

## Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

---

# Evolução Orbital do Exoplaneta Gliese 667Cc

Leandro Freitas Sales <sup>1</sup>

CETENS - Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade, UFRB, Feira de Santana, BA

Jean Paulo dos Santos Carvalho<sup>2</sup>

CETENS - Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade, UFRB, Feira de Santana, BA

## 1 Introdução

Gliese 667 é um sistema triplo solar formado por duas estrelas gêmeas amarelas (GJ 667A e GJ 667B) e uma terceira estrela anã vermelha (GJ 667C). A estrela Gliese 667C está a uma distância de 230 UA das outras duas estrelas, seu sistema é formado por 6 exoplanetas já confirmados (b, c, f, e, d, g) e mais um candidato não confirmado (h), destes 6 confirmados, 3 encontram-se na zona habitável(ZH) da estrela (c, f, g). O exoplaneta c está a uma distância da estrela que permite sua superfície manter temperaturas comparáveis a do planeta Terra e também possibilita que possua água na forma líquida.

## 2 Equações de Movimento e Resultados

Tendo em vista que o planeta 667Cc tem um grande potencial para abrigar vida, neste trabalho uma abordagem para analisar a dinâmica orbital deste exoplaneta no problema coplanar de três corpos é apresentada, ou seja, é desprezada a inclinação dos exoplanetas. A estrela Gliese 667C é o corpo central e os demais exoplanetas do sistema são os corpos perturbadores. Utilizamos os dados orbitais referentes aos exoplanetas que orbitam a estrela Gliese 667C obtidos de [1], como mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Dados orbitais dos planetas do sistema Glise 667C (ver [1]).

Planeta	Distância do sol (UA)	excentricidade média	Massa ( $\times$ Massa da Terra)
b	0.05043	0.08118	5.94
c	0.12507	0.02248	3.86

---

<sup>1</sup>leandrofreitassales@gmail.com

<sup>2</sup>jeanfeg@gmail.com

Utilizando o software Maple, integramos numericamente um conjunto de equações diferenciais não lineares. Para isso utilizamos as equações apresentadas em [2], estas equações podem ser utilizadas para estudar a variação dos elementos orbitais do planeta GJ 667Cc perturbado por qualquer corpo celeste do sistema. Por causa do espaço, apresentamos aqui apenas as equações de movimento da excentricidade de ambos os corpos (ver equações (1) e (2)). A Figura 1 mostra o comportamento da excentricidade e a Figura 2 a localização do periastro e apoastro do planeta GJ 667Cc perturbado pelo planeta GJ 667Cb. Note que, mesmo com a grande variação da excentricidade, ver Figura 1, o planeta GJ 667Cc permanece dentro da zona habitável (representada pelas retas verde e vermelho na Figura 2). Esse fato implica na possibilidade do planeta GJ 667Cc permanecer dentro da zona habitável ao longo do tempo. Na continuidade deste trabalho, será analisado a influência gravitacional de outros planetas do sistema Gliese 667C sobre o planeta GJ 667Cc.

$$\frac{de_i}{dt} = -n_i \frac{(45e_i^2 + 60) \sin(\varpi_i - \varpi_o)(m_0 - m_1)a_i^4 e_i \sqrt{-e_i^2 + 1} m_2}{64(-e_o^2 + 1)^{5/2}(m_0 + m_1)^2 a_o^4} \quad (1)$$

$$\frac{de_o}{dt} = n_o \frac{(45e_i^2 + 60)m_1(m_0 - m_1)a_i^3 e_i \sin(\varpi_i - \varpi_o)m_0}{64(m_0 + m_1)^3 a_o^3 (e_o^2 - 1)^2} \quad (2)$$

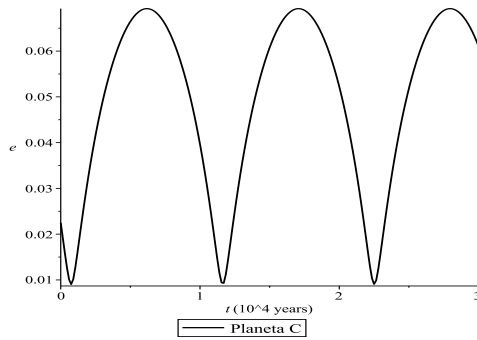


Figura 1: eccentricity ( $e$ ) versus tempo  $t$ .

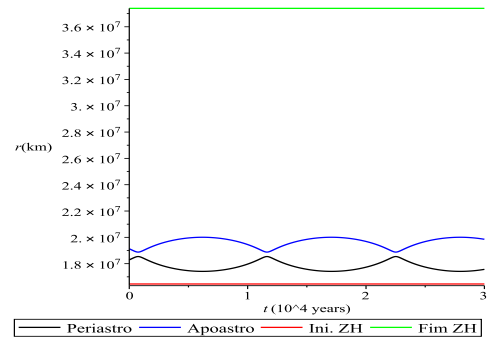


Figura 2: localização do periastro e do apoastro ( $r$ ) versus tempo  $t$ .

## Agradecimentos

Os autores agradecem a FAPESB e ao CNPq (307724/2017-4, 420674/2016-0).

## Referências

- [1] P. A. Cuartas-Restrepo et al. Spin-orbit evolution of the GJ 667C system: the effect of composition and other planets perturbations, *MNRAS*, 463:1592–1604, 2016.
- [2] R. A. Mardling. New developments for modern celestial mechanics -I. General coplanar three-body systems. Application to exoplanets, *MNRAS*, 435:2187–2226, 2013.