



## ÍNDICE

Editorial .....	i
Programa da XXVIIª Reunião Anual.....	iii
Quadro de Horários.....	xiii
Lista de Participantes .....	xv
Resumos	
Comunicações Orais .....	1
Painéis	
Sistema Solar .....	63
Mecânica Celeste.....	71
Astrometria .....	85
Física do Sol.....	89
Estrelas.....	96
Extragaláctica .....	119
A Galáxia e Nuvens de Magalhães .....	143
Cosmologia.....	147
Plasmas, Altas Energias, Relatividade e Gravitação .....	153
Meio Interestelar.....	159
Ensino e História.....	167
Instrumentação .....	177
Índice de Autores .....	189

## A CAPA

---

Imagem composta no infravermelho próximo, do aglomerado de estrelas jovens do Trapézio, inserido na Grande Nebulosa de Orion (M42). As imagens individuais, nas bandas J (1,25 mm), H (1,65 mm) e no filtro estreito em Bracket g (2,18 mm), foram observadas no LNA/MCT com a CamIV (PRONEX-NEXGAL) acoplada ao telescópio B&C 1,6 metros, tendo 1 minuto de exposição cada uma. O campo mostra cerca de 4' x 4' (ou 0,6 x 0,6 pc na distância de M42). Para maiores detalhes ver <http://www.das.inpe.br/~hickel/orion/orion.htm>. *Créditos: Francisco Jablonski (INPE/MCT), Augusto Daminieli (IAG/USP) e Gabriel Hickel (INPE/FAPESP).*



## EDITORIAL

Prezados colegas e amigos de toda a Astronomia Brasileira,

Nos encontramos novamente em nossa reunião anual, a primeira deste milênio. Dentro do coração de cada um de nós deve haver agora uma semente de sonho e esperança, um desejo profundo de viver, conhecer e construir o presente e futuro de nossa Astronomia. Em meio ao turbilhão de acontecimentos, decisões políticas, os afazeres do dia-a-dia, secretamente, em nosso íntimo, ansiamos por identificar o momento histórico, o momento chave, não deixá-lo passar, aquele momento onde a realidade se transformou, onde ela mudou em algo que não existia e que geralmente só reconhecemos quando já consumada. Nossa reunião é um destes momentos chave: indefinível como uma criança, ele nos absorve em uma maratona de atividades, pessoas que revemos, novidades, planos, projetos, decisões de grande alcance, idéias que nascem e podem vir a ser grandes acontecimentos, no futuro, este futuro que ansiamos por conhecer, em direção ao qual navegamos a cada momento do dia. E que estamos construindo exatamente neste momento.

Saudações fraternas a todos.

O Editor



**PROGRAMA**

---

**DOMINGO - 05 DE AGOSTO**

- 15:00-19:00 **Registro**
- 19:00-20:00 Coquetel de boas-vindas
- 20:00-21:00 **Conferência I** (em comemoração aos 50 anos do CNPq)  
*José Leite Lopes*

**SEGUNDA - 06 DE AGOSTO**

- 08:00-09:00 **Registro**

**Sessões Paralelas**

Áreas: 1. Estrelas – 2. Extragaláctica

**1. Estrelas (Auditório)**

*Presidente: Carlos Alberto Torres*

- 09:00-09:15 Anãs brancas pulsantes e planetas  
*S.O. Kepler*
- 09:15-09:30 A variabilidade espectral de TW HYA, uma estrela T Tauri clássica de 10 milhões de anos  
*Sílvia Helena Paixão Alencar*
- 09:30-09:45 Abundâncias de C, N e O e dos isótopos <sup>12</sup>C <sup>13</sup>C para uma amostra de gigantes ricas em lítio  
*Bruno Vaz Castilho*
- 09:45-10:00 Análise temporal de curvas de luz obtidas com o All Sky monitor do observatório Rossi X-ray Timing Explorer  
*Marildo Geraldete Pereira*
- 10:00-10:15 As distribuições de massa ao longo da seqüência de esfriamento das anãs brancas  
*Odilon Giovannini*
- 10:15-10:30 Deconfinement transition in nascent neutron stars  
*Gérman Lugones*

**2. Extragaláctica (Salão Nobre)**

*Presidente: Laerte Sodré Jr.*

- 09:00-09:15 Empirical diagnostics of the starburst-AGN connection  
*Roberto Cid Fernandes*
- 09:15-09:30 Espectroscopia de meia-resolução na região 0.8-2.4 micron de núcleos ativos de galáxias  
*Alberto Rodríguez-Ardila*
- 09:30-09:45 Variabilidade de quasares no contexto de um processo de formação estelar violenta  
*Aurea Garcia-Rissmann*
- 09:45-10:00 Os superaglomerados de Aquarius  
*César Augusto Caretta*
- 10:00-10:15 Remoção de estrelas por forças de maré de galáxias elípticas em aglomerados  
*Eduardo S. Cypriano*
- 10:15-10:30 Aglomerados globulares ao redor de galáxias em grupos  
*Cristiano Da Rocha*

- 10:40-11:40 **Sessão de Painéis I e Café**  
Áreas: Sistema Solar, Mecânica Celeste, Astrometria e Física do Sol

### **Sessões Paralelas**

Áreas: 1. Sistema Solar – 2. A Galáxia e as Nuvens de Magalhães

#### **1. Sistema Solar (Auditório)**

*Presidente: Othon C. Winter*

- 11:45-12:00 Small solar system objects spectroscopic survey-S3OS2: análise espectroscópica de cerca de 800 asteróides  
*Daniela Lazzaro*
- 12:00-12:15 Um estudo da dinâmica de asteróides reais no interior da ressonância 3:1  
*Sueli A. Guillens*
- 12:15-12:30 EBSD as a promising tool for meteorite studies  
*Maria Elizabeth Zucolotto*

#### **2. A Galáxia e as Nuvens de Magalhães (Salão Nobre)**

*Presidente: Bruno Castilho*

- 11:45-12:00 Evolução química do bojo galáctico: Oxigênio e Ferro  
*Walter J. Maciel*
- 12:00-12:15 Detectando janelas de baixa extinção na direção do bojo galáctico com o 2mass  
*Carlos M. Dutra*
- 12:15-12:30 Distribuição de metalicidade em tempos passados  
*Helio J. Rocha-Pinto*

12:30- 15:00 **Almoço**

**Sessões Paralelas**

Áreas: 1. Cosmologia – 2. Instrumentação & Plasmas, Altas Energias, Relatividade e Gravitação

**1. Cosmologia (Salão Nobre)**

*Presidente: Jaime Villas da Rocha*

- 15:00-15:15 The apparent fractal conjecture  
*Marcelo B. Ribeiro*
- 15:15-15:30 A função de massa cosmológica em modelos de colapso não esférico  
*Martín Makler*
- 15:30-15:45 Dark energy and the epoch of galaxy formation  
*Jailson S. Alcaniz*
- 15:45-16:00 Perturbações de densidade em um universo dominado pelo gás de Chaplygin  
*Júlio C. Fabris*
- 16:00-16:15 Podemos estar vivendo num universo hiperbólico compacto?  
*Sandro Silva e Costa*
- 16:15-16:30 Quantum cosmology with perfect fluid  
*Flávio G. Alvarenga*
- 16:30-16:45 Simulações das anisotropias da radiação cósmica de fundo para um campo de flutuações com distribuição mista  
*Ana Paula A. Andrade*

**2. Instrumentação & Plasmas, Altas Energias, Relatividade e Gravitação (Auditório)**

*Presidente: Francisco Jablonski*

- 15:00-15:15 O detector de ondas gravitacionais Mario Schenberg: o estado atual do projeto  
*Odylio D. Aguiar*
- 15:15-15:30 Coronógrafo de disco variável  
*Pierre Bourget*
- 15:30-15:45 Eucalyptus, um espectrógrafo de campo integral (IFU) para o LNA  
*Antônio César de Oliveira*
- 15:45-16:00 Extração de espectros superpostos no protótipo do espectrógrafo IFU do telescópio SOAR  
*Antônio Kanaan*
- 16:00-16:15 Rádio telescópio de patrulhamento solar em 12 GHz  
*Joaquim E.R. Costa*

- 16:15-16:30 Um monitor e imageador de raios-X no espaço  
*João Braga*
- 16:30-16:45 O telescópio fotométrico dedicado a astrofísica de altas energias do IAG/USP: implementação e primeiros resultados  
*Jorge Horvath*
- 16:50-17:50 **Sessão de Painéis II e Café**  
Áreas: Estrelas, Extragaláctica e A Galáxia e as Nuvens de Magalhães
- 18:00-19:30 **Mesa Redonda: "50 anos da CAPES"**  
*Representante da CAPES (a confirmar)*
- 19:30-21:00 **Jantar**
- 21:00-22:00 **Conferência II: "Instrumentação de segunda geração e modo de operação para o SOAR"**  
*Steve Heathcote (Diretor SOAR, CTIO, Chile)*  
  
Apresentação dos trabalhos nacionais para a segunda fase de Instrumentação  
*Coordenador: S.O. Kepler*

## TERÇA - 7 DE AGOSTO

### Sessões Paralelas

Áreas: 1. Estrelas – 2. Plasmas, Altas Energias, Relatividade e Gravitação & Meio Interestelar

#### 1. Estrelas (Auditório)

*Presidente: S.O. Kepler*

- 09:00-09:15 Evolução entre estrelas carbonadas extremas e pós-AGBS  
*Silvia Lorenz-Martins*
- 09:15-09:30 Estrelas HaeBe do PDS: distribuição espectral de energia  
*Marília J. Sartori*
- 09:30-09:45 Polarimetria de supergigantes B[e] nas Nuvens de Magalhães  
*Rocío Melgarejo Yrupailla*
- 09:45-10:00 Fotometria infravermelha de regiões HII gigantes da galáxia: aplicação a NGC3576  
*Elysandra Figuerêdo*
- 10:00-10:15 Abundâncias de oxigênio em estrelas pobres em metais  
*Jorge Meléndez*
- 10:15-10:30 O período orbital da estrela HD45166  
*Alexandre S. Oliveira*

## **2. Plasmas, Altas Energias, Relatividade e Gravitação & Meio Interestelar (Salão Nobre)**

*Presidente: Reuven Opher*

- 09:00-09:15 A influência de grãos de poeira no amortecimento de ondas Alfvén  
*Diego A. Falceta-Gonçalves*
- 09:15-09:30 Estudos espectrais de Sco X-1 com o RXTE: evidências para a presença de caudas em raios-X duros  
*Flavio D'Amico*
- 09:30-09:45 O aquecimento alfvênico em discos e colunas de acreção de estrelas T Tauri clássicas  
*Maria Jaqueline Vasconcelos*
- 09:45-10:00 Métrica de Vaidya N-dimensional e criticidade na formação de singularidades nuas  
*Jaime F. Villas da Rocha*
- 10:00-10:15 Neutrinos e oscilações magnéticas do Sol  
*Norma Reggiani*
- 10:15-10:30 Remanescentes de supernova impulsionados por magnetares associados  
*Marcelo Porto Allen*
- 10:40-11:40 **Sessão de Painéis III e Café**  
Áreas: Estrelas, Extragaláctica e Cosmologia
- 11:45-12:30 **Discussão de Painéis**  
Áreas: Sistema Solar, Mecânica Celeste, Astrometria e Física do Sol  
*Coordenadores: Daniela Lazzaro, Roberto Vieira Martins, Rodolpho Vilhena de Moraes e José Roberto Cecatto*
- 12:30-15:00 **Almoço**
- Sessões Paralelas**  
Áreas: 1. Extragaláctica – 2. Mecânica Celeste & Sistema Solar
- 1. Extragaláctica (Salão Nobre)**  
*Presidente: Charles Bonatto*
- 15:00-15:15 A relação massa-luminosidade para galáxias tipo "early" no universo local  
*Paulo Pellegrini*
- 15:15-15:30 Efeito Sunyaev-Zeldovich em galáxias elípticas jovens  
*Amâncio Friaça*

- 15:30-15:45 Observações ISO de galáxias elípticas  
*Fabrizio Ferrari*
- 15:45-16:00 Formação estelar, enriquecimento químico e dinâmica interna em galáxias elipsoidais de ambientes distintos: isoladas e pares  
*André Milone*
- 16:00-16:15 Can low power jets explain the FRII-FRI transition?  
*Joel C. Carvalho*
- 16:15-16:30 Esferóides jovens com poeira: aplicações a Lyman Break galaxies e a radiogaláxias com emissão submilimétrica  
*Mauro César Guimarães*
- 16:30-16:45 Onde estão os metais a altos redshifts? A contribuição dos DLAS  
*Gustavo A. Lanfranchi*
- 2. Mecânica Celeste & Sistema Solar (Auditório)**  
*Presidente: Tadashi Yokoyama*
- 15:00-15:15 Algumas conseqüências das ressonâncias em Phobos e Triton  
*Tadashi Yokoyama*
- 15:15-15:30 Aplicação do mapa de variâncias e de difusão estocástica às famílias de asteróides  
*Júlio César Klafke*
- 15:30-15:45 Estudo da influência da razão de massa planeta-satélite e satélite-satélite em sistemas coorbitais  
*Décio Cardozo Mourão*
- 15:45-16:00 Órbitas periódicas e quase-periódicas no problema de captura gravitacional  
*Othon C. Winter*
- 16:00-16:15 Aplicação do sistema GPS em transferências coplanares para satélites artificiais  
*Ana Paula Marins Chiaradia*
- 16:15-16:30 Perturbações orbitais de satélites artificiais devidas ao arrasto atmosférico  
*Rodolpho Vilhena de Moraes*
- 16:30-16:45 Dinâmica dos estreitos anéis da Falha de Encke  
*Marcos Allan F. Gonçalves*
- 16:50-17:50 **Sessão de Painéis IV e Café**  
Áreas: Plasmas, Altas Energias, Relatividade, Gravitação e Meio Interestelar
- 18:00-18:45 **Discussão de Painéis**  
Áreas: Estrelas, Extragaláctica e A Galáxias e as Nuvens de Magalhães  
*Coordenadores: Antônio Kanaan, Eduardo Janot Pacheco, Paulo Pellegrini, Ronaldo E. de Souza e Walter J. Maciel*

19:30-21:00 **Jantar**

21:00-22:00 **Conferência III: "Estação Espacial Internacional" e "Programa de Satélites Científicos do INPE"**  
*Petrônio Noronha de Souza e Himilcon de Castro Carvalho (INPE)*

## QUARTA - 8 DE AGOSTO

### Sessões Paralelas

Áreas: 1. Física do Sol & Astrometria – 2. Meio Interestelar & Estrelas

#### 1. Física do Sol & Astrometria (Salão Nobre)

*Presidente: Joaquim E.R. Costa*

- 09:00-09:15 Associação de ejeção de massa solar coronal (CMES) com pulsos rápidos observados em ondas submilimétricas  
*Jean Pierre Raulin*
- 09:15-09:30 Estudo da variação centro-limbo na emissão rádio de explosões solares  
*Adriana V. R. Silva*
- 09:30-09:45 Explosões solares com variações rápidas em frequência  
*Francisco C. R. Fernandes*
- 09:45-10:00 Resposta da baixa ionosfera terrestre a explosões solares  
*José Henrique Fernandez*
- 10:00-10:15 Observações dos satélites de Saturno  
*Roberto Vieira Martins*
- 10:15-10:30 Non periodic variations of the solar diameter  
*Eugenio R. Neto*

#### 2. Meio Interestelar & Estrelas (Auditório)

*Presidente: Heloisa Boechat*

- 09:00-09:15 A componente aleatória do campo magnético do meio interestelar  
*Antonio Mário Magalhães*
- 09:15-09:30 Abundâncias químicas de nebulosas planetárias do bojo galáctico  
*André V. Escudero*
- 09:30-09:45 Masers nas linhas de recombinação de Eta Carinae  
*Zulema Abraham*
- 09:45-10:00 Modelo da escala de altura e estrutura da galáxia  
*Eduardo B. de Amôres*
- 10:00-10:15 Simulações numéricas tri-dimensionais de jatos Herbig-Haro em presença de campos magnéticos  
*Adriano H. Cerqueira*

- 10:15-10:30 Discovery of a new association of post-T Tauri stars in Pisces  
*Ramiro de la Reza*
- 10:40-11:40 **Sessão de Painéis V e Café**  
Áreas: Instrumentação e Ensino
- 11:45-12:30 **Discussão de Painéis**  
Áreas: Estrelas, Extragaláctica e Cosmologia  
*Coordenadores: Francisco X. Araújo, Gabriel Franco, Roberto Cid Fernandes, Sueli M. Viegas e José Ademir S. Lima*
- 12:30-15:00 **Almoço**
- Sessões Paralelas**  
Áreas: 1. Estrelas – 2. Sistema Solar & Ensino
- 1. Estrelas (Auditório)**  
*Presidente: Marildo Pereira*
- 15:00-15:15 Mapeamento por eclipse do flickering em variáveis cataclísmicas  
*Alexandre Bortoletto*
- 15:15-15:30 The luminosity function in the solar neighbourhood and the detection of the thick disk population in the near-infrared  
*Roberto Ortiz*
- 15:30-15:45 Aspherical explosions of SN Ia  
*Cristián R. Ghezzi*
- 15:45-16:00 O espectro da nebulosa planetária compacta Hen 2-90  
*Marcelo Borges Fernandes*
- 16:00-16:15 Are rotation and binarity affecting elemental abundances around Fe peak in evolved stars?  
*Antonio Carlos S. Miranda*
- 2. Sistema Solar & Ensino (Salão Nobre)**  
*Presidente: Gilson G. Vieira*
- 15:00-15:15 Captura gravitacional dos satélites irregulares de Urano  
*Ernesto Vieira Neto*
- 15:15-15:30 Influência do arrasto de Poynting-Robertson nas órbitas de ferradura  
*Silvia M. Giuliatti Winter*
- 15:30-15:45 Astronomia no ensino de física: fenômenos astronômicos no ensino da ótica, eletromagnetismo e física moderna  
*Jaime Mallmann*
- 15:45-16:00 Ensinando astronomia segundo uma perspectiva antropológica  
*Luiz C. Jafelice*

- 16:00-16:15    **Fundação Planetário da Cidade do Rio de Janeiro: 30 anos de divulgação de Astronomia**  
*Jorge M. Santos Júnior*
- 16:15-16:45    **Discussão de Painéis**  
Áreas: Plasmas, Altas Energias, Relatividade, Gravitação e Meio Interestelar  
*Coordenadores: João Braga, Vera Jatenco-Pereira e Zulema Abraham*
- 16:50-17:20    **Café**
- 17:20-17:50    **Discussão de Painéis**  
Áreas: Instrumentação e Ensino  
*Coordenadores: Antonio Mário Magalhães, Odylio de Aguiar e Vera A.F. Martin*
- 18:30-19:45    **Assembléia Geral Ordinária**

**QUINTA - 9 DE AGOSTO**

- 09:00-11:40    Reuniões de Grupos de Trabalho
- 11:45            Encerramento



## QUADRO DE HORÁRIOS

### Domingo, 5 de Agosto

15:00-19:00 Registro  
 19:00-20:00 Coquetel de boas-vindas  
 20:00-21:00 Conferência I

	<b>06/ago (segunda)</b>	<b>07/ago (terça)</b>	<b>08/ago (quarta)</b>	<b>09/ago (quinta)</b>
<b>08:00 09:00</b>	Registro			
<b>09:00 10:30</b>	Sessões Paralelas	Sessões Paralelas	Sessões Paralelas	Reuniões de Grupo de Trabalho
<b>10:40 11:40</b>	Painéis I & Café	Painéis III & Café	Painéis V & Café	
<b>11:45 12:30</b>	Sessões Paralelas	Discussão Painéis I	Discussão Painéis III	Encerramento
<b>12:30 15:00</b>	Almoço	Almoço	Almoço	
<b>15:00 16:15</b>	Sessões Paralelas	Sessões Paralelas	Sessões Paralelas	
<b>16:15 16:45</b>			Discussão Painéis IV	
<b>16:50 17:20</b>	Painéis II & Café	Painéis IV & Café	Café	
<b>17:20 17:50</b>			Discussão Painéis V	
<b>18:00 19:30</b>	Mesa Redonda	Discussão Painéis II (18:00-18:45)	Assembléia Geral (18:30-19:45)	
<b>19:30 21:00</b>	Jantar	Jantar	Jantar	

<b>21:00</b> <b>22:00</b>	Conferência II	Conferência III	
------------------------------	----------------	-----------------	--

## LISTA DOS PARTICIPANTES



PARTICIPANTE	ENDEREÇO ELETRÔNICO	PARTICIPANTE	ENDEREÇO ELETRÔNICO
Abraham Z.	zulema@iagusp.usp.br	Costa C.C.	carol@fisica.ufmg.br
Aguiar O.D.	odylio@das.inpe.br	Costa J.E.R.	jercosta@craae.mackenzie.br
Alcaniz J.S.	alcaniz@dfte.ufrn.br	Costa J.M.	damata@dfte.ufrn.br
Aleman I.	isabel@iagusp.usp.br	Costa R.D.D.	roberto@iagusp.usp.br
Alencar S.H.P.	alencar@iagusp.usp.br	Costa R.M.K.	kosmslks@ov.ufrj.br
Alessi B.S.	bruno.alessi@bol.com.br	Cotrim Vasconcellos J.I.	jicv2001@yahoo.com.br
Allen D.M.	dimah@iagusp.usp.br	Couto da Silva T.C.	telma@cpd.ufmt.br
Allen M.P.	mpallen@iagusp.usp.br	Cunha J.V.	juvital@dfte.ufrn.br
Allen Neto A.A.	arthur@if.ufrj.br	Cypriano E.S.	eduardo@iagusp.usp.br
Almeida R.	roberta@on.br	Da Rocha C.	da-rocha@digl.com.br
Alvarenga F.G.	flavio@cce.ufes.br	da Silva A.P.	agenor@efei.br
Amôres E.B.	amores@iagusp.usp.br	Da Silva J.R.P.	ronaldo@dfte.ufrn.br
Amorim A.	andre@astro.ufsc.br	D'Amico F.	damico@das.inpe.br
Andrade A.P.A.	apaula@das.inpe.br	de Almeida A.A.	amaury@iagusp.usp.br
Andrei A.H.	oat1@on.br	de Araújo F.X.	araujo@on.br
Andrievsky S.M.	sergei@iagusp.usp.br	de Felipe G.	gislaine@dem.inpe.br
Araújo F.C.	fabio@dfte.ufrn.br	de Gouveia Dal Pino E.M.	dalpino@iagusp.usp.br
Augusto A.	anselmo@iagusp.usp.br	de la Reza R.	delareza@on.br
Beaugé C.	beauge@dem.inpe.br	De Medeiros J.R.	renan@dfte.ufrn.br
Benedito F.C.F.	moonfla@bol.com.br	de Souza C.L.	cristiane@das.inpe.br
Boechat-Roberty H.M.	heloisa@ov.ufrj.br	de Souza R.E.	ronaldo@iagusp.usp.br
Bonato C.	charles@if.ufgrs.br	Di Bartolo L.	ldibartolo@globo.com
Borges B.W.	bernardo@fsc.ufsc.br	Dias A.C.	anadias@dfte.ufrn.br
Bortolotto A.	alex@fsc.ufsc.br	Dias W.S.	wiltonsdias@yahoo.com.br
Botti L.C.L.	botti@craae.mackenzie.br	Diaz M.P.	marcos@binary.iagusp.usp.br
Bourget P.J.A.	pierre@on.br	Domingos R.C.	rcassia@feg.unesp.br
Braga J.	braga@das.inpe.br	Dors Junior O.L.	oli@euler.cce.ufsm.br
Bretones P.S.	bretones@ige.unicamp.br	dos Anjos S.	sandra@iagusp.usp.br
Bortolte R.E.S.	cabette@uol.com.br	Dottori H.	dottori@if.ufgrs.br
Calbo S.R.	scalbo@hotmail.com	Durand S.	durand@iagusp.usp.br
Callegari Jr. N.	calleg@orion.iagusp.usp.br	Dutra C.M.	dutra@iagusp.usp.br
Camargo P.R.T.L.	priscila@iagusp.usp.br	Escudero A.V.	escudero@iagusp.usp.br
Campos J.A.S.	adolfo@ov.ufrj.br	Fabris J.C.	fabris@cce.ufes.br
Campos P.E.	campos@iagusp.usp.br	Falceta-Gonçalves D.A.	diego@iagusp.usp.br
Canalle J.B.G.	canalle@uerj.br	Fernandes F.C.R.	guga@das.inpe.br
Canaves M.V.	mcanaves@iagusp.usp.br	Fernandes I.F.	iran@iagusp.usp.br
Capelato H.	hugo@das.inpe.br	Fernandes M.B.	borges@ dage0.on.br
Caproni A.	acaproni@iagusp.usp.br	Fernandes M.V.M.	mvfernandes@yahoo.com
Cardin G.S.	gcardin@rc.unesp.br	Fernandes R.C.	cid@fsc.ufsc.br
Caretta C.A.	caretta@on.br	Fernandez J.H.	henrique@craae.mackenzie.br
Carvalho H.C.	carvalho@dss.inpe.br	Ferrari F.	ferrari@if.ufgrs.br
Carvalho J.C.	carvalho@dfte.ufrn.br	Ferreira J.F.	leo@fis.unb.br
Carvalho L.C.	leandro@fisica.ufmg.br	Ferreira S.M.	ferreira@if.ufrj.br
Carvano J.M.F.	carvano@on.br	Figueiredo N.	newton@efei.br
Casarejos F.	fabl@dfte.ufpr.br	Figuerêdo E.	lys@iagusp.usp.br
Castanheira B.G.	barbara@if.ufgrs.br	Foryta D.W.	foryta@fisica.ufpr.br
Castilho B.V.	bruno@lna.br	Fracasso H.O.	helenacraae@iagusp.usp.br
Cecatto J.R.	jrc@das.inpe.br	Fraga L.	luciano@astro.ufsc.br
Celestino C.C.	claudia@feg.unesp.br	Franchim A.S.	andreza@craae.mackenzie.br
Cerqueira A.H.	hoth@uesc.br	Franco C.S.	carolinefranco@yahoo.com
Chiaradia A.P.M.	chiara@ief.ita.br	Franco G.A.P.	franco@fisica.ufmg.br
Coelho P.R.T.	pcoelho@usp.br	Friaça A.	amancio@iagusp.usp.br
Correa A.A.	anne@dem.inpe.br	Furtado S.R.	sergio@das.inpe.br
Corrêa J.A.S.	jasc@das.inpe.br	Garcia-Rissmann A.	aurea@iagusp.usp.br
Correia E.	ecorreia@craae.mackenzie.br	Gardim F.G.	nandodx@bol.com.br

<b>PARTICIPANTE</b>	<b>ENDEREÇO ELETRÔNICO</b>	<b>PARTICIPANTE</b>	<b>ENDEREÇO ELETRÔNICO</b>
Ghezzi C.R.	ghezzi@iagusp.usp.br	Monte Lima I.	montelima@ax.apc.org
Giménez de Castro C.G.	guigue@craae.mackenzie.br	Monteiro H.	hmonte@usp.br
Giovannini O.	ogiovanj@ucs.tche.br	Mothé-Diniz T.	thaismothe@on.br
Girardi D.	daniel@astro.ufsc.br	Motoki F.Y.S.	fmotoki@altavista.net
Gomes V.M.	vivian.gomes@uol.com.br	Moura J.	juliana@on.br
Gonçalves M.A.F.	allan@feg.unesp.br	Moura R.M.	moura@nova.ov.ufrj.br
Gonçalves S.V.B.	sergio@cce.ufes.br	Mourão D.C.	mourao@feg.unesp.br
Gregorio-Hetem J.	jane@iagusp.usp.br	Müller D.	muller@orion.iagusp.usp.br
Gruenwald R.	ruth@iagusp.usp.br	Nascimento C.	clairn@ms.rc.unesp.br
Guillens S.A.	sueli@ov.ufrj.br	Neri J.A.C.F.	neri@das.inpe.br/neri@dea.inpe.br
Guimarães M.C.	mauro@iagusp.usp.br	Nogueira E.C.	erica_nogueira@bol.com.br
Guimarães T.A.	tatiana@on.br	Noronha de Souza P.	petros@dem.inpe.br
Heathcote S.	sheathcote@noao.edu	Ogando R.	ogando@on.br
Hetem A.	annibal.hetem@usa.net	Oliveira A.C.	cesar@lna.br
Horvath J.E.	foton@orion.iagusp.usp.br	Oliveira A.S.	alex@iagusp.usp.br
Huziwara V.	huziwara@on.br	Oliveira H.	hallysson@yahoo.com
Jablonski F.	chico@das.inpe.br	Opher R.	opher@orion.iagusp.usp.br
Jafelice L.C.	jafelice@dfe.ufrn.br	Orrico A.C.P.	orrico@gd.com.br
Janot-Pacheco E.	janot@iagusp.usp.br	Ortiz R.P.	ortiz@cce.ufes.br
Jatenco-Pereira V.	jatenco@iagusp.usp.br	Pacini A.A.	pacini@craae.mackenzie.br
Javiel S.C.	basagran@if.ufrgs.br	Pavani D.B.	dpavani@if.ufrgs.br
Kanaan A.	kanaan@astro.ufsc.br	Pellegrini P.	pssp@on.br
Kehrig C.	kehrig@on.br	Penna J.L.	jucira@on.br
Keller Rodrigues G.R.	grazi_r@bol.com.br	Penteado P.F.	penteado@on.br
Kepler S.O.	kepler@if.ufrgs.br	Pereira D.N.E.	dnep@ov.ufrj.br
Kerber L.O.	kerber@if.ufrgs.br	Pereira M.	marildo1@yahoo.com
Klafke J.C.	klafke@iagusp.usp.br	Pereira P.C.R.	paulo_cesar@hotmail.com
Krabbe A.C.	angela@lana.ccne.ufsm.br	Pereira R.K.	robertokp@bol.com.br
Künzel R.	roseli@iagusp.usp.br	Pilling D.P.A.	diana@belatrix.on.br
Leonardi R.	reiner@fsc.ufsc.br	Pilling S.	pillling@on.br
Lanfranchi G.A.	glanfran@usp.br	Pires N.	npires@dfe.ufrn.br
Lazzaro D.	lazzaro@on.br	Poppe P.C.R.	poppe@uefs.br
Leão I.C.	izan@dfe.ufrn.br	Porto de Mello G.	gustavo@ov.ufrj.br
Leão J.R.S.	joao@fsc.ufsc.br	Quireza Campos C.	quizeza@iagusp.usp.br
Leonardi R.	leonardi@das.inpe.br	Rabaca C.R.	rabaca@nova.ov.ufrj.br
Lépine J.D.R.	jacques@iagusp.usp.br	Ramos B.	ramos@on.br
Lima F.P.	fpedroza@ig.com.br	Raulin J.-P.	raulincraae.mackenzie.br
Lima J.A.S.	limajas@dfe.ufrn.br	Razeira M.	razeira@if.ufrgs.br
Lorenz-Martins S.	lorenz@sun1.ov.ufrj.br	Reggiani N.	ice-fisica@acad.puccamp.br
Lugones G.	glugones@iagusp.usp.br	Reis Neto E.	eugenio@on.br
Lyra W.	grazi_r@bol.com.br	Requeijo F.	flavia_requeijo@yahoo.com.br
Maciel W.J.	maciel@iagusp.usp.br	Ribeiro D.	daiana@if.ufrgs.br
Magalhães A.M.	mario@iagusp.usp.br	Ribeiro F.M.A.	fabiola@urania.iagusp.usp.br
Maia M.	maia@on.br	Ribeiro K.L.	kilder@das.inpe.br
Makler M.	martin@cbpf.br	Ribeiro M.B.	mbr@ufrj.br
Malacarne M.	marcio@das.inpe.br	Roccatto F.	roccatto@iagusp.usp.br
Mallmann J.A.H.	jamall@unijui.tche.br	Rocha-Pinto H.J.	helio@iagusp.usp.br
Mana M.R.	mrmana@zipmail.com.br	Rodrigues D.C.	ddcr@fisica.ufmg.br
Marafiga E.B.	marafiga@cfm.ufsc.br	Rodriguez-Ardila A.	ardila@iagusp.usp.br
Marciotto E.R.	marciott@iagusp.usp.br	Rojas G.A.	rojas@iagusp.usp.br
Marcolino W.L.F.	wagner@dage0.on.br	Roman Lopes A.	roman@radio.iagusp.usp.br
Martin V.A.F.	vmartin@uefs.br	Santos N.	nadjarasantos@bol.com.br
Martins B.	bleonard@dfe.ufrn.br	Santos R.C.	roseclivias@yahoo.com.br
Martins L.P.	lucimara@iagusp.usp.br	Santos Júnior J.M.	jorgeba@uol.com.br
Mateus Júnior A.	abilio@iagusp.usp.br	Sanzovo G.C.	gsanzovo@iagusp.usp.br
Meléndez J.	jorge@iagusp.usp.br	Saraiva M.F.	fatima@if.ufrgs.br
Melgarejo R.	rocio@iagusp.usp.br	Sartori M.J.	marilia@iagusp.usp.br
Melo A.M.	crux_apus@ig.com.br	Sawant H.S.	sawant@das.inpe.br
Mendes de Araújo N.	naelton@embratel.com.br	Schulz W.	wschulz80@hotmail.com
Mendes de Oliveira C.	oliveira@iagusp.usp.br	Selhorst C.L.	caius@das.inpe.br
Mendes S.	smendes@iagusp.usp.br	Seperuelo-Duarte E.	esduarte@on.br
Miller I.	iaramiller@hotmail.com	Silva A.A.	aurea@feg.unesp.br
Milone A.C.	milone@das.inpe.br	Silva A.V.R.	asilva@craae.mackenzie.br
Miranda A.C.S.	acarlos@dfe.ufrn.br	Silva e Costa S.	sancosta@ift.unesp.br

<b>PARTICIPANTE</b>	<b>ENDEREÇO ELETRÔNICO</b>
Silva J.M.L.	---
Silva Neto D.N.	dario@on.br
Silva P.A.	priscilamil@yahoo.com.br
Silva R.	raimundo@dfte.ufrn.br
Smiljanic R.H.S.	grazi_r@bol.com.br
Soares B.B.	braulio@dfte.ufrn.br
Soares J.	jules@if.ufrgs.br
Sodré L.	laerte@iagusp.usp.br
Souza R.V.	rodney@craae.mackenzie.br
Strauss C.	cstrauss@iagusp.usp.br
Tateyama C.E.	tateyama@craae.mackenzie.br
Telles E.	etelles@on.br
Tinoco C.A.	catinoco@avalon.sul.com.br
Torres C.A.O.	betoina.br
Torres R.M.	torres@cttmar.univali.br
Uchida M.M.M.	monica@iagusp.usp.br
Utsumi F.	fabio@craae.mackenzie.br
Vasconcelos M.J.	mjvasc@uesc.br
Viegas S.M.	viegas@iagusp.usp.br
Vieira G.G.	gilsonv@pontocom.com.br
Vieira Martins R.	rvm@on.br
Vieira Neto E.	ernesto@feg.unesp.br
Vilas-Boas J.W.S.	jboas@das.inpe.br
Vilhena de Moraes R.	rodolpho@feg.unesp.br
Villas da Rocha J.F.	roch@dfit.if.uerj.br
Villela T.	villela@das.inpe.br
Voelzke M.R.	mrvoelzke@zipmail.com.br
Wilbert H.	hwilbert@ieg.com.br
Winter O.C.	ocwinter@feg.unesp.br
Winter S.M.G.	silvia@feg.unesp.br
Wuensche C.A.	alex@das.inpe.br
Yokoyama T.	tadashi@ms.rc.unesp.br
Zodi A.	anazodi@das.inpe.br
Zucolotto M.E.	zucoloto@acd.ufrj.br



## COMUNICAÇÕES ORAIS

---



### ESTRELAS

#### ANÃS BRANCAS PULSANTES E PLANETAS

**S.O. Kepler & José Eduardo da Silveira Costa (IF-UFRGS),**

**Anjum Mukadam & Don E. Winget (Department of Astronomy - University of Texas)**

As anãs brancas pulsantes são os relógios mais estáveis conhecidos, com algumas estrelas com escala de variação de período maiores que 1 bilhão de anos. Nossos estudos das variações de período de pulsação com o tempo para as anãs brancas pulsantes com atmosfera de hidrogênio quentes nas últimas três décadas demonstra que podemos medir a taxa de esfriamento destas estrelas e também detectar se elas têm planetas ao seu redor. Nossas medidas, após algumas décadas, são capazes de detectar planetas gigantes, como os detectados pelas técnicas de medidas de velocidades radiais atuais, mas até planetas um pouco maior do que a Terra. Um planeta em órbita de uma estrela variável causa uma variação no tempo de máximo da pulsação ao causar uma órbita da estrela em torno do baricentro do sistema, variando portanto a tempo de viagem da luz da estrela até nós. Por exemplo, o planeta Júpiter causa um deslocamento do centro do Sol ao baricentro do sistema solar de 3 segundos. Como nossas medidas das pulsações das anãs brancas chega a precisões melhores do que 1 segundo, podemos facilmente detectar planetas como Júpiter e Saturno, mas a Terra só causa uma variação de 1 microsegundo na posição do Sol e, portanto, ainda não é detectável com nossos dados.

#### A VARIABILIDADE ESPECTRAL DE TW HYA, UMA ESTRELA T TAURI CLÁSSICA DE 10 MILHÕES DE ANOS

**Sílvia Helena Paixão Alencar (Dep. de Astronomia - IAG/USP),**

**Celso Batalha (Dep. de Astrofísica - ON)**

Apresentamos a análise de 42 espectros da estrela T Tauri clássica TW Hya obtidos nos últimos dois anos com o espectrógrafo echelle FEROS. A estrela mostra linhas de emissão intensas que variam consideravelmente tanto em intensidade quanto em formato. Encontramos variações periódicas na intensidade das linhas de emissão e no velamento, consistentes com modelos de

acresção magnetosférica com um campo de dipólo inclinado em relação ao eixo de rotação da estrela. Nossos resultados sugerem que o sistema tenha inclinação baixa ( $i < 20^\circ$ ), concordando com resultados recentes de imageamento do disco em torno de TW Hya. A comparação das linhas de NaD observadas com as calculadas por modelos de acreção magnetosférica indicam uma taxa de acreção de massa moderada e variável (de  $10^{-9}$  a  $10^{-8} M_\odot \text{ano}^{-1}$ ) em um período de um ano. As linhas de emissão desta estrela têm características semelhantes às observadas em estrelas de 1 milhão de anos em Touro. Ventos são importantes em certas épocas neste sistema e parecem estar relacionados com o processo de acreção. Nossos resultados mostram que, apesar de ter 10 milhões de anos, TW Hya possui um disco de acreção bastante ativo, o que é surpreendente.

### **ABUNDÂNCIAS DE C, N E O E DOS ISÓTOPOS $^{12}\text{C}$ $^{13}\text{C}$ PARA UMA AMOSTRA DE GIGANTES RICAS EM LÍTIO**

**Bruno Vaz Castilho (LNA), Beatriz Barbuy (IAG/USP),  
Jane Gregorio-Hetem (IAG/USP)**

Uma fração das gigantes vermelhas de baixa massa, apresentam abundância do Lítio 100 vezes ou maiores que a média observada para as gigantes. Evidências tanto observacionais como teóricas sugerem que este Lítio observado não é o original da estrela, que teria sido destruído, mas foi produzido no interior estelar após o primeiro período de dragagem e levado à superfície por convecção. Mas a natureza deste processo e a(s) fase(s) exata(s) de sua ocorrência ainda são incertas. Uma maneira de esclarecer estas questões é a análise das abundâncias de C, N e O que são traçadores dos processos de nucleossíntese estelar. Em trabalhos anteriores realizamos a análise detalhada (parâmetros atmosféricos e abundâncias) de uma amostra de gigantes vermelhas com intensas linhas do Lítio em 6707Å, das quais várias podem ser consideradas ricas em Li. Neste trabalho apresentamos os resultados inéditos das abundâncias dos elementos C, N, O e da razão  $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$  para esta amostra de estrelas. As abundâncias foram obtidas a partir de síntese espectral e de espectros de altas resolução e relação sinal/ruído obtidos no ESO (CAT/FEROS) e LNA (Coudé). Os resultados de nossa amostra, somados aos resultados anteriores da literatura confirmam nossas propostas anteriores de que a maioria das gigantes ricas em Lítio já destruíram o Lítio inicial (devido à convecção) e que o Lítio observado é produzido nestas estrelas. Além disto estes dados podem ser utilizados nos modelos de produção de Lítio para que possamos compreender melhor este processo.

### **ANÁLISE TEMPORAL DE CURVAS DE LUZ OBTIDAS COM O *ALL SKY MONITOR* DO OBSERVATÓRIO *ROSSI X-RAY TIMING EXPLORER***

**Marildo Geraldête Pereira (Dep. de Física da Universidade Estadual de Feira de Santana)**

Realizando desde 1996 observações em raios-X na banda de 2-12 keV, o *All Sky Monitor* (ASM) do observatório *Rossi X-Ray Timing Explorer* (RXTE) tem observado sistematicamente mais de uma centena de fontes de raios-X. Observações realizadas nesta banda de energia são boas traçadoras dos processos eruptivos e periódicos associados com estrelas de nêutrons e buracos negros em sistemas binários. Neste trabalho serão apresentados resultados de análises temporais de curvas de luz de fontes compactas de raios-X, realizadas ao longo de ~6 anos de observações feitas com este instrumento. O principal foco do trabalho é o estudo da origem das variações temporais associadas com processos de transferência de massa, períodos orbitais e superorbitais de sistemas binários de raios-X. Objetos com periodicidades já conhecidas, como os períodos orbitais e superorbitais de SS433 e SMC X-1, apresentam a oportunidade de refinamento de suas efemérides. O sistema GX1+4/V2116 Oph apresenta grande variabilidade ao longo de todas as escalas de tempo, entretanto, variações de brilho associadas com o período orbital de ~300 dias continuam não detectadas. Objetos com variações de brilho quase periódicas, como as de LMC X-3 também são discutidos.

### **AS DISTRIBUIÇÕES DE MASSA AO LONGO DA SEQUÊNCIA DE ESFRIAMENTO DAS ANÃS BRANCAS**

**O. Giovannini (Universidade de Caxias do Sul),  
S. O. Kepler & A. F. M. da Costa (Instituto de Física/UFRGS)**

A evolução das estrelas anãs brancas no diagrama HR é conhecida como sequência de esfriamento. No início da fase as estrelas anãs brancas têm uma temperatura da ordem de  $10^5$  K e esfriam lentamente até atingir temperaturas menores que 1.000 K. O nosso grupo determinou a massa de aproximadamente 100 anãs brancas com temperaturas ao redor de 13.000 K. Na literatura são encontrados vários trabalhos com a determinação da distribuição de massa para estrelas anãs brancas em diferentes regiões de temperatura, de modo que cada amostra representa uma fase distinta da evolução. O conjunto de estrelas selecionadas em cada amostra está sujeita aos efeitos de seleção, assim o valor da massa média está contaminado pelo processo de seleção. Nesse trabalho nós comparamos as massas calculadas para as poucas estrelas em comum nos diversos trabalhos e analisamos o comportamento da massa média de cada distribuição em função da temperatura média da amostra. O principal resultado do nosso estudo é que a massa média das diferentes distribuições permanece com o mesmo valor durante a evolução das estrelas anãs brancas.

## DECONFINEMENT TRANSITION IN NASCENT NEUTRON STARS

**G. Lugones (IAG/USP)**

We deal with the process of quark matter formation during the firsts seconds of evolution of a just formed neutron star. It is shown that the very high electron-neutrino chemical potential attained just after supernova core bounce makes hard to expect the transition to quark matter to occur. However, the transition turns possible after a timescale of the order of tens of seconds, when most of the neutrinos have been released by the central proto-neutron star. We discuss the observable consequences of such process mainly the appearance of a quark matter driven neutrino burst. This burst is completely differentiated of the neutrino emission due to the neutronization and hyperonization of nuclear matter, and so serves as a future probe of quark matter formation in neutron stars, in view of the starting of operation of the new generation of neutrino telescopes.

## EVOLUÇÃO ENTRE ESTRELAS CARBONADAS EXTREMAS E PÓS-AGBS

**S.Lorenz-Martins (Dep. de Astronomia/UFRJ)**

Algumas emissões presentes em envoltórios estelares ricos em carbono ainda permanecem sem identificação. Este é o caso da emissão a 21  $\mu\text{m}$  presente nos envoltórios de algumas pós-AGBs e também da emissão a 30  $\mu\text{m}$  presente em algumas carbonadas. Existem sugestões para os compostos que geram estas bandas, mas ainda sem confirmação (Volk et al., 2000, ApJ 530: 408; van Winckel & Reyniers, 2000, A&A 354: 135). São eles:  $\text{SiS}_2$  para a banda a 21  $\mu\text{m}$  e  $\text{MgS}$  para a banda a 30  $\mu\text{m}$ . Observações recentes obtidas pelo satélite ISO SWS mostraram emissões a 30  $\mu\text{m}$  em estrelas carbonadas extremas que possuem também a banda a 11.3  $\mu\text{m}$ , que é devido a grãos de  $\text{SiC}$  (em emissão, ou absorção). Alguns autores sugeriram que as detecções feitas pelo satélite ISO das bandas a 21  $\mu\text{m}$  - em pós-AGBs e Nebulosas Planetárias - e a 30  $\mu\text{m}$  - nas carbonadas extremas - confirmam a ligação entre estas classes de objetos (Kwok et al. 1999, A&A 350, L35). Neste trabalho modelamos um grupo de estrelas carbonadas extremas considerando grãos  $\text{MgS}$  e  $\text{SiC}$  e, pós-AGBs contendo carbono amorfo e  $\text{SiS}_2$  conforme descrito em Lorenz-Martins et al. (2001, A&A 367, 189). Em nossos modelos descrevemos a transferência radiativa nos envoltórios utilizando para isso um método de simulação numérica de tipo Monte Carlo. Analisamos as características espectrais obtidas pelo ISO e os parâmetros físicos dos envoltórios obtidos através da modelização a fim de confirmar a ligação evolutiva entre essas classes de objetos. Nossos resultados mostram essa evolução através de vários parâmetros dos envoltórios. Podemos verificar um aumento gradativo da opacidade dos envoltórios, assim como dos raios internos (variando

de  $R_1 = 8 R_*$ , encontrado para as carbonadas extremas, até  $200 R_*$ , no caso das pós-AGBs).

### **ESTRELAS HAEBE DO PDS: DISTRIBUIÇÃO ESPECTRAL DE ENERGIA**

**Marília J. Sartori & Jane Gregorio-Hetem (IAG/USP)**

As estrelas Herbig Ae/Be (HAeBe) são objetos pré-sequência principal de massa intermediária. Apesar de conhecidas desde os anos 60, não há um consenso sobre as características observacionais que as definem, porque poucas estrelas assim classificadas satisfazem a todos os critérios propostos. Nosso objetivo foi contribuir com uma melhor caracterização das estrelas HAeBe através de estudos estatísticos destes objetos, buscando além disso aumentar o número de candidatas confirmadas. Analisamos uma amostra de 105 estrelas classificadas como candidatas a HAeBe pelo *Pico dos Dias Survey* (PDS). Buscamos primeiramente confirmar a classificação espectral feita pelo PDS, comparando espectros, obtidos no OPD/LNA, com bibliotecas de espectros padrões para 60 dessas candidatas. Nosso segundo passo foi aplicar um modelo teórico para reproduzir a distribuição espectral de energia das estrelas da amostra. Classificamos então esses objetos de acordo com a geometria da estrutura circunstelar e sua correlação com os tipos espectrais. Os resultados para as 40 estrelas que possuem dados no infravermelho próximo (2MASS) foram comparados com suas posições nos diagramas [J-H]-[H-K] e [12-60]-[H-12]. Esse diagramas permitem também uma análise da estrutura circunstelar e conseqüentemente do estágio evolutivo dessas estrelas. Além disso, estimamos as massas e idades através do diagrama H-R para as 21 estrelas que possuem paralaxe HIPPARCOS. Concluímos que os objetos de nossa amostra enquadram-se em subgrupos que apresentam diferentes distribuições geométricas de seus envoltórios: envoltório esférico, disco achatado ou envoltório esférico + disco. Este resultado está de acordo com os atuais cenários propostos que descrevem uma sequência evolutiva desde objetos profundamente envolvidos em poeira até chegar em estruturas do tipo  $\beta$  Pictoris ou tipo Vega, quando o disco circunstelar estaria desaparecendo, provavelmente num processo de formação de um sistema planetário.

### **POLARIMETRIA DE SUPERGIGANTES B[e] NAS NUVENS DE MAGALHÃES**

**Rocío Melgarejo Y. & Antonio Mário Magalhães (IAG/USP)**

As supergigantes B[e] (SGB[e]) apresentam envelopes axissimétricos, com ventos equatoriais frios e densos e ventos polares quentes e rápidos (Zickgraf et al. 1985). O espalhamento da luz por estes ventos não-esféricos polarizam a luz proveniente da estrela central. Implicações das medidas polarimétricas para a

estrutura do envelope das SGB[e] foram mostradas por Melgarejo (1999) e Melgarejo et al. (2001). Utilizando códigos de Monte Carlo para espalhamento eletrônico, além de informações sobre o envelope a partir da espectroscopia, a densidade nos envelopes das SGB[e] parece estar mais próxima de uma distribuição homogênea que de uma que varie com o quadrado da distância à fonte central. O estudo das SGB[e] das Nuvens de Magalhães tem importância particular devido ao fato delas possuírem luminosidades bem estimadas, ao contrário daquelas na Galáxia. A polarimetria nos permite estudar a estrutura espacial e física de regiões circunstelares, resolvidas ou não. A técnica de polarimetria de imagem empregada permite, através da polarização de objetos de campo ao redor da estrela, obter uma estimativa da polarização de *foreground* na direção da mesma. A polarização intrínseca é obtida subtraindo-se da polarização observada o valor de *foreground*. A determinação da dependência espectral da polarização intrínseca é fundamental para conhecermos o mecanismo espalhador que causa a polarização (que pode dever-se a elétrons livres ou poeira). Neste trabalho, apresentamos dados de polarização linear óptica para 9 SGB[e] nas Nuvens de Magalhães, com dados obtidos no telescópio de 0.60m do LNA em 1999 e 2000. Determinamos preliminarmente a variabilidade na polarização destes objetos, comparando-os com os dados obtidos por Magalhães (1992), Schulte-Ladbeck & Clayton (1993) e Melgarejo (1999). Esta variabilidade pode nos indicar uma conexão das SGB[e] com as *Luminous Blue Variables*.

### **FOTOMETRIA INFRAVERMELHA DE REGIÕES HII GIGANTES DA GALÁXIA: APLICAÇÃO A NGC3576**

**E. Figuerêdo & A. Damineli (IAG/USP), R.D. Blum (CTIO), P. S. Conti (JILA)**

As estrelas massivas têm um papel importante na evolução das galáxias. O reduzido número de objetos conhecidos na nossa Galáxia (na qual as estrelas podem ser individualizadas), se deve ao alto obscurecimento na faixa óptica ( $A_V \approx 20-40$  mag) das regiões de formação, comparado com a faixa de  $2 \mu\text{m}$  ( $A_K \approx 2-4$  mag). O estudo das estrelas massivas em regiões HII gigantes no infravermelho próximo é muito promissor uma vez que pode abordar questões astrofísicas importantes, tais como: 1) caracterização do conteúdo estelar pela determinação da função inicial de massa (IMF), taxa de formação estelar e idade; 2) estudo dos processos físicos envolvidos na formação de estrelas massivas, através da identificação de estrelas OB em estágios primitivos de evolução, como objetos estelares jovens embebidos (YSOs) e regiões HII ultracompactas (UCHII); 3) mapeamento dos braços espirais da nossa galáxia pela medida por paralaxe espectroscópica de estrelas OB na seqüência principal de idade zero (ZAMS). No entanto, o imageamento e a espectroscopia no infravermelho próximo não são tão simples como no óptico. O campo estelar denso, a extinção elevada e desigual, a emissão nebulosa forte e irregular trazem dificuldades à fotometria. A emissão

térmica proveniente do ambiente próximo ao telescópio e efeitos do meio ambiente estelar afetam consideravelmente a performance da espectroscopia. O estudo fotométrico no infravermelho próximo (J, H e K) da região HII Gigante NGC3576 nos permitiu desenvolver procedimentos robustos de caracterização do conteúdo estelar deste tipo de regiões e aplicá-los em NGC3576 a fim de avaliar a performance do método. As imagens de NGC3576 revelam um aglomerado de estrelas compacto, e os diagramas cor-cor e cor-magnitude sugerem a existência de objetos estelares jovens massivos (YSOs). A inclinação da função inicial de massa é similar a encontrada para o Trapézio e significativamente mais inclinada que a encontrada para os aglomerados M17 ou Arcles e Quintupletto, mais próximos ao centro Galáctico. Além disso, verificamos que não há segregação de massa em NGC3576 e determinamos o valor da extinção nesta direção.

### **ABUNDÂNCIAS DE OXIGÊNIO EM ESTRELAS POBRES EM METAIS**

**Jorge Meléndez & Beatriz Barbuy (IAG/USP)**

A razão [O/Fe] em estrelas pobres em metais é essencial para impor condições de contorno a vários problemas importantes como a idade dos aglomerados globulares, a formação de Li, Be, B por espalação de CNO por raios cósmicos, e modelos de evolução química nas fases iniciais da evolução da Galáxia. Utilizando espectros de alta resolução observados com o espectrógrafo infravermelho Phoenix no telescópio de 2.1 m de Kitt Peak, determinamos abundâncias de oxigênio para 14 estrelas pobres em metais a partir das linhas de OH em 1.6  $\mu\text{m}$ . As abundâncias de oxigênio obtidas através de síntese espectral das linhas de OH no infravermelho indicam [O/Fe]  $\sim +0.4$  na faixa de metalicidades  $-2.2 < [\text{Fe}/\text{H}] < -1.2$ . As determinações a partir das linhas de OH-IR estão em bom acordo com determinações através das linhas proibidas [O I] e em conflito com as altas abundâncias de oxigênio obtidas com as linhas permitidas do tripleto O I e com as linhas de OH no ultravioleta. Apoio Financeiro: FAPESP.

### **O PERÍODO ORBITAL DA ESTRELA HD45166**

**Alexandre S. Oliveira (IAG/USP), João E. Steiner (IAG/USP - MCT)**

A classe das estrelas V Sagittae foi proposta por Steiner & Diaz (1998), é composta até o momento por 4 estrelas e representa uma classe complementar às variáveis cataclísmicas. A estrela HD45166 foi selecionada por nós como uma candidata à classe das estrelas V Sagittae a partir do catálogo de estrelas WR de van der Hucht *et al.* (1981), onde é classificada como uma estrela Wolf-Rayet de baixa massa de tipo espectral WN5+B. Seu espectro apresenta linhas de HeII, C, N e O muito estreitas, indicando possivelmente uma baixa inclinação orbital para o sistema. Este fato dificulta a determinação do período orbital e, de fato, a

literatura registra explicitamente a ausência de variações orbitais com amplitudes maiores que 10 km/s. Realizamos espectroscopia Coudé de alta resolução (2 km/s) para encontrar o período orbital. Utilizando a técnica de correlação cruzada determinamos as velocidades radiais em função do tempo, e aplicamos a estes dados o algoritmo PDM de procura por sinais periódicos. O periodograma resultante indica o período de 0,3641 dias, que consideramos o período orbital do sistema. A curva de velocidades radiais em função da fase orbital apresenta semi-amplitude  $K=3,2$  km/s. Com o auxílio da função de massa da estrela secundária restringimos o intervalo possível para a inclinação orbital (i) do sistema binário entre  $0,67^\circ$  e  $0,81^\circ$ .

## DISCOVERY OF A POST-T TAURI ASSOCIATION IN PISCES

**R. de la Reza (ON), C.A.O. Torres (LNA), L. da Silva (ON),  
E. Jilinski (ON) & G. Quast (LNA)**

Post-T Tauri stars (PTTS) are young low mass stars with ages between 10 and 100 Myrs. Our definition of PTTS also includes an ensemble of stellar properties that evolve during that period of time. These properties (X-ray emission, Lithium abundance, weak absorption or emission H alpha lines and a relative high stellar rotation) have values, in general, between those found among the T Tauri stars associated to their forming clouds and those of active main sequence stars. Together with this definition we add a supplementary constraint, used also as a strategy to discover these PTTS, and is that they belong to a moving group or association with similar spatial velocities. These dispersed and isolated from clouds coeval groups, are important not only for studies of recent star formation very near the Earth, but also, because their accreting dusty disks are probably being transformed into rocky disks preparing the formation of the first planets. During the Survey for Associations Containing Young stars (SACY) (see Torres et al. in this volume), we explore an area of the sky of 700 square degrees centred in the star BP Psc. These large areas are necessary because the PTTS associations, due to their proximity, occupy very extended regions in the sky. We observed the 45 stars contained in this area, which are bright RASS X-ray sources associated to the astrometrical catalogs Tycho-2 or Hipparcos and are later than G0. In this area we discovered a new association, which we called "the Pisces Association". Four probable members, including BP Psc and one possible member binary star have very similar U, V and W space velocities. Their Li abundances are equal to the interstellar value. All these stars are strong X-ray emitters and have moderately high rotational velocities typical of PTTS. This new association is located at the south of the known complex of translucent clouds MBM55 and MBM53, but have no parental relations with these clouds. Its distance is probable of the order of 100 pc. The age is not well known but must be less than 100 Myrs. Its peculiar (U,V,W) velocities place this group out of the Local

Association (Pleiades Supercluster). The observations were made with the FEROS spectrograph of the 1.52m telescope at La Silla (Chile) under the ON/ESO agreement.

### **MAPEAMENTO POR ECLIPSE DO FLICKERING EM VARIÁVEIS CATACLÍSMICAS**

**A. Bortoletto & R. Baptista (UFSC)**

Usamos o termo *flickering* para representar a rápida cintilação de brilho observada nas curvas de luz de várias fontes astronômicas (e.g., variáveis cataclísmicas, binárias de raios-X, binárias simbióticas, AGN's, etc.), e que se constitui numa assinatura característica dos processos de acréscimo. Aplicamos o método de mapeamento por eclipse a dados de fotometria CCD rápida obtidos no LNA para investigar a distribuição espacial do *flickering* nas variáveis cataclísmicas SW Sex e UU Aqr. A análise é feita definindo-se um fluxo de referência para cada curva de luz. Todas as curvas são então agrupadas em um conjunto de 'caixas' em fase orbital e, para cada caixa, é feito um ajuste linear do fluxo na fase em função do correspondente fluxo de referência. Cada ajuste fornece um valor médio de fluxo, um coeficiente angular (variação secular na fase) e a dispersão dos dados com relação ao ajuste (representando a amplitude do *flickering* naquela fase, descontada da contribuição devido à estatística Poissoniana). Usamos este procedimento para construir curvas orbitais médias, de *flickering* e das variações seculares. Uma análise das curvas orbitais médias e de *flickering* com técnicas de mapeamento por eclipse nos permite obter os mapas da componente de brilho constante e da componente variável de brilho (*flickering*) nos dois objetos. Os resultados são analisados e comparados com os obtidos anteriormente para a nova-anã V2051 Oph.

### **THE LUMINOSITY FUNCTION IN THE SOLAR NEIGHBOURHOOD AND THE DETECTION OF THE THICK DISK POPULATION IN THE NEAR-INFRARED**

**Roberto Ortiz (Departamento de Física - UFES)**

In this work we present the luminosity function (LF) in the solar neighbourhood, obtained from the analysis of 35 square degrees of observations carried out during the DENIS survey in the  $K_s$  band. LF is derived up to the 15<sup>th</sup> magnitude, with accuracy better than  $\pm 0.75$  dex. Scale heights are also determined, assuming a disk with exponential vertical distribution perpendicular to the galactic plane and with a metallicity gradient of  $-0.3$  dex/kpc. The results do mostly agree with previous ones in the literature, except at  $M_V = 8$ , where the LF obtained in this work shows a sharper dip. We detect the thick disk population at

$\lambda = 2.15 \mu\text{m}$ , as first observed by Gilmore & Reid (1983) in the I ( $\lambda = 0.8 \mu\text{m}$ ) band. Its spatial distribution is traced by A and F stars farther than 1.8 kpc from the galactic plane and it is well described by a disk with scale height  $H = 2 \text{ kpc}$ .

### **ASPHERICAL EXPLOSIONS OF SN Ia**

**Cristián R. Ghezzi & Elisabete M. de Gouveia Dal Pino (IAG/USP)**

Type Ia supernova represents a new paradigm in cosmology and astrophysics. The use of supernovae as standard candles for cosmological measures has been suggested in the early 1938 by Baade, while the measurement of the Hubble constant became a realistic possibility since 1980, when then the more homogeneous subclass of type Ia supernova (SN Ia) was identified. Supernovae have been also lately associated with gamma ray burst phenomena. Asymmetric supernova explosions have been reported by several groups. For instance, Wang, Howel, Höflich and Wheeler (1999), using the state of the art in spectropolarimetry, studied several supernovas and found that the polarization of some of them could be explained only as an asymmetric explosion, discarding an interaction between the remnant and the previously ejected material by the progenitor. There are two SNIa in their sample that are polarized at levels around 0.2% near optical maximum (SN1996X), and a subluminous Type Ia SN 1999 by polarized at about 0.7%. Leonard et al. (1999) have suggested that the explosion itself is asymmetric, with asymmetry values ranging from 10% to 30%. Recently, we have examined the effects of magnetic fields on the propagation front of SNIa's, assuming white dwarf progenitors with a nearly dipolar magnetic field and found an intrinsic asymmetry on the velocity field that may be maintained up to the free expansion phase of the remnant. For a white dwarf's maximum magnetic field  $\sim 10^8\text{-}10^9 \text{ G}$  at the surface, and roughly 10 times greater near the center, asymmetries in the velocity field larger than 10-20% are produced between the magnetic polar and the equatorial axis of the remnant which may be related to the asymmetries recently detected in very young SN Ia remnants. Presently, we examine rotation effects and the dependence of the asymmetry with the white dwarf composition, and also discuss the cosmological implications of our results. In addition, we will show the first results of numerical simulations of supernova deflagrations using a 2D-SPH code which has been modified from a code originally designed for SN II explosions.

### **O ESPECTRO DA NEBULOSA PLANETÁRIA COMPACTA HEN 2-90**

**Marcelo Borges Fernandes & Francisco Xavier de Araújo (Observatório Nacional)**

Hen 2-90 é um objeto cujo cenário evolutivo ainda é incerto na literatura. Inicialmente ela foi classificada, através dos trabalhos de Costa et al. (1993) e

Maciel (1993), como uma nebulosa planetária pobre em metais com provavelmente uma estrela central de baixa massa e luminosidade. Mais tarde, Lamers et al. (1998) a classificou como uma nebulosa planetária compacta com a presença do fenômeno B[e]. Entretanto, mais recentemente Sahai & Nyman (2000), utilizando imagens obtidas com a Wide Field Planetary Camera 2 instalada no Hubble Space Telescope, constataram a presença de jatos altamente colimados, lineares e bipolares emergindo de uma nebulosa central seccionada por uma estrutura disco perpendicular aos jatos. Tal fato, causou dúvidas quanto à real natureza da Hen 2-90, levando a sugestão de que essa estrela fosse na verdade um objeto simbiótico com fenômeno B[e]. Visando então fornecer mais dados para essa discussão, sobre um cenário que explique essa morfologia disco/jatos observada na Hen 2-90, estamos realizando uma análise de dados obtidos por nós com o espectrógrafo de alta dispersão FEROS e com o de baixa dispersão Boller & Chivens, do telescópio de 1.52m do ESO (acordo ESO/ON). Com a complementação desta análise, esperamos obter um atlas espectral deste objeto na região de 3800-9200 Å.

### **ARE ROTATION AND BINARITY AFFECTING ELEMENTAL ABUNDANCES AROUND Fe PEAK IN EVOLVED STARS?**

**A. C. S. Miranda (UFRN - UNICAP/PE), B. L. C. Martins,  
J. D. Nascimento Jr. & J. R. De Medeiros (UFRN)**

In this work we analyse the role of rotation and binarity on the abundances of elements near the Fe peak, namely Si I, Ca I, Ti I, V I, Co I, Ni I, Sc II, Sr I, Zr I, Y II, La II, Nd II and Eu II. This study is based on rotational and radial velocities obtained with the CORAVEL spectrometer, combined with abundances from the literature. The sample is composed by 360 giant stars mostly of luminosity class III along the spectral range G and K. As main results, we find that whereas rotation decreases with effective temperature such a behavior is not followed by all the elemental abundances; in fact some elements, like Ni I, Co I, Si I, Y II and Sc II, show abundances increasing with decreasing effective temperature whereas others, like Ti I, Ca I, Zr I, V I, Nd II, Eu II, Sr I and La II, present abundances decreasing with temperature. In addition we have find no clear link between rotation and abundances, indicating that stellar mass is perhaps playing a role on this link. These observed results are the same independently of the single or multiple status of the star.





