



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76
Recredenciamento pelo Decreto nº 17.228 de 25/11/2016



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXIII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS SEMANA NACIONAL DE CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA - 2019

Estudo da Distribuição de Detritos Espaciais em Interação Gravitacional com Asteroides (NEO)

Gabriel Luiz Ferreira Santos¹; Antônio Delson Conceição de Jesus²; Marília dos Anjos Santos³

1. Bolsista PIBIC/CNPq, Graduando em Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail:

gabrielluiz83@gmail.com

2. Orientador, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: ald1j1@uefs.br

3. Participante do projeto ou núcleo do mestrado em computação aplicada, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: marilia.annjos@gmail.com

PALAVRAS-CHAVE: NEO, detritos espaciais, asteroide.

INTRODUÇÃO

O problema físico que está sendo resolvido é o problema de N corpos, o qual oferece o suporte físico matemático para esta pesquisa. De modo geral, não há muitas soluções analíticas para este problema, uma vez que só há uma aproximação analítica para o caso de dois corpos interagindo gravitacionalmente. Nesse sentido, a descrição da dinâmica de sistemas com muitas partículas fica extremamente dependente do melhoramento dos computadores em consonância com os integradores numéricos.

Desta forma, com este tratamento numérico, tentamos analisar a evolução orbital de uma nuvem de detritos espaciais orbitando a Terra, nas regiões orbitais (LEO, MEO e GEO) e interagindo por meio da força gravitacional com diferentes asteroides. Com este estudo, nos tornamos capazes de prever o risco de dano que os satélites sofrem devido à alteração das orbitas dos detritos por conta da interação gravitacional com os NEOs.

Vale a pena salientar que o nosso principal foco foi estudar de maneira estatística a evolução orbital dos detritos espaciais em torno da Terra. Assim, tivemos que gerar um conjunto de amostras para o problema de modo que pudéssemos extrair a média das grandezas analisadas para cada detrito. Portanto, os principais resultados apresentados são aqueles referentes às médias das coordenadas espaciais de cada detrito bem como a média do semi-eixo maior e da excentricidade destas partículas.

MATERIAL E MÉTODOS OU METODOLOGIA (ou equivalente)

O problema de dois corpos pode ser resolvido via mecânica newtoniana de modo que no final da análise do problema tenhamos uma solução analítica que tem relação com um sistema de equações integráveis. No entanto, o problema de três (ou mais) corpos já não era tão simples de ser resolvido analiticamente, tal como o problema de dois corpos. Nesse sentido, por algum tempo as únicas soluções apreciáveis eram as de Euler Lagrange que eram limitadas e apresentavam certas peculiaridades. Então, a obtenção da solução deste problema para o caso de N corpos só aconteceu com o desenvolvimento dos chamados integradores numéricos.

Desse modo, o REBOUND é uma API (Application Programming Interface) que possibilita a simulação do problema gravitacional de N-corpos. Esta possui todas as características dos integradores usuais e consegue ser ainda mais preciso (Rein e Liu, 2012, Rein e Spiegel, 2014, Rein e Tamayo, 2015).

RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO (ou Análise e discussão dos resultados)

Os gráficos mostrados nas Figuras 1 e 2 são os resultados obtidos para um asteroide de massa igual a 10^{17} kg e diâmetro de 100 km. Nós o chamamos de NEO3. O primeiro diagrama revela que quanto mais voltas o objeto dá em torno do planeta (maior período), mais intensa é a alteração na excentricidade dos detritos. Observe que cada ponto em ambos os gráficos representa um detrito inserido na simulação.

Figura 1: Excentricidade das partículas após aproximação do asteroide NEO3.

