

ANÁLISE DE VARIABILIDADE EM CURVAS DE LUZ EM SISTEMAS ESTELARES COM EXOPLANETAS

Tereza Cristina Santos Torres¹; Marildo Geraldete Pereira²

1. Bolsista PROBIC, Graduando em Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: tereza_fisica@yahoo.com.br
2. Orientador, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: marildogp@gmail.com

PALAVRAS-CHAVE: estrelas, exoplaneta, fotometria.

INTRODUÇÃO

Os sistemas estelares de uma forma geral apresentam variabilidades fotométricas oriundas de vários processos físicos (eclipses, pulsações, erupções, trânsitos). A partir da descoberta do primeiro exoplaneta no início da década de 90 (corpo celeste com as características de planeta, mas que orbita uma estrela que não seja o Sol e, desta forma, pertence a um sistema planetário distinto do nosso), houve um crescente interesse pela procura e estudos associados com estes corpos astronômicos.

Uma das formas de se identificar a existência destes exoplanetas é através de curvas de variação de brilho para determinação de trânsitos, eclipses e períodos orbitais. Para a determinação destes, técnicas de análise de séries temporais têm sido largamente utilizadas no projeto de Estudo de Propriedades Óptica Infravermelha e Raios-X de Sistemas Binários de Raios-X, e Estrelas Variáveis. Os recentes resultados dos satélites Convection, Rotation and planetary Transit (CoRoT) e Kepler, apontam um crescente número exoplanetas descobertos por meio da observação de trânsitos e seus instantes. As implicações destas descobertas tem sido motivo de grande impacto sob o ponto de vista de formação e evolução planetária, tópicos estes fundamentais para a compreensão do nosso Sistema Solar.

Decorrente da colaboração dentro do Instituto Nacional INEspaço, passamos a ter acesso a dados de fotometria estelar oriundos das observações da missão CoRoT, a qual tem fornecido uma grande quantidade de dados fotométricos provenientes de fontes estelares, as quais podem hospedar exoplanetas, e assim serem objetos de estudo por meio de observação de micro-eclipses periódicos que ocorrem quando um planeta transita em frente da estrela do seu sistema planetário. São utilizados também dados públicos do Satélite Kepler. Curvas de luz da missão CoRoT e Kepler serão processadas no sentido de se determinar os exatos momentos das etapas do trânsito. Para fontes que possuem mais de um trânsito a análise é feita no sentido de se determinar se há flutuações em torno de seus instantes de ocorrência, objetivando a busca de eventuais outros planetas que perturbem o sistema.

Diante da perspectiva de identificação, classificação e determinação de propriedades e parâmetros físicos destes sistemas, a comunidade astronômica mundial tem despendido um grande esforço na observação e compreensão destes sistemas. Desta forma, o grupo de Astronomia do Departamento de Física se envolve na proposta de estudar as curvas de luz oriundas de dados públicos advindos de observações de exoplanetas e candidatos a exoplanetas.

MATÉRIAS E MÉTODOS

Os materiais utilizados são fontes de dados provenientes de observações astronômicas de exoplanetas, são oriundas de observações fotométricas (através de curvas de luz) e espectroscópicas.

As curvas de luz com trânsitos e os dados dos exoplanetas são coletadas em bancos de dados públicos, a saber:

- <http://exoplanet.eu/catalog-transit.php>.
Neste site temos um catálogo interativo de planetas extra-solares, neste catálogo encontra-se a estatística atualizada dos exoplanetas, para seus vários métodos de detecção, além de histogramas.
- <http://brucegary.net/AXA/x.htm>
O Amateur Exoplanet Archive (AXA) é um site que disponibiliza dados de trânsitos de exoplanetas, além de dados das estrelas e seus respectivos exoplanetas.
- <http://var2.astro.cz/ETD>.
O Exoplanet Transit Data (ETD), assim como o AXA, disponibiliza dados de trânsitos de exoplanetas, além de dados das estrelas e seus respectivos exoplanetas.
- <http://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/>

Também serão utilizadas rotinas IRAF (Image Reduction and Analysis Facility), para processamento de imagens brutas.