## EXTRAGALÁCTICA

### EMPIRICAL DIAGNOSTICS OF THE STARBURST-AGN CONNECTION

**Roberto Cid Fernandes (UFSC & JHU),  
Henrique Schmitt (NRAO) & Tim Heckman (JHU)**

We examine a representative sample of 35 Seyfert 2 nuclei. Previous work has shown that nearly half (15) of these nuclei show the direct (but difficult-to-detect) spectroscopic signature at optical/near-UV wavelengths of the hot massive stars that power circum-nuclear starbursts. In the present paper we examine a variety of more-easily-measured quantities for this sample, such as the equivalent widths of strong absorption features, continuum colors, emission-line equivalent widths, emission line ratios and profiles, far-IR luminosities, and near-UV surface brightness. We compare the composite starburst + Seyfert 2 nuclei to "pure" Seyfert 2 nuclei, Starburst galaxies and normal galactic nuclei. Our goals are to verify whether the easily-measured properties of the composite nuclei are consistent with the expected impact of a starburst, and to investigate alternative less-demanding methods to infer the presence of starbursts in Seyfert 2 nuclei, applicable to larger or more distant samples. We show that starbursts do indeed leave clear and easily quantifiable imprints on the near-UV to optical continuum and emission line properties of Seyfert 2's. Composite starburst + Seyfert 2 systems can be recognized by: (1) a strong "Featureless Continuum" (FC), which dilutes the CaII K line from old stars in the host's bulge to an equivalent width  $W_K < 10 \text{ \AA}$ ; (2) emission lines whose equivalent widths are intermediate between Starburst galaxies and "pure" Seyfert 2's; (3) relatively low excitation line-ratios, which indicate that part of the gas ionization in these Seyfert 2's (typically  $\sim 50\%$  of H $\beta$  is due to photoionization by OB stars); (4) large far IR luminosities ( $> 10^{10} L_{\odot}$ ); (5) High near-UV surface brightness ( $\sim 10^3 L_{\odot} \text{ pc}^{-2}$ ). These characteristics are all consistent with the expected impact of circum-nuclear starbursts on the observed properties of Seyfert 2's. Furthermore, they offer alternative empirical diagnostics of the presence of circum-nuclear starbursts from a few easily measured quantities.

### **ESPECTROSCOPIA DE MEIA-RESOLUÇÃO NA REGIÃO 0.8-2.4 $\mu\text{m}$ DE NÚCLEOS ATIVOS DE GALÁXIA**

**Alberto Rodríguez-Ardila & Sueli Viegas (IAG/USP),**  
**Miriani Pastoriza (Depto. de Astronomia - UFRGS),**  
**Lisa Prato (Astronomy Department - UCLA)**

Estudam-se as propriedades emissoras de quatro galáxias Seyfert 1 de linhas estreitas no infravermelho próximo usando espectros na região 0.8-2.4  $\mu\text{m}$  a uma resolução R~700. A análise das linhas de FeII ( $\lambda$ 9997,  $\lambda$ 10174,  $\lambda$ 10501,  $\lambda$ 10863,  $\lambda$ 11126) mostra que, assim como nas regiões UV e visível, a emissão de FeII contribui significativamente ao espectro de linhas em emissão observado. Encontramos que a razão do fluxo entre as diferentes linhas de FeII variam de objeto para objeto, em contraste com o que se observa em comprimentos de ondas menores ( $\lambda < 6000 \text{ \AA}$ ). Isto pode indicar um mecanismo de excitação diferente para a emissão do FeII no infravermelho próximo. Da análise do diagrama de níveis de energia desse íon, sugerimos a excitação colisional como o mecanismo mais provável. A largura das linhas de FeII é similar à de CaII e à do OI mas significativamente menor que a de Pa $\beta$ , proporcionando evidência observacional adicional à hipótese de que as regiões onde se origina o FeII, o CaII e o OI são co-espaciais, ligadas cinematicamente e provavelmente localizadas na região mais externa da região de linhas largas (BLR). A razão entre as linhas de OI  $\lambda$ 8446 e  $\lambda$ 11287 apresenta valores incompatíveis com o esperado se a fluorescência de Ly $\beta$  é o processo dominante na sua formação. Outros mecanismos que também conduzem a essa emissão são estudados. O avermelhamento que afeta a BLR é estudado pela primeira vez, e de forma simultânea, utilizando diferentes indicadores nessa região espectral.

### **VARIBILIDADE DE QUASARES NO CONTEXTO DE UM PROCESSO DE FORMAÇÃO ESTELAR VIOLENTA**

**Aurea Garcia-Rissmann & Laerte Sodré Jr. (IAG/USP)**

Mostramos aqui a variabilidade óptica medida em curvas de luz fotométricas de uma amostra de 63 quasares, e em dados espectroscópicos de uma sub-amostra destes. Tais monitoramentos se estenderam por ~7 anos, no primeiro caso, e por ~2 anos, no segundo caso, com observações realizadas no Observatório do Pico dos Dias e em La Silla. O bom balanceamento entre o número de objetos *radio-loud* e *radio-quiet* permitiu verificar como suas diferentes propriedades (luminosidade, *redshift*, larguras equivalentes, etc) se relacionam com a variabilidade medida no contínuo e nas linhas. Os resultados são comparados com o que se espera de um modelo que considera um episódio de formação estelar violenta no núcleo ativo como principal fonte de energia (e.g. Terlevich et al 1992), considerando os estudos mais recentes sobre *Starbursts* (e.g. Leitherer et al 1999). Buscamos aqui

estabelecer vínculos para esse processo. Este projeto tem a colaboração dos Drs. Roberto J. Terlevich (INAOE, IoA), Paulo Pellegrini, Christopher Willmer e Márcio Maia (ON), e é financiado pela FAPESP via processo 97/14416-0.

## OS SUPERAGLOMERADOS DE AQUARIUS

**César Augusto Caretta, Marcio A. G. Maia &  
Christopher N. A. Willmer (Observatório Nacional)**

Apresentamos os resultados do estudo da distribuição de aglomerados de galáxias numa região da constelação de Aquarius, definida pelas coordenadas  $22^{\text{h}} 57.0^{\text{m}} < \alpha_{2000} < 23^{\text{h}} 38.6^{\text{m}}$  e  $-25^{\circ} 54' < \delta_{2000} < -19^{\circ} 29'$ , onde existe uma concentração notoriamente alta desses aglomerados. Além dos 58 aglomerados ACO presentes na região (que correspondem a uma densidade superficial 4 vezes maior que a esperada), 18 aglomerados EDCC e 17 APMCC estão catalogados para a região, resultando num total de 63 aglomerados quando retiradas as duplicidades. A partir de dados fotográficos nas bandas  $b_J$  e R foi possível identificarmos outros 39 candidatos a aglomerados ou grupos, a partir da aplicação dos métodos de filtros combinados e de contagens em células com a utilização de índices de cor para as galáxias. Utilizando os telescópios 1.52m do ESO, 1.60m do OPD e 2.15m de CASLEO foi realizado um levantamento de velocidades radiais para as galáxias da região, selecionadas nos pontos de maior densidade superficial desses objetos nos aglomerados candidatos. Mais de 1200 galáxias foram observadas, compreendendo 72 dos 102 aglomerados candidatos. Incluindo 425 velocidades de galáxias da região encontradas na literatura, nosso levantamento conseguiu confirmar 50% dos candidatos estudados como aglomerados reais de galáxias, 45% como a superposição de prováveis aglomerados com grupos de galáxias ou superposição de grupos de galáxias e 5% como apenas resultado de efeitos de projeção. A média de dispersões de velocidade encontrada para os aglomerados foi de  $821 \pm 227 \text{ km s}^{-1}$ , e para os grupos,  $407 \pm 148 \text{ km s}^{-1}$ , a maioria deles com um número de galáxias-membros observadas entre 8 e 20 (média 15). A aplicação de uma análise de percolação aos dados dos aglomerados e grupos encontrados revelou a presença de pelo menos 2 superaglomerados de galáxias na região, situados respectivamente nos *redshifts*  $z \sim 0.086$  e  $z \sim 0.112$ . Outro possível superaglomerado em  $z \sim 0.2$  também foi identificado. A concentração em  $z \sim 0.08$  parece fazer parte de uma estrutura que cobre uma área bem maior que a área estudada. O superaglomerado em  $z \sim 0.11$ , o mais significativo dos dois, considerando seus 19 aglomerados com  $R_{\text{perc}} = 15 \text{ Mpc}$  e a massa média resultante das dispersões encontradas como descrito acima, pode conter uma massa de pelo menos  $10^{16}$ - $10^{17} M_{\odot}$ . Além da grande concentração de massa que ele representa, este superaglomerado pode estar conectado a outros aglomerados entre  $z \sim 0.12$  e  $z \sim 0.15$ , formando um filamento de aproximadamente  $120 h^{-1} \text{ Mpc}$ . Considerando-se os ângulos de posição projetados das galáxias da região, identificamos também a presença de alinhamentos significativos (níveis de confiança maiores que  $4\sigma$ ) de

galáxias alvo avermelhadas, mais brilhantes que  $M^*$  (para  $z \sim 0.11$ ) e do campo geral (não associadas necessariamente a aglomerados), quando testadas com galáxias traçadoras menos brilhantes que  $M^*$  também do campo. Este resultado nos levou à conclusão de que galáxias elípticas gigantes dos filamentos presentes nos superaglomerados tendem possivelmente a estar alinhadas com a distribuição adjacente das galáxias que definem tais filamentos.

### **REMOÇÃO DE ESTRELAS POR FORÇAS DE MARÉ DE GALÁXIAS ELÍPTICAS EM AGLOMERADOS**

**Eduardo S. Cypriano & Laerte Sodré Jr. (IAG/USP),  
Luis E. Campusano (Univ. de Chile)**

A existência de luminosidade óptica difusa nas regiões centrais de aglomerados de galáxias é conhecida desde a década de 60 (de Vaucouleurs 1960). Recentemente o interesse por esse tópico foi revivido graças à descoberta de nebulosas planetárias e estrelas gigantes vermelhas no meio intra-aglomerado em Virgo (e.g. Feldmeir et al. 1998, Ferguson et al. 1998) bem como pela utilização de novas técnicas para quantificar a contribuição da luz difusa (Gonzalez et al. 2000). Utilizando a relação raio-magnitude para galáxias elípticas estudamos a possibilidade de uma fração importante dessa luminosidade provir de estrelas removidas dos halos dessas galáxias por forças de maré. Determinamos que as elípticas mais próximas ao centro dos aglomerados, de uma certa magnitude, tendem a ser menores que as mais distantes. Essa é a assinatura esperada da remoção de estrelas por choques de maré. Concluimos que esse choques são suficientemente fortes para remover grande parte do halo escuro dessas galáxias como também para remover uma parte significativa de suas estrelas mais externas. Concluimos também que uma fração importante da massa luminosa de aglomerados deve se encontrar fora das galáxias, o que deve ser considerado no cálculo da relação M/L desse objetos.

### **AGLOMERADOS GLOBULARES AO REDOR DE GALÁXIAS EM GRUPOS**

**Cristiano Da Rocha & Claudia Mendes de Oliveira (IAG/USP),  
Mike Bolte (UCO/Lick Observatories), Bodo L. Ziegler (Universitätssternwarte  
Göttingen), Thomas H. Puzia (Universitätssternwarte München)**

A análise dos sistemas de aglomerados globulares ao redor de galáxias elípticas provê importantes informações sobre a história de formação destas e suas relações com o ambiente em que se encontram. Analisamos neste estudo os sistemas de aglomerados das galáxias mais brilhantes de HCG 22 (NGC 1199) e do grupo Telescopium (NGC 6868) utilizando fotometria de imagens profundas obtidas com o Keck e o VLT, nas bandas B e R. As frequências específicas dos

sistemas de aglomerados de NGC 1199 e de NGC 6868 são  $1.7 \pm 0.6$  e  $3.6 \pm 1.3$ , respectivamente, sendo o perfil radial de lei de potência de NGC 6868 o mais achatado já encontrado na literatura ( $\alpha = -0.61$ ). Estes sistemas apresentam distribuições de cor bimodais, indicando dois possíveis momentos de formação de aglomerados, e têm seus picos localizados em  $(B-R)_0 = 1.14 \pm 0.14$  e  $1.40 \pm 0.14$  (NGC 1199) e  $(B-R)_0 = 1.47 \pm 0.21$  e  $1.74 \pm 0.16$  (NGC 6868). Enquanto NGC 1199 apresenta um sistema mais pobre que os encontrados para galáxias em grupos (Harris, 1991 apresenta  $2.6 \pm 0.5$  para galáxias elípticas) e picos de cor consistentes com o que foi encontrado em estudos mais recentes, a galáxia NGC 6868, a qual possivelmente sofreu uma fusão em sua região central (Neilsen e Tsvetanov, 1999), apresenta um sistema mais rico que os associados a outras galáxias e picos de cor muito mais vermelhos que o esperado.

### **A RELAÇÃO MASSA-LUMINOSIDADE PARA GALÁXIAS TIPO "EARLY" NO UNIVERSO LOCAL**

**Paulo Pellegrini, Marcio Maia & Charles Rit  (ON),  
Cristina Chiappini (Oss. Astr. Trieste), Ricardo Schiavon (Univ. Santa Cruz),  
Luiz Nicolaci da Costa (ON - ESO), Christopher Willmer (ON - UCO-Lick),  
Maria Victoria Alonso (Obs. Astron. - Univ. Cordoba)**

A rela o entre a massa e a luminosidade das galáxias, constitui uma das mais importantes características do processo de forma o desses objetos, sendo resultante de um complexo processo que vai desde o colapso de material primordial e suas condi es físicas específicas, passando pela forma o estelar e a história evolutiva peculiares de cada objeto. Entretanto, embora pouco discutida na literatura, pelas naturais dificuldades observacionais, tal rela o indica surpreendentemente uma boa correla o, em vista das diferentes possibilidades envolvidas na forma o de cada objeto. Neste trabalho contornamos uma das maiores dificuldades observacionais - a obten o das distâncias reais dos objetos - utilizando a base de dados fotométricos e espectroscópicos do projeto ENEAR - Mapeamento de Galáxias tipo "Early" no Universo Local (da Costa et al. 2000, AJ, 120, 95). Para uma amostra de cerca de 1000 galáxias elípticas e S0 com magnitudes  $m < 14.5$ , as distâncias foram obtidas com um estimador independente da velocidade radial, a rela o  $D_n - \sigma$  (Dressler et al. 1987, ApJ. 313, 42), construída para esta amostra na banda R. As luminosidades integradas, perfis decompostos em componentes bojo e disco, raios efetivos ( $r_e$ ) e brilhos superficiais ( $\mu_e$ ) foram obtidos de observa es CCD. As dispersões centrais de velocidade foram obtidas a partir de espectroscopia realizada no telescópio de 1,5m do ESO, dentro do acordo ESO-ON, com resolu o entre 2 e 4   e rela o sinal-ruído maior que 20. Massas foram obtidas assumindo-se que elípticas e S0 são sistemas virializados,  $M_{vir} \sim \sigma^2 r_e$ . Estes dados mostram que com distâncias reais, massa e luminosidade apresentam uma correla o extremamente bem definida (mais que qualquer amostra anterior) do tipo  $L \sim M_{vir}^{0.72}$ , o que implica em  $M_{vir}/L \sim M_{vir}^{0.28}$ . Esta dependência   de grande relevância para a questão da inclina o do Plano

Fundamental das galáxias elípticas (Djorgovski e Davis 1987, ApJ 313, 59) com relação ao que seria esperado de sistemas virializados. Por exemplo, utilizando valores típicos dos coeficientes do Plano Fundamental, uma dependência do tipo  $L \sim M_{\text{vir}}^{0.78}$  explicaria a inclinação como uma homologia de sistemas virializados. Os resultados mostram também que uma representação do Plano Fundamental com os parâmetros massa, luminosidade e brilho superficial é tão bem correlacionada quanto a forma convencional desta relação paramétrica (em termos de  $\sigma$ ,  $r_e$  e  $\mu_e$ ) e pode constituir um atrativo em termos de interpretação do processo de formação de galáxias. De fato, esses parâmetros representam propriedades fundamentais como a quantidade de material disponível para formar uma galáxia (sua massa), quanto se transforma em luz na formação estelar (sua luminosidade) e como esta luz foi distribuída na galáxia no processo de formação do objeto (seu brilho superficial).

### **EFEITO SUNYAEV-ZELDOVICH EM GALÁXIAS ELÍPTICAS JOVENS**

**Amâncio Friaça (IAG/USP), Roberto Terlevich (IoA - Cambridge)**

O efeito Sunyaev-Zeldovich (SZ) é a distorção da radiação de fundo cósmica (RFC) produzida pelo espalhamento Compton inverso dos fótons da RFC por elétrons térmicos confinados no meio intra-aglomerado quente presente na direção da observação. Até este momento, o efeito SZ tem sido observado apenas como um decremento na RFC quando observada em microondas na direção de aglomerados de galáxias. A princípio, contudo, o efeito SZ poderia ser observado em quaisquer massas de gás quente confinadas, desde que as densidades de coluna e as temperaturas do gás fossem altas o suficiente. Nesse sentido, uma galáxia elíptica em formação representaria um imenso reservatório de gás quente que daria origem a um efeito SZ notável. Utilizamos os modelos de formação de galáxias elípticas de Friaça & Terlevich (1998) para estimar a variação espacial e temporal da do efeito SZ causando por uma elíptica em seus primeiros estágios de evolução. Mostramos que, a altos redshifts, protogaláxias elípticas dão origem a uma assinatura SZ detectável em observações com duração razoável (cerca de 1 h) no submilimétrico por telescópios de grande área coletora equipados com um "array" bolométrico de alta sensibilidade (por exemplo, o BOLOCAM operando no LMT de 50 m).

### **OBSERVAÇÕES ISO DE GALÁXIAS ELÍPTICAS**

**Fabrizio Ferrari, Miriani Pastoriza & Charles Bonatto (IF-UFRGS)**

Apresentamos as características fotométricas de 28 galáxias elípticas observadas no infravermelho médio (IVM) pelo instrumento ISOCAM a bordo do satélite ISO (Infrared Space Observatory). As galáxias foram observadas em 6.75, 9.63 e 15  $\mu\text{m}$ . Encontramos luminosidades no intervalo de  $5 \times 10^8$  a  $2 \times 10^{10} L_{\odot}$ . A

distribuição espectral de energia (DEE) destas galáxias foram derivadas usando-se os dados do IVM juntamente com dados UV, ótico e IV próximo previamente publicados. Estas DEE mostram que a emissão no IVM de galáxias elípticas é dominada por poeira aquecida a  $T \cong 275$  K. As propriedades dos grãos são inferidas das cores IV. A massa desta componente morna de poeira está entre 80 e 1000  $M_{\odot}$ . Discutimos relações entre as massas derivadas do ótico e do IVM e as possíveis fontes de aquecimento.

### **FORMAÇÃO ESTELAR, ENRIQUECIMENTO QUÍMICO E DINÂMICA INTERNA EM GALÁXIAS ELIPSOIDAIS DE AMBIENTES DISTINTOS: ISOLADAS E PARES**

**André Milone & Hugo Capelato (DAS-INPE)**

A escala de tempo para a formação de galáxias elípticas (E) e lenticulares (S0) ainda é uma questão em aberto da Astrofísica e Cosmologia. Do ponto de vista clássico, tais esferóides são interpretados como sendo sistemas estelares homogêneos, estáveis dinamicamente e muito antigos; ordenados apenas por seu conteúdo químico em metais ou por sua massa. Algumas relações entre parâmetros "globais" sustentam essa visão: luminosidade-x-metalicidade ( $M_B$  vs.  $Mg_2$ ), luminosidade-x-dispersão-de-velocidades ( $M_B$  vs.  $\sigma_v$ ) e dispersão-de-velocidades-x-metalicidade ( $\sigma_v$  vs.  $Mg_2$ ). Há distintos modelos teóricos para a formação de elipsoidais: (i) colapso monolítico dissipativo de uma proto-galáxia, (ii) fusão hierárquica e (iii) fusão de espirais com formação estelar induzida. Modelos diversos de evolução química são também propostos: (a) o clássico do vento galáctico que prevê abundância relativa ao Ferro de elementos- $\alpha$  ( $O^{16}$ ,  $Ne^{20}$ ,  $Mg^{24}$ ,... e  $Ti^{48}$ ) maior em galáxias menos massivas, (b) o inverso do vento galáctico que prevê a situação contrária e (c) o de fusões energéticas de proto-núvens cujos resultados são semelhantes aos do modelo (b). No presente trabalho, analisamos as populações estelares e a dinâmica, no interior do raio efetivo, de 4 E isoladas (NGC 1052, NGC 6758, NGC 7507 e NGC 7796), 3 E em pares (NGC 1209, NGC 5812 e IC 5328) e 1 S0 isolada (NGC 6861), todas próximas ( $cz < 3400$  km/s). Utilizamos a espectroscopia de fenda longa no ótico (1,60 m do OPD/LNA) com a finalidade de se obter perfis radiais da velocidade de rotação, da dispersão de velocidades e de indicadores Lick de idade e metalicidade ( $H_{\beta}$ ,  $Mg_2$ ,  $Mg\ b$ ,  $\langle Fe \rangle$  e  $Na\ D$ ), preferencialmente ao longo dos eixos fotométricos maior e menor. O método da correlação cruzada é empregado nas determinações de  $\sigma_v$  e  $cz$ . Através de comparações com modelos de populações estelares simples, obtivemos a distribuição radial das populações estelares em termos de idade, metalicidade  $[Fe/H]$  e razões de abundância  $Mg/Fe$  e  $Na/Fe$ . Nossa análise indica que não há distinção evidente entre as galáxias *early-type* isoladas e em pares. Apesar dessa amostra ser bem restrita, separamos tais sistemas esferoidais em três conjuntos baseado em outras características: (i) aqueles que apresentam uma

sobreampliação elementos- $\alpha$ /Fe constante ao longo da distância radial, uma dispersão nula ou pequena de idades avançadas (10-16 Gyrs) e um perfil simétrico de  $\sigma_v$ , sugerindo o cenário de colapso, com formação estelar eficiente e enriquecimento químico dominado por SN II (duas galáxias em par e duas isoladas); (ii) aqueles que têm uma razão solar elementos- $\alpha$ /Fe, uma dispersão alta em idades (6-16 Gyrs) e um perfil não-simétrico de  $\sigma_v$ , favorecendo uma fusão hierárquica ou um colapso com formação estelar continuada (uma galáxia em par e talvez uma isolada); (iii) aqueles que possuem uma razão elementos- $\alpha$ /Fe decrescente a partir do centro, um perfil não-simétrico de  $\sigma_v$  com possibilidade de núcleos distintos e gás ionizado impedindo uma determinação das idades estelares, indicando uma ambiguidade quanto à formação ou até mesmo uma formação estelar induzida por fusão (talvez três galáxias isoladas).

### **CAN LOW POWER JETS EXPLAIN THE FRII-FRI TRANSITION?**

**Joel C. Carvalho (DFTE-UFRN)**

We performed numerical two-dimensional axisymmetric hydrodynamical simulations of light, supersonic jets propagating into constant density atmospheres over a broad range of parameter space. We examine the evolution of the global properties of the sources as a function of source size, for a range of Mach number, density contrast and jet power. Using the MHD code ZEUS-3D our results suggest a scenario in which the difference in jet power (and/or Mach number) is responsible for the differences between the morphology of FRI and FRII sources and that FRIIs could evolve into FRIs as the source ages and the jet becomes disrupted and can no longer produce a hot spot. In low Mach number jets, the dissipation of energy through internal shocks is able to disrupt the jets and turn off the supply of energy to the cocoon. At this stage, the bow shock propagates as a sound wave and the morphology of the inferred radio emitting material becomes faint and diffuse suggesting that low Mach number jets may be able to transition between FRII and FRI type radio morphologies. For relatively low Mach number and low power jets ( $L_j \approx 3 \times 10^{45} \text{ erg.s}^{-1}$ ) the head speed decreases asymptotically to the sound speed of the external medium. For  $M=2$ , the speed of the head becomes transonic by the time it has propagated just over 20 jet radii. The simulations demonstrate that the jet does not keep up with the bow shock and essentially stops feeding the source. The disruption of the jet may be due to the many internal shocks in the jets. Thus, at these low Mach numbers, the jet loses its ability to drive the shock at the working surface and its speed is no longer supersonic with respect to the ambient gas. The bow shock continues advancing but at a speed that approaches the ambient sound speed, i.e., behaving as a sonic wave. We also note that, by the end of the simulations, these are relatively old sources with ages between 5 and  $7 \times 10^7 \text{ yr}$  and have low cocoon pressure. In general, at late stages in the low power jets the pressure inside the

cocoon is very low compared with the ambient pressure. In addition, at late times these sources are not over-pressured near the head. Therefore, we do not expect these sources to exhibit an edge-brightened radio image characteristic of FR-II sources, although they may have appeared so at earlier stages when the head pressure was higher. To illustrate this more clearly, we have created synthetic radio maps of the low Mach number jets. Initially, while the jet powers it, the cocoon maintains a classical lobe configuration; however, by the end of the simulation it has acquired more of a plume-like structure with diffuse ends. Thus, we observe a change from an edge-brightened morphology characteristic of FR-II double sources, to an edge-darkened morphology as if it had transitioned to a FR-I type source. We suggest that these morphological changes will also occur in sources when the jet has turned off and the source is becoming a "relic".

### **ESFERÓIDES JOVENS COM POEIRA: APLICAÇÕES A LYMAN BREAK GALAXIES E A RADIOGALÁXIAS COM EMISSÃO SUBMILIMÉTRICA**

**Mauro César Guimarães & Amâncio C.S. Friaça (IAG/USP)**

Desenvolvemos um modelo auto-consistente para a absorção e re-emissão de radiação por poeira em galáxias elípticas jovens, o qual estende o modelo quimiodinâmico, previamente utilizado para o estudo da evolução de esferóides. A extensão referida se dá através do cálculo de extinção por poeira da luz emitida pela população estelar e sua re-emissão no infravermelho, estendendo desta maneira a SED das galáxias do modelo desde  $3 \mu\text{m}$  até  $1000 \mu\text{m}$ . Consideramos a evolução química incluindo a produção de poeira em conjunto com um tratamento simples de transporte radiativo inserindo múltiplas telas absorvedoras dentro da galáxia. Deste modo, prevemos a evolução da SED, desde o ultravioleta até o sub-milimétrico, de galáxias elípticas jovens. Aplicamos o presente modelo ao estudo das *Lyman Break Galaxies* e de radiogaláxias com emissão no sub-milimétrico. Para as *Lyman Break Galaxies*, os nossos resultados são compatíveis com os dados observacionais para  $A_{1500}$  da LBG DSF2237+116 C2, na faixa de idades de  $0.02 \text{ Gano} \leq t \leq 1 \text{ Gano}$ . Além disso eles reproduzem as cores G - R das LBGs durante o primeiro Gano de evolução da galáxia e para redshifts entre  $2.5 \leq z \leq 3.5$ . Nosso modelo também sugere que pode haver entre as LBGs objetos com moderada ou quase nenhuma extinção por poeira, o que implicaria dizer que essas LBGs seriam fontes sub-milimétricas pouco notáveis. Para as radiogaláxias com emissão no sub-milimétrico, reproduzimos bem as cores submm-IR [ $L_{850 \mu\text{m}} / L_{2.2 \mu\text{m}} / (1+z)$ ] para um conjunto de radiogaláxias com  $z > 2$ , excluindo a 4C6007. Sugere-se também que as radiogaláxias-fontes sub-milimétricas sejam galáxias elípticas com poeira e idades  $t \leq 3 \text{ Ganos}$ .

## ONDE ESTÃO OS METAIS A ALTOS *REDSHIFTS*? A CONTRIBUIÇÃO DOS DLAS

**Gustavo A. Lanfranchi & Amancio C.S. Friaça (IAG/USP)**

Investigamos a evolução da metalicidade dos Sistemas Damped Lyman  $\alpha$  (DLAs) através de modelos de evolução química, que incluem os cálculos de depleção em poeira, comparando suas previsões com dados observacionais sobre esses sistemas. Uma amostra de dados foi construída contendo as abundâncias de vários elementos (C, N, O, S, Si, Fe, Ni, Cr, Zn) observados em DLAs. Esses dados são analisados com métodos estatísticos robustos, os quais permitem quantificar o espalhamento e obter as linhas que resumem as tendências das distribuições de abundância e de razões de abundâncias estimadas e, assim, selecionar as quantidades mais significativas para uma comparação entre as previsões dos modelos e os dados observacionais. Como as razões químicas observadas e os estudos de imageamento a fim de identificar as galáxias hospedeiras de DLAs próximos parecem indicar que essas mesmas galáxias são uma variedade de tipos, aplicamos modelos de evolução química multi-zonas com *infall* na análise dos sistemas em disco e modelos quimiodinâmicos para estudar a evolução de esferóides anões e gigantes. Consideramos o papel da poeira, fluxos de gás (*infall*, *cooling flows* e ventos galácticos) e gradientes químicos. Observamos que o parâmetro mais significativo na indicação se um sistema (seja ele disco, esferóide anão ou *blobs* em halos de esferóides gigantes) será visto ou não como um DLA é a escala de tempo para a formação estelar: escalas de tempo da ordem de 1 Gano ou maiores são favorecidas.



## SISTEMA SOLAR

### **SMALL SOLAR SYSTEM OBJECTS SPECTROSCOPIC SURVEY-S3OS2: ANÁLISE ESPECTROSCÓPICA DE CERCA DE 800 ASTERÓIDES**

**D. Lazzaro, J.M. Carvano, T. Mothé-Diniz, C.A. Angeli (ON - Rio de Janeiro),  
M. Florczak (CEFET-PR - Curitiba)**

O conhecimento da distribuição de composições no cinturão de asteróides é fundamental para melhor entender a formação e evolução destes corpos. Com este objetivo, realizamos um grande mapeamento espectroscópico de asteróides denominado Small Solar System Objects Spectroscopic Survey - S3OS2. Vale ser salientado que as principais informações sobre as propriedades composicionais e mineralógicas destes objetos são obtidas através de observações espectroscópicas nas regiões do visível e do infravermelho próximo. O S3OS2 foi iniciado em novembro de 1996, dentro do convênio ON-ESO. Até o momento cerca de 800 asteróides foram observados e este número deve chegar a cerca de 1000 em fins de 2001 quando o mapeamento será colocado a disposição de toda a comunidade científica. As observações foram realizadas no ESO (La Silla, Chile) utilizando o telescópio de 1.52m equipado com um CCD e um espectrografo Boller & Chivens. A região espectral utilizada foi entre 4900 e 9200 Å. Todos os asteróides foram classificados utilizando as taxonomias de Tholen e de Bus. No primeiro caso a classificação foi realizada por comparação visual com espectros "padrões" das classes de Tholen. No segundo caso, a classificação foi obtida de forma automática através de um programa desenvolvido seguindo os procedimentos descritos por Bus (1999). A distribuição espacial do S3OS2 se estende entre 1.5 e 5.2 UA em semi-eixo maior, entre zero e 0.55 em excentricidade e entre zero e 40 graus em inclinação. Os diâmetros variam entre 2km na parte interna do cinturão até 500km, sendo que a maioria dos asteróides observados tem diâmetro entre 15 e 80km. A distribuição global de composições confirma a tendência mostrada em outros mapeamentos similares indo de tipo-S na parte mais interna até tipo-D na parte mais externa. Entretanto, uma maior mistura de composições aparece quando vamos para objetos menores e quando comparamos objetos em órbitas quase circulares e planares com asteróides em órbitas de alta inclinação e/ou excentricidade. Apesar do mapeamento cobrir razoavelmente bem a distribuição espacial de asteróides, algumas regiões mostram uma maior concentração devido

a escolha de sub-conjuntos para estudos de alguns aspectos específicos. Entre os vários sub-conjuntos analisados se encontram diversas famílias e grupos. Os resultados obtidos serão discutidos em vista das informações que a distribuição mineralógica destes objetos nos fornecem para uma melhor compreensão dos processos colisionais e dinâmicos atuantes no cinturão.

### UM ESTUDO DA DINÂMICA DE ASTERÓIDES REAIS NO INTERIOR DA RESSONÂNCIA 3:1

**Sueli A. Guillens (Observatório do Valongo/UFRJ),  
Roberto Vieira Martins & Rodney da Silva Gomes (Observatório Nacional/CNPq)**

As falhas na distribuição de semi-eixos de asteróides (falhas de Kirkwood) estão associadas a comensurabilidade entre os períodos orbitais destes e de Júpiter. A ressonância 3:1 é particularmente importante, uma vez que no estudo dela foi introduzido pela primeira vez no Sistema Solar o conceito de caos em larga escala, assim como sua contribuição para o esvaziamento da região a ela correspondente e também para o transporte de objetos até regiões mais internas do Sistema Solar. Um estudo global semi-analítico da dinâmica de trajetórias na vizinhança da ressonância 3:1, considerando-se uma representação do problema restrito elíptico planar de três corpos válida para altas excentricidades, propiciou um levantamento dos asteróides reais, cujas órbitas cruzam o interior da falha e uma estimativa analítica para o contorno da mesma. Os resultados deste estudo dinâmico podem ser obtidos num único gráfico: semi-eixo maior ( $a$ ) x vs. excentricidade ( $e$ ), cujos valores estão associados às condições, sobre os ângulos do problema, que definem dois planos, denominados *representativos*, onde todas as trajetórias cruzam ao menos um deles. Neste gráfico se estabelece as regiões de caos, libração e circulação. Uma amostra de 804 asteróides numerados na vizinhança da ressonância 3:1 ( $2.42 \text{ UA} \leq a \leq 2.58 \text{ UA}$ ), com inclinação menor que  $10^\circ$ , foi nele representada, permitindo a classificação do tipos de movimento. Os resultados evidenciam que a maioria dos asteróides (97,4%) se encontram sobre a região de circulações e também propiciam a identificação de (21) asteróides reais que cruzam o interior da falha (regiões de caos e librações), e (6) na fronteira da região de circulação com as demais regiões. A inclusão da perturbação de Saturno torna instável a região de librações do problema restrito elíptico planar de três corpos. Tal fato, motivou a integração numérica das equações de movimento resultantes da inclusão de Saturno, Marte, Terra e Vênus, para os asteróides selecionados. Os resultados mostram que o tempo de vida dinâmico de todos estes objetos é de poucos milhões de anos, sendo que a maioria cai no Sol ou escapa do Sistema Solar. Resultados semelhantes foram obtidos por Gladman et al. (1997), porém, para asteróides fictícios, cujas órbitas iniciavam bem no interior da falha associada à ressonância 3:1. A questão que se coloca, é a existência destes asteróides, com um tempo de vida muito curto, em relação a idade do Sistema

Solar. Uma hipótese preliminar, é que foram lançados nesta região por colisões. Esta possibilidade deve ser investigada, tendo em vista, as massas dos asteróides e as energias envolvidas nos eventos.

### **EBSD AS A PROMISING TOOL FOR METEORITE STUDIES**

**M. E. Zucolotto<sup>1</sup> & A.L. Pinto<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup> Museu Nacional - Quinta da Boa Vista - Rio de Janeiro**

**<sup>2</sup> Instituto Militar de Engenharia**

It is well known that a significant proportion of iron meteorites have been involved in one or more pre-terrestrial collisions of considerable magnitude. The meteorites retain a clear record of these shock and thermal history through alterations of their microstructure. The metallographic studies should tell the history of their slowly cooling in the interior of their parental bodies, their catastrophic collision history in solar orbits, the passage through the Earth atmosphere and also their terrestrial history since land until the laboratory. The relatively new EBSD (Electron Backscattered Diffraction) technique may be combined with the regular capabilities of a SEM (Scanning Electron Microscope), such as chemical analysis and simple specimen preparation. The essential features of this technique are its unique capabilities of diffraction and imaging in real time with spatial resolution of 0.1  $\mu$ m. This makes it possible to perform Orientation Imaging Microscopy (OIM), which provides the means for obtaining overall crystallographic orientation and misorientation distribution from large sets of individual crystal orientation measurements of bulk samples. Fully automated orientation mapping using EBSD has become one of the most important techniques for microtextural analysis of metals. The application of this technique has not yet been explored in meteorite studies. One of the possible reasons is the high plastic deformation of severely shocked structures and the polishing of phases with completely distinct hardness such as metals and minerals. We have proposed the use of EBSD as a promising tool for meteoritic studies not only for microtextures but also to assist phase identification through crystallography when minerals are too small for x-ray diffraction. We have studied some features of Barbacena and Maria da Fé iron meteorites. Barbacena clearly shows signs of cosmic annealing process although no recrystallization didn't take place, as we could verify by OIM. The evidences observed indicate mild shocks smaller than 130 kbars and posterior mild and long time annealing, which permitted changes of the taenite and phosphides by diffusion but only the recovery of the kamacite. While Maria da Fé shows signs of shocks about 130 kbars with authentic Neumann lines.

## **DINÂMICA DOS ESTREITOS ANÉIS DA FALHA DE ENCKE**

**M. A. F. Gonçalves & S. M. Giuliatti Winter**

**(Grupo de Dinâmica Orbital e Planetologia/UNESP - Campus de Guaratinguetá)**

A Falha de Encke, localizada dentro do anel A de Saturno com largura de ~ 325 km, possui um satélite, coorbital a um anel central, e um anel situado próximo à borda interna da falha. Esses anéis apresentam ondulações e algumas descontinuidades ao longo de toda sua extensão. Na região central da Falha, o satélite Pan mantém o anel central em órbita de ferradura. Os elementos orbitais dos anéis e de Pan indicam uma pequena excentricidade (10<sup>-4</sup>), que influenciam o comportamento das órbitas de ferradura. Simulações numéricas mostraram que a inclusão da excentricidade do satélite, através das equações do centro guiado, alteraram a influência de Pan na Falha de Encke, acarretando um acréscimo na região caótica e diminuição na largura das órbitas de ferradura. Apesar da variação radial das partículas em órbita de ferradura, elas ainda continuam confinadas a essa região. No entanto, essas oscilações radiais podem aumentar as colisões entre as partículas, diminuindo o tempo de vida do anel central. Foram também analisadas essas órbitas levando em consideração a excentricidade das partículas. Cabe salientar a periodicidade entre as oscilações radiais da partícula. O anel interno está situado na região caótica, provocada pela sobreposição de ressonâncias devido a Pan. Ressonâncias com outros satélites foram determinadas dentro da Falha, no entanto a ressonância próxima ao anel interno (devido a Atlas) tem uma largura inferior à largura do anel, apesar do torque provocado por essa ressonância ser maior do que o torque provocado por Pan. Simulações numéricas serão apresentadas envolvendo os quatro corpos: Pan-Atlas-partícula-planeta. Finalmente, como o anel central é formado por uma grande quantidade de partículas da ordem de micron, o efeito do arrasto de Poynting-Robertson será também considerado. Agradecimentos: MAFG (99/11744-1) e SMGW (99/11965-8) agradecem a FAPESP pelo auxílio financeiro.

## **CAPTURA GRAVITACIONAL DOS SATÉLITES IRREGULARES DE URANO**

**E. Vieira Neto & O.C. Winter**

**(Grupo de Dinâmica Orbital e Planetologia - DMA - UNESP)**

Os satélites irregulares, ou exteriores, possuem essa classificação devido à suas características orbitais. Esses satélites possuem órbitas com excentricidades altas, o plano de suas órbitas apresenta grandes inclinações, e geralmente estão a grandes distâncias de seus planetas. É amplamente aceito que esses satélites foram capturados pelos seus planetas. Recentemente foram encontrados vários desses satélites em torno dos planetas gasosos. Porém, até a descoberta de Gladman et. al. (1998), se pensava que Urano não possuía nenhum satélite irregular. Para entender como esses satélites adquiriram órbitas em torno de planetas é utilizada a

captura gravitacional devido a perturbação de terceiro corpo. Esse mecanismo possui um efeito temporário, sendo necessário que ocorra um fenômeno dissipativo para que a captura se configure. O estudo do tempo em que a partícula fica nas proximidades do planeta durante o processo de captura gravitacional temporária é útil para entender em que circunstâncias as perturbações podem funcionar. A classificação dos tempos de captura para diversas inclinações mostrou uma região de estabilidade para órbitas retrógradas ( $i = 180^\circ$ ). Foi verificado por Murray e Holman (1999) que existe uma ressonância de três corpos na região de Urano. Testes feitos com as perturbações devido à Júpiter e Saturno mostram que a região de estabilidade, originária dos tempos de captura, continua existindo. Essa região de estabilidade não serve para explicar a captura gravitacional, mas em sua borda existem regiões com tempos longos e que levam a partícula para uma distância em que perturbações de curta distância, como a de arrasto em gás ou atrito por maré, possam efetivamente agir sobre a partícula. Neste trabalho esses resultados serão mostrados. Além disso, será discutido os efeitos das perturbações ocorridas devido à migração planetária e à variação de massas dos corpos principais para a existência dos satélites irregulares.

### **INFLUÊNCIA DO ARRASTO DE POYNTING-ROBERTSON NAS ÓRBITAS DE FERRADURA**

**S.M.Giuliatti Winter, O.C.Winter & A.H.F.Guimarães**

**(Grupo de Dinâmica Orbital e Planetologia/UNESP-Campus de Guaratinguetá)**

O modelo de confinamento de um anel planetário para satélites com razão de massa menor que  $10^{-9} m_{\text{planeta}}$  admite que a órbita de ferradura seja altamente simétrica para que possa ser estável mesmo quando a partícula está sob o efeito do arrasto de Poynting-Robertson (PR). Foi verificado que os pontos de equilíbrio Lagrangianos  $L_4$  e  $L_5$  são instáveis quando esse arrasto é incluído. No entanto o estudo dessa estabilidade, que considerou apenas o caso de órbitas heliocêntricas, é válido para órbitas com pequena amplitude de libração. Assim sendo, não pode ser generalizado para órbitas de grande amplitude, como é o caso das órbitas de ferradura. Neste trabalho estudamos o efeito devido ao arrasto de PR em órbitas de ferradura, em um sistema planetocêntrico. Visando analisar satélites de diferentes massas, três sistemas do tipo anel-satélite foram considerados: (a) anel central da Falha de Encke-Pan ( $10^{-11} m_{\text{planeta}}$ ), (b) anel F-Prometeu ( $10^{-9} m_{\text{planeta}}$ ) e (c) anel E-Mimas ( $10^{-8} m_{\text{planeta}}$ ), todos pertencentes ao sistema de anéis de Saturno. Nossos resultados mostraram que: (a) as partículas do anel central permanecem na órbita de ferradura, apesar do arrasto de PR, confirmando o modelo de confinamento. O desvio das órbitas de ferradura na presença desse arrasto depende do tamanho da partícula considerada. Esses resultados não se alteraram mesmo quando foi incluída a excentricidade do anel ( $\sim 10^{-4}$ ); (b) o caso limite em termos de razão de massa, anel F-Prometeu, mantém as características

do caso anterior e (c) para o caso anel E-Mimas, onde a razão de massa é maior do que a proposta no modelo de confinamento, a partícula continua localizada na região de ferradura, entretando há uma diminuição nas amplitudes de libração tanto radial quanto angular.



## A GALÁXIA E AS NUVENS DE MAGALHÃES

### EVOLUÇÃO QUÍMICA DO BOJO GALÁCTICO: OXIGÊNIO E FERRO

**Walter J. Maciel (IAG/USP)**

A relação entre oxigênio e ferro é uma das relações mais importantes no estudo da evolução química da Galáxia, em particular na forma de um diagrama entre  $[O/Fe]$  e a metalicidade  $[Fe/H]$ . Esses elementos têm origens diferentes, sendo produzidos principalmente pelas estrelas de grande massa, que explodem como supernovas de tipo II (O) ou por estrelas de massa intermediária, que dão origem a supernovas de tipo Ia, com escalas de tempo de evolução mais lentas (Fe). Algumas diferenças importantes têm sido observadas entre essa relação no caso do disco e do bojo galácticos, refletindo as diferentes escalas de tempo envolvidas nesses processos. Em trabalho realizado anteriormente (Bol. SAB Vol. 20, no. 1, 96, 2000, e também *New Astron. Rev.*, em impressão) foi considerado o caso do disco galáctico, em particular os vínculos impostos à relação  $[O/Fe] \times [Fe/H]$  pelos gradientes radiais de abundância observados no disco. No presente trabalho, é feita uma determinação da relação aplicável ao bojo. São utilizados objetos da região central da Galáxia, em particular nebulosas planetárias e estrelas gigantes. Uma das conclusões a que se pode chegar é que as escalas de tempo envolvidas na formação do bojo não são tão curtas como admitido por alguns modelos recentes de evolução química. (FAPESP/CNPq).

### DETECTANDO JANELAS DE BAIXA EXTINÇÃO NA DIREÇÃO DO BOJO GALÁCTICO COM O 2MASS

**Carlos M. Dutra (IAG/USP), Basilio X. Santiago & Eduardo Bica (IF-UFRGS)**

No presente trabalho construímos mapas de extinção  $A_K$  usando dados do "Two Micron All Sky Survey" (2MASS) dentro de  $1^\circ$  de duas regiões candidatas a janelas de baixa extinção (JBE): W0.2-2.1 ( $\bullet = 0.25^\circ$ ,  $b = -2.15^\circ$ ) e W359.4-3.1 ( $\bullet = 359.40^\circ$ ,  $b = -3.10^\circ$ ). Valores de extinção foram derivados através do ajuste do ramo superior de gigantes de estrelas em diagramas cor-magnitude  $K_s$ , (J- $K_s$ ) (de cada célula do mapa) com relação a um ramo superior de gigantes de referência. Os valores médios de extinção foram  $\langle A_K \rangle = 0.29 \pm 0.05$  e  $\langle A_K \rangle = 0.28 \pm 0.04$  para os

campos compreendendo as candidatas a JBEs W0.2-2.1 e W359.4-3.1, respectivamente. Comprovamos a existência das duas candidatas a JBEs nos mapas de extinção ambas definidas por um nível de contorno de  $A_K = 0.25$ . Na comparação destes mapas de extinção com aqueles derivados da emissão  $100 \mu\text{m}$  da poeira encontramos que embora a distribuição da extinção nos mapas seja semelhante, em valores absolutos a extinção derivada da emissão  $100 \mu\text{m}$  da poeira é um fator 1.44 maior que a obtida da fotometria J,K<sub>s</sub> do 2MASS. Tal discrepância é interpretada como devida a uma maior temperatura dos grãos de poeira na direção das JBEs do que a estimada, levando a um excesso de emissão em  $100 \mu\text{m}$ ; e/ou a problemas na calibração densidade de coluna de poeira - extinção. Estas janelas de baixa extinção constituem interessantes alvos para estudos no infravermelho das propriedades da população estelar do Bojo Galáctico.

## **DISTRIBUIÇÃO DE METALICIDADE EM TEMPOS PASSADOS**

**Helio J. Rocha-Pinto & Walter J. Maciel (IAG/USP)**

A distribuição de metalicidade de anãs de longa vida constitui um dos vínculos mais clássicos à evolução química da Galáxia. Porém, como tem sido considerada até hoje, a distribuição de metalicidade engloba os efeitos de inúmeros processos simultâneos (queda de gás no disco, variações na taxa de formação estelar, variação nos rendimentos químicos, entre outros), integrados ao longo de toda a história galáctica. O que hoje vemos é a soma destes processos. Poucos vínculos limitam a variação temporal destes parâmetros. Como resultado, vários modelos de comportamento bem diversos conseguem explicar a presente distribuição de metalicidade da vizinhança solar. Como escolher entre eles? Propomos um vínculo inovador, que pode ajudar nesta tarefa. A distribuição de metalicidade em épocas passadas pode ser construída, usando amostras de estrelas com idade e metalicidade conhecidas, bem como correções teóricas para levar em conta os desfalques da amostra, decorrentes da evolução estelar e do aquecimento do disco galáctico. Uma comparação com modelos mostra como este vínculo pode ser uma ferramenta poderosa no estudo da evolução química (FAPESP, CNPq).



## COSMOLOGIA

### THE APPARENT FRACTAL CONJECTURE

**Marcelo B. Ribeiro (Instituto de Física - Universidade do Brasil - UFRJ)**

This work presents an analysis of the smoothness problem in cosmology by focussing on the ambiguities originated in the simplifying hypotheses aimed at observationally verifying if the large-scale distribution of galaxies is homogeneous, and conjecturing that this distribution should follow a fractal pattern, in the sense of having a power-law type average density profile, in perturbed standard cosmologies. This is due to a geometrical effect, appearing when certain types of average densities are calculated along the past light cone. The study starts by reviewing the argument concerning the possibility that the galaxy distribution follows such a scale invariant pattern, and the premises behind the assumption that the spatial homogeneity of standard cosmology can be observable. Next, it is argued that in order to discuss observable homogeneity one needs to make a clear distinction between local and average relativistic densities, and showing how the different distance definitions strongly affect them, leading the various average densities to display asymptotically opposite behaviours. Then it is reviewed some of the author's previous results, showing that in a fully relativistic treatment some observational average densities of the flat Friedmann model are not well defined at  $z \sim 0.1$ , implying that at this range average densities behave in a fundamentally different manner as compared to the linearity of the Hubble law, well valid for  $z < 1$ . This conclusion brings into question the widespread assumption that relativistic corrections can always be neglected at low  $z$ . It is also shown how some key features of fractal cosmologies can be found in the Friedmann models. In view of those findings, it is suggested that the so-called contradiction between the cosmological principle, and the observed galaxy distribution forming an unlimited fractal structure, may not exist.

## A FUNÇÃO DE MASSA COSMOLÓGICA EM MODELOS DE COLAPSO NÃO ESFÉRICO

**Martín Makler** (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas),  
**Takeshi Kodama & Maurício Ortiz Calvão** (Instituto de Física - UFRJ)

A função de massa cosmológica fornece o número de aglomerados de matéria escura gravitacionalmente ligados, por unidade de volume. Esses aglomerados são associados aos halos proto-galácticos, e aos grupos e aglomerados de galáxias. Importantes vínculos sobre os modelos cosmológicos podem ser obtidos comparando estimativas teóricas da função de massa com os dados observacionais. A forma padrão utilizada para calcular a função de massa segue a dedução de Press-Schechter, que utiliza o modelo do colapso esférico para determinar se uma flutuação inicial colapsou, formando uma estrutura. Sabe-se, no entanto, que o cisalhamento tem um papel muito importante na evolução das perturbações, e que a grande maioria das flutuações evolui de forma muito diferente da prevista pelo modelo esférico. Neste trabalho, aplicamos duas aproximações semi-analíticas para o colapso não esférico no cálculo da função de massa. Comparamos os resultados obtidos com essas aproximações com a função de massa de Press-Schechter (PS) e com os resultados de simulações de N-corpos. Verificamos que, no limite de grandes massas, elas reproduzem bem os resultados de N-corpos, melhor que a função de massa de PS. Entretanto, essas aproximações superestimam a concentração de massas próxima do pico e subestimam o número de objetos de baixa massa. Ainda assim, a posição do pico da distribuição, nessas aproximações, está bem próximo das simulações, fornecendo uma estimativa melhor do que a função de PS. Vemos que é importante incluir os efeitos do colapso não esférico, mas ainda é necessário desenvolver melhores estimativas teóricas para função de massa, que possam reproduzir bem o resultado das simulações numéricas, podendo ser utilizados para a comparação com dados observacionais.

## DARK ENERGY AND THE EPOCH OF GALAXY FORMATION\*

**J. S. Alcaniz & J. A. S. Lima** (UFRN)

The influence of a dark component on the first epoch of galaxy formation is analysed by using the ages of the three oldest high-redshift galaxies known in the literature. Our results, based on a spatially flat accelerated Universe driven by a "quintessence" component ( $p_x = \omega \rho_x$ ), show that if the inferred ages of these objects are correct the first formation era is pushed back to extremely high redshifts. For the present best-fit quintessence model ( $\Omega_x = 0.7$ ,  $\omega < -0.6$ ), we find a lower bound of  $z_f \geq 7.7$ , whereas in the extreme case of  $\Lambda$  CDM model ( $\omega = -1$ ) the limit is slightly smaller ( $z_f \geq 5.8$ ). The case for open cold dark matter models (OCDM) has also been discussed. For  $\Omega_m \cong 0.3$ , the formation redshift is restricted by  $z_f \geq 18$ . As a general result, if  $\Omega_m \geq 0.37$ , these

galaxies are not formed in FRW cosmologies with no dark energy since for all these cases  $z_f \rightarrow \infty$ . \* ApJ, 550, L133 (2001).

### **PERTURBAÇÕES DE DENSIDADE EM UM UNIVERSO DOMINADO PELO GÁS DE CHAPLYGIN**

**J.C. Fabris, S.V.B. Gonçalves & P.E. de Souza**  
(Departamento de Física/Universidade Federal do Espírito Santo)

Estudamos a evolução das perturbações de densidade em um Universo dominado pelo gás de Chaplygin. O gás de Chaplygin é caracterizado por uma equação de estado do tipo  $p = -A/\rho$ , exibindo uma pressão negativa. Mostramos que o valor observado hoje para o contraste na densidade, em larga escala, pode ser obtido fixando a constante A. O fato de que a pressão é negativa só se torna relevante para valores da densidade próximos aos atuais. Ao contrário de outros fluidos com pressão negativa, o gás de Chaplygin não apresenta instabilidades no limite de pequenos comprimentos de ondas. Além disto, ele pode reproduzir, no limite assintótico, a equação de estado da constante cosmológica.

### **PODEMOS ESTAR VIVENDO NUM UNIVERSO HIPEBÓLICO COMPACTO?**

**Sandro Silva e Costa & Reuven Opher (IAG/USP)**

Estudos da radiação cósmica de fundo (RCF) concentram-se, em geral, em procurar determinar com boa precisão qual a geometria, ou curvatura, do universo, esquecendo-se de obter informações a respeito da possível topologia do universo, isto é, a respeito de sua finitude ou infinitude espacial. Preenchendo parcialmente esta lacuna, este trabalho amplia a abrangência de estudos feitos até agora apenas para topologias não-triviais de curvatura nula (tais como em Oliveira-Costa, A. *et al.* 1997), mostrando que uma análise dos dados já existentes da RCF em busca de sinais topológicos pode e deve ser feita também para a hipótese de um universo hiperbólico compacto. O resultado mais importante obtido diz respeito ao fato de que em um universo hiperbólico há diferenças importantes em relação ao caso *flat*, que permitem estabelecer limites inferiores aos até agora obtidos para o tamanho da célula básica do universo, mesmo que este tenha inflado a ponto de ter curvatura *quase* nula. Mostramos, assim, que uma análise dos dados da RCF, principalmente os que serão fornecidos pelos satélites Planck e MAP, podem definir o tamanho da célula básica e nossa posição nela (não necessariamente no centro).

## QUANTUM COSMOLOGY WITH PERFECT FLUID

**F. G. Alvarenga, J. C. Fabris (UFES),  
G. Monerat, N. A. Lemos (UFF)**

Quantum perfect fluid models for an arbitrary barotropic equation of state  $p=\alpha \rho$  are solved, using the Schutz's formalism. The Wheeler-DeWitt equation is solved and wavepackets are constructed. Then, using both the many world interpretation and ontological frameworks, the behaviour of the scale factor is determined. For any value of  $\alpha$  smaller than one, a singularity-free bouncing Universe is obtained. For  $\alpha=1$ , it is not possible to construct a quantum model due divergences in the wavefunction; for  $\alpha>1$ , there is an initial and final singularities: the bounce behaviour is inverted. The use of the ontological interpretation permits to verify explicitly that a repulsive force appears as the Universe approaches the singularity, leading to the bounce.

## SIMULAÇÕES DAS ANISOTROPIAS DA RADIAÇÃO CÓSMICA DE FUNDO PARA UM CAMPO DE FLUTUAÇÕES COM DISTRIBUIÇÃO MISTA

**A.P.A. Andrade<sup>1</sup>, C.A. Wuensche<sup>1</sup>, A.L.B. Ribeiro<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Divisão de Astrofísica - INPE

<sup>2</sup> Departamento de Matemática Aplicada - IMECC - Unicamp

O estudo de contribuições não gaussianas às anisotropias da Radiação Cósmica de Fundo (RCF) pode oferecer um importante teste para os modelos cosmológicos que descrevem a origem e a evolução das flutuações primordiais de densidade. O modelo de formação de estruturas atualmente aceito combina o processo de inflação com flutuações gaussianas adiabáticas, enquanto modelos alternativos considerando defeitos topológicos utilizam flutuações de isocurvatura, não gaussianas. Este trabalho apresenta os resultados obtidos a partir do estudo das anisotropias da RCF supondo um espectro de flutuações primordiais composto por uma distribuição mista de campos gaussiano e não gaussiano, do tipo:  $P(d) = a f_1(d) + (1-a) f_2(d)$ , onde  $f_1(d)$  representa o campo gaussiano de flutuações adiabáticas inflacionárias e  $f_2(d)$  representa um campo genérico de flutuações não gaussianas. Anisotropias da RCF são simuladas utilizando uma versão modificada do pacote de simulações cosmológicas, COSMICS, para o espectro inicial de flutuações de campo misto, supondo diferentes distorções no campo gaussiano, variando a função de distribuição  $f_2(d)$  e o parâmetro de deformação,  $a$ . São apresentados os espectros de potência da RCF calculados para o campo de distribuição mista e estimadas a amplitude média das flutuações de temperatura,  $(\Delta T/T)_{rms}$ , e a amplitude do termo de emissão em quadrupolo,  $(\Delta T/T)_{2Q}$ . Os resultados obtidos a partir das simulações são comparados com os valores obtidos pelo satélite COBE. Através deste estudo, espera-se estimar as funções de distribuição que melhor se ajustam às flutuações da temperatura observadas na Radiação Cósmica de Fundo para diferentes escalas angulares.



## INSTRUMENTAÇÃO

### O DETECTOR DE ONDAS GRAVITACIONAIS MARIO SCHENBERG: O ESTADO ATUAL DO PROJETO

**Odylio D. Aguiar (1), Luiz A. Andrade (1), César A. Costa (1), Lúcio Camargo Filho (3), José C. N. de Araujo (1), Anderson C. Fauth (3), Carlos Frajuca (5), Giorgio Frossati (7), Sérgio R. Furtado (1), Valéria S. Furtado (1), Nadja S. Magalhães (6), Rubens M. Marinho Jr. (4), Emílio S. Matos (1), Mara T. Meliani (1), José L. Melo (1), Oswaldo D. Miranda (1), Nei F. Oliveira Jr. (2), Edgard C. Rey Neto (1), Kilder L. Ribeiro (1), Karla B. M. Salles (1), Sergio T. de Souza (2), Walter F. Velloso Jr. (1)**

**(1) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - São José dos Campos - SP**

**(2) Universidade de São Paulo - São Paulo - SP**

**(3) Universidade de Campinas - Campinas - SP**

**(4) Instituto Tecnológico de Aeronáutica - São José dos Campos - SP**

**(5) Centro Federal de Ensino Tecnológico de São Paulo - São Paulo - SP**

**(6) Universidade Bandeirante de São Paulo - Osasco - SP**

**(7) Kamerlingh Onnes Laboratorium - Leiden University - Leiden - Holanda**

A primeira fase do Projeto Gráviton e a construção e operação do detector de ondas gravitacionais Mario Schenberg no Instituto de Física da Universidade de São Paulo. Planeja-se alcançar com este detector, que utiliza uma antena esférica, uma sensibilidade melhor que  $h = 10^{-21} \text{ Hz}^{-1/2}$  na banda de frequências  $(3.0 \pm 0.2) \text{ kHz}$ . Ele não só operará nessa faixa como um detector, mas também será um instrumento importante para, de forma fácil e econômica, testar novas tecnologias de detectores de ondas gravitacionais. Apresentamos aqui o estado atual do projeto.

### CORONÓGRAFO DE DISCO VARIÁVEL

**Pierre Bourget, Roberto Vieira Martins, Carlos Henrique Veiga**  
**(Observatório Nacional - Rio)**

O programa de observações astrométricas de satélites naturais que é desenvolvido no LNA desde 1982, vem sendo aperfeiçoado constantemente tanto nas técnicas observacionais como nas de redução. Estas observações visam a melhora na determinação de órbitas através do aperfeiçoamento de seus modelos dinâmicos e o estudo de alguns

problemas específicos como por exemplo, a distribuição de massas dos planetas. Em relação as observações, introduzimos em 1983, uma máscara na pupila do telescópio. Assim mudamos a figura de difração para circular e evitamos que os braços da cruz formada pela imagem saturada do planeta ocultasse as imagens dos satélites próximos. Com o advento do CCD tivemos de colocar uma máscara sobre a janela do CCD com o objetivo de ocultar a luz do planeta que saturava todo o CCD para poses relativamente curtas mas necessárias para a observação dos satélites mais fracos. Esta máscara apesar de ser muito eficiente apresenta dois inconvenientes. Primeiro, pelo fato de estar a uma certa distância da superfície sensível do CCD, ela dá origem a uma região de penumbra que impossibilita a observação de satélites muito próximos. O outro, está na impossibilidade de se variar o raio da máscara para otimizar o seu tamanho de forma que se possa levar em conta, o seeing no momento da observação e o raio aparente do planeta mas permita, ainda, a observação de satélites muito próximos. Com o objetivo de contornar estas limitações, P. Bourget concebeu, projetou e construiu o protótipo de um coronógrafo com disco de ocultação variável. Pela sua concepção ótica, o coronógrafo não apresenta o problema de penumbra. Seu disco, diferentemente dos coronógrafos existentes varia de forma contínua. Para tanto uma gota de mercúrio, colocada no plano focal do telescópio, comprimida entre duas superfícies planas de vidro (uma placa de vidro e uma lente de campo), varia seu diâmetro com a mudança da distância entre as duas superfícies. Como a gota de mercúrio pode ter menos de 0,1 mm de diâmetro, a coronografia pode ser feita inclusive para objetos pontuais quando o seeing for menor do que 1". O instrumento foi testado na luneta de 46 cm do ON, no refletor de 0.6 m (IAG) do LNA, no 1 m do Pic-du-Midi nos Pirineus franceses e finalmente no 1.6 m do LNA. Nos testes do 1.6 m do LNA foi possível observar diretamente o satélite Proteus de Netuno. Trata-se de um satélite de magnitude visual igual a 20.3, que estava a 3.5" do bordo do disco aparente do planeta, que por sua vez estava com magnitude 7.9. Em relação ao prosseguimento deste trabalho, estamos desenvolvendo atualmente um segundo protótipo, que além de corrigir alguns problemas do primeiro, principalmente ligados a dificuldade de operação, ainda deverá ter incorporado um sistema de tip-tilt que funcionará também com princípios de coronografia.

### **EUCALYPTUS, UM ESPECTRÓGRAFO DE CAMPO INTEGRAL (IFU) PARA O LNA**

**Antônio César de Oliveira (LNA), Jacques Lépine (IAG), Francisco Rodrigues (LNA), Bruno Vaz Castilho (LNA), Rodrigo Prates Campos (LNA) & Clemens Gneiding (LNA)**

Como parte da colaboração do Brasil na construção do telescópio SOAR o Brasil propôs e está construindo um espectrógrafo de campo integral (IFU, Integral Field Unit) para este telescópio. Com o intuito de testar a tecnologia de fibras óticas de 50•m de diâmetro foi proposta a construção de um espectrógrafo protótipo a ser instalado no LNA. Este instrumento foi construído por uma equipe formada por técnicos e pesquisadores do LNA e IAG/USP; baseados nos projetos do espectrógrafo SPIRAL, construído para o AAO. Os primeiros dados científicos deste

instrumento foram obtidos em fevereiro deste ano, confirmando a possibilidade do uso destas fibras, tanto pela sua eficiência, quanto pela estabilidade a torções e tensões causadas pelos movimentos do telescópio. Apresentamos as características do instrumento, os dados obtidos até o momento e discutimos as etapas seguintes de caracterização e automatização do mesmo para que este entre em operação para a comunidade científica a partir do próximo ano.

### **EXTRAÇÃO DE ESPECTROS SUPERPOSTOS NO PROTÓTIPO DO ESPECTRÓGRAFO IFU DO TELESCÓPIO SOAR**

**Antônio Kanaan (UFSC)**

Neste trabalho apresento os primeiros resultados de extração de espectros do protótipo do espectrógrafo IFU. Devido à proximidade das fibras na "fenda" do espectrógrafo o perfil de cada fibra superpõe-se ao perfil da fibra vizinha. Este efeito causa uma redução na resolução espacial do espectrógrafo, e também diminui a precisão da medida de brilho de fontes fracas vizinhas a fontes brilhantes devido à contaminação. Para contornar o problema é preciso: a) usar uma máscara móvel que permite a tomada de espectros de uma a cada cinco fibras (no plano da fenda) que elimina a contaminação de fibras por suas vizinhas; b) ajustar uma gaussiana a cada fibra para determinar o seu centro e sua largura; c) usando a informação obtida de centro e largura de cada fibra mascarada analisamos os espectros de objetos, neste caso ajustamos uma gaussiana a cada fibra com apenas um parâmetro livre, a amplitude da gaussiana (ou seja o brilho do objeto naquele comprimento de onda).

