

LEONARDO BARBOSA TORRES DOS SANTOS
DADOS TÉCNICOS PRELIMINARES

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

INSTITUIÇÃO: Universidade de Pernambuco.

PROJETO: Dinâmica orbital de um satélite na vizinhança de um sistema binário de asteroide.

TEMA DO ESTUDO DO BOLSISTA: Dinâmica orbital/Astrodinâmica.

ORIENTADOR: Leonardo Barbosa Torres dos Santos.

Local/endereço:

Madalena, Recife.

Rua Benfica, 455.

CEP: 50720-001

Pernambuco, Brasil

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a investigação e análise de pequenos corpos celestes (asteroides e cometas) tornaram-se fundamentais para a exploração do espaço profundo. Devido a isto, várias missões foram projetadas para visitar esses corpos, como as missões NEAR Shoemaker (Prockter et al. 2002), Dawn (Rayman et al. 2006), Hayabusa (Kawaguchi et al. 2006), Rosetta (Glassmeier et al. 2007), Hayabusa 2 (Tsuda et al. 2013), MarcoPolo-R (Michel et al. 2014) e a missão espacial brasileira denominada de Aster (Sukhanov et al. 2010). Neste ano de 2022, duas missões espaciais importantes foram executadas. A missão James Webb que inseriu um telescópio no ponto de equilíbrio do sistema Terra-Lua buscando explorar vidas em outros sistemas. Outra missão, mas dessa vez visando defesa planetária, denominada missão DART foi uma missão de Teste de Redirecionamento de Asteroide Binário, cujo principal objetivo é desviar a órbita de um asteroide.

Essas missões, entre muitas outras, trouxeram novas informações sobre a dinâmica, composição e formação de asteroides e cometas. Esta informação pode ajudar a melhorar o conhecimento atual e levar a uma melhor compreensão da origem do sistema solar. Essas missões são também os primeiros passos para a exploração espacial de pequenos corpos, criando a possibilidade de uma nova forma de atividade industrial: a mineração espacial. Isso significa que uma espaçonave viajará para pequenos corpos para obter minerais e trazê-los de volta à Terra. Considerando que a Terra possui uma quantidade finita de minerais importantes, um dia essa atividade será necessária. Um dos maiores desafios para tais missões é modelar a órbita da espaçonave em torno de corpos celestes pequenos e irregulares. Devido ao efeito da rotação dos asteroides e cometas, juntamente com suas formas irregulares, os campos gravitacionais que atuam nas espaçonaves que viajam em torno desses corpos é muito complexo (Zeng et al. 2015). A pesquisa desenvolvida no presente estudo utiliza um sistema de massa de dipolo em rotação para representar um sistema síncrono de asteroides. Nosso objetivo é analisar os pontos de equilíbrio desse sistema binário de asteroides, incluindo o movimento rotacional dos corpos alongados. Isso significa que o asteroide com movimento rotacional deve ser um asteroide com uma forma alongada, de modo que podemos considerar esse asteroide como um dipolo de massa. O período de rotação é assumido como sendo o mesmo período do movimento de translação dos asteroides ao redor do centro de massa do sistema. Esta suposição justifica o nome Problema restrito síncrono de três corpos.

O problema é Restrito porque a massa de um dos corpos é desprezível em relação aos outros dois corpos; Síncrono é porque o período de rotação do primário alongado coincide com seu período de translação em torno do centro de massa do sistema. Como já se sabe, existem asteroides existentes na forma de sistemas duplos, triplos, etc. Sabe-se também que alguns desses sistemas são síncronos, conforme explicado acima.

Isso significa que este estudo é útil para entender o movimento de uma espaçonave viajando perto de um sistema de asteroides levando em consideração a forma dos asteroides e sua rotação em torno de seu próprio eixo.

2. OBJETIVO

2.1. GERAL

O Projeto tem como proposta a construir uma modelagem matemática que seja capaz de representar o campo gravitacional de corpos celestes irregulares (asteroide e cometas) visando entender o movimento de um veículo espacial na vizinhança desses corpos irregulares.

2.2. ESPECÍFICO

- Realizar o desenvolvimento matemático que seja capaz de descrever o gradiente gravitacional na vizinhança de corpos celestes irregulares, baseado no modelo do dipolo de massa em rotação;
- Construção do algoritmo que seja capaz de encontrar as soluções, numericamente, a partir das equações do movimento estabelecidas.
- Investigar as condições necessárias para estabelecer os pontos de equilíbrio;
- Determinar as condições de estabilidade de qualquer ponto de equilíbrio na vizinhança de corpos celestes irregulares, e como essa estabilidade se comporta com as mudanças dos parâmetros dos corpos celestes.
- Construção de algoritmo que determine a solução ótima, minimizando a energia, para realizar a transferência orbital, o tempo de voo durante a transferência orbital bem como a direção e o sentido do ângulo para realizar a manobra impulsiva
- Colaborar com pesquisadores de outros estados e países visando com objetivo de expandir os conhecimentos e criando cada vez mais oportunidades de crescimento;

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de pesquisas de caráter teórico e computacional, não envolvendo a construção de nenhum tipo de hardware. Portanto, os únicos materiais utilizados serão computadores, livros e revistas especializadas. Os métodos serão basicamente desenvolvimento teórico e implementação de software.