ANÁLISE

Nesta seção estão os resultados obtidos das propriedades estatísticas dos sistemas com exoplanetas e das curvas de luz a eles associadas. Através dos dados obtidos do ETD e AXA, temos que as estrelas com exoplanetas descobertos pelo método de trânsito possuem em sua maioria magnitude entre 10 e 14 na banda V.

Utilizando o método de trânsito já foram descobertos mais de 239 exoplanetas e mais de 1000 candidatos a exoplanetas. A maior parte dos planetas descobertos tem em sua maioria massas próximas a massa de Júpiter. A quantidade total de exoplanetas descobertos, classificados por massa está ilustrada na Fig. 1.

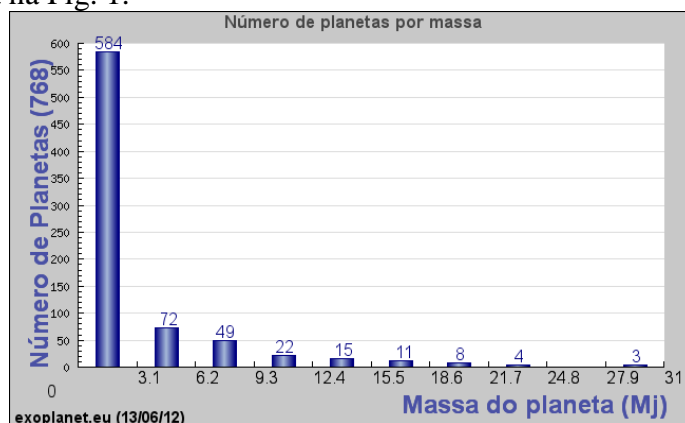


Figura 1: Histograma mostrando número de exoplanetas descobertos utilizando todos os métodos de detecção (<http://exoplanet.eu/>).

Utilizando o banco de dados do NstED, são analisadas algumas curvas de luz de exoplanetas já descobertos. As curvas de luz do NStED são obtidas para identificar os instantes dos trânsitos e analisar suas propriedades (início, centro e final do trânsito). A Fig. 2 ilustra uma curva de luz do trânsito de um candidato a exoplaneta do banco de dados do NstED, onde podemos observar a variabilidade do fluxo à medida que o exoplaneta realiza o seu trânsito. O fluxo diminui no momento em que o exoplaneta começa a eclipsar a estrela, chega a um mínimo e volta a aumentar quando o exoplaneta começa a sair do disco estelar.

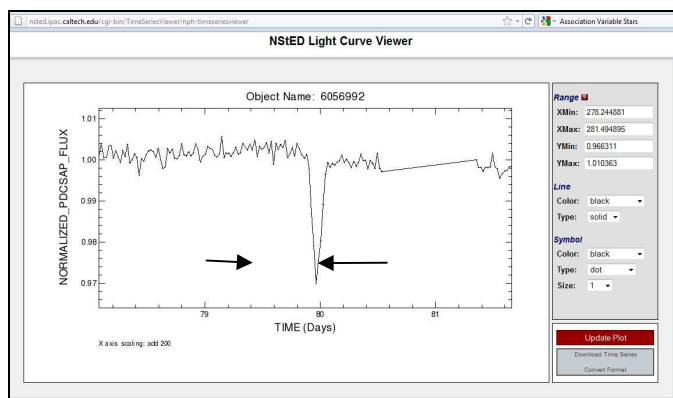


Figura 2: Curva de luz obtida através da variação do fluxo causada pelo trânsito do candidato a exoplaneta KOI 6056992.

A partir da análise espectral de Fourier (espectro de potências) da curva de luz da estrela é possível saber qual o período do exoplaneta (no caso de vários ciclos observados). A Fig. 3 mostra a curva de luz do Trânsito do exoplaneta CoRoT-1 b. As linhas verticais em verde tracejadas indicam da esquerda para direita o princípio do trânsito, o momento médio e o final.