### **RÁDIO TELESCÓPIO DE PATRULHAMENTO SOLAR EM 12 GHZ**

**F. Utsumi, J.E.R. Costa**  
**(CRAAE-INPE/CRAAM - Universidade Presbiteriana Mackenzie)**

Os telescópios de patrulhamento solar são antenas com diâmetros entre 1 a 2 m e que operam em frequências entre 1 à 100 GHz. Em geral estas antenas não possuem resolução angular para a determinação do número e posição das regiões ativas presentes. A localização das explosões solares, que ocorrem nestas regiões, também não é determinada com estas resoluções típicas entre 1º e 3º, aproximadamente. O diâmetro angular do Sol é de aproximadamente 32 minutos de arco (~0.5º) e as regiões ativas, que são estruturas brilhantes (em rádio) no interior do disco, aparentam diâmetro angular menor ou da ordem de 4 minutos de arco. Implantamos três receptores comerciais operando em 12 GHz nos vértices de uma base triangular equilátera em um posicionador no Observatório do Itapetinga e avaliamos as condições de sinal (ganho, ruído e deslocamento) durante observações solares. A razão sinal/ruído e as condições de rastreamento obtidas demonstraram a completa viabilidade do projeto. Com os três receptores, vamos avaliar as respostas em potência de explosões

com diferentes visadas e transformar estas relações em posição. Apresentamos simulações numéricas que exemplificam os resultados esperados deste projeto. Este arranjo de antenas para a busca de melhor resolução angular na localização da fonte explosiva durante patrulhamento é inédito quanto à sua constituição e apresenta vantagens em relação aos sistemas de múltiplos alimentadores no foco de uma antena de outros projetos em operação. Esta pesquisa recebe apoio parcial da FAPESP. O CRAAE é um convênio entre Mackenzie, INPE, USP e Unicamp.

### **UM MONITOR E IMAGEADOR DE RAIOS-X NO ESPAÇO**

**João Braga, Flavio D'Amico (INPE), Rick Rothschild, Biff Heindl,  
Jim Matteson (CASS/UCSD), Ron Remillard (MIT)**

Nesse trabalho será apresentado o projeto de desenvolvimento de uma câmera imageadora de raios-X para um satélite de pequeno porte, no âmbito do novo programa de missões científicas do INPE. Esse projeto, denominado preliminarmente de MIRAX (Monitor e Imageador de Raios-X), foi selecionado para ser o principal instrumento de uma missão astrofísica, uma das três missões do programa aprovado pela área de Ciência Espacial do INPE. O telescópio de raios-X será constituído essencialmente de um conjunto de detectores de CdZnTe sensíveis à posição, de última geração, e de uma máscara codificada de tungstênio com elementos de 1,3mm de lado e 0,5mm de espessura, colocada a 78cm de distância do plano detector. Os detectores têm alta eficiência fotoelétrica até 200keV e possuem resolução espacial de 0,5mm, proporcionada pelo espaçamento de trilhas condutoras cruzadas. O conjunto será capaz de obter imagens e espectros na faixa de 10 a 200 keV, com 5 minutos de arco de resolução angular em um campo de visada de 14° x 14°, com sensibilidade de aproximadamente 4 mCrab/dia na faixa de 10 a 60-keV. Um instrumento desse tipo será capaz de contribuir de maneira significativa para o estudo de fontes de raios-X em dois aspectos principais: monitoramento longo de campos ricos e estudo de fontes transientes. Além disso, poderá se constituir num importante monitor de explosões de raios- $\gamma$  ("bursts") e fenômenos transientes em geral. O telescópio ficará apontado o maior tempo possível para a região do bojo Galáctico para realizar uma observação simultânea, contínua e profunda de um grande número de objetos dessa região, incluindo candidatos a buraco negro, pulsares de acréscimo, microquasares, novas de raios-X, "bursters" de raios-X, binárias-X de baixa massa em geral e núcleos ativos de galáxia obscurecidos. Sua boa resolução em energia (alguns keV) permitirá também a detecção de linhas nucleares de restos de supernovas. O satélite terá uma massa de aproximadamente 120 kg, com 50 kg de carga útil, estabilização de 3 eixos com precisão de 0,5° e restituição de atitude de 3'. A órbita será equatorial a 750 km de altitude, com duas estações de telemetria (uma em Natal, RN) e um sistema de telemetria na banda X (~Mbits/s).



## **PLASMAS, ALTAS ENERGIAS, RELATIVIDADE E GRAVITAÇÃO**

### **O TELESCÓPIO FOTOMÉTRICO DEDICADO A ASTROFÍSICA DE ALTAS ENERGIAS DO IAG/USP: IMPLEMENTAÇÃO E PRIMEIROS RESULTADOS**

**G. Medina Tanco, R. Teixeira, J. Raffaelli, C. Strauss, R. Maluhy Jr. , A.G.O.K.  
Martins, M.I. Veras Orselli, L. Cade, O. Onoue, N. L. Neres I.B. Godoi &  
J.E. Horvath**

Descrevemos neste trabalho a implantação, testes e resultados preliminares do telescópio Meade LX200 16" dedicado à procura de transitórios ópticos de interesse para a Astrofísica de Altas Energias. O instrumento instalado no OAM-Valinhos e operado remotamente conta com uma câmera CCD AP-10 de alta resolução espacial e tem como alvos preferenciais as emissões ópticas associadas aos gamma-ray bursts e eventos de microlensing gravitacional (especialmente perto do máximo da amplificação), além de contribuir para o estudo de vários tipos de estrelas variáveis. Apresentamos uma série de medidas de calibração, performance do conjunto e limites de fundo do céu; assim como imagens de campos de interesse e análise preliminar destes.

### **A INFLUÊNCIA DE GRÃOS DE POEIRA NO AMORTECIMENTO DE ONDAS ALFVÉN**

**D. A. Falceta-Gonçalves & V. Jatenco-Pereira (IAG/USP)**

Ondas Alfvén têm sido estudadas sistematicamente nas últimas décadas em diversos ambientes astrofísicos afim de explicar a aceleração e o aquecimento de jatos, ventos, coroas estelares, dentre outros. A transferência de energia da onda para o plasma pode ocorrer de diversas maneiras, dentre estas os mecanismos de amortecimento não-linear, ressonante superficial e turbulento, têm recebido maior atenção. Em meios de altas densidades e temperaturas relativamente baixas, como por exemplo atmosferas de supergigantes frias ( $T \approx 2000\text{K}$ ), grãos podem se condensar formando partículas de poeira massivas em relação aos íons do plasma. Estes grãos geram uma viscosidade cinemática no plasma, amortecendo a onda. A

influência dos grãos no amortecimento destas ondas foi desprezada em trabalhos anteriores de perda de massa estelar. Neste trabalho fazemos introduzimos os grãos na equação de dispersão da onda Alfvén a partir dos termos de viscosidade, obtendo como resultado um amortecimento local dessas ondas. Esse cálculo nos permitiu determinar a taxa de amortecimento da onda devido aos grãos. Neste trabalho apresentamos resultados de modelos de perda de massa em supergigantes frias, onde utilizamos um fluxo de ondas Alfvén como principal mecanismo de aceleração do vento. Comparamos os resultados obtidos considerando o amortecimento devido a grãos com os amortecimentos não-linear, ressonante e turbulento. Mostramos que na presença destes grãos a onda é mais amortecida quando comparada com os outros tipos de amortecimentos. Este súbito amortecimento causa uma diminuição da velocidade terminal do vento, e pode explicar os gradientes de temperatura nas regiões de transição das atmosferas estelares. As condições físicas para a condensação de grãos também são encontradas em outros sítios astrofísicos, fazendo assim, com que o amortecimento da onda devido à viscosidade seja também aplicável a outras regiões da galáxia, como por exemplo jatos, discos de acreção e nuvens interestelares.

**ESTUDOS ESPECTRAIS DE SCO X-1 COM O RXTE:  
EVIDÊNCIAS PARA A PRESENÇA DE CAUDAS EM RAIOS-X DUROS**

**Flavio D'Amico (INPE), William A. Heindl,  
Richard E. Rothschild & Duane Gruber (CASS/UCSD)**

Apresentam-se estudos espectrais de Sco X-1 obtidos com dados do satélite *RXTE*. Scorpius X-1, a primeira fonte de raios-X descoberta, é uma binária de raios-X de baixa massa, pertencente a sub-categoria das fontes do tipo Z. Nossos estudos revelam que a emissão de raios-X duros ( $E > 30$  keV) em Sco X-1 é altamente variável e que não há correlação entre a presença de uma cauda em raios-X duros e a posição da fonte em um diagrama cor  $\times$  cor, que é resultado da variação da taxa de acréscimo de Massa ( $\dot{M}$ ). Verificamos, porém, que parece existir uma correlação entre o índice espectral da componente não-térmica do espectro e a  $\dot{M}$ . Embora ainda não esteja claro quais sejam os mecanismos responsáveis pela presença da componente não-térmica no espectro de Sco X-1, nós especulamos que isto pode estar correlacionado com o brilho da componente térmica e que, uma vez observada, o índice espectral da componente não-térmica pode estar correlacionado com a temperatura da componente térmica. Nossos estudos mostram claramente que não é possível diferenciar-se entre um sistema binário contendo uma estrela de nêutrons ou um buraco negro unicamente pelo seu espectro em raios-X duros. Porém, nossos estudos corroboram a idéia de que a Luminosidade na faixa de 20-200 keV pode ser usada para se distinguir entre sistemas binários contendo estrelas de nêutrons ou buracos negros.

## O AQUECIMENTO ALFVÊNICO EM DISCOS E COLUNAS DE ACRESÇÃO DE ESTRELAS T TAURI CLÁSSICAS

**Maria Jaqueline Vasconcelos<sup>1</sup>, Vera Jatenco-Pereira<sup>2</sup> & Reuven Opher<sup>2</sup>**

**(1) DCET/UESC - Ilhéus - BA**

**(2) IAG/USP - São Paulo - SP**

Neste trabalho, apresentamos os resultados obtidos considerando o amortecimento de ondas Alfvén como fonte de aquecimento dos discos e colunas de gás (colunas de acreção) que circundam as estrelas T Tauri Clássicas (TTC). Ambos objetos necessitam de uma fonte adicional de aquecimento para explicar suas características observacionais. No caso dos discos de acreção em torno de estrelas jovens, para que o transporte de momento angular se dê via instabilidade magneto-rotacional é necessário que a taxa de ionização seja maior do que  $10^{-13}$ , valor impossível de ser obtido somente através do aquecimento viscoso ou do aquecimento pela irradiação da estrela central. Já para as colunas de acreção, síntese de linhas da série de Balmer requerem temperaturas da ordem de 8000 K, enquanto que os valores obtidos considerando-se vários mecanismos não são superiores a 6000 K. Mostramos que, para ambos os casos, o aquecimento gerado pelo amortecimento de ondas Alfvén (aquecimento Alfvênico) é capaz de aquecer significativamente o meio, elevando a temperatura ao patamar necessário para explicar as observações. Para os discos de acreção, foram considerados dois mecanismos de aquecimento (não-linear e turbulento). Foram calculados os comprimentos de amortecimento, taxas de aquecimento e os fluxos de energia gerada para os dois mecanismos e os resultados mostram que a temperatura final do sistema é elevada com o conseqüente aumento da taxa de ionização, principalmente quando o mecanismo em atuação é o turbulento. Para as colunas de acreção, foram considerados quatro mecanismos de amortecimento: não-linear, turbulento, viscoso-resistivo e colisional. Adotou-se o modelo de acreção magnetosférica de Hartmann *et al.* (1994), considerando duas situações para a geração das ondas Alfvén: na superfície estelar (devido ao choque entre a coluna de acreção e a superfície da estrela) e ao longo de toda a coluna (devido a instabilidades ou à variabilidade na taxa de acreção). Consideramos também diferentes valores para a frequência característica das ondas Alfvén, que varia de  $10^{-5} \Omega_i$  até  $0.1 \Omega_i$ , onde  $\Omega_i$  é a frequência íon-ciclotrônica. Os comprimentos de amortecimento mostram que as ondas são rápida e localmente amortecidas, exceto para a frequência mais baixa ( $10^{-5} \Omega_i$ ) nos mecanismos viscoso-resistivo e não-linear, que apresentam comprimentos de amortecimento da ordem do comprimento da coluna de acreção. Além disto, examinamos a condutividade térmica do tudo e encontramos que esta é muito baixa. Desta maneira, concluímos que somente as ondas de mais alta frequência geradas ao longo da coluna de acreção são capazes de aquecê-lo e explicar assim as temperaturas inferidas das observações. Já para as ondas de baixa frequência, são aquelas geradas na superfície da estrela que produzem o aquecimento requerido. Qualquer que seja a frequência, o grau de turbulência relacionado às ondas é calculado e se mostra baixo, indicando que a excitação das ondas não requer um alto grau de turbulência.

## **MÉTRICA DE VAIDYA N-DIMENSIONAL E CRITICIDADE NA FORMAÇÃO DE SINGULARIDADES NUAS**

**Jaime F. Villas da Rocha (DFT-UERJ)**

Fenômeno Crítico é uma área recente em Relatividade Geral, inaugurada por Choptuick em 1993. Discute basicamente o aparecimento de relações muito específicas no regime de formação de buracos negros a partir do processo de colapso gravitacional na região de condições iniciais muito próximas às da dispersão da matéria em colapso. Particularmente, as soluções críticas, na exata fronteira entre estas duas regiões, apresentam-se como singularidades nuas auto-similares. Existe a possibilidade, ainda não comprovada, da existência de outra classe de Fenômeno Crítico, a separar a formação de buracos negros da formação de singularidades nuas. Em qualquer caso, uma grande motivação astrofísica para sua discussão é a possibilidade de fornecer um viés observacional para a conjectura de censura cósmica, elaborada por Penrose em 1969, segundo a qual singularidades nuas ou não ocorrem ou não podem ser observadas. Por outro lado, já em 1986, B. Waugh e K. Lake, pesquisando uma representação completa da métrica de Vaidya - que pode ser utilizada para o estudo de um fluido de matéria que irradia enquanto colapsa - encontraram que um único parâmetro pode mapear inteiramente as condições iniciais que levam da formação de singularidades nuas a de buracos negros. Ao realizar a generalização N-dimensional do trabalho de Waugh e Lake, provo que somente os casos auto-similares são integráveis, que o valor crítico que separa a formação de buracos negros de singularidades nuas é dimensional-dependente e discuto estes resultados no contexto mais amplo de Fenômeno Crítico.

## **NEUTRINOS E OSCILAÇÕES MAGNÉTICAS DO SOL**

**Norma Reggiani (Instituto de Ciências Exatas - PUC/Campinas),  
Marcelo M. Guzzo, Pedro C. de Holanda (Instituto de Física Gleb Wataghin/UNICAMP)**

A teoria magnetohidrodinâmica nos permite analisar os modos magnéticos do Sol e uma das suas possíveis aplicações está na resolução do problema dos neutrinos solares. Este problema consiste na discrepância entre o número de neutrinos produzidos no Sol, segundo o Modelo Solar Padrão, e o número de neutrinos observados na Terra. Um modo de se explicar esta discrepância é supor que os neutrinos interajam com o campo magnético do Sol por meio de um momento magnético não nulo. Neste trabalho apresentamos o efeito de modos magnéticos localizados na propagação de neutrinos, para perturbações localizadas em diferentes posições, e para diversos valores de energia dos neutrinos. Analisamos também o efeito da variação de densidade de matéria no Sol e o efeito da ressonância paramétrica entre as perturbações magnéticas e as oscilações de neutrinos.



## MEIO INTERESTELAR

### REMANESCENTES DE SUPERNOVA IMPULSIONADOS POR MAGNETARES ASSOCIADOS

**Jorge E. Horvath & Marcelo P. Allen (IAG/USP)**

Alguns *Soft Gamma-ray Repeaters* (*SGRs*) e "Pulsares de Raios-x Anômalos" (*AXPs*), identificados como magnetares, estão tentativamente associados a Remanescentes de Supernova (*SNRs*), os quais mostram a presença de *plerions* (analogamente aos pulsares jovens), espectro síncrotron, e anomalias diversas. O campo magnético excepcionalmente intenso ( $B \sim 10^{14}$  G) dos magnetares pode causar uma evolução diferente do usual no *SNR* em que são formados (supondo que os magnetares tenham origem em explosões supernova, como os pulsares ordinários), porque a injeção da energia perdida pelo magnetar através do torque de dipolo magnético atinge  $10^{52}$  erg em algumas horas (a ser comparado com  $10^{51}$  erg típicos da energia cinética de uma supernova ordinária). Estudamos, através de simulações numéricas, a provável evolução das associações *SNR*-magnetar conhecidas. A aceleração providenciada pela injeção de energia durante a fase de expansão livre leva o raio do *SNR* a distâncias maiores, antes de se iniciar a fase Sedov-Taylor. Utilizando as características atuais desses *SNRs* e magnetares associados, investigamos algumas cenários possíveis, tentando limitar a massa da progenitora, a densidade do meio interestelar local, a idade dos objetos e a própria verossimilhança da associação.

### A COMPONENTE ALEATÓRIA DO CAMPO MAGNÉTICO DO MEIO INTERESTELAR

**Antonio Mário Magalhães, Rocio Melgarejo, Antonio Pereyra,  
Aline de Almeida Vidotto, Fernando Nascimento,  
Flaviane Benedito & Pedro Paulo Freitas de Souza (IAG/USP)**

Dentre os alvos do Survey de Polarização Interestelar, em andamento com o tel. de 60cm do IAG no LNA, está uma amostra selecionada de aglomerados abertos. A polarimetria óptica de estrelas pertencentes a aglomerados abertos é uma ferramenta importante, até agora vastamente sub-utilizada, para o estudo do

campo magnético do Meio Interestelar (MI). A polarização da luz de estrelas destes aglomerados frequentemente tem sua origem na poeira do MI difuso entre nós e o aglomerado. Estudando a função de correlação da polarização como função da separação angular das estrelas do aglomerado, podemos determinar o comprimento de de-correlação da componente aleatória do campo magnético do MI ao longo do trajeto. Ilustramos esta técnica com a determinação do limite superior desta importante micro-escala usando observações do aglomerado kappa Crucis.

### **ABUNDÂNCIAS QUÍMICAS DE NEBULOSAS PLANETÁRIAS DO BOJO GALÁCTICO**

**André V. Escudero & Roberto D.D. Costa (IAG/USP)**

O bojo galáctico é uma estrutura que tem sido estudada extensamente na última década. A maior parte dos trabalhos tem tido enfoque em observações de gigantes K e M. Em contrapartida, nestes objetos não é possível uma boa determinação de abundâncias de uma grande quantidade de elementos, principalmente os mais leves, como He, N e O. Já com as nebulosas planetárias, é possível a obtenção das abundâncias destes elementos com uma boa precisão, o que é de extrema importância para o estudo da formação e evolução do bojo e do disco. Neste trabalho, reportamos os resultados de um projeto de determinação de abundâncias químicas de uma amostra de nebulosas planetárias observadas num período de 3 anos. A amostra foi observada em parte no LNA/MCT e em parte no ESO/Chile, utilizando espectroscopia de fenda longa. Com os resultados, foi feita uma análise quantitativa da distribuição das abundâncias das planetárias no bojo galáctico. Com posse de uma quantidade de dados superior aos dos anos anteriores, foi possível fazer uma análise quantitativa mais representativa das abundâncias das nebulosas planetárias. Comparando com as do disco, verificamos que os intervalos dos valores das abundâncias são semelhantes. Além disto, obtemos indícios de um gradiente vertical de abundância no bojo, o que é compatível com observação de gigantes K estudadas em outros artigos. (FAPESP e CAPES).

### **MASERS NAS LINHAS DE RECOMBINAÇÃO DE ETA CARINAE**

**Zulema Abraham & Augusto Damineli (IAG/USP),  
Philippe Durouchoux (Saclay/França),  
Lars-Åke Nyman, Felipe McAuliffe (ESO/Chile)**

Eta Carinae é uma estrela variável rodeada por uma nuvem de gás e poeira que absorve uma grande parte de sua emissão óptica. Ela sofreu, nas últimas centenas de anos, vários eventos de ejeção de matéria e apresenta um período de

5.52 anos na largura equivalente das linhas de alta excitação, indicando variações periódicas na radiação ionizante. Variações na velocidade medida nas linhas ópticas sugerem também a presença de uma companheira. Em frequências de rádio a região apresenta um espectro de bremsstrahlung opticamente espesso, estendendo-se até comprimentos de onda milimétricos e sub-milimétricos. A densidade de fluxo, tanto no contínuo quanto nas linhas de recombinação mostra um comportamento periódico, similar ao observado em óptica. Neste trabalho apresentamos observações no contínuo de rádio e nas linhas de recombinação em diferentes comprimentos de onda milimétricos. Baseados nestas observações modelamos o fluxo ionizante, e a distribuição de temperatura, densidade eletrônica e velocidade ao longo de um disco em torno da estrela, e reproduzimos em detalhe, a partir da solução das equações de transferência radiativa em NLTE, a intensidade do contínuo e das linhas de recombinação, assim como o perfil das mesmas.

## **MODELO DA ESCALA DE ALTURA E ESTRUTURA DA GALÁXIA**

**Eduardo B. de Amôres & Jacques R. D. Lépine (IAG/USP)**

O presente trabalho tem por objetivo elaborar modelos que prevêm a escala de altura do gás e poeira interestelar e que descrevem a estrutura da Galáxia. No primeiro modelo, os perfis latitudinais obtidos para a escala de altura foram confrontados com os perfis das observações dos *surveys* de Columbia e Stony-Brook para o CO, de Berkeley e Parkes para o HI e do satélite IRAS na banda de 100  $\mu\text{m}$  para a poeira interestelar; desta forma é possível obter a variação das escalas de altura com o raio galactocêntrico, entre outras aplicações. Em um segundo modelo, ajustou-se os parâmetros dos braços espirais (raio interno, ângulo de inclinação, tamanho do braço e fase) de forma a reproduzir, os diagramas longitude-velocidade observados das regiões HII e do hidrogênio neutro e as direções tangenciais obtidas dos perfis longitudinais da intensidade integrada do CO e do fluxo em 100  $\mu\text{m}$ . O estudo dos perfis latitudinais da poeira (fluxo em 100  $\mu\text{m}$ ) nas regiões externas da Galáxia indica uma grande assimetria da distribuição da poeira em relação ao plano galáctico, bem distinta dos perfis obtidos para o primeiro e quarto quadrantes galáctico. A análise destes perfis constitui-se numa importante ferramenta para a identificação de grandes estruturas na Galáxia, como o observado em sua região interna, na qual vemos uma estrutura inclinada, neste caso argumentos geométricos permitem-nos inferir suas extremidades, o que corresponde às longitudes de  $-12^\circ$  e de  $18^\circ$ , o que representa um forte indício para a existência da barra.

## **SIMULAÇÕES NUMÉRICAS TRI-DIMENSIONAIS DE JATOS HERBIG-HARO EM PRESENÇA DE CAMPOS MAGNÉTICOS**

**Adriano H. Cerqueira(1) & Elisabete M. de Gouveia Dal Pino(2)**  
**(1) DCET/UESC - Ilhéus - BA; (2) IAG/USP - São Paulo - SP**

Embora de difícil detecção, acredita-se que campos magnéticos sejam fundamentais na produção e evolução dos jatos protoestelares. Sintetizamos neste trabalho o resultado de várias simulações numéricas tri-dimensionais (3-D) magneto-hidrodinâmicas (MHD), realizadas com o objetivo de estudar a evolução e estrutura desses jatos Herbig-Haro (HH), utilizando para tal um código baseado na técnica de SPH. Considerando-se condições físicas típicas para os mesmos, examinamos jatos com ejeção contínua e pulsante, sujeitos ao resfriamento radiativo. Mostramos que a inclusão de campos magnéticos aumenta a colimação do jato, particularmente nos modelos onde adotamos campos magnéticos helicoidais e toroidais. No caso de jatos estacionários, mostramos que o surgimento de choques internos oblíquos, via instabilidade Kelvin-Helmholtz (K-H) MHD, é inibido pela presença do resfriamento radiativo. Desta forma, instabilidades K-H MHD desempenham um papel menor na formação dos nós internos de emissão ao longo do feixe dos jatos HH, contrariamente ao que se havia previamente sugerido na literatura. Já as simulações de jatos pulsantes revelaram que os nós de emissão são naturalmente produzidos a partir da amplificação dos pulsos, os quais se transformam em estruturas de choque duplo. Mostramos também que a presença de diferentes tipos de topologias iniciais de campo magnético não introduzem efeitos relevantes sobre a morfologia geral dos jatos HH. Entretanto, a presença de campos magnéticos pode alterar significativamente a estrutura de emissão da cabeça e dos nós, quando comparada com cálculos puramente hidrodinâmicos, particularmente no caso de geometrias toroidais. Verificamos que a intensidade  $H\alpha$  no interior dos nós, pode ser de 4 a 5 vezes superior ao caso puramente hidrodinâmico (Cerqueira & de Gouveia Dal Pino 2001, ApJ, 550, L91). Encontramos também que a componente toroidal do campo magnético sofre amplificação máxima dentro dos nós, enquanto que a componente longitudinal é máxima na região do fluido *entre* os nós. Estas correlações podem ser úteis na interpretação de futuros mapas de polarização de jatos HH. Finalmente, mostramos a importância fundamental de se estudar todos esses fenômenos utilizando-se códigos 3-D, uma vez que algumas das estruturas previamente detectadas em simulações 2-D são profundamente modificadas em 3-D, ou até mesmo ausentes.



## MECÂNICA CELESTE

### ALGUMAS CONSEQÜÊNCIAS DAS RESSONÂNCIAS EM PHOBOS E TRITON

**Tadashi Yokoyama & Marcelo Roberto Manã (DEMAC-IGCE-UNESP/Rio Claro)**

Phobos e Triton são dois satélites que devido efeitos da Maré estão decaindo. Estima-se que o primeiro (satélite de Marte), tem um tempo de vida da ordem de  $3 \times 10^7$  de anos enquanto que o segundo (satélite de Netuno) teria ainda uma sobrevivência de  $3.6 \times 10^9$  anos. O que há de interessante na dinâmica destes satélites, é que durante o decaimento de seus semi-eixos, as freqüências do nodo e da longitude do pericentro passarão por vários valores e portanto cruzarão várias ressonâncias seculares que envolvem também a perturbação solar. Num trabalho anterior, estudamos esta dinâmica considerando o planeta em órbita circular. Aqui o faremos considerando não nula a excentricidade do planeta. A metodologia usada consiste em trabalhar com equações médias, onde agora podemos incluir perturbações seculares atuando no planeta. Importantes ressonâncias acabam surgindo principalmente para Phobos, pois a excentricidade de Marte não é desprezível ( $\approx 0.093$ ). Em particular é mostrada uma situação onde duas delas acabam se interagindo, ocasionando uma dupla ressonância. Também mostramos uma importante captura e sua evolução numa ressonância que traz uma significativa variação na inclinação de Phobos. Para Triton, mostramos que apesar de haver passagens por várias ressonâncias, capturas são quase impossíveis. No entanto, este satélite inevitavelmente entrará em várias ressonâncias orbitais com outros satélites mais internos, sendo o primeiro deles Proteus. Ao contrário das ressonâncias clássicas, estas se fazem com o perturbador em órbita retrógrada. Para valores do semi-eixo de Triton próximos da ressonância 3:2, Proteus é altamente excitado e sua órbita cruza a de outros satélites mais internos. Em conseqüência, toda a dinâmica futura destes satélites é influenciada.

## **APLICAÇÃO DO MAPA DE VARIÂNCIAS E DE DIFUSÃO ESTOCÁSTICA ÀS FAMÍLIAS DE ASTERÓIDES**

**Júlio César Klafke (IAG/USP) & Sylvio Ferraz-Mello (ON/MCT - IAG/USP)**

A idéia básica subjacente ao Mapa de Variâncias é que os elementos próprios das órbitas dos pequenos corpos, que deveriam ser ações constantes ao longo de intervalos de tempos muito longos, apresentam variações relacionadas com a difusão caótica. Para cada elemento de uma grade de condições iniciais, o procedimento numérico consiste em dividir o intervalo total da integração em subintervalos iguais onde se calculam os máximos da ação em cada um. Em seguida calcula-se uma medida de variância desses valores. Neste trabalho procuramos descrever possíveis rotas de difusão de asteróides pertencentes a algumas famílias de asteróides no interior do Cinturão Principal. Entre as 10 famílias estudadas, selecionamos a família de Eos para representar nesta oportunidade. Uma das razões para esta escolha está no fato dela ser uma família numerosa e pouco dispersa, atravessada pela ressonância 9:4 com Júpiter e circundada pelas ressonâncias 7:3 na parte interna e 2:1 na parte externa. A distribuição dos elementos próprios dos integrantes dessa família sugere uma dispersão em alta excentricidade e baixas inclinações em direção à 2:1. Nesta direção, seus asteróides atravessam ressonâncias de altíssimas ordens com Júpiter, como a 20:9, 11:5, 13:6 e 15:7, além de várias ressonâncias de três corpos (Asteróide-Júpiter-Saturno). Inicialmente integramos numericamente todos os asteróides numerados desta família, um total de 380 asteróides, e obtivemos as respectivas variâncias individuais. Segundo nosso modelo, essas variâncias correspondem a uma medida da dispersão dos elementos semi-eixo próprio, excentricidade própria e inclinação própria. Em seguida, aplicamos a simulação de Monte Carlo usando a distribuição normal nas três dimensões:  $a$ ,  $e$  e  $I$ . O resultado, convertido em um coeficiente de difusão único para o raio  $R = (L^2 + G^2 + H^2)^{1/2}$ , onde  $L$ ,  $G$  e  $H$  são os elementos (Ações) de Delaunay, mostra de maneira inequívoca a existência de uma rota de difusão dos asteróides desta família através de uma região de alta excentricidade e baixa inclinação em direção à ressonância 2:1 com Júpiter.

## **ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA RAZÃO DE MASSA PLANETA-SATÉLITE E SATÉLITE-SATÉLITE EM SISTEMAS COORBITAIS**

**Décio Cardozo Mourão, Othon Cabo Winter & Tadashi Yokoyama**  
(Grupo de Dinâmica Orbital & Planetologia - UNESP)

Em 1980, sobrevoando Saturno, a sonda Voyager 1 encontrou um par de satélites coorbitais, Jano (1980S1) e Epimeteu (1980S3), que apresentam uma evolução orbital peculiar em função de suas massas serem comparáveis. Eles descrevem, num sistema de coordenadas girantes, trajetórias onde o satélite de massa menor

(Epimeteu) perfaz um longo arco, envolvendo os pontos de equilíbrio Lagrangeanos,  $L_4$ ,  $L_3$  e  $L_5$  desenvolvendo uma órbita conhecida como ferradura. Jano, por sua vez, também descreve uma libração do mesmo tipo, porém de menor amplitude devido a sua massa ser maior que a de Epimeteu. Utilizando as equações do movimento realizamos integrações numéricas do problema de três corpos no caso não restrito, para as massas do sistema Saturno-Jano-Epimeteu e os seus respectivos semi-eixos orbitais médios, para diversas condições iniciais determinadas pela mínima aproximação entre os satélites. Realizamos um estudo analítico, do problema não restrito de três corpos, determinando os pontos de equilíbrio, sua estabilidade e sua evolução. Incluindo o caso quando a massa de um dos satélites tende a zero, de maneira que retomamos ao caso restrito. Esta etapa é complementada pela integração numérica das equações de movimento, na qual analisamos sistemas com casos distintos de razão de massa entre os satélites, no intuito de explorar a dependência desta razão de massa sobre os pontos de equilíbrio e outros parâmetros dinâmicos a partir da órbita separatriz girino-ferradura. Outro estudo que realizamos diz respeito à estabilidade deste sistema em relação à razão de massa planeta-satélite. Encontramos numericamente a mínima razão de massa planeta-satélite que permite a existência de um sistema coorbital para um determinado período de tempo de integração. Constatamos que esta razão de massa limite é influenciada pela mínima aproximação dos satélites. Este trabalho recebeu apoio da Fapesp e da Propp-Unesp.

### **ÓRBITAS PERIÓDICAS E QUASE-PERIÓDICAS NO PROBLEMA DE CAPTURA GRAVITACIONAL**

**Othon C. Winter & Ernesto Vieira Neto**  
(Grupo de Dinâmica Orbital e Planetologia/UNESP - Guaratinguetá)

O sistema dinâmico aqui considerado é o do problema restrito de três-corpos no caso em que a partícula inicialmente orbita ao redor do corpo central e ao passar próximo ao corpo secundário tem seu movimento alterado de modo a passar a orbitar ao redor deste corpo secundário por um certo tempo, quando então ele se distancia do corpo secundário a ponto de voltar a orbitar ao redor do corpo central. Este problema é denominado *problema de captura gravitacional*, o qual envolve uma captura gravitacional temporária da partícula pelo corpo secundário. Este é um problema relevante tanto para o estudo da origem de satélites planetários irregulares (satélites com alta excentricidade, alta inclinação e semi-eixo orbital maior que uma centena de raios do planeta), bem como, para o estudo de manobras orbitais de satélites artificiais ou sondas espaciais via gravidade assistida. Considerando o sistema Sol-Urano-partícula, Vieira Neto e Winter mapearam os tempos de captura para uma parte significativa do espaço de condições iniciais e detectaram regiões de aparente

estabilidade (tempos superiores a 100 mil anos). No intuito de entender a origem destes tipos de órbitas aparentemente estáveis realizamos estudos via superfície de seção de Poincaré para o caso plano (órbitas retrógradas) identificando uma família de órbitas periódicas (do tipo "f") e órbitas quase-periódicas ao redor destas. No caso fora do plano, onde a superfície de seção não se aplica, fizemos integrações numéricas obtendo apenas órbitas quase-periódicas tridimensionais ao redor das órbitas periódicas planas. Também realizamos estudos análogos para o caso do sistema Terra-Lua-partícula, onde encontramos um família de órbitas periódicas prógradas para o caso plano. Família esta que ainda não conseguimos identificar dentre as famílias de órbitas periódicas já catalogadas.

### **APLICAÇÃO DO SISTEMA GPS EM TRANSFERÊNCIAS COPLANARES PARA SATÉLITES ARTIFICIAIS**

**Ana Paula Marins Chiaradia, Antonio Fernando  
Bertachini de Almeida Prado & Hélio Koiti Kuga (INPE)**

O objetivo deste trabalho é pesquisar e utilizar um algoritmo existente na literatura que possa ser utilizado a bordo de um satélite artificial para calcular as manobras orbitais necessárias ao satélite. A busca inicial revelou três algoritmos candidatos em potencial, porém dois deles se mostraram inviáveis devido ao longo tempo de processamento envolvido. O algoritmo escolhido consegue ser executado em um tempo compatível com aplicações em tempo real e permite resolver o problema de transferências bi-impulsivas planas com variação dos elementos orbitais: semi-eixo maior, excentricidade e argumento do perigeu. Antes da manobra ser calculada, um algoritmo compacto e simplificado é usado para estimar a órbita em tempo real e a bordo usando medidas GPS. A órbita estimada é, então, considerada a órbita inicial da manobra e a órbita final é dada pelos objetivos da missão. O resultado final é a obtenção da manobra de menor consumo de combustível no intervalo de tempo considerado. Para resolver esse problema, é utilizado o Problema de Lambert com mínimo Delta-V, que é formulado como: deseja-se encontrar uma órbita kepleriana ao redor de um dado centro de força gravitacional que conecte dois pontos dados (o primeiro pertencente a uma órbita inicial e o segundo pertencente a uma órbita final) de forma que o consumo de combustível para a transferência entre esses dois pontos seja mínimo. Dois tipos de manobras são estudadas neste trabalho, uma variando o semi-eixo maior e a outra variando o semi-eixo maior e a excentricidade, simultaneamente. Os resultados obtidos estão de acordo com os esperados, pela comparação com manobras similares da literatura. As possibilidades de restrição de área onde a manobra é realizada e a controle de relação entre o tempo de processamento e a precisão da solução são duas razões para recomendar este método na aplicação proposta.

## **PERTURBAÇÕES ORBITAIS DE SATÉLITES ARTIFICIAIS DEVIDAS AO ARRASTO ATMOSFÉRICO**

**Rodolpho Vilhena de Moraes (DMA-FEG-UNESP),  
Gustavo Willrich Nicoletti (FEG-UNESP (bolsista PIBIC/CNPq))**

As principais perturbações no movimento orbital de um satélite artificial com órbitas abaixo de 700 km são o campo gravitacional da Terra e o arrasto atmosférico. Para prever tal movimento deve-se selecionar a representação matemática para tais forças e decidir qual técnica de solução é a conveniente para resolver as equações do movimento. Frequentemente a primeira questão limita as opções para a segunda e vice versa. O sistema de equações que descreve o movimento orbital de um satélite artificial considerando perturbações devidas ao arrasto atmosférico é não linear e no presente trabalho uma solução formal é proposta para resolvê-lo. Alguns modelos para descrever analiticamente o comportamento da densidade atmosférica são aqui apresentados comparativamente. Neste trabalho, através de simulações, é mostrado que, para algumas condições, o modelo termosférico TD-88, analítico, se aproxima bastante do CIRA (Cospar International Reference Atmosphere) largamente utilizado em centros espaciais. A diferenças de valores de densidade entre os modelos chegam a ser da ordem de 2%. Utilizando para a densidade o modelo TD-88, as equações do movimento foram aqui expressas em forma canônica estendida. Com o uso de solução formal, soluções analíticas para as perturbações de curto e longo período foram então obtidas. Como resultado, expressões analíticas para a variação temporal dos elementos orbitais, de forma explícita, são apresentadas neste trabalho. Os resultados obtidos foram aplicados, e também apresentados no trabalho, para o caso de satélites brasileiros. Como conclusão é mostrado que o modelo TD-88 é apropriado para ser utilizado em teorias analíticas envolvendo perturbações orbitais pelo arrasto atmosférico mas os valores obtidos dependem de incertezas do modelo.





## FÍSICA DO SOL

### **ASSOCIAÇÃO DE EJEÇÃO DE MASSA SOLAR CORONAL (CMES) COM PULSOS RÁPIDOS OBSERVADOS EM ONDAS SUBMILIMÉTRICAS**

**A. M. Melo, A. A. Pacini, P. Kaufmann, J.-P. Raulin, E. Correia,  
C. G. Gimenez de Castro, A. V. R. Silva (CRAAE/CRAAM/Universidade  
Presbiteriana Mackenzie - S. Paulo), M. Rovira, G. Stenborg (Instituto de  
Astronomia y Física del Espacio - Buenos Aires - Argentina),  
H. Levato, A. Marun (Complejo Astronomico El Leoncito - San Juan - Argentina)**

Apresentamos um estudo sobre a ocorrência de pulsos rápidos (100-300 ms) observados em ondas submilimétricas (212 e 405 GHz) em centros ativos solares e atividade coronal de grande escala. Uma grande explosão solar, de categoria GOES X1.1, ocorreu em 22 de março de 2000, produzindo duas ejeções de massa coronal (CMEs) detectadas pelo experimento LASCO no satélite SOHO e coronógrafo MICA instalado no observatório Oafa, El Leoncito. O principal evento foi associado a região ativa AR8910, porém outras regiões estiveram muito ativas no mesmo intervalo de tempo (17-20 UT). A região AR 8910 foi observada com o novo telescópio solar para ondas submilimétricas (SST) durante vários dias nos quais pulsos esporádicos eram detectados ocasionalmente. Um aumento dramático na taxa de ocorrência dos pulsos milimétricos ocorreu no dia 22 de março perto das 1730 UT quando o surgimento de novo e grande arco magnético na região foi medida no UV pelo experimento espacial TRACE. Foram calculadas as velocidades dos CMEs a partir das imagens sucessivas. Os tempos de suas origens junto a superfície do Sol apresentam uma surpreendente boa associação com o início dos dois maiores grupos de incidência de pulsos submilimétricos. Estes resultados preliminares trazem forte sugestão que os processos de aceleração dos CMEs podem se iniciar nas proximidades da superfície solar, havendo alguma conexão física com a taxa de ocorrência de pulsos submilimétricos, que podem ser devido a modulação rápida das emissões ou a produção discreta de energia na origem dos eventos. Este trabalho foi parcialmente apoiado pela FAPESP, CONICET (Argentina) e Instituto Max-Planck, Garching, Alemanha.

## **ESTUDO DA VARIAÇÃO CENTRO-LIMBO NA EMISSÃO RÁDIO DE EXPLOSÕES SOLARES**

**Adriana V. R. Silva & Marcelo M. Valente  
(CRAAM/CRAAE - Universidade Presbiteriana Mackenzie)**

Estudo estatístico da localização de explosões solares observadas em raio-X mostraram existir uma certa tendência das explosões mais energéticas estarem concentradas mais próximas ao limbo, enquanto que as explosões com emissão de menor energia apresentavam uma distribuição isotrópica. Como acredita-se que a emissão rádio é produzida pela mesma população de elétrons acelerados que produzem a emissão raio-X de altas energias, resolvemos estudar a distribuição das explosões solares emissoras de rádio. Um total de 499 explosões solares observadas pelo Observatório de Berna, nas frequências de 3.1, 5.2, 8.4, 11.8, 19.6, 35.0 e 50.0 GHz, foram analisadas. Como estas observações não têm resolução espacial, observações simultâneas em H-alfa forneceram a localização destas no disco solar. Para um total de 156 explosões foi possível ajustarmos o espectro destas pelo de emissão girossíncrotron. Os parâmetros espectrais como índice espectral, frequência de pico e fluxo de máximo espectral foram também estudados em busca de variação destes com a localização no disco solar. A variação destes parâmetros foi comparada com o resultado de simulações da variação da emissão girossíncrotron, já que este mecanismo de emissão é bastante dependente do ângulo entre a linha-de-visada e a direção do campo magnético. Os resultados da comparação são discutidos em detalhe, e embora a variação centro-limbo seja pequena, as observações concordam com os resultados da simulação somente se a maior parte da emissão rádio for proveniente do topo do arco magnético.

## **EXPLOSÕES SOLARES COM VARIAÇÕES RÁPIDAS EM FREQUÊNCIA**

**Francisco C. R. Fernandes, Hanumant S. Sawant (DAS-INPE),  
M. Bárta, H. Meszarosová, Marian Karlický (Ondrejov Observatory)**

Explosões solares decimétricas (1200-1700 MHz) apresentando rápidas variações em frequência foram registradas pelo Brazilian Solar Spectroscope durante um flare solar observado em 17 de agosto de 1999. Estas explosões foram confirmadas através de observações do Radioespetrógrafo do Observatório Ondrejov (Rep. Checa) (800-2000 MHz). As variações em frequência destas emissões foram analisadas por transformada de Fourier. O índice espectral determinado é da ordem de -2. Através da utilização de técnicas de "wavelet", as estruturas coerentes foram determinadas a partir das variações em frequência e os espectros modificados de Fourier obtidos com índices espectrais entre -1,53 e -1,71. Os valores obtidos indicam turbulência MHD, sugerindo que as emissões com rápidas variações em frequência são decorrentes de plasma turbulento. As larguras de banda em frequência estreitas indicam processos de ressonância.

Assim, foi proposto um modelo de emissão das explosões observadas, baseado no processo de dupla ressonância. Os espectros de emissão gerados pelo modelo são bastante semelhantes aos espectros das explosões observadas, sugerindo que explosões com variação em frequência podem ser explicadas pelo modelo proposto. Os resultados serão apresentados e discutidos.

### **RESPOSTA DA BAIXA IONOSFERA TERRESTRE A EXPLOSÕES SOLARES**

**P. Kaufmann, L.R. Piazza, J.H. Fernandez & M.R. da Silva  
(CRAAE/CRAAM - Universidade Presbiteriana Mackenzie)**

É bem conhecida a boa correlação entre a ocorrência de explosões solares e súbitas perturbações na baixa ionosfera terrestre (SIDs). Raios-X moles em excesso produzidos pelas explosões podem ser detectados com muita sensibilidade pela medida de súbitos avanços de fase (SPAs) de sinais de frequência muito baixa (VLF) propagando-se a longa distância. O presente estudo foi dirigido para análise de eventos solares não correlacionados com SIDs detectados em VLF. Foram selecionados todos os eventos solares de importância óptica maior do que 1 ocorridos nos anos de 1987-1989, durante o máximo anterior do ciclo solar. Os sinais de rádio-propagação de transmissores do sistema Omega em VLF foram obtidos por estações de rastreio no Rádio-Observatório do Itapetinga, Atibaia, SP, selecionando-se apenas períodos em que os trajetos de propagação estavam inteiramente iluminados pelo Sol. 499 eventos solares atenderam a estas condições, tendo-se encontrado que 91 (ou 18%) dos quais não causaram efeitos mensuráveis na baixa ionosfera terrestre. Inversamente, 100% dos SID medidos tiveram contrapartida em eventos solares, ópticos e em raios-X moles. Foi estabelecida que a dependência entre a incidência de SIDs e o ângulo zenital do Sol em relação ao ponto médio dos respectivos trajetos de propagação VLF é importante para ângulos maiores do que 70 graus. Foram reconfirmadas as correlações entre os avanços de fase medidos em VLF nestas condições e os raios-X moles medidos pelos satélites GOES, nas duas bandas, 0.5-4 e 1-8 Angstroms. Duas novas descobertas foram caracterizadas: (a) Existe nítido excesso de eventos solares sem efeitos na baixa ionosfera (32 ou 35% dos eventos sem SIDs) para explosões ocorridas no limbo do Sol (i.e., em longitudes heliográficas maiores do que 80 graus, sem preferência de limbo); (b) As temperaturas de plasma coronal sobre as regiões explosivas, derivadas dos fluxos nas duas bandas de raios-X medidas pelos satélites GOES, são quase a metade (i.e., 6-7 milhões de Kelvins) para os eventos que não causaram SIDs na baixa ionosfera. Uma possível interpretação sugere a existência de alguma direcionalidade nas emissões em raios-X moles solares. Estas pesquisas foram parcialmente apoiadas pela FAPESP e CNPq.





## ASTROMETRIA

### OBSERVAÇÕES DOS SATÉLITES DE SATURNO

**Roberto Vieira Martins & Carlos Henrique  
Veiga (Observatório Nacional - Rio),  
Alain Vienne, William Thuillhot, Jean-Eudes Arlot  
(Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Éphémérides - Paris)**

Dentro do programa de observações astrométricas de satélites naturais, que iniciamos em 1982 no LNA, o sistema de Saturno tem sido observado, sistematicamente. Entre 1982 e 1989, as observações foram feitas em placas fotográficas. Estes resultados já foram publicados. A partir de 1989, com a instalação dos detectores CCD, estas observações foram interrompidas pois a baixa magnitude de Saturno (-2) fazia com que o CCD ficasse totalmente saturado, mesmo para poses relativamente rápidas. Este problema foi solucionado em 1994, com a introdução de uma máscara, sobre a janela do CCD que obstruía a imagem do planeta. Estas observações tem permitido a obtenção de boas posições astrométricas dos principais satélites assim como dos satélites localizados nos pontos lagrangeanos de Tétis (Telesto e Calípsio) e Dione (Helene). Em particular, em 1995, quando das passagens da Terra pelo plano dos anéis e pelo plano da órbita de Saturno, uma grande campanha internacional foi feita com o objetivo de se obter posições precisas do satélites tanto por astrometria tradicional assim como por fotometria das eclipses e ocultações mútuas dos satélites. Nesta época uma grande quantidade de observações foi realizada no LNA. As observações astrométricas dos satélites de Saturno são necessárias para a melhora dos modelos dinâmicos e para a exploração alguns problemas específicos. Como exemplo, posições mais precisas de Mimas e Tétis são necessárias para uma boa determinação da excentricidade de Tétis, a qual tem uma grande influência na evolução da ressonância Mimas-Tétis. Neste trabalho apresentamos as técnicas utilizadas nas nossas observações e o resultado de 623 imagens CCD obtidas entre 1995 e 2000 além 6006 posições relativas, obtidas na época dos fenômenos mútuos. Apesar da utilização da máscara de ocultação, a luz espalhada de Saturno aumenta muito o número de contagens do fundo de céu, impedindo o aparecimento de estrelas de referência. Então foram desenvolvidas técnicas especiais de redução, para que a calibração astrométrica das imagens

fossem obtida pela posição relativa de alguns satélites de posição melhor conhecida mas permitindo obter posições independentes para o maior número possível de satélites. Como resultado obtivemos resíduos (O-C) de  $0",2$  para as observações fotográficas,  $0",1$  para as observações CCD e menores do que  $0",1$  para as observações feitas na época dos fenômenos mútuos. As posições teóricas foram obtidas da teoria TASS 1.7 e, para os satélites lagrangeanos do JPL.

### **NON PERIODIC VARIATIONS OF THE SOLAR DIAMETER**

**Eugenio R. Neto, Jucira L. Penna, Alexandre H. Andrei, Evgueni G. Jilinski,  
Victor A. D'Avila, Waldenio G. de Almeida  
(Observatorio Nacional/Brazil)**

Solar diameter variation results, covering the years 1998 to 2000, are presented. In the program, observations are taken in morning and afternoon sessions, each of them with about 16 independent measurements. The observations are made with a CCD Solar Astrolabe, thus timing the limbs crossing through a fixed zenith distance. The crossing is registered by 46 frames, to the precision of a tenth of milli second. The accuracy of a single measurement typically is 100mas. An instrumental correction was derived for drifts of the observational zenith distance. Likewise, an empirical correction describes variations on the observational conditions. Both types of corrections were found to be as small as a few mas. This indicates that the systematic errors are much smaller than random errors affecting the results. It is also to be noticed that the corrections have been obtained independently for the morning and afternoon sessions, giving similar coefficients. The series of results were obtained with three different criteria of relaxation for the points adjusting the solar limb. The results are correlated to better than 0.9. Finally, flat field corrections were obtained from sky pointing, solar pointing, and white screen pointing. The flat field correction was applied to 200 observations (evenly divided between morning and afternoon). The new values obtained show the standard deviation diminished by 20mas, without noticeable changing on the diameter variations. The resulting series reveals a large coherence for the morning and afternoon sessions. Non periodic variations can be asserted, spanning up to 1 year and with amplitude up to 100mas. A quasi-linear increasing of about 50mas is also present in the data. Periodic variations commensurable with the solar rotation and with the sunspot life characteristic time are also seen, but with amplitude one magnitude smaller. A departure from the figure of a regular disc at mid latitudes can be fitted with amplitude of a few mas.



## ENSINO E HISTÓRIA

### **ASTRONOMIA NO ENSINO DE FÍSICA: FENÔMENOS ASTRONÔMICOS NO ENSINO DA ÓTICA, ELETROMAGNETISMO E FÍSICA MODERNA**

**Jaime Augusto Hiller Mallmann, Tânia de Fátima Lavarda**  
(Departamento de Física - Estatística e Matemática/DeFEM - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ - Ijuí - RS)

Este trabalho está inserido em um projeto de pesquisa do Núcleo de Astronomia da Unijuí (NAU), apoiado pela FAPERGS, ora em andamento, denominado "A Astronomia como Eixo Orientador e Motivador de Conteúdos do Ensino Médio de Física. O objetivo principal é usar fenômenos astronômicos como eixo temático orientador e motivador para desenvolver conteúdos de Física. O presente estudo pretende mostrar o grande potencial desta abordagem como eficiente fonte de recursos pedagógicos no ensino da Física, em especial, no tratamento de tópicos relacionados às áreas da Ótica, Eletromagnetismo e Física Moderna. A metodologia adotada envolve uma intensa participação discente no processo ensino-aprendizagem, em sintonia com as tendências atuais de pensamento sobre o processo educativo, dando-se ênfase especial a observações de campo. Foi realizado um estudo detalhado de fenômenos de origem astronômica para desenvolver tópicos do ensino tradicional de Física que incluem: a) reflexão, refração e difração: estudo físico de fenômenos naturais observáveis – espectro solar; halos lunar e solar; coroas; parélios; pilares solares; luz cinzenta da Lua; b) espalhamento da luz: estudo e observação do fenômeno no céu azul e no pôr-do-Sol; física do crepúsculo; c) polarização: estudo e observação do fenômeno no céu azul, no espectro solar e em halos; d) curvatura dos raios de luz na atmosfera: estudo e observação do fenômeno do achatamento do disco solar e lunar no horizonte; cintilação estelar e planetária. Vários importantes tópicos tradicionalmente abordados pelos professores podem ser trabalhados em pesquisa de campo e auxiliar os professores em suas atividades de ensino. O uso da natureza como um eficiente laboratório experimental de Física revelou-se promissor para desenvolver conteúdos de Física relacionados às áreas da Ótica, Eletromagnetismo e Física Moderna. Apoio: FAPERGS.

## **ENSINANDO ASTRONOMIA SEGUNDO UMA PERSPECTIVA ANTROPOLÓGICA**

**Luiz Carlos Jafelice (UFRN)**

Argumentamos que o principal objetivo de cursos introdutórios de astronomia não deveria ser apenas o de prover educação científica (conforme normalmente pressuposto), e sim favorecer uma melhor ligação entre as culturas humanística e científica. Para tal propósito, sugerimos que assuntos como antropologia, etnologia e história das crenças humanas deveriam inspirar objetivos, conteúdos, metodologias e estilos de ensino ao longo de todo curso introdutório de astronomia. Não estamos apenas propondo outra maneira de lidar-se com o caráter naturalmente interdisciplinar da astronomia. Contrariamente ao que ocorre com a maioria dos assuntos científicos, o interesse das pessoas por questões astronômicas se deve a motivações que estão além de sua curiosidade intelectual ou necessidade de educação científica. A busca humana pelas origens e as conexões entre a origem da astronomia e aquela da consciência humana colocam o ensino de astronomia em um lugar especial, do ponto de vista educacional. Discutimos os procedimentos e abordagens metodológicas que adotamos para atingir nossos objetivos. As práticas desenvolvidas são tão diversas quanto, por exemplo, fazer instrumentos de pedra lascada, modelar utensílios em argila, dançar, encenar rituais, integrar o ensino de astronomia a aspectos culturais regionais, recuperar conhecimentos populares, redescobrir o céu diurno e noturno, usar o corpo para demonstrações de fenômenos astronômicos, construir materiais instrucionais, assistir sessões no Planetário Itinerante que coordenamos (com programas que desenhamos especialmente segundo a filosofia aqui exposta) etc.. Os resultados são muito estimulantes. Temos exercitado esse trabalho em ensino e divulgação de astronomia há vários anos, com diversos grupos de pessoas, no país e, em particular, no Rio Grande do Norte. Discutimos as reações das pessoas quando submetidas à abordagem que propomos e os resultados educacionais gerais obtidos. (PRONEX/FINEP; NUPA/USP).

## **FUNDAÇÃO PLANETÁRIO DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO: 30 ANOS DE DIVULGAÇÃO DE ASTRONOMIA**

**Santos-Júnior, J. M. & Bulgarelli, D. (Fundação Planetário)**

No dia 19 de novembro de 2000, o Planetário da Cidade do Rio de Janeiro completou 30 anos de existência. Sua história pode ser bem dividida em dois períodos distintos. De 1970 a 1998, suas atividades concentravam-se em sua única cúpula de projeção, a cúpula Galileu Galilei, com capacidade para 130 pessoas e que abriga um projetor Zeiss Spacemaster, ainda em funcionamento. Nesta cúpula e em seu entorno, várias atividades de caráter de divulgação e

ensino de Astronomia eram realizadas com sucesso. A partir de 1998, com o término das obras do Espaço Museu do Universo, uma nova cúpula com capacidade para 277 espectadores foi construída para receber um novo aparelho de planetário, um projetor Zeiss Universarium VIII, um dos mais modernos em operação. Em um prédio que integra vários espaços, como a Sala de Observação Solar, uma biblioteca especializada em Astronomia e a Sala de Cinema Contínuo, as atividades do Planetário do Rio de Janeiro se multiplicaram, atendendo à procura contínua de um público bastante diversificado. Apresentamos nesse trabalho um histórico e análises estatísticas das principais atividades desenvolvidas durante esses anos, que demonstraram a real necessidade de construção e ampliação desse centro de divulgação de Astronomia.



**PAINÉIS**

---

**SISTEMA SOLAR**

PAINEL 001

**DETERMINAÇÃO DO PERÍODO DE ROTAÇÃO  
DE PEQUENOS ASTERÓIDES: MAIS INDICAÇÕES DE  
UM PERÍODO MÉDIO COMUM****R. Almeida, C.A. Angeli, D. Lazzaro, R.D. Duffard (ON - Rio de Janeiro)**

Acredita-se que os asteróides representem uma população evoluída colisionalmente. O conhecimento das propriedades rotacionais de um número estatisticamente significativo de asteróides é, portanto, fundamental para uma melhor compreensão da extensão da evolução colisional ocorrida. Estas propriedades, embora bem conhecidas para os maiores asteróides, tem sido determinadas apenas para um número muito limitado de asteróides menores. Por este motivo, temos nos dedicado à determinação das propriedades rotacionais de um grande número de pequenos asteróides, com diâmetro inferior a 50km, através de observações fotométricas. As observações foram realizadas no OPD-LNA, utilizando o telescópio de 0.6m, e em Bosque Alegre (Argentina), utilizando o telescópio de 1.5m. Todas as observações foram obtidas usando cameras CCD e filtro V. As imagens foram reduzidas utilizando-se APPHOT, uma rotina do pacote IRAF, e calibradas através de métodos clássicos com imagens *bias* e *flat-field*. A calibração em fluxo foi obtida utilizando-se estrelas padrão Landolt. Por fim, as propriedades rotacionais dos asteróides foram obtidas através de ajustes de series de Fourier nas curvas de luz. Foram observados cerca de 60 asteróides e até o presente foi obtido o período de rotação para 19 destes (Angeli et al., AJ no prelo). A maioria dos dados referentes aos outros asteróides já foram reduzidos e no momento estão sendo analisados para a determinação do período. Espera-se obter o período de rotação para mais 20-25 asteróides enquanto para os demais mais observações serão necessárias. Resultados preliminares indicam que, na média, os asteróides menores tem um período de rotação similar à média dos asteróides grandes. Este resultado será discutido em relação aos vários cenários de evolução colisional do cinturão de asteróides.

PAINEL 002

### MODELAGEM DE ESPÉCIES QUÍMICAS NEUTRAS DE MULTIGERAÇÃO EM COMAS COMETÁRIAS

**M.V. Canaves (IAG/USP), A.A. de Almeida (IAG/USP),  
G.C. Sanzovo (IAG/USP - DF/UEL)**

Em um trabalho inicial (ver boletim da SAB, vol. 20, 2000), desenvolvemos uma química que continha apenas 22 reações de síntese (formação e destruição) com um total de 11 espécies moleculares ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CS}_2$ ,  $\text{OCS}$ ,  $\text{HS}$ ,  $\text{NS}$ ,  $\text{CS}$ ,  $\text{SO}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{S}_2$ ,  $\text{OH}$  e  $\text{C}_2\text{H}_4$ ) com o interesse de determinar abundâncias de moléculas progenitoras em relação à água nas comas internas dos Cometas Hyakutake (C/1996 B2) e Hale-Bopp (C/1995 O1). Neste modelo de estado estacionário ou independente do tempo, as abundâncias das espécies dependiam apenas do inverso do quadrado da distância cometocêntrica e do tempo de vida médio da espécie molecular no campo de radiação solar. Apresentamos aqui uma nova modelagem da fase-gás da coma interna do Cometa Hyakutake (C/1996 B2), onde descrevemos a evolução química e física do gás cometário com a sua dependência temporal através da variação das abundâncias de espécies moleculares neutras e iônicas. Uma estimativa da abundância da molécula sulfeto de nitrogênio NS (recém descoberta em cometas) é inferida através dessa química temporal, o que auxilia no estabelecimento definitivo da natureza deste radical através da identificação das possíveis fontes de NS distribuídas ao longo da coma cometária. Os parâmetros fundamentais do cometa usados neste modelo são: distância heliocêntrica  $r_h = 1$  UA, raio nuclear  $R_0 = 2,5$  km, albedo visível médio  $A_v = 0,04$ , emissividade infravermelha média  $\epsilon_{iv} = 0,96$ , profundidade óptica média  $\tau = 0,1$ , taxa de produção de gás total  $Q_0 = 2,92 \times 10^{29}$  moléculas  $\text{s}^{-1}$  e uma densidade numérica total  $N_0 = 2,2 \times 10^{13}$  moléculas  $\text{cm}^{-3}$ . O modelo envolveu um total de 235 espécies moleculares neutras e iônicas com 1290 reações químicas e fotoquímicas da fase-gás. A composição química inicial do núcleo em percentagens são: 81%  $\text{H}_2\text{O}$ , 13%  $\text{CO}$ , 1%  $\text{H}_2\text{CO}$ , 0,7%  $\text{CH}_4$ , 0,1%  $\text{HCN}$ , 0,8%  $\text{H}_2\text{S}$ , 0,1%  $\text{CS}_2$ , 0,5%  $\text{NH}_3$ , 0,8%  $\text{N}_2$  e 2%  $\text{CH}_3\text{OH}$ .

PAINEL 003

### DISTRIBUTION OF TAXONOMIES IN THE OUTER MAIN-BELT: RESULTS FROM THE SMALL SOLAR SYSTEM OBJECTS SPECTROSCOPIC SURVEY (S3OS2)

**J.M. Carvano, D. Lazzaro, T. Mothe-Diniz. (Observatório Nacional/Rio de Janeiro)**

It has been long known that there is a heliocentric gradient on the distribution of asteroid taxonomies on the Main Belt. The inner belt consists mainly of silicate-rich S-class asteroids; the intermediate region is dominated by the dark carbonaceous C-class and outer main belt and the Trojan region are dominated by the redder D-class, which are believed to be made of a mixture of ices, silicates and organic materials. It is widely accepted that this compositional gradient reflects the prevailing conditions during the late stages of asteroid formation, blurred by the continuous collisional and

dynamical evolution. In particular, the Hecuba gap at the 2:1 mean-motion resonance with Jupiter is located at the transition region between the C- and X+D- classes. At the left edge of the resonance there are mainly C-class asteroids, including the Themis and Veritas families. At the right of the resonance there is the Cybele group, with mixed composition and beyond, at the 3:2 and 1:1 resonances there are the Hilda and Trojan groups which consist mainly of X(P) and D class asteroids. In this work, we present an analysis of the distribution of taxonomies from 3 A.U. to the Trojan region, based on over 250 spectra obtained on the Small Solar System Objects Spectroscopic Survey (S3OS2). We confirm that there is a reddening trend with heliocentric distance for the D-, T-, X(P)-type asteroids. Our data also show that a correlation between spectral slope and diameter, previously found for Hilda and Trojan asteroids, is evident on asteroid spectra on the whole outer belt.

PAINEL 004

### **ESTUDO DE METEOROS USANDO O RADAR SKYMET DO INPE**

**Jorge Albuquerque de Souza Corrêa, José Williams Vilas Boas (DAS-INPE)  
Paulo Prado Batista, Barclay Robert Clemesha (DGE-INPE)**

O Radar Interferométrico do INPE (SKyMET) operando na frequência de 34,7 MHz, foi usado para monitorar a atividade de meteoros ao longo de 1999 e 2000. Esses dados foram analisados tendo como objetivo determinar a taxa de ocorrência de meteoros nos períodos correspondentes aos máximos das chuvas. Devido ao grande número dessas chuvas durante o ano, foi dada especial atenção às chuvas mais intensas, tais como Geminidas e Leonidas. Alguns parâmetros físicos dos meteoros, tais como fluxo de meteoros (~270 por hora no dia 18/nov/2000 às 6 horas local), distribuição em função da altura (~40 meteoros/km a 105 km de altitude no dia 18/nov/2000), distribuição de velocidade (velocidade média de 30 km/s) etc., foram determinados.

