

7 Conclusões

A motivação principal do presente trabalho é reformular a partir de primeiros princípios o comportamento estocástico do gás granular¹, feito previamente no contexto de um sistema granular com esfriamento, integrando um método de alimentação de energia, neste caso, o modelo democrático¹⁴. Cremos que isto seja importante já que os resultados obtidos em ¹ têm sido aplicados com sucesso tanto na descrição do comportamento inelástico dos grãos durante uma colisão²⁰ como na derivação da hidrodinâmica de gases granulares diluídos²⁹.

Tecnicamente, partimos da eliminação dos graus de liberdade rápidos (internos) do sistema descrito pela equação geral de Liouville que implementa a alimentação de energia externa (Liouville-like Master-Equation). Esta equação é de fato a de Liouville mais um termo de alimentação de energia que acopla o sistema a um banho térmico. Um parâmetro típico, pequeno, que aparece naturalmente para estabelecer a escala de tempo é o seguinte

$$\varepsilon \equiv \sqrt{\frac{m k_B T}{\mu T_g}} \sim 10^{-3} \ll 1.$$

Posteriormente, uma expansão neste parâmetro conduz a uma equação de Fokker-Planck que incorpora o termo de alimentação de energia, e mostra ser consistente, em forma, com o obtido previamente¹. Para poder estudar a hidrodinâmica granular a partir desta equação, usamos o método de extensão de tempo²⁸ e obtemos, como uma equação de consistência, uma equação de Boltzmann apropriada para baixa densidade, limite de baixa dissipação. Comparando com a referencia.¹¹, reavemos os resultados a partir da expansão em polinômios de Sonine em baixa ordem de densidade e dissipação, como esperado. Também estudamos a dependência da distribuição com respeito a valores grandes da velocidade tanto para o estado de esfriamento homogêneo como para o estado estacionário com alimentação de energia e concluimos que os resultados são consistentes, na ordem de aproximação correta, com os já obtidos por diferentes métodos¹¹.

Em resumo, o método descreve satisfatoriamente a física dos sistemas inelásticos de baixa densidade, limite de baixa dissipação, que recebem

energia externa. As equações estocásticas obtidas são consistentes com as obtidas por outros métodos, sendo assim capaz de servir como uma base para outras teorias que descrevam o fluxo dos sistemas granulares.