

# Estudo sobre a detecção de exoplanetas utilizando o método da velocidade radial e as equações do problema de dois corpos.

Alan Cefali Signor, Maria Helena Moreira Morais, Câmpus de Rio Claro, Física, alan-fff@hotmail.com.

Palavras Chave: problema de dois corpos, velocidade radial, exoplanetas.

## Introdução

O método de velocidade radial, também conhecido como espectroscopia Doppler é um dos métodos mais utilizados para descobrir exoplanetas e consiste na medição de velocidades com que uma estrela se movimenta em relação ao observador; esse movimento é causado pela interação gravitacional com um planeta, pois ambos orbitam o mesmo baricentro. O deslocamento pode ser observado através da variação das linhas espectrais detectadas pelo efeito Doppler, portanto caso a estrela esteja se afastando do observador, suas linhas espectrais estarão deslocadas para o vermelho, caso esteja se aproximando do observador, estarão deslocadas para o azul. Entretanto, esse método só é efetivo quando o plano da órbita do sistema estudado não se encontra perpendicular a nossa linha de visão.

## Objetivo

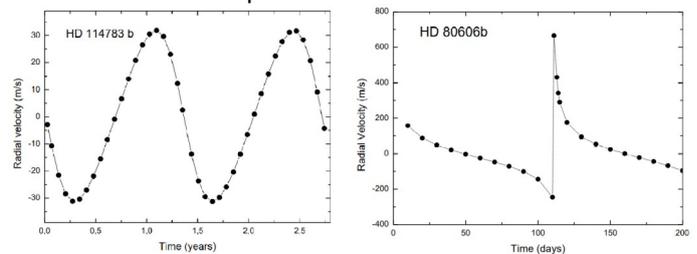
Através das equações do problema de dois corpos, obtém-se uma relação entre a velocidade radial da estrela e a anomalia verdadeira da órbita; sendo essa anomalia um parâmetro angular definindo a posição do planeta ao longo da mesma. Iremos estudar a dependência temporal da velocidade radial por meio da realização de gráficos (Fig 1.). Através destes é possível determinar a semi-amplitude da velocidade radial,  $K$ , e o período,  $T$ . Obtém-se ainda o semieixo maior da órbita,  $a$  (usando a 3ª lei de Kepler), e a massa mínima do planeta,  $m_2 \sin(i)$ ; sendo  $i$  o ângulo de inclinação entre a normal ao plano da órbita e a nossa linha de visão.

## Material e Métodos

Foram realizadas pesquisa e estudo de artigos e livros científicos e a execução de um programa a fim de realizar, para quaisquer condições iniciais, todo o processo de obtenção dos dados para a construção do gráfico. Nesse processo, utilizou-se o método de Newton para resolver a equação de Kepler e assim obter para cada instante de tempo um valor da anomalia excêntrica, e conseqüentemente por meio das equações do problema de dois corpos valores temporais para a anomalia verdadeira e a velocidade radial.

## Resultados e Discussão

Como exemplo aplicamos o método da velocidade radial a duas estrelas. Primeiramente a estrela HD 114783, que se encontra em um sistema com dois planetas; sendo que o mais interior deles, HD 114783b possui uma órbita com excentricidade 0.144. Aplicando para a estrela HD 80606, que está em um sistema com um único planeta; HD 80606 b possui uma órbita com excentricidade de 0.933. Como vemos na Figura 1, as estrelas possuem um movimento periódico ao redor do centro de massa referente a esses planetas.



**Figura 1.** Curvas sintéticas da Velocidade Radial em função do tempo para os exoplanetas HD 114783b e HD 80606b

A partir dos gráficos, compara-se com as curvas obtidas diretamente pela espectroscopia. Por meio de métodos que utilizam a velocidade radial só é possível estimar um limite inferior para a massa, pois em casos com pequenas massas e grandes inclinações, a perturbação causada pelo planeta no movimento da estrela pode ser similar a casos com grandes massas e pequenas inclinações.

## Conclusões

Por meio do método da velocidade radial, pode-se descobrir exoplanetas de forma indireta, utilizando o problema de dois corpos e a espectroscopia. Entender o problema de dois corpos é essencial para o estudo e o desenvolvimento de métodos para a descoberta de exoplanetas.

## Agradecimentos

Agradeço a Unesp e a minha orientadora.

<sup>1</sup> Murray, C.D., and Dermott, S.F. (1999) Solar System Dynamics, Cambridge University Press, Cambridge.

<sup>2</sup> Murray, C.D., and Correia, C.M. (2011) Keplerian Orbits and Dynamics of Exoplanets.