PAINEL 005

### **ESTABILIDADE A LONGO TERMO DO ANEL INTERNO DA LACUNA DE ENCKE**

**Dietmar William Foryta (Dpto Física/UFPr),  
Sílvia Maria Guiliatti-Winter (DMA/FEG/UNESP)**

A existência de estruturas radiais e/ou azimutais, em anéis planetários, razoavelmente bem definidas evidencia a presença de mecanismos físicos ativos, caso contrário estas estruturas desapareceriam rapidamente; as estruturas azimutais seriam apagadas pelo movimento diferencial das partes radiais dos anéis, e as estruturas radiais se espalhariam radialmente assim o anel perderia toda sua massa. Estando lá o anel interno da Lacuna de Encke, qual seria o mecanismo, ou os

mecanismos, que garantiriam sua existência? Próximo a este há o satélite Pan, e a despeito de possuir uma pequena massa, na ordem de  $10^{-12}$  do planeta Saturno, este está próximo o suficiente para que sua interação gravitacional seja intensa. Outro satélite que apresenta alguma interação ressonante próximo a posição radial do anel é Atlas, possuindo uma massa na ordem de  $10^{-10}$  da massa de Saturno. Todavia este está distante e sua influência não sobrepuja a de Pan. Devida a proximidade de Pan, a região está fortemente perturbada por este, apresentando superposição de diversas sendo que a largura das mesmas, em uma teoria linear, ultrapassa a distância entre estas. Na possível existência de uma excentricidade para Pan, a superposição de ressonâncias é ainda maior pois ressonâncias de tipos distintos interagem em ordens variadas: para Lindblad vertical 670:671, Lindblad horizontal 663:664 e corotação horizontal 663:664. Uma região tão caotizada pela superposição de ressonâncias não é vista como sendo incapaz de sustentar estruturas radiais, assim, tradicionalmente apela-se para agentes que não foram ainda localizados pelas sondas Voyagers 1 e 2". Entretanto as simulações numéricas efetuadas com um integrador já utilizado em outros estudos mostra que o satélite Pan é bem capaz de confinar partículas, mesmo com a influência do satélite Atlas, dispensando, neste caso, explicações do tipo "existem outros satélites não detetados". A dispersão de semi-eixos maiores, junto com a excentricidade induzida pela presença de Pan, produzem larguras do anel que não são incompatíveis pois são algo menores do que as observadas e por escalas de tempo da ordem de dezenas de milhares de anos.

PAINEL 006

### **FLUXO RADIAL DE MATERIAL ATRAVÉS DAS BORDAS DO ANEL A DE SATURNO**

**Dietmar William Foryta & Fabio Marcel Zanetti (Dpto Física/UFPr)**

Os mecanismos de origem de anéis planetários são usualmente (i) material de origem externa ao planeta que se rompe na região do anel formado, (ii) de material já lá presente que é rompido por um agente externo (e.g., meteoritos) ou por um agente interno (e.g., colisão entre objetos que são do local). A partir do estudo do anel interno da Lacuna de Encke, considera-se agora uma outra fonte de material para a formação de anéis planetários: outros anéis planetários. Para tanto estuda-se o caso na qual tem-se um satélite próximo à borda de um anel planetário e verifica-se qual a taxa de objetos que trafegam através da borda do anel. Verifica-se que a despeito do comportamento geral do satélite é a formação de uma borda mais definida para o anel próximo, o fluxo de matéria através da borda não é nula. Realmente dependendo da distância satélite-anel o fluxo é grande o suficiente para a produção de diversos anéis de pequena massa entre o satélite e o anel. Por extensão, pode-se ainda considerar que parte do material que transita através da borda possa se tornar coorbital do satélite, explicando também anéis coorbitais em alguns casos. Com isto pode-se concluir que quando introduz-se um satélite dentro de um anel planetário largo tem-

se a formação de uma lacuna que com o tempo crescerá. Durante esta fase diversos anéis planetários podem surgir na região da lacuna e mesmo com o passar do tempo, anéis subsidiários continuarão aparecendo até que a lacuna seja larga o suficiente para que sua borda se distancie da região caótica onde ocorre a superposição de ressonâncias.

PAINEL 007

### **COMPOSITIONAL DISTRIBUTION ON THE "LOW AND HIGH" MAIN BELT**

**Thais Mothé-Diniz, Jorge M.F. Carvano & Daniela Lazzaro**  
**(Observatório Nacional - Rio de Janeiro - Brasil)**

By the time of the solar system formation, asteroids in the main-belt had an initial gradient of composition. As time passed many dynamical processes like the effects of resonances, collisions, and capture of comets from outside the solar system may have changed this initial distribution of compositions. The difference in the compositional gradient, if any, will be more evident at regions of high eccentricity and/or inclination of the belt, what we call "High main belt", than in low eccentricity or inclination zones, hereby "Low main belt". In this work we analyse the compositional distribution of the asteroids at the High main belt and compare the results with the distributions for the whole belt. To do so, we use a debiased asteroid population of around 800 objects classified according to the Bus taxonomy. The objects belong to a CCD visible "Small Solar System Objects Spectroscopic Survey" (S3OS2) and their classification in taxonomic classes was done through a semi-automatic scheme as described by Bus (1999). In a later stage, we also use the 1189 SMASII (the second phase of the Small Main-belt Asteroid Spectroscopic Survey) objects for comparison with our data and we do the same analysis for both data sets together. Preliminary results indicate a greater mixing of compositional types as we go from the Low to the High Main Belt. In our study we discuss this trend in terms of the possible collisional and dynamical processes which may have caused such a distribution in these regions.

PAINEL 008

### **UM MODELO PARA A FRAGMENTAÇÃO DE UM ASTERÓIDE REACUMULADO**

**Paulo Fernando Penteadó (Observatório do Valongo/UFRJ),**  
**Takeshi Kodama (Instituto de Física/UFRJ),**  
**Daniela Lazzaro (Observatório Nacional/MCT)**

É observado no cinturão de asteróides que a distribuição das órbitas leva a altas velocidades relativas, o que implica, segundo vários estudos estatísticos, em grande parte dos asteróides ter uma chance significativa de ter sofrido uma colisão com

energia suficiente para provocar sua disrupção. Observa-se ainda a presença de várias famílias de asteróides (concentrações de asteróides consideradas de significância estatística), que têm como explicação padrão para a sua formação uma colisão, na qual os fragmentos do corpo "progenitor" receberam velocidade suficiente para escaparem da sua gravidade mútua, mas não para se dispersar. A verificação desta possibilidade tem sido feita apenas mineralogicamente, analisando a composição dos membros das famílias. Apesar de se acreditar que os processos colisionais sejam importantes para a evolução dinâmica e física dos asteróides, atualmente pouco se compreende destes processos. Um dos possíveis resultados de uma colisão seria a reaglomeração dos fragmentos devido à sua atração gravitacional mútua, formando um asteróide reacumulado (*rubble pile*). O trabalho aqui apresentado visa modelar o evento de um impacto em um corpo reacumulado, para permitir uma melhor compreensão dos processos que determinam a distribuição dos períodos de rotação dos asteróides (ainda inexplicada) e a formação de famílias. Modelamos o asteróide como um conjunto de fragmentos independentes, com a forma de elipsóides triaxiais de densidade gaussiana, sendo as únicas forças atuantes a gravidade e a força de contato entre os elipsóides. A partir do formalismo Lagrangeano, foram construídas as equações de movimento para a posição e a orientação de cada fragmento que são então integradas numericamente por código que desenvolvemos em FORTRAN. São apresentados os primeiros resultados obtidos, que têm validado o funcionamento do modelo e do software.

PAINEL 009

### **O COMETA 19P/BORRELLY E A MISSÃO ESPACIAL DEEP SPACE 1**

**G. C. Sanzovo (IAG/USP), A. A. de Almeida (IAG/USP) & R. M. Torres (UNIVALI)**

Magnitudes visuais observadas a partir do Cometa 19P/Borrelly em suas aparições de 1981, 1987 e 1994 foram convertidas em taxas de produção de água através do método fotométrico semi-empírico de magnitudes visuais, descrito em detalhes por de Almeida et al.(1997). As taxas de produção de água foram utilizadas para o cálculo das frações de área ativa, do raio nuclear mínimo e das taxas de produção (em massa) do gás. Além disso, tomando por base o modelo fotométrico clássico de Newburn & Spinrad (1987), nós analisamos os fluxos no contínuo, com comprimentos de onda ópticos, provenientes da coma desse cometa e obtivemos as dimensões efetivas, as taxas de produção (em massa) das partículas de poeira e as razões poeira-gás. As leis de potência obtidas para o gás e poeira, respectivamente, convergem de modo a sugerir que, se o Cometa 19P/Borrelly mantiver seu atual nível de atividade, essas taxas de produção poderão ser confrontadas com aquelas que serão obtidas através da Missão Espacial Deep Space 1.

PAINEL 010

**TAXAS DE PRODUÇÃO DE GÁS E POEIRA EM COMETAS PERIÓDICOS AO LONGO DAS DISTÂNCIAS HELIOCÊNTRICA E COMETOCÊNTRICA****Roberto M. Torres (CTTMar/UNIVALI), G. C. Sanzovo (DF/UDEL),  
Amaury A. de Almeida (IAG/USP)**

Neste trabalho, apresentamos os resultados conclusivos das observações espectrofotométricas, nas comas dos cometas 58P/Jackson-Neujmin, 67P/Churyumov-Gerasimenko, 81P/Wild 2 e 10P/Tempel 2, no intervalo de comprimento de onda  $\lambda\lambda 3500-8200$ , que foram realizadas com o telescópio óptico de 1,6 m do CNPq/Laboratório Nacional de Astrofísica, no LNA no período de 1995 a 1999. As emissões observadas devido às espécies CN, C<sub>3</sub>, C<sub>2</sub> e O(<sup>1</sup>D<sub>2</sub>) $\lambda 6300$ , foram analisadas e as taxas de produção determinadas. As taxas de produção de água, convertidas em gás, foram deduzidas a partir da linha de emissão do O(<sup>1</sup>D<sub>2</sub>) $\lambda 6300$  e comparadas com as respectivas taxas obtidas através do método fotométrico semi-empírico de magnitudes visuais. Os fluxos do contínuo ( $\lambda 4770$  e  $\lambda 5240$ ) obtidos, foram analisados juntamente com aqueles de vários outros autores e as taxas de produção de poeira, razões poeira-gás, dimensões efetivas e cores (relativas ao Sol) dos grãos de poeira, foram determinadas.

PAINEL 011

**EVENTOS DE DESCONEXÃO NA CAUDA DE PLASMA DO COMETA P/HALLEY****M.R. Voelzke & H.J. Fahr****Institut für Astrophysik und Extraterrestrische Forschung - Universität Bonn**

Observações cometárias e de vento solar são comparadas com o propósito de determinar-se as condições do vento solar associadas aos eventos de desconexão (DEs) observados em caudas de plasma cometárias. Os dados cometários são provenientes do *The International Halley Watch Atlas of Large-Scale Phenomena*. A análise visual sistemática das imagens do atlas revelou, entre outras estruturas morfológicas, 47 DEs ao longo da cauda de plasma do P/Halley. Estes 47 DEs registrados em 47 imagens distintas permitiram a descoberta de 19 origens de DEs, ou seja, o tempo em que as desconexões iniciaram foi calculado. Os dados do vento solar são provenientes de medidas feitas *in situ* pela sonda espacial IMP-8, as quais foram usadas para elaborar a variação da velocidade do vento solar, densidade e pressão dinâmica durante o intervalo analisado. O presente trabalho compara as atuais teorias conflitantes, baseadas nos mecanismos de formação, com o intuito de explicar o fenômeno cíclico dos DEs, ou seja, os efeitos de produção iônica, os efeitos de pressão e os efeitos de reconexão magnética são analisados. Para cada uma das 19 origens de DEs comparou-se a densidade com a respectiva velocidade do vento solar com o intuito de determinar-se uma possível correlação entre estas origens e

os efeitos de pressão dinâmica. Quando da ocorrência de 6 origens de DEs o IMP-8 não realizou medidas, nos outros 13 casos 10 origens (77%) mostraram uma anticorrelação entre velocidade e densidade e apenas 3 (23%) revelaram uma tendência similar entre velocidade e densidade. Portanto, a análise inicial demonstra uma fraca correlação entre as origens dos DEs e os efeitos de pressão.

PAINEL 012

### **CARACTERIZAÇÃO DO METEORITO URUAÇÚ, GO**

**M. E. Zucolotto (Museu Nacional/UFRJ)**

O meteorito de Uruaçu chegou ao Museu Nacional através do Sr. Wilton Carvalho (comerciante de meteoritos), para uma segunda análise, após a natureza meteorítica do mesmo ter sido negada pela Arizona State University, com base no não desenvolvimento da estrutura de Widmanstätten e na ausência de níquel em uma das fases. No Museu Nacional, uma amostra foi devidamente polida e atacada. Verificou-se a presença da estrutura de Widmanstätten, que embora irregular, é típica de meteorito octaedrito grosseiro. Nos exames sob microscópio metalográfico verificou-se a presença de fosfetos, carbetos e sulfetos, característica dos meteoritos do grupo IAB. Sob microscópio eletrônico, por EDS (energy-dispersive-spectrometry), verificou-se que a fase pobre em níquel era a camacita envolvente ao redor de algumas inclusões de fosfetos-carbetos. A análise química por INAA (instrumental-neutron-activation-analysis) realizada pelo Dr Wasson da UCLA confirmou que o meteorito se enquadrava perfeitamente com o grupo químico IAB, no entanto trouxe novas dúvidas quanto à procedência, uma vez que apresentou a composição muito próxima do meteorito argentino, Campo Del Cielo, amplamente comercializado. Numa viagem ao local do achado, verificou-se com os proprietários dos meteoritos, que quatro massas (29 Kg, 25,2 Kg, 18 Kg e 300 g) foram encontradas dispersas numa área cerca de 2 km<sup>2</sup>. Um estudo comparativo entre o Uruaçu e o Campo Del Cielo está sendo realizado. Apesar do Campo Del Cielo apresentar uma das maiores elipses de dispersão cerca 75 km, o Uruaçu foi encontrado a uma distância de cerca de 2000 km, o que torna uma queda pareada praticamente impossível. O transporte humano teria sido praticamente impossível, devido à distância e ao número de massas já encontradas. A possibilidade de fraude também foi eliminada devido à credibilidade das pessoas envolvidas. Célio Rezende, funcionário público e seu pai um fazendeiro tradicional acima de qualquer suspeita. A grande afinidade química entre estes meteoritos se deve a um possível relacionamento genético no mesmo corpo parental.



## MECÂNICA CELESTE

PAINEL 013

### ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA FUNÇÃO SOMBRA FÍSICA SOBRE A ATITUDE DE SATÉLITES ARTIFICIAIS

**Regina Elaine Santos Cabette, Maria Cecília Zanardi & Rodolpho Vilhena de Moraes**  
(UNESP - Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá Departamento de Matemática)

Neste trabalho é introduzido um modelo para a análise da função que descreve a influência da sombra da Terra sobre o movimento rotacional e translacional do satélite. O modelo apresenta um comportamento mais próximo do real. Alguns fatores físicos e geométricos são considerados no modelo matemático utilizado para descrever a função sombra, introduzida nas equações do movimento rotacional, permitindo analisar com detalhes a influência do torque de radiação solar na atitude do satélite. A análise é realizada durante toda a órbita do satélite, considerando-se a passagem deste por três regiões: sombra, penumbra e totalmente iluminada. A função física considera os seguintes efeitos: a difusão da luz devido à refração, à absorção atmosférica, à difusão da luz e ao efeito do ozônio. Na determinação da função sombra física é analisado o efeito da iluminação de entrada e saída dos raios solares na atmosfera da Terra. Para introduzir seu efeito no movimento rotacional do satélite, é considerado um valor médio para  $\psi_f$ . Os valores médios assumidos para  $\psi_f$  foram de  $10^{-8}$  para altitudes de 14 a 20 km e  $10^{-5}$  para a altitude de 50 km. Pode-se observar que com a inclusão da função sombra física  $\psi_f$ , os raios solares que cruzam a atmosfera terrestre são atenuados, fazendo com que diminua a influência do torque de pressão de radiação solar sobre o movimento rotacional. A magnitude observada para a influência do torque de pressão de radiação solar com a inclusão da função sombra física nas equações do movimento no instante da primeira passagem pela penumbra é da ordem de  $\approx 10^{-14}$  para  $\psi_f=10^{-5}$  e  $\approx 10^{-18}$  para  $\psi_f=10^{-8}$ . Enquanto que somente com a inclusão da função sombra geométrica ( $\psi_f=1$ ) é da ordem de  $10^{-12}$  a  $10^{-8}$ .

PAINEL 014

**RESSONÂNCIAS DE PRIMEIRA ORDEM EM SISTEMAS PLANETÁRIOS**

**Nelson Callegari Jr. & Tatiana A. Michtchenko (IAG/USP),**  
**S. Ferraz-Mello (IAG/USP-ON/MCT)**

São conhecidos vários exemplos de sistemas de satélites naturais e planetários que se encontram em configurações orbitais próximas de ressonâncias de movimentos médios. Sabe-se que ressonâncias desse tipo são importantes na evolução dinâmica desses sistemas, podendo ser responsáveis tanto por movimentos regulares como pelo surgimento de caos. Neste trabalho estamos investigando a dinâmica do par Urano-Netuno e dos planetas B e C do pulsar PSR B1257+12, ambos próximos de ressonâncias de primeira ordem. Numa primeira abordagem, a estabilidade desses sistemas está sendo estudada no âmbito de um modelo analítico simplificado do problema, o qual é representado por uma hamiltoniana com dois graus de liberdade e que possui dois parâmetros livres, a energia ( $H$ ) e o parâmetro  $\delta$ . Este último permite situar os planetas em várias regiões do espaço de fase, permitindo estudar a dinâmica em várias configurações diferentes da ressonância exata. Mostramos aqui alguns resultados preliminares acerca dos principais regimes de movimento dos dois sistemas em questão, os quais foram obtidos a partir do estudo da topologia da hamiltoniana do modelo no plano representativo de condições iniciais. Tais regimes são mostrados no plano paramétrico ( $H, \delta$ ). Este projeto é financiado pela Fapesp (Proc. 98/13593-8).

PAINEL 015

**ALGUNS ASPECTOS DA DINÂMICA  
SECULAR DE SATÉLITES EXTERIORES**

**Gesiane de Salles Cardin & Tadashi Yokoyama (DEMAC-IGCE-UNESP/Rio Claro)**

Os satélites exteriores de Júpiter são conhecidos há muito tempo. O movimento deles é apontado como sendo extremamente complexo e devido à forte perturbação solar, fogem muito das conhecidas órbitas keplerianas. Pouco ainda se sabe sobre a estabilidade e evolução destes corpos. Recentemente foram descobertos vários outros satélites exteriores de Urano. A exemplo dos de Júpiter, uma característica marcante nesses objetos é que eles são altamente excêntricos como também muito inclinados. No presente trabalho, estamos interessados na dinâmica de longo período destes corpos, e para tanto fazemos um estudo através das equações médias. Usamos um plano arbitrário de referência o que permite introduzir as perturbações planetárias para o planeta hospedeiro. No caso presente implantamos a média estendida de

Schubart e nele introduzimos a teoria secular de Laskar. Nesta técnica não há restrições quanto a excentricidade, nem quanto à inclinação. Em princípio, para tempos correspondentes ao período da longitude do perihélio de Jupiter, tais satélites apresentam-se extremamente estáveis. Com o uso das equações médias mostramos a possibilidade de existência de libração das longitudes dos perihélios para órbitas retrógradas. Por outro lado, adotando inicialmente um modelo simples: Planeta-Satélite-Sol, estudamos o problema da variação de massa de Júpiter em diferentes escalas de tempo, integrando as equações exatas do movimento. Mostramos que há vários casos em que ocorre captura nestas ressonâncias seculares de longitudes dos perihélios, bem como escapes. O nosso modelo de variação de massa é admitido isotrópico e por enquanto estamos usando uma lei linear. Por ora, situações de captura nestas ressonâncias não nos permitem afirmar que isso representa maior estabilidade para os satélites mais excêntricos. Também são mostrados alguns casos de captura temporária (orbital) do satélite devido à variação de massa. Alguns satélites de Urano também são estudados.

PAINEL 016

### **A DINÂMICA DE UMA NUVEM DE PARTÍCULAS AO REDOR DA TERRA SUJEITA AO ARRASTO DE POYNTING-ROBERTSON**

**Cláudia Celeste Celestino<sup>1</sup>, Othon Cabo Winter<sup>2</sup>, Antônio Bertachini Prado<sup>3</sup>**

<sup>1,3</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE - DMC

<sup>2</sup>Grupo de Dinâmica Orbital e Planetologia - DMA-FEG-UNESP

Com o avanço da tecnologia espacial a exploração e a utilização do ambiente de satélites tornou-se relevante. Portanto, o conhecimento do fluxo e da dinâmica de partículas de meteoróides e restos orbitais que possam afetar o sucesso das missões espaciais é um assunto em aberto e de extrema importância. Prova disto é que em março deste ano centenas de cientistas se reuniram em uma conferência na cidade de Darmstadt/Alemanha, para discutir o problema dos restos orbitais. O grupo apontou que existem cerca de 8.500 objetos criados pelo homem orbitando a Terra. Sendo que apenas 600 destes objetos estariam sob controle. Ao levar em conta as partículas menores este número pode chegar a 150.000. A importância do estudo da dinâmica deste fluxo de partículas é que ao se considerar pequenas partículas, da ordem de micrometros, estas são de difícil detecção e acompanhamento para fins de que se evite a colisão e, desta forma, danificar ou comprometer uma missão espacial. Sabemos que as partículas de meteoróides e restos orbitais estão sujeitas a diversos efeitos perturbativos. Como exemplo, podemos citar a perturbação devido a pressão de radiação, o arrasto atmosférico e a reemissão térmica. Para partículas abaixo de 800 km de altitude o arrasto atmosférico é o principal agente perturbador provocando uma aceleração no decaimento orbital da partícula. Acima desta altitude outros efeitos passam a ser mais relevantes. Em particular, ao se considerar a reemissão térmica, temos que um efeito dissipativo atuante na partícula é o arrasto de Poynting-Robertson. Para uma partícula planetocêntrica temos que seu tempo de

decaimento é dado por  $\tau_{P-R} = 530d^2 / \beta$  . anos, em que  $d$  é a distância Sol-Planeta em U.A. e  $\beta$  é o coeficiente adimensional dependente da densidade e do raio da partícula. O interesse desse trabalho não é a dinâmica de uma partícula isoladamente, mas sim seu efeito em caráter coletivo, isto é, a dinâmica de uma nuvem de partículas, assumindo-se que não existe interação entre as partículas. Através de simulações numéricas, nesse trabalho será apresentada a dinâmica de uma nuvem de partículas, isto é, do fluxo de partículas com densidade na ordem de  $1 \text{ g/cm}^3$  ou menor, e altitudes entre 800 km e 36.000 km (satélites geoestacionários), sob o efeito perturbativo do arrasto de Poynting-Robertson.

PAINEL 017

### MANOBRAS ORBITAIS DE RENDEZVOUS PARA ÓRBITAS DO TIPO HALO

**Annelisie Aiex Corrêa (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais),  
Antônio Fernando Bertachini de Almeida Prado  
(Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais),  
Teresinha de Jesus Stuchi (Instituto de Física - UFRJ)**

No problema restrito circular de três corpos considera-se o movimento de uma partícula de massa negligenciável sob a ação gravitacional de dois corpos que se movem em órbita kepleriana não perturbada ao redor do centro de massa do sistema. No modelo estudado foi considerado o sistema Terra-Lua cujo corpo de massa desprezível é um satélite artificial. Dentro deste modelo existem cinco pontos de equilíbrio conhecidos como pontos lagrangianos, sendo três colineares, instáveis do tipo sela, e dois triangulares, estáveis do tipo centro. As órbitas periódicas tridimensionais ao redor dos pontos de equilíbrio colineares,  $L_1$ ,  $L_2$  e  $L_3$ , são conhecidas como órbitas do tipo Halo. As órbitas referentes ao ponto  $L_1$  podem ser utilizadas como órbitas de estacionamento para missões lunares, e as referentes ao ponto  $L_2$  podem ser utilizadas para a observação da Terra e da Lua simultaneamente. Neste trabalho visa-se determinar manobras orbitais para um veículo em órbita ao redor da Terra encontrar-se com outro veículo que está em uma órbita do tipo Halo, tal manobra é conhecida como manobra de *rendezvous*. Para isto é necessário que o instante de chegada dos dois veículos em um ponto pré-determinado no espaço seja o mesmo. O veículo a ser transferido chama-se *interceptor* e o veículo a ser interceptado chama-se *alvo*. A transferência orbital do veículo interceptor até o ponto desejado na órbita halo dentro de um intervalo de tempo fixo é realizada utilizando-se o método de Lambert, ou seja, dados os vetores de estado nos instantes inicial e final, busca-se uma trajetória dentro da dinâmica do problema que une estes dois pontos satisfazendo o vínculo temporal do problema. Com a aplicação deste método para uma manobra de *rendezvous* estima-se o consumo total, a duração da manobra e a sua viabilização para fins práticos.

### VARIAÇÃO DO PARÂMETRO DE MASSA NAS FAMÍLIAS DE ÓRBITAS HALO

**Gislaine de Felipe<sup>1</sup>, Cristian Beauge<sup>2</sup>, Antonio Fernando Bertachini de Almeida Prado<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE - São José dos Campos - SP

<sup>2</sup>Universidad de Córdoba - Córdoba - Argentina

Famílias de órbitas HALO são órbitas periódicas tridimensionais que existem ao redor dos três pontos colineares, dentre os cinco pontos de equilíbrio denominados Lagrangeanos existentes no problema restrito circular de três corpos ( $M_1$ ,  $M_2$  e  $M_3$ ). Considerando  $M_1$  e  $M_2$  um sistema formado por duas massas finitas e  $M_3$  um ponto de massa desprezível que orbita em torno dos outros dois corpos. Assume-se que apenas forças gravitacionais atuam no sistema; que a órbita de  $M_1$  e  $M_2$  em torno do centro de massa sejam circulares e que  $M_3$  se mova em todo espaço. Mesmo sendo de caráter instável, a vizinhança de cada um desses três pontos fornece um local excelente para a colocação de um satélite de observação astronômica. O objetivo do presente trabalho é a determinação de famílias de órbitas periódicas tipo Halo para diversos sistemas de primários. No momento, toda a literatura existente concentra atenção nos sistemas Terra-Lua e Sol-Terra, devido a aplicações mais imediatas. Sendo assim, esse trabalho define um sistema de primários através do parâmetro gravitacional  $\mu$  (razão das massas dos dois primários) e determina órbitas Halo para sistemas com diversos valores desse parâmetro. Essa generalização é um aspecto novo na literatura e se constitui no principal diferencial em relação a comunicação apresentada em 2000, que se concentrava apenas nos sistemas Terra-Lua e Sol-Terra. Aplicações interessantes aparecem nos sistemas Sol-Júpiter e Sol-Saturno. Para determinarmos as órbitas do tipo Halo, devemos encontrar uma aproximação analítica para a família de órbitas periódicas através do Método de Lindstedt-Poincaré que permite a obtenção de uma solução, em forma de séries, ate ordem muito alta. Como órbita de referência usamos a solução linear.

### REGIÕES ESTÁVEIS PARA A EXISTÊNCIA DE SATÉLITES DE PLANETAS EXCÊNTRICOS. INVESTIGAÇÃO PRELIMINAR

**Rita de Cássia Domingos<sup>1</sup>, Othon C. Winter<sup>2</sup>, Tadashi Yokoyama<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE - DMC

<sup>2</sup>Grupo de Dinâmica Orbital e Planetologia/UNESP - Guaratinguetá

<sup>3</sup>DEMAC - IGCE -UNESP - Rio Claro

No sistema solar os planetas possuem órbitas quase circulares, com exceção de Mercúrio e Plutão cujas excentricidades são aproximadamente 0.21 e 0.25, respectivamente. Mercúrio não possui satélites e Plutão faz parte de um sistema binário, Plutão-Charonte, localizado a mais de 30 U.A. do Sol. A descoberta de

planetas orbitando estrelas diferentes do Sol, depois de séculos de especulações, deu início a uma nova era na astronomia. De um modo geral estes planetas apresentam órbitas quase circulares ou de elevada excentricidade ( $0.0 \leq e < 0.9$ ), com semi-eixos orbitais por volta de  $0.04 < a < 3.5$  U.A. e massas da ordem da massa de Júpiter, o que em muito difere do sistema solar. Em função das características dos sistemas planetários detectados, é natural se questionar sobre a possível existência de satélites nestes contextos. O objetivo deste trabalho é analisar e obter as possíveis regiões estáveis para a existência de satélites dos planetas extra-solares. A abordagem deste estudo é a de simulações numéricas, considerando o modelo do problema plano restrito de três corpos, estrela-planeta-satélite. Neste trabalho são considerados os casos para um número representativo de planetas extra-solares detectados. Os hipotéticos satélites são distribuídos em órbitas cobrindo um intervalo de semi-eixos maiores equivalente aos extremos dos sistemas de satélites de Júpiter ou de Saturno. Neste contexto, são analisadas as evoluções orbitais de cada satélite por um intervalo fixo de tempo visando inferir a sua estabilidade. Deste modo, são obtidas as regiões passíveis de existência de satélites. Por exemplo, considerando os planetas das estrelas HD89744 ( $a = 0.883$  UA,  $e = 0.7$ ), HD92788 ( $a = 0.97$  UA,  $e = 0.27$ ), HD168443c ( $a = 2.87$  UA,  $e = 0.20$ ) e HD10697 ( $a = 2.12$  UA,  $e = 0.11$ ) verificamos que hipotéticos satélites em órbitas inicialmente circulares e com semi-eixos maiores iguais a 2R, 4R, 8R, 16R e 32R (R é o raio do planeta assumindo-se uma densidade análoga a de Júpiter) são instáveis. As suas excentricidades crescem rapidamente a ponto do satélite colidir com o planeta, ou então, passar a ter uma órbita hiperbólica em relação ao mesmo. Por outro lado, no caso do planeta da estrela HD27442 ( $a = 1.18$ UA,  $e = 0.02$ ) as órbitas dos hipotéticos satélites são estáveis para escalas de tempo da ordem de mil períodos orbitais do planeta. Neste último caso, as excentricidades dos satélites oscilam com uma grande amplitude (superior 0.5). É importante observar que todas as condições iniciais adotadas para os hipotéticos satélites foram escolhidas de modo a estarem dentro da esfera de influência do respectivo planeta. Agradecimento: Os autores agradecem ao apoio financeiro da CAPES.

PAINEL 020

### **MANOBRAS ORBITAIS N-IMPULSIVAS PARA MUDANÇA DE PLANO ORBITAL DE SATÉLITES ARTIFICIAIS**

**Vivian Martins Gomes**<sup>\*</sup>, **Ana Paula Marins Chiaradia**<sup>\*\*</sup>,  
**Antonio Fernando Bertachini de Almeida Prado**<sup>\*\*\*</sup>

<sup>\*</sup>Centro Universitário Salesiano de São Paulo - Unidade Lorena, <sup>\*\*</sup>Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA, <sup>\*\*\*</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

O objetivo deste trabalho é comparar métodos de transferência orbital tridimensional para veículos espaciais e obter resultados que quantifiquem essa comparação. Esse estudo consiste na aplicação de conhecimentos básicos de

mecânica orbital ao problema de Astronáutica de manobrar um veículo espacial, ou seja, alterar a sua órbita através da aplicação de um número  $N$  de impulsos (variações instantâneas de velocidade). Foram testados dois tipos de manobras para o cálculo de manobras orbitais  $N$ -impulsivas. Um método é baseado na aplicação de uma série  $N$  de impulsos em um mesmo ponto da órbita, em diferentes passagens do veículo espacial por esse ponto. O ponto de menor consumo para uma órbita elíptica é o apogeu dessa órbita, conforme será mostrado nesse trabalho. O segundo método utiliza uma série de três impulsos na manobra, sendo: i) o primeiro impulso aplicado na órbita inicial e utilizado para colocar o veículo espacial em uma órbita de transferência coplanar com a órbita inicial e com apogeu situado a uma distância  $r_1$  da Terra, onde  $r_1$  é um parâmetro a ser otimizado na manobra em questão; ii) o impulso intermediário é aplicado nesse ponto e é utilizado para efetuar a mudança de inclinação no plano orbital desejado para a manobra e; iii) finalmente o terceiro impulso é aplicado quando o veículo espacial, que se encontra na órbita de transferência, passa pela órbita final desejada e é efetuado com o objetivo de finalizar a transferência. Após a obtenção das equações analíticas que resolvem esse problema, essas equações são implementadas computacionalmente e uma série de simulações é efetuada. O consumo de combustível especificado através da soma das magnitudes dos impulsos a serem aplicados no veículo espacial e o tempo de duração de cada manobra são medidos para comparação e escolha do melhor método para cada situação simulada. Os resultados mostram que a transferência  $N$ -impulsiva é vantajosa para transferências envolvendo mudanças pequenas na inclinação entre os planos das órbitas inicial e final. Já a manobra tri-impulsiva apresenta maior economia para manobras que envolvem variação de plano orbital a partir de um certo limite. Esse limite varia caso a caso e será calculado no presente trabalho. As razões que determinam a manobra mais econômica foram investigadas e serão explicadas.

PAINEL 021

### DESENVOLVENDO A FUNÇÃO PERTURBADORA NO CASO RETRÓGRADO

**Clair do Nascimento & Tadashi Yokoyama (DEMAC-IGCE-UNESP/Rio Claro)**

Seja o problema dos três corpos restrito, por exemplo: Sol-Júpiter-asteróide, onde o objetivo é estudar o movimento do asteróide (considerado de massa nula) ao redor do Sol, perturbado por Júpiter, cuja órbita é suposta conhecida. O estudo deste problema nos leva à determinação da função perturbadora  $R$ , a qual deve ser escrita em termos explícitos dos elementos orbitais:  $a$  = semi-eixo,  $e$  = excentricidade,  $I$  = inclinação,  $\lambda$  = longitude média,  $g$  = argumento do pericentro,  $\Omega$  = longitude do nodo ascendente. Evidentemente  $R$  será função também das correspondentes variáveis associadas ao perturbador. O desenvolvimento clássico

de  $R$  é feito supondo que as excentricidades e inclinações são pequenas. Isto possibilita escrever a função numa série de Fourier cujos coeficientes são potências das excentricidades e dos senos de  $I/2$ . Existem porém vários exemplos de satélites retrógrados no sistema solar onde este tipo de desenvolvimento é impraticável. Neste trabalho apresentaremos a expansão de  $R$  no caso retrógrado, onde  $I \approx 180^\circ$ , o qual é importante porque permite uma boa comparação com o caso clássico. Suporemos ainda que as excentricidades são pequenas. Por outro lado, o desenvolvimento numa das inclinações deverá ser feito em seno de  $I$  (ao invés de  $I/2$ ). Apresentamos uma expansão de ordem 2. Uma clara diferença com relação ao caso clássico é mostrada na parte secular. Observa-se também que ressonâncias do tipo 2:1 ou 3:1 só aparecem a partir da ordem dois ou três. Com isso conclui-se que a perturbação causada por estas ressonâncias é bem mais fraca do que no caso direto. Devido a natureza do desenvolvimento utilizado, uma das propriedades de D'Alembert relativa à inclinação e nodo, deixa de existir. Visando o problema Netuno-Triton-Proteus, foi estudado também o caso em que o perturbador está em órbita retrógrada.

PAINEL 022

### **UM ESTUDO SOBRE O "CLOSE ENCOUNTERS" ENTRE ASTERÓIDES DA RESSONÂNCIA 3:1 E OS PLANETAS INTERIORES**

**Érica C. Nogueira; Othon C. Winter (Grupo de Dinâmica Orbital e Planetologia UNESP),  
Antonio F. B. de A. Prado (Divisão de Mecânica Espacial e Controle INPE)**

A existência das Falhas de Kirkwood na faixa de asteróides está associada, em sua maior parte ao movimento médio ressonante com Júpiter. Para o caso da falha associada à ressonância 3:1, Jack Wisdom mostrou que asteróides nesta ressonância teriam trajetórias caóticas tal que suas excentricidades orbitais poderiam sofrer uma grande variação. Essas órbitas podem alcançar valores de excentricidades de forma que os asteróides cruzem a órbita dos planetas interiores. O mecanismo de remoção dos asteróides, que resultaria na falha observada, seria devido ao efeito gravitacional dos "close encounters" com estes planetas. Mais recentemente, Gladman e colaboradores executaram simulações numéricas para partículas localizadas no cinturão principal e verificaram que os asteróides da ressonância 3:1 em sua maioria (cerca de 2/3) são removidos pelos planetas Terra e Vênus, a outra parte (cerca de 1/3) pelo Sol, e uma pequena fração (menos de 5%) são removidos por Marte. O principal objetivo deste trabalho é melhor entender o efeito dos "close encounters" entre estes asteróides e os planetas interiores. Seguindo as idéias de manobras de gravidade assistida da mecânica celeste nós realizamos uma simples análise analítica da variação de alguns elementos orbitais de asteróides fictícios em ressonância 3:1 com Júpiter após terem um "close encounter" com um dos planetas interiores. No intuito de checar a validade dos resultados analíticos obtidos, executamos um número

significativo de simulações numéricas. Numa análise dos resultados dessas simulações em comparação com os resultados analíticos que obtivemos, verificamos quais as condições tais que a variação da excentricidade e do semi-eixo maior orbital do asteróide possibilitam sua remoção da ressonância 3:1 com Júpiter. As simulações numéricas indicaram que o modelo analítico reproduz a contento a ordem de grandeza dos resultados. As nossas conclusões são que o planeta Marte é o menos eficiente no processo de remoção, tendo uma contribuição relevante apenas nos casos em que a excentricidade do asteróide não é grande o suficiente para cruzar a órbita da Terra. No caso de asteróides com excentricidade maior que 0.6 os planetas Terra e Vênus dominam o processo. Os asteróides que possuem excentricidades suficiente para cruzar a órbita de Vênus tem pelo menos o dobro da probabilidade de serem removidos por Vênus do que pela Terra.

PAINEL 023

### **EFEITOS DE MIGRAÇÃO PLANETÁRIA SOBRE SISTEMAS SATELITAIS**

**F. Roig (IAG/USP), C. Beaugé (INPE) &  
D. Nesvorný (Space Science Department - Southwest Research Institute)**

Há uma certa aceitação geral que a última etapa de formação dos planetas exteriores do Sistema Solar caracterizou-se pela ejeção de uma população planetesimal residual por perturbações gravitacionais dos corpos massivos. Já que a remoção deste disco requer um intercâmbio de energia e momento angular com os planetas, este processo teria dado origem a uma significativa variação secular nos semi-eixos dos corpos Jovianos. Daí o termo "Migração Planetária". Vários estudos nos últimos anos têm analisado os possíveis efeitos desta migração sobre pequenos corpos do Sistema Solar (asteróides e objetos do cinturão de Kuiper), com o objetivo duplo de tentar explicar estruturas dinâmicas dos sistemas, assim como estimar limites sobre a magnitude da migração em si. Nesta comunicação abordamos um problema similar, só que agora extensivo à estabilidade orbital de satélites planetários. Diferentemente dos estudos anteriores, neste caso os principais efeitos perturbativos não serão devido à variação secular dos semi-eixos, mas pelos encontros próximos dos planetesimais massivos com os planetas. Nossa abordagem dividiu-se em duas etapas. Na primeira, simulamos a evolução de um disco de 1000 planetesimais perturbado pelos quatro planetas exteriores. A cada encontro próximo, registramos tempo, coordenadas e velocidades relativas, assim como identificamos o planetesimal e planeta envolvidos. Numa segunda etapa, usamos estes dados para simular os efeitos perturbativos destes encontros com um conjunto de satélites (reais e fictícios) ao redor dos planetas Jovianos. Analisando a estabilidade orbital dos satélites em função da massa dos planetesimais, podemos obter informação

significativa sobre a magnitude da migração, massa do disco primordial e/ou tempo de formação dos satélites.

PAINEL 024

### **ÓRBITAS DE SATÉLITES ARTIFICIAIS PERTURBADAS POR MARÉS TERRESTRES**

**Nadjara dos Santos & Rodolpho Vilhena de Moraes (FEG - UNESP)**

Aplicações recentes de satélites artificiais com finalidades geodinâmicas requerem órbitas determinadas com bastante precisão. Em particular marés terrestres influenciam o potencial terrestre causando perturbações adicionais no movimento de satélites artificiais, as quais têm sido medidas por diversos processos. A atração exercida pela Lua e pelo Sol sobre a terra produz deslocamentos elásticos em seu interior e uma protuberância em sua superfície. O resultado é uma pequena variação na distribuição da massa na terra, conseqüentemente no geopotencial. Existem estudos independentes feitos para cada maré, isto é, para marés oceânicas, terrestres, atmosféricas e mesmo para o núcleo. Porém, na prática, toma-se o globo terrestre como um todo, utilizando-se parâmetros de elasticidade deduzidos por Love, denominados "Números de Love". Os números de Love não são constantes, os parâmetros elásticos são introduzidos na forma de fatores ligados aos harmônicos na expansão do potencial. O presente trabalho trata de perturbações de órbitas de satélites artificiais ocasionadas pelas marés terrestres. Pela não existência de programas (disponíveis na FEG) para cálculo de perturbações orbitais de satélites artificiais devido às marés, membros da equipe de Dinâmica Orbital e Planetologia da FEG estão elaborando tais programas. Estes programas constituem uma ferramenta a mais para as pesquisas que vem sendo realizada no campo de dinâmica de satélites artificiais e que são de interesse do Programa Espacial Brasileiro. Neste trabalho é mostrado o desenvolvimento do potencial devido às marés, expresso em termos dos elementos orbitais do satélite e do corpo perturbador, no caso, a Lua. Ênfase é dada às perturbações seculares e de longo período. Simplificações nas equações mostram que soluções analíticas podem ser obtidas, mas no caso geral, o problema deverá ser integrado numericamente. Como resultado preliminar, expressões das equações de Lagrange com as derivadas do potencial desenvolvido são exibidas. Apesar do trabalho estar em andamento, resultados, também preliminares, permitem concluir, para a perturbação considerada, a não existência de termos seculares nas expressões das variações temporais para o semi-eixo maior, a excentricidade e a inclinação.

### **ESTUDO DE TRANSFERÊNCIAS ORBITAIS INCLUINDO MANOBRAS AEROASSISTIDAS**

**W. Schulz & A. F. B. A. Prado (INPE), R. V. de Moraes (FEG-UNESP)**

No presente trabalho realizou-se uma análise de missões espaciais através do cálculo de manobras aeroassistidas e das manobras propulsivas necessárias para sua implementação. Além do desenvolvimento numérico, um estudo analítico contemplou a realização deste tipo de manobra. A fase propulsiva das simulações foi realizada de duas formas distintas. Uma hipótese impulsiva foi considerada, na qual o motor do satélite é suposto capaz de aplicar uma propulsão de grande magnitude por um intervalo de tempo finito. O objetivo era encontrar o melhor perfil quanto ao consumo de combustível fora da atmosfera. Um dos subprodutos desta análise são gráficos do tipo "curvas de nível". Com esses, é possível avaliar as consequências de uma determinada passagem atmosférica sobre os elementos orbitais do satélite individualmente e funções destes, tais como economia em massa de combustível. Um resultado importante da comparação entre a formulação analítica e a solução numérica é o gráfico da razão entre a variação em velocidade devida ao decaimento do semi-eixo maior e a variação em velocidade devida à mudança de inclinação, como uma função do raio do perigeu. Este gráfico tem como objetivo prever o custo/benefício relacionado com cada manobra atmosférica. A alternativa mais econômica encontrada entre as simulações realizadas foi a da utilização de jatos contínuos para trazer o veículo até a atmosfera e, após a manobra aerodinâmica, levá-lo de volta à órbita circular. A economia de combustível encontrada entre a realização de manobras dentro e fora da atmosfera apresenta uma tendência a diminuir com o aumento do semi-eixo maior da órbita inicial.

### **COMPARAÇÃO DA DETERMINAÇÃO DE ÓRBITA DO SATÉLITE TOPEX/POSEIDON VIA GPS COM O ARQUIVO POE/JPL**

**Aurea Aparecida da Silva<sup>1</sup>, Rodolpho Vilhena de Moraes<sup>2</sup>, Hélio Koiti Kuga<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>Grupo de Dinâmica Orbital e Planetologia - DMA-FEG-UNESP

<sup>3</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE - DMC

O Sistema de Posicionamento Global (GPS) oferece um poderoso e relativamente barato processo para se determinar órbitas de satélites artificiais. Hoje, o sistema GPS é um excelente sistema de navegação por satélites que vem sendo utilizado em terra, no mar, e no espaço. O satélite Topex/Poseidon (T/P) é um exemplo de utilização deste sistema para posicionamento no espaço. Este satélite possui um sofisticado receptor GPS a bordo, como experimento, para determinar a sua posição. A posição do T/P deve ser determinada com precisão de alguns centímetros para que as medidas de altimetria possam ser usadas

convenientemente. Desta forma, diversos processos de determinação de órbita vêm sendo desenvolvidos para atingir estes objetivos. O objetivo deste trabalho é determinar a órbita de um satélite artificial que leva um receptor GPS a bordo, usando medidas de pseudo-distância entre o satélite usuário e a constelação GPS para fornecer as equações de medidas que serão usadas no estimador, o de Mínimos Quadrados. Para isto, são utilizados dados reais de pseudo-distância coletados pelo receptor GPS a bordo do satélite T/P; modelagem das forças devido ao geopotencial até grau e ordem 50 com coeficientes do modelo JGM-2 (Joint Gravity Model 2); medidas de pseudo-distância em uma única frequência  $L_1$ ; método recursivo dos mínimos quadrados, através de rotações de Givens, com finalidade de evitar problemas numéricos e de inversão de matrizes; e um mínimo de 2 horas de dados (aproximadamente 1 período orbital do satélite T/P). Assume-se também que requisitos de tempo real não estão presentes; porém, faz-se necessário o baixo custo computacional com precisão suficiente para posicionamento de satélites. Resultados deste trabalho, utilizando dados reais do satélite T/P que possui um receptor GPS de dupla frequência a bordo, para os dias 18 e 19 de novembro de 1993, foram comparados com os arquivos de referência do POE/JPL-NASA (Efemérides de Órbita Precisa (POE) do T/P que são gerados pelo Jet Propulsion Laboratory (JPL)), disponíveis na Internet. A precisão em posição obtida foi melhor que 10 m com ou sem degradação das medidas através da Disponibilidade Seletiva (SA). A precisão em velocidade obtida foi melhor que 0,01 m/s. O resíduo de pseudo-distância teve um desvio padrão cerca de 5 m.

PAINEL 027

### **COMPORTAMENTO DE UMA PARTÍCULA COORBITAL A MÚLTIPLOS SATÉLITES**

**P.A.Silva & S.M.Giuliatti Winter**

**(Grupo de Dinâmica Orbital e Planetologia - UNESP-Campus de Guaratinguetá)**

Algumas características apresentadas em anéis planetários são assumidas como sendo provocadas pela presença de pequenos satélites imersos nesses anéis. Dados observacionais verificaram que os estreitos anéis F e da Falha de Encke, ambos pertencentes ao sistema de anéis de Saturno, podem conter pequenos satélites. Esses satélites, ainda não detectados visualmente, poderiam explicar a formação dos aglomerados e ondas detectadas nesses anéis. Verificamos que a evolução de uma partícula coorbital a um satélite, ambos em órbitas excêntricas, provoca o surgimento de diferentes configurações no anel. Trabalhos recentes analisaram as posições de equilíbrio de vários satélites coorbitais ( $2 \leq N \leq 9$ ) e sua estabilidade diante de pequenas perturbações. A órbita da partícula permanece confinada em órbita do tipo ferradura, quando a partícula está localizada entre dois satélites coorbitais em suas posições de equilíbrio. Entretanto, se esses

satélites são deslocados dessas posições a amplitude de libração da partícula diminui. A inclusão da excentricidade da partícula ou dos satélites não altera essas configurações. Caso análogo ocorre quando três satélites se encontram deslocados de suas posições de equilíbrio, entretanto a amplitude da órbita da partícula aumenta. Esses resultados demonstram que a formação de arcos ou aglomerados de partículas podem ser causados por satélites imersos no anel, mas em posições específicas. Esses resultados são aplicados ao sistema anel central e satélites com a mesma razão de massa do satélite Pan.

PAINEL 028

### **DESENVOLVIMENTO DE R: PEQUENAS EXCENTRICIDADES E INCLINAÇÕES ARBITRÁRIAS**

**Tadashi Yokoyama & Clair do Nascimento (DEMAC-IGCE-UNESP/Rio Claro)**

Classicamente o desenvolvimento laplaciano da função perturbadora  $R$  é feito supondo pequenas excentricidades bem como pequenas inclinações. Isto permite escrever  $R$  numa série múltipla de Fourier onde os coeficientes são potências das excentricidades e dos senos das inclinações. Tal expansão é conveniente no caso asteroidal ou planetário, quando a razão dos semi-eixos não é muito pequena. Porém quando esta razão é pequena (caso lunar), o desenvolvimento em polinômios de Legendre se torna bem mais vantajoso. Em ambas as situações, a convergência é tanto melhor quanto menor for a razão dos semi-eixos. Ocorre porém que no caso lunar, a hipótese de pequenas inclinações é desnecessária. No espaço de Hausdorff, se duas séries são convergentes, elas devem ser coincidentes. Desta forma, é de se supor que se a razão dos semi-eixos é suficientemente pequena, então a hipótese de pequenas inclinações do caso laplaciano, possa ser removida sem prejuízo de sua convergência. Neste trabalho, supondo pequenas excentricidades, é mostrado que o desenvolvimento da parte direta de  $R$  pode ser realizado para inclinações arbitrárias. Os coeficientes (numéricos) de Laplace são os mesmos do caso clássico, porém estes serão fatorados por potências do cosseno do ângulo entre as direções do corpo perturbado e perturbador. Desta forma, o número de termos cresce muito mais do que no caso clássico, porém o controle da magnitude dos coeficientes de Laplace é o mesmo que no caso quase planar. A parte indireta como sempre é imediata, e não oferece dificuldades. O grande número de termos que resulta neste processo, não possibilita ainda uma objetiva comparação com o desenvolvimento em polinômios de Legendre.





## ASTROMETRIA

PAINEL 029

### TRACING LIMITATIONS OF DENSE ASTROMETRIC CATALOGUES USING THE VALINHOS RADIO STARS PROGRAM

**Alexandre H. Andrei(1), Jucira L. Penna(1),  
Marcelo Assafin(2) & Gustavo de Barros (2,3)**

**(1) Observatorio Nacional**

**(2) Observatorio do Valongo**

**(3) UERJ**

The astrometry of stars in centimetric wavelengths is a challenging programme, as among the possible sources of error are poor signal to noise ratio, structures and orbital motions. On the other hand, this work has proven to be invaluable as it enables determining precise transformations that allow relating modern catalogues with the ICRS. To the present there have been few efforts to compile precise positions of radio stars, yet the fact that the Hipparcos frame was built using extant data at the time, shows the relevance of such work. Once many, well distributed, and precise radio stars positions are available, their optical counterparts can be used to follow up the orientation of the modern dense catalogues (as well as to treat the data from missions like FAME or SIM). An important ongoing work is the VLA FIRST catalogue, which has its northern part under way and has accuracies varying from 50 to 500mas, while it is estimated that 50% of its entries have counterparts imaged in the DSS. The program being carried out with Valinhos Automated Meridian Circle aims to obtain precise positions (50mas) and proper motions (2.5mas/y) for more than 600 radio stars. The observations are made in drift scan mode, in strips of 30min per 13arcmin. Here we present the first results obtained with the UCAC-S.1 catalogue. Besides the stars for which results have previously been discussed, 27 new objects are analyzed. The reductions are currently made relative to four catalogues: ACT (25 stars/sq.deg.), Tycho2 (75 stars/sq.deg.), UCAC-S (2000 stars/sq.deg.), and USNO-A2.0 (12500 stars/sq.deg.). Besides their density, also the positional and proper motion accuracy in these catalogues varies tenfold. The initial results seem to indicate that the denser catalogues may also be inhomogeneous as local representations of the ICRF (up to hundreds of mas). Nonetheless, the observations allow investigating their drift relative to their representation of the

Hipparcos system at their fundamental epoch. Finally, the Valinhos CCD Meridian Circle observations, as reduced with the UCAC-S and the USNO-A2.0 catalogues (both of which lack precise photometric calibrations), produces vast samples of stars for which proper motions and B, V, and R magnitudes are obtained.

PAINEL 030

### **PLACING AN OPTICAL FRAME IN THE ICRS SYSTEM**

**D.N. da Silva Neto (ON-CNPq), A.H.Andrei (ON-CNPq),  
M.A. Assafin (OV-UFRJ) & R. Vieira Martins (ON-CNPq)**

The ICRS was established as the present celestial reference system by the IAU at the 23<sup>rd</sup> General assembly in Kyoto. For placing an optical frame in this system, the measured optical positions have to be link with the ICRF, which is the standard reference frame of the ICRS. One way to do it is to obtain positions for the optical counterparts of radio stars or extragalactic radio sources in optical frames, usually referred to the Hipparcos system. In this work we will present results for the determination of optical positions of 50 extragalactic ICRF radio sources in the Hipparcos system. For this, CCD images of the sources and of faint stars from very dense catalogs, as the secondary fields are used. The source fields are obtained from direct imaging at the 0.6m and 1.60m LNA telescopes. The secondary frames come from the USNO-A2.0 and the UCAC-S catalogues. The USNO has 526,280,881 objects in the Hipparcos system with positional accuracy of 250mas. The UCAC-S consists of 27 million southern objects in the Hipparcos system. Its positional accuracy ranges from 20mas(R<13.5) to 70mas(R<16) at the J2000 epoch. For these aspects, the optical positions for the ICRF sources can be obtained at a precision better than 70mas.

PAINEL 031

### **DETERMINAÇÃO DE MOVIMENTOS PRÓPRIOS E MEMBERSHIP EM AGLOMERADOS ABERTOS UTILIZANDO O CATÁLOGO TYCHO2**

**Wilton S. Dias, Bruno S. Alessi & Jacques Lépine (IAG/USP)**

Aglomerados abertos são excelentes objetos para se entender a evolução dinâmica e química da Galáxia. Suas distâncias e idades podem ser obtidas com uma precisão bastante razoável e eles podem ser observados em várias regiões do disco galáctico, caracterizadas por diferentes histórias de formação estelar. Nesse projeto estamos estudando de uma forma geral uma amostra abrangente de aglomerados. Procuramos inicialmente a determinação de seus movimentos próprios e velocidades radiais para assim obtermos suas velocidades especiais. Informações adicionais como a probabilidade de pertinência das estrelas são

obtidas através de dados cinemáticos, principalmente movimento próprio. A determinação da probabilidade de pertinência baseada nos movimentos próprios das estrelas são obtidas através de vários métodos estatísticos propostos na literatura. Todo o procedimento está sendo realizado automaticamente através de um *software* desenvolvido especialmente para otimizar as rotinas de solução de um sistema de 8 equações não lineares. O catálogo TYCHO2 apresenta posições e movimentos próprios para cerca de 2,5 milhões de estrelas cobrindo todo o céu, para magnitudes inferiores a aproximadamente 13. Nessa etapa do projeto determinamos o movimento próprio médio de 115 aglomerados dentro de 1kpc e outros 50 a distâncias superiores e fornecemos também uma lista das estrelas que, através dos métodos estatísticos aplicados, são consideradas membros dos aglomerados.

PAINEL 032

### **APLICAÇÃO DE REDES NEURAIIS PARA PREVISÕES FUTURAS DE SÉRIES TEMPORAIS**

**Vera Aparecida Fernandes Martin & Paulo César da  
Rocha Poppe (OAA/DFIS-UEFS)**

Utilizando Redes Neurais Artificiais Multicamadas, com algoritmo de "backpropagation" (ou da retropropagação do erro), apresentamos um estudo objetivando à previsão de valores futuros de séries temporais. As séries de manchas solares compreendidas entre 1849 a 1975 foram utilizadas no presente estudo, apesar de apresentarem uma forte componente ruidosa e de uma marcante periodicidade em torno de 11 (~10,6) anos, variando de modo considerável em amplitude e fase. Não obstante, os valores ampliados até 1997, apesar de também irregulares em amplitude e de não serem exatamente periódicos, foram utilizados adicionalmente neste trabalho. Diante desse quadro, conjecturamos que a aplicação da "Lógica Fuzzy" nesses dados poderia melhorar a previsão dos mesmos, apesar do não conhecimento a priori do número e nem dos valores dos níveis "fuzzy" a serem utilizados. A solução adotada foi agrupar primeiramente os dados da série (diagrama de aglomeração das amostras) e usar os resultados deste agrupamento como os verdadeiros níveis "fuzzy" de entrada. Portanto, as previsões após um treinamento constituído de 1000 iterações dentro de um algoritmo genético específico, forneceu erros quadráticos médios para a curva da função erro (valores da janela alvo - valores da janela de previsão), bastante animadores (~18mas), para a previsão de valores futuros destas séries temporais. Estes estudos iniciais poderão ser empregados futuramente como contribuição para as discussões da variabilidade do diâmetro aparente do Sol.

### **DISCUSSÃO SOBRE A OBLIQUIDADE DA ECLÍPTICA E A EXCENTRICIDADE DA ÓRBITA DA TERRA**

**Paulo César da Rocha Poppe & Vera Aparecida Fernandes Martin (OAA/DFIS-UEFS)**

Investigamos neste trabalho como as variações na obliquidade da eclíptica (do tipo frequência) podem ser parcialmente controladas pela excentricidade da órbita da Terra. De acordo com os princípios da Mecânica Celeste, sabemos que as variações na obliquidade da Terra são produzidas pelo acoplamento entre o movimento de seu plano orbital (que é devido às perturbações gravitacionais de outros corpos celestes), e a precessão do seu eixo espinorial, que é resultante do torque solar exercido sobre o bojo equatorial da Terra, e que as variações na magnitude deste torque solar são determinadas pela distância instantânea Terra-Sol, que é por sua vez governada pela excentricidade. Desse modo, procuramos mostrar através de cálculos simples de Mecânica Clássica, que as variações na frequência da obliquidade podem ser parcialmente controladas pela excentricidade da órbita da Terra, isto é, que a taxa máxima de variação da frequência da obliquidade pode ocorrer somente quando a excentricidade for alta; já o mínimo de variação, entretanto, pode ocorrer de maneira independente da magnitude da excentricidade. Estas interpretações permitem-nos concluir ainda que variações nos parâmetros orbitais da Terra podem modelar a distribuição sazonal de radiação solar, isto é, podem induzir mudanças significativas no clima global da Terra. Periodicidades no clima geológico, registrados com ciclo de 100, 41 e 23K anos, tem sido associados, por diversos autores, como mudanças na excentricidade, obliquidade e precessão dos equinócios, respectivamente. Correlações entre taxas máximas e mínimas na variação de frequência da obliquidade da Terra e eventos de larga escala serão também discutidas e apresentadas neste trabalho.



## FÍSICA DO SOL

PAINEL 034

### ESTRUTURAS FINAS ASSOCIADAS COM O "FLARE" DE 09 DE ABRIL DE 2001

**J.R. Cecatto, H.S. Sawant, F.C.R. Fernandes & R.R. Rosa (INPE),  
M. Karlicky & H. Meszarosova (Ondrejov Observatory)**

O Brazilian Solar Spectroscop (BSS) é um instrumento dedicado para observações diárias (~ 11-17 UT) de fenômenos solares. Atualmente, opera com altas resoluções em frequência (5-10 MHz) e temporal (100, 50, 20 ms) dentro da faixa de frequências de 1500-2500 MHz. É a primeira vez que foram observadas explosões tipo III com estas resoluções temporal e espectral dentro da faixa de 1500-2500 MHz. Dentre os fenômenos registrados pelo BSS, foi selecionado 1 grupo de explosões tipo III observado em 09/04/01, associado a um evento de longa duração (~ 27 min) com início às 15:25 UT. Este fenômeno está associado com: a) emissão M7.9 em raios-X, início às 15:20 UT, máximo às 15:34 UT e término às 17:00 UT, b) no óptico, observado na região ativa NOAA AR9415 - S21W04 - com importância 2B, iniciando às 15:24 UT com máximo às 15:34 UT, e c) emissão em rádio tipos II/3 e IV/1. As observações do BSS (1.5-2.5 GHz) mostram que no início do evento (~15:25 UT) são observadas pulsações rápidas em ~1700-2100 MHz sobrepostas a um contínuo de banda mais larga. Às ~ 15:33 UT é observado um grupo de explosões tipo III-RS com larguras de banda de 100-400 MHz. Foram medidas derivadas em frequência de até ~2700 MHz/s. Já as observações do Ondrejov Observatory (0.8-4.5 GHz) mostram um grupo de explosões tipo III-RS (~500 MHz/s) às ~15:24 UT na faixa 1.4-2.7 GHz. Às 15:25 UT um contínuo de banda estreita (100 MHz) surge em 1 GHz seguido por um burst tipo U com uma duração de 25 s. É sugerida uma interpretação em termos de choque MHD. A análise e resultados da interpretação dos dados do grupo de expl. tipo III-RS (BSS) com base na fragmentação temporal da energia liberada serão apresentados. Além disso, as observações em rádio estão sendo analisadas com dados dos satélites Yohkoh e SOHO. Os resultados destas análises e a interpretação também serão apresentados.

**DINÂMICA ESPACIAL DE ESTRUTURAS RÁPIDAS  
INFERIDA DE OBSERVAÇÕES DE UMA EXPLOÇÃO SOLAR EM  
MULTI-FREQUÊNCIA RÁDIO**

**Emília Correia<sup>1</sup>, Jean-Pierre Raulin<sup>2</sup>, Gerard Trottet<sup>3</sup>, Pierre Kaufmann<sup>2</sup>**  
**<sup>1</sup>CRAAE/INPE, <sup>2</sup>CRAAM/CRAAE, <sup>3</sup> Observatório Paris Meudon**

Apresentamos os resultados da análise detalhada da distribuição espacial das estruturas temporais rápidas observadas durante a explosão solar de 5 de novembro de 1998. O evento foi observado com alta sensibilidade e resolução temporal em 7 GHz com o Rádio Polarímetro Solar do Rádio Observatório do Itapetinga (Atibaia), e em ondas métricas (164, 236, 327, 410 e 435 MHz) com o Rádio Heliógrafo de Nançay (NRH, França). Também foi observado em raios X com o experimento BATSE (satélite CGRO) e em várias frequências rádio entre 2 e 15 GHz com o Radio Solar Network Telescopes (RSTN). O objetivo deste estudo é se determinar a distribuição espacial da emissão rádio associada as estruturas temporais rápidas. A análise se baseia em imagens 2D obtidas com o NRH na faixa de ondas métricas, feitas durante as estruturas rápidas observadas em 7 GHz e raios X duros. Os resultados preliminares sugerem que as diferentes estruturas temporais presentes nos perfis em 7 GHz e em raios X são produzidas em lugares distintos na baixa atmosfera, devido a dispersão espacial das fontes métricas correspondentes encontradas na alta coroa, as quais parecem estar associadas a diferentes arcos magnéticos. Este resultado vem confirmar o carácter discreto no tempo e complexo no espaço das liberações de energia durante as explosões solares, e ajuda a definir a dinâmica dos campos magnéticos da coroa, e da região de aceleração das partículas energéticas.

**ESTRUTURAS FINAS EM ONDAS DECIMÉTRICAS  
ASSOCIADAS COM EVAPORAÇÃO CROMOSFÉRICA**

**Francisco C. R. Fernandes, José R. Cecatto, Hanumant S. Sawant (DAS-INPE)**

Através de observações de alta resolução e alta sensibilidade com o Brazilian Solar Spectroscopy, foram detectadas emissões apresentando estruturas finas em frequências decimétricas (acima de 1000 MHz) associadas com a fase pré-impulsiva de explosões solares intensas. Até o momento foram investigadas estruturas associadas com 2 explosões observadas em 27/11/1999 (~12:08 UT - classe X1.4) e em 06/06/00 (15:01 UT - classe X2.3). As estruturas finas apresentam individualmente banda estreita em frequência (10-40 MHz), e o grupo apresenta um corte em alta frequência e taxa de deriva normal. Tais características possibilitam pela primeira vez interpretar as estruturas como um diagnóstico em rádio frequências da evaporação cromosférica. A evaporação cromosférica é o nome dado na literatura ao processo de movimento ascendente

do plasma aquecido durante as fases iniciais de uma explosões solar por elétrons acelerados a partir do topo do arco magnético e viajando para baixo, que perdem energia por colisões, aquecendo o plasma cromosférico, numa taxa maior que a que pode ser irradiada por ele e, que como resultado, se expande preferencialmente ao longo das linhas de campo, gerando uma onda de choque movendo-se para cima. Os resultados preliminares mostram que as fontes das radio emissões decimétricas observadas estão localizadas em alturas da ordem de  $2,5$  a  $7,0 \times 10^9$  cm acima da fotosfera solar. As taxas de deriva em frequência do grupo de estruturas finas estimadas são da ordem de  $250$ - $400$  MHz/s. As determinações de velocidade da frente de choque estão em andamento, assumindo um modelo de densidade eletrônica para a cromosfera solar. Estes resultados e suas interpretações serão apresentados e discutidos.

