

Anais do XIV Seminário de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, Feira de Santana, 18 a 22 de outubro de 2010

ESTUDO DA DINÂMICA RELATIVA ENTRE DETRITOS E VEÍCULOS ESPACIAIS SUJEITO À FORÇA GRAVITACIONAL TERRESTRE

Rafael Ribeiro de Sousa¹; Antônio Delson Conceição de Jesus²; Giullyano Cordeiro dos Santos³;

1. Graduando em Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, email: rafanw72@gmail.com
2. Orientador, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, email: a1d1j1@gmail.com
3. Graduando em Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, email: giullyanofisica@gmail.com

PALAVRA-CHAVE: Detritos Espaciais, Dinâmica Relativa, Colisão

INTRODUÇÃO

Em meados do século XX o estudo da Dinâmica orbital tornou-se fundamental para se atingir objetivos importantes nas missões espaciais em todo mundo. As missões espaciais, envolvendo diversos tipos de manobras e veículos espaciais atendem a muitos objetivos científicos, desde a observação do planeta terra, através de satélites de coleta de dados, sensoriamento, etc. até o envio de sondas espaciais para estudos e coleta de dados sobre características de corpos espaciais e também sobre a origem do sistema solar e ou do universo. No ambiente espacial fora da terra existe um aglomerado de partículas de diversos tamanhos, desde sub-milimétricas até grandes objetos, conhecidas por Detritos Espaciais (DE). Estes DE estão distribuídos em diversas camadas, entre elas, aquelas de operação das missões espaciais. Neste caso, as manobras e órbitas realizadas nas missões espaciais podem interceptar as manobras destes DE, o que possibilitaria a colisão entre os objetos espaciais. Os DE movimentam-se com velocidades relativas consideravelmente grandes, o que lhes confere energia suficiente para gerar acidentes de grandes proporções. A localização destes DE, juntamente com a previsibilidade exata da sua colisão com os veículos espaciais, ainda carece de uma abordagem físico-matemática definitiva. Além disso, falta de dados experimentais e observacionais é a maior dificuldade encontrada por pesquisadores que anseiam em construir um modelo de previsibilidade acerca da população de DE. De acordo com Davis (1989, 1994) o processo de colisões mútuas de altas velocidades entre os DE afetam a evolução de longo alcance das distribuições por tamanho dos DE. Outro problema correlacionado com este são as colisões DE-DE. Estudos preliminares apontam para um aumento na probabilidade de colisões entre DE, numa reação em cadeia, correspondendo a um crescimento exponencial de fragmentos orbitantes ((Kessler e Cour-Palais, 1978, e Kessler et all, 1980). Neste trabalho, investigamos a dinâmica relativa entre um DE e um veículo espacial sob influência da força gravitacional terrestre, estabelecendo condições iniciais para colisão com vistas às manobras evasivas no ambiente de atividades espaciais.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste estudo obedece aos seguintes passos: 1) dedução das equações da dinâmica orbital relativa entre dois objetos espaciais para o problema de Rendezvous (Clohessy and Wiltshire, 1960); 2) Dedução analítica das condições iniciais para

que haja a colisão e; 3) Simulação numérica de casos determinados por valores lineares e angulares das grandezas determinantes desta dinâmica, com o objetivo de encontrar o tempo de colisão, a partir do qual deve-se estabelecer uma política para manobras de evasão para se evitar a colisão.

RESULTADOS

As equações da dinâmica relativa obtidas nas coordenadas cartesianas são:

$$x(t) = \left(4 \frac{\dot{x}_0}{w} - 6y_0\right) \text{sen}wt - 2 \frac{\dot{y}_0}{w} \cos wt + (6wy_0 - 3\dot{x}_0)t + \left(x_0 + 2 \frac{\dot{y}_0}{w}\right)$$

$$y(t) = \left(2 \frac{\dot{x}_0}{w} - 3y_0\right) \cos wt + \frac{\dot{y}_0}{w} \text{sen}wt + \left(4y_0 - 2 \frac{\dot{x}_0}{w}\right)$$

$$z(t) = z_0 \cos wt + \frac{\dot{z}_0}{w} \text{sen}wt$$

Com estas equações simulamos numericamente diversas faixas de valores lineares e angulares para as condições iniciais que geram a colisão. Verificamos que o tempo de colisão suficiente para a realização de manobras seguras é relativamente grande para DE mais longínquos com velocidades relativas pequenas. O inverso é verdadeiro com velocidades altas. Verificamos também que existem faixas angulares (para manobras planares) nas quais as velocidades relativas são altas (1 km/s, para t = 5 minutos), mas abaixo das velocidades observadas para os DE reais.

CONCLUSÃO

Neste trabalho deduzimos analiticamente simulamos condições iniciais para as manobras de colisão entre detritos e veículos espaciais. Encontramos valores de grandezas angulares e lineares que permitem a realização de uma política de manobras de evasão para as missões espaciais em ambiente de DE.

REFERÊNCIAS

- CLOHESSY, W.H. E WILTSHIRE, R. S. Terminal Guidance System for Satellite Rendezvous. *Journal of the Aerospace Sciences*, 653-659, 1960.
- DAVIS, D. R., FARINELLA, P., PÄOLICCHI, P., WEIDENSCHILING, S. J. AND BINZEL, R. P. Asteroid collisional history: Effects on sizes and spins, in *Asteroids II*, edited by R. P. Binzel, T. G erels, and M. S. Matthews, 805-826, University of Arizona Press, Tucson, 1989.
- DAVIS, D. R., RYAN, E. V. AND FARINELLA, P. Asteroid collisional evolution: Results from current scaling algorithms, *Planet Space Sci.*, **42**, 599-610, 1994.
- KESSLER, D. J., COUR-PALAIS, B.G. Collision frequency of artificial satellite: The creation of a debris belt, *J. Geophys. Res.*, **83**, 2637-2646, 1978.
- KESSLER, D. J., LANDRY, P.M., COUR-PALAIS, B.G., TAYLOR, R.E. Collision Avoidance in Space, *IEEE Spectrum*, June 80, 1980.