SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO IFG

O PROBLEMA DOS TRÊS CORPOS: ESTUDO NUMÉRICO DA SOLUÇÃO DE LAGRANGE E DO PROBLEMA DE SITNIKOV

CARVALHO, Tales de Paula
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Jataí.

DOS SANTOS, Hyan Ferreira
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Jataí.

SOUZA, Marta João Francisco Silva
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Jataí.

COUTO, Hugo Leonardo Carvalhaes
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Jataí.

O presente trabalho analisa o Problema dos Três Corpos, considerado um dos mais importantes da mecânica celeste, por meio da simulação das soluções encontradas por Lagrange e Sitnikov. O problema ocorre quando três corpos interagem gravitacionalmente entre si, o que desafia as leis de Kepler e exige métodos mais avançados de análise para compreender o comportamento orbital desses corpos. Ele está inserido em diversos sistemas astronômicos, como sistemas binários com um planeta orbitando as estrelas e o próprio sistema Sol-Terra-Lua. Nós estudamos numericamente a solução equilátera de Lagrange e avaliamos a sua estabilidade para uma gama de condições iniciais, e também estudamos numericamente a solução isósceles de Sitnikov, analisando sua periodicidade a partir de variações na excentricidade. Inicialmente, realizamos o estudo numérico da solução de Lagrange, caracterizada por uma configuração de triângulo equilátero na qual cada corpo ocupa um vértice. Se a solução for estável, esse triângulo irá girar e mudar de escala com o passar do tempo, permanecendo equilátero. Para realizarmos essas simulações, utilizamos a

linguagem de programação *Python*, e o método Runge Kutta de 8ª ordem para a resolução das equações. Para analisarmos a estabilidade da solução, realizamos alguns testes. Primeiramente, para garantir que o sistema ainda está nos parâmetros determinados pela solução, utilizamos uma variável própria das equações, que deve se manter em 0 enquanto as órbitas formarem um triângulo equilátero, e estabelecemos um limite de 0,1 para a variação. Além disso, também realizamos um teste em que utilizamos as posições finais de um sistema e invertemos suas velocidades, para que faça o caminho inverso, sendo esperado que ele realize o mesmo percurso em um sistema estável. Por fim, utilizamos um código que variava aleatoriamente a concentração de massa em um dos corpos e a excentricidade das órbitas para compreendermos o comportamento da solução dadas condições iniciais diferentes. Esse teste indicou que a solução apresenta um comportamento estável, desde que um único corpo concentre mais de 95% da massa total, e a excentricidade seja menor que 0,2. Por sua vez, o problema de Sitnikov é um Problema Restrito dos Três Corpos, caracterizado por um corpo com massa desprezível, não interferindo na órbita dos outros dois. Ademais, os dois corpos maiores são iguais em massa e se orbitam em um plano, enquanto o terceiro oscila no eixo normal ao plano, tornando essa solução tridimensional. Como na primeira solução, realizamos a simulação da órbita dessa solução utilizando *Python* para a programação. Para compreendermos a periodicidade da oscilação do corpo nessa solução, calculamos a Transformada Rápida de Fourier da posição em função do tempo, e identificamos as principais frequências de acordo com cada valor de excentricidade da órbita dos planetas maiores, variando-a de 0 a 0,8. A partir desses dados pudemos perceber que o número de frequências relevantes também cresce com o incremento da excentricidade, de modo que, para excentricidades altas é difícil caracterizar o movimento como periódico.

Palavras-chave

Problema dos Três Corpos; Simulações; Órbitas;

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. Agradecemos ao CNPq pela bolsa concedida.