PAINEL 037

### ESTUDO ESPECTRAL DE EXPLOSÕES SOLARES EM RAIO-X

**Helena O. Fracasso, Andreza S. Franchim & Adriana V. R. Silva**  
(CRAAE/CRAAM - Universidade Presbiteriana Mackenzie)

Teorias anteriores, em sua maioria, não consideram a variação temporal do índice espectral das explosões solares em raio-X duro, porém não estas concordam com os dados observados. Por isso, o nosso objetivo é buscar expressões analíticas que descrevam esta variação temporal e resultem no comportamento da duração com a energia semelhante ao observado nos dados, pois sabemos que a dependência da duração da emissão em função da energia destes eventos está correlacionada com a do índice espectral. Para isto, utilizamos 167 explosões detectadas pelo instrumento BATSE, a bordo do satélite *Compton Gamma Ray Observatory*. As explosões selecionadas possuíam número de contagens por segundo superior a 5.000 e perfil temporal simples. Calculamos a duração a meia potência do pico de emissão e o índice espectral diferencial de fótons para cada duas energias consecutivas, e verificamos seus comportamentos. A duração apresentou dois tipos de comportamento com a energia: exponencial e parabólico; o índice espectral apresentou três comportamentos temporais diferentes: soft-hard-soft, soft-hard-harder e hard-soft-hard. Observamos, também uma mudança comportamental em energias próximas a 100 keV, tanto para duração como para o índice espectral. Calculamos analiticamente a duração das explosões solares,  $\Delta t(E)$ , considerando que a distribuição de energia dos fótons é dada por:  $J(t,E) = G(t) * (E/50)^{-\gamma(t,E)}$ , onde  $E$  é a energia e  $\gamma(t,E)$  é o índice espectral diferencial, uma parábola dependente de  $t$  e  $E$ . Ajustamos, então, as durações observadas por esta função  $\Delta t(E)$  e a partir dos coeficientes deste ajuste calculamos  $J(t,E)$  e  $\gamma(t,E)$ . Comparamos  $J(t,E)$  e  $\gamma(t,E)$  determinados desta maneira com os perfis temporais e o espectro observado das explosões. O resultado desta comparação foi satisfatório, confirmando que as equações propostas por nós são adequadas para

descrever o perfil temporal e espectral de explosões solares. Apoio FAPESP (Proc. nº 99/09971-0).

PAINEL 038

### **ESTUDO DO COMPORTAMENTO DA DURAÇÃO E DO ESPECTRO DE EXPLOSÕES SOLARES EM RÁDIO**

**Andreza S. Franchim<sup>1</sup>, Helena O. Fracasso<sup>2</sup> & Adriana V. R. Silva<sup>2</sup>**

**1 - CRAAE/Poli - Universidade de São Paulo**

**2 - CRAAE/CRAAM - Universidade Presbiteriana Mackenzie**

Um possível mecanismo para a emissão rádio das explosões solares é o *girossíncrotron*. Acredita-se que os elétrons que emitem esta radiação pertençam à mesma população de elétrons acelerados durante a explosão que emitem raios X duros pelo mecanismo *bremstrahlung*. Neste trabalho, apresentamos os estudos da variação da duração de explosões solares com a frequência da emissão em rádio e da evolução temporal do espectro destas explosões. Além disto, comparamos a duração da emissão rádio aos resultados anteriores da duração em função da energia dos raios X duros. Para isto, contamos com mais de 50 eventos em rádio - observados nas frequências de 1.4, 2.6, 5, 8.8 e 15.4 GHz e resolução temporal de 1 s - obtidos via internet do RSTN, rede de telescópios de patrulhamento solar. Utilizamos também mais de 150 eventos em raio X duro - com energias de 15 a 8000 keV - do instrumento BATSE que ficava a bordo do *Compton Gamma Ray Observatory*. O cálculo da duração, em ambos os casos, foi feito a partir da meia largura de cada pico individual das explosões. O espectro de rádio foi ajustado a partir das equações da teoria girossíncrotron, determinando o índice espectral opticamente fino para cada intervalo de tempo dos eventos. Analisamos a duração em cada frequência de emissão rádio e percebemos que o comportamento não é o mesmo que o obtido nas explosões em raios X. Estudamos também a variação dos tempos de subida e descida - tempos anterior e posterior ao pico, respectivamente, em que a emissão cai pela metade - e notamos comportamentos diferentes para os diferentes dados: em raio X estes tempos apresentam valores semelhantes (pico simétrico), o que não é verificado em rádio. Finalmente, estudamos a variação temporal do índice espectral e sua provável correlação com os comportamentos de duração para as diferentes frequências de microondas. Apoio FAPESP (Proc. nº 99/09972-6).

PAINEL 039

**CORRELAÇÃO ENTRE AS ATIVIDADES EXPLOSIVAS  
E AS CARACTERÍSTICAS DAS REGIÕES ATIVAS DO SOL****Fernando Gonçalves Gardim<sup>1</sup> & Emilia Correia<sup>2</sup>**  
**<sup>1</sup>CRAAE/CRAAM, <sup>2</sup>CRAAE/INPE**

Apresentamos a análise estatística de explosões solares com o objetivo de se analisar o comportamento dos parâmetros das explosões solares, mais específicos a intensidade e o grau de polarização, para a melhor definição dos mecanismos de liberação de energia. Os dados utilizados foram obtidos com o Rádio Polarímetro de 7 GHz do ROI, para o período de janeiro a setembro de 2000, com sensibilidade (0.5 sfu). A análise inicial é baseada na correlação entre a intensidade e o grau de polarização durante o máximo do evento, e as características da região ativa em que os mesmos ocorreram (dados do NOAA). A outra etapa do trabalho destina-se ao estudo da distribuição estatística da ocorrência de eventos em função da intensidade e polarização. Os resultados preliminares evidenciam que as regiões ativas mais complexas produzem uma grande quantidade de eventos, que eventos mais intensos ocorrem preferencialmente em regiões ativas de grande complexidade magnética e grande área. A distribuição do número de eventos por intensidade mostra a presença de um máximo bem acima da sensibilidade instrumental, evidenciando um corte na distribuição. Estas informações são essenciais para melhor caracterização das explosões solares.

PAINEL 040

**PRIMEIRA EVIDÊNCIA DA CONTRAPARTE SUBMILIMÉTRICA  
NO ESPECTRO SINCROTRÔNICO DE UMA EXPLOÇÃO SOLAR****Jean-Pierre Raulin (CRAAM/CRAAE Universidade Presbiteriana Mackenzie),  
Gérard Trottet (Observatoire de Meudon),  
Pierre Kaufmann (CRAAM/CRAAE Universidade Presbiteriana Mackenzie)**

Apresentamos a primeira evidência de emissão sincrotrônica detectada na faixa de ondas submilimétricas pelo SST, devida a elétrons energéticos acelerados durante uma explosão solar. O evento ocorreu em 22 de Março de 2000 na região ativa AR 8910, localizada perto do limbo leste do Sol. As densidades de fluxo total observadas em 212 GHz e 405 GHz depois da emissão ter sido corrigida por diferentes efeitos instrumentais e pela absorção atmosférica, são de 70 sfu e  $\leq 50$  sfu respectivamente. A comparação da emissão radioelétrica obtida em diferentes frequências nas faixas microondas (dados de RSTN e OVSA) e submilimétrica mostra um espectro sincrotrônico típico, com uma frequência de pico ao redor de 10 GHz. Utilizamos um modelo simples e completo de emissão sincrotrônica na parte opticamente fina do espectro, devida a elétrons com energia maior que 100 keV emitindo em um campo magnético homogêneo. Discutiremos a viabilidade dos resultados obtidos, e a implicação da presença de ~ alguns MeV elétrons na

coroa durante as explosões solares sobre a possibilidade deles serem também detectados em outros comprimentos de ondas como raios X duros e raios gamma. A importância da explosão solar estudada em relação ao número de partículas aceleradas sugere que ainda neste máximo da atividade solar o SST detectará outros eventos desta natureza. Estas pesquisas foram parcialmente apoiadas pela FAPESP, CNPq e CNRS (França).

PAINEL 041

### HARMONICALLY RELATED ZEBRA PATTERNS

**H. S. Sawant (DAS/INPE), M. Karlický (Ondrejov Observatory - Rep. Checa), F. C. R. Fernandes (DAS/INPE), J. R. Cecatto (DAS/INPE), R. R. Rosa (LAC/INPE)**

The Brazilian Solar Spectroscopy (BSS), operating in the frequency range of (1000 - 2500) MHz, has recorded, from March 1999 to November 2000, several radio bursts classified as zebra patterns with time scales of few seconds. A unique case of two zebra pattern branches in harmonic ratio of 1:2 was observed during the 6<sup>th</sup> June 2000 flare (15:37- 16:54 UT) by BSS and Ondrejov Observatory Solar Spectroscopes (OOSS), respectively, in the frequency ranges of 1590-1685 MHz and 3300-3400 MHz. The zebra patterns are characterized by radio emissions showing many quasi-parallel narrow band components, like lines. The frequency ratios of the neighbouring zebra lines were determined. The values are  $< 1.031$  and there is a tendency of these ratios to decrease towards lower frequencies. The number of observed zebra lines is in the interval of 2 to 8 lines. These zebra patterns were analyzed in the framework of the whole solar flare and interpreted in the model based on the beam-anisotropic instability. The longitudinal plasma waves are excited at positions of cyclotron resonance and then transformed into electromagnetic ones. It was found that these high-frequency zebras were associated with the 3 GHz quasi-periodic oscillation. Using this model the magnetic field strength and its time evolutions in the radio sources is estimated. The magnetic field values varied in the interval of 113-230 G. The results will be presented and discussed.

PAINEL 042

### COMPARAÇÃO DO LIMBO SOLAR EM MÚLTIPLAS FREQUÊNCIAS

**Caius L. Selhorst<sup>1</sup>, Joaquim E. R. Costa<sup>1</sup> & Adriana V. R. Silva<sup>2</sup>**  
<sup>1</sup>CRAAM/CRAAE - INPE - Universidade Presbiteriana Mackenzie  
<sup>2</sup>CRAAM/CRAAE\* - Universidade Presbiteriana Mackenzie

Neste trabalho analisamos imagens do Sol nas frequências de 17 GHz, H $\alpha$  e Raios-X. Imagens ópticas do Sol (H $\alpha$ ) mostram obscurecimento de limbo, já em frequências rádio ocorre brilhantamento de limbo. Nosso trabalho tem como objetivo principal o estudo e análise do brilhantamento solar observado em

mapas de alta resolução em 17 GHz obtidos pelo Rádio Heliógrafo de Nobeyama. A análise destes mapas, para um período de 7 anos, mostrou que a distribuição de intensidade deste brilhantamento ao redor do limbo solar não era homogênea. O anel de brilhantamento apresenta uma maior intensidade nos pólos, esta intensidade de brilho se reduz na região do equador e se torna ainda menor nas outras regiões. Sabe-se que nas frequências de 17 GHz observamos o Sol na região da cromosfera. Alguns autores atribuem o anel de brilhantamento às estruturas chamadas espículas, que podem ser observadas em imagens de alta resolução de  $H\alpha$ , cuja emissão também é produzida na cromosfera. O estudo do limbo de imagens em  $H\alpha$  mostrou uma boa correlação com a distribuição de intensidade de limbo em 17 GHz. Analisamos também imagens em Raios-X mole do satélite Yohkoh, que apresentam buracos coronais (regiões com ausência de emissão Raios-X) nos pólos e constatamos que o brilhantamento em 17 GHz está anticorrelacionado com o fluxo em Raios-M mole. Apoio FAPESP (Proc. nº 01/02106-3).

PAINEL 043

**ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS DA COMPONENTE S  
RESPONSÁVEIS PELA PRODUÇÃO DE CMEs ASSOCIADOS A  
GRANDES EVENTOS**

**Rodney Vicente de Souza<sup>1</sup> & Emilia Correia<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup>CRAAE/CRAAM, <sup>2</sup>CRAAE/INPE**

O estudo tem como objetivo buscar eventuais correlações da intensidade da variação do grau de polarização da componente S com a produção de CME (Ejeção de Massa Coronal). A componente S é uma componente de variação lenta do Sol, que é função da presença de regiões ativas, os CMEs são quantidades de matéria ejetadas da coroa solar associadas ou não às explosões solares. A ejeção de massa coronal quando muito intensa pode causar graves problemas aqui na Terra, tais como, alterações no campo magnético, panes em redes elétricas e por sua vez grande prejuízo para sociedade. Este trabalho quer contribuir para previsões destes fenômenos. Os dados da componente S foram obtidos com o rádio polarímetro solar 7 GHz instalado no Rádio Observatório de Itapetinga, Atibaia, e os dados referentes aos CMEs são do experimento LASCO a bordo do Satélite SOHO. Um estudo preliminar da componente S para o período de 1998 a 2000, sugere variação no grau de polarização antes de grandes CMEs. A análise das componentes de frequência do sinal "7GHz", obtidos com a transformada de Fourier, sugere a presença de componentes de frequência mais altas precedendo ou mesmo após a ocorrência de grandes explosões que produziram CMEs.



## ESTRELAS

PAINEL 044

### DESCOBERTA DE UM NOVO AGLOMERADO ABERTO NA CONSTELAÇÃO DE ÁQUILA

**Bruno S. Alessi, Wilton S Dias & Jacques Lépine (IAG/USP)**

Através de uma inspeção visual sistemática de regiões Tycho2 e GSC, detectamos uma flutuação de densidade de estrelas com relação ao fundo do céu em uma região da constelação de Áquila, fato que nos levou a estudar a possibilidade da existência de um novo aglomerado aberto. O aglomerado em questão é o mais promissor entre os aproximadamente 30 objetos detectados em nossa inspeção. Utilizando os catálogos astrométricos Tycho2 e UCAC1 foi possível confirmar um adensamento de estrelas em torno de um diâmetro angular aparente de cerca de  $20'$  ( $\alpha = 20^h 04^m 24^s$ ,  $\delta = -10^\circ 31' 00''$   $l = 31,5^\circ$   $b = -21,0^\circ$  J2000). Análises dos movimentos próprios das estrelas nessa região mostram que pelo menos 20 estrelas apresentam uma mesma tendência nos movimentos próprios e aplicando-se o método estatístico de Sanders (1971) é possível obter uma boa separação entre duas populações. A partir dessas evidências realizamos observações fotométricas (B,V,R) com o telescópio de 0.6m no LNA buscando construir um diagrama HR das estrelas dessa região. Nesse trabalho argumentamos sobre a real existência desse aglomerado, que denominamos Alessi 01 (J20046-1031) e apresentamos uma análise astrométrica e fotométrica buscando determinar suas principais características.

PAINEL 045

### ANÁLISE DE ESTRELAS ANÃS DE BÁRIO

**Dinah Moreira Allen & Beatriz Barbuy (IAG/USP)**

Existem ainda incertezas quanto à classificação espectral e classe de luminosidade das estrelas de Bário, sendo que algumas delas anteriormente classificadas como gigantes, têm sido reclassificadas como anãs. Vários trabalhos têm estudado a possibilidade das estrelas de Bário se formem já na seqüência principal. Por exemplo, algumas das estrelas de Bário analisadas por Barbuy,

Jorissen, Rossi e Arnould (1992, A&A 262, 216), apresentaram abundâncias de  $^{13}\text{C}$  e Li excepcionalmente altas. Eles sugerem que isto se deva à transferência de matéria rica em carbono e elementos pesados por uma companheira, que seria uma estrela de carbono fria, quando a estrela de Bário ainda estava na seqüência principal, ou seja, ainda não sofrera a primeira dragagem. A combinação da primeira dragagem com a mistura entre a matéria acretada e a do envelope na fase de anã, seria portanto, responsável pelas altas abundâncias de  $^{13}\text{C}$  e Li. A observação de estrelas anãs de Bário é importante para testar os diferentes cenários de produção de nêutrons e produção de elementos pesados. As estrelas apresentadas neste trabalho foram observadas com o espectrógrafo FEROS no telescópio de 1.5m do ESO, em fevereiro e outubro de 2000, e janeiro de 2001. Esta análise encontra-se em fase inicial, incluindo a determinação de parâmetros atmosféricos, onde as temperaturas efetivas são derivadas a partir de dados fotométricos, e as metalicidades por curvas de crescimento.

PAINEL 046

### **EVOLUÇÃO DINÂMICA DE PULSARES COM TORQUES DE DIPOLO MAGNÉTICO E VENTO RELATIVÍSTICO**

**Marcelo P. Allen & Jorge E. Horvath (IAG/USP)**

A evolução dinâmica de pulsares tem sido geralmente associada ao modelo de dipolo magnético girante, embora as determinações observacionais de *braking indices* para 5 pulsares jovens mostrem-se diferentes da predição do modelo. Uma alternativa é a perda de energia e momento angular através de emissão de partículas relativísticas. Nós analisamos as implicações de um modelo genérico "misto" para evolução de pulsares, onde ambos mecanismos funcionam simultaneamente, cada um dominando em fases diferentes. nesse modelo, o campo magnético será inferior à estimativa convencional. A evolução será mais rápida para pulsares com maiores campos magnéticos e/ou maiores emissões de partículas relativísticas. Nós também mostramos que a idade característica primeiro *superestima* a idade real do pulsar, mas a subsequente dominância do vento relativístico leva a um valor assintoticamente constante, portanto tornando-se uma *subestimativa* da idade real em tempos posteriores. A evolução dinâmica neste modelo "misto" difere da convencional principalmente para idades  $> 10^4$  anos, quando os pulsares terão períodos e derivadas do período grandes, segundo nosso modelo. Este é exatamente o *loci* dos Repetidores de Gama Mole (*SGRs*) e Pulsares Anômalos de Raios X (*AXPs*). Portanto, os assim chamados "magnetares" podem ser na realidade pulsares ordinários, com intensos campos magnéticos (mas não acima do limiar quântico), e idades  $\sim 10^4$  anos, que estão na fase dominada pelo vento relativístico.

**EVOLUÇÃO ESPECTRAL DA NOVA VELORUM 1999****Anselmo Augusto & Marcos Diaz (IAG/USP)**

Novas são sistemas binários cerrados onde uma estrela na seqüência principal ou subgigante alimenta um disco de acreção em torno de uma anã branca. Quando a pressão crítica é atingida na interface anã branca - envelope, ocorre a erupção e o gás se expande sendo ejetado. Estudos numéricos mostram que a ejeção ocorre em dois estágios: há uma ejeção discreta associada a explosão seguida então por um vento. As duas componentes são os sítios formadores das linhas em emissão, com fotoionização devida a radiação fornecida pela fonte central. A análise da evolução desse espectro é uma excelente ferramenta para entender os múltiplos processos associados com a explosão, incluindo a nucleossíntese, os mecanismos de ejeção do gás e a formação de poeira. A Nova Velorum 1999 (V382 Vel) é uma das mais importantes novas clássicas dos últimos tempos. Com base nos espectros obtidos, identificamos tratar-se de uma nova de neônio (Williams et. al., 1991). Mostraremos neste trabalho a evolução espectral desse objeto entre 31 de julho de 1999 e 07 de dezembro de 2000, detalhada pela variação temporal das linhas mais importantes, das características do envelope (temperatura eletrônica e grau de ionização) e das propriedades físicas da fonte central. Também serão apresentadas estimativas de abundâncias iônicas no envelope. *Agência financiadora: CAPES.*

**MAPEAMENTO MULTICOR DO DISCO DE ACRÉSCIMO DE V4140 Sgr****Bernardo W. Borges & Raymundo Baptista (UFSC)**

V4140 Sagittarii é uma variável cataclísmica (VC) de curto período orbital que, diferentemente da grande maioria das VCs de curto período, ainda não foi classificada como nova-anã, nova-like ou polar, se constituindo um objeto peculiar. Neste trabalho reportamos a análise de séries temporais de fotometria CCD rápida de V4140 Sgr, obtidas no LNA entre 1991 e 2000, nas bandas B, V e R. A análise das curvas de luz em R revela que o objeto foi observado no declínio de uma erupção em julho de 1992 e sugere uma classificação como nova-anã. As curvas de luz foram agrupadas em cor e por estado de brilho (no declínio ou fora da erupção) e foram aplicadas técnicas de mapeamento por eclipses para obter os correspondentes mapas das distribuições de brilho do disco de acreção. Os mapas são usados para investigar a emissão do disco de acreção e para estimar a distribuição radial de temperatura e a taxa de acreção no disco. Os resultados são discutidos no contexto dos modelos para as erupções de novas-anãs.

### **PROPRIEDADES ESTATÍSTICAS DE UMA AMOSTRA DE ESTRELAS SIMBIÓTICAS**

**Silvia Ribeiro Calbo & Roberto Dell'Aglio Dias da Costa (IAG/USP)**

Estrelas simbióticas são sistemas binários compostos por uma gigante vermelha (frequentemente uma estrela tipo Mira) e uma fonte quente que pode ser uma sub-anã ou um objeto quente como um núcleo de nebulosa planetária. Tem-se nestes objetos uma fonte de radiação ionizante (a fonte quente) próxima à fotosfera de uma estrela evoluída (a gigante vermelha), o que permite a excitação das espécies químicas presentes na atmosfera da gigante e seu consequente diagnóstico através de técnicas espectroscópicas. Além disto, os sistemas simbióticos podem apresentar inúmeras propriedades fotométricas tais como "flickering" ou excesso no infravermelho, cujos estudos revelam distintos aspectos da história evolutiva do sistema. Recentemente foi publicado um catálogo completo dos sistemas simbióticos galácticos (Belczynski et al. 2000, A&A Suppl. 146, 407) que constitui-se numa excelente base de dados para estudos estatísticos destes objetos. A partir destes dados, foi feito um estudo das propriedades estatísticas da amostra no que diz respeito a distribuição espacial, cores, tipos espectrais e propriedades fotométricas. Encontramos, por exemplo, diferenças significativas nas cores médias e na distribuição espacial entre os sistemas tipos *s* e *d*. Esta análise servirá de base para o posterior desenvolvimento de um estudo aprofundado de propriedades fotométricas e espectroscópicas de um sub-conjunto destes objetos, a ser realizado no LNA/MCT. (CNPq)

### **ESTUDO DE ESTRELAS RR LYRAE NO DISCO E HALO DA GALÁXIA**

**Priscilla R. T. L. Camargo & Silvia Rossi (IAG/USP),  
Timothy C. Beers (MSU-EUA), Andy Layden (BGU-EUA)**

As estrelas RR Lyrae são estrelas do Ramo Horizontal (HB) de baixa massa, que se localizam na faixa de instabilidade do diagrama HR, pertencendo assim a grande amostra de estrelas que representam os objetos mais pobres em metal e mais velhos de várias populações estelares. A análise da cinemática e das distribuições de metalicidade de grandes amostras de estrelas, que sejam necessariamente velhas e selecionadas sem viés, são de essencial importância para estudos relacionados a origem e evolução de nossa Galáxia. Este trabalho pretende ampliar e refinar a amostra de estrelas RR Lyrae com movimentos espaciais completos. Para tanto, dispomos de um conjunto de aproximadamente 100 estrelas RR Lyrae, cujos espectros foram obtidos por Andy Layden (Bowling Green University) com o telescópio de 1.0m do CTIO usando uma combinação entre detetor 2D-Frutti e espectrógrafo Cassegrain. Para a obtenção dos movimentos espaciais das RR Lyrae são necessárias algumas etapas preliminares. A primeira engloba a redução e análise dos dados, seguindo os procedimentos recomendados para a combinação de detetor e

espectrógrafo utilizados. Uma segunda etapa envolve a determinação das velocidades radiais das estrelas utilizando dois métodos: o primeiro é chamado técnica linha a linha, e o segundo é a técnica de correlação cruzada de Fourier. Então a partir desses valores, obtemos as velocidades sistêmicas (não-pulsantes) com o auxílio das curvas de velocidades radiais em função da fase. Por fim, tendo em mãos a largura equivalente das linhas CaII K e do hidrogênio, é possível determinar as abundâncias dos objetos estudados, com o auxílio de um programa de cálculo de abundâncias. Apresentaremos aqui os espectros calibrados em comprimento de onda e as velocidades radiais para as estrelas da nossa amostra, obtidas segundo os dois métodos descritos anteriormente. Agência financiadora: FAPESP.

PAINEL 051

### **UM ESTUDO DE AGLOMERADOS ABERTOS VIA ESPECTROSCOPIA DE ESTRELAS GIGANTES**

**Leandro Chieza de Carvalho & João F. C. Santos Jr. (DF-ICEx-UFMG)**

Apresentamos uma amostra de espectros no óptico de estrelas gigantes membros de aglomerados abertos de idades entre  $7.0 < \log[t(\text{anos})] < 9.6$ . Foram observadas 154 estrelas em 34 aglomerados no LNA, com o objetivo de estudar a população estelar destes sistemas. Estimamos a metalicidade das estrelas utilizando a largura equivalente de linhas do Mg e Fe. Indicadores de temperatura e gravidade foram obtidos da literatura. Além disso, a largura equivalente de H $\beta$  foi empregada como informação adicional sobre a temperatura estelar. Uma análise comparativa dos aglomerados indica que NGC3114 e NGC5822 possuem uma pequena dispersão de metalicidades estelares ( $[Fe/H] < 0.1$  dex), enquanto que esta dispersão é grande para NGC2669 e NGC6067 ( $[Fe/H] > 0.3$  dex).

PAINEL 052

### **ANÃS BRANCAS PULSANTES**

**Barbara Garcia Castanheira & Kepler de Souza Oliveira Filho (IF/UFRGS)**

Após a passagem pela seqüência principal de uma estrela com massa inicial entre 1 e 10 massas solares, ocorre a perda de grande parte de sua massa, resultando em uma anã branca com menos de uma massa solar. O objetivo do trabalho desenvolvido foi estudar as anãs brancas pulsantes, que são as que apresentam variações multi-periódicas de luz. Neste trabalho foi enfatizado a obtenção da temperatura efetiva e da gravidade superficial para as anãs brancas pulsantes G185-32, G226-29, GD358 e PG1351+489 por espectroscopia e análise das curvas de luz. Os espectros foram obtidos com o Telescópio Espacial Hubble e comparados com modelos teóricos desenvolvidos por Detlev Koester, da Universidade de Kiel, especialmente para este projeto. Um outro tipo de análise

foi feita para as estrelas que têm paralaxe medida, determinando-se os melhores valores para temperatura efetiva e gravidade superficial, usando o espectro. Foi feito também uma determinação pelos índices de cor, visto que há uma relação massa-raio para anãs brancas pulsantes. Estamos usando os modelos evolucionários de anãs brancas de Matt Wood (1995). As cores foram obtidos por modelos de atmosferas exatamente com as mesmas propriedades dos modelos de atmosfera do Koester que estamos utilizando, isto é,  $ML^2/\alpha=0.6$  e teoria de Hummer-Mihalas para a alteração dos níveis de energia devido à pressão. As cores são obtidas convoluindo-se os modelos de atmosferas com as curvas de transmissão dos filtros e calibrando com a distribuição de energia de Vega. Os melhores valores utilizando este método não são os mesmos que os obtidos dos espectros ou das amplitudes de pulsação. Isto mostra que é necessário uma análise mais detalhada com a maior quantidade de métodos possível para diminuir a incerteza nos valores determinados.

PAINEL 053

**BIBLIOTECA DE ESPECTROS SINTÉTICOS DE ESTRELAS  
FRIAS PARA USO NO ESTUDO DE POPULAÇÕES ESTELARES**

**Paula R. T. Coelho & Beatriz Barbuy (IAG/USP)**

A síntese de populações estelares permite estudarmos sistemas compostos em geral, tanto populações simples como aglomerados globulares quanto populações compostas como galáxias. Mas a síntese de uma população simples requer por um lado o conhecimento de trajetórias evolutivas, fornecidas pelos modelos de evolução estelar, e por outro lado uma biblioteca de espectros estelares, observados ou sintéticos. Uma biblioteca de espectros sintéticos apresenta a vantagem de estar menos sujeita à incompletude e inhomogeneidade que geralmente existe quando se utiliza uma grade de espectros observados. Um extenso trabalho para a construção dessa biblioteca tem sido realizado pelo grupo no IAG e apresentamos neste trabalho uma extensão da grade apresentada em Barbuy et al. 2001 para estrelas mais frias que 3800 K.

PAINEL 054

**THE ROTATION OF DOUBLE-LINED BINARY  
SYSTEMS WITH EVOLVED COMPONENT**

**A. C. C. Dias, I. C. Leao, J. R. P. Silva & J. R. De Medeiros (UFRN)**

We present rotational velocity  $V \sin i$  for a large sample of about 100 double-lined binary systems with evolved component of luminosity class IV or III, obtained with the CORAVEL spectrometer. Because of their enhanced chromospheric and coronal activity these systems are very interesting astrophysical laboratories, in

particular for our understanding of heating mechanisms in the upper atmosphere of cool evolved stars. In addition, most of these systems present a synchronization between the rotational and orbital motions and circular or nearly circular orbits, as a result of tidal effects. The present sample is complete for a visual magnitude  $m_v$  of about 6.5. A comparison with data measured by Fourier technique, presented in a previous work at the past SAB annual meeting, shows that our measurements are very precise, with an internal error of about 1.0 km/s for low or moderate rotators, typically VSINI lower than 30.0 km/s, whereas for higher rotators the error is about 10%. In the present work we combine for the first time, for the whole of the sample, the measured VSINI with the orbital parameters, period, eccentricity and mass function, to quantify the extent of synchronization in this class of binary systems. We observe, in particular, that the critical period of synchronization depends on the stellar mass and effective temperatures.

PAINEL 055

### **PHOTOIONIZATION MODELS OF INHOMOGENEOUS NOVA SHELLS**

**Marcos Diaz (IAG/USP)**

The importance of gas condensations in the emission from shells of recent novae is reviewed on the basis of recent high-resolution imaging data and the observational perspective of subarcsec two-dimensional spectroscopy. Inhomogeneous photoionization models for nova shells are presented and compared with spherically symmetric calculations. The methods and approximations employed in the calculus of 3D shell models are discussed.

PAINEL 056

### **SOBRE A EVOLUÇÃO GALÁCTICA DE NEBULOSAS PLANETÁRIAS BIPOLARES**

**Sophie Durand (IAG/USP), Joachim Köppen  
(Observatoire de Strasbourg - France)  
Walter Maciel (IAG/USP)**

As nebulosas planetárias (NPs) bipolares têm as progenitoras mais massivas ( $M_i > 2.2 M_\odot$ ) dentre as NPs de Tipo I. Encontram-se principalmente em latitudes galácticas muito baixas e, por isso, espera-se que sigam de perto a rotação diferencial. Além do mais, como suspeita-se que constituam a população mais jovem de NPs, podemos supor que guardem ainda alguns sinais de sua evolução galáctica recente. Neste poster apresentamos uma análise das propriedades espaciais, químicas e cinemáticas de todas as NPs bipolares conhecidas na Galáxia. Particularmente, examinamos a existência de uma correlação entre suas

razões de linhas espectrais  $\text{HeII}_{\lambda 4686}/\text{H}\beta$  e suas distâncias galactocêntricas derivadas a partir da hipótese de órbitas estritamente circulares.

PAINEL 057

### ATIVIDADE ESTELAR E CIRCUMESTELAR DA ESTRELA $\alpha$ ERIDANI

**Marcus Vinicius Massa Fernandes & Nelson Vani Leister (IAG/USP)**

Neste trabalho analisamos espectros da estrela  $\alpha$  Eridani (HD10144) obtidos pelo espectrógrafo FEROS (1,52m ESO-La Silla); com objetivo de encontrar variabilidades, no perfil de determinadas linhas absorção, com intuito de obter sinais de atividade da referida estrela. As linhas de absorção utilizadas neste trabalho, para diagnóstico de atividade são  $\text{H}\alpha$ ,  $\text{H}\beta$ ,  $\text{H}\gamma$ ,  $\text{HeI}$  ( $\lambda 3488$ ,  $\lambda 4471$ ,  $4922$ ) e  $\text{MgII}$  (4481) que em algumas das quais, já analisadas (vide pôster nesta reunião) apresentaram sinais precursores de perda de massa. Medidas de largura equivalente (EW), largura à meia altura (FWHM) e variações da posição do centro das linhas em velocidade radial (RV) indicam que esta estrela encontrava-se em fase de quiescência na época das observações. O método dos resíduos também foram aplicados às linhas  $\text{HeI}$  e  $\text{MgII}$ . Esse método consiste no estudo das variações dos perfis de linha VPL a partir dos resíduos dos perfis espectrais. Os resíduos de um espectro são formados a partir da diferença entre o espectro médio (suposto isento de tais variações, também conhecidas como bumps, pois elas devem se cancelar no tempo) e cada um dos espectros que compõem o conjunto observado. Dessa forma pode-se observar diretamente a passagem de bumps pelo perfil de linha e estudar sua propagação em função do tempo. A natureza deste bumps baseia-se na passagem de uma pulsação não-radial na região de formação de linhas. Procedeu-se a análise temporal destas variações através do algoritmo CLEANEST que associa aos bumps uma eventual frequência de VPL. Para a linha do  $\text{HeI}$  (4388 Å), obtivemos sinais entre 1 e 2 c/d; e entre 9 e 10 c/d de frequência; para a linha do  $\text{HeI}$  (4471 Å) e  $\text{MgI}$  (4481 Å) encontramos sinais entre 0.5 e 1 c/d, entre 4 e 5 c/d entre 6 e 6.5 c/d, entre 7 e 7.5 c/d; e entre 9 e 9.5 c/d de frequência; por fim, a linha do  $\text{HeI}$  (4922 Å) apresentou sinais entre 1 e 2 c/d; 2.5 c/d; 4.5 e 5c/d; 6 c/d e entre 9 e 10 c/d de frequência. Desta forma, como conclusão preliminar, estando esta estrela em fase de quiescência na época da observação, foi possível identificar variações nos perfis de linhas que puderam ser associadas a frequências acima mencionadas.

### **QUANDO ACONTECE O SURGIMENTO DE PECULIARIDADES QUÍMICAS EM ESTRELAS A PECULIARES?**

**Luciano Fraga & Antônio Kanaan (UFSC), Wilton S Dias (IAG/USP)**

Estrelas A peculiares (Ap) possuem alta abundância de terras raras em seus espectros. A explicação amplamente aceita para estas altas abundâncias é de que estes elementos são empurrados à superfície por pressão de radiação seletiva. Uma questão ainda não respondida no estudo das estrelas Ap é quando no processo de evolução uma estrela A torna-se Ap?. Trabalhos anteriores realizados por Abt (1979) e Abt e Cardona (1983), utilizando dados espectroscópicos com placas fotográficas, sugeriram que as estrelas tornavam-se Ap à medida que envelheciam. Outros trabalhos, utilizando índices de cor do sistema fotométrico de Geneva (North & Cramer 1981, North 1993) questionaram a validade destes resultados. Para atingir nosso objetivo estamos analisando o problema de duas maneiras diferentes. A primeira, estudando estrelas normais e peculiares, no intervalo de B5-F0, em aglomerados abertos de diferentes idades. A segunda, estudando sistemas binários visuais que tenham a estrela + quente no intervalo O8-F0 e que pelo menos uma das estrelas deva estar no intervalo do fenômeno Ap. Em ambos os casos estamos utilizando dados modernos baseados em espectros CCD com resolução mais alta, utilizando apenas espectros e tomando todos os espectros com o mesmo equipamento, evitando portanto efeitos sistemáticos no método de classificação. Apresentamos a situação atual da reclassificação das estrelas em aglomerados e binárias visuais.

### **SURVEY DE OBJETOS ESTELARES COM LINHA DE EMISSÃO EM H $\alpha$**

**Caroline Sousa Franco (ON/MCT - IF/UERJ), Cláudio Bastos Pereira (ON/MCT)**

Apresentamos as observações de 38 objetos dos 179 da amostra Sanduleak & Stephenson (1973, ApJ, 185, 899). Este trabalho faz parte de um programa de longo prazo para investigar espectroscopicamente objetos com linha de emissão em H $\alpha$  no Hemisfério Sul. Tais objetos são de extremo interesse no estudo de evolução estelar pois abrangem várias classes espectrais e estágios evolutivos diferentes. Os objetos foram observados em 2 regiões espectrais diferentes cobrindo o intervalo espectral de aproximadamente 3100 a 7500 Å. O objetivo é descrever os espectros adquiridos analisando as características espectrais mais importantes dos mesmos. Dos 38 objetos da amostra SS73, 5 são estrelas do tipo VV Cephei, 2 são variáveis do tipo Mira, 4 são do tipo T Tauri e as demais são estrelas B peculiares. Já foram também devidamente reduzidos em fluxo por comprimento de onda 57 dos 120 objetos da amostra Robertson & Jordan (1989, AJ, 98, 1354) e 12 dos 160 da amostra Schwartz, Persson & Hamann

(1990,AJ,100,793). Esses, porém, ainda não tiveram a natureza de seus espectros investigada. Os objetos foram observados com o espectrógrafo Boller & Chivens situado no telescópio de 1.52m no European Southern Observatory (La Silla, Chile) sob acordo com o Observatório Nacional. Os espectros foram reduzidos com o IRAF. Foi feito da subtração do bias e da correção por flat-field a calibração em comprimento de onda e fluxo.

PAINEL 060

### **A ORIGEM DOS CAMPOS MAGNÉTICOS EM ESTRELAS ANÃS BRANCAS**

**Daniel Girardi & Antônio Kanaan (UFSC)**

Neste trabalho apresentamos os primeiros resultados de nossas buscas por anãs brancas em aglomerados abertos da Galáxia. O objetivo destas buscas é de testar a hipótese de que os campos magnéticos presentes em estrelas anãs brancas são fósseis. A hipótese do campo fóssil sugere que os campos das anãs brancas são herdados das estrelas Ap. Se esta hipótese for correta, então aglomerados jovens onde as estrelas Ap ainda estão na sequência principal não devem ter anãs brancas magnéticas, enquanto aglomerados mais antigos, onde as estrelas Ap já tiveram tempo de sair da sequência principal e tornar-se anãs brancas, devem possuir algumas anãs brancas magnéticas (cerca de 5% das anãs brancas). Apresentamos o resultado de fotometria U, R dos aglomerados abertos NGC1662 e NGC2301 feita com a câmera de foco primário do McDonald Observatory. Nesta fase apenas selecionamos objetos azuis para posterior espectroscopia que permitirá a identificação das anãs brancas.

PAINEL 061

### **SIMULAÇÕES DA GEOMETRIA DE DISCOS PROTOPLANETÁRIOS**

**Annibal Hetem Jr. (ICET/UNIP) & Jane Gregorio-Hetem (IAG/USP)**

O número de planetas extrasolares descobertos aumentou consideravelmente nos últimos anos. Da mesma forma, tem sido crescente o número de imagens resolvidas de discos detectados ao redor de estrelas pré-sequência principal e de estrelas jovens da sequência principal. Dado o maior interesse pela formação de sistemas planetários no Universo, os envoltórios circumstelares jovens configuram-se alvos interessantes para buscar indícios das condições de formação de tais sistemas. Nos discos mais tênues, os perfis de densidade radial têm revelado a existência de cavidades centrais, condensações localizadas e falhas radiais. Tais características devem estar associadas ao desaparecimento do disco, que por sua vez tem sido interpretado como sendo causado provavelmente pela formação de protoplanetas (Beckwith 2001). Em nossos trabalhos anteriores, a estrutura circumstelar de estrelas jovens foi modelada através da simulação da

distribuição espectral de energia, supondo a presença de dois componentes: disco e envoltório. Entretanto, este modelo é limitado pois supõe uma geometria fixa. A proposta do presente trabalho é adotar uma geometria variável, construída via técnicas numéricas, introduzindo descontinuidades na estrutura circumstelar. Contrapondo-se ao modelo simplificado de dois componentes, adotam-se elementos distribuídos no espaço (células), cuja posição e características de emissão e absorção são ajustadas automaticamente por meio de testes de máxima semelhança. São apresentados os resultados para as estrelas  $\beta$  Pictoris, TWHydra e HD98922, que têm estrutura circumstelar bem conhecida e dados observacionais disponíveis na literatura. Estes objetos foram usados para testar o algoritmo. Os resultados mostram que é possível aplicar o programa para verificar a presença de falhas e sub-estruturas que poderiam ser causadas pelos processos iniciais da formação de protoplanetas.

PAINEL 062

### **ESTUDO DE FONTES ROSAT NA REGIÃO DE ER ERI COM A CAMIV**

**F. Jablonski, G. Hickel, M.G. Pereira, A. Justiniano, C. Barbosa, D. Cieslinski & A. Zodi (DAS/INPE), C.A. Torres & G. Quast (LNA/CNPq)**

Torres et al. descobriram um novo grupo cinemático de estrelas pós T Tauri observando contrapartidas ópticas de fontes ROSAT em torno da estrela T Tauri de linhas fracas ER Eri. A distância média ao grupo é de cerca de 50 pc e a idade estimada em 50 milhões de anos. Nenhuma das fontes do grupo é fonte IRAS, de modo que o estudo detalhado de suas propriedades pode fornecer vínculos importantes para a escala de tempo de dissipação do material do qual os objetos se formaram. Apresentamos os resultados da fotometria e da astrometria realizadas sobre imagens J ( $1.25 \mu\text{m}$ ) e H ( $1.65 \mu\text{m}$ ) obtidas com a CamIV em campos centrados em fontes ROSAT nessa região. Embora o objetivo inicial do nosso programa observacional fosse principalmente obter informação fotométrica para estender a cobertura da distribuição espectral de energia das fontes já medidas nas bandas UBVRI, verificamos que o grande campo ( $\sim 7 \times 7$  arcmin) e a boa resolução espacial (com escala no detector de  $\sim 0.5$  arcsec/pixel) permitem comparar as posições CamIV com as posições do catálogo USNO. Com base no comportamento fotométrico e nos movimentos próprios, produzimos uma lista de candidatos a anãs marrons, estrelas de pequena massa e de possíveis fontes extragalácticas a serem estudadas em mais detalhe com os telescópios Gemini e SOAR.

**RE-ANÁLISE DETALHADA DE ABUNDÂNCIAS  
DO SISTEMA BINÁRIO DE ALFA CENTAURI**

**Graziela R. Keller Rodrigues, Wladimir Lyra, Gustavo F. Porto de Mello  
(UFRJ/Observatorio do Valongo)**

O sistema binário de Alfa Centauri, formado por duas estrelas de tipo solar, é uma das estrelas mais brilhantes do céu, o segundo sistema estelar mais próximo do Sol, a 4,3 anos-luz de distância, e um dos mais estudados objetos na Astrofísica Estelar. Sendo um sistema binário de paralaxe bem conhecida, fornece massas e luminosidades com elevada precisão, constituindo-se em objeto fundamental na calibração de trajetórias evolutivas e isócronas teóricas no diagrama HR. Existe portanto um enorme interesse na determinação precisa de seus parâmetros atmosféricos, estado evolutivo e composição química. Entretanto, os trabalhos até o momento publicados revelam grandes discrepâncias entre si, particularmente para a composição química. Considerando-se que, entre 1990 e 1999, quatro análises detalhadas do sistema Alfa Centauri foram publicadas, todas utilizando espectros de alta resolução e alta relação sinal-ruído, levando a resultados inconsistentes entre si, o estado atual de nosso conhecimento da composição química deste sistema é completamente insatisfatório. Particularmente, a não realização de uma análise diferencial em relação ao Sol por parte de alguns autores pode ter levado a erros sistemáticos tanto nas abundâncias quanto nos parâmetros atmosféricos. Neste projeto, com o objetivo de resolver definitivamente a controvérsia ainda existente sobre a composição química deste importante sistema estelar, apresentamos os resultados de uma análise detalhada diferencial, com o Sol como estrela padrão, das duas componentes de Alfa Centauri, baseada em espectros de qualidade muito alta obtidas no OPD/LNA.

**THE EVOLUTION OF THE ORBITAL PARAMETERS  
OF CLOSE BINARY SYSTEMS**

**I. C. Leão & J. R. De Medeiros (UFRN)**

The synchronization of rotation and orbital motions in close binary systems is now well established. Different observational works have shown that below a critical orbital period, which depends directly of the stellar luminosity class, tidal effects synchronize these motions and circularize the orbits. In spite of these facts, it is not yet clear how the synchronization and the circularization evolve along the life of the star. In addition, the evolutionary behavior of the orbital parameters, period, eccentricity and mass function, as a function of mass and stellar age, is not yet known. In the present work, we study the dynamic evolution of binary systems to look for the behavior of their orbital parameters as well as for the evolution of structural parameters like apside constants and moment of inertia. As a first

result, we have computed evolutionary tracks and analyzed the changes of orbital parameters along these ones. A comparison with observations was also performed.

PAINEL 065

### **ESTRELAS CARBONADAS EXTREMAS: $\alpha$ - OU $\beta$ -SiC ?**

**S.Lorenz-Martins (Dep. de Astronomia/UFRJ)**

Estrelas carbonadas têm como característica espectral no infravermelho a emissão a 11.3  $\mu\text{m}$  devido à grãos de Carbetto de Silício (SiC). Conforme mostrado em Lorenz-Martins & Lefèvre (1994, A&A 291:831) e Lorenz-Martins et al. (2001, A&A 367:189), as estrelas carbonadas extremas são as que apresentam as maiores taxas de perda de massa e menores razões de abundância entre (as espécies de grãos) SiC/CA (CA=Carbono Amorfo). Isso poderia explicar a baixa quantidade de SiC encontrada no meio interestelar. Estudos recentes de meteoritos (Speck et al. 1999, ApJ 513:L87) confirmam que os grãos de SiC têm origem nas estrelas carbonadas porém, a espécie mais abundante encontrada é do tipo  $\beta$ -SiC, enquanto que na grande maioria das estrelas carbonadas encontramos  $\alpha$ -SiC. As diferenças encontradas entre os tipos  $\alpha$ -SiC e  $\beta$ -SiC, são devidas as estruturas cristalinas dos grãos. Além disso, os grãos pré-solares preservados têm tamanhos muito superiores aos encontrados nas carbonadas modeladas. Observações de um grupo de estrelas carbonadas extremas no intervalo entre 7-20  $\mu\text{m}$  mostraram que a banda devido à SiC está em absorção e não emissão (Speck 1998, PhD thesis), o que poderia sugerir a existência de envoltórios espessos contendo grãos maiores de SiC ( $\alpha$  e/ou  $\beta$ ), sem estarem envolvidos por CA. Assim, neste trabalho modelamos as estrelas da amostra de Speck considerando  $\alpha$ -SiC e  $\beta$ -SiC (Mutschke et al. 1999, A&A 345:87). Os resultados encontrados mostram que os envoltórios são realmente espessos ( $\tau \approx 20$  a 1  $\mu\text{m}$ , em média). Entretanto, a maior parte dos grãos que ajustam as observações são pequenos (em média 1000 Å) e uma pequena parcela de grandes grãos (3000 Å).

PAINEL 066

### **PARÂMETROS FÍSICOS NO DISCO DE ACRÉSCIMO DE UU AQUARI**

**E. Marafija & R. Baptista (Grupo de Astrofísica UFSC)**

Reportamos os resultados iniciais de um estudo das condições físicas no disco de acréscimo da variável cataclísmica UUAqr, a partir dos mapas da distribuição de brilho de seu disco de acréscimo nas bandas UBVRI obtidas por Baptista, Steiner & Horne (1996). São extraídos fluxos UBVRI medianos em função da distância ao centro do disco, para a região do bright spot/gas stream, e para as partes do disco mais próximas (frente) e mais afastadas (fundo) da secundária. O ajuste de modelos simples de emissão LTE de um gás de hidrogênio aos fluxos extraídos

permite inferir a temperatura, a densidade de coluna e o ângulo sólido bem como estimar a profundidade ótica das diferentes partes do disco. Os resultados são usados para testar o modelo padrão para discos de acréscimo óticamente espessos bem como estimar o ângulo de abertura do disco.

PAINEL 067

### **FORMAÇÃO ESTELAR EM *CANIS MAJORIS R1***

**E. R. Marciotto & J. Gregorio-Hetem (IAG/USP)**

A formação de estrelas de massa baixa ou de massa intermediária na nuvem molecular gigante *Canis Majoris R1* (CMA R1) é estudada a partir da emissão de raios- $X$  observada na região. Vários indícios de formação estelar são encontrados em CMA R1, tais como a presença de associações OB, núcleos de CO e nebulosas de emissão/reflexão. Este estudo foi motivado por trabalhos anteriores, realizados com outras nuvens moleculares distantes, mostrando que a emissão- $X$  pode ser usada como traçadora eficiente de formação estelar. Tais trabalhos revelaram que a maioria das fontes- $X$  pontuais são estrelas T Tauri ou Herbig Ae/Be. Com base nos dados obtidos pelo satélite *ROSAT* foi feita uma compilação das fontes- $X$  e de suas propriedades. A luminosidade- $X$  das fontes encontra-se na faixa de  $\sim 10^{30}$  a  $10^{32}$  erg  $\cdot$  s $^{-1}$ . A busca pelas contrapartidas óticas foi feita em placas fotográficas POSS. Com um microdensitômetro realizou-se a digitalização das placas, obtendo-se imagens com resolução angular de 0.67"/pixel. Das 61 fontes- $X$ , 10 parecem não ter contrapartidas óticas enquanto que outras 7 possuem mais de uma. Apenas 13 objetos haviam sido previamente identificados na literatura. Neste trabalho serão apresentados os vários dados disponíveis: fontes identificadas, fotometria  $B$ ,  $V$  e  $R$ , tipo espectral, tipo de objeto, etc. A função de luminosidade- $X$ , a correlação  $L_X$  vs.  $M_R$  e razão  $L_X/L_{bol}$  são discutidas. Essas informações são importantes na caracterização da população da amostra, como por exemplo na distinção entre estrelas embebidas e as de campo e na separação entre T Tauri e Herbig Ae/Be.

PAINEL 068

### **CLASSIFICAÇÃO DE ESTRELAS CENTRAIS DE NEBULOSAS PLANETÁRIAS RICAS EM HÉLIO**

**Wagner Luiz Ferreira Marcolino (IF-UFRJ/ON-MCT),  
Francisco Xavier de Araújo (ON-MCT)**

A maioria das estrelas centrais de nebulosas planetárias apresenta um espectro rico em hidrogênio. As demais apresentam um espectro rico em hélio e subdividem-se em [WCL]'s (late-types), [WCE]'s (early types) e WEL's (weak emission lines). O cenário evolutivo para as estrelas centrais ricas em hélio ainda não é bem estabelecido e, portanto, trabalhos observacionais a respeito servem

como bons vínculos para modelos teóricos. Neste trabalho analisamos o espectro de 10 [WC]'s: NGC 5315, Hb 4, Hen 2-429, Hen 2-113, Hen 3-1333, BD+303639, M 2-43, K 2-16, Hen 2-142 e Swst 1. Os dados foram obtidos no telescópio de 1.52m no ESO/Chile (acordo ESO/ON) ao longo do ano 2000 e cobrem o intervalo espectral de 4000-6000Å, com a resolução de aproximadamente 2Å. Além disso, apresentamos a classificação desses objetos com base em critérios encontrados na literatura, principalmente o proposto por Crowther et al. (1998), ressaltando as principais dificuldades encontradas e sugerimos possíveis mudanças.

PAINEL 069

### **MEDIDAS PARA TAXA DE ACRESÇÃO DAS ESTRELAS RU LUPI E EX LUPI**

**J.Moura (Cnpq/ON), C.Batalha (Cnpq/ON)**

Apresentamos os primeiros resultados da série temporal de baixa resolução das estrelas RU Lupi e EX Lupi, estrelas T-Tauri clássicas com alta taxa de acreção. Essas medidas foram obtidas com o telescópio 1.52m de La Silla, no modo de baixa resolução (B&C), que faz parte do acordo ESO-ON. Obtivemos as medidas após modelarmos a região produtora do excesso de emissão contínua. Como resultado, encontramos que as temperaturas típicas da região de reprocessamento são cerca de duas vezes maior do que aquelas encontradas em T-Tauri clássicas de baixa taxa de acreção. A área projetada total da região de impacto da RU Lupi se mantém estável durante as diversas fases rotacionais observadas, e mantém-se em torno de 5-6% da área superficial visível. Ao contrário, a estrela EX Lupi apresenta mudanças na taxa de acreção por fatores maiores que 100 no espaço de dois meses. Essas mudanças na taxa de acreção são diretamente confirmadas pelas medidas que fizemos do velamento e da descontinuidade de Balmer, durante as fases observacionais em que medidas de velamento foram possíveis. Esses resultados diferem dos obtidos para estrelas T-Tauri de baixa taxa de acreção, onde a área total da região de impacto varia entre os valores 1-9%. A alta taxa de acreção encontrada para essas estrelas, maior que  $1.0 \cdot 10^{-6}$  Msol/ano, as coloca entre os objetos de maior taxa de acreção já estudados.

PAINEL 070

### **ROTATION-LITHIUM RELATIONSHIP FOR SINGLE COOL GIANT STARS**

**J. D. do Nascimento Jr., A. C. Miranda, J. M. Costa & J. R. De Medeiros (DFTE - UFRN)**

The decreasing of rotational velocity and lithium abundance with age and effective temperature for evolved stars is now well established, at least for the luminosity classes IV and III. However, in spite of this fact, the relationship between rotation and lithium content is not clear. In the present work we study the role of stellar mass on the rotation-lithium relationship for giant stars of

luminosity class III, along the spectral range F, G and K. By using evolutionary tracks constructed from the Toulouse-Geneva code and HIPPARCOS data, to obtain stellar masses, combined with CORAVEL rotational velocity and lithium abundances, we show that stellar mass has a major role on the definition of the nature of the rotation-lithium relation. By applying different statistics we find that the correlation between rotational velocity and lithium content increases from  $0.7 M_{\odot}$  to  $2.5 M_{\odot}$  and, after, decreases from the  $2.5 M_{\odot}$  to larger mass values.

PAINEL 071

### VARIABILIDADE DE ESTRELAS T TAURI

**Paulo Cesar R. Pereira (Fundação Planetário da Cidade do Rio de Janeiro/Diretoria de Astronomia),  
Gabriel R. Hickel (INPE/Divisão de Astrofísica)**

Estrelas T Tauri são objetos jovens, ainda em fase de contração, em vias de atingir a seqüência principal. Apresentam variabilidade (periódica ou não) em escala de tempo de horas a dias ou semanas, em praticamente todos os comprimentos de onda. Por esta razão, a construção de um modelo para a origem das variações torna-se bastante difícil. Diversos modelos têm sido propostos, tais como obscurecimento por material interestelar e presença de manchas quentes ou frias na superfície estelar. Apresentamos os resultados de um monitoramento fotométrico (UBVRI) de uma amostra de estrelas T Tauri, realizado no Laboratório Nacional de Astrofísica. Nosso objetivo principal foi procurar modulações periódicas ou quase periódicas em escala de tempo de dias. Acompanhamos as estrelas durante 18 dias, tendo encontrado períodos fotométricos significantes nas curvas de luz de BF Cha, GW Lup e HK Lup. Nossos dados sugerem a presença de modulação em IRAS 16455-1405 e UW Sco, bem como confirmam detecções anteriormente verificadas em AK Sco e RY Lup. No caso de AK Sco, um sistema binário espectroscópico, sugerimos a detecção de eclipses nas curvas de luz obtidas durante a missão. Em geral, as cores das estrelas tornam-se mais avermelhadas quando estas estão mais débeis, um comportamento típico de estrelas T Tauri. Associamos as modulações com a presença de manchas fotosféricas e aplicamos um modelo simples, freqüentemente adotado na literatura, para estimar a temperatura e a área percentual das manchas. Em adição, derivamos cores intrínsecas e  $A_v$ , para as estrelas cujos tipos espectrais são bem determinados na literatura.

**SUPERGIGANTES B[e] NA PEQUENA NUVEM DE MAGALHÃES**

**Diana Paula Andrade Pilling (OV - UFRJ e ON - MCT),  
Francisco Xavier Araújo (ON - MCT)**

O fenômeno B[e] está presente em diferentes estágios evolutivos estelares (Henny J. G. L. M. Lamers, Franz – Josef Zickgraff, Dolf de Winter, Leo Houzeaux, e Janez Zorec, 1998, A&A 340, 117-128). O grupo mais homogêneo de estrelas que apresentam o fenômeno B[e] é o das supergigantes B[e] da Grande Nuvem de Magalhães. Porém existem estrelas com características similares em nossa galáxia (Lopes D. F., Damini Neto A., de Freitas Pacheco J. A. 1992, A&A 261, 482). Outras candidatas a supergigantes B[e] são encontradas na Pequena Nuvem de Magalhães, porém o número de estudos sobre elas na literatura é muito pequeno. O presente trabalho é dedicado a quatro destes objetos: Hen S18, Hen S23, Hen S65 e R4. Analisamos o espectro óptico destas estrelas e medimos o fluxo. Os dados aqui apresentados foram obtidos no telescópio 1,52m do ESO (acordo ESO/ON), com espectrógrafo Cassegrain, com uma cobertura espectral aproximada de 3800Å a 7500Å e com uma resolução da ordem de 4,5 Å. A redução foi feita utilizando o pacote IRAF. Encontramos, em todas as estrelas, as linhas da série de Balmer H9, H8, He, Hδ, Hγ, Hβ e Hα. Sendo que na Hen S18 e na Hen S23, todas estas linhas apresentam perfil P-Cygni. Em todas as estrelas também encontramos linhas permitidas do O I (8446Å) e linhas de Fe II tanto permitidas quanto proibidas. Na Hen S18 encontramos fracas linhas em emissão de He I, entre elas: (4027.3Å), (4922Å), e (6678Å). Já as linhas do He I (5875Å) e (7065Å) nesta estrela, também em emissão, são fortes. Na Hen S65 encontramos menos linhas do He I, também fracas e em absorção, são elas: (5575.6Å) e (6678Å). Na R4 encontramos a linha do He I (5876Å). Não encontramos linhas de He II em nenhuma das quatro estrelas. Em todas as estrelas encontramos Mg II (6318Å). Na R4 encontramos Si II (5056), TiO (5167Å), O II (4661Å), N II (5016Å) e (5755Å) e S II [6717Å] proibida. A linha N II (5016) também foi encontrada na Hen S18. Na Hen S23 encontramos Si II (4568). Na Hen S65 encontramos O II (6046Å) e (7319Å) e N I (7442,3Å), além de Na I (5890Å) em absorção. Na Hen S23 também encontramos a linha Na I (5890Å) em absorção. As diferenças entre os espectros desses objetos e de outras estrelas B[e] da Grande Nuvem de Magalhães e da Galáxia serão comentadas no painel.

**SUGESTÃO DE 7 NOVOS OBJETOS COM EMISSÃO EM 13 μm E A VERIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES DE GRÃOS PREDITAS**

**Sérgio Pilling (Observatório Nacional - CNPq),  
Sílvia Lorenz-Martins (Observatório do Valongo - URFJ)**

Desde a década de oitenta, principalmente após o satélite IRAS (1986), vêm se tentando identificar as características espectrais no IR, até então desconhecidas apresentadas pelas estrelas tardias. Dentre elas, está a emissão em ~ 13 μm

detectada inicialmente nos espectros LRS IRAS (IRAS - catalogues: atlas of Low Resolution Spectra) de estrelas Miras e de outras gigantes frias evoluídas sendo amplamente atribuída, até meados da década de noventa, ao  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (corundum). Em trabalhos posteriores foram sugeridos outros grãos como os de silicatos e de óxidos, como por exemplo, grãos de SiO<sub>2</sub>, TiO (rutile) e MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (spinel). Entretanto esses autores têm relacionado esses grãos à esta emissão, apenas por apresentarem características próximo a 13  $\mu$ m em seus espectros mas sem reproduzir, mesmo que de maneira aproximada, a transferência radiativa num envoltório circunstelares. Modelos que tratam a transferência radiativa num envoltório circunstelares mostraram que o principal grão associado a essa emissão, o corundum, não se ajusta corretamente aos espectros dos objetos conhecidos portadores desta emissão. Sendo assim na tentativa de melhor descrever a realidade dos envoltórios de estrelas frias, principalmente sobre a natureza desta emissão, apresentamos um estudo das propriedades ópticas, bem como o cálculo da transferência radiativa nesses meios para algumas das espécies sugeridas. Foram calculados diferentes modelos de envoltórios: com grãos simples, com duas espécies de grãos coexistentes e com grãos não homogêneos (constituídos por uma espécie núcleo e outra no manto), para dois desses objetos, a fim de reproduzir esta emissão. Os melhores modelos obtidos foram com grãos não homogêneos com núcleo de silicatos e mantos de spinel (de tamanhos ~ 2000 Å). Essa combinação de grãos parece ajustar a emissão a 13  $\mu$ m. O ajuste dos modelos é obtido confrontando nossos resultados com as observações fotométricas e espectroscópicas (LRS IRAS). Durante o desenvolvimento deste trabalho também foram identificados 7 novos objetos com essa característica através de uma análise visual dos espectros LRS IRAS seguido de subtrações de contínuo e de corpo negro, a fim de evidenciar a característica espectral.

PAINEL 074

### **TRANSFORMAÇÕES ENTRE AS FOTOMETRIAS NO INFRAVERMELHO DE JOHNSON E COUSINS UTILIZANDO TÉCNICAS DE ANÁLISE MULTIVARIADA**

**Daiana Ribeiro & Jorge R. Ducati (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)**

O catálogo de dados fotométricos no infravermelho, para a cor I, nos sistemas de Johnson e Cousins (Ducati e Ribeiro, SAB2000), foi ampliado em mais de 50%, compreendendo agora 1617 estrelas. A concentração de dados destes dois sistemas no mesmo arquivo pode levar à compilação de uma listagem unificada, o que praticamente duplicaria a base de dados, para a cor I, disponível para estudos estelares e de meio interestelar. As observações em I, por razões históricas e instrumentais, dividiram-se em dois sistemas diferentes e de compatibilidade complicada. Uma das mais importantes aplicações do aumento da informação em I, através da possibilidade de transformação entre os sistemas

de Johnson e Cousins, será em estudos de extinção interestelar, na parte de modelagem de funções de extinção (por exemplo, de Cardelli, Clayton e Mathis 1988), que necessitam de informações para o maior número possível de bandas espectrais no sistema de Johnson, que vai de U a N. O problema de correlacionar os dados nestas duas fotometrias, de difícil solução devido a diferenças intrínsecas entre os dois sistemas, estudado anteriormente via correlação de cores intrínsecas, teve nova abordagem. Técnicas de análise multivariada e estatísticas, como Análise das Componentes Principais e de Clusters, foram utilizadas, incluindo-se agora na correlação novos parâmetros de cor como (U-V) e (B-V), e de temperatura (tipo espectral e classe de luminosidade), coletados na literatura para as estrelas da amostra. A partir desta nova base de dados, ampliada significativamente, foram derivadas equações de transformação que correlacionam  $(I-V)_C$  com as variáveis  $(I-V)_J$ , (U-B), (V-B), e o parâmetro de temperatura. Demonstra-se que a inclusão de parâmetros de cor melhora significativamente a qualidade da correlação, diminuindo os efeitos de avermelhamento diferencial que em geral dificultam transformações entre os dois sistemas. As primeiras correlações feitas através de regressões lineares, revelaram a existência de dados (estrelas) anômalos, provavelmente devidos a observações de estrelas variáveis ou peculiares. A retirada destes dados levou a correlações com dispersões menores. Listas de dados fotométricos unificados são compiladas e apresentadas, incluindo valores para  $I_J$  ou  $I_C$  preditos para estrelas que anteriormente apresentavam somente um deles. Análises de "cluster" utilizando amostras puras de único sistema e amostras contendo índices transformados são feitas, comparando-se os resultados nos dois casos. Demonstra-se que a dispersão dos "clusters", dada pelo valor de seus raios, não aumenta significativamente.

PAINEL 075

**ESPECTROSCOPIA DE BINÁRIAS EM  
INTERAÇÃO: UM ESTUDO DO SISTEMA V3885 Sgr\***

**Fabiola Mariana Aguiar Ribeiro & Marcos Perez Diaz (IAG/USP)**

Neste trabalho apresentaremos um estudo espectrofotométrico de alta resolução temporal feito na região do visível. O objeto é V3885 Sgr, uma variável cataclísmica classificada como sendo do tipo nova-like. Este estudo tem como objetivo imediato a determinação do período orbital do sistema binário, enfatizando o procedimento observacional, a calibração e análise dos dados. A partir dos espectros já reduzidos construímos curvas de velocidades radiais utilizando os desvios Doppler da linha de H $\alpha$  em emissão. Com esta curva de velocidades radiais é feita uma estimativa para o período orbital, resolvendo as inconsistências presentes na literatura. Com base na amplitude das curvas de velocidade radial é feita uma discussão sobre a estrutura do sistema binário e

suas principais componentes. Comentamos as implicações dos valores obtidos no contexto desta classe de binárias. \* Projeto financiado pelo CNPq/PIBIC. Dados obtidos no Laboratório Nacional de Astrofísica LNA/CNPq.

