

MODELAGEM DE FORÇAS PARA SATÉLITES GPS

Adriana dos Santos

Aluna da Escola Federal de Engenharia de Itajubá - Bolsa CNPq (PIBIC)

Orientador: **Dr. Hélio K. Kuga**, Eng. Sr, Divisão de Mecânica Espacial e Controle (DMC)

A modelagem de forças pode ser definida como o estudo dos efeitos das forças sobre o satélite GPS (Sistema de Posicionamento Global). Assim, a proposta deste trabalho visa estabelecer formas de identificar as influências de forças tais como pressão de radiação solar e gravitacionais relacionada a um terceiro corpo (Lua ou Sol), e a partir desta análise gerar dados quantitativos e qualitativos para estabelecer com precisão os feitos sobre as orbitas de tais satélites.

A aceleração devido a pressão de radiação solar é dada pela equação:

$$\vec{F} = \left[\frac{\gamma}{m} (G_x F_x \hat{X} + G_z F_z \hat{Y}) + Y_{bl} \hat{Y} \right]$$

Para a modelagem matemática foram usadas as equações de forças em relação aos eixos X e Z, dadas por:

$$F_x = -8.96 \sin \beta + 0.16 \sin 3\beta + 0.10 \sin 5\beta - 0.07 \sin 7\beta$$

$$F_z = -8.43 \cos \beta,$$

onde β é o ângulo entre o eixo +Z do satélite e a direção do Sol.

Assim, estas equações são adequadas para a determinação da órbita do satélite GPS considerando para isto a modelagem da pressão de radiação solar.

Um outro importante fator que gera influência sobre o satélite GPS a ser analisado é o efeito de atração gravitacional do Sol e Lua no satélite, descrito aqui matematicamente pela correspondente equação:

$$a_{pm} = \mu_p \left(\frac{r_p - r}{|r_p - r|^3} - \frac{r_p}{|r_p|^3} \right)$$

onde r_p é a posição inercial do vetor do corpo perturbador em estudo (Sol ou Lua), r é o vetor posição do satélite GPS e μ_p é o coeficiente gravitacional do corpo perturbador (Sol ou Lua).

Utilizando-se do conceito de equações diferenciais ordinárias (EDOs), transformação de coordenadas entre os sistemas local e inercial, e integração numérica, integrou-se as equações da aceleração resultante, obtendo-se com isto uma trajetória mais precisa.

Portanto, para atingir os objetivos deste trabalho, diversas rotinas foram implementadas em Fortran 77, e com isto, inúmeros dados numéricos foram gerados. Desta forma, permitiu-se estabelecer parâmetros de comparação física dos efeitos da pressão de radiação solar e gravitacional de um terceiro corpo na trajetória do satélite GPS.

A partir desta modelagem e software desenvolvido elaborou-se um manual de uso do software para usuários pesquisadores de Satélites GPS. Com isto disponibilizou-se uma facilidade computacional para pré-análise das influências de forças como pressão de radiação solar e gravitacionais relacionada a um terceiro corpo, visando-se com isto poder estabelecer parâmetros mais precisos para determinação da órbita de satélites GPS.