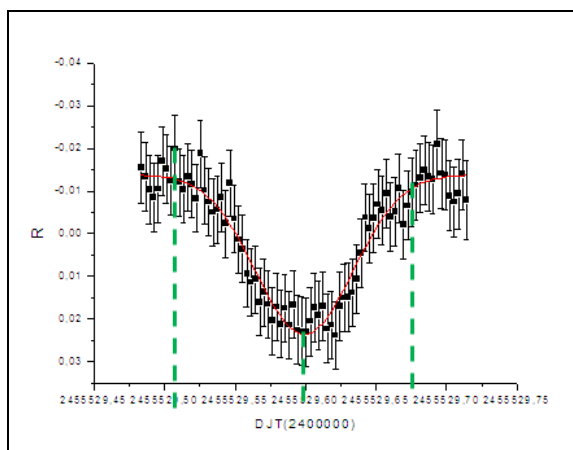


Figura 3: Curva de Luz do Trânsito do exoplaneta CoRoT-1 b.

O início, centro e fim do trânsito estão marcados na Fig.3 por linhas tracejadas em verde, da esquerda para a direita respectivamente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisamos neste trabalho os métodos de detecção de exoplanetas e curvas de luz em bancos de dados públicos.

A análise das propriedades estatísticas dos sistemas com exoplanetas verificou a quantidade de exoplanetas descoberto, e a eficiência de cada método na descoberta de exoplanetas. Observa-se que o método mais eficiente para detecção de exoplaneta é o de velocidade radial com 716 descobertas. Este possui a maior quantidade de exoplanetas já descobertos enquanto que o método de Trânsito que é o segundo mais eficiente possui apenas 239 exoplanetas.

Com análise de curvas de luz do NStED obteve-se curvas de luz para analisar suas propriedades neste trabalho foi analisada a Curva de luz obtida através da variação do fluxo causada pelo trânsito do candidato a exoplaneta KOI 6056992, com a qual se observou a variabilidade do fluxo à medida que o exoplaneta realiza o seu trânsito em torno de sua estrela

hospedeira. Observando a variabilidade do fluxo é possível saber qual o período, e obter a duração do trânsito.

Com os dados de Trânsitos AXA/ETD foi plotada curva de luz e foi feita uma análise gaussiana para minimização de ruídos em sinais estatísticos das curvas de trânsito. Com a construção das curvas de luz foi determinada as propriedades de trânsito (tempo de entrada/saída, linha de base, tempo do centro do trânsito).

Estes procedimentos são úteis para refinamentos nas medidas dos tempos, os quais poderão ser utilizados para determinação de variabilidades desses tempos devido à presença de outros corpos no sistema planetário.

Ainda há uma grande quantidade de dados a ser analisados, para isso se faz necessário a construção de ferramentas automáticas para a realização destas rotinas. Para isto está sendo utilizado o IRAF.

REFERÊNCIAS

Alonso, R. *et al.* The secondary eclipse of CoRoT-1b. *Astronomy & Astrophysics*, 506, 353–358, 2009.

Cartez, J. A. *Analysis Exoplanetary Transit Light Curves*. PhD thesis. Massachusetts, 2009.

Huber, K. F. *et al.* Planetary eclipse mapping of CoRoT-2a Evolution, differential rotation, and spot migration. *Astronomy & Astrophysics* 514, A39, 2010.

Perryman, M. A. C. *Extra Solar Planets. Reports on Progress in physics*, v1. 2011.

Viegas, S. M. M.; Oliveira, F. (org.). *Descobrimos o Universo*. EDUSP, São Paulo. 2004.

Walter, J. M. *Introdução à Estrutura e Evolução Estelar*. EDUSP, São Paulo. 1999.

Wolszczan, A., & Frail, D. A. “A Planetary System around the Millisecond Pulsar PSR 1257+12”, *Nature*, 355, 145, 1992.

ENDEREÇOS ELETRÔNICOS

Amateur Exoplanet Archive. Disponível em: <<http://brucegary.net/AXA/x.htm>>. Acesso em: 06 de jun. de 2012.

Enciclopédia dos Planetas Extra-solares. Disponível em: <<http://exoplanet.eu/catalog-all.php?mdAff=stats#tc>> Acesso em: 13 de jun. de 2012.

ETD – Exoplanet Transit Database. Disponível em: <<http://var2.astro.cz/ETD/>>. Acesso em: 20 de mai. de 2012.

NStED. Disponível em <<http://nsted.ipac.caltech.edu/index.html>> Acesso em: 04 de fev. de 2012.