

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

---

Análise preliminar da evolução de detritos espaciais em órbitas LEO, considerando as perturbações do arrasto atmosférico, achatamento terrestre e da pressão de radiação solar.

Tiago Brito<sup>1</sup>

Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais, UFABC, Santo André, SP

Cláudia Celeste<sup>2</sup>

Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais, UFABC, Santo André, SP

Maria Cecília Zanardi<sup>3</sup>

Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais, UFABC, Santo André, SP

Luiz de Siqueira Martins Filho<sup>4</sup>

Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais, UFABC, Santo André, SP

## 1 Introdução

Após o lançamento do Sputnik I em agosto de 1957 milhares de missões espaciais foram realizadas. Atualmente existem aproximadamente 9.000 satélites em órbita ao redor do planeta, dos quais apenas 6% ainda encontra-se em operação, desta forma todo restante pode ser caracterizado como lixo espacial [1]. Este problema torna-se ainda maior quando inserimos neste cenário os objetos relacionados a missões como: corpos de foguetes, tampas de ogivas e motores que após o lançamento do satélite permanecem em órbitas ao redor da Terra, assim como os detritos espaciais gerados por explosões de tanques de combustíveis, colisões entre satélites ou até explosões dos mesmos. A NASA-Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço, estima que haja cerca de 17.000 detritos com diâmetro igual ou superior a 10 cm, milhares de detritos com diâmetro entre 1 e 10 cm, e milhões de detritos com diâmetro inferior a 1 cm [5]. Em decorrência ao crescimento no número de missões espaciais e conseqüentemente no aumento de detritos espaciais gerados por estas missões, a NASA, junto com as demais agências espaciais ao redor do mundo se uniram e formularam a Norma de Segurança 1740,14 com o intuito de diminuir os impactos gerados no ambiente espacial. Contudo, uma parcela significativa das órbitas mais utilizadas já encontra-se bastante poluída e oferece risco iminente a satélites e principalmente futuras

---

<sup>1</sup>tiago.brito@ufabc.edu.br

<sup>2</sup>claudia.celeste@ufabc.edu.br

<sup>3</sup>cecilia.zanardi@ufabc.edu.br

<sup>4</sup>luiz.martins@ufabc.edu.br

missões espaciais [2]. Por estas razões, faz-se necessário conhecer melhor a problemática do que são os detritos espaciais e como eles se comportam ao longo tempo para assim buscar soluções que sanem ou amenizem este problema. Para tanto, neste trabalho considera-se o sistema dinâmico de 2 corpos e as perturbações do achatamento terrestre, pressão de radiação solar e arrasto atmosférico [3]. Para as integrações numéricas foi considerado o modelo atmosférico TD-88 para a obtenção da densidade atmosférica [7]. Para o estudo do achatamento terrestre, foi utilizada a literatura dada em [6], e da pressão de radiação solar em [4]. Assim, através deste estudo será possível expandir os resultados e determinar a evolução de detritos espaciais em órbitas LEO - Baixas Órbitas Terrestres, sendo possível estimar o comportamento das efemérides destes detritos e determinar o período em que estes reentrarão na atmosfera terrestre.

## Referências

- [1] Brito, T. P, C C Celestino, R V Moraes, A brief scenario about the space pollution around the Earth, *Journal of Physics IOP: Conference Series 465.*, 2013. DOI: 10.1088/1742.6596.465.1.012020.
- [2] Brito, T.P, C. C. Celestino, Study of the CubeSat satellite decay in orbit around the earth on the influence of Earth's flattening and atmospheric drag, *Journal of Physics IOP: Conference Series 641.*, 2015. DOI: 10.1088/1742.6596.641.1.012026.
- [3] da Silva Fernandes, S, Zanardi, M. C. F. P. S, Fundamentos de astronáutica e suas aplicações. Editora da UFABC, 2018.
- [4] Kuga, H. K.; Rao, K.R.; V. M.; Carrara, V. Satélites Artificiais Movimento Orbital. São José dos Campos, INPE, março de 2000.
- [5] NASA. Orbital Debris Program Office. 2015. Disponível em: <https://www.nasa.gov/sites/default/files/files/OrbitalDebrisProgramOffice.pdf>. Acessado em: 10 Mar. 2017.
- [6] Roy, A.E. Orbital motion. 3<sup>a</sup> ed. Bristol, England, UK: Adam Hilger, 1988.
- [7] Sehnal, L., Thermospheric Model TD 88, Bull. Astronon-Inst. Czechosl., 39, 120-127, 1988.