



Ministério da
Ciência e Tecnologia



WORKSHOP DOS ALUNOS
DIVISÃO DE ASTROFÍSICA - DAS

Caderno de Resumos

19 e 20 de Março/2012

Observação da emissão síncrotron da galáxia em 5 GHz

André Luís Boaventura

O Projeto GEM, *Galactic Emission Mapping*, teve início em 1991 em Buenos Aires, Argentina, durante a realização da XXI reunião da IAU (União Astronômica Internacional) em uma colaboração entre Brasil, Colômbia, E.U.A e Itália afim de planejar um instrumento portátil para produzir mapas do céu inteiro em 408MHz, 1465 MHz, 2.3 GHz, 5 GHz e 10 GHz. Atualmente está em andamento, no Laboratório de Cosmologia da DAS/INPE, o desenvolvimento de um pseudo-correlacionador em 5 GHz cujo a finalidade é estudar a polarização da emissão galáctica. Após os teste de bancada, o experimento será levado ao sítio de Cachoeira Paulista onde está instalada a antena do projeto GEM. As observações astronômicas estão previstas para ocorrerem entre maio a setembro de 2012. Posteriormente produzirão os mapas da emissão galáctica e da polarização da mesma.

Resultados da utilização de um algoritmo para identificação cega de aglomerados de galáxias

Camila Paiva Novaes

O efeito Sunyaev-Zel'dovich (SZ), uma anisotropia secundária da Radiação Cós mica de Fundo em Microondas (RCFM), ocorre devido ao espalhamento Compton inverso dos fótons da RCFM por elétrons quentes no momento em que eles atravessam meio intraglomerado. Medidas do efeito SZ podem ser usadas para estimar observáveis cosmológicos como a constante de Hubble, a relação diâmetro angular-distância e o parâmetro ω da equação de estado da energia escura. Por ser uma excelente ferramenta cosmológica diversos instrumentos vem sendo construídos tendo como um de seus objetivos o estudo deste efeito. O trabalho realizado iniciou-se com a elaboração de um método de identificação de aglomerados de galáxias, via efeito SZ, em mapas da RCFM. Este método, que utiliza o algoritmo JADE (*Joint diagonalization of Approximate Eigenmatrices*), do tipo “*blind sur ve*”, realiza a separação dos componentes contaminantes do sinal da RCFM, dentre eles o efeito SZ. O que está sendo feito agora é o aperfeiçoamento deste método, de forma a permitir uma aplicação eficiente a dados reais. Para isso ele vem sendo testado em mapas sintéticos cada vez mais realistas, o que permite avaliar melhor sua performance. Nestas simulações os aglomerados foram produzidos a partir dos perfis de temperatura SZ correspondentes ao modelo generalizado de Navarro-Frenk-White para o perfil de pressão do gás intraglomerado. O método desenvolvido também foi aplicado a mapas sintéticos construídos a partir de variações do modelo cosmológico padrão (Λ_{CDM}). Os aglomerados detectados foram usados para calcular $N(M, z)$ e $\frac{dN(M, z)}{dz}$ para os diferentes modelos cosmológicos e realizar uma comparação preliminar com as observações do catálogo SZ, produzido pela colaboração Planck. Os resultados obtidos a partir dos testes realizados mostram uma elevada taxa de recuperação de aglomerados, sugerindo que o método aplicado pode ser bastante competitivo.

Colapso gravitacional de uma distribuição de matéria fora da simetria esférica

Carlos Eduardo Cedeño Montaña

Foi apresentado o plano de trabalho para estudar a formação de um objeto compacto através do colapso gravitacional de uma distribuição de matéria fermiônica que obedece uma equação de estado politrópica. Além disso, foram introduzidos os harmônicos esféricos com peso de spin ${}_s Y_{lm}(\theta, \phi)$ como as autofunções do operador de spin ETH (\eth) e foram apresentados os argumentos pelos quais a formulação em características nulas orientadas para o futuro é a formulação adequada para o tratamento do problema da radiação gravitacional devido ao colapso assimétrico da fonte.