PAINEL 076

### FOTOMETRIA J E H DE WX CENTAURI

**Artur Justiniano Roberto Junior & Francisco Jablonski (INPE/MCT)**

Realizamos fotometria infravermelho nas bandas J e H para a variável WX Centauri, identificada como uma estrela V Sagittae por Steiner e Diaz (1998). Essa classe de objetos apresenta, entre outras espécies, linhas de alta ionização como O VI e N V, e uma linha de He II  $\lambda=4686$  duas vezes mais intensa do que a linha de H $\beta$ . O período orbital varia de 5 a 12 horas e as curvas de luz são de baixa amplitude e senoidais ou assimétricas e com alta amplitude. Acredita-se que as V Sagittae são contrapartidas galácticas das estrelas binárias compactas de raios-X supermoles encontradas nas Nuvens de Magalhães. Nesse trabalho, vamos apresentar os resultados da fotometria diferencial J e H para WX Cen realizada com a Cam IV. Dentre os resultados, destaca-se a presença de um eclipse nas curvas de luz do objeto.

PAINEL 077

### DETERMINAÇÃO DE ABUNDÂNCIAS EM ESTRELAS T TAURI

**Gustavo de Araujo Rojas & Jane Gregorio-Hetem (IAG/USP)**

As estrelas T Tauri (TT), objetos pré-seqüência principal de baixa massa, são de especial interesse astrofísico pois representam uma das melhores oportunidades de se estudar as etapas iniciais da evolução estelar. Estamos atualmente realizando um projeto para estabelecer os parâmetros estelares e abundâncias de uma amostra de estrelas selecionadas dos catálogos: *Pico dos Dias Survey*, *Herbig-Bell* e *ROSAT*. Obtivemos no Observatório do Pico dos Dias espectros de alta resolução na região óptica, necessários nos cálculos para determinação de temperatura efetiva, gravidade, microturbulência, velocidade de rotação, metalicidade e abundâncias de diversos elementos. A determinação de parâmetros estelares através de métodos convencionais é dificultada pelo fenômeno de velamento, que provoca o preenchimento das linhas de absorção. As TT de linhas fracas (WTT) apresentam pouco ou nenhum velamento, tornando-se assim as melhores candidatas à determinação de parâmetros fundamentais (através de equilíbrio de excitação), e de abundâncias (através de síntese espectral). Neste trabalho apresentamos os resultados obtidos para as estrelas AS 216, SY Cha e TW Cha, que são TT clássicas com baixo velamento. Neste caso confirmamos a viabilidade da metodologia adotada para esta classe de objetos, e

pretendemos aplicá-la a uma grande amostra de WTT. A determinação de abundâncias em estrelas pré-sequência principal, informações que raramente se apresentam na literatura, pode contribuir para o melhor conhecimento do padrão atual de abundâncias e para a avaliação espacial e temporal da evolução química da Galáxia.

PAINEL 079

### **ANÁLISE ESPECTRAL DE ESTRELAS T TAURI: GQ LUPI**

**E. Seperuelo-Duarte & C. Batalha (CNPq/ON)**

Apresentamos uma série temporal de observações espectrofotométricas de GQ Lupi, uma típica representante do grupo de estrelas T Tauri que apresentam indicadores de acreção de disco circunstelar. Os dados consistem em 18 exposições realizadas durante 18 noites consecutivas, em Fevereiro de 1999. O principal motivo do projeto é o de acompanhar a variabilidade das linhas e do contínuo nesta classe de estrelas e propor modelos para formação do contínuo. Fizemos uma escolha de rede que, de forma eficiente, registrasse as regiões espectrais nas quais as linhas da série de Balmer se localizam e onde o contínuo apresenta maiores indícios de variabilidade. As observações foram conduzidas no telescópio 1.52m em La Silla, em função do acordo ESO/ON. Em seguida, estabelecemos uma estratégia para realizar medidas do excesso de fluxo contínuo (velamento) emitido pela estrela, devido a acreção de matéria do disco circunstelar em direção à estrela central, utilizando-se a técnica de espectrofotometria. Nesta contribuição, determinamos a evolução do velamento espectrofotométrico para a estrela GQ Lupi. As medidas sugerem que há uma variação senoidal do velamento ao longo das 18 noites. Uma vez que o sistema disco/estrela é observado com a linha de visada aproximadamente alinhada com a coluna de gás em queda, a variação senoidal é possivelmente devido a flutuações de densidade no disco. Apresentamos modelos para a formação do excesso de fluxo contínuo.

PAINEL 080

### **ANÁLISE DETALHADA DE ABUNDÂNCIAS DE ESTRELAS GIGANTES DE BÁRIO**

**Rodolfo H. Silva Smiljanic & Gustavo F. Porto de Mello (UFRJ/Observatório do Valongo),  
Lício da Silva (CNPq/Observatório Nacional)**

As estrelas gigantes de bário apresentam em suas atmosferas fortes excessos dos elementos pesados do processo-s, como o Sr, Y, Zr, Ba, La, Ce e Nd. Tais estrelas representam um desafio para a teoria de nucleossíntese posto que suas massas são insuficientes para justificar um auto-enriquecimento. A explicação que parece

mais promissora para tais anomalias e o cenário de transferência de massa em um sistema binário. Neste, a estrela inicialmente de maior massa (a primária) evolui como uma gigante do ramo assintótico e se auto-enriquece com produtos do processo-s. Estes são transferidos para a superfície convectivamente, expelidos pelo vento estelar durante sua fase de perda de massa e coletados pela secundária. A primária original evolui como uma anã branca e a antiga secundária, agora a primária, apresenta então em sua atmosfera vestígios do episódio de transferência de massa. As abundâncias destes objetos são portanto testes observacionais dos modelos de convecção, nucleossíntese e perda de massa de estrelas frias. Neste trabalho, apresentamos resultados preliminares da análise diferencial detalhada da composição química e estado evolutivo, baseada em espectros obtidos com o espectrógrafo FEROS (ESO), de uma amostra de estrelas de bário gigantes normais. O principal objetivo é caracterizar em detalhe sua distribuição de abundâncias para um grande número de espécies químicas. Discutimos particularmente evidências de trabalhos recentes de que a nucleossíntese de captura de nêutrons sobre os elementos do grupo do Fe é mais complexa do que a suposta usualmente, envolvendo depleções preferenciais de alguns núclídeos (Mn e Cu), e a preservação de outros (Sc e V), em relação ao Fe.

PAINEL 081

**NON-EXTENSIVE TREATMENT ON THE DISTRIBUTIONS OF THE  
ROTATIONAL VELOCITIES OF LOW-MASS STARS IN THE PLEIADES**

**B. B. Soares, J. R. P. Da Silva, J. A. S. Lima, J. C. Carvalho &  
J. R. De Medeiros (DFTE/UFRN)**

The study of the distribution of stellar rotational velocity provides important constraints for star formation and evolution. Until recently, the studies of stellar rotation were limited to stars more massive than the Sun. Now we can provide on observational out line of the rotational velocity evolution of star less massive. Low-mass stars rotate slowly during the early stage pre-main-sequence evolution and spin-up as they contract to the main sequence. Since stellar clusters as Pleiades constitute excellent sites for study of stellar parameters, where all stars are expected to present similar properties (e.g., age, metallicity, kinematics, and position) while  $M_v$ ,  $V_{\text{sin}i}$ , and binarity may be the only properties to differ star to star. We investigate the behavior of the rotational velocity of a sample of about 200 low-mass stars in that open cluster. Using  $V_{\text{sin}i}$  measurements from Queloz et al. (1998) obtained with the CORAVEL and ELODIE spectrographs, we have fitted the distributions of  $V_{\text{sin}i}$  with a generalized Maxwellian distribution function. Such a distribution function is based on a generalization of the Boltzmann-Gibbs thermostatics proposed by Tsallis (1988). The present study constitutes an important test for the validity this non-extensive thermostatics.

### O PROJETO SACY

**Carlos Alberto O. Torres & Germano R. Quast (Laboratório Nacional de Astrofísica/MCT), Lício da Silva & Ramiro de la Reza (Observatório Nacional/MCT), Claudio Melo (Geneva Observatory)**

O projeto SACY (Search for Associations Containing Young-stars) é uma procura de estrelas jovens na vizinhança solar que podem indicar novas associações. As estrelas selecionadas têm movimentos próprios determinados pelo TYCHO-2 (ou pelo Hipparcos), possuem emissão em raios X medidas no ROSAT Bright Source Catalogue e  $B-V > 0,6$  (para que a presença da linha do lítio possa ser interpretada como indicador de juventude). Excluímos estrelas ativas bem conhecidas sem interesse para nosso propósito, como as RS CVn. Cada candidata está sendo observada com o espectrógrafo FEROS, acoplado ao telescópio de 1,52m operado pelo convênio ESO/ON. Assim podemos obter velocidades espaciais com precisão, rotação e abundância química, particularmente do lítio. Para examinarmos a questão da duplicidade, as melhores candidatas têm tido a velocidade radial medida repetidas vezes com o CORALIE acoplado ao telescópio suíço do ESO. Já foi coberto ~ 30% do Hemisfério Austral e encontramos fortes evidências de uma grande associação austral, que batizamos de GAYA, formada por pelo menos 40 estrelas Post-T Tauri. GAYA inclui nossa proposta anterior da associação do Horologium. De fato os membros propostos para GAYA tem a intensidade da linha do lítio entre a das T Tau clássicas e as da Associação Local. A distribuição das velocidades espaciais de GAYA é muito concentrada ( $U = -9.8 \pm 1.2$  km/s,  $V = -21.7 \pm 1.1$  km/s,  $W = -2.0 \pm 2.2$  km/s) e a distância média é de  $20.2 \pm 2.2$  mas. Estimamos a idade em ~30 milhões de anos, estando a associação concentrada, aparentemente, entre 23H e 6H, ao sul de  $-45^\circ$ . No SACY encontramos muitas outras estrelas jovens que não devem ser membros de GAYA, mas podem fazer parte de outras associações. Em um dos casos isso fica claro. Na região da associação de R CrA existem várias estrelas com características cinemáticas e evolutivas semelhantes às das estrelas desta associação, indicando que ela deve possuir uma extensão muito maior que se admitia antes, podendo mesmo incluir V4046 Sgr e PZ Tel. Observamos também uma região de controle próxima ao equador, cobrindo 700 graus quadrados, e na qual encontramos apenas 4 estrelas jovens, o que mostra bem a superabundância de estrelas jovens na região do Pólo Sul celeste.



## EXTRAGALÁCTICA

PAINEL 083

### CLASSIFYING SELF-SIMILAR MODELS OF RADIO SOURCE PROPAGATION

**Fabio C. Araujo & Joel C. Carvalho (DFTE-UFRN)**

An important question arising in the study of radio source evolution is to what degree (and at what stages) the source propagation and evolution can be characterized as self-similar (Falle 1991; Komissarov & Falle 1998). We present a review of the main self-similar analytical models for radio source propagation. It turns out that the existing models fall into three main categories. The starting assumption of all the models is that there is equilibrium between the pressure in the advancing head of the jet and the ram pressure exerted by the ambient gas. In these models, the jet kinetic energy is thermalized at the jet head inflating an expanding over-pressured cocoon. The simplest model is Type I in which the jet advances with constant speed in a constant density atmosphere. This is achieved by supposing that the jet has a zero opening angle and that the head pressure is kept constant. The average global pressure inside the cocoon is proportional to  $t^{-1}$  since its volume increases as  $t^2$  while there is a constant energy input from the jet, causing its total energy to increase at a rate proportional to  $t$  (Begelman & Cioffi 1989). In the Type II model the ambient density falls as  $d^2$  but, because the jet is assumed to have a non-zero constant opening angle, the head pressure varies as  $t^{-2}$  and the head advance speed is constant (Daly, 1990). The cocoon expansion is identical to that of the Type I model because the density, as seen by the expanding cocoon, is now taken to be constant because the distances are small compared with the jet size. The most general model is Type III which assumes a power law density distribution with an arbitrary exponent  $\delta$ . Here, the basic assumption is that, as the jet head advances, it does so in such way as to keep ratio between the head and global cocoon pressure constant (Falle 1991; Begelman 1996). All parameters varies with time in a manner that depends on the exponent  $\delta$ . The three types are independent in the sense that none is a special or limiting case of another. For example, for  $\delta=0$ , Type III does not reduce to Type I. Type III also does not reduce to Type II for  $\delta=2$ . We note that the three

types of models give different predictions for the ratio of the head and global cocoon pressure.

PAINEL 084

### THE PROPAGATION PHASES OF JETS INTO THE INTERGALACTIC MEDIUM

**Wellington A. Bezerra & Joel C. Carvalho (DFTE-UFRN)**

Most analytical models of jet propagation assume a self-similar regime. The two main types of models found in the literature for a jet that propagates in a constant density atmosphere suggest that its velocity will either be constant or it will decrease as  $t^{-2/5}$ . As a consequence, the source size  $z_h$  increases with time according to  $t$  and  $t^{3/5}$  respectively. We performed numerical two-dimensional axisymmetric hydrodynamical simulations using the MHD code ZEUS-3D in order to investigate these predictions. Many runs were carried out covering a broad range of jet parameters. Falle (1991) and Komissarov & Falle (1998) suggested that even if jets did not initially propagate in a self-similar manner, they would eventually evolve to do so and derived a criterion to determine *a priori* when, if ever, the jet expansion will become self-similar. For each numerical run, we have plotted  $z_h$  against  $t$ . In order to determine whether the source has reached a self-similar stage, we performed a least squares fit of the function  $z_h \propto t^m$  and compared the exponent  $m$  of the plots with the predictions of the models, i.e.,  $m=1$  and  $m=3/5$ . We observe that the fit lies near the two theoretical predictions. However, a single fit over all points may not be the best way to determine the exponent since it can vary with source size. In fact, in order to determine whether the system is evolving towards a self-similar regime, we have devised two different methods to examine how the exponent  $m$  changes with time. We conclude that the simulated jets do not uniformly favor any particular self-similar model. Instead, the derived values of the exponent  $m$  tend to be bounded by the predictions of analytical models. We suggest that the source expansion may go through to up three distinct phases, depending on the jet initial Mach number. Highly supersonic jet undergoes all phases one, two and three, moderately supersonic jets go through phases two and three whereas for very low Mach number jets the propagation speed is almost sonic and experience only phase three.

PAINEL 085

### FOTOMETRIA H E K' GEMINI DE NGC7626

**Charles Bonatto, Miriani Pastoriza & Fabricio Ferrari (UFRGS)**

Apresentamos uma análise fotométrica da galáxia elíptica gigante NGC 7626 baseada em imagens H e K' (obtidas com o Hókupa'a no Gemini Norte) e imagens V e I (WFPC2/HST). Essas imagens foram usadas na obtenção de perfis de

luminosidade com alta resolução espacial (0.076", 16 pc na galáxia) da região central de NGC 7626. Além de ter dois intensos jatos rádio e forte emissão em raios-X, essa galáxia apresenta evidências de ser um *merger* recente. As imagens H, K' e óticas foram combinadas para obter-se mapas de cor da região central cobrindo um grande intervalo espectral, os quais são necessários para um estudo detalhado de gradientes de população estelar e do cenário de formação desta galáxia. Diferenças de cor entre a região central e o corpo da galáxia são esperadas devido à: acreção de gás e estrelas; formação estelar; e a presença de uma fonte central não-térmica. Os dados também foram usados para mapear a poeira na região central de NGC 7626.

PAINEL 086

### **A VARIABILIDADE DE 3C273**

**Luiz Claudio Lima Botti ( CRAAE/INPE)**

O quasar 3C273 é um dos mais próximos e mais poderosos quasares conhecidos, apresentando grande variabilidade tanto em rádio, como nas demais faixas do espectro eletromagnético. Neste trabalho é apresentado um estudo do comportamento deste quasar feito a partir de observações realizadas nos radiotelescópios do Itapetinga (Brasil), SEST (Chile) e Michigan (Estados Unidos), em frequências que vão desde 4,8 GHz até 230 GHz. Apesar de ser muito difícil encontrar periodicidade quando se estuda o comportamento temporal dos quasares, os dados entre 1975 e 2000 mostram que existe uma quase-periodicidade de aproximadamente 8 anos neste objeto extragaláctico, intercalada à flutuações quase-periódicas com escalas de tempo de um ano. Em 1991 ocorreu um dos maiores "outbursts" nesta fonte, com densidade de fluxo de cerca de 60 Jy em 22 GHz. 3C273 encontra-se desde 2000 em um período com densidade de fluxo alta, tendo atingido aproximadamente 50 Jy em 14,5 GHz. A amplitude da variabilidade nos "outbursts" varia entre 20 Jy e 40 Jy, dependendo da época e da frequência de observação. Modelos que levam em conta choques em um jato relativístico podem explicar de uma maneira mais natural o comportamento deste objeto. Este trabalho recebe apoio da FAPESP.

PAINEL 087

### **ESTUDO DAS PROPRIEDADES DAS GALÁXIAS ANÃS NO GRUPO COMPACTO HCG44**

**Patricia Eiko de Campos & Claudia Mendes de Oliveira (IAG/USP)**

Uma das perguntas relevantes hoje em dia é se as galáxias anãs e de baixo brilho superficial constituem ou não uma percentagem elevada da população geral de galáxias, tanto no campo, como em aglomerados e grupos abertos e compactos.

Essas galáxias apresentam um tamanho intrínseco pequeno, baixa luminosidade e baixo brilho superficial, o que dificulta muito sua detecção. Nos últimos anos, com as câmeras CCD de grande formato, estes estudos passaram a ser possíveis. Neste trabalho estudamos a população de galáxias anãs de baixo brilho superficial (suas cores e distribuição espacial) no grupo compacto HCG44, usando para isso imagens profundas em B e em R, obtidas nos telescópios de 0.9m no CTIO e 0.9m no Kitt Peak. Grupos Compactos são sistemas físicos de galáxias relativamente isolados, compostos por tipicamente quatro ou cinco galáxias brilhantes, relativamente próximas umas das outras. Para a redução básica das imagens e espectros foi utilizado o software IRAF. A detecção e fotometria dessas galáxias anãs foi feita com o software SExtractor. Foram então calculados as magnitudes e cores B-R das galáxias de baixo brilho superficial, para o estudo das propriedades dessas galáxias no grupo e a função de luminosidade do grupo. Mostramos neste trabalho alguns exemplos das novas galáxias anãs que encontramos em HCG44 e os diagramas de distribuição de cores e de parâmetros físicos destas.

PAINEL 088

### **3C 120: RELAÇÃO ENTRE VARIABILIDADE ÓPTICA E MOVIMENTOS SUPERLUMINAIS**

**Anderson Caproni & Zulema Abraham (IAG/USP)**

3C 120 ( $z=0.033$ ) foi um dos primeiros objetos onde movimentos superluminais em escalas de parsec foram detectados. Embora 3C 120 seja comumente classificada como uma galáxia Seyfert 1, sua morfologia na faixa óptica não é tão simples quando comparado às típicas galáxias Seyfert. De fato, estudos fotométricos e espectroscópicos parecem indicar que 3C 120 passou ou está passando por um processo de "merger". A detecção em rádio de jatos, tanto em escalas de pc quanto em kpc, fazem de 3C 120 um objeto bastante peculiar, já que galáxias Seyfert são considerados objetos "radio-quiet". A presença de variabilidade periódica na curva de luz de 3C 120 e componentes superluminais que se afastam do núcleo com diferentes velocidades são um bom indicativo da existência de precessão do jato rádio de 3C 120. A partir de observações feitas com técnicas de VLBI obtidas da literatura no intervalo de frequências entre 5 e 43 GHz, determinamos a velocidade aparente, o ângulo de posição e a época de formação de cada componente superluminal presente no jato de 3C 120. Estes vínculos, somado ao período de precessão do jato, escolhido como sendo o período correspondente à variabilidade detectada na curva de luz de 3C 120, permitiu-nos encontrar os parâmetros do modelo de precessão que melhor ajustasse os dados observacionais. Estes parâmetros são o fator  $g$ , associado à energia dos elétrons- $\beta$  relativistas que compõem o jato, o ângulo de abertura do cone de precessão e o ângulo entre o eixo do cone de precessão e a linha de visada.

## HYDRODYNAMICAL SIMULATIONS OF SUPERSONIC JETS: ENERGETICS OF THE SOURCE

**Joel C. Carvalho (DFTE-UFRN)**

We have carried out 2-D numerical hydrodynamical simulations of light, supersonic jets propagating in constant density atmosphere and in atmospheres which decline in density with increasing distance in several ways – isothermal King-law atmospheres with the power law exponent  $\beta = 1$  and  $\beta = 0.75$  and in an isobaric King-law atmosphere with power law exponent  $\beta = 1$ . We explore a very broad range of parameter space in Mach number  $M$  and density contrast  $\eta$  and discuss the global energetics of the sources in these different environments. In the constant density atmosphere, the pressure evolution of cylindrical slices of the bow shock departs from that expected for adiabatic expansion both near the head and near the jet inlet. Near the jet head, the departure is due to energy input to the bow shock from the jet head (i.e., there is an effective "source term") and near the jet inlet, the departure is due to the source coming into pressure balance with the ambient medium. The average global pressure in the bow shock and cocoon vary more slowly with volume than predicted by the self-similar models. This indicates that there is an additional source term which is not present in the self-similar models. In a constant density atmosphere, the ratio between the head pressure and the average cocoon pressure is relatively constant with source size for  $M < 10$  but increases with source size for  $M > 10$  by up to an order of magnitude – i.e., the head pressure becomes more dominant as the source expands. This is in contrast to the assumption in certain types of analytical models that this ratio is constant. These results for the evolution of the pressure are similar for the case of the constant density or isothermal King atmosphere, though for the King atmosphere there tends to be better agreement with the predictions of the self-similar models. The variation of bow shock pressure with source size tends to start out flatter than predicted by the analytical models, but evolves to become consistent with this prediction ( $P \propto z_h^{-2}$ ), with higher Mach number jets evolving to this state more rapidly. The cocoon pressure behaves in a similar manner, though it exhibits more variation, possibly due to the effect of K-H instabilities on the derived cocoon size. The overall average cocoon pressure falls as expected due to adiabatic expansion with no energy replenishment. This is probably due to the diminished back flow in the cocoon which removes the effective source term present in the case of the constant density atmosphere. In general, the energetics of the source are similar whether the source is propagating in an isobaric or isothermal atmosphere. The behavior of the source and the energetics are similar in the  $\beta = 1$  and  $\beta = 0.75$  King model atmospheres. However, we do note that some of the global parameters are more in agreement with the self-similar models for  $\beta = 1$ . We have found that the agreement of the simulations with the predictions of the self-similar model does depend on the degree to which the source is over-pressured and thus, the assumed ambient pressure profile for the source. The agreement between

the self-similar models and the simulations tends to improve as we move from an atmosphere with  $\beta=0$  to  $\beta=0.75$  and  $\beta=1$ .

PAINEL 090

### **ESTUDO TEÓRICO-OBSERVACIONAL DE REGIÕES HII EXTRAGALÁCTICAS**

**Iranderylly Fernandes de Fernandes & Sueli M. Marino Viegas (IAG/USP)**

O presente trabalho tem como objetivo estudar as condições de formação estelar e a abundância química no gás das galáxias tipo HII. As galáxias da amostra que possuímos apresentam uma forte assinatura no seu espectro de estrelas tipo Wolf – Rayet o que caracteriza uma taxa de formação de estrelas super-massivas bem alta. O estudo tem como base os espectros obtidos pelo Dr. Reinaldo de Carvalho como telescópio de 48 polegadas do Observatório Palomar. Para cada uma das 20 galáxias tipo região HII da amostra foram obtidos 3 exposições (600s, 1200s e 1600s) com uma fenda de 2 arcsec. As imagens foram reduzidas e os espectros extraídos usando os pacotes padrão do IRAF. Após as correções de avermelhamento, “redshift” e a combinação das exposições foi possível medir o fluxo das linhas em emissão. Através dos valores de fluxo e outras propriedades das linhas é possível estimar por meio de métodos empíricos algumas propriedades físicas do gás como densidade e temperatura, assim como, sua abundância química. Tendo como ponto de partida os resultados obtidos observacionalmente passamos então à utilização de modelos de fotoionização na tentativa de reproduzir as mesmas condições físicas do gás nessas galáxias. Dessa forma, tornou-se possível ampliar o conjunto de informações sobre as condições físicas e químicas do gás. No conjunto de galáxias da amostra a galáxia NGC 4861 nos chamou a atenção por possuir 3 “clumps” de gás (para as quais possuímos o espectro) onde há uma intensa formação estelar. Tanto na condensação central como nas outras 2 regiões menos intensas foi possível observar a existência de claras assinaturas espectrais da presença de estrelas Wolf – Rayet. O que não era esperado ser visto com muita clareza nas 2 regiões menos intensas da galáxia. Para esta galáxia, particularmente, é possível investigar as condições do gás nas quais este “burst” de formação estelar está ocorrendo nas diferentes regiões de formação. (Agência Financiadora: FAPESP)

PAINEL 091

### **TENDÊNCIAS DE METALICIDADE EM GALÁXIAS ELÍPTICAS E MOND**

**Amâncio Friaça, Sandro Mendes & Reuven Opher (IAG/USP)**

O modelo quimiodinâmico de Friaça e Terlevich para a evolução de galáxias elípticas reproduz com sucesso alguns dos aspectos observados desses objetos,

tais como: metalicidade suprasolar de galáxias massivas; razão  $[Mg/Fe]$  suprasolar não só no centro das galáxias como também em toda sua extensão; tendência de galáxias com maior massa apresentarem maiores metalicidades; gradientes de metalicidade crescentes em direção ao centro. Entretanto um aspecto observacional está em aparente contradição com as previsões do modelo: o modelo prevê uma tendência de  $[Mg/Fe]$  decrescendo com a massa da galáxia, o que é exatamente o oposto do que é inferido através da determinação de índices de metalicidade. A mesma previsão é feita (e a mesma dificuldade encontrada) pelos modelos clássicos (de zona-única) de ventos galácticos. No presente trabalho, investigamos a possibilidade de que a lei de gravitação usada no modelo seja a causa da discrepância, utilizando para isso a fenomenologia MOND (modified Newtonian dynamics). MOND explica satisfatoriamente as curvas de rotação observadas de galáxias espirais sem a necessidade de matéria escura, postulando que para acelerações abaixo de um certo limite ( $a_0 \approx 1.2 \times 10^{-8} \text{ cms}^{-2}$ ) a lei de gravitação deve ser modificada. No modelo quimodinâmico substituímos, portanto, o halo escuro pela formulação da gravitação seguindo MOND. Neste caso, a tendência de  $[Mg/Fe]$  com a massa da galáxia prevista torna-se menos clara, o que permite uma maior compatibilidade do modelo com as razões de abundâncias observadas. Este é um ponto importante, pois permite impor vínculos a mecanismos de formação de galáxias.

PAINEL 092

### **EVOLUÇÃO DE BARRAS ESTELARES EM SIMULAÇÕES N-CORPOS**

**Dimitri Alexei Gadotti & Ronaldo E. de Souza (IAG/USP)**

Barras promovem uma série de modificações fundamentais em suas galáxias hospedeiras. Entretanto, o conhecimento acerca da formação e evolução destas estruturas ainda é escasso. Em particular, pouco se tem estudado sobre a estrutura vertical de barras. Simulações N-Corpos são uma ferramenta importante e bastante utilizada em estudos da cinemática estelar em galáxias. Com o objetivo de avaliar a influência de barras na componente vertical das órbitas estelares em galáxias, realizamos uma série dessas simulações. Os resultados mostram que a evolução das barras promove um significativo aumento na dispersão de velocidades vertical das estrelas, o que se reflete no espessamento da barra. Esses resultados podem ser comparados com o estudo espectroscópico, que estamos realizando, de galáxias vistas de face, e têm implicações importantes para os cenários de formação de galáxias, em especial o cenário de evolução secular para a formação de bojos.

### **LEVANTANDO POEIRA - EXTINÇÃO NA REGIÃO CENTRAL DE GALÁXIAS**

**Dimitri Alexei Gadotti & Sandra dos Anjos (IAG/USP)**

A importância dos efeitos de extinção e avermelhamento provocados pelo meio interestelar é um aspecto fundamental nos estudos fotométricos de galáxias. A extinção provocada por poeira ao longo de galáxias ainda é uma questão aberta e controversa. Por outro lado, muitos trabalhos indicam que a extinção é mais importante nas regiões centrais das galáxias. Dessa forma, os efeitos de extinção podem, em princípio, provocar gradientes radiais de cor. Utilizando imagens de arquivo do telescópio espacial Hubble, bem como imagens obtidas no LNA, no óptico e no infra-vermelho próximo, realizamos uma análise quantitativa da extinção nas regiões centrais de galáxias de tipos tardios. Nossos resultados mostram que a extinção na banda V pode atingir valores de até cerca de 1.5 magnitudes. Por outro lado, mostramos também que os efeitos da extinção têm um papel menor nos gradientes de cor observados ao longo de galáxias, em acordo com modelos publicados na literatura. Portanto, gradientes de cor em galáxias refletem, fundamentalmente, variações na população estelar (idade e/ou metalicidade).

### **POPULAÇÃO ESTELAR EM SISTEMAS ESTELARES JOVENS**

**Tatiana A. Guimarães & Eduardo Telles (Observatório Nacional)**

Neste estudo apresentamos uma análise fotométrica das estrelas pertencentes a aglomerados ionizantes das regiões HII em galáxias próximas que são alvos das observações espectroscópicas. Para tanto, obtivemos imagens profundas e de campo grande ( $12' \times 12'$ ), com boa resolução espacial (seeing FWHM  $\approx 1''$  e pixel de  $0.5''$ ), nas bandas B, V e R de uma amostra de 9 galáxias do tipo tardio do universo local (NGC 2366, NGC 4395, NGC 4656, NGC 2403, NGC 4214, NGC 4449, NGC 4236, HOII, IC2574) no telescópio Isaac Newton 2.5m das Ilhas Canárias. Para entendermos as propriedades físicas da nuvem ionizada em galáxias do tipo tardio, em particular, irregulares, é essencial primeiro determinarmos a população estelar e idade do aglomerado ionizante. No caso das galáxias mais próximas do grupo local a fotometria CCD sob boas condições atmosféricas permite resolvermos estrelas individuais nas regiões HII, como por exemplo para a galáxias NGC2366 onde pudemos fazer a fotometria para estrelas com  $V < 23$ . Quando nenhuma estrela pode ser resolvida o método mais poderoso é analisar o conteúdo estelar integrado da galáxia através das cores integradas em conjunto com informação espectroscópica, que combinados com modelos de síntese evolutiva pode restringir simultaneamente a função de massa inicial (IMF) e a taxa de formação estelar

(SFR). Apesar de estarmos na fase inicial do projeto já pudemos determinar diagramas cor-magnitude (CMD) para as galáxias resolvidas e daí obtermos função de luminosidade das estrelas massivas e definir a aglomeração estelar.

PAINEL 095

### **CATÁLOGO ESPECTROFOTOMÉTRICO E CONDIÇÕES FÍSICAS EM GALÁXIAS HII**

**Verônica Huziwara & Eduardo Telles (Observatório Nacional)**

Neste trabalho apresento os resultados da elaboração de um catálogo espectrofotométrico de galáxias HII. Essas galáxias de linhas de emissão são selecionadas através de suas proeminentes linhas de emissão sob um contínuo fraco e azul em prismas objetivos. Nosso trabalho constitui-se em re-observarmos de forma homogênea uma grande amostra de galáxias deste tipo do catálogo da Universidade de Michigan, das buscas de Tololo, Calan-Tololo e da Universidade de Marseille. Nosso catálogo contém aproximadamente 200 espectros de resolução intermediária obtidos no telescópio 1.52m do European Southern Observatory em La Silla, Chile, dentro do acordo ESO/ON. Os espectros foram reduzidos de forma homogênea e utilizados na análise das condições físicas de galáxias HII. Re-classificamos as galáxias de nossa amostra em termos de HII ou AGN utilizando diagramas de diagnósticos padrão, como também determinamos o conteúdo de elementos pesados e taxa de formação estelar. Os resultados indicam que poucas galáxias haviam tido uma classificação errada quanto a fonte de ionização interna e que possivelmente a distribuição de abundâncias de oxigênio nestas galáxias tem um pico em  $1/10 Z_{\odot}$  devido a um efeito de seleção.

PAINEL 096

### **FOTOMETRIA SUPERFICIAL DE GALÁXIAS IRAS ULTRALUMINOSAS**

**Carolina Kehrig & Eduardo Telles (Observatório Nacional - RJ)**

Galáxias IRAS ultraluminosas (ULIRGs), caracterizadas por suas altas luminosidades no infravermelho distante,  $L_{\text{fir}} > 10^{12} L_{\odot}$ , são as galáxias *starburst* mais luminosas no Universo Local ( $z < 0.5$ ). Grande parte das ULIRGs mostram fortes sinais de interação e/ou fusão. As simulações numéricas de colisões entre galáxias que incorporam gás e estrelas prevêem, como resultado, morfologias durante o processo de colisão muito parecidas com o que se observa. São galáxias que apresentam morfologias típicas de galáxias interactuantes. Elas mostram *bursts* violentos de formação estelar e/ou um núcleo ativo. Esses resultados corroboram com a interpretação de que esses sistemas são galáxias fortemente interactuantes em processo de fusão. Uma outra hipótese é que ULIRGs possam representar um estágio inicial na formação de galáxias elípticas. Neste trabalho é

apresentada uma análise da fotometria superficial nas bandas B,V,R de uma amostra de 13 galáxias IRAS ultraluminosas observadas com o foco primário do telescópio Isaac Newton de 2.5m de Roque de Los Muchachos nas Ilhas Canárias, Espanha. Nossa descrição morfológica para cada galáxia, as divide em três grupos, permitindo uma análise morfológica do estágio evolutivo da colisão/fusão. Identificou-se através dos perfis de brilho na banda R (em função de R,  $R^{1/4}$  e  $\log(R)$ ) da análise de fotometria superficial, qual representa melhor a distribuição de brilho em cada galáxia. A relação entre os melhores ajustes e a classe morfológica das ULIRGs indica que a proposta de que as galáxias elípticas possam ser produto de fusões, e que provavelmente as ULIRGs estão representando alguma fase na formação destas galáxias, é compatível com as observações.

PAINEL 097

### **ABUNDÂNCIA QUÍMICA EM GALÁXIAS SEYFERT 2**

**Roseli Künzel & Ruth Gruenwald (IAG/USP)**

Na literatura, os trabalhos sobre abundância química em galáxias ativas, em particular as galáxias Seyfert 2, fornecem resultados discordantes: ou a conclusão é de que os valores são menores que o valor solar ou ao contrário, que são maiores que a abundância solar. O método geralmente utilizado para a determinação de abundâncias é a utilização de modelos obtidos com códigos numéricos de fotoionização, e a abundância é normalmente determinada para a classe de objetos como um todo. A ambigüidade dos resultados na literatura deve-se principalmente à faixa de parâmetros adotados na obtenção dos modelos utilizados. Além disso, vários parâmetros, não são levados em conta, como densidade do gás e profundidade óptica da região emissora da galáxia em questão, etc. Neste trabalho discutimos os métodos de determinação da abundância química de objetos ativos adotados na literatura, e apresentamos um método que leva em conta esses parâmetros. Para uma amostra de galáxias Seyfert 2 mostramos que para alguns objetos é possível determinar a abundância dos elementos pesados sem ambigüidade, enquanto que para outros os dados ainda não são suficientes para uma determinação precisa da abundância, sendo que dois valores discordantes são possíveis. Para o nitrogênio, os resultados mostram que a abundância relativa é acima do solar, sendo um produto secundário, como sugerido na literatura.

PAINEL 098

### **ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS EM GALÁXIAS HII**

**Reiner Rodrigues Lacerda & Roberto Cid Fernandes (UFSC)**

Apresentamos resultados da aplicação da técnica de Análise de Componentes Principais (PCA) a um conjunto de espectros ópticos de Galáxias HII. A PCA foi

aplicada apenas ao contínuo e linhas de absorção, refletindo portanto as propriedades da população estelar. Porém, as componentes principais obtidas se correlacionam muito bem com as propriedades de linhas de emissão. Realizamos um estudo de síntese de populações estelares para essas galáxias e correlacionamos o resultado da síntese com os da PCA. Os resultados permitem traçar a "seqüência evolutiva" de galáxias HII.

PAINEL 099

### **VER SIMBOLO VEC X. SÍNTESE DE POPULAÇÕES EMPÍRICA APLICADA A GALÁXIAS PRÓXIMAS**

**João Rodrigo Souza Leão & Roberto C. Fernandes Jr. (UFSC),  
Laerte Sodré Jr (IAG/USP), Henrique Schmitt (NRAO)**

Utilizamos a Síntese de Populações Empírica para estudar as populações estelares de galáxias próximas descritas no atlas de Kennicutt (1992). Utilizamos uma abordagem probabilística baseada no algoritmo de Metropolis para amostrar o espaço de parâmetros e uma base de referência introduzida por Bica. Os resultados da síntese são dados em forma de distribuições de probabilidade para as componentes do vetor de populações  $\vec{X} = (X_1, X_2, \dots, X_{12})$ , que representa as frações relativas de luz devidas a cada componente da base. Este procedimento é descrito em Cid Fernandes et al. (2001), e nos permite fazer estimativas confiáveis (com barras de erro) da distribuição de idades das populações estelares. Os vetores de população obtidos para as galáxias de Kennicutt possuem uma correspondência muito forte com os tipos morfológicos, no sentido usual que galáxias do tipo tardio (late type) possuem proporcionalmente populações maiores de estrelas jovens em relação às galáxias do tipo recente. Além disso, encontramos excelentes relações entre  $\vec{X}$  e um índice espectral definido através da análise dos componentes principais de espectros observados.

PAINEL 100

### **OBSERVAÇÕES EM CO COMO DIAGNÓSTICO DE POSSÍVEIS EFEITOS AMBIENTAIS**

**Marcio Maia (ON/MCT), Duilia de Mello (OSO) & Tommy Wiklind (OSO)**

Com o objetivo de examinar possíveis dependências entre o conteúdo de gás e atividade nuclear com o ambiente em que as galáxias residem, observações milimétricas foram levadas a cabo no radiotelescópio SEST de 15m, nas frequências de 115 GHz ( $^{12}\text{CO}(1-0)$ ) e 230 GHz ( $^{12}\text{CO}(2-1)$ ) para duas amostras de galáxias espirais entre os tipos Sa e Sbc selecionadas do *Southern Sky Redshift Survey* pertencendo a ambientes de distintas densidades locais de galáxias. Uma das amostras, constituída de galáxias em locais de alta densidade (HDS), é

composta por objetos que se encontram em regiões cuja densidade de galáxias nas vizinhanças é maior do que  $18 \text{ gal/Mpc}^3$ . A segunda amostra, usada como controle (CS), é constituída por galáxias provenientes de locais cuja densidade circunjacente é menor do que  $0.0004 \text{ gal/Mpc}^3$ . Espectros na faixa óptica para estes objetos foram obtidos no telescópio de 1.52m do ESO, além de utilizarmos dados IRAS e de HI provenientes da literatura. Ao examinarmos as distribuições de parâmetros físicos para estes dois conjuntos encontramos os seguintes resultados: i) espirais da amostra HDS possuem globalmente menos gás molecular por luminosidade ( $M_{\text{H}_2}/L_B$ ) do que as espirais da amostra de controle; ii) as espirais HDS possuem em média menor  $L_{\text{FIR}}/L_B$ , i.e. menor atividade de formação estelar recente; iii) as espirais HDS possuem em média menor conteúdo total de gás ( $(M_{\text{HI}}+M_{\text{H}_2})/L_B$ ) que as da CS; iv) galáxias nestes dois ambientes possuem a mesma eficiência de formação estelar ( $L_{\text{FIR}}/M_{\text{H}_2}$  ou  $L_{\text{FIR}}/M_{\text{gas}}$ ). Este quadro acima, nos permite vislumbrar um cenário em que repetidos encontros de galáxias em ambientes mais densos, contribui para a remoção de gás, além de inibir a formação de gás molecular. A similaridade nas taxas de formação estelar a partir do gás molecular sugere que os processos físicos controlando a formação de estrelas seriam mais de natureza local do que global (ambiental).

PAINEL 101

### **GRADIENTES ESPECTRAIS E DINÂMICA CENTRAL EM CINCO GALÁXIAS ELÍPTICAS PRÓXIMAS**

**Marcio Malacarne, André Milone & Hugo Capelato (DAS-INPE)**

Como as galáxias Elípticas (E) são formadas? Colapso monolítico ou formação hierárquica? Este estudo requer o conhecimento da distribuição das populações estelares de galáxias a diferentes "redshifts". Para isso, devemos conhecer os gradientes radiais dos indicadores de idade e metalicidade estelares. Através da espectroscopia de fenda longa obtivemos espectros segundo os eixos principais projetados de cinco galáxias E próximas ( $cz < 5.000 \text{ km/s}$ ). Espectros de boa qualidade puderam ser extraídos até distâncias radiais superiores ao raio efetivo das galáxias. A partir destes espectros pudemos medir os gradientes radiais de vários índices Lick (i.e. H gama, H beta,  $Mg_2$ , Fe5270, Fe5335 e Na D), além de perfis radiais da dispersão de velocidade e de velocidade de rotação, indicadores da dinâmica central das galáxias. Os dados foram obtidos no LNA usando o espectrógrafo Cassegrain, rede 600 tr/mm, instalado no telescópio de 1,60 m. As galáxias observadas foram: NGC 3904 (eixos maior e menor); NGC 5018 (eixos maior e menor); NGC 5576 (eixos maior e menor); NGC 5898 e NGC 5796. Estes objetos fazem parte de uma amostra mais ampla de galáxias E/S0, atualmente sendo observada no LNA (25% da amostra já completada). Os resultados dessa sub-amostra de E's são comparados com a literatura, tanto para gradientes de índices Lick como para a dinâmica central (e.x. NGC 5018 E NGC 5796).

Comparações com modelos teóricos de populações estelares simples também são discutidas. Nossos resultados demonstram a factibilidade deste tipo de projeto utilizando o instrumental do OPD/LNA.

PAINEL 102

### **O FATOR DE PREENCHIMENTO EM GALÁXIAS ATIVAS**

**Lucimara Pires Martins & Sueli M. M. Viegas (IAG/USP)**

A NLR (narrow line region – região de linhas estreitas) de galáxias ativas é formada por nuvens de gás com densidade  $< 10^7 \text{ cm}^{-3}$  e velocidade  $< 2000 \text{ km s}^{-1}$ , imersas num gás muito diluído. Portanto os modelos baseados em códigos unidimensionais para essa região podem ser de dois tipos: a) Supor uma distribuição homogênea de gás e usar o chamado fator de preenchimento, razão entre o volume total das nuvens e o volume total da NLR. Usualmente incluído nos códigos, esse fator foi introduzido inicialmente para explicar a diferença entre a densidade eletrônica obtida a partir de linhas ópticas e à partir do contínuo rádio de regiões HII, permitindo mimetizar uma situação em que a distribuição de gás não é homogênea. b) Usar modelos para fornecer as condições físicas de nuvens individuais e combiná-los de modo a obter o espectro observado usando uma média ponderada. Embora ainda seja usado, o método (a) tem um defeito básico: as linhas de baixa ionização são superestimadas. Isso pode ser visto por exemplo em Alexander et al. (1999, ApJ, 512, 204), onde os autores tentam obter um modelo para o contínuo da Sy1 NGC 4151 fitando linhas de emissão no infravermelho. Nesse artigo alguns modelos são excluídos justamente por estarem obtendo linhas de baixa ionização superestimadas, o que já é esperado se modelos do tipo (a) são adotados. Usando o código de fotoionização AANGABA, desenvolvido pelo grupo, os dois tipos de modelos (a e b) são testados, e comparados com as observações, sendo assim possível verificar até onde esses modelos são efetivos. Agência financiadora: FAPESP.

PAINEL 103

### **MORFOLOGIA DE GALÁXIAS SSB**

**Abílio Mateus Jr. & Laerte Sodr e Jr. (IAG/USP),  
Hector Cuevas (Univ. de La Serena - Chile)**

As galáxias SSB (*short starbursts*) apresentam um surto de formação estelar de breve duração e constituem uma importante fração dos objetos com formação estelar nos aglomerados de galáxias. A presença dessas galáxias em excesso nos aglomerados, quando comparadas com o campo, sugere que exista alguma associação entre as SSB e o efeito Butcher-Oemler. A amostra de galáxias deste trabalho é composta em sua maioria por membros do Superaglomerado de

Shapley. Além desses objetos também foram estudadas galáxias pertencentes aos catálogos espectrofotométricos de Kennicutt (1992) e Jansen *et al.* (2000). As galáxias da amostra foram classificadas através de seus índices espectrais de acordo com as classes definidas por Balogh *et al.* (1999). Estudou-se a morfologia das galáxias SSB comparando-as com galáxias com formação estelar convencional e galáxias A+em. Com base em imagens obtidas através do DSS investigamos a presença de certas peculiaridades ambientais, tais como a existência de vizinhos e interações. Este trabalho foi apoiado e financiado pela FAPESP.

PAINEL 104

### **PARES DE GALÁXIAS EM DIFERENTES AMBIENTES**

**Abílio Mateus Jr. (IAG/USP) & Telma C. Couto da Silva (UFMT)**

Neste trabalho estudamos uma amostra de pares de galáxias de listas publicadas na literatura, com pares supostamente isolados. Os tipos morfológicos de todas as galáxias foram obtidas no NED. Entretanto, para os pares do CPG (Karachentsev 1972) foram mantidos os tipos apresentados nesse catálogo, já que o NED baseia-se neles para informar a sua classificação morfológica. Também por consulta no NED, verificamos o ambiente em que o par se encontra: campo, grupo ou aglomerado. Os pares que não possuem informações nesse banco de dados foram excluídos. É interessante verificar que os resultados variam de acordo com a morfologia dos componentes do par. Os pares E – E apresentam uma menor separação linear projetada quando localizados em aglomerados, do que quando localizados no campo ou em grupos; para os grupos essa separação é marginalmente maior. Os E – S0 também estão mais próximos em aglomerados e no campo, mas muito mais distantes em grupos. Os S0 – S0 são os únicos que seguem o comportamento padrão: mais próximos em aglomerados, grupos e no campo, nessa ordem. Verificamos também que as associações S0 – S0 não são comuns; os pares E – E são encontrados com uma maior frequência do que os S0 – S0 em ambientes isolados. Os pares S – S estão mais próximos no campo do que em grupos, e muito mais separados em aglomerados. Já os pares mistos, E\* – S (E\* = E ou S0), seguem o mesmo comportamento das S – S: com uma menor separação no campo do que em grupos, e mais separados em aglomerados. Entretanto, quando esses pares são analisados de acordo com os componentes *early*, o resultado é um pouco diferente: os pares E – S estão mais próximos quando localizados em grupos, e os S0 – S estão muito mais distantes quando localizados em grupos. A maioria dos pares mistos está localizada no campo. É importante ressaltar que os pares estudados foram extraídos de listas de pares supostamente isolados, e portanto, estes devem se encontrar nas extremidades dos grupos e aglomerados. Proporcionalmente, a lista de pares apresentada por Reduzzi & Rampazzo (1995) está mais contaminada por pares espúrios do que a de Soares e colaboradores (1995), principalmente para os pares localizados em

grupos de galáxias. O CPG (Karachentsev 1972) inclui objetos mais próximos, e contém um grande número de pares localizados no campo. Para os pares da lista CPG, deveremos estudar o comportamento de cada objeto quanto ao brilho e o índice de cor nos diversos ambientes, e compará-lo com uma amostra de campo (CIG, Karachentseva 1973).

PAINEL 105

### **NUMERICAL SIMULATION STUDY OF INTERNAL SHOCKS AND THE KNOTS IN EXTRAGALACTIC JETS**

**Iara Miller & Joel C. Carvalho (DFTE-UFRN)**

We have carried out 2-D axisymmetric numerical simulations of light, supersonic jets propagating into constant and declining density atmospheres to study the relation between internal shocks and the knots observed in jets such as Cygnus A and M 87. From the results one can clearly distinguish the series of internal oblique shocks that are formed in the jet. In particular, we observe that the position of first shock from the nucleus increases with increasing Mach number. Wilson & Falle (1985) suggested that the shock can be induced by changes in the external pressure and presented arguments to show that the distance from the jet inlet  $z_s$  is proportional to the jet speed. If we identify the jet response scale  $z_s$  with the position of the first shock  $z_s$  we can have an estimate of the jet speed. We have examined the jet density along its axis as a function of the distance from the central galaxy and have determined the position of the first shock. A plot of  $z_s$  vs.  $z_s$  shows that there is a good correlation and that  $z_s$  can be used to calculate the jet speed. We have applied this procedure to the jet in Cygnus A in order to estimate its Mach number and obtain  $M \sim 13$ . This is roughly consistent with the results obtained using different approaches by Williams (1991) ( $M \sim 8$ ) and Carilli et al. (1996) ( $M \sim 8$  and  $M < 13$ ).

PAINEL 106

### **SUBESTRUTURAS EM AGLOMERADOS DE GALÁXIAS**

**Rodrigo Muniz de Moura & Carlos Roberto Rabaça  
(Departamento de Astronomia - UFRJ)**

Apresentamos uma análise da emissão em raios-X dos aglomerados de galáxias Abell 11, 514, 3562 e 1837, observados com o ROSAT. Esses aglomerados foram escolhidos por apresentarem riqueza baixa e média segundo o critério de classificação de Abell. A amostra será aumentada em um futuro próximo objetivando fornecer um quadro das diferenças na distribuição de subestruturas com o grau de riqueza dos aglomerados. Utilizamos a técnica de wavelet para identificar e separar as subestruturas presentes na imagem. Mostramos os

resultados de uma análise estatística simples da distribuição radial das subestruturas encontradas de acordo com a sua luminosidade e uma identificação cruzada das subestruturas com dados ópticos.

PAINEL 107

### **PRIMEIROS RESULTADOS DO ESTUDO DE GRADIENTES DE METALICIDADE EM GALÁXIAS ELÍPTICAS**

**Ricardo Ogando (ON/MCT), Marcio Maia (ON/MCT), Paulo Pellegrini (ON/MCT), Ricardo Schiavon (UCO/Lick), Cristina Chiappini (OAT), Charles Rit  (ON/MCT), Christopher Willmer (ON/MCT -UCO/Lick) & Luiz da Costa (ON/MCT -ESO)**

O projeto visa a examinar aspectos ligados à formação e evolução de galáxias, comparando resultados observacionais obtidos através de medidas de índices de metalicidade, com as previsões teóricas de modelos propostos. Entre eles estaria o de colapso monolítico dissipativo, que apresenta como previsão observacional um gradiente radial de metalicidade. Um outro cenário seria o de coalescência, onde galáxias pequenas sofreriam processo de aglutinação. Neste modelo, distúrbios e processos de relaxação dinâmica alteram a estrutura galática fazendo com que os gradientes radiais de metalicidade sejam perdidos.   possível ainda que modelos apresentem situações intermediárias ou incluindo mais detalhes como ventos galácticos. Utilizando galáxias observadas espectroscopicamente para o projeto ENEAR, foi desenvolvido um *pipeline* para auxiliar no processo de extração de espectros, obtidos ao longo do eixo maior dos objetos. Os espectros apresentam em sua maioria resolução de  $\approx 3 \text{ \AA}$ . Cada extração apresenta S/R mínimo de 30 e numa primeira etapa estamos examinando os  ndices  $Mg_2$  ( $\equiv MgH + MgB$ ) e  $\langle Fe \rangle$  (Ferro médio  $\equiv$  Média dos FeI(5270  $\text{ \AA}$ ) e FeI(5335  $\text{ \AA}$ )) do sistema de Lick. Uma série de galáxias já estudadas por outros autores são utilizadas para verificação de eficiência, adequação de metodologia, reprodutibilidade de resultados e na avaliação dos erros. Entre elas encontram-se por exemplo: NGC1052, NGC1298, NGC2974, NGC3557, NGC4374 e NGC6868. Alguns objetos apresentam espectros obtidos para diferentes ângulos de posição. O gradiente para alguns deles se mostra dependente da direção em que foi medido. A metodologia, se mostrou adequada, mas ainda não permitiu uma estatística suficientemente robusta para a definição de um modelo preferencial como os descritos acima. Com a utilização de um conjunto de aproximadamente 300 galáxias esperamos estabelecer relações médias para gradientes de metalicidade, suas correlações com dispersão de velocidades centrais, medidas de índices, e massas totais das galáxias. Discutimos os resultados de testes efetuados para verificar a reprodutibilidade de medidas, sendo esta dependente da razão sinal/ruído dos espectros e do  ndice específico. Por exemplo, o  $Mg_2$  é menos sensível do que o H $\beta$  e Fe. Alguns objetos apresentam medidas dependente do ângulo de posição da fenda com respeito   galáxia.

**SIMULAÇÃO NUMÉRICA DE GALÁXIAS ESPIRAIS****Hallysson Oliveira & Fábio Motoki****(Departamento de Informática - Universidade Federal do Espírito Santo)**

Apresentamos um modelo numérico discreto para galáxias espirais utilizando a linguagem C. Pontos de massa são distribuídos ao longo da galáxia, reproduzindo sua forma no espaço-tridimensional. O potencial gravitacional é calculado superpondo a contribuição de cada ponto. A galáxia é dividida em um núcleo, um disco e uma distribuição de gás ao longo do disco. Utilizando este modelo numérico, estudamos as curvas de rotação. O parâmetro de escala da densidade do disco é ajustado de forma a reproduzir as curvas de rotação observadas. Isto implica que assumimos uma razão massa/luminosidade variável ao longo do disco. Os resultados em geral indicam que as curvas de rotação são corretamente reproduzidas quando o parâmetro de escala do disco é um terço do raio da galáxia. O ajuste da razão massa/luminosidade e o tipo de modelo discreto empregado para modelizar a galáxia constituem as principais novidades deste trabalho em relação a outros modelos numéricos propostos na literatura. Discutimos os resultados obtidos, comparando-os com os modelos usuais com halo escuro.

**PROCURA POR LUZ DIFUSA EM GRUPOS COMPACTOS DE GALÁXIAS ATRAVÉS DA TÉCNICA DE WAVELET****Daniel Nicolato Eptácio Pereira & Carlos Roberto Rabaça****(Departamento de Astronomia - UFRJ)**

Chama-se de luz difusa a luz supostamente proveniente de estrelas que foram removidas das galáxias individuais de um grupo por fortes processos de interação e que agora pertencem ao potencial do grupo como um todo. Sua detecção pressupõe que o grupo esteja em um avançado estágio de evolução dinâmica, o que reforça a idéia de que ele seja um sistema físico real. Neste trabalho apresentamos os resultados da busca por luz difusa em 5 grupos compactos de Hickson (1982, ApJ, 255, 382) através da técnica de wavelet. A técnica apresenta vantagens em relação aos métodos clássicos de ajuste do perfil de brilho das galáxias, pois nos permite separar de forma direta a componente galáctica da difusa. Os resultados demonstram que, apesar de alguns grupos terem uma significativa fração de sua luz na componente difusa, outros parecem não possuir tal componente. A partir dos resultados obtidos e utilizando o modelo simples de um corpo atravessando um meio com a secção transversal típica de um grupo compacto de galáxias, estimamos a idade média de cada um dos grupos estudados.

**EFEITOS DO MEIO AMBIENTE SOBRE AS  
RELAÇÕES ENTRE METALICIDADE, DINÂMICA E MASSA  
PARA GALÁXIAS TIPO "EARLY"**

**Beatriz Ramos (ON), Paulo Pellegrini (ON), Marcio Maia (ON), Charles Rité (ON),  
Cristina Chiappini (Oss. Ast. Trieste), Ricardo Schiavon (Univ. Santa Cruz),  
Luiz Nicolaci da Costa (ON - ESO), Christopher Willmer (ON - UCO-Lick)**

A relação entre a massa e a metalicidade das galáxias é um dos mais importantes vínculos para qualquer modelo de evolução química destes objetos e uma importante ligação entre a origem de populações estelares e a dinâmica de formação das galáxias. A relação entre o índice de metalicidade do Magnésio ( $Mg_2$ ) e a dispersão central de velocidades ( $\log(\sigma)$ ) constitui uma das melhores medidas desse efeito para galáxias elípticas e lenticulares. A dependência desta relação com o meio ambiente tem sido alvo de estudos ao longo dos anos, sem até agora ter-se obtido um quadro conclusivo pelo tamanho limitado e heterogeneidade das amostras estudadas. Utilizamos neste trabalho a base de dados espectroscópicos do projeto ENEAR - Mapeamento de Galáxias tipo "Early" no Universo Local (da Costa et al. 2000, AJ, 120, 95), contendo cerca de 900 galáxias E e S0. A grande maioria dos objetos foi observada no telescópio de 1,5m do ESO, dentro do acordo ESO-ON, com resolução entre 2 e 4 Å e relação sinal-ruído maior que 20. Estes objetos foram separados em 2 ambientes: (a) alta densidade ambiental, incluindo galáxias associadas a todos os grupos e aglomerados conhecidos e suas vizinhanças próximas (distância  $d < 1.5 \times R_g$ , o raio característico do grupo e diferença de velocidade radial entre a galáxia e o grupo  $|\Delta v| < 1.5 \times \Sigma_g$  a dispersão de velocidade do grupo) e (b) baixa densidade ambiental, incluindo objetos tipicamente do campo, sem associação a agrupamentos). Uma efetiva diferença nas inclinações das relações  $Mg_2-\sigma$  para este dois casos é encontrada a um nível estatisticamente significativo (ajuste biparamétrico e teste Kolmogorov-Smirnov). Uma investigação mais detalhada da distribuição destes parâmetros mostra que o meio ambiente, na escala de agrupamentos, não exerce efeito significativo sobre a distribuição de metalicidade resultante das galáxias. Por outro lado, a distribuição de dispersão de velocidades  $\sigma$  apresenta, marginalmente, uma dependência com a densidade de objetos. Se as galáxias tipo "early" são sistemas próximos da virialização, esse efeito pode ser explicado se, nos ambientes mais densos, o processo de formação de galáxias produz naturalmente um excesso fracional de objetos de menor massa ( $\sigma$ ), relativamente aos ambientes de menor densidade.

**FOTOMETRIA CCD DE GALÁXIAS**

**Norma Reggiani, Júlio César Penereiro, Daniel C. Castanho**  
(Instituto de Ciências Exatas - Pontifícia Universidade Católica de Campinas)

As imagens obtidas com o telescópio 0,60 m do Laboratório Nacional de Astrofísica – Itajubá acoplado com o CCD009-LNA foram analisadas com o pacote de processamento de imagens IRAF. As imagens de galáxias foram obtidas com exposições de 5 min e várias imagens de estrelas de calibração foram obtidas em cada noite. As galáxias observadas foram: I1359, N1315, N1332, N1370, N1395, N7144, N7600, N439, N1596, N1587, N1533. Para cada galáxia obtivemos os perfis de brilho superficial, elipticidade e ângulo de posição, nos filtros r, g e i, que serão apresentados neste trabalho. Algumas das galáxias observadas nesta missão haviam sido observadas em missões precedentes, e os resultados atuais e os precedentes estão em bom acordo entre si. Esta comparação também será apresentada.

**RELAÇÕES DE ESCALA EM GALÁXIAS ELÍPTICAS**

**Flávio J. Roccatto & Gastão B. Lima Neto (IAG/USP)**

As relações de escala são utilizadas para se obter informações físicas, obtidas indiretamente via grandezas observacionais, a respeito de sistemas físicos tais como as galáxias elípticas. Essas galáxias apresentam notável regularidade em suas propriedades globais, tais como a “universalidade” do perfil de luminosidade e obedecem ao plano fundamental. Isto sugere que as mesmas devem estar em equilíbrio quase estacionário e como consequência devem obedecer ao teorema do virial. Como este teorema é uma relação entre os parâmetros raio gravitacional, massa e dispersão de velocidades da galáxia, são necessárias relações de escala para passarmos das grandezas “observacionais” às “teóricas”. Neste trabalho, investigou-se relações de escala baseadas na entropia específica (entropia pela massa) e na relação massa-energia de galáxias elípticas, ajustando-se a lei de Sérsic ao perfil de luminosidade de uma amostra de galáxias do aglomerado de Coma, onde foi analisado o perfil de luminosidade em diferentes comprimentos de onda (V e H). Além disso, a viabilidade de se ajustar outros perfis de luminosidade a essas galáxias, como o modelo  $\beta$ , que serve para descrever gás intra aglomerado, e o perfil de Navarro, Frenk & White, usado para descrever halos de matéria escura previstos pelo cenário CDM, também foi estudada. Os resultados dessas investigações são discutidos dentro de um contexto de formação hierárquica de galáxias e de relaxação violenta.

### **SIMULAÇÕES DE N-CORPOS COM HIDRODINÂMICA DE GALÁXIAS ANELADAS PECULIARES**

**Domingos Rodrigues & Domingos Soares (DF-ICEX-UFMG)**

Na família de galáxias peculiares, as galáxias aneladas constituem uma classe rara, normalmente de origem colisional, que apresenta em geral uma estrutura anelar envolvendo uma região aparentemente vazia na qual o núcleo se encontra muitas vezes fora do centro. A diversidade de aspectos morfológicos das galáxias aneladas, e o fato destas possuírem companheiras próximas, sugere a sua origem em encontros quase frontais entre uma galáxia com disco (primária) e uma galáxia-projétil com massa substancial (10-100% da primária). Os anéis resultam então da expansão radial de ondas de densidade que arrastam consigo o material estelar e gasoso do disco e induzem a formação de novas gerações estelares. Neste trabalho apresentamos alguns resultados de simulações de N-corpos com hidrodinâmica deste tipo de colisões. O código utilizado, sob o acrônimo GADGET, trata o gás através da técnica standard de *Smooth Particle Hydrodynamics* (SPH). Esta versão do código ainda não inclui formação estelar nem seus efeitos de *feedback* no gás. A galáxia primária é construída de um modo auto-consistente possuindo as componentes halo-bojo-disco. O disco por sua vez possui uma componente gasosa mais extensa. A galáxia-projétil é modelada com uma distribuição de massa esférica puramente estelar e lançada em órbitas com impacto próximo do centro do disco da primária. Estas simulações têm por padrão comparativo a galáxia anelada HRG2302 que possui duas componentes principais: um disco anelado e fragmentado envolvendo uma estrutura alongada com duas condensações, esta suspeita de ser a galáxia projétil num estágio intermediário da colisão. Por fim, discutimos a amplitude, velocidade de expansão e forma dos anéis produzidos em função dos parâmetros orbitais da colisão.

### **IMAGEAMENTO PROFUNDO DA GALÁXIA ESPIRAL BARRADA NGC 7479**

**Maria de Fátima Saraiva (UFRGS), Fritz Benedict (UT)**

NGC 7479 é uma galáxia espiral brilhante que tem sido extensivamente estudada pela sua barra robusta e sua bela estrutura espiral assimétrica, duas características na morfologia das galáxias que reconhecidamente têm como causa mais provável a interação com outras galáxias. O que torna NGC 7479 intrigante é que ela não tem nenhuma galáxia aparente nas suas imediações. Com a finalidade de verificar a existência de possíveis companheiras de baixo brilho superficial próximas a ela, a observamos no foco primário do telescópio de 0,8 m do observatório Mc Donald (Texas, USA), com o que fizemos o imageamento

profundo de uma área de 46'X46' nela centrada. Através da superposição de diversas exposições obtivemos uma imagem atingindo brilho superficial  $\mu_B=26$ , que ressalta o disco da galáxia alcançando um diâmetro de 4,5', e revela um braço externo que forma uma pequena cauda na sua extremidade norte. Mesmo nesse baixo nível de brilho nenhuma galáxia aparece na vizinhança, o que endossa a proposição que tem sido feita atualmente por vários autores de que NGC 7479 tenha capturado uma pequena galáxia com que interagiu num passado recente, a qual ainda deve residir em seu interior. Também mostramos neste trabalho imagens em boa resolução (1'') do corpo principal da galáxia, obtidas com o telescópio de 2,2 m do observatório Mauna Kea (Havaí, USA). Essas imagens, além de evidenciarem os bem conhecidos aspectos principais da barra de NGC 7479, sugerem a existência de um anel incompleto em torno do núcleo.

PAINEL 115

### **UM ESTUDO FENOMENOLÓGICO DE CURVAS DE ROTAÇÃO DE GALÁXIAS**

**Sandro Silva e Costa & Reuven Opher (IAG/USP)**

Um modo seguro de enfrentar o problema de discrepância entre as curvas de rotação de galáxias e os dados obtidos por observação direta de massa é supor que há algum tipo de matéria escura presente. Outra abordagem, fenomenológica, consiste em buscar algum tipo "bem comportado" de modificação na teoria gravitacional que leve às curvas observadas. É seguindo esta segunda linha de pesquisa, dentro do contexto da Dinâmica Newtoniana Modificada (MOND) (Milgrom, M. - *Ap.J.* **270**, 365 (1983)), que neste trabalho são apresentadas e testadas de modo empírico, ou seja, por confrontação com uma amostra de dados reais existentes na literatura, diversas funções que, quando usadas com modelos teóricos bastante conhecidos de perfis de galáxias (por exemplo, perfis de de Vaucouleurs e de disco exponencial), reproduzem o comportamento geral das curvas de rotação. Assim, mostra-se neste trabalho que as diferentes funções podem ser diferenciadas pela razão massa-luminosidade que elas implicam para cada galáxia observada, diferenciação essa importante na busca da possível teoria relativística envolvida.

