



Evolução Dinâmica das Funções de Distribuição de Velocidades do Plasma da Magnetosfera Terrestre

Bianca Eliza Corrêa
Rudi Gaelzer (orientador)

1. Introdução

Magnetosferas planetárias podem se formar com a interação entre os campos magnéticos do planeta, e o plasma que chega à região. Neste trabalho, a região de interesse da magnetosfera terrestre é onde se encontram os *cinturões de Van Allen*, formados por partículas de alta energia aprisionadas no campo geomagnético.

O aprisionamento pode ser analisado a partir das consequências de uma *teoria orbital* [1], construída a partir da hipótese de que os campos variam suavemente no espaço; ou, utilizando o campo magnético dipolar como uma aproximação para a geometria do campo terrestre na região, uma análise pode ser feita do *potencial efetivo* [2] que surge na Hamiltoniana da partícula.

2. Referencial Teórico

Na teoria orbital, o movimento de deriva das partículas na direção leste-oeste está associado à inhomogeneidade espacial do campo magnético, que dá origem a forças devido ao gradiente e à curvatura das linhas de campo. Já o aprisionamento é previsto como consequência da invariância aproximada do *momento magnético* da partícula, que causa a sua "repulsão" de regiões de linhas de campo convergentes. Esse efeito faz com que as partículas, sob certas condições iniciais, sofram reflexões sucessivas ao se moverem em direção aos pólos magnéticos.

Quando se estuda a dinâmica da partícula imersa em um campo magnético dipolar, a Hamiltoniana do sistema pode ser interpretada (em coordenadas cilíndricas) como a de uma partícula se movendo no plano ρz (Figura 1b) sob efeito de um potencial. Este potencial apresenta um poço (Figura 1a), o que implica no confinamento espacial da partícula dependendo de suas condições iniciais.

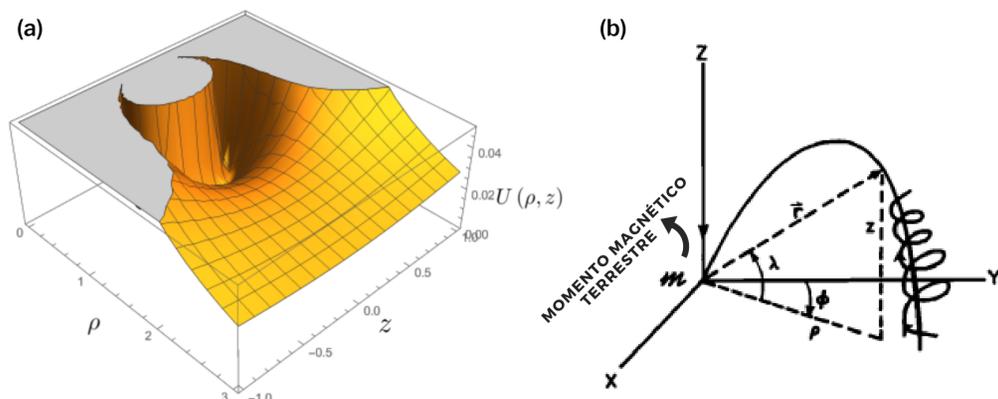


Figura 1: (a) Poço do potencial efetivo (b) Coordenadas cilíndricas utilizadas por [2].

3. Metodologia

Para estudar as condições de aprisionamento das partículas que entram em contato com um campo dipolar, foi escrito um código computacional para resolver as equações de movimento. O método numérico de resolução de equações diferenciais ordinárias utilizado foi o Runge-Kutta de 5ª ordem com passo temporal fixo, como descrito em [3]. Foi desenvolvido também uma simulação computacional para a visualização dos resultados. As partículas são supostas não-interagentes.

4. Resultados

A Figura 2 mostra as trajetórias de 5 partículas, com condições iniciais arbitrárias para as componentes de velocidade, após 10.000 passos temporais de tamanho 0,01. Todas partiram do mesmo ponto no equador magnético. As coordenadas nos eixos do gráfico são cartesianas adimensionais, conforme as definições em [2].

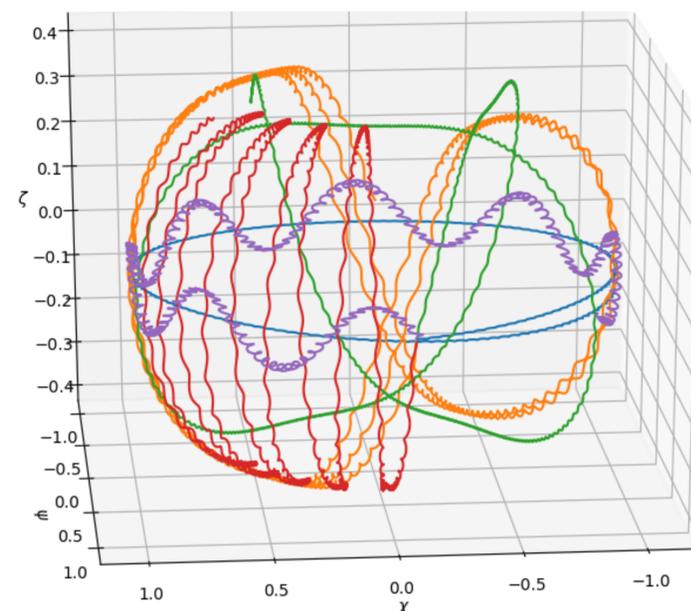


Figura 2: Trajetórias calculadas numericamente.

5. Referências

- [1] J. A. Bittencourt. *Fundamentals of Plasma Physics*. Springer-Verlag, New York, third edition, 2004,
- [2] A. J. Dragt. Trapped orbits in a magnetic dipole field. May 1965. *Reviews of Geophysics*, 3(2):255 - 298
- [3] W. H. Press, S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling, and B. P. Flannery. *Numerical Recipes in C 2nd Edition: The Art of Scientific Computing*. Cambridge University Press, 1997.