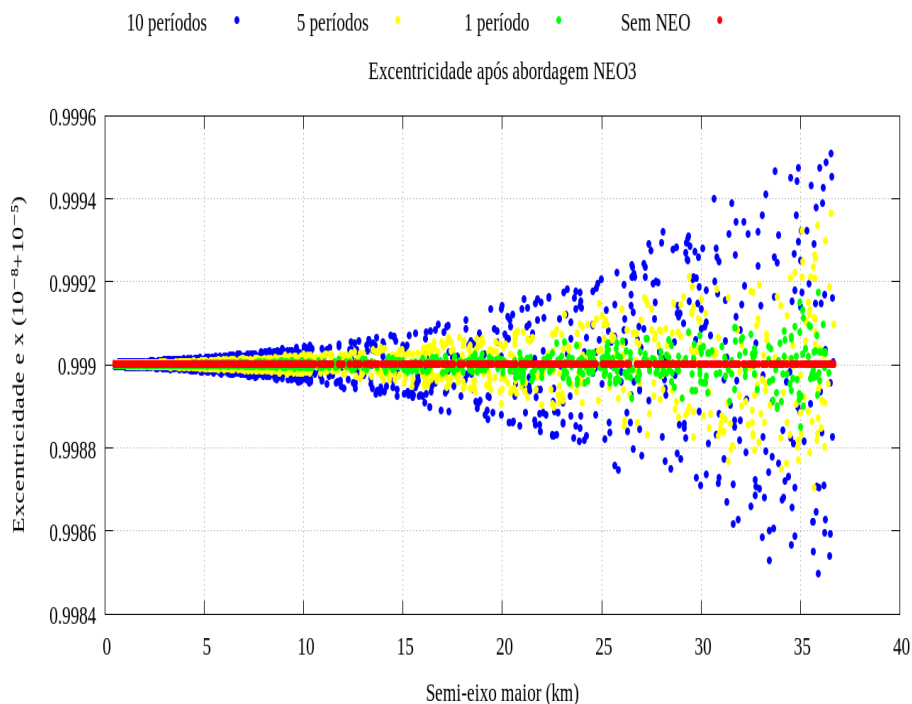
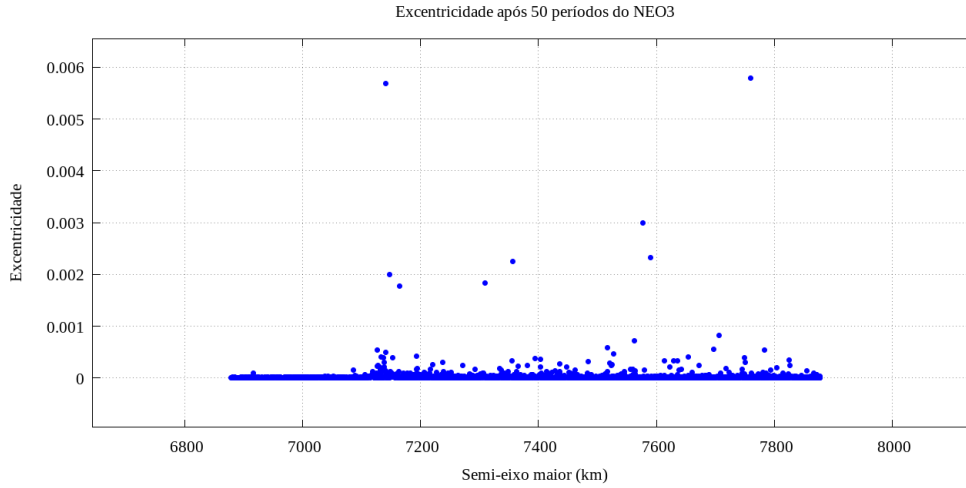
