

INTRODUÇÃO AO ESTUDO DAS EQUAÇÕES DE MAGNETO-HIDRODINÂMICA APLICADA A FÍSICA DE PLASMA ESPACIAL: ASPECTOS NUMÉRICOS

Elias Guilherme Correa Lovato¹, (IFSP, Bolsista PIBIC/CNPq)
 Margarete Oliveira Domingues², (CTE/LAC/INPE, Orientadora)
 Mariana Pelissari Monteiro Aguiar Baroni³, (IFSP, Coorientadora)

RESUMO

Faz-se um estudo de um modelo magneto-hidrodinâmico. Fisicamente, esse modelo descreve o comportamento de fluidos compressíveis e condutores elétricos sobre a influência de um campo elétrico externo. Esse modelo é composto do seguinte sistema de equações diferenciais parciais:

$$\frac{\partial}{\partial t} \begin{pmatrix} \rho \\ \rho \mathbf{u} \\ \mathbf{B} \\ E \end{pmatrix} + \nabla \cdot \begin{pmatrix} \rho \mathbf{u} \\ \rho \mathbf{u} \mathbf{u} + I \left(p + \frac{\mathbf{B} \cdot \mathbf{B}}{2} \right) - \mathbf{B} \mathbf{B} \\ \mathbf{u} \mathbf{B} - \mathbf{B} \mathbf{u} \\ \left(E + p + \frac{\mathbf{B} \cdot \mathbf{B}}{2} \right) \mathbf{u} - \mathbf{B} (\mathbf{u} \cdot \mathbf{B}) \end{pmatrix} = 0$$

em que I é a matriz identidade 3x3, ρ é a densidade, \mathbf{u} é a velocidade, p a pressão, \mathbf{B} o campo magnético e E a energia, definida como:

$$E = \frac{p}{\gamma - 1} + \rho \frac{\mathbf{u} \cdot \mathbf{u}}{2} + \frac{\mathbf{B} \cdot \mathbf{B}}{2}.$$

É acrescido a este sistema a restrição física de divergência nula do campo magnético, o que nem sempre é respeitado numericamente. Adota-se uma versão bidimensional discreta em volumes finitos desse modelo que mantém essa restrição controlada evitando degenerescência das soluções numéricas. Em particular, este estudo, avalia-se os efeitos de alguns parâmetros numéricos na formação de instabilidades tipo Kelvin-Helmholtz tipo *olho-de-gato*. Esta é uma instabilidade de grande importância na física espacial do espaço próximo. De um modo geral, as instabilidades tipo Kelvin-Helmholtz surgem quando dois fluidos, cuja densidade e/ou a velocidade sejam diferentes, estejam em contato um com o outro gerando uma tensão de cisalhamento sobre as superfícies de contato, criando assim uma situação de desequilíbrio. No caso de interesse, o campo magnético auxilia no processo de estabilização. Em particular, realizou-se a simulação em volumes finitos desse fenômeno utilizando diversos limitadores do tipo *Total Variation Diminishing* (TVD) proveniente do ambiente numérico CARMEN-MHD, desenvolvido no INPE, e comparou-se seus efeitos no fenômeno simulado. Dentre os limitadores disponíveis, foram utilizados: *Min-Mod*, *Van Albada I*, *Van Leer*, *Superbee*, *Monotonized Central*, *Koren*, *Ospre*, *UMIST*, *Osher*, *Sweby* e *No Limiter* (Sem Limitador).

¹E-mail: eliasgcl@yahoo.com.br

²E-mail: margarete.domingues@inpe.br

³E-mail: mariana.baroni@gmail.com