Determinação de parâmetros de binárias Eclipsantes

Júlio Tello Galvez

Os resultados de levantamentos como MACHO, OGLE, COROT tornam necessária a aplicação de métodos automáticos para ajustar as curvas de luz observadas e obter os parâmetros que caracterizam um modelo do objeto a estudar. Nosso trabalho consiste em determinar os parâmetros das binárias eclipsantes na direção do bojo da Galáxia usando dados do catálogo OGLE-II com contrapartida no catálogo 2MASS. Parte do trabalho consiste em automatizar o código Wilson-Devinney que cria modelos de diferentes tipos de binárias eclipsantes. Aqui apresentamos as dificuldades encontradas no processo de minimização e as estratégias para resolvê-los. Mostramos o procedimento para restringir o espaço de parâmetros em duas binárias com informação nas bandas I, J, H, KS da nossa amostra OGLE-2MASS. Mostramos também outro sistema de OGLE, sem informação do 2MASS, mas que estudamos em detalhes devido às suas características, que o tornam uma binária eclipsante pouco comum. Para este objeto obtivemos a curva de luz em várias bandas (B, V, R e I) e espectros da componente primária do sistema.

Modelagem simultânea no óptico e em raios X de CP Tuc

K. M. G. Silva, C. V. Rodrigues (Orientadora), J. E. R. Costa, C. A. de Souza, D. Cieslinski e G. R. Hickel

Polares são uma subclasse de variáveis cataclísmicas, um tipo de binária de curto período orbital formada por uma estrela anã vermelha que transfere material via preenchimento do seu lóbulo de Roche para uma anã branca (AB). Em polares o campo magnético (B) da AB é superior a 10 MG, o que tem duas consequências principais: i) formação de uma coluna de acréscimo com o material ionizado capturado e ii) sincronização do período de rotação das estrelas do sistema com o período orbital. Na coluna de acréscimo, o material segue a dinâmica do B, que o conduz até a superfície da AB. Próximo à superfície, é gerado um choque e o material é aquecido até temperaturas para emissão em raios X. No óptico também há emissão desta mesma região (chamada pós-choque) pelo processo ciclotrônico, o que é comprovado pelos altos graus de polarização observados. As curvas de luz e polarização no óptico e curvas de luz e espectros em raios X são modulados de acordo com o período orbital. O código CYCLOPS realiza a modelagem da emissão ciclotrônica e da emissão *bremstrahlung* da região pós-choque considerando uma região emissora tridimensional não homogênea. Com estes dois processos de emissão é possível descrever simultaneamente curvas de luz e polarização no óptico e curvas de luz e espectros em raios X. A fotoabsorção pelo material no topo da coluna de acréscimo também é considerada e é importante para a reprodução do espectro em altas energias.

Neste trabalho apresentamos os resultados da aplicação do CYCLOPS feita para a polar CP Tuc. Existe uma indeterminação na origem da modulação em raios X observada em CP Tuc. Esta poderia ser devido: i) um auto-eclipse, que ocorre quando a região é ocultada atrás da AB, ou ii) absorção pela região pré-choque que ficaria na linha de visada em algumas fases.

Foram modeladas curvas de luz e polarização nas bandas R_c e I_c obtidas com o polarímetro instalado no telescópio de 1,60 m do Observatório do Pico dos Dias e espectros de raios X obtidos a partir de dados do satélite ASCA disponíveis online. Fotometria nas bandas B e V da literatura também foram utilizadas para determinar a distribuição espectral de energia do sistema no óptico. Os resultados da modelagem simultânea demonstraram que a dependência espectral em raios X só pode ser reproduzida quando se considera

a absorção pelo material na região pré-choque. Os parâmetros encontrados para tal configuração foram: inclinação = 32.8° , colatitude da região emissora = 35.7° , intensidade do B na região polar = 5.0 MG, longitude do eixo dipolar do B = 337.0° , latitude do eixo dipolar do B = 40.0° , densidade máxima da região pré-choque = 10^{14}cm^{-3} , temperatura máxima da região pré-choque = 87 KeV, altura da região pré-choque = 0.14 raio da AB. Os parâmetros que determinam a região de acoplamento na direção tangencial e radial são = 32.0° e 0.647, respectivamente. Com estes parâmetros obtivemos o menor valor de χ^2 no ajuste de dados, com um bom ajuste dos dados do óptico, incluindo a polarização linear. A absorção em raios X foi sobrestimada em baixas energias, porém parâmetros como abundância, temperatura e distribuição de densidade da região não foram variados. Uma melhor descrição do material na região pré-choque poderia melhorar o ajuste, assim como dados de raios X que apresentem melhor resolução temporal e maior fluxo em raios X.