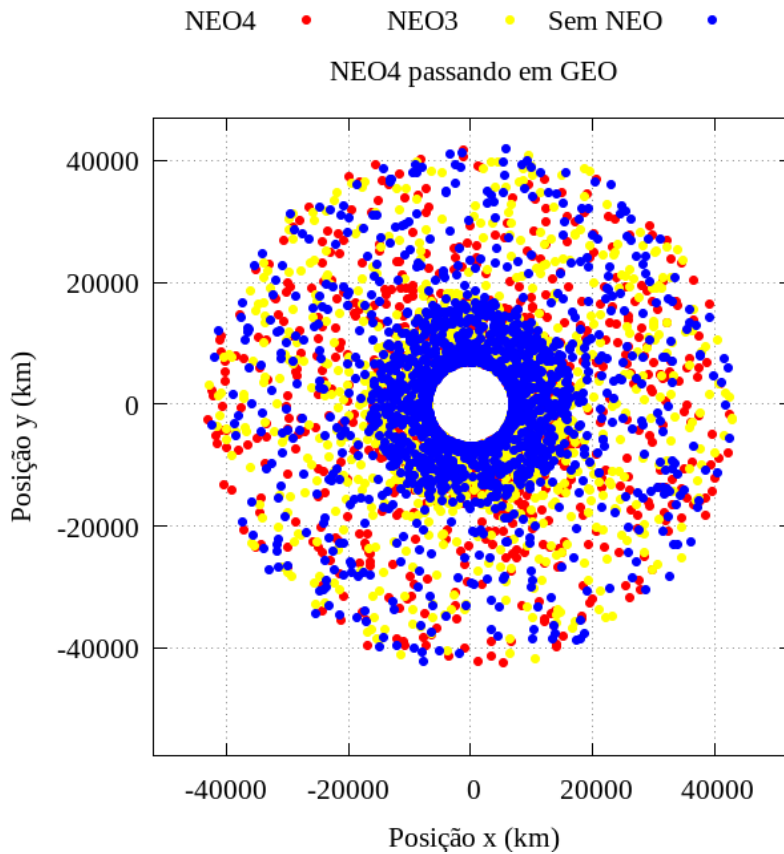


