

# VALIDAÇÃO DA ABORDAGEM NUMÉRICA PARA A PROPAGAÇÃO DA ATITUDE DE SATÉLITES ARTIFICIAIS COM QUATÉRNIONS

Marcela Frank da Silva<sup>1</sup> (UNESP, Bolsista PIBIC/CNPq/INPE)  
Leandro Teixeira Ferreira de Sene<sup>2</sup> (UNESP, ex-Bolsista PIBIC/CNPq/INPE)  
Valcir Orlando<sup>3</sup> (CCS/INPE, Orientador)  
Maria Cecília Zanardi<sup>4</sup> (DMA/UNESP, Orientador)

## RESUMO

Este trabalho dá continuidade a projetos anteriores associados com a análise da influência de torques externos na atitude de satélites artificiais, com a utilização da representação de atitude por quatérnions. Ênfase é dada para satélites estabilizados por rotação, dentre os quais se incluem os Satélites Brasileiros de Coleta de Dados Ambientais SCD1 e SCD2. Uma abordagem numérica é apresentada, considerando a influência na atitude do satélite dos torques perturbadores devidos ao gradiente de gravidade, às correntes de Foucault, ao momento magnético residual além do torque de origem aerodinâmica. Saliente-se que este último não foi considerado em projetos anteriores, sendo que um modelo simplificado foi introduzido neste trabalho. Simulações numéricas são realizadas para o SCD1 e SCD2, considerando uma abordagem inicial com a atualização dos dados de órbita e atitude a cada 24 horas, executada a partir de dados reais dos satélites, fornecidos pelo Centro de Controle de Satélites – CCS, do INPE. Uma segunda abordagem, que não utiliza o processo de atualização de dados, foi também considerada de modo a permitir a determinação do intervalo de aplicação válido para a teoria desenvolvida. Os resultados são apresentados em termos da magnitude da velocidade de rotação, da ascensão reta e da declinação do eixo de rotação. As equações foram integradas numericamente em termos das variações dos quatérnions e das componentes da velocidade de rotação. Em seguida são determinados os comportamentos do módulo da velocidade de rotação, da ascensão reta e da declinação do eixo de rotação. Analisando-se os resultados obtidos na abordagem inicial, para um período de 15 dias, verifica-se que o conjunto dos quatro torques somados algebricamente descreve bem o comportamento das três variáveis, mantendo as precisões na ordem de 0,1 rpm para a velocidade de rotação e de 0,5° para a média do erro em ascensão e declinação do eixo de rotação, valores estes que satisfazem aos requisitos operacionais do CCS/INPE para as missões dos satélites SCD1 e SCD2. Já na segunda abordagem, como era esperado, a média dos erros foi maior que a obtida com a abordagem anterior tendo, porém, atingido o objetivo de permitir a determinação do período em que as simulações permanecem válidas. Neste caso verifica-se que a abordagem poderia ser estendida para um período de ordem maior que cinco dias para o satélite SCD2, com a precisão mantendo-se ainda dentro das faixas requeridas. No entanto, o mesmo não se aplica para o SCD1 cujos resultados ultrapassam os limites de precisão em aproximadamente dois dias.

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Engenharia Elétrica, UNESP – FEG. E-mail: [mfs1eletronica@yahoo.com](mailto:mfs1eletronica@yahoo.com)

<sup>2</sup> Aluno do curso de Engenharia Mecânica, UNESP – FEG. E-mail: [leandrosene@yahoo.com](mailto:leandrosene@yahoo.com)

<sup>3</sup> Pesquisador do Centro de Controle de Satélites, INPE. E-mail: [valcir@ccs.inpe.br](mailto:valcir@ccs.inpe.br)

<sup>4</sup> Docente do Departamento de Matemática da UNESP – FEG. E-mail: [cecilia@feg.unesp.br](mailto:cecilia@feg.unesp.br)