4. RESULTADOS ESPERADOS PARA A VIGÊNCIA DA BOLSA

Espera-se que a partir da efetivação das ações acima citadas:

1. O candidato possa ser capaz de realizar interpretações físicas a partir da análise de uma equação matemática, utilizando modelos existentes na literatura ou não, transformando o conhecimento adquirido para resolver problemas reais de interesse a pesquisa científica;
2. O candidato, a partir de suas pesquisas, desenvolva um novo modelo matemática para descrever o campo gravitacional na vizinhança de corpos irregulares.

3. O candidato a partir de suas pesquisas desenvolva um algoritmo que seja capaz de encontrar soluções da equação diferencial que descreve o movimento de uma espaçonave na vizinhança do corpos irregulares.

4. O candidato construa um algoritmo para ser utilizado em pesquisas espaciais reais visando transferir um veículo espacial entre pontos de equilíbrios buscando a solução ótima.

5. Que o candidato desenvolva interesse acadêmico pelas áreas de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, dinâmica orbital para realização de uma pós graduação nessas áreas, nas Universidades do Brasil ou no exterior;

6. Que o candidato adquira experiência na área e que tenha um ótimo desempenho trabalhando com os outros bolsistas e pesquisadores.

5. REFERENCIAS

Broucke, R.: J. Guid. Control Dyn. 2(4), 257 (1979).

Cabette, R.E.S., Prado, A.F.: Acta Astronaut. 63(11), 1221 (2008).

DIAS, C. A. C. M.; RITA, J. R. S. Inserção da Astronomia como Disciplina Curricular do Ensino Médio. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, n. 6, p. 55-65, 2008. Disponível em: < <http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/download/121/145>>.

GAMA, L. D.; HENRIQUE, A. B. Astronomia na Sala de Aula: Por quê? Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, n. 9, p. 7-16, 2010. Disponível em: . Acesso em: 26 jan. 2015.

Glassmeier, K.-H., Boehnhardt, H., Koschny, D., Kührt, E., Richter, I.: Space Sci. Rev. 128(1-4), 1 (2007).

IACHEL, G. Um estudo exploratório sobre o ensino de Astronomia na formação continuada de professores. 2009. 229 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência), Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2009.

Kawaguchi, J., Kuninaka, H., Fujiwara, A., Uesugi, T.: Acta Astronaut. 59(8), 669 (2006).

Rodolfo Langhi. Justificativas para o ensino de Astronomia: o que dizem os pesquisadores brasileiros? Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências Vol. 14, No 3, 2014.

Machado, D. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia. Estrelas variáveis no contexto educacional: uma proposta envolvendo a observação de cefeidas clássicas no ensino médio. 25, 7 2020.

Michel, P., Barucci, M.A., Cheng, A., Bönhardt, H., Brucato, J.R., Dotto, E., Ehrenfreund, P., Franchi, I., Green, S., Lara, L.-M., et al.: Acta Astronaut. 93, 530 (2014).

Oliveira, G.M., Prado, A.F., Sanchez, D.M., Gomes, V.M.: In: 14th International Conference on Space Operations, p. 2558 (2016).

Prado, A.F.: *Acta Astronaut.* 39(7), 483 (1996).

Prockter, L., Murchie, S., Cheng, A., Krimigis, S., Farquhar, R., Santo, A., Trombka, J.: *Acta Astronaut.* 51(1), 491 (2002).

Rayman, M.D., Fraschetti, T.C., Raymond, C.A., Russell, C.T.: *Acta Astronaut.* 58(11), 605 (2006).

Sukhanov, A., Velho, H.d.C., Macau, E., Winter, O.: *Cosm. Res.* 48(5), 443 (2010)

Tsuda, Y., Mori, O., Funase, R., Sawada, H., Yamamoto, T., Saiki, T., Endo, T., Yonekura, K., Hoshino, H., Kawaguchi, J.: *Acta Astronaut.* 82(2), 183 (2013)

Yang, H., Gong, S., Baoyin, H.: *Astrophys. Space Sci.* 357(1), 66 (2015).

Zeng, X.Y., et al.: *Astrophys. Space Sci.* 356, 29 (2015)