Busca e caracterização de exoplanetas ao redor de sistemas binários eclipsantes e sistemas planetários com trânsitos usando os instantes dos eclipses

Leonardo Andrade de Almeida

Uma das possíveis causas das variações nos instantes dos eclipses de sistemas binários e de sistemas planetários é a presença de corpos adicionais no sistema. Neste contexto foram apresentados alguns trabalhos que eu venho desenvolvendo, bem como outras ciências que surgem como subproduto da busca por exoplaneta, e.g., caracterização dos sistemas binários envolvidos. Foram apresentados dois sistemas com indícios de corpos adicionais, são eles: QS Vir e WASP-4b. O primeiro sistema é formado por uma anã branca mais uma estrela de baixa massa da sequência principal. É possível, a partir da variação dos instantes dos eclipses desse sistema, mostrar que ele possui uma anã marrom e um exoplaneta com 5 massas de Júpiter ao seu redor. O segundo sistema é composto por uma estrela similar ao Sol e um exoplaneta de 1,2 massas de Júpiter. Os instantes dos trânsitos do exoplaneta não é completamente representado por uma efeméride que considera o período do sistema constante, indicando que pode existir outros corpos ao seu redor. Outros trabalhos, complementares à minha tese de doutorado, foram apresentados, e.g., determinação das massas individuais do sistema triplo LHS 1070 e acompanhamento observacional de microlentes gravitacionais.

Busca por Luas e Anéis em órbitas de planetas estrassolares utilizando os telescópios espaciais Kepler e CoRoT

Luís Ricardo Tusnski

Dentre as formas de detecção de exoplanetas, o método dos trânsitos tem tido destaque nos últimos anos, com cerca de 30% das descobertas e duas missões espaciais em andamento: a missão CoRoT, da agência espacial francesa em colaboração com outros países, inclusive o Brasil, e a missão Kepler, da NASA. No trabalho de Mestrado, mostrou-se que esse método permite a detecção de luas e anéis em órbita de exoplanetas, através de deformações deixadas na curva de luz. No doutorado, está sendo implementado um programa para buscar por essas luas. Para isso, utilizamos também outros métodos para seleção de candidatos que depois serão aplicados ao modelo desenvolvido anteriormente. Um deles é o método dos resíduos, que consiste em sobrepor um grande número de trânsitos, somando-se as assinaturas fotométricas das luas e amplificando seu sinal. Essa técnica permite apenas detectar exoluas, sem permitir, no entanto, a medida de seus parâmetros orbitais. Outra técnica consiste na medida de pequenas variações causadas no instante central e na duração do trânsito, devido à posição relativa e ao movimento do planeta ao redor do centro de massa do sistema planeta-lua. Com esses métodos, espera-se identificar candidatos a planetas com luas, e a seguir obter seus parâmetros orbitais com o método apresentado no Mestrado. Vale ressaltar que a descoberta de exoluas trará importantes pistas sobre a formação e a migração planetária. Além disso, luas em órbita de planetas habitáveis são também ambientes habitáveis, o que as torna importantes também do ponto de vista da astrobiologia.

Astrofísica de Altas Energias

Manuel Antônio Castro Ávila

Astrofísica de altas energias envolve o estudo teórico, concepção de instrumentos de observação e técnicas de redução de dados, com o objetivo de fazer um estudo o mais completo possível das propriedades dos objetos astrofísicos que emitem na faixa de raios-X e γ . Para fazer observações de fontes astrofísicas na faixa de 30-200 keV, atualmente está sendo construído um telescópio na Divisão de Astrofísica (DAS) do INPE. O instrumento chama-se protoMIRAX e consiste de um plano de detecção composto de detectores de CZT, um colimador e uma máscara codificada colocada a 50 cm de plano de detecção. Usando o pacote de simulação Geant4 e a descrição geométrica do protoMIRAX, fazemos simulações do comportamento do instrumento em um ambiente quase espacial, já que o telescópio será colocado a bordo de um balão estratosférico que voará a uma altura de 40 km. Nessa altura, o instrumento será atingido por diferentes partículas (p^+ ; n ; e^- ; γ) que não provêm da fonte de interesse, mas que interagirão com as componentes do instrumento, alcançando o detector e gerando um ruído de fundo. Para quantificar esse ruído, usamos leis de potência que representam a distribuição espectral do ruído para essa altura e usando Geant4 simulamos o ruído medido pelo instrumento. Já tendo a contribuição do ruído na medição, fazemos a simulação de uma fonte pontual e efetuamos a reconstrução do campo observado. Isto nos ajuda a projetar a melhor configuração do instrumento para atingir os objetivos científicos esperados. Apresentamos as perspectivas de trabalho futuro que envolve simulações para o satélite MIRAX. O satélite estará em órbita ao redor da terra onde o fluxo de partículas será maior e usando o sistema SPENVIS (*SPace ENVironment Information System*) podemos calcular os fluxos de partículas que interagirão com o instrumento. Também, queremos fazer estudos de fontes astrofísicas usando dados públicos dos satélites XMM-Newton, Chandra, Swift e/ou Integral e que serão observadas pelo MIRAX.

