**Título:** Um modelo de momentos para a dinâmica de plasmas a colisionalidades arbitrárias

**Nome:** Rogério Manuel Cabete de Jesus Jorge

**Doutoramento em** Engenharia Física Tecnológica

**Orientadores:** Prof. Nuno Filipe Gomes Loureiro e Prof. Paolo Ricci

Resumo

Apesar de nas últimas décadas se ter verificado um desenvolvimento significativo, ainda não foi concebido um modelo capaz de descrever a região periférica de máquinas de fusão por confinamento magnético, estendendo-se desde o bordo até à scrape-off layer. A dificuldade reside no facto de esta região ser caracterizada pela presença de flutuações turbulentas a escalas espaciais muito distintas, compreendidas entre o raio de Larmor dos eletrões e a dimensão da máquina, pela presença de fortes fluxos de plasma, por componentes de equilíbrio e flutuantes de amplitude comparável, e por uma ampla gama de regimes colisionais. A ausência de um modelo adequado tem posto em causa a nossa habilidade para simular corretamente a dinâmica do plasma nesta região, sendo tal necessário para prever o fluxo de calor na parede de máquinas de fusão futuras, a transição L-H, e a dinâmica de ELMs. Estas são algumas das questões mais importantes no caminho para um reator de fusão. Na presente tese, um modelo de deriva-cinética e um modelo girocinético capazes de descrever a dinâmica de plasma na periferia do tokamak são desenvolvidos, levando em conta flutuações eletrostáticas a todas as escalas relevantes, permitindo componentes de equilíbrio e flutuantes de amplitude comparável. Além disso, os modelos implementam um operador de colisão de Coulomb completo, sendo assim válidos para regimes de colisionalidade arbitrária. De modo a obter uma implementação numérica dos modelos, a equação cinética obtida é projetada numa base polinomial de Hermite-Laguerre no espaço das velocidades, obtendo assim uma hierarquia de momentos. O tratamento de colisionalidades arbitrárias é feito expressando o operador de colisão de Coulomb em coordenadas de centro-guia e de girocentro, fornecendo assim uma fórmula fechada para a sua média de giração em termos de momentos da função de distribuição, colmatando assim uma lacuna de longa data na literatura. O uso de fechos sistemáticos para truncar a equação de hierarquia de momentos, tais como o fecho semi-colisional, permite uma seleção imediata do conteúdo de física cinética contida no modelo. Num regime eletrostático de alta colisionalidade, o nosso modelo reduz-se a um conjunto melhorado de equações de deriva reduzidas de Braginskii, que têm sido amplamente utilizadas em simulações da scrape-off layer. Os primeiros estudos numéricos baseados no nosso modelo são apresentados, levando assim à compreensão de alguns pontos essenciais sobre a interação entre mecanismos não colisionais e colisionais, utilizando um operador de colisão de Coulomb adequado. Em particular, estudamos a dinâmica de ondas de plasma eletrónicas e a instabilidade de ondas de deriva a colisionalidades arbitrárias. Uma comparação é feita com o limite não colisional e operadores de colisão simplificados utilizados em códigos de simulação atuais, onde grandes desvios nas taxas de crescimento e espetro de modos próprios são encontrados, especialmente a níveis de colisionalidade relevantes para máquinas de confinamento magnético presentes e futuras.

Palavras-chave: Física de Plasmas, Fusão Nuclear, Confinamento Magnético, Turbulência de Plasma, Instabilidades de Plasma