Reinhold Publishing Corporation, New York, 1966)

ÍNDICE DE AUTORES

| | |
|---|----|
| Adriana Bustamante Nascimento, UNIVAP | 11 |
| Adriana dos Santos, EFEI | 49 |
| Alexandre Cabral Franco Barroso, FACAP | 05 |
| Alexandre Fonseca, UNITAU | 39 |
| Ana Cristina Corrêa Bittencourt, UNITAU | 89 |
| André Luiz Pierre Mattei, ITA | 63 |
| André Rodrigo Boscolo Moraes, EEI | 51 |
| Ângela Akemi Tatekawa, EEI..... | 57 |
| Aurea Aparecida da Silva, UNESP | 45 |
| Bruno Vieira Fernandes, ITA | 83 |
| Celso Ferreira Mastrella, ITA | 59 |
| Cláudia Del Bianco Sampaio | 91 |
| Daniela Cristina Santana, UNIVAP | 09 |
| Edson Sai Ming Chiang, PUC | 33 |
| Eduardo César Pereira Vieira, ITA | 53 |
| Fredy Alexandre Sargaço, UNIVAP | 87 |
| Gislaine de Felipe, UNITAU | 19 |
| Gustavo Baldo Carvalho, EESC-USP | 15 |
| Leandro Paulino Vieira, EEI | 07 |
| Letícia Teixeira Cottini, UNITAU | 03 |
| Lúcia de Fátima Magalhães Caxias, UNIVAP | 37 |
| Luciano Gonçalves de Oliveira, ITA | 95 |
| Marcelo Gomes Luércio, ITA | 81 |
| Maria Inês Soares Costa Neves, UBC | 77 |
| Maria Lucia Santos da Silva, UNIVAP | 43 |
| Maria Olímpia Melo Campos, UNIVAP | 75 |
| Nanci Naomi Arai, UNITAU | 93 |
| Nelson Luis de Toledo Pinto, UNITAU | 61 |
| Regina Mambeli Barros, UNITAU | 25 |
| Roberto Francisco Marques Mendes, UBC | 35 |
| Roberto Rabelo Júnior, UNIVAP | 31 |
| Rodrigo Viana, EEI, Trabalho de graduação | 27 |
| Silmara Alexandra da Silva, FACAP | 23 |
| Thiago Rodrigues Pêgas, EEI/CDT | 71 |
| Vinícius Franco Araújo, UNITAU | 79 |