Ejeções de Massa Coronal

Márcia Regina Guimarães Guedes

As Ejeções de Massa Coronal (CMEs) estão entre os eventos transientes solares mais energéticos (10^{29} - 10^{32})erg, com ampla influência na heliosfera. Em particular, CMEs podem causar efeitos no ambiente terrestre próximo (clima espacial), com impactos diretos em sistemas tecnológicos em órbita e em solo, quando dirigidos para a Terra. Deste modo, tanto o conhecimento do comportamento e características de CMEs quanto a previsão de sua ocorrência são de essencial interesse dos seres humanos. Avanços na compreensão do fenômeno de CME têm sido obtidos com as observações feitas por satélites como SOHO (*Solar and Heliospheric Observatory*) e STEREO (*Solar Terrestrial Relations Observatory*). Os dados disponíveis de eventos de CME observados correspondem ao período de 1996 até os dias atuais, cobrindo desta maneira todo o período do último ciclo solar, ciclo 23 (1996-2007) e o atual ciclo 24. Realizamos investigações do comportamento das CMEs ao longo do último ciclo, bem como comparações com o ciclo atual, através das investigações da evolução da dinâmica (velocidade, aceleração) de CMEs.

Multi-Nested Pendula: Um novo conceito em isolamento vibracional para o Advanced LIGO

Márcio Constâncio Junior, Odylio Denys Aguiar

Ondas gravitacionais são perturbações no espaço-tempo que viajam pelo próprio espaço-tempo à velocidade da luz. Elas podem ser caracterizadas por meio de uma amplitude adimensional dada por $h \approx \frac{\Delta L}{L}$ que torna possível fazer um detector utilizando-se apenas duas massas de teste e monitorando suas distâncias relativas. Esse é, basicamente, o princípio de funcionamento de um interferômetro tal como o Advanced LIGO (*Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory*). Com sedes em Hanford e Livingston (EUA) o detector de 4 Km de braços é um interferômetro de Michelson que possui cavidade de Fabry-Perot, de reciclagem de potência e de sinal. Embora os detectores atuais trabalhem com tecnologia de ponta no que diz respeito à detecção de ondas gravitacionais, ainda há muito a ser feito, principalmente no quesito maximização da sensibilidade do detector. Entre os principais fatores que afetam a sensibilidade, estão os ruídos sísmico e de suspensão, por isso, neste trabalho apresentamos um novo conceito em isolamento vibracional, o *Multi-Nested Pendula*, isto é, cilindros aninhados de forma concêntrica formando um pendulo de multi-estágios cujo objetivo é a melhoria do isolamento sísmico e de suspensão do *Advanced LIGO*, principalmente no intervalo de baixas frequências.

Cosmology from Kaluza-Klein theory

Pedro Henrique R. da Silva Moraes

We present a cosmological model derived from Kaluza-Klein five-dimensional theory. In Kaluza-Klein model of gravitation, matter is a geometrical manifestation of an empty five-dimensional space-time. In this way, Einstein field equations are evaluated for vacua ($T_{\mu\nu} = 0$), but Einstein tensors contains informations about matter in their terms. We identify the form of the parameter associated to the fifth dimension in such a way that it produces a solution that mimetizes the cosmological constant effects in general relativity scope.

