UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76
Recredenciamento pelo Decreto nº17.228 de 25/11/2016
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS
SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2021

Análise de Manobras Evasivas e de Mitigação Contra Colisões com Detritos Espaciais e Asteroides

Débora Gonçalves Azevedo[1]; Antônio D.C. Jesus[2];

1. Estudante de IC - Júnior, Escola Jair Santos Silva, e-mail: azevedo.deborah458@gmail.com
2. Orientador, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: a1d1j1@uefs.br

PALAVRAS-CHAVE: Detritos espaciais; Mitigação; Asteroides.

INTRODUÇÃO

As manobras evasivas são manobras realizadas nas missões espaciais para impedir que um veículo operacional (satélite, sonda, foguete, ônibus espacial, etc.) colida com um detrito espacial. Estes objetos se espalham em altitudes nas regiões operacionais (órbitas baixas - LEO, órbitas médias - MEO, órbitas geoestacionárias - GEO) e a sua densidade aumenta com a taxa de crescimento das atividades das missões espaciais. Detritos espaciais (DE) são objetos espaciais não operacionais que orbitam em torno da Terra. A origem dos DE são as atividades espaciais humanas (Human Debris – detritos produzidos pelos homens: partes e fragmentos de espaçonaves, satélites com tempo de vida esgotado, estágios de foguetes, explosões induzidas de veículos, vazamentos de combustível, etc.) e as atividades naturais (Natural Debris – detritos produzidos pela natureza: poeiras, meteoros, partículas diversas do espaço sideral que são capturadas pelo campo gravitacional terrestre, etc.). O grau de perigo dos detritos espaciais é determinado principalmente por três fatores: 1) o longo tempo em órbita, 2) as altas velocidades alcançadas e; 3) as dificuldade para sua eliminação (Adushkin et al, 2016). Os detritos espaciais podem ser destrutivos em colisões com veículos espaciais em operação e as agências espaciais planejam operações de captura/limpeza do ambiente fora da Terra com detritos, através de veículos rebocadores. Estas são operações de mitigação de DE. O objetivo destas operações é trazer os detritos espaciais para órbitas baixas (LEO) onde atua a força de arrasto atmosférico, a qual lançaria os detritos para incineração com os gases da atmosfera terrestre, reduzindo seus tamanhos e/ou destruindo-os completamente. Além disso, existe outro perigo não só para as missões espaciais mas, principalmente, à vida no planeta Terra. São as colisões de asteroides que se aproximam da Terra. Dependendo do seu diâmetro, a colisão (ou interação gravitacional) de um asteroide com a Terra, seria catastrófica, podendo levar à extinção do planeta. As operações de mitigação contra estas colisões dependem de um sistema de propulsão potente e eficaz para enviar um veículo, alcançar o asteroide em tempo suficiente para poder colidir com ele e gerar uma deflexão no asteroide que, com o tempo, o afastaria do planeta, evitando a colisão.

O objetivo deste trabalho é estudar conceitos da Dinâmica Orbital e da Tecnologia Espacial para entender como estas operações de mitigação são implementadas do ponto

de vista teórico e absorver os conceitos básicos que as envolvem. No final, escrever um livro paradidático que apresente o resultado deste aprendizado, escrito de forma simples e acessível ao estudante da escola pública. Nos Capítulos deste paradidático abordamos diversos conceitos, desde órbita, manobras, leis de Newton até apresentar alguns resultados de pesquisa do Grupo de Dinâmica Orbital da UEFS.

MATERIAL E MÉTODOS OU METODOLOGIA

A Metologia aplicada a esta investigação é simples. Inicialmente, realizamos encontros presenciais e remotos com o professor orientador para discutir os fenômeno de órbitas, como elas são definidas, quais conceitos físicos, matemáticos e tecnológicos estão envolvidos. Depois de cada etapa de estudo, escrevemos um Capítulo do paradidático, discutindo mais uma vez os conceitos e finalizando com a coleta de figuras, imagens. Alguns seminários foram realizados do estudante par ao orientador e do orientador para o estudante. As dificuldades inerentes aos conceitos de Cálculo, da Física, da Dinâmica Orbital com aplicações à Tecnologia Espacial eram destacadas, discutidas, solucionadas com orientação a busca de livros e artigos, além dos seminários. No final, compilamos o paradidático com 6 Capítulos para ser diagramado, confeccionado e encaminhado à escola para disponibilizar à sua comunidade. O professor orientador planeja um lançamento do paradidático na própria escola em reunião presencial com os estudantes, professores e representantes da UEFS.

RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO

Depois de pesquisarmos, aprendermos e discutirmos, escrevemos os 6 Capítulos do livro paradidático, cujos conteúdos são:

CAPÍTULO 1- **ÓRBITAS** (definição, características, formas, períodos e planetas)
CAPÍTULO 2 – **EVENTOS QUE ENVOLVEM ÓRBITAS** (Posicionamento no Sistema Solar, Eclipse Solar, Eclipse Lunar, Colisões)
CAPÍTULO 3 – **DE ONDE VÊM AS ÓRBITAS?** (Força Central, leis de Newton, Momentum Angular, Torque, Propriedades do movimento sob Força Central)
CAPÍTULO 4 – **AS ÓRBITAS NA TECNOLOGIA ESPACIAL** (Engenharia Espacial, Laboratório de Integração e Testes do INPE, Sistemas de Propulsão, Parâmetros Tecnológicos, Modelos Computacionais)
CAPÍTULO 5 - **MANOBRAS ORBITAIS** (Forças Dissipativas, Detritos Espaciais, Classificação de Manobras: Evasivas, Mitigação, Rendezvous)
CAPÍTULO 6 – **PESQUISA E SIMULAÇÃO EM DINÂMICA ORBITAL – UEFS** (Apresentação de alguns resultados de pesquisas realizadas em: Manobras Evasivas, parâmetros Tecnológicos, Arrasto Atmosférico, Colisão entre Detritos Espaciais, Mitigação de colisão de Detritos com Veículos Espaciais, Mitigação de colisão de Asteroides com a Terra, Reentrada)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto permitiu que estudássemos introdutoriamente as áreas de Dinâmica Orbital e Tecnologia Espacial. Os conceitos mais importantes foram discutidos, aprendidos e apreendidos ao ponto de conseguirmos escrever 6 Capítulos de um paradidático para apresentar à escola. Não houve tempo para a aprendizagem e implementação computacional de programas de simulação numérica de médio porte, mas os caminhos foram apresentados e vislumbrados para continuação da pesquisa em outro projeto. O paradidático está pronto, necessitando apenas a diagramação, etc., a parte gráfica.

REFERÊNCIAS

A. Rossi, G. B. Valsecchi, and P. Farinella, "Collision risk for high inclination satellite constellations," *Planetary and Space Science*, vol. 48, no. 4, pp. 319–330, 2000.

A. Rossi, L. Anselmo, C. Pardini, R. Jehn, and G. B. Valsecchi, "The new space debris mitigation (SDM 4.0) long term evolution code," in *Proceedings of the 5th European Conference on Space Debris*, Darmstadt, Germany, April 2009.

J. C. Liou, "An active debris removal parametric study for LEO environment remediation," *Advances in Space Research*, vol. 47, no. 11, pp. 1865–1876, 2011.

W. H. Clohessy and R. S. Wiltschire, "Terminal guidance system for satellite rendezvous," *Journal of the Aerospace Sciences*, vol. 27, no. 9, pp. 653–659, 1960.

C. D. Murray and S. F. Dermott, *Solar System Dynamics*, Cambridge University Press, 2000.

A. D. C. Jesus et al., Evasive Maneuvers in Space Debris Environment and Technological Parameters. Mathematical Problems in Engineering, 15p, v2012, Hindawi Publishing Corporation, (2012). DOI: 10.1155/2012/126521

W. H. Clohessy, R. S. Wiltshire, Terminal guidance system for satellite rendezvous, J. Aerosp. Sci. 27 (1960) 653–658. https://doi.org/10.2514/8.8704