PAINEL 116

### **O EFEITO DA INCLINAÇÃO EM ALGUMAS PROPRIEDADES DE ESPIRAIS DE CAMPO E DE PARES**

**Elvis Herlei T. Souza & Telma C. Couto da Silva (UFMT)**

A maioria dos trabalhos sobre pares de galáxias não leva em consideração a inclinação das galáxias no plano do céu, e faz uma comparação geral entre duas

amostras de galáxias, uma de campo e uma de pares, para galáxias de mesmo tipo morfológico. No presente trabalho são analisados uma amostra de espirais localizadas em pares de galáxias (CPG), e uma amostra de espirais localizadas no campo (CIG), levando em consideração a inclinação com que as galáxias são observadas no plano do céu e o tipo morfológico de seus componentes. As espirais foram separadas em três classes de acordo com o tipo morfológico : Sa-Sb, Sbc-Scd, e Sd-Sm. A separação por tipo morfológico é importante já que, intrinsecamente, diferentes tipos de galáxias possuem diferentes quantidades de poeira. O CPG e o CIG foram escolhidos como amostra de pares e campo, respectivamente, porque os objetos foram classificados morfológicamente de maneira padrão, contêm objetos próximos, e apresentam uma distribuição de velocidade radial similar. Quando as diversas classes são separadas em intervalos de inclinação, a fração de espirais no campo e em pares é, em geral, similar. Resultados preliminares indicam que as espirais do tipo Sd – Sm localizadas em pares são mais brilhantes do que as de campo de mesmo tipo morfológico em todos os intervalos de inclinação considerados. Já para as espirais com maior bojo, do tipo Sa-Sb e Sbc-Scd, os resultados variam de acordo com a inclinação das galáxias no plano do céu . Quando observadas com menor inclinação no plano do céu, ( $i < 40^\circ$ ), as espirais de campo do tipo Sa-Sb são ligeiramente mais brilhantes do que suas similares em pares; já para objetos muito inclinados ( $i > 70^\circ$ ), as galáxias localizadas em pares são mais brilhantes. É importante ressaltar que para os objetos mais inclinados a classificação morfológica é menos precisa. Nesse caso, uma galáxia Sa poderia ser erroneamente classificada como uma Sb, ou vice-versa, mas mesmo assim ela continuaria na classe analisada. Por sua vez, as espirais de tipo intermediário, Sbc-Scd, localizadas em pares são mais brilhantes do que suas similares no campo para inclinações mais baixas ( $20^\circ$ – $30^\circ$ ,  $50^\circ$ – $60^\circ$ ); nos outros intervalos, praticamente não existe diferença entre as amostras do campo e de pares. Essa classe pode estar contaminada por uma má classificação morfológica, se as espirais do tipo Sb forem erroneamente classificadas como Sbc. Entretanto, os tipos de transição não aparecem em um número significativo. Isso indica que, exceto para as espirais de tipo mais tardio, Sd – Sm, a inclinação com que as espirais são observadas no plano do céu, pode levar a diferentes resultados quando o efeito ambiental é considerado. Quando os índices de cor B – R e B – K dessas galáxias são analisados, apenas espirais do tipo tardio, Sd – Sm em pares são mais azuladas do que suas similares de campo, nos diversos intervalos de inclinação. Este resultado indica que as espirais do tipo tardio são mais suscetíveis aos efeitos da interação. Gaebler, F. e Couto da Silva, T. C., ao analisarem amostras de espirais barradas localizadas em binárias e no campo, também verificaram que as espirais do tipo SBd – SBm são mais afetadas pela interação gravitacional em pares de galáxias. Esse resultado não corroborou o proposto por Noguchi, que sugeriu que as barras de espirais do tipo tardio, cujos discos devem ter sido formados por acreção lenta do gás do halo, têm origem

intrínseca, enquanto que as barras em espirais do tipo *early*, cujos discos devem ter crescido rapidamente, devem ter sido formadas por interações de maré com outras galáxias. Elmegreen e colaboradores sugeriram que deve haver uma transmutação de espirais do tipo mais tardio para espirais com maior bojo quando estas estão localizadas em pares. Nesse caso, quando componentes de binárias, as espirais com maior bojo deveriam apresentar uma cor mais azulada devido a uma maior formação estelar estimulada pela interação, o que não ocorre.

PAINEL 117

**OBSERVAÇÕES DE VLBI GEODÉSICO EM 8 GHz DE 1803+784**

**Claudio E. Tatyama (CRAAE/INPE), Kerry A. Kingham (USNO),  
Pierre Kaufmann (CRAAM), A. Macilio P. de Lucena (CRAAE/INPE)**

Nós apresentamos nesse trabalho 10 anos de observações de VLBI geodésico de 1803+784 obtidos junto ao Correlacionador de Washington. Os resultados mostram expansão de componentes superluminais muito próximos entre si (separação menor do que a largura do feixe). No período de 1988 a 1999, 4 componentes superluminais foram identificados com taxa de expansão da ordem de 0.1 mas por ano. A taxa de explosões em rádio é também consistente com a variação complexa da estrutura caroço-jato. Outro aspecto de 1803+784 é que os componentes superluminais em 8 GHz são vistos somente para separação maior do que 1 mas do caroço. Nós interpretamos isso, como o jato mais externo tendo seu eixo mais próximo da linha de visada, o que aumenta o fluxo pelo efeito Doppler. Próximo do núcleo o jato teria uma estrutura helicoidal com o ângulo do jato em relação a direção da Terra predominantemente próximo do ângulo crítico que maximizaria a velocidade.





## A GALÁXIA E NUVENS DE MAGALHÃES

PAINEL 118

### GALACTIC ABUNDANCE GRADIENT FROM CEPHEIDS

**S.M. Andrievsky, R.E. Luck, V.V. Kovtyukh, B. Barbuy,  
J.R.D. Lepine, D. Bersier, R.U. Karpishek**

In the recent years the problem of abundance gradient in the spiral galaxies appeared to be in the centre of attention of the specialists working in the area of chemodynamics. Abundance gradient as an observational characteristic of the galactic disk is one of the most important input parameters for any theory of the galactic chemical evolution. One particular problem in the galactic chemodynamics is an investigation of the influence of the galactic bar on chemical homogenization in the galactic disk. There exists a correlation between the bar characteristics and the magnitude of the abundance gradient in spirals. It was established that a flatter gradient is inherent to the galaxies with well-defined bar structure. This could imply that rotating and long-lived bar is able to produce a significant homogenization of the interstellar medium, while such a homogenization is not efficient in the unbarred galaxies. To test this hypothesis for our Galaxy, several studies of the abundance gradient in the galactic field were performed. Controversial results were obtained: from no detectable gradient to rather significant slope of about  $-0.1$  dex/kpc. The present study concerns the abundance gradient based on the spectroscopic analysis of the large sample of classical Cepheids (about 200 high-resolution spectra,  $R=60000$ , for more than 60 stars). Reliable abundances for many chemical elements (from C to Dy) can be obtained from Cepheids, as well as to find the precise distances, that provides an accurate determination of the abundance distribution in the galactic disk.

PAINEL 119

### VELOCIDADES RADIAIS DE 4 AGLOMERADOS ABERTOS PRÓXIMOS

**Paula R. T. Coelho, Wilton S Dias & Jacques Lépine (IAG/USP)**

O presente trabalho é parte de um projeto mais amplo que visa utilizar os aglomerados abertos para traçar as regiões jovens da Galáxia, particularmente os

braços espirais, onde se supõem que esses aglomerados tenham se formado. Mas utilizar de forma extensiva esses aglomerados no estudo da estrutura espiral da Galáxia requer que conheçamos sua velocidade espacial, composta da velocidade radial e da tangencial. A velocidade tangencial é determinada a partir do movimento próprio e da distância do aglomerado. Nesse trabalho utilizamos espectros de  $\Delta\lambda \sim 1\text{Å}$  ( $R = 4.000$ ), obtidos com o telescópio de 1.6m no LNA, para determinar velocidades radiais de estrelas pertencentes a 4 aglomerados abertos: Rupretch 98, NGC 2670, VDBH99, FEI01. As estrelas foram selecionadas a partir das informações de pertinência aos aglomerados obtidas pelas análises de seus movimentos próprios previamente fornecidas por Baumgardt et al. (2000) e Dias et al. (2001). Com esses dados e uma vez que todas as estrelas pertinentes ao aglomerado apresentam velocidades similares, estimamos a velocidade radial média dos aglomerados como um todo. De posse também dos movimentos próprios e distâncias Hipparcos, determinamos a velocidade espacial desses aglomerados. Também são apresentadas estimativas dos parâmetros atmosféricos  $T_{\text{eff}}$ ,  $\log g$  e  $[\text{Fe}/\text{H}]$  de algumas estrelas estudadas.

PAINEL 120

### **DIAGRAMAS COR-MAGNITUDE E FUNÇÕES DE LUMINOSIDADE DE ESTRELAS DE CAMPO DA LMC**

**Sandro C. Javiel & Basilio X. Santiago (Dep. Astronomia - UFRGS)**

Apresentamos fotometria profunda ( $V \sim 27.5$ ) nas bandas I e V obtidas com imagens da WFPC2/HST para 6 campos estelares em diferentes regiões da LMC e situadas de  $4^\circ$  a  $6^\circ$  do seu centro. Diagramas cor-magnitude e funções de luminosidade são apresentados para cada campo, já corrigidos para completeza. As funções de luminosidade cobrem um domínio ( $4.5 < M_{555} < 8$ ) para todos os campos. Estes dados contém valiosa informação sobre o histórico de formação estelar na LMC e sua variação de uma região para outra: vínculos sobre a evolução desta galáxia podem ser obtidos pela sua comparação com funções de luminosidade e diagramas cor-magnitude teóricos, construídos a partir de misturas de populações com diferentes idades, metalicidades e funções de massa.

PAINEL 121

### **INCLINAÇÃO DA FUNÇÃO DE MASSA E FRAÇÃO DE BINÁRIAS PARA NGC 1831**

**Leandro de O. Kerber & Basilio X. Santiago (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)**

Buscamos estimar a inclinação da função de massa estelar no presente ( $\alpha = -d\log \phi(m)/d\log m$ ) e a fração de binárias ( $f_{\text{bin}}$ ) para NGC 1831, um aglomerado rico da LMC, a partir de comparações de um diagrama cor-magnitude (CMD) observado

com diagramas artificiais. Estes últimos foram construídos supondo-se que esse aglomerado possui uma população única de estrelas, definida por uma mesma idade ( $\tau$ ) e metalicidade ( $Z$ ), uma função de massa no presente ( $\phi(M)$ ) do tipo lei de potência e uma fração de binárias ( $f_{\text{bin}}$ ). O CMD observado foi obtido a partir de imagens HST/WFPC2 nas bandas F555W ( $\sim V$ ) e F814W ( $\sim I$ ), onde foram contabilizadas cerca de 6300 estrelas, já levando-se em conta as correções para completudeza e contaminação por estrelas de campo. A compatibilidade entre modelos e observação foi testada no próprio plano do CMD, onde empregamos técnicas estatísticas de comparação de distribuições bidimensionais de pontos. Em um subespaço discreto de parâmetros de entrada do modelo, definido dentro de  $400 \leq \tau \leq 600$ ,  $0.005 \leq Z \leq 0.011$ ,  $-2.5 \leq \alpha \leq -1.5$  e  $0.25 \leq f_{\text{bin}} \leq 0.75$ , rejeitamos os valores mais altos de  $Z$  e  $f_{\text{bin}}$ . Os modelos que mais se adequaram às observações indicaram  $Z \cong 0.008$ ,  $f_{\text{bin}} \cong 0.25$ ,  $\tau \cong 560$  Mys e  $\alpha \cong -1.8$ .

PAINEL 122

### **INSTABILIDADES AXI-SIMÉTRICAS EM DISCOS GRAVITANTES COM ESPECTRO DE MASSA**

**I. do Monte Lima & V. Garrido Ortega (ON/MCT)**

Examinamos a estabilidade de uma configuração de disco fino axi-simétrico em equilíbrio com rotação diferencial em função de pequenas perturbações axi-simétricas. O problema da estabilidade tem sido comumente abordado sem levar em conta o espectro de massa e a relação entre as massas e as velocidades randômicas. Entretanto, em sistemas físicos tais como o ensemble de nuvens moleculares nos discos da Galáxia e de outras galáxias espirais, esses elementos desempenham importante papel no que se refere ao estado dinâmico e evolução destes sistemas. As múltiplas estruturas observadas nas galáxias de disco apontam para um comportamento evolutivo no qual a estabilidade gravitacional do sistema deve ser fator determinante. Em nossos trabalhos anteriores, levamos em conta estas características básicas, tanto na aproximação hidrodinâmica quanto na cinética. Entretanto, a possibilidade de que a relação massa-velocidade randômica ocorra apenas na parte superior do espectro não foi estudada e é analisada no presente trabalho. As partículas são, portanto, caracterizadas por um espectro de massa, por uma anticorrelação entre massa e dispersão de velocidades e, ainda, por uma dispersão máxima de velocidade que é válida para massas abaixo de um determinado limite. Comparando os resultados com os obtidos anteriormente, observamos um aumento significativo da instabilidade.

**AGLOMERADOS ABERTOS E SEUS REMANESCENTES:  
FOTOMETRIA B E V DE NGC1901 E NGC1252**

**D. B. Pavan<sup>1</sup>, E. Bica<sup>1</sup>, C. M. Dutra<sup>1</sup>, H. Dottori<sup>1</sup>,  
B. X. Santiago<sup>1</sup>, G. Carranza<sup>2</sup>, R. J. Díaz<sup>2</sup>**  
<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
<sup>2</sup>Observatório Astronômico de Córdoba

Apresentamos a fotometria nas bandas B e V dos grupos estelares, localizados ao sul, NGC1901 e NGC1252. O primeiro é freqüentemente descrito como um aglomerado aberto, enquanto o segundo consiste em uma concentração contendo cerca de 20 estrelas centrada a aproximadamente 20' ao norte das coordenadas constantes no New General Catalogue, e a sudoeste da extensa região referida como NGC1252 na literatura. NGC 1901 apresenta uma clara seqüência principal e similaridade com o aglomerado aberto de idade intermediária Hyades. Estimamos um avermelhamento de  $E(B-V) = 0.04$ , uma distância ao sol  $d_s = 0.45 \pm 0.04$  kpc ( $Z = -0.23$  kpc) e uma idade de  $0.6 \pm 0.1$  Gano. NGC1901 é conclusivamente um sistema físico, dinamicamente comparável ou mais evoluído que as Hyades. NGC1252 apresenta um diagrama cor-magnitude sugerindo um *turnoff* e uma seqüência principal, e a ocorrência de 12 prováveis membros. Simulamos uma diagrama cor-magnitude do campo Galático na direção de NGC1252, a simulação não apresentou semelhanças com NGC1252, e sugere que o objeto não se trate de uma flutuação de campo. O ajuste de isócronas, com metalicidade solar, para os prováveis membros é consistente com  $E(B-V) = 0.02$ , uma distância ao sol  $d_s = 0.64 \pm 0.07$  kpc ( $Z = -0.46$  kpc) e uma idade de  $3 \pm 1$  Ganos. Os dados disponíveis indicam que não podemos descartar a possibilidade de NGC1252 ser um grupo físico, e se o for as evidências apontam não para um aglomerado aberto clássico mas sim um aglomerado aberto remanescente.

**FOTOMETRIA DE AGLOMERADOS ABERTOS  
NA DIREÇÃO DO COMPLEXO DE  $\eta$  CARINAE**

**J. Soares, E. Bica, C. Dutra, H. Dottori, B. Santiago (Departamento de Astrofísica UFRGS),  
J.J. Clariá, A. Harumada (Observatório Astronômico de Córdoba - Argentina)**

Analisamos a relação de aglomerados abertos projetados na direção de  $\eta$  Carinae. Nesta região, observações fotométricas dos aglomerados abertos Trumpler 15 e Bochum 11 foram realizadas nas banda B e V, utilizando-se um telescópio Schmidt-Cassegrain de 30cm. Para o aglomerado Trumpler 15 obtivemos  $E(B-V)=0.46$  e  $d(\text{distância ao Sol})=2.5\text{kpc}$ , valores que confirmam o resultado apresentado por Feinstein, Fitzgerald e Moffat. E para o aglomerado Bochum 11, ficamos com  $E(B-V)=0.51$  e  $d=2.6\text{kpc}$ , em acordo com o resultado da fotometria de infra-vermelho próximo que obtivemos dos dados do 2MASS. Logo, inferimos que esses dois aglomerados possivelmente fazem parte do complexo de  $\eta$  Carinae.



## COSMOLOGIA

PAINEL 125

### TEORIA DA ANÁLISE DIMENSIONAL E ESCALAS DE ESTRUTURAS DO UNIVERSO

**Fabrcio Casarejos & Jaime F. Villas da Rocha (DFT-UERJ)**

Galileu Galilei (1564 - 1642) foi o primeiro a ocupar-se dos efeitos de escala na geometria dos seres vivos. Em virtude disto, Galileu pode ser considerado o moderno inaugurador da discussão sobre Escalas de Estruturas, pois avaliou as condições nas quais as semelhanças Físicas podem ocorrer. Galileu empreendeu tal discussão correlacionando as grandezas envolvidas, obtendo com isso a primeira constante adimensional específica da Física Moderna, o Número de Galileu, que deveria ter sua magnitude constante para que corpos geometricamente semelhantes apresentassem a mesma capacidade, relativamente ao seu peso próprio, de suportar cargas adicionais. Neste sentido, a discussão sobre escalas de estruturas é, desde seu nascedouro, uma discussão travada em termos de dimensionalidade. Utilizamos a Teoria da Análise Dimensional como processo metodológico qualitativo de interpretação e de obtenção de Grupos Dimensionais e Adimensionais associados às leis Físicas, específicas ou gerais, para apresentar, de forma articulada, as Escalas de Estruturas do Universo e, assim, para afirmarmos que os objetos de nosso Universo possuem suas escalas delimitadas pelo jogo das leis da Física, leis estas que lidam com relações entre dimensões, sintetizadas em suas constantes fundamentais.

PAINEL 126

### TESTES CINEMÁTICOS EM COSMOLOGIAS COM DECAIMENTO DO VÁCUO

**João Vital da Cunha, José Ademir Sales de Lima & Nilza Pires (DFTE/UFRN)**

Os testes cinemáticos ou testes clássicos para uma classe de cosmologias do tipo FRW com decaimento do vácuo são discutidos. Expressões analíticas para o "lookback time", idade do universo, distância luminosidade, diâmetro angular e

contagem de fontes extragalácticas como uma função do redshift são explicitamente calculadas. Uma comparação com resultados previamente obtidos em outros contextos é apresentada, e para o caso do diâmetro angular, as influências de efeitos oriundos de uma evolução da fonte são também brevemente discutidas. Os resultados do modelo padrão são significativamente modificados, mostrando que tais testes proporcionam um método capaz de limitar os parâmetros físicos dessa classe de modelos com  $\Lambda$  variável.

PAINEL 127

#### NUCLEOSSÍNTESE EM UM MODELO COM $G$ VARIÁVEL

**Júlio César Fabris (Universidade Federal do Espírito Santo), Sergio Vitorino de Borba Gonçalves (Universidade Federal do Espírito Santo), Josenilson Ádnei Oliveira Marinho (Universidade Federal do Espírito Santo), Flávio Gimenes Alvarenga (Universidade Federal do Espírito Santo)**

A síntese do hélio no Universo primordial depende de uma quantidade grande de parâmetros, incluindo o valor do termo de acoplamento gravitacional  $G$  durante o período em que a nucleossíntese primordial aconteceu. Neste trabalho, nós computamos a abundância primordial do hélio como função do termo de acoplamento gravitacional  $G$ , usando um método semi-analítico, de maneira a traçar a influência de  $G$  na nucleossíntese primordial. Sendo mais específico, nós trabalhamos com um modelo cosmológico onde o parâmetro  $G$  varia, usando a teoria de Brans-Dicke. Verificamos que um valor maior de  $G$  no período da nucleossíntese proporciona uma quantidade maior de hélio. Usando os dados observacionais para a abundância do hélio primordial, nós obtemos vínculos para a variação temporal do parâmetro de acoplamento gravitacional  $G$ .

PAINEL 128

#### MEDIDAS DA RADIAÇÃO CÓSMICA DE FUNDO EM MICROONDAS NAS FAIXAS DE 30 e 41,5 GHz

**N. Figueiredo (EFEI), A.P. da Silva (EFEI - INPE), T. Villela, C.A. Wuensche & C. Tello (INPE)**

A Radiação Cósmica de Fundo em Microondas (RCFM) é constituída de fótons espalhados quando o Universo era ainda muito jovem ( $z \sim 1100$ ). Seu espectro e distribuição angular permitem determinar alguns parâmetros cosmológicos fundamentais, tais como a constante de Hubble e o parâmetro de densidade  $\Omega_0$ . O radiotelescópio BEAST (Background Emission Anisotropy Scanning Telescope) utiliza amplificadores HEMT para fazer medidas da temperatura da RCFM nas faixas de 30 GHz e de 41,5 GHz, com resolução angular de  $0,5^\circ$  e  $0,35^\circ$ , respectivamente. Neste trabalho apresentamos o mapa da distribuição angular da temperatura da RCFM gerado a partir das observações feitas por esse

instrumento em um vôo a bordo de balão de aproximadamente seis horas de duração em outubro de 2000.

PAINEL 129

### **GRAVITATIONAL INSTABILITY AND TSALLIS' NONEXTENSIVE STATISTICS**

**J.A.S. Lima, R. Silva & J. Santos (UFRN)**

The concept of Jeans gravitational instability is rediscussed in the framework of the nonextensive statistics proposed by Tsallis. A simple analytical formula generalizing the Jeans criterion is derived by assuming that the unperturbed self-gravitating collisionless gas is described by the  $q$ -parametrized class of nonextensive velocity distribution. It is shown that the critical values of wavelength and mass depend explicitly on the nonextensive  $q$ -parameter. The standard Jeans wavelength derived for a Maxwellian distribution is recovered in the limiting case  $q=1$ . For power-law distributions with cutoff, the instability condition is weakened with the system becoming unstable even for wavelengths of the disturbance smaller than the standard Jeans length  $\lambda_J$ .

PAINEL 130

### **APROXIMAÇÕES LAGRANGIANAS NO REGIME QUASE LINEAR E O MODELO DO ELIPSÓIDE HOMOGÊNEO**

**Martín Makler (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas),  
Takeshi Kodama & Maurício Ortiz Calvão (Instituto de Física - UFRJ)**

Neste trabalho, fazemos uma análise perturbativa de uma classe de aproximações para estudar a evolução não linear das estruturas em grande escala no universo. Estudamos as soluções de primeira e segunda ordem dessas aproximações, e em alguns casos até a terceira ordem. Comparamos os resultados com a teoria de perturbação lagrangiana (TPL), para um universo de fundo plano e dominado pela matéria. Mostramos que a expressão para o contraste de densidade até segunda ordem é a mesma para todas as aproximações. As diferenças aparecem apenas a partir da terceira ordem na teoria de perturbação. Nós aplicamos a TPL a um elipsóide homogêneo num universo em expansão, e comparamos as soluções de segunda e terceira ordens dessas aproximações com um modelo analítico. Verificamos que uma das aproximações estudadas é exata, pelo menos até terceira ordem.

**EVOLUÇÃO LINEAR DE PERTURBAÇÕES DE DENSIDADE COM GRAVIDADE TENSORIAL-ESCALAR**

**Sandro Mendes (IAG/USP), Malcolm Butler (Saint Mary's University),  
Michael West (University of Hawaii)**

Apresentamos neste trabalho resultados sobre o estudo da evolução linear de perturbações de densidade no Universo primordial em modelos cosmológicos descritos por teorias gravitacionais do tipo tensorial-escalar (STT). A evolução do contraste de densidade  $\delta$  é obtida através do formalismo de Jeans para um Universo em expansão. Três classes de STT são investigadas: a teoria de Brans-Dicke, que é a STT mais simples possível; teorias com  $\Lambda$  dinâmico, onde a função  $\lambda(\phi)$  desempenha o papel de uma constante cosmológica decaindo no tempo; e teorias onde o parâmetro  $\omega$  de Brans-Dicke varia no tempo. Em geral, teorias com modos crescentes de flutuações admitem taxas de crescimento mais rápidas do que a relatividade geral convencional, o que permite por sua vez a formação de estruturas em tempos mais remotos. Entretanto, existem soluções com crescimento exponencial, levando a idades conflitantes para o Universo, e também soluções com modos decrescentes e/ou oscilatórios, o que é incompatível com o paradigma de formação de estruturas. A evolução de  $\delta$  depende de  $\omega$ , e isso impõe limites aos valores permitidos para a função de acoplamento.

**GERAÇÃO ESPONTÂNEA DE BAIXO MULTIPÓLOS DO CAMPO ESCALAR DE UM UNIVERSO COMPACTO HIPERBÓLICO DE PEQUENO VOLUME**

**Daniel Müller & Reuven Opher (IAG/USP)**

Observações recentes não excluem a possibilidade das seções espaciais do Universo possuírem uma topologia não trivial. O movimento geodésico nesses espaços apresentam uma mistura do espaço de fase capaz de homogeneizar o Universo sem a necessidade de um período inflacionário. A homogeneização caótica torna-se mais eficiente quanto menor volume desse espaço. Quanto menor o volume, maior a probabilidade de o Universo ser espontaneamente criado. O espaço hiperbólico de menor volume,  $V=0.9427...R^3$  conhecido, foi descoberto por Weeks, onde  $R$  é o raio de curvatura do espaço. Espaços compactos apresentam outro efeito bem conhecido denominado de efeito Casimir. O efeito Casimir é não local no sentido que depende unicamente das condições de contorno. Nesse trabalho determinamos a energia de Casimir em harmônicos esféricos. Verificamos também a influência da energia de Casimir na produção de buracos negros primordiais.

**EVOLUTION OF DENSITY FLUCTUATIONS IN  
NEWTONIAN COSMOLOGY WITH PRESSURE****Artaxerxes Rodrigues Siqueira, Nilza Pires & José Ademir Sales de Lima  
(DFTE/CCET/UFRN)**

The basic equations describing a Newtonian universe with an uniform pressure was reexamined by Lima et al. (1997). This neo-Newtonian cosmology may be formulated to reproduce both the same homogeneous background solutions with pressure and the same evolution equation for the density contrast as are obtained using the full relativistic approach. The complete set of solutions of this equation is derived in terms of hypergeometric functions. These solutions are valid for parabolic, hyperbolic and elliptic neo-newtonian models of the universe with uniform pressure. Some physical consequences for the radiation and matter-dominated eras are discussed.





**PLASMAS, ALTAS ENERGIAS,  
RELATIVIDADE E GRAVITAÇÃO**

PAINEL 134

**PODERÁ O DECAIMENTO DE ÁXIONS NO NASCIMENTO DE  
UM MAGNETAR ORIGINAR UM SURTO DE RAIOS GAMA (*GRB*)?**

**Marcelo P. Allen & Jorge E. Horvath (IAG/USP)**

No processo de formação de uma estrela de nêutrons fortemente magnetizada (magnetar), uma fração dos  $3 \times 10^{53}$  erg da energia de ligação pode ser emitida na forma de um grande fluxo de áxions, proveniente do *bremsstrahlung* de núcleons. A presença de um campo magnético com intensidade  $B > 4,41 \times 10^{13}$  G torna possível o decaimento dos áxions em pares elétron-pósitron, cuja meia-vida é inversamente proporcional à intensidade do campo. Esse decaimento, já fora da estrela de nêutrons, pode dar origem a um Surto de Raios Gama (*GRB*). Uma vez que a meia-vida para o decaimento é inversamente proporcional ao seno do ângulo entre a direção de propagação do áxion e o campo magnético, o decaimento é muito mais provável em um cone de pequena abertura com eixo coincidente ao eixo magnético. Essa direcionalidade do decaimento deveria se refletir em uma anisotropia do próprio Surto de Raios Gama. Recentemente foi proposto que a energia típica de um *GRB* é  $5 \times 10^{50}$  erg, com um cone de abertura 0,02 srad. A formação de um "jato" favoreceria a observação dos raios gama provenientes da região mais interna, como seria o caso na nossa proposta. Pelo menos um Surto de Raios Gama foi coincidente com uma supernova tipo Ic "anômala", e outros casos prováveis já foram reportados. Portanto, nesse modelo, pelo menos alguns Surtos de Raios Gama podem estar anunciando o nascimento de um magnetar. Basta que apenas  $\sim 10^{-4}$  das supernovas originem magnetares para explicar a frequência observada de Surtos de Raios Gama. Neste trabalho, determinamos a fração de energia que os áxions convertem em pares, como função do campo magnético, da massa do áxion, e da abertura do cone de emissão, usando o modelo DFSZ de áxions invisíveis (no qual eles se acoplam com léptons carregados, hádrons e fótons).

**OBSERVAÇÕES DE "BURSTS" DE  
RAIOS-GAMA COM O SATÉLITE HETE-2**

**João Braga (INPE), Kevin Hurley (UCBerkeley) George Ricker (MIT)  
& membros da missão HETE-2**

Neste trabalho serão apresentados os primeiros resultados de observações selecionadas de "bursts" de raios- $\gamma$  obtidas pelo satélite "High Energy Transient Explorer" (HETE-2). A análise desses dados contou com a colaboração do grupo de astrofísica de altas energias do INPE. O satélite foi lançado em outubro de 2000 e já observou diversos "bursts", sendo hoje o principal instrumento de detecção desse fenômeno. A estação de recepção montada em Natal, RN, está em pleno funcionamento e contribui para a cobertura total da órbita equatorial do satélite, com o objetivo de colocar na Internet a informação sobre posição de ocorrência de um "burst" em escala de tempo de segundos. Isso permite o rápido apontamento de telescópios ópticos e radiotelescópios, assim como telescópios de raios-X em órbita, para a identificação de "afterglows" e contrapartidas em outros comprimentos de onda.

**HETEROGENEOUS REACTION-DIFFUSION  
PROCESSES, CRYSTAL GROWTH AND FRACTABILITY  
PHENOMENA UNDER MICROGRAVITY CONDITIONS**

**J. I. Cotrim Vasconcellos, Elizonete Peres de Farias, Vilson Oliveira Lima,  
Fernando Alencar Vieira de Paula & Valerie Cassanto. \***  
**Instituto de Astronomia e Ciências Espaciais (IACE - FIES) & Instrumentation  
Technology Associates (ITA) - USA.**

Several fields of Astronomy and Physics are under a strong impact and development due the NASA (USA) SPACE PROGRAM. And one of the more promising fields of reserch, development and aplications related to it is Microgravity, since those are the environment conditions of man in space. Our group is developing a comparative study between gravity and microgravity behavior of heterogeneous reaction --diffusion processes. We present first a theoretical model for Turing Structures, Spiral Chemical Waves and Liesegang Rings based on a dynamical system of 8 coupled integro - differential non - linear equations. After a convenient decoupling the system is solved numerically as function of the dynamical parameters of control of the system. A spatial bifurcation and detailed structures are derived and compared with experiments performed on ground. Those experiments on ground play the role of control experiments. The microgravity experimental part will be developed in the STS - 107 to be launched in march 2002, with all the hardware and formal procedures done by ITA (USA). Since the structures under consideration in this work are

important for the study of bio – morphogenesis, their study under microgravity conditions points to bioastronomy. \* The group acknowledges A. J. Roque da Silva (Instituto de Física – USP) for his contributions in the initial phase of this project.

PAINEL 138

**CONSTRAINTS ON THE PRODUCTION OF  
ULTRA-HIGH-ENERGY COSMIC-RAYS IN COMPACT  
SOURCES WITH STRONG MAGNETIC FIELDS**

**E.M. de Gouveia Dal Pino(1) & A. Lazarian (2)**

**1. Instituto Astronômico e Geofísico - Universidade de São Paulo - Brazil**

**2. Astronomy Department - University of Wisconsin - Madison - USA**

The origin and nature of the observed cosmic ray events with energies beyond  $10^{20}$  eV remains a mystery. Up to now, more than 55 with  $E > 4 \times 10^{19}$  eV have been detected and so far, the lack of knowledge of efficient acceleration mechanisms and the expected strong energy losses due to pair production, and pion photoproduction at those energies has precluded any reliable statement about their nature and sources. We have recently proposed that these ultra-high energy cosmic rays (UHECRs) could be mostly protons accelerated in magnetic reconnection sites just above the magnetosphere of newborn millisecond pulsars originated by accretion induced collapse (AIC-pulsars). We have found that the observed total flux of UHECRs can be produced by the integrated contribution from all AIC-pulsars of the local distribution of galaxies within a distance which is unaffected by the GZK cutoff ( $< 50$  Mpc). We here examine the potential acceleration mechanisms in the reconnection site and find that first-order Fermi acceleration cannot provide either sufficient efficiency or the expected spectral index for the UHECR particle spectrum. To prevent synchrotron losses, only very small deflection angles of the UHECRs would be allowed in the strong magnetic fields of the pulsar, which is contrary to the requirements for efficient Fermi acceleration. This leaves the one-shot acceleration via an induced electric field within the reconnection region as the only viable process for UHECR acceleration. We find that AIC-pulsars with surface magnetic fields  $10^{12}$ - $10^{15}$  G, and spin periods  $\sim 1$  - 60 ms, are able to accelerate particles to energies  $> 10^{20}$  eV, but the magnetic field just above the Alfvén surface must be predominantly toroidal for the particles to be allowed to escape from the acceleration zone without being deflected. We find that synchrotron losses impose important constraints on the magnetic field geometry in any UHECR accelerators involving compact sources with strong fields.

PAINEL 139

**DIQUARKS DEGREES OF FREEDOM IN ULTRADENSE STELLAR MATTER****G. Lugones & J. E. Horvath (IAG/USP)**

We present the equation of state of quark-diquark matter in a quark mass density dependent model. We determine the region of the parameter space (diquark mass versus confinement constant) inside which quark-diquark matter is stable against diquark desintegration and hadronization. We compare the resulting equation of state with previous results using e.g. the well known MIT Bag model. The implications for the structure of dense stellar objects are discussed.

PAINEL 140

**GRAVIDADE SUBMILIMÉTRICA: CONFRONTANDO MOND COM TEORIAS DE NOVAS DIMENSÕES ESPACIAIS COMPACTAS****Sandro Mendes & Reuven Opher (IAG/USP)**

Existe hoje um esforço internacional para se testar desvios da gravitação convencional motivado pela possível existência de novas dimensões espaciais submilimétricas. A hipótese da existência de dimensões compactas foi proposta como uma solução para o problema da hierarquia em física de partículas: a interação gravitacional seria aparentemente mais fraca que as outras interações da natureza porque parte de sua intensidade "vazaria" para outras dimensões. Dessa forma, a atração gravitacional deveria ser mais forte nas escalas dessas dimensões, e experimentos gravitacionais recentes têm buscado medir exatamente esse tipo de desvio da atração newtoniana. Os experimentos atuais conseguem testar o campo gravitacional de massas da ordem de 1 grama a distâncias da ordem de 200  $\mu\text{m}$  sem detectar nenhum desvio aparente. Propomos no presente trabalho que esses mesmos experimentos podem ser usados para testar também desvios da gravidade newtoniana previstos por MOND (modified Newtonian dynamics). Mostramos que efeitos MONDianos começam a ser notáveis em escalas submilimétricas para massas  $m \leq 1 \text{ mg}$ , com previsões claramente distintas das previsões de teorias com novas dimensões. Isso possibilitará o confronto direto entre as duas teorias caso experimentos futuros consigam diminuir a escala de massa estudada de grama para miligrama.

PAINEL 141

**WHY DO SOME MASSIVE BLACK HOLES FAST?****Erella Opher & Reuven Opher (IAG/USP)**

Recent observations indicate that some massive black holes (MBH), such as SgrA\* at the center of our galaxy, have accretion rates very much less than the

Bondi value (the expected accretion rate for a MBH as a function of its mass and the amount of matter available). We investigate what is it that makes these low luminosity black holes (LLBH) behave differently from Quasars (MBH with Bondi accretion rates). We suggest that the solution lies in the presence of (or lack of): 1) a homogeneous magnetic field, linking the MBH to the distant external medium; and 2) an Alfvén wave flux produced near the MBH. Alfvén waves are an efficient mechanism for transferring momentum outward from a central source, balancing the force of gravity since they are not easily damped in a collisionless plasma. This mechanism has been used successfully in the past to explain the creation of the observed solar wind, where the predicted amplitude of the outgoing Alfvén waves, which is necessary to explain the creation of the wind, has been observed. In order for Alfvén waves to be present at large distances from a MBH, a homogeneous magnetic field which links the MBH to the medium is required. We suggest that a homogeneous magnetic field is not present in the initial turbulent formation of a galaxy, allowing for Bondi accretion rates and explaining quasars. A homogeneous magnetic field is created at a later stage, permitting Alfvén waves to be transported from the region of the black hole to the distant medium, preventing matter from accreting and explaining LLBH. Sources, damping mechanisms and the fluxes of Alfvén waves, required for the creation of LLBH, are discussed.

PAINEL 142

### **A FUZZY BAG QUARK-MESON COUPLING MODEL FOR NEUTRON STARS**

**Moisés Razeira, Fernando G. Pilotto & Cesar A. Z. Vasconcelos**  
(Instituto de Física - Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

We consider a model relativistic field theory for neutron star matter with internal constituent quarks and three meson fields: the neutral scalar ( $\sigma$ ) and isovector ( $\omega$ ) and the charged vector ( $\rho$ ) mesons. The model is motivated by the large Lorentz scalar, four-vector and four-isovector components of the strong interaction *empirically* observed in the study of global static properties of neutron stars. The theoretical treatment is based on a mean field description of non-overlapping neutrons, -- with constituent quarks confined in bag with a soft surface, -- bound by the self-consistent exchange of the  $\sigma$ ,  $\omega$  and  $\rho$  mesons. The model has been generalized to include the nucleon Fermi motion as well as center-of-mass corrections. We have determined the EOS and other global and static properties of neutron matter, and by integrating the TOV equations for the general relativistic metric the mass of a neutron star has been obtained as a function of the central density and compared with current results found in the literature. We conclude that, -- by extending simple quantum hydrodynamics models to incorporate explicitly quark degrees of freedom, -- it has been proven

possible to investigate global static properties of neutron stars. Moreover, standard bag models with a sharp surface give rise to the divergence of several physical quantities. By making the surface of the bag fuzzy, this difficulty may be solved. Finally, although our model is phenomenological, we believe, -- in improving QCD-inspired models, -- it represents a step forward in the description of properties of neutron matter under extreme conditions as those found in neutron stars.

PAINEL 143

**BOUNDS ON THE DEFICIT SOLID ANGLE  
PARAMETER FROM SOLAR SYSTEM TESTS**

**R. C. Santos & J. A. S. Lima (DFTE-UFRN), V. B. Bezerra (DF-UFPB)**

We analyse the bending of starlight and the Mercury perihelion precession in the Schwarzschild field modified by the presence of a global monopole. Within the length scales associated with such phenomena the observational data available put stringent limits on the deficit solid angle defined by the monopole energy scale.



## MEIO INTERESTELAR

PAINEL 144

### A MOLÉCULA $H_2$ EM NEBULOSAS PLANETÁRIAS

**Isabel Aleman & Ruth Gruenwald (IAG/USP)**

Este trabalho faz parte do projeto que temos desenvolvido nos últimos dois anos e que tem como objetivo o estudo das condições de existência e a determinação da abundância da molécula  $H_2$  em diferentes condições típicas de nebulosas planetárias (NPs). Nesta etapa, aperfeiçoamos nosso estudo com o desenvolvimento de diversas subrotinas computacionais para o código de fotoionização unidimensional Aangaba, de forma que este programa agora considera o estudo da abundância da molécula  $H_2$  e a presença de grãos. Este código, até agora, somente considerava as diferentes espécies atômicas (H, He, C, N, Mg, etc.) e seus íons. Isso permite que as abundâncias do  $H_2$  e dos demais compostos de hidrogênio ( $H$ ,  $H^+$ ,  $H^-$ ,  $H_2^+$ ,  $H_3^+$ ), admitido o equilíbrio químico e de ionização, sejam agora determinadas de forma auto-consistente com a transferência radiativa. Nessas subrotinas desenvolvidas, levamos em conta os diversos mecanismos de formação e destruição da molécula  $H_2$ , assim como dos outros compostos de H já mencionados. A absorção da radiação pelos grãos também é considerada. Em nossos cálculos, avaliamos a influência das propriedades da estrela central e da densidade do gás na abundância de  $H_2$ . Também reavaliamos as condições de sobrevivência dos grãos, agora considerando diversos tipos e tamanhos destes e seu impacto na abundância de  $H_2$ , já que a formação de  $H_2$  na superfície de grãos é um processo importante de produção de hidrogênio molecular. Mostramos que mesmo nas regiões ionizadas onde a temperatura do gás é alta, os grãos podem sobreviver. Também verificamos que uma quantidade significativa de  $H_2$  pode estar presente dentro das regiões ionizadas das NPs e que a abundância de  $H_2$  é maior para NPs com estrela central mais quente. Esse último resultado pode explicar as observações de uma maior quantidade de  $H_2$  em NPs bipolares. Agência Financiadora: FAPESP.

**LABORATÓRIO DE ASTROFÍSICA: PARÂMETROS  
ESPECTROSCÓPICOS DA MOLÉCULA C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> (ETILENO)**

**Helóisa M. Boechat-Roberty, Regina M. K. Costa (Observatório do Valongo/UFRJ),  
A. C. Azevedo, C. A. Lucas, G. G. B. de Souza (Instituto de Química/UFRJ)**

O conhecimento dos processos de excitação, ionização, dissociação e fotoabsorção na região do ultravioleta de vácuo (UV) é extremamente importante para a análise dos espectros astronômicos obtidos pelos telescópios espaciais. O Laboratório de Astrofísica da UFRJ vem fornecendo dados atômicos e moleculares obtidos através da interação de elétrons e fótons de UV com diversas espécies na fase gasosa. Montamos um programa de determinação sistemática de parâmetros espectroscópicos como força do oscilador e seção de choque de transições eletrônicas de átomos e moléculas de interesse astrofísico. Cada composto estudado requer rigorosos procedimentos de aquisição e de tratamento de dados, procedimentos estes, em constantes atualizações. A molécula do etileno (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>), presente no meio interestelar e nas atmosferas de Júpiter, Saturno, Urano, Netuno e Titã, sofre excitação eletrônica através da interação da radiação ultravioleta e de elétrons emitindo fótons na faixa do UV. Por exemplo, a interpretação dos dados provenientes de auroras observadas em Júpiter, requer o conhecimento dos parâmetros espectroscópicos dos hidrocarbonetos Metano, Etano, Acetileno e Etileno, na faixa espectral de 830 – 1850 Å. Utilizando a técnica de espalhamento de elétrons foi feito um estudo da excitação da camada de valência da molécula do Etileno (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>), através dos espectros de perda de energia dos elétrons espalhados, medidos em diversos ângulos de espalhamento (0.7° a 8.0°), cobrindo a faixa de energia de excitação de 5 a 24 eV (500 a 2500 Å). Observamos que, abaixo do primeiro potencial de ionização (10.45 eV), os espectros são dominados por intensas transições de valência e de Rydberg. Em pequenos ângulos de espalhamento prevalecem as transições permitidas por dipolo elétrico, como a transição B<sub>1u</sub> ← A<sub>1g</sub> situada em 7.6 eV. Analisando os espectros entre 12 e 20 eV observamos, pela primeira vez, as transições em 12.5, 14.8 e 17.2 eV, que estão relacionadas a processos de autoionização. Empregando um método mais rigoroso de desconvolução espectral (Boechat-Roberty *et al* 2000, *J.Ph.B* 33, 4525), determinamos, com mais precisão, os valores das seções de choque elásticas e inelásticas e valores de força do oscilador para as três transições eletrônicas abaixo do primeiro potencial de ionização. Com a determinação experimental destes parâmetros espectroscópicos, estamos contribuindo para o *banco de dados moleculares para astrofísica*.

### PROPRIEDADES POLARIMÉTRICAS DA ZONA DE INTERAÇÃO ENTRE AS BOLHAS LOCAL E LOOP I

**C.C.Costa, W.J.B.Corradi & M.M.Guimarães (Universidade Federal de Minas Gerais)**

A análise fotométrica e espectroscópica da distribuição da poeira e do gás interestelares na direção das nuvens Saco de Carvão e Chamaeleon-Musca (SCCM) mostrou que estas nuvens estão fisicamente associadas por uma extensa estrutura de material interestelar. Numa escala mais ampla, a existência dessa estrutura parece estar relacionada com o surgimento da interface entre duas bolhas de baixa extinção, uma na qual estaríamos embebidos (Bolha Local) e outra na direção da associação Scorpio-Centaurus, chamada de Bolha Loop I (Corradi et al. 1995, 1997, 1998, 2001). No entanto existe uma certa controvérsia sobre a distância da interface. Egger & Aschenbach (1995) sugerem uma distância de 70 pc do Sol, enquanto Corradi et al. (1998) sugerem que, pelo menos na direção das nuvens SCCM, a interface deve estar a cerca de 150 pc. A análise preliminar dos dados de polarização interestelar - coletados no LNA - em conjunto com dados de Heiles et al. (2000), revela que em algumas direções o material parece estar a cerca de 80-100 pc do Sol, enquanto que em outras, tais como a SCCM, parece estar a 150 pc, como se a interface fosse dobrada e retorcida, com diferentes distâncias em diferentes direções. Estes resultados polarimétricos confirmam as análises fotométricas anteriores da distribuição dos excessos de cor  $E(b-y)$  sobre a região em estudo.

### DETERMINAÇÃO DA TEMPERATURA EFETIVA DE ESTRELAS IONIZANTES DE REGIÕES HII

**Oli L. Dors Junior & Marcus V. F. Copetti (UFSM)**

A determinação da temperatura efetiva da estrela ionizante de uma região HII é importante para a escolha adequada dos fatores de correção por ionização, ICF, necessários para o cálculo da abundância química, especialmente no caso de nebulosas de alta abundância e baixa excitação, geralmente encontradas nas partes internas dos discos de galáxias espirais. Utilizando o modelo de fotoionização CLOUDY, mostramos que a razão entre as intensidades das linhas  $\mathfrak{R} = \log(O[II]\lambda 3727/O[III]\lambda 5007)$  é fundamentalmente dependente da temperatura efetiva da estrela ionizante,  $T_{\text{eff}}$ . A relação  $\mathfrak{R}$  vs  $T_{\text{eff}}$  mostrou-se independente da abundância química na nebulosa e dependente da densidade eletrônica,  $N_e$ . Esta dependência com a densidade, quando desconsiderada, pode gerar erros no cálculo de  $T_{\text{eff}}$  de aproximadamente 3000 K. Através do uso do programa de síntese de população estelar STARBURST99, obtivemos os contínuos ionizantes de aglomerados estelares, que foram utilizados como fontes ionizantes.

Encontramos que, no caso de uma região HII excitada por um aglomerado estelar, o índice  $\mathcal{R}$  pode ser utilizado para estimar a temperatura efetiva da estrela mais massiva do aglomerado e também para determinar a idade desse aglomerado. Comparando nossos modelos com dados retirados da literatura, estimamos as temperaturas efetivas de estrelas ionizantes e as idades de regiões HII. Os resultados obtidos mostraram-se consistentes com os encontrados por outros autores.

PAINEL 148

### **A CAVIDADE EM INFRAVERMELHO NA REGIÃO DAS NUVENS ESCURAS EM LUPUS**

**Gabriel A. P. Franco** (Departamento de Física - ICEX - UFMG)

A existência de uma área deficiente em emissão infravermelho na região das nuvens escuras em Lupus foi descoberta em 1990. Na época, foram apresentadas evidências que indicavam que essa cavidade poderia ter sido criada pela ação de uma supernova. Apresentaremos a análise de dados fotométricos obtidos para estrelas com linhas de visada na direção da região contendo essa cavidade. O diagrama de excesso de cor por distância confirma a existência de uma região deficiente de material interestelar circundada por um meio cuja distância é de no máximo 100 pc. Esse resultado está em desacordo com estimativas anteriores da distância à suposta supernova que seria a responsável por limpar a região da poeira interestelar. Como uma alternativa, sugerimos que devido a instabilidades hidromagnéticas essa deficiência pode ter sido produzida pelo desprendimento de material da interface entre as bolhas Local e Loop I.

PAINEL 149

### **GEOMETRIA E POEIRA NAS NEBULOSAS PLANETÁRIAS NGC 3132 E NGC 6781**

**Ruth Gruenwald<sup>1</sup>, Hektor Monteiro<sup>1</sup>, Fotis Mavromatakis<sup>2</sup> & Ronaldo de Souza<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Dept. de Astronomia - IAG/USP; <sup>2</sup> Dept. of Astronomy - University of Crete

Em um trabalho anterior mostramos que determinadas características observadas da nebulosa NGC 3132 só podem ser reproduzidas por uma geometria tipo "diabolo". Por outro lado, medidas da razão de intensidades  $H\alpha/H\beta$  mostram que os valores não são constantes na nebulosa, indicando que a extinção é local. Neste trabalho apresentamos resultados observacionais para a nebulosa NGC 6781, que sugerem algumas características semelhantes às da nebulosa NGC 3132. De fato, em uma modelização para NGC 6781 concluímos que sua geometria deve ser do tipo "diabolo". Entretanto, uma análise do efeito da poeira indica que a extinção em NGC 3132 pode ser explicada por poeira interna à

região ionizada, enquanto que a maior parte da extinção nas intensidades das linhas em emissão de NGC 6781 deve ser causada por poeira externa, mas próxima à região ionizada.

PAINEL 150

### **FLUTUAÇÃO DE TEMPERATURA ELETRÔNICA EM 30 DORADUS**

**Ângela Cristina Krabbe & Marcus V. F. Copetti (UFSM)**

Apresentamos um estudo observacional sobre variações da temperatura eletrônica na região HII 30 Doradus. Usamos a razão  $[OIII] (\lambda 4959 + \lambda 5007) / \lambda 4363$  para estimar a temperatura eletrônica em 75 posições na nebulosa sobre duas direções distintas. Analisamos dados espectrofotométricos de fenda longa, com alta razão sinal/ruído, na faixa de 4100 a 5045 Å, obtidos com o espectrógrafo Cassegrain acoplado ao telescópio de 1.60 m do Laboratório Nacional de Astrofísica, Minas Gerais. Derivamos uma temperatura média de  $10996 \pm 100$  K. Encontramos flutuações da temperatura eletrônica de baixa amplitude ao longo das duas direções estudadas sobre 30 Doradus com um desvio médio quadrático da ordem de  $t^2_{[OIII]} = 0.002$ , descontada a variância dos erros de medida. Esse valor é compatível com valores derivados através de modelos de fotoionização. Entretanto, esta amplitude de flutuação na temperatura eletrônica é insuficiente para explicar as discrepâncias entre as abundâncias químicas obtidas via linhas de recombinação e proibidas apresentadas na literatura. Observamos que, em geral, as posições com maior brilho superficial em H $\beta$  estão associadas a valores de temperatura abaixo da média, indicando que os arcos brilhantes de 30 Doradus, que são regiões mais densas, têm temperaturas eletrônicas menores do que as regiões mais difusas.

PAINEL 151

### **PROPRIEDADES DAS CONDENSAÇÕES DE MUSCA E RELAÇÃO COM A ATIVIDADE DE FORMAÇÃO ESTELAR**

**Roberto Kahn Pereira (INPE/FAPESP), José Williams dos S. Vilas-Boas (INPE)**

Com o objetivo de estudar as condições físicas das regiões de mais alta densidade de núcleos densos da Nuvem Escura de Musca apresentamos observações de microondas e comparamos estas observações com trabalhos similares das Nuvens de Chamaeleon. De modo geral o complexo de nuvens Musca-Chamaeleon apresenta vários níveis de atividade de formação estelar. A nuvem de Musca contém uma única fonte infravermelha compacta (IRAS 12322-7023) candidata a T-Tauri, identificada a partir da análise dos fluxos nas bandas IRAS. Utilizando dados obtidos com o radiotelescópio SEST de 15 m, estudamos as transições rotacionais J=1-0 das moléculas de  $^{13}\text{CO}$  e  $\text{C}^{18}\text{O}$  na direção de máximos de

extinção visual em Musca. Calculamos a densidade colunar de  $C^{18}O$ , extinção visual e densidade colunar de hidrogênio molecular ( $H_2$ ) em cada posição observada. Observamos estrutura dupla de linhas de  $C^{18}O$  próximo à posição da fonte IRAS. Pudemos verificar a existência de um núcleo denso de 7,8 Mo próximo a posição RA(1950):12h 28' 09,1", dec:-70°45'18" de densidade numérica  $n(H_2)=2,3 \cdot 10^4 \text{ cm}^{-3}$ . Os parâmetros observacionais e calculados sugerem que a atividade de formação estelar em Musca é similar a Chamaeleon 2.

PAINEL 152

### **AUTO-ENRIQUECIMENTO EM AGLOMERADOS ABERTOS E ASSOCIAÇÕES ESTELARES**

**Cintia Quireza Campos & Walter Junqueira Maciel (IAG/USP)**

Analisamos um possível auto-enriquecimento em aglomerados abertos e associações estelares, considerando explosões de supernovas do tipo II e ejeções de nebulosas planetárias. A idéia básica consiste em admitir que uma parcela das estrelas mais massivas morrem ainda dentro da escala de tempo de formação do aglomerado ou da associação, enriquecendo a nuvem molecular e consequentemente as estrelas que ainda venham a se formar. Aplicamos nosso formalismo aos aglomerados abertos Plêiades e Híades, para os quais procuramos obter uma estimativa confiável da dispersão em metalicidade, seja através de valores  $[Fe/H]$  obtidos espectroscopicamente, ou por meio de calibrações fotométricas (FAPESP, CNPq).

PAINEL 153

### **ESTUDO DE REGIÕES DE FORMAÇÃO ESTELAR A PARTIR DE OBSERVAÇÕES NO INFRAVERMELHO**

**Alexandre Roman Lopes, Zulema Abraham, Anderson Caproni & Jacques Lépine (IAG/USP)**

Apresentamos resultados de observações nas bandas J, H e K, na direção de regiões HII compactas, obtidas com a câmara IV no telescópio de 60 cm do IAG. As fontes foram selecionadas por suas cores IRAS e por apresentar emissão intensa de CS, característica de altas densidades. Estas fontes foram também pesquisadas na transição JK(1,1) da molécula de  $NH_3$  em 24 GHz. As observações no IV permitiram detectar, em alguns casos, as próprias regiões HII, além das estrelas que provavelmente as excitam.

**ABUNDÂNCIAS QUÍMICAS DE UMA AMOSTRA DE  
NEBULOSAS PLANETÁRIAS DO ANTICENTRO GALÁCTICO**

**Uchida, Monica M. M. & Costa, Roberto D. D. (IAG/USP)**

A existência de um gradiente radial de abundâncias no disco da Via Láctea é conhecida há muito tempo e vem sendo amplamente estudado ao longo dos anos. A distribuição das abundâncias químicas no disco diminui à medida que a distância ao centro da Galáxia aumenta. A região da borda mais externa da Via Láctea, também conhecida como anticentro galáctico é um local muito pouco explorado, uma vez que existe uma carência de dados observacionais, pois a obtenção de tais dados é muito difícil devido às grandes distâncias envolvidas e ao avermelhamento interestelar, já que se tratam de objetos do disco galáctico. As poucas observações existentes, indicam que o gradiente radial de abundâncias deixa de existir para grandes distâncias galactocêntricas, fazendo com que a distribuição das abundâncias químicas nessa região torne-se constante. Nebulosas Planetárias (NPs) são objetos interessantes para o estudo da evolução química do meio interestelar, pois são nuvens de gás ionizado ejetadas por estrelas de massa intermediária (0.8 a 8  $M_{\odot}$ ) no final da sua fase evolutiva e refletem a composição química do meio onde se formaram. Para a realização de um estudo mais detalhado da região do anticentro galáctico, uma amostra de NPs foi selecionada. No presente trabalho são apresentados os resultados encontrados para as abundâncias químicas através de espectroscopia óptica de tais objetos. (projeto financiado pela FAPESP).





## ENSINO E HISTÓRIA

PAINEL 155

### MATERIAL DIDÁTICO E ATIVIDADES PRÁTICAS DE DISCIPLINAS INTRODUTÓRIAS DE ASTRONOMIA NOS CURSOS SUPERIORES DO BRASIL

**Paulo Sergio Bretones (IG/UNICAMP e ISCA)**

Este trabalho visa apresentar os dados ainda não publicados da análise dos materiais didáticos e as atividades práticas de disciplinas introdutórias de Astronomia em cursos superiores do Brasil. As demais partes da pesquisa já foram apresentadas em reuniões anteriores da SAB. Os dados da pesquisa referem-se aos anos de 1997 e 1998 e foram levantados por meio do envio de cartas acompanhadas de questionários para cerca de 620 cursos de todo o Brasil que potencialmente ministram disciplinas de Astronomia. A análise aqui discutida foi feita para cada um dos cursos identificados que são: Astronomia, Ciências, Engenharia Cartográfica, Engenharia de Agrimensura, Física, Geofísica, Geografia e Meteorologia. Um quadro geral apresenta, para cada curso pesquisado, respectivas IES e disciplinas, os dados sobre material didático, assim como referências a atividades práticas. Das 60 disciplinas analisadas, 70,0% forneceram informações sobre material didático. Os materiais mais utilizados, foram assim classificados: Apostilas (50,0%); Vídeos ou filmes (33,3%); *Slides* (26,2%); Atlas, cartas e mapas celestes e anuários astronômicos (19,0%); Revistas, artigos e textos (14,3%); Microcomputadores, programas ou *softwares*, CD e Internet (11,9%); Transparências ou retroprojeto (9,5%); Modelos do sistema solar, maquete para eclipses etc. (9,5%); Instrumentos como relógios de Sol, bússola e teodolito (4,8%). Provavelmente estes números refletem a falta de tradição, no país, em termos de produção de recursos didáticos na área. Os dados sobre livros-textos utilizados pelos docentes também são apresentados e discutidos nesta análise. É apresentada uma listagem completa das referências bibliográficas citadas pelos docentes. Não foi possível identificar para cada caso se o docente realmente adota, recomenda, indica ou simplesmente fazem parte de listagens bibliográficas que fornecem aos alunos. Verificou-se que 81,7% forneceram informações sobre livros. Foram citadas 165 obras sendo 74 editadas no Brasil (44,8%) e 91 estrangeiras (55,2%) e 46 não são traduções. Dentre os docentes dos cursos de Física, 6 deles (26,1%) citaram apenas obras estrangeiras. De modo geral observa-se grande dispersão dos dados. Os livros-textos mais utilizados são: "Conceitos de Astronomia" de

Boczko: 32,6%, “Astronomia e Astrofísica” de Maciel (Ed.): 17,4%, “O Céu” de Caniato e “Atlas Celeste” de Mourão: 10,9% cada. A partir destes números e pela análise de programas, ementas e questionários recebidos, não foi possível inferir sobre uma relação direta entre os programas das disciplinas com conteúdos programáticos de características afins e os conteúdos dos livros-textos mais citados. Em outras palavras, os dados mostram que não existe um livro-texto que condicione o conteúdo de um certo tipo de disciplina. Em relação às atividades práticas, apenas 35,0% fazem menção à observação do céu a olho nu e/ou com utilização de telescópios, fotografia astronômica, práticas de determinação, visita a observatório e planetário etc. Além disso, apenas 8,3% mencionam outras atividades práticas como: aulas de laboratório, materiais concretos, construção de maquetes, construção de um teodolito etc.

PAINEL 156

### **A III OLIMPÍADA BRASILEIRA DE ASTRONOMIA – III OBA**

**João Batista Garcia Canalle (Instituto de Física / UERJ),  
Daniel Fonseca Lavouras (Sistema Titular de Ensino),  
Germano Bruno Afonso (Departamento de Física / UFPR),  
Rute Helena Trevisan (Departamento de Física / UEL),  
Célia Maria Resende de Souza (Planetário de Vitória),  
Eugênio Scalise Júnior (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)**

Ao contrário das olimpíadas esportivas onde uns poucos ganham e os demais são apenas figurantes para elevar a glória da vitória dos poucos premiados, nas olimpíadas científicas todos ganham sempre! Como isso é possível? Simples, pois para se preparar para participar de uma olimpíada científica o estudante precisa simplesmente o óbvio: estudar, ler, se informar, e quando se estuda se ganha sempre. Ao contrário, quem não estuda perde sempre. Estes são os únicos perdedores das olimpíadas científicas, ou seja, os não participantes. O “atleta” científico enquanto se prepara para o evento, na verdade prepara-se para a vida, para o futuro, talvez para a sua futura profissão. Enquanto o atleta esportivo precisa de técnico ou treinador além de equipamentos para praticar sua modalidade esportiva, o “atleta” científico precisa simplesmente estar na Escola, ter professores, livros e revistas para ler. Enquanto um prepara-se para um evento efêmero o outro prepara-se para uma vida toda. Baseada nesta filosofia, a Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) tem promovido as Olimpíadas Brasileiras de Astronomia (OBA) anualmente e a motivação de estudantes, professores e diretores será discutido neste trabalho bem como os resultados estatísticos das participações de alunos e escolas através de todos os estados do Brasil. Divulga-se o evento entre as Escolas públicas ou privadas, para cadastrar pelo menos um professor responsável pelo ensino dos conteúdos de astronomia de cada Escola. O professor e a Escola darão aos alunos interessados em participar da olimpíada, um treinamento prévio, que consiste de mais aulas, pesquisas em grupos ou orientadas, promovem visitas educativas, consulta-se a internet, ou seja, estuda-se, prepara-se

para o evento. Em determinado dia e hora todos os alunos previamente inscritos junto aos professores cadastrados farão uma prova simultaneamente, em todo o Brasil. O professor da Escola participa da correção e com isso ainda mais se envolve no processo. Medalhas são enviadas para as Escolas e estas promovem uma solenidade para entrega das mesmas aos melhores dos seus alunos na classificação nacional, mas mesmo na ausência destas distribui medalhas para os melhores alunos no âmbito da sua Escola. Os resultados são extremamente animadores, pois o número de escolas cadastradas aumentou 60% de 1999 para 2000, isto é passou de 1.171 para 1.874 escolas participantes. O número de alunos participantes cresceu 54%, pois passou de 15.493 em 1.999 para 23.913 em 2.000, apesar da prova ter sido realizada durante um período de greves em vários estados brasileiros. Os resultados em termos de escolas, alunos, notas, medalhas, etc, para cada estado será apresentando em forma de histogramas. Alguns dados preliminares da IV Olimpíada Brasileira de Astronomia realizada em 2001 também serão mostrados. O evento tem motivado o estudo da astronomia tanto de alunos quanto de professores, pois ambos procuram melhor se preparar, os primeiros para participarem e os segundos para melhor ensinarem. (AGÊNCIAS FINANCIADORAS) FAPERJ – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro, CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e Fundação VITAE.

PAINEL 157

### **UMA PROPOSTA INICIAL PARA A FORMAÇÃO DE UM POLO DE ASTRONOMIA, ASTROFÍSICA E CIÊNCIAS ESPACIAIS NO ESTADO DO PARANÁ**

**Valerie Cassanto; J. M. L. da Silva, B. Baranoff, C. L. Buiar & J. I. Cotrim Vasconcelhos  
Instrumentation Technology Associates, Inc. (ITA) – USA, Núcleo Brasileiro de  
Educação para o Espaço (NBEE) e Instituto de Astronomia e Ciência Espaciais  
(IACE – FIES)**

A necessidade de estabelecer um maior desenvolvimento em ensino e pesquisa nas áreas de astronomia, astrofísica e ciências espaciais e correlatas no Estado do Paraná, bem como a premência de prover o Estado com professores universitários e secundários nas mesmas, conduziram a estabelecer-se o presente Projeto. Tal Projeto vem, na verdade, sendo elaborado desde de novembro de 1999, e inclui não apenas medidas de caráter científico-pedagógico, de desenvolvimento em pesquisa, mas também se reveste de caráter cultural e histórico, mas inclui um programa de Educação para o Espaço e para Era Espacial. Consiste, basicamente, nas seguintes iniciativas: 1) A criação de um Instituto de Astronomia e Ciências Espaciais (IACE – FIES) dedicado a pesquisa, ensino, divulgação e a cultura astronômica, bem como a servir de Pólo de Gerenciamento de Projetos Científico – Tecnológicos na área. Isto foi efetivado em 20 de janeiro de 2000; 2) O estabelecimento de um Programa Internacional de Educação para o

Espaço em colaboração com a Instrumentation Technology Associates (ITA) – USA e com o Núcleo Brasileiro de Educação para o Espaço (NBEE), incluindo o programa University among the Stars (ITA) – USA. Acompanhando esse projeto, programas de experimentos em condições de microgravidade e de bioastronomia estão em andamento com a participação e colaboração da Instrumentation Technology Associates, Inc. (ITA) – USA; 3) Aprovação pelo MEC em 19 de junho de 2000 de um curso de graduação em Astronomia com bacharelado e licenciatura em Física, que representa um proposta pedagógica integrativa. O projeto pretende estabelecer contactos e colaborações com outros pesquisadores e outras instituições universitárias e educacionais, no país e no exterior (como, por exemplo, o Núcleo de Pesquisa em Astrofísica (IAG/USP).