Figura 2: Excentricidade das partículas após 50 voltas do NEO3.



O diagrama da Figura 3 mostra a distribuição orbital dos detritos em todas as regiões após interação com o NEO3 e com o NEO4 em seguida. Observe que o NEO4 causa um espalhamento maior nas partículas, uma vez que sua massa é superior à massa do outro objeto.

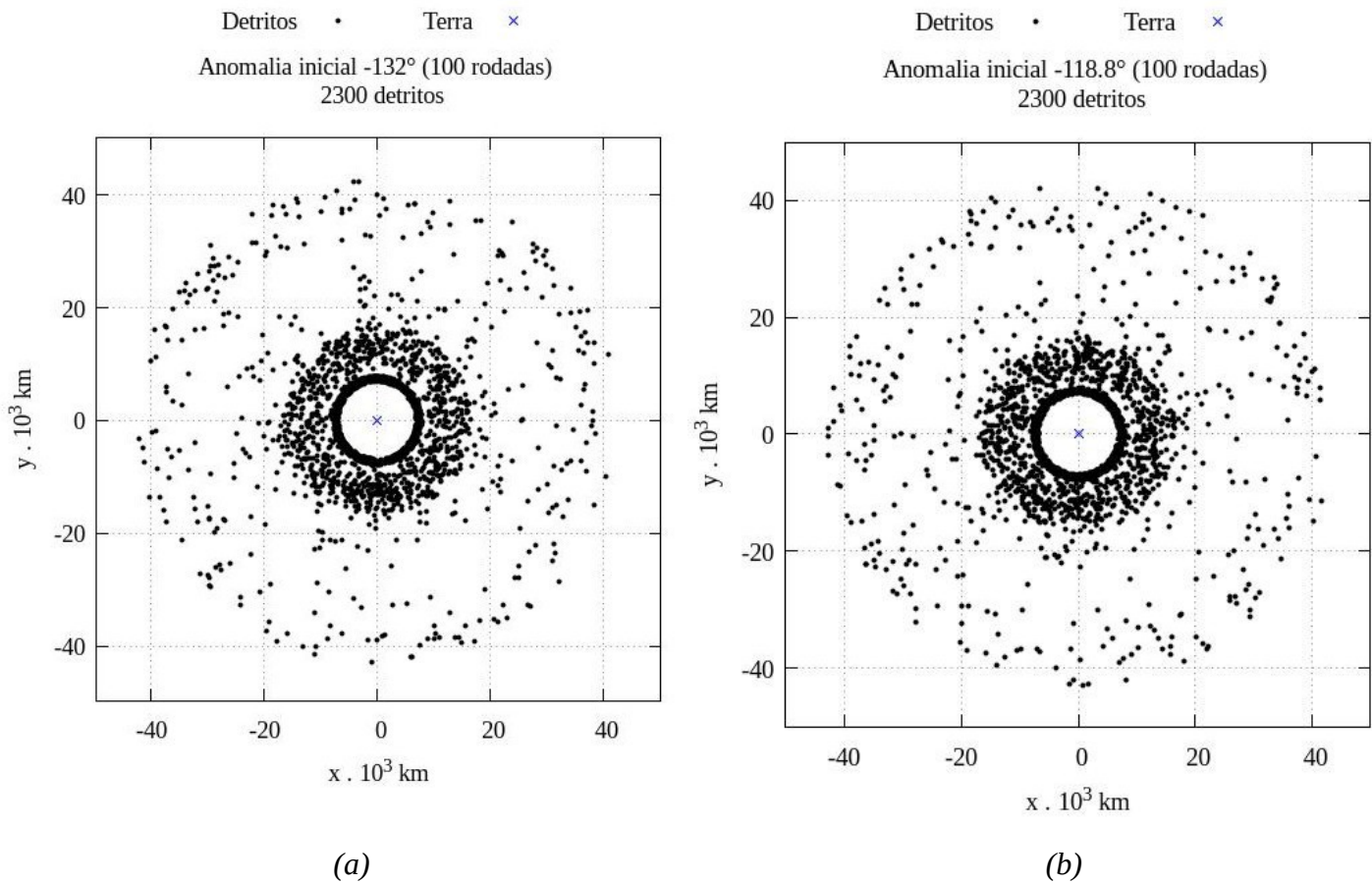
Figura 3: NEO4 (10^{20} kg, diâmetro de 1000 km) e NEO3 (10^{17} kg, diâmetro de 100 km) interagindo com os detritos. Resultado de todas as regiões.



A análise estatística se baseou em cem amostras do problema, sendo que cada uma continha 2300 detritos espalhados pelas três regiões orbitais terrestres (LEO, MEO e

GEO). Neste contexto, estudamos o comportamento das médias das coordenadas espaciais de cada detrito ($\langle X \rangle$ e $\langle Y \rangle$) para asteroide com massas e dimensões diferentes e para anomalias iniciais diferentes.

Figura 4: NEO4 (10^{20} kg, diâmetro de 1000 km) se movendo fora das regiões orbitais terrestres ($a = 100R_t$ e $p = 15R_t$). Cada gráfico representa a média das coordenadas espaciais para cem rodadas sendo que em cada um deles o NEO possui uma anomalia inicial diferente: (a) -132° ; (b) -118.8° .



CONSIDERAÇÕES FINAIS (ou Conclusão)

O aspecto mais importante deste trabalho foi o aprendizado de como tratar sistemas mais complexos (com muitas partículas) de forma estatística utilizando o Rebound. Desse modo, as contribuições cruciais destes resultados para o avanço do campo de estudo em dinâmica orbital foi o entendimento de como a distribuição orbital dos detritos espaciais se comporta na média para cem amostras do problema. Isto nos permite compreender de maneira mais precisa como o comportamento de algumas propriedades da nuvem de lixo espacial evoluem com a interação gravitacional com um asteroide super massivo.