Modelo da Galáxia no infravermelho e em altas energias

Priscilla Firmino Polido

O programa PINGAS (*Program for INfrared GALactic Starcounts*) foi originalmente desenvolvido por Ortiz & Lépine (1993) e posteriormente modificado em nosso trabalho de mestrado. Seu objetivo é prever o número de estrelas na Galáxia nas bandas J, H e Ks em função da direção dada pela latitude e longitude galácticas e magnitude, de forma a ser possível fazer comparações com o catálogo 2MASS (*Two Micron All Sky Survey*). Nosso objetivo no trabalho de doutorado é aprofundar a investigação iniciada no mestrado sobre os valores de parâmetros que melhor descrevem a nossa galáxia através de comparações com observações 2MASS, discutindo a complexa topologia do espaço de parâmetros, além de estender a região do espectro eletromagnético abrangida até então pelo modelo até as altas energias. Buscamos, mais especificamente, encontrar a distribuição de fontes galácticas de raios que explique as observações obtidas pelo telescópio Fermi. Neste trabalho apresentamos as componentes galácticas utilizadas no infravermelho e em altas energias, a metodologia seguida e alguns resultados.

Um estudo de SCO X-1 utilizando dados do INTEGRAL

Taís Michele Maiolino

Localizada na constelação de Escorpião com aproximadamente $2,8 \pm 0,3$ kpc de distância da Terra, Sco X-1 foi a primeira fonte pontual de raios X extrassolar a ser descoberta (em 1962). Esta é a fonte persistente mais brilhante em raios X moles vista no céu. Classificada como uma binária de raios X de baixa massa (BXB) do tipo Z (a classe mais brilhante de BXB), a estrela de nêutron (com cerca de $1,4 M_{Sol}$ e fraco campo magnético $< 10^{10}$ G) acreta matéria de sua estrela companheira (uma subgigante com cerca de $0,42 M_{Sol}$) através de um disco de acreção.

Neste trabalho foi feito um estudo de longo termo do espectro de Sco X-1 em raios X na faixa de 20 a 200 keV, utilizando 13 dias de observações (entre os anos de 2003 e 2010) correspondentes a dados públicos do satélite INTEGRAL (*International Gamma-Ray Astrophysics Laboratory*).

O modelo de Comptonização (compTT no XSPEC, *An X-Ray Spectral Fitting Package*) foi utilizado para ajustar o espectro até ≈ 40 -50 keV e uma lei de potência (PEGPWRLW no XSPEC) para ajustar a parte não térmica de ≈ 40 -50 keV até 200 keV. Somente em uma das observações a componente não térmica não foi detectada. O índice da lei de potência médio obtido correspondente as observações em que a componente não térmica é detectada é igual a $3,06 \pm 0,21$, estando de acordo com o que é esperado para BXBs. Do estudo das correlações entre os parâmetros dos ajustes foi encontrado evidências de que a componente não térmica tem origem do processo de Comptonização.

Do estudo da correlação entre o estágio da fonte no diagrama cor-cor e o diagrama cor-intensidade duro (produzido em raios X duros na faixa de 20 a 60 keV com dados do HEXTE, *The Rossi X-ray Timing Explorer Mission*) não foi encontrada nenhuma maneira eficiente de determinar todos os três estágios da fonte no caminho Z do diagrama cor-cor em raios X moles através do diagrama cor-intensidade duro. Porém, foi encontrada uma característica no diagrama cor-intensidade duro que permita talvez (porque há necessidade de mais investigação) inferir que a fonte está em um estágio de acreção de massa de moderada a alta.

Diagnóstico de explosões solares em microondas através da reconstrução da dinâmica dos elétrons injetados em um campo magnético construído pela teoria de campos livres de força

Tereza Satiko Nishida Pinto

A observação e análise da emissão eletromagnética das explosões solares em microondas mostra que a região emissora é um ambiente não homogêneo permeado por um campo magnético de topologia complexa. Durante a explosão, essa região emite em microondas pelo mecanismo de emissão girossincrotrônica. Ou seja, é um processo sensível à direção e intensidade do campo magnético, bem como à densidade de elétrons não térmicos do meio. Para descrever a geometria do campo, inicialmente os modelos consideravam campos magnéticos dipolares bidimensionais. Mais recentemente campo tridimensionais matematicamente definidos foram utilizados. Em nosso trabalho utilizamos um modelo físico, o modelo do campo magnético livre de forças. Uma dificuldade que surge na aplicação desse modelo é distinguir as linhas de campo que aprisionam o elétrons das demais que formam a região ativa. Para lidar com essa dificuldade utilizamos um método de otimização para obter o melhor conjunto de linhas, confrontando a transferência radiativa girossincrotrônica de cada conjunto de linhas às observações.