PAINEL 158

### **O ENSINO DE ASTRONOMIA NA FORMAÇÃO INTEGRAL DE JOVENS DO ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO**

**C.C. Costa, W.J.B.Corradi, S.L.A. Vieira & Tarsia R.D.**  
**(Universidade Federal de Minas Gerais)**

Este Projeto de Ensino de Astronomia surgiu do reconhecimento da importância educativa do estudo da Astronomia, enquanto “ciência globalizadora”, no processo de formação científica e humana do jovem, o que configura seu objetivo principal. Realizado no Colégio Marista Dom Silvério, uma escola de Belo Horizonte - MG, e instituição que financia o projeto, teve início em 20 de março deste ano e contempla a formação de alunos e professores do Ensino Fundamental e Médio, em dois momentos: o *Grupo de Estudo de Astronomia*, que conta com 15 alunos, e o *Curso de Capacitação de Professores*, com 5 professores participantes. De acordo com a proposta do projeto estamos realizando a construção e manipulação de experimentos, observações do céu, simulações, dramatizações, visitas a observatórios e planetários, preocupando-nos com o desenvolvimento da autonomia de pensamento entre os alunos e professores participantes, encorajando-os, ao longo do processo, a pensar por si mesmos, desenvolvendo ações cooperativas. As atividades que estão sendo realizadas com o grupo de alunos - construção do calendário lunar, acompanhamento do Sol e das constelações observando sua variação diária devido ao movimento da Terra, construção de gnomon, projeto e construção de um telescópio Dobsoniano, etc - com iniciação ao método científico, são apresentadas pelos alunos na forma de seminários, buscando relacionar as observações com os conteúdos interdisciplinares. Nesse momento, a divulgação científica para toda a comunidade educativa aparece como mais um objetivo do projeto. Também faz parte da nossa proposta que os próprios professores participem ativamente da produção dos textos e de todo o material didático-pedagógico (vídeos, páginas interativas, software, etc), que serão usados em sala de aula, visando, no futuro, a disponibilização desse conjunto de recursos na web. Extrapolando nossas expectativas, o Grupo de Estudo de

Astronomia recebeu o convite para contribuir nos projetos pedagógicos do 3º Período da Educação Infantil na mesma escola, o que nos fez perceber a credibilidade e o potencial da proposta do Ensino de Astronomia como vertente na formação também de crianças. Há uma preocupação evidente no projeto em promover a integração entre os jovens estudantes e os professores, incentivando-os à descoberta do conhecimento e à prática da metodologia científica de forma natural e prazerosa, configurando o projeto não propriamente como um curso de qualificação, mas sim como uma proposta educativa de formação.

PAINEL 159

### ENSINO DE ASTRONOMIA NA 1ª SÉRIE DO NÍVEL FUNDAMENTAL

**Encarnacion A. M. Gonzalez, Rundsthen V. de Nader,  
José Adolfo S. de Campos & Marco Aurélio O. Terra (OV/UFRJ)**

Em 1999 criamos o "Projeto de Visitação Pública Descobrimos a Astronomia" objetivando a melhoria do ensino fundamental da rede pública. Motivados pelo crescente interesse de professores da 1ª série em trazer seus alunos ao Observatório do Valongo (OV), elaboramos em 2001 um programa voltado para este segmento, que complementasse os conceitos básicos apreendidos na escola sobre *O Nosso Sistema Solar*. Assim, iniciamos o programa *Os Pequenos Visitam o Valongo* que está dividido em: 1) Visita à Luneta Cooke, 2) Mini-Palestra sobre O Nosso Sistema Solar, 3) Oficina de Dimensões do Sistema Solar, 4) Bingo do Sistema Solar e 5) Sessão de Planetário Inflável (este obtido com recurso da VITAE). Já atendemos, neste Programa, aproximadamente 400 crianças do ensino público e particular e da comunidade próxima ao OV (Projeto Astronomia na Saúde). Em cada estágio da visita, características básicas do Sistema Solar são apresentadas. Esta é uma abordagem inovadora uma vez que nosso objetivo não é corrigir conceitos adquiridos de forma errada e sim introduzi-los de forma lúdica e mnemônica. Como avaliação pedimos um registro, em forma de texto, desenho ou outra linguagem, daquilo que foi visto. Uma análise do grau de coerência dos desenhos (maioria dos registros recebidos) é feita em reuniões do grupo de trabalho. As tarefas solicitadas às crianças tem nos mostrado que os conceitos sobre dimensões estão sendo muito bem assimilados deste modo. A mensagem passada para o professor é de que uma aula com alguma criatividade e a ajuda de alguns parceiros (oficinas, filmes, experimentos e observações de campo) é mais atraente e produtiva e que ele não deve reduzir o ensino de Ciências à simples apresentação de conceitos científicos. Como resultado deste trabalho, concluímos que não é tão efetivo procurar corrigir conceitos absorvidos anteriormente quanto apresentá-los de maneira correta pela primeira vez. Esta conclusão, aparentemente óbvia, expõe uma sistemática de ensino em astronomia viciada a qual é largamente utilizada. Apoio: FUJB e VITAE

PAINEL 160

**ARQUEOASTRONOMIA NO RIO GRANDE DO NORTE E NO NORDESTE****L. C. Jafelice, L. D. de Sousa Neto, F. C. de Meneses Júnior, D. Bertrand, R. R. da Silva, J. Garcia Neto, A. S. B. Queiroz, I. A. de Oliveira & J. S. Vicente (UFRN)**

Discutimos resultados de pesquisa em arqueoastronomia obtidos a partir de estudos realizados em um sítio arqueológico no estado do Rio Grande do Norte e informações coletadas de outros sítios na região nordeste. Contrariamente ao que ocorre com a pesquisa em arqueologia no Brasil, que está bastante avançada, quase nada foi feito até o momento especificamente em arqueoastronomia. Fizemos levantamentos astrométricos e coletamos dados associados a atividades das populações que habitaram o sítio estudado entre 7.000 e 4.000 anos atrás. Dentre tais atividades, nos interessam, em particular, inscrições lavradas em pedra e pinturas rupestres, indicativas de ações inspiradas, ou fundamentadas, em possíveis conhecimentos de caráter astronômico. Esta pesquisa ainda está em fase inicial, mas já apresenta resultados bastante animadores. Ela é de natureza intrinsecamente interdisciplinar e vem sendo desenvolvida pelo trabalho conjunto de duas equipes: uma ligada ao Departamento de Física e outra ao Museu Câmara Cascudo, ambos da UFRN. O trabalho envolve, por um lado, a datação e análise de restos materiais deixados por aquelas populações e, por outro lado, interpretações de representações pictóricas em combinação com informações de astronomia de posição. Análise comparativa que fazemos entre inscrições lavradas no Rio Grande do Norte e outras encontradas em algumas regiões na Europa, indicam grandes similitudes de traços. A interpretação de tais signos ainda é muito incerta, principalmente porque carece de uma metodologia adequada para ser feita a contento. Se nossas suspeitas sobre uma universalidade na representação simbólica de certos fenômenos astronômicos forem de fato confirmadas, aquelas similitudes poderão ter papel significativo na decodificação desses signos. Discutimos os principais problemas em aberto na arqueoastronomia contemporânea que tratamos (relativos a datação e interpretação dos signos) e as propostas que fazemos visando superá-los. (PRONEX/FINEP; NUPA/USP)

PAINEL 161

**A ASTRONOMIA NA BAHIA: OS 30 ANOS DO  
OBSERVATÓRIO ASTRONÔMICO ANTARES****Augusto César Pereira Orrico (Observatório Astronômico Antares/UEFS),  
Vera Aparecida Fernandes Martin & Paulo César da Rocha Poppe  
(Observatório Astronômico Antares/UEFS e Departamento de Física/UEFS)**

O Observatório Astronômico Antares (OAA) da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) festeja neste ano o seu trigésimo aniversário de caminhada junto à comunidade acadêmico-científica brasileira. Por ser uma data comemorativa, julgamos interessante abordar brevemente o desenvolvimento da

Astronomia no Estado da Bahia, desde os registros oficiais feitos pelo “Mestre João”, até as principais atividades de ensino, pesquisa e extensão conduzidas atualmente neste Observatório. Procuramos, ao longo deste trabalho, revelar um pouco da história do OAA, bem como dos futuros projetos e das novas perspectivas que virão. O desenvolvimento das atividades de pesquisa em Astronomia na UEFS, representam uma oportunidade única de atrair recém doutores e pesquisadores visitantes para uma Universidade emergente no semi-árido baiano. Por outro lado, projetos de cooperação mantidos com instituições consolidadas representam uma oportunidade de atender à crescente comunidade científica que se forma na região nordeste (em especial nas IES da Bahia), de fornecer um ensino de graduação e de pós-graduação fortalecidos e de contribuir para minorar o problema da competência científica instalada, ou seja, da grave desigualdade de pesquisadores nas diversas regiões do Brasil.

PAINEL 162

### **A HIPÓTESE HELIOCÊNTRICA NA ANTIGÜIDADE HELÊNICA**

**Diana Paula Andrade Pilling (Observatório do Valongo - UFRJ),  
Penha Maria Cardoso Dias (Instituto de Física - UFRJ)**

Na Antigüidade, Heraclides do Ponto (388-315 AC) teria proposto um sistema planetário em que os planetas giram em torno do Sol e esse, em torno da Terra; Aristarco de Samos (310-250 AC) teria formulado a hipótese heliocêntrica. A motivação desses autores é desconhecida. Entretanto, Thomaz Heath formula uma teoria interessante: Para explicar a "segunda anomalia" (a retrogressão dos planetas), foi suposto um modelo planetário (chamado, hoje em dia, modelo do excêntrico); nesse modelo, o planeta gira em um círculo (chamado círculo excêntrico), cujo centro (chamado ponto excêntrico, já que é deslocado em relação ao centro do universo, a Terra) gira em torno da Terra. Segundo Heath, seria "natural", nesse modelo, colocar o Sol no lugar do ponto excêntrico. Ora, a hipótese de Heath só justifica a hipótese heliocêntrica, se for possível compatibilizar a geometria do modelo heliocêntrico com a geometria dos círculos excêntricos de cada planeta. é isso que nos propomos verificar. O modelo do excêntrico é equivalente ao modelo de epiciclos e deferentes, pelo qual veio a ser substituído, ainda na Antigüidade. Ora, a geometria do sistema de epiciclos e deferentes é tratada, em detalhes, por Cláudio Ptolomeu (século II DC), no *Almagesto*, a partir de observações de posições dos planetas. Por causa da equivalência, é possível, inferir dimensões do modelo excêntrico. A geometria do modelo do excêntrico é compatível com um modelo em que todos os planetas giram em torno de um mesmo ponto excêntrico. Além disso, os antigos citavam, como um dado observacional, que os planetas interiores eram "vistos" orbitar em torno do Sol. Finalmente, os planetas podem ser ordenados a partir de um ponto

excêntrico. Dimensões conhecidas do Sol e distância Terra-Sol são, também, compatíveis com a geometria do modelo.

PAINEL 163

**A CARTE DU CIEL: O AUDACIOSO PROJETO  
ASTROFOTOGRAFICO QUE ATRAVESSOU UM SÉCULO**

**Teresinha Rodrigues & Henrique Wilbert (MAST/MCT)**

Sediado pelo Observatório de Paris, o Congresso Astrofotográfico de 1887 reuniu 18 observatórios do mundo inteiro. Tratava-se da construção de um Catálogo Astrofotográfico e de uma completa Carta do Céu, encarregando-se cada observatório de uma certa faixa de declinação. Nesse trabalho são discutidas as motivações dos observatórios para o que viria a ser o primeiro grande trabalho de cooperação internacional em astronomia, as razões de seu relativo insucesso e o processo atual de resgate dos resultados. São destacadas, ainda, as dificuldades que determinaram o abandono da participação brasileira. O Imperial Observatório do Rio de Janeiro adquiriu a luneta fotoequatorial e a cúpula para a sua instalação, por doação do Imperador Pedro II, mas não conseguiu prover os demais recursos necessários para o início do projeto. A sua participação foi substituída pelo Observatório de Perth, Austrália. A desistência do Imperial Observatório é a expressão maior das dificuldades enfrentadas por todos os observatórios, devido ao custo e à necessidade de pessoal – ambos extremamente altos. Era um projeto por demais ambicioso para o estágio ainda incipiente da astrofotografia. Assim, ao ser dado por encerrado, na década de 70, os dados existentes estavam longe de constituírem, no conjunto, um grande catálogo de estrelas. Muitas placas haviam sido perdidas e os antigos métodos de redução não permitiam a consolidação moderna dos dados. Teria sido dado por esquecido, não fosse a possibilidade, viabilizada pela adaptação dos dados à linguagem dos computadores, de tornar-se uma referência para catálogos atuais: o céu de 100 anos atrás.

PAINEL 164

**CONCEITOS BÁSICOS DE ASTRONOMIA NO  
ENSINO FUNDAMENTAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

**Guaracira Gouvêa de Sousa, Simone Pinheiro Pinto & Flávia Requeijo (MAST/MCT),  
Célia Maria Santiago & Omar Martins da Fonseca (Espaço UFF de Ciências)**

Os estudos que avaliam os processos de ensino-aprendizagem de Ciências no Ensino Fundamental indicam que os professores, em geral, não gostam ou dedicam pouco tempo ao ensino dos seus fundamentos, em razão de sua má formação na área. O Projeto Praça da Ciência Itinerante vem atuando, desde 1997, em escolas de

formação de professores. Coordenado pelo Centro de Ciências do Estado do Rio de Janeiro, reúne as principais instituições que trabalham com ensino e divulgação de ciências. Dentre as várias atividades oferecidas pelas instituições participantes está a oficina integrada "Observando o céu e compreendendo a Terra", ministrada pelos membros do Museu de Astronomia e Ciências Afins e do Espaço UFF de Ciências desde 1999. O objetivo desta oficina é estimular o pensamento crítico dos professores em relação aos livros didáticos, além de abordar os conceitos básicos de Astronomia presentes no currículo de Ciências. Um questionário explorando os conceitos de referenciais, forma e movimento da Terra e a atração gravitacional é entregue para que os professores possam respondê-lo, em princípio individualmente e depois em grupo, elaborando modelos que expliquem suas respostas. Em seguida mediamos um debate entre os grupos, tentando fazer com que eles cheguem a um consenso acerca dos seus modelos. Ao final desta oficina, é feita uma reprodução dos movimentos da Terra usando um modelo concreto. Apresentamos um estudo comparativo entre os conceitos dos professores e dos alunos e de como estes são tratados nos livros didáticos adotados. As concepções das crianças foram levantadas em pesquisas prévias e as dos professores durante nossas oficinas. A análise dos questionários mostra que apesar da reformulação dos livros didáticos não houve uma mudança conceitual significativa por parte dos professores. Cerca de 1400 professores participaram desta oficina, em 46 municípios. Embora nenhum professor duvide de que a Terra seja redonda, estes não sabiam como evidenciar este fato aos alunos. Quanto às estações do ano, 95% não soube explicar o motivo de sua ocorrência. Isto indica que, não basta modificar o livro didático. Outras ações devem ser implementadas na formação continuada dos professores, possibilitando uma reestruturação destes conceitos.

PAINEL 165

### **AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO CICLO DE PALESTRAS "O DESTAQUE DO MÊS"**

**Gilson Gomes Vieira, Douglas Falcão, Flávia Pedroza Lima,  
Cleber Tavares dos Santos Junior & Eduardo Tavares Damas  
(Museu de Astronomia e Ciências Afins - MAST/MCT)**

O Museu de Astronomia e Ciências Afins, dentro do Programa de Observação do Céu, está apresentando o ciclo de palestras "O Destaque do Mês", com o apoio da FAPERJ. Neste sub-programa, a cada mês um pesquisador brasileiro é convidado para palestrar sobre sua especialidade. Os objetivos principais são: oferecer informação astronômica de qualidade; contribuir para modificar a imagem estereotipada que parte do público ainda tem do pesquisador em ciência e aproximar o público do fazer científico, despertando novas vocações junto aos jovens. Com a finalidade de saber se os objetivos da proposta estão sendo atingidos iniciamos uma avaliação do impacto da mesma. A metodologia da pesquisa consiste da aplicação de questionários e da realização de entrevistas.

Embora as análises ainda sejam preliminares, alguns aspectos emergem da avaliação dos questionários da primeira palestra: a) o público tem uma postura francamente favorável a iniciativas dessa natureza, porém surgiram algumas manifestações críticas; b) o público declara que disciplinas como Física, Matemática e Informática são importantes para a formação do astrônomo, ao lado do conhecimento das constelações e da Astrologia, o que é estranho dado o alto nível de escolaridade dos frequentadores desse tipo de atividade. O público atribui ao astrônomo características como curiosidade e objetividade, vendo-o como um sujeito envolvido na resolução de problemas e desejoso de fazer descobertas. A intuição, a inspiração e a subjetividade foram aspectos pouco valorizados; c) a comunicação entre o público e o cientista aconteceu de forma frutífera, embora haja aqueles que julgam que a palestra tenha sido para especialistas.



## INSTRUMENTAÇÃO

PAINEL 166

### A ROBOTIZAÇÃO DE UM TELESCÓPIO NA UFSC

**André Amorim, Antônio Kanaan, Raymundo Baptista,  
Roberto Cid & Diógenes Becker (UFSC)**

Neste trabalho apresentamos os resultados obtidos no projeto de robotização de telescópios na UFSC. A atual versão de nosso sistema de controle apresenta duas grandes mudanças em relação à versão anterior. Primeiro: cada componente do sistema toma decisões autonomamente ao invés de esperar por ordens vindas de um sistema centralizador. Com isto temos um sistema distribuído, cuja manutenção e construção são muito simplificados. Segundo: a comunicação entre os componentes é atualmente feita via conexões de rede ("sockets" TCP/IP) ao invés de arquivos, tornando o sistema perfeitamente adaptado à filosofia de um sistema distribuído. Todos os programas estão sendo construídos de forma a isolar os detalhes de cada equipamento da parte mais geral de controle de telescópios, câmeras e outros equipamentos. Desta forma a adaptação deste sistema a outros modelos e marcas de equipamentos exigirá apenas a modificação dos módulos de baixo nível que têm controle direto sobre os equipamentos.

PAINEL 167

### THE NEW INSTRUMENT FOR SOLAR DIAMETER MEASUREMENTS AT RIO DE JANEIRO

**Pierre J.A. Bourget, Eugenio R. Neto, Alexandre H. Andrei & Jucira L. Penna  
(Observatorio Nacional - Brazil), Evgueni G. Jilinski (Pulkov Observatory - Russia)**

Secular and annual variations of the solar diameter, ranging the tenths of arc-second scale, have been detected by several studies. Smaller scale rapid variations also show up in the monitoring series. In this case, however, they do not stand clearly above the noise from observational errors and instrumental limitation. Precision of the order of the milli arc-second, in time scales of a few days, are required to better investigate the rapid diameter variations, and their relationship with the solar constant, solar events and climate response. A major

step is going to be taken by the launching of the solar mission (PICARD). On ground the Calern Observatory (CERGA) group will continue the observations with the new solar instrument (DORAYSOL), as well as, to make pre-mission observations with the equivalent PICARD instrument and to take complementary atmosphere measurements. A key characteristic of DORAYSOL is that the measurements are absolute, in metrological sense, with the main spatial reference independent of the optics. At, Observatorio Nacional, Rio de Janeiro, the series of daily measurements will be kept with a new instrument in development. This will have a Newtonian optics, with 3m focal length and 10cm effective aperture. The prism is designed to take advantage of the major axis of the entrance pupils to obtain an increasing resolution. No spring is used in the prism, the stability being attained by a balancing scheme. A CCD camera will be mounted on the focus of the only mirror, which minimizes the optical defects. Light transportation within the instrument will be along a vertical path, thus preventing turbulence through a stratified regime of air couch. The observations would be made either on direct mode or switching images by a shutter. A set of three filters will enable observations in different wavelengths and a focusing device will rend the results compatible, by compensating for the changing optics and atmosphere lensing.

PAINEL 168

#### **CURRENT STATUS OF THE DEVELOPMENT OF THE BDA PROJECT**

**J.R. Cecatto (DAS-INPE), F.C.R. Fernandes (DAS-INPE), S. Ananthkrishnan (NCRA-TIFR - Índia), E. Lüdke (Depto. Física - UFSM), J.A.C.F. Neri (DAS-INPE), R.R. Rosa (LAC-INPE), J.W.V. Boas (DAS-INPE), L.C.L. Botti (CRAE - INPE), J.H. Saito (Depto. Computação-UFSCar), C.E. Moron (Depto. Computação-UFSCar), L.B.T. Cividanes (DEA-INPE), M.S. Ribeiro (DMF-INPE), C.E. Santana (CBE-INPE), B.S.M.C. Galvão (LIT-INPE), M.C. Andrade (DAS-INPE), C.Faria (PUC-Minas), I.C. Abrão (PUC-Minas), K.R. Subramanian (IIA - Índia), M. S. Sundrajan (IIA - Índia), M.R. Sankararaman (NCRA-TIFR - Índia), J. Welch (Radio Astrophysics Lab.-UCB - USA), G. Swarup (NCRA-TIFR - Índia), H.S. Sawant (DAS-INPE)**

The Brazilian Decimetric Array (BDA), under development, will have high spatial and time resolutions at 5.0 GHz of  $\sim 5$  arcsec and 100 ms, respectively. It is planned to employ modern technology at low cost. The BDA will have the capability to observe solar and non-solar phenomena in the radio bands of 1.2-1.7, 2.7 and 5.0 GHz. During the prototype phase for solar observations in the 1200-1700 MHz frequency range using a 2 MHz bandwidth, 1 bit correlator, and 100 ms time resolution the estimated sensitivity level will be  $\sim 100$ -200 Jy/beam. Also, a  $\sim 1$  Jy/beam for 20 minutes galactic and extra-galactic observations will be possible. The final version of the BDA will be an interferometer array consisting of 38 parabolic antennas of 5-m diameter with a compact "T" shaped array at the center, having 32 antennas. It will be located at Cachoeira Paulista, SP (45° 0' 20" W, 22° 41' 19" S). The current status of the

development of BDA, that will be presented, is the following. a) Low noise amplifier, with noise figure of 1.5 was developed at INPE using MCL chip having a gain of 27 dB and tested for weather conditions in conjunction with a 9-m antenna. b) Radiation pattern of 3 different feeders operating in the frequency range of 1.2-1.7 GHz was obtained. c) Parabolic antenna of 4-m diameter with alt-azimuth mounting have being developed and tested in India at GMR-NCRA. Tracking system for all 38 antennas was developed in India by INTELTEK Co.. In July, 2001, this system will be handed over to BDA team members. d) Radiation pattern and efficiency of 4-m parabolic antennas of TECSAT and AVIBRAS companies have been obtained using above feeders and amplifiers. e) PLO receiver is in the process of the development at INPE and UFSM. f) A/D conversion efficiency and 20 channel digital correlator have been designed and tested at Indian Institute of Astrophysics. The diagram, specifications and tests results will be presented. In addition, the sensitivity estimations for prototype as well as other two phases of BDA development will be presented. The following aspects of the BDA project, also will be presented: historical background; three phases of development; science with the BDA.

PAINEL 169

### **DETERMINAÇÃO DO DIAGRAMA DE RADIAÇÃO DE RÁDIO-TELESCÓPIOS POR TÉCNICAS TOMOGRÁFICAS**

**J.E.R.Costa (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais -INPE/CRAAE),  
A.V.R.Silva & P.Kaufmann (Instituto Presbiteriano Mackenzie-CRAAM/CRAAE),  
A.Magun (Institute of Applied Physics - IAP/Univ.Bern)**

Telescópios modernos montados em posicionadores ágeis, operando receptores na faixa centimétrica, milimétrica e sub-milimétrica e portanto com resolução angular moderada (minutos de arco) podem se beneficiar de varreduras do Sol na determinação precisa da forma do feixe. A determinação precisa da forma do feixe tem inúmeras aplicações que vão desde o alinhamento óptico do telescópio e calibração até a reconstrução de estruturas de brilho cuja forma espacial tenha sido degradada pela convolução com um feixe de resolução finita. Fontes pontuais naturais são limitadas à sensibilidade do telescópio e demandam longos tempos de integração e em geral muito tênues para a determinação do feixe até o nível dos lóbulos secundários. Transmissores potentes distantes o suficiente (em geral em satélites) para a determinação do feixe são soluções que dependem de alguns transmissores existentes na faixa de operação do telescópio. A solução tradicional e simplificada de derivar trânsitos do Sol e da Lua levam apenas à determinação aproximada da largura à meia potência do feixe. Com uma modificação desta técnica construímos um sistema de equações integrais que foi resolvido por algoritmos empregados em tomografias de transmissão. Neste trabalho restauramos a forma do feixe depois da convolução com o Sol à um nível de detalhes de -20 à -30 dB. A comparação da forma do feixe do Telescópio Sub-

milimétrico Solar obtida por observação de transmissores e planetas demonstram o potencial desta técnica de reconstrução.

PAINEL 170

**BACKGROUND EMISSION ANISOTROPY SCANNING TELESCOPE:  
MEDIDAS FEITAS NO SÍTIO DE FORT SUMNER**

**A.P. da Silva (EFEI - INPE), C.A. Wuensche, T. Villela,  
C. Tello (INPE), N. Figueiredo (EFEI)**

O experimento BEAST (Background Emission Anisotropy Scanning Telescope) é um instrumento embarcado a bordo de balão cujo principal objetivo científico é investigar as flutuações de temperatura da Radiação Cósmica de Fundo em Microondas (RCFM) em escalas angulares que vão de  $0,15^\circ$  a  $10^\circ$ . Em seu plano focal há duas cornetas na banda  $K_a$  (30 GHz) e seis na banda Q (41,5 GHz); a resolução angular é de  $0,5^\circ$  e  $0,35^\circ$ , respectivamente. Ele utiliza um radiotelescópio com montagem gregoriana não axial, com um espelho primário de 2,2 m de diâmetro e um secundário de 60 cm (semi-eixo maior). Um espelho plano giratório, inclinado  $2,27^\circ$  em relação ao eixo de rotação, é responsável pela varredura do feixe de cada corneta na esfera celeste. Neste trabalho apresentamos as primeiras medidas feitas pelo experimento, que foram realizadas a partir do solo em outubro de 1999 na localidade de Fort Sumner, USA (latitude =  $34^\circ 28' 12''$  N; longitude =  $104^\circ 13' 12''$  W). A estratégia de observação adotada nessa ocasião consistiu em varreduras de  $\pm 7,5^\circ$  em azimute em torno de uma posição de referência (elevação =  $49^\circ$ ; azimute =  $359^\circ$ ). Nessa oportunidade foram feitas medidas da RCFM na região próxima a  $\alpha$  UMi e, para fins de calibração do instrumento, foram observados Júpiter, Marte e a Lua.

PAINEL 171

**AVALIAÇÃO DE INTERFERÊNCIA ELETROMAGNÉTICA NO CENTRO-  
OESTE BRASILEIRO PARA MEDIDAS DE EMISSÃO GALÁCTICA EM  
BAIXAS FREQUÊNCIAS COM O PROJETO GEM**

**J. L. Ferreira & C. G. Pinheiro  
Instituto de Física Universidade de Brasília,  
C. Tello, L. Santos, M. Silveira & T. Villela  
(Divisão de Astrofísica - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)**

O objetivo deste trabalho é o de encontrar local adequado para a continuidade das medidas da emissão Galáctica em baixas frequências de rádio no Hemisfério Sul, utilizando o radiotelescópio do projeto GEM (Galactic Emission Mapping). Para isso, medidas de interferência eletromagnética foram realizadas em locais pré-selecionados na região Centro-Oeste do Brasil entre as latitudes  $-13^\circ$  e  $-16^\circ$  e longitudes  $47^\circ$  W e  $48^\circ$  W nas proximidades das cidades de São Jorge-GO, Alto Paraíso-GO, localizadas na Chapada dos Veadeiros, Fazenda da UnB em Brasília-DF e Cristalina-GO. As medidas

de campo foram realizadas utilizando uma antena Kandoian omnidirecional feita de placas de cobre com carga de 50 Ohms. Os sinais captados de todas as direções foram filtrados, amplificados e analisados via amostrador/analizador de espectro digital acoplado a um micro PC por meio de uma interface HP-IB. Medidas contínuas com 48 horas em média foram realizadas nas frequências de 408 MHz, 1465 MHz e 2300 MHz. Vários níveis de ruído eletromagnético variando entre -90dB e -30dB foram encontrados, e o local de menor nível de ruído eletromagnético está em Cristalina com -60dB para 408 MHz, -92dB para 1465 MHz e -85dB para 2300 MHz. Na chapada dos veadeiros São Jorge apresentou os melhores resultados com -40dB para 408 MHz, -76 dB para 1465 MHz e -82dB para 2300 MHz. O local com a melhor infra-estrutura para instalação do equipamento é a Fazenda da UnB, no entanto nela foram encontrados os maiores níveis de ruído dentre os locais visitados, -30 dB para 408 MHz, -50 dB para 1465 MHz e -40 dB para 2300 MHz. Comparando essas observações com resultados obtidos com medidas semelhantes realizadas em S.J. Campos e Cachoeira Paulista (SP) conclui-se que os locais pré-selecionados do centro-oeste apresentam vantagens no que se refere ao menor nível de ruído eletromagnético, constituindo-se em futuros locais para instalação do radiotelescópio GEM.

PAINEL 172

### **TÉCNICAS DE RESFRIAMENTO RÁPIDO DE ANTENAS DE ONDAS GRAVITACIONAIS**

**Sérgio Ricardo Furtado & Odylio Denys de Aguiar**  
**(Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE)**

A detecção de Ondas Gravitacionais utilizando antenas ressonantes envolve, entre outros problemas, o resfriamento de grandes massas (cerca de 100 toneladas) da temperatura ambiente (300K) até temperaturas ultra-criogênicas (50mK) e a necessidade de se garantir vários meses de operação do detector com poucas e curtas interrupções para manutenção. Para resfriar estes detectores até temperaturas criogênicas utiliza-se a troca de calor por convecção de um gás, com um reservatório de temperatura inferior, podendo a transferência de calor se dar por convecção natural ou por convecção forçada. Consegue-se obter com esta técnica, tempos de resfriamento de aproximadamente um mês para detectores de barras cilíndricas maciças de 2,5 toneladas (detectores de terceira geração). Caso essa mesma técnica fosse empregada para o resfriamento de uma antena esférica com 100 toneladas (detectores de quarta geração), estima-se que o tempo de resfriamento subiria para aproximadamente 10 meses, o que inviabilizaria a operação dessas antenas. Neste trabalho é feito um estudo da técnica de resfriamento citada acima, da temperatura ambiente à temperatura do nitrogênio líquido (77K), utilizando um protótipo de alumínio da antena de ondas gravitacionais a ser construída pelo Laboratório de Ondas Gravitacionais do INPE (Detector Mário Schenberg), feito em escala reduzida de 1:2,7, com 25cm de diâmetro e pesando 19kg. Também é apresentada uma nova

técnica de resfriamento rápido baseada na troca de calor por condução térmica com um condutor metálico, conhecida por chaveamento térmico. São apresentados os resultados experimentais obtidos, os quais fornecerão subsídios para modelos teóricos de resfriamento rápido das antenas de massas ressonantes e, também servirão de parâmetros para se estabelecer a melhor configuração para o resfriamento das antenas. Cálculos preliminares mostram que, com a aplicação simultânea das técnicas estudadas (chaveamento térmico + convecção forçada), o tempo de resfriamento de uma antena esférica de 100 toneladas seria de apenas um mês.

PAINEL 173

### **O SATÉLITE COROT E A PARTICIPAÇÃO BRASILEIRA**

**Eduardo Janot Pacheco (IAG/USP)**

COROT (CONvection ROTation of stars) é um pequeno satélite a ser lançado pelo CNES (Conseil National d'Etudes Spatiales) francês, que contará com a participação de vários países europeus. O programa central do experimento será fazer fotometria no visível de alta precisão durante grupos de 150 dias de estrelas de tipo solar ( $V \geq 6$ ), visando atingir precisão em frequências melhores do que  $0,1 \mu\text{Hz}$ . Estrelas do campo com magnitudes até 9 (aprox. 10 objetos por campo) poderão também ser analisadas. Um segundo programa, dito exploratório pretende analisar a variabilidade de estrelas de diversos tipos espectrais também até  $V=9$ . Um segundo campo do satélite será dedicado à procura de planetas pelo método de ocultação. Pretende-se observar simultaneamente nesse programa cerca de 12.000 estrelas de magnitude  $V \leq 15,5$  e estima-se poder atingir precisão suficiente para descobrir planetas de tipo telúrico. O Brasil poderá participar desse satélite através da utilização de uma de suas estações de rastreamento e participação na confecção de "software" para tratamento dos dados.

PAINEL 174

### **OTIMIZAÇÃO DO TELESCÓPIO SOLAR PARA ONDAS SUBMILIMÉTRICAS (SST)**

**P. Kaufmann, J.E.R. Costa, C.G. Giménez de Castro, Y.R. Hadano,  
J.-P. Raulin, E. Correia, A. V.R. Silva**

**(CRAAE/CRAAM - Universidade Presbiteriana Mackenzie) ,**

**H. Levato, A. Marun (Complejo Astronomico El Leoncito - San Juan - Argentina),**

**M. Rovira (Instituto de Astronomia y Física del Espacio - Buenos Aires - Argentina),**

**J. S. Kingsley (National Radio Astronomy Observatory - Tucson - AZ - USA),**

**R. K. Kingsley (University of Arizona - URIC - Tucson - AZ - USA)**

Após sua bem sucedida instalação em 1999, o inédito telescópio solar para ondas submilimétricas (SST) foi submetido a uma nova série de testes, ajustes, alinhamentos visando a otimização de seu desempenho técnico. Foi utilizado novo

dispositivo de colimação desenvolvido e construído para este fim, gabaritos para verificação e ajustes das superfícies do refletor e do subrefletor. O subrefletor e seus dispositivos de fixação foram substituídos. O acoplamento eletromagnético dos feixes das cornetas dos radiômetros com o subrefletor foi ajustado com a utilização de novos métodos de medida. Foi conseguida expressiva otimização para o instrumento que opera simultaneamente com 4 radiômetros de 212 GHz e 2 radiômetros de 405 GHz colocados no plano focal. A partir da observação de planetas foram obtidos ganhos consistentes com a precisão de superfície e feixes principais próximos aos valores nominais esperados (i.e., 4' em 212 GHz e 2' em 405 GHz). Este projeto foi parcialmente apoiado pela FAPESP e pelo CONICET (Argentina).

PAINEL 175

**UTILIZAÇÃO DE ALGORITMOS GENÉTICOS NA  
PRODUÇÃO DE MAPAS DE ANISOTROPIA DA RADIAÇÃO  
CÓSMICA DE FUNDO EM MICROONDAS**

**Rodrigo Leonardi, Carlos Alexandre Wuensche, Thyrso Villela Neto  
(Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais),  
Newton Figueiredo (Escola Federal de Engenharia de Itajubá)**

Algoritmos genéticos são mecanismos de procura e otimização inspirados nos princípios da seleção natural. Suas principais características são: codificação de variáveis; teste simultâneo de soluções; utilização de operadores de procura aleatória e não determinada. O objetivo deste trabalho foi utilizar algoritmos genéticos como ferramenta de otimização numérica na produção de mapas de anisotropia da Radiação Cósmica de Fundo em Microondas. O trabalho foi desenvolvido sob dois aspectos: uma abordagem teórica, relativa ao entendimento da técnica tradicional utilizada na elaboração de mapas de anisotropia da Radiação Cósmica de Fundo em Microondas; e uma abordagem técnica, específica à implementação de algoritmos genéticos na produção dos referidos mapas. No decorrer do trabalho foram implementados algoritmos genéticos para otimização de funções, resolução de equações matriciais e ajustamento de observações. Esses algoritmos foram utilizados em simulações numéricas para determinação da temperatura  $T$ , da radiação de fundo, proveniente de  $N$  regiões do céu, a partir de  $M$  medidas diferenciais de temperatura. A avaliação de tempo de processamento e de memória computacional utilizada, em simulações, permitiu comparar o desempenho da técnica tradicional, para elaboração de mapas de anisotropia da radiação de fundo, com o desempenho da técnica implementada neste trabalho.

### **SOFTWARE PARA VISUALIZAÇÃO DE ESPECTROS OBTIDOS COM O IFU-SOAR E EUCALYPTOS-LNA**

**Hektor Monteiro, Cesar Strauss & Silvia Alencar (IAG/USP)**

O protótipo de espectrógrafo de campo integral IFU ("Integral Field Unit") consiste basicamente de uma matriz retangular de lentes de dimensão 16 por 32, cada qual mapeando uma área de 1" x 1" do campo observado. Essa matriz é reorganizada em uma ordem linear, como uma fenda usual, com o auxílio de fibras ópticas. Esta luz é então alimentada a um espectrógrafo sendo registrada em um CCD. Esta imagem contém espectros posicionados aproximadamente lado a lado, cada um associado a uma lente. A imagem reduzida consiste então de 512 espectros. A visualização dos dados deste instrumento não é convencional, visto que se tem que reorganizar os espectros de cada fibra no formato da matriz de lentes original. Para tanto foi criado um software que permitiu a visualização de imagens reais obtidas no LNA com o IFU protótipo. Com o modo de redução rápida, tornou-se também uma ferramenta de operação do instrumento. Os códigos foram feitos na linguagem SPP, própria do ambiente IRAF, permitindo assim maior comunicabilidade entre observatórios, como por exemplo Gemini-Sul, e facilidade de manutenção. As principais características deste software assim como algumas imagens já obtidas pelo IFU protótipo são discutidas.

### **DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE RASTREIO PARA AS ANTENAS DO ARRANJO DECIMÉTRICO BRASILEIRO**

**J. A. C. F. Neri (DAS/INPE), M. R. Sankararaman (NCRA/TIFR - Índia), H. S. Kedlaya (NCRA/TIFR - Índia), N. G. Nagaratan (NCRA-TIFR - Índia), M. S. Ribeiro (DMF/INPE), S. Ananthakrishnan (NCRA/TIFR - Índia), J. R. Cecatto (DAS/INPE), F.C.R. Fernandes (DAS/INPE), H. S. Sawant (DAS/INPE), G. Swarup (NCRA/TIFR - Índia)**

O sistema de rastreo para as 38 antenas de 4 ou 5 metros de diâmetro constitui a parte mais cara e uma das mais complexas do BDA (Arranjo Decimétrico Brasileiro). Este sistema mereceu particular atenção para balancear a otimização dos custos de fabricação e a obtenção do melhor desempenho. Serão apresentados os seguintes aspectos do sistema de rastreo: a) um breve histórico do desenvolvimentos do sistema de rastreo do BDA (1996-2001); b) detalhes do controle, das velocidades, das potências dos motores, relações de engrenagens e torques; c) especificações técnicas da montagem alt-azimutal; d) especificações do sistema controle e monitoramento das 38 antenas distanciadas de até 1,250 km da sala de controle; e) desempenho na precisão do posicionamento e de rastreo. Este sistema foi projetado por engenheiros e cientistas do GMRT (Giant Metrewave Radio Telescope) e companhias privadas da Índia, em colaboração com o INPE. A montagem do protótipo e os testes estão sendo efetuados no NCRA (National Center for Radio Astronomy), em Pune, na Índia. Os resultados dos

testes do sistema de rastreamento em observações solares a 1,5 GHz serão apresentados.

PAINEL 178

### MELHORA NO NÍVEL DE RUÍDO DO DETECTOR DE ONDAS GRAVITACIONAIS NIOBÈ

**Kilder L. Ribeiro (1), Eugene Ivanov (2), David G. Blair (2),  
Odylio D. Aguiar (1), Carlos Frajuca (3)**

**(1) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - São José dos Campos - SP - Brasil**

**(2) University of Western Australia - Perth - Australia**

**(3) Centro Federal de Ensino Tecnológico de São Paulo - São Paulo - SP - Brasil**

O detector de ondas gravitacionais Niobè, da Universidade da Austrália Ocidental (UWA), *University of Western Australia*, é formado por uma barra de nióbio de 1,5 toneladas com frequência de ressonância em 710 Hz. Em uma das extremidades da barra é colocado um "bending flap" de 0,43 kg, que funciona como um amplificador mecânico para as oscilações da barra. O deslocamento do "bending flap" é monitorado por uma cavidade supercondutora de nióbio de um transdutor paramétrico, que é alimentado por um sinal em microondas de 9.25 GHz, modulado pelo movimento relativo entre a cavidade e o "bending flap", produzindo bandas laterais que tem a sua frequência relacionada com a frequência de oscilação da barra. O desempenho do transdutor está relacionado com a qualidade do sinal que alimenta a cavidade. Neste trabalho será descrito como nós reduzimos o ruído de fase da fonte de microondas que alimenta o transdutor do detector Niobè a partir de um segundo sistema de controle de frequência trabalhando em paralelo com o existente e como esta melhora no sinal pode vir a aumentar a sensibilidade do detector.

PAINEL 179

### TRANSDUTORES PARA O DETECTOR DE ONDAS GRAVITACIONAIS MÁRIO SCHENBERG

**Kilder Leite Ribeiro & Odylio Denys Aguiar (Divisão de Astrofísica - Instituto  
Nacional de Pesquisas Espaciais),**

**Carlos Frajuca (Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo)**

O processo de detecção de ondas gravitacionais por detectores de massa ressonante consiste basicamente em medir as oscilações induzidas em um sólido quando este é atingido pelas ondas gravitacionais. A conversão da vibração mecânica em sinal elétrico é feita através de transdutores eletro-mecânicos.

Basicamente, podemos classificar os tipos de transdutores para detectores de massa ressonante em duas categorias principais: transdutores passivos e transdutores paramétricos (ou ativos). Transdutores passivos são aqueles que não têm uma fonte de potência externa, sendo seu ganho de potência menor do que 1. O sinal de saída dos transdutores passivos é sempre amplificado por amplificadores SQUID. Transdutores paramétricos, por outro lado, são aqueles que têm um fonte externa de potência (uma bomba oscilando na frequência  $\omega_p$ ) podendo o ganho ser maior do que 1. A saída de um transdutor paramétrico é amplificado utilizando uma cavidade ressonante em microondas. Neste trabalho, serão mostrados os resultados obtidos das simulações de desempenho de ambos os transdutores analisando os efeitos de ruídos (térmicos, serial, etc...) e ganho de cada um, visando estabelecer o transdutor mais adequado ao sistema de leitura do Detector Schenberg. Detector este que vem sendo desenvolvido pelo grupo de Ondas Gravitacionais do INPE e que operará no Instituto de Física da Universidade de São Paulo.

PAINEL 180

### **RESULTADOS PRELIMINARES DO CORRELADOR COM FPGA**

**Cesar Strauss, Zulema Abraham & Jorge Claudio Raffaelli (IAG/USP)**

Em radioastronomia, o correlador é um instrumento chave para a obtenção do espectro de potência de fontes. Ele calcula a função de correlação de dois sinais e a transformada de Fourier desta função é o espectro de potência. Na construção do correlador temos as etapas de transposição de frequência, filtragem, digitalização e correlação. O chip de correlação utilizado foi um FPGA ("Field Programmable Gate Array"), um componente lógico reprogramável de alta capacidade e desempenho, no qual a função de correlação foi programada. Na digitalização, utilizou-se comparadores de janela de alta velocidade. Neste trabalho oferecemos os resultados dos testes realizados com o instrumento e sua avaliação.

PAINEL 181

### **UTILIZAÇÃO DE ALGORITMOS GENÉTICOS NA ESTIMATIVA DE PARÂMETROS COSMOLÓGICOS A PARTIR DO ESPECTRO DE POTÊNCIA DA RADIAÇÃO CÓSMICA DE FUNDO EM MICROONDAS**

**Cristiane Loesch de Souza, Carlos Alexandre Wuensche & Thyrso Villela Neto**  
(Divisão de Astrofísica - INPE),

**Newton Figueiredo (Departamento de Física e Química - EFEI)**

Os Algoritmos Genéticos pertencem a uma classe de algoritmos de otimização numérica que incorporam em um algoritmo computacional a noção de seleção

natural. Suas principais características são: codificação de variáveis; teste simultâneo de soluções; utilização de operadores de procura aleatória e não determinada. Este trabalho propõe a utilização dos Algoritmos Genéticos na estimativa de parâmetros cosmológicos primários ( $H_0$ ,  $\Lambda$ ,  $\Omega_0$ ,  $\Omega_b$ ), a partir do espectro de potência das flutuações de temperatura da Radiação Cósmica de Fundo em Microondas (RCFM). Para isso foi feita a implementação de uma função de ajuste composta por uma combinação de  $n$  gaussianas que vem sendo comparada a diversas simulações de um espectro de potência, correspondente a diferentes modelos cosmológicos, gerados pelo código Cmbfast. A utilização de algoritmos genéticos permite o teste de famílias de modelos cosmológicos semelhantes de forma rápida e eficaz. A função de ajuste mencionada tem como parâmetros de ajuste os próprios parâmetros cosmológicos supra mencionados, permitindo diminuir ou mesmo remover a degenerescência atualmente observada entre os modelos.





## ÍNDICE DE AUTORES

### A

Abraham Z.	44, 122, 164, 186
Abrão I.C.	178
Afonso G.B.	168
Aguiar O.D.	35, 181, 185
Alcaniz J.S.	32
Aleman I.	159
Alencar S.H.P.	1, 184
Alessi B.S.	86, 96
Allen D.M.	96
Allen M.P.	43, 97, 153
Almeida R.	63
Almeida W.G.	58
Alonso M.V.	17
Alvarenga F.G.	34, 148
Amôres E.B.	45
Amorim A.	177
Ananthakrishnan S.	178, 184
Andrade A.P.A.	34
Andrade L.A.	35
Andrade M.C.	178
Andrei A.H.	58, 85, 86, 177
Andrievsky S.M.	143
Angeli C.A.	23, 63
Araujo F.C.	119
Arlot J.-E.	57
Assafin M.	85, 86
Augusto A.	98
Azevedo A.C.	160
<b>B</b>	
Baptista R.	9, 98, 108, 177
Baranoff B.	169
Barbosa C.	106
Barbuy B.	2, 7, 96, 101, 143
Barros G.	85
Bárta M.	54
Batalha C.	1, 110, 116
Batista P.P.	65
Beaugé C.	75, 79
Becker D.	177
Beers T.C.	99
Benedict F.	138
Benedito F.	43
Bersier D.	143
Bertrand D.	172
Bezerra V.B.	158
Bezerra W.A.	120
Bica E.	29, 146,
Blair D.G.	185
Blum R.D.	6
Boechat-Roberty H.M.	160
Bolte M.	16
Bonato C.	18, 120
Borges B.W.	98
Bortoletto A.	9
Botti L.C.L.	121, 178
Bourget P.A.J.	35, 177
Braga J.	38, 154
Bretones P.S.	167
Buiar C.L.	169
Bulgarelli D.	60
Butler M.	150
<b>C</b>	
Cabette R.E.S.	71
Cade L.	39
Calbo S.R.	99
Callegari Jr. N.	72
Calvão M.O.	32, 149
Camargo Filho L.	35
Camargo P.R.T.L.	99
Campos J.A.S.	171
Campos P.E.	121
Campos R.P.	36
Campusano L.E.	16
Canalle J.B.G.	168
Canaves M.V.	64
Capelato H.	19, 130
Caproni A.	122, 164
Cardin G.S.	72

Caretta C.A.	15	de la Reza R.	8, 118
Carranza G.	146	De Medeiros J.R.	11, 101, 107, 110, 117
Carvalho J.C.	20, 117, 119, 120, 123, 133	de Mello D.	129
Carvalho L.C.	100	de Nader R.V.	171
Carvano J.M.F.	23, 64, 67	de Sousa G.G.	174
Casarejos F.	147	de Souza C.L.	186
Cassanto V.	154, 169	de Souza R.E.	125, 162
Castanheira B.G.	100	Dias A.C.C.	101
Castanho D.C.	137	Dias P.M.C.	173
Castilho B.V.	2, 36	Dias W.S.	86, 96, 104, 143
Cecatto J.R.	89, 90, 94, 178, 184	Díaz M.	98, 102, 114
Celestino C.C.	73	Díaz R.J.	146
Cerqueira A.H.	46	Domingos R.C.	75
Chiappini C.	17, 134, 136	Dors Junior O.L.	161
Chiaradia A.P.M.	50, 76	dos Anjos S.	126
Cieslinski D.	106	Dottori H.	146
Cividanes L.B.T.	178	Ducati J.R.	113
Clariá J.J.	146	Duffard R.D.	63
Clemesha B.R.	65	Durand S.	102
Coelho P.R.T.	101, 143	Durouchoux P.	44
Conti P.S.	6	Dutra C.M.	29, 146
Copetti M.V.F.	161, 163		
Corradi W.J.B.	161, 170	<b>E</b>	
Corrêa A.A.	74	Escudero A.V.	44
Corrêa J.A.S.	65		
Correia E.	53, 90, 93, 95, 182	<b>F</b>	
Costa A.F.M.	3	Fabris J.C.	33, 34, 148
Costa C.A.	35	Fahr H.J.	69
Costa C.C.	161, 170	Falcão D.	175
Costa J.E.R.	37, 94, 179, 182	Falceta-Gonçalves D.A.	39
Costa J.E.S.	1	Faria C.	178
Costa J.M.	110	Farias E.P.	154
Costa R.D.D.	44, 99, 165	Fauth A.C.	35
Costa R.M.K.	160	Fernandes F.C.R.	54, 89, 90, 94, 178, 184
Cotrim Vasconcellos J.I.	154, 169	Fernandes I.F.	124
Couto da Silva T.C.	132, 139	Fernandes M.B.	10
Cuevas H.	131	Fernandes M.V.M.	103
Cunha J.V.	147	Fernandes R.C.	13, 128, 129, 177
Cypriano E.S.	16	Fernandez J.H.	55
		Ferrari F.	18, 120
<b>D</b>		Ferraz-Mello S.	48, 72
Da Rocha C.	16	Ferreira J.L.	180
da Silva A.P.	148, 180	Figueiredo N.	148, 180, 183, 186,
Da Silva J.R.P.	101, 117	Figuerêdo E.	6
da Silva L.	8, 116, 118	Florczak M.	23
Damas E.T.	175	Fonseca O.M.	174
D'Amico F.	38, 40	Foryta D.W.	65, 66
Damineli A.	6, 44	Fracasso H.O.	91, 92
D'Avila V.A.	58	Fraga L.	104
de Almeida A.A.	64, 68, 69	Frajuca C.	35, 185
de Almeida Prado A.F.B.	50, 73, 74, 75, 76, 78, 81	Franchim A.S.	91, 92
de Araújo F.X.	10, 109, 112	Franco C.S.	104
de Araujo J.C.N.	35	Franco G.A.P.	162
de Felipe G.	75	Friaça A.	18, 21, 22, 124
de Gouveia Dal Pino E.M.	10, 46, 155		

Frossati G. 35  
 Furtado S.R. 35, 181  
 Furtado V.S. 35

**G**

Gadotti D.A. 125, 126  
 Galvão B.S.M.C. 178  
 Garcia Neto J. 172  
 Garcia-Rissmann A. 14  
 Gardim F.G. 93  
 Garrido Ortega V. 145  
 Ghezzi C.R. 10  
 Giménez de Castro C.G. 53, 182  
 Giovannini O. 3  
 Girardi D. 105  
 Giuliani Winter S.M. 26, 27, 65, 82  
 Gneiding C. 36  
 Godoi I.B. 39  
 Gomes R.S. 24  
 Gomes V.M. 76  
 Gonçalves M.A.F. 26  
 Gonçalves S.V.B. 33, 148  
 Gonzalez E.A.M. 171  
 Gregorio-Hetem J. 2, 5, 105, 109, 115  
 Gruber D. 40  
 Gruenwald R. 128, 159, 162  
 Guillens S.A. 24  
 Guimarães A.H.F. 27  
 Guimarães M.C. 21  
 Guimarães M.M. 161  
 Guimarães T.A. 126  
 Guzzo M.M. 42

**H**

Hadano Y.R. 182  
 Harumada A. 146  
 Heckman T. 13  
 Heindl B. 38  
 Heindl W.A. 40  
 Hetem Jr. A. 105  
 Hickel G. 106, 111  
 Holanda P.C. 42  
 Horvath J.E. 39, 43, 97, 153, 156  
 Hurley K. 154  
 Huziwara V. 127

**I**

Ivanov E. 185

**J**

Jablonski F. 106, 115  
 Jafelice L.C. 60, 172  
 Janot-Pacheco E. 182  
 Jatenco-Pereira V. 39, 41  
 Javiel S.C. 144  
 Jilinski E.G. 8, 58, 177

**K**

Kanaan A. 37, 104, 105, 177  
 Karlický M. 54, 89, 94  
 Karpiscek R.U. 143  
 Kaufmann P. 53, 55, 90, 93, 141, 179, 182  
 Kedlaya H.S. 184  
 Kehrig C. 127  
 Keller Rodrigues G.R. 107  
 Kepler S.O. 1, 3, 100  
 Kerber L.O. 144  
 Kingham K.A. 141  
 Kingsley J.S. 182  
 Kingsley R.K. 182  
 Klafke J.C. 48  
 Kodama T. 32, 67, 149  
 Köppen J. 102  
 Kovtyukh V.V. 143  
 Krabbe A.C. 163  
 Kuga H.K. 50, 81  
 Künzel R. 128

**L**

Lacerda R.R. 128  
 Lanfranchi G.A. 22  
 Lavarda T.F. 59  
 Lavouras D.F. 168  
 Layden A. 99  
 Lazarian A. 155  
 Lazzaro D. 23, 63, 64, 67  
 Leão I.C. 101, 107  
 Leão J.R.S. 129  
 Leister N.V. 103  
 Lemos N.A. 34  
 Leonardi R. 183  
 Lépine J.R.D. 36, 45, 86, 96, 143, 164  
 Levato H. 53, 182  
 Lima F.P. 175  
 Lima J.A.S. 32, 117, 147, 149, 151, 158  
 Lima Neto G.B. 137  
 Lima V.O. 154  
 Lorenz-Martins S. 4, 108, 112  
 Lucas C.A. 160  
 Lucena P. 141  
 Luck R.E. 143  
 Lüdke E. 178  
 Lugones G. 4, 156  
 Lyra W. 107

**M**

Maciel W.J.	29, 30, 102, 164
Macilio A.	141
Magalhães A.M.	5, 43
Magalhães N.S.	35
Magun A.	179
Maia M.	15, 17, 129, 134, 136,
Makler M.	32, 149
Malacarne M.	130
Mallmann J.A.H.	59
Maluhy Jr. R.	39
Maná M.R.	47
Marafiga E.	108
Marciotto E.R.	109
Marcolino W.L.F.	109
Marinho J.A.O.	148
Marinho Jr. R.M.	35
Martin V.A.F.	87, 88, 172
Martins A.G.O.K.	39
Martins B.L.C.	11
Martins L.P.	131
Marun A.	53, 182
Mateus Jr. A.	131, 132
Matos E.S.	35
Matteson J.	38
Mavromatakis F.	162
McAuliffe F.	44
Medina Tanco G.	39
Meléndez J.	7
Melgarejo R.	5, 43
Meliani M.T.	35
Melo A.M.	53
Melo C.	118
Melo J.L.	35
Mendes de Oliveira C.	16, 121
Mendes S.	124, 150, 156
Meneses Júnior F.C.	172
Meszarosová H.	54, 89
Michtchenko T.A.	72
Miller I.	133
Milone A.	19, 130
Miranda A.C.S.	11, 110
Miranda O.D.	35
Monerat G.	34
Monte Lima I.	145
Monteiro H.	162, 184
Moron C.E.	178
Mothé-Diniz T.	23, 64, 67
Motoki F.	135
Moura J.	110
Moura R.M.	133
Mourão D.C.	48
Mukadam A.	1
Müller D.	150

**N**

Nagaratan N.G.	184
Nascimento C.	77, 83
Nascimento F.	43
Nascimento Jr. J.D.	11, 110
Neres N.L.	39
Neri J.A.C.F.	178, 184
Nesvorný D.	79
Nicolaci da Costa L.	17, 134, 136
Nicoletti G.W.	51
Nogueira E.C.	78
Nyman L.-A.	44

**O**

Ogando R.	134
Oliveira A.C.	36
Oliveira A.S.	7
Oliveira H.	135
Oliveira I.A.	172
Oliveira Jr. N.F.	35
Onoue O.	39
Opher E.	156
Opher R.	33, 41, 124, 139, 150, 156
Orrico A.C.P.	172
Ortiz R.	9

**P**

Pacini A.A.	53
Pastoriza M.	14, 18, 120
Paula F.A.V.	154
Pavani D.B.	146
Pellegrini P.	17, 134, 136
Penereiro J.C.	137
Penna J.L.	58, 85, 177
Penteado P.F.	67
Pereira C.B.	104
Pereira D.N.E.	135
Pereira M.G.	3, 106
Pereira P.C.R.	111
Pereira R.K.	163
Pereyra A.	43
Piazza L.R.	55
Pilling D.P.A.	112, 173
Pilling S.	112
Pilotto F.G.	158
Pinheiro C.G.	180
Pinto A.L.	25
Pinto S.P.	174
Pires N.	147, 151
Poppe P.C.R.	87, 88, 172
Porto de Mello G.F.	107, 116
Prato L.	14

Puzia T.H.	16	Santos L.	180
		Santos N.	80
		Santos R.C.	158
<b>Q</b>		Santos-Júnior J. M.	60
Quast G.R.	8, 106, 118	Sanzovo G.C.	64, 68, 69
Queiroz A.S.B.	172	Saraiva M.F.	138
Quireza Campos C.	164	Sartori M.J.	5
		Sawant H.S.	54, 89, 90, 94, 178, 184
<b>R</b>		Scalise Júnior E.	168
Rabaça C.R.	133, 135	Schiavon R.	17, 134, 136
Raffaelli J.C.	39, 186	Schmitt H.	13, 129
Ramos B.	136	Schulz W.	81
Raulin J.-P.	53, 90, 93, 182	Selhorst C.L.	94
Razeira M.	158	Seperuelo-Duarte E.	116
Reggiani N.	42, 137	Silva A.A.	81
Reis Neto E.	58, 177	Silva A.V.R.	53, 54, 91, 92, 94, 179, 182
Remillard R.	38	Silva e Costa S.	33, 139
Requeijo F.	174	Silva J.M.L.	169
Rey Neto E.C.	35	Silva M.R.	55
Ribeiro A.L.B.	34	Silva Neto D.N.	86
Ribeiro D.	113	Silva P.A.	82
Ribeiro F.M.A.	114	Silva R.	149
Ribeiro K.L.	35, 185	Silva R.R.	172
Ribeiro M.B.	31	Silveira M.	180
Ribeiro M.S.	178, 184	Siqueira A.R.	151
Ricker G.	154	Smiljanic R.H.S.	116
Rité C.	17, 134, 136	Soares B.B.	117
Roberto Jr. A.J.	106, 115	Soares D.	138
Roccató F.J.	137	Soares J.	146
Rocha-Pinto H.J.	30	Sodré L.	14, 16, 129, 131
Rodrigues D.	138	Sousa Neto L.D.	172
Rodrigues F.	36	Souza C.M.R.	168
Rodrigues T.	174	Souza E.H.T.	139
Rodríguez-Ardila A.	14	Souza G.G.B.	160
Roig F.	79	Souza P.E.	33
Rojas G.A.	115	Souza P.P.F.	43
Roman Lopes A.	164	Souza R.V.	95
Rosa R.R.	89, 94, 178	Souza S.T.	35
Rossi S.	99	Steiner J.E.	7
Rothschild R.E.	38, 40	Stenborg G.	53
Rovira M.	53, 182	Strauss C.	39, 184, 186
		Stuchi T.J.	74
		Subramanian K.R.	178
		Sundrajan M.S.	178
		Swarup G.	178, 184
<b>S</b>		<b>T</b>	
Saito J.H.	178	Tarsia R.D.	170
Salles K.B.M.	35	Tatyeama C.E.	141
Sankararaman M.R.	178, 184	Teixeira R.	39
Santana C.E.	178	Telles E.	126, 127
Santiago B.X.	29, 144, 146	Tello C.	148, 180
Santiago C.M.	174	Terlevich R.	18
Santos J.	149	Terra M.A.O.	171
Santos Jr. J.F.C.	100	Thuilhot W.	57
Santos Junior C.T.	175		

Torres C.A.O.	8, 106, 118
Torres R.M.	68, 69
Trevisan R.H.	168
Trottet G.	90

**U**

Uchida M.M.M.	165
Utsumi F.	37

**V**

Valente M.M.	54
Vasconcellos C.A.Z.	157
Vasconcelos M.J.	41
Veiga C.H.	35, 57
Velloso Jr. W.F.	35
Veras Orselli M.I.	39
Vicente J.S.	172
Vidotto A.A.	43
Viegas S.M.	14, 124, 131
Vieira G.G.	175
Vieira Martins R.	24, 35, 57, 86
Vieira Neto E.	26, 49
Vieira S.L.A.	170
Vienne A.	57
Vilas-Boas J.W.S.	65, 163, 178
Vilhena de Moraes R.	51, 71, 80, 81
Villas da Rocha J.F.	42, 147
Villela T.	148, 180, 183, 186
Voelzke M.R.	69

**W, X**

Welch J.	178
West M.	150
Wiklind T.	129
Wilbert H.	174
Willmer C.	15, 17, 134, 136
Winget D.E.	1
Winter O.C.	26, 27, 48, 49, 73, 75, 78
Wuensche C.A.	34, 148, 180, 183, 186

**Y**

Yokoyama T.	47, 48, 72, 75, 77, 83
-------------	------------------------

**Z**

Zanardi M.C.	71
Zanetti F.M.	66
Ziegler B.L.	16
Zodi A.	106
Zucolotto M.E.	25, 70

## **SOCIEDADE ASTRONÔMICA BRASILEIRA**

Av. Miguel Stéfano, 4200  
04301-904 São Paulo SP  
Tel.: (011) 5073-8599  
FAX: (011) 5073-0270  
E-mail: [secret@sab-astro.org.br](mailto:secret@sab-astro.org.br)  
<http://www.sab-astro.org.br>

### **DIRETORIA**

Presidente: Thyrso Villela Neto (INPE/MCT)  
Vice-Presidente: Jane Gregorio-Hetem (IAG/USP)  
Secretário-Geral: Márcio A.G. Maia (ON/MCT)  
Secretário: Gustavo Porto de Mello (OV/UFRJ)  
Tesoureiro: Raymundo Baptista (UFSC)

### **COMISSÃO EDITORIAL**

Gustavo Porto de Mello (OV/UFRJ) - Editor  
Cláudio Pereira Bastos (ON)  
Ruth Gruenwald (IAG/USP)  
Basílio Xavier Santiago (UFRGS)

A Sociedade Astronômica Brasileira não assume necessariamente os pontos de vista expressos nos trabalhos assinados publicados no Boletim.

## **INSTRUÇÕES AOS AUTORES**

A SAB encoraja seus sócios a contribuírem com notícias, artigos e matérias de interesse da comunidade astronômica. Artigos assinados serão previamente analisados por árbitros designados pela Comissão Editorial. Os interessados em submeterem contribuições deverão enviar os textos, preferivelmente em Microsoft® Word (versão 8.0 ou inferior) ou ainda em TeX/LaTeX, por E-mail para a secretaria da SAB.



## **ASSINATURAS**

Propostas de assinaturas novas e renovações devem ser enviadas a:

Sociedade Astronômica Brasileira  
Av. Miguel Stéfano, 4200  
04301-904 São Paulo SP

Envie seus dados pessoais (nome, endereço, profissão) e um cheque nominal à “Sociedade Astronômica Brasileira” no valor de R\$ 30,00 (Trinta Reais) para a assinatura de 3 números do Boletim. Não enviar Ordem de Pagamento ou Vale Postal.