UDESC UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA

Seminário de Iniciação Científica
Universidade do Estado de Santa Catarina
29º SIC UDESC

SIMULAÇÃO DE PLASMA PARA APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS

Gabriel Amâncio Hoerning[1], Julio César Sagás[2]

[1] Acadêmico(a) do Curso de Licenciatura em Física CCT – bolsista PROBIC/UDESC
2 Orientador, Departamento de Física CCT – julio.sagas@udesc.br

Palavras-chave: Plasma, Simulação, Argônio.

Plasmas são essencialmente gases ionizados, ou seja, uma mistura de íons, elétrons e partículas neutras. A ionização do gás é possível ao injetar energia no sistema. Energia esta que pode ser suprida na forma de campos elétricos, reações químicas ou calor [1]. O objetivo desta pesquisa foi estudar o comportamento de plasmas de argônio gerados por um campo elétrico estacionário em baixa pressão.

O trabalho foi dividido em duas partes. Na primeira, simulações foram realizadas com o programa Bolsig+ para obter a solução da equação de Boltzmann, que fornece a função distribuição de energia dos elétrons (FDEE) em um plasma. Geralmente a FDEE pode ser resolvida para uma dada descarga com base nas colisões possíveis e suas respectivas sessões de choque [2]. Apesar de fornecer a solução, se faz necessário uma série de simplificações na equação de Boltzmann [2]. Os resultados conferidos das simulações se deram quanto às dependências e variações da FDEE à parâmetros do sistema como pressão, temperatura e campo elétrico. No entanto o programa não modela a química do plasma, ou seja, não determina a evolução das densidades das espécies presentas.

Para contornar este problema, na segunda parte do trabalho, utilizou-se o programa ZDPlasKin. O ZDPlasKin incorpora o Bolsig+ para resolver a equação de Boltzmann, com isto é capaz de resolver a cinética química do plasma em função do tempo fornecendo as densidades das espécies envolvidas no gás de acordo com as condições iniciais do plasma [3]. Usando as reações químicas e taxas de reação de acordo com [4] e seções de choque com [5], estudou-se a cinética que envolvia o gás argônio. Simulando descargas em pressões de 0,40 Pa, 1,3 Pa, 4,0 Pa e 6,7 Pa em um intervalo de campo elétrico reduzido (razão entre campo elétrico e densidade do gás) de 10 Td a 100 Td foi possível verificar como a densidade das espécies variam de acordo com estes parâmetros.

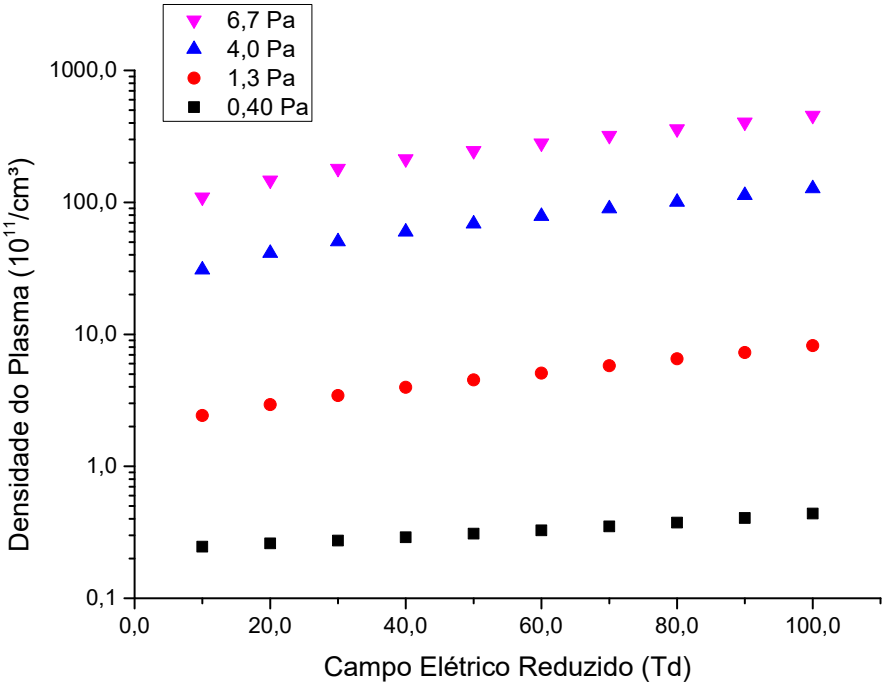

Fig. 1. *Densidade do plasma em função do campo elétrico reduzido para diferentes pressões.*

A fig. 1 que compila os dados gerados pelo programa mostra que a densidade do plasma aumenta com a pressão do gás devido a maior frequência de colisões.

Com o uso de um programa auxiliar, o QTPlasKin, é possível analisar a relevância das reações químicas do modelo para o estado estacionário da densidade do plasma. Ao fazer este estudo pode-se concluir que das 5 reações químicas que interferem na densidade e plasma, 3 contribuem com menos de 0,01% no resultado final. Para outras quantidades das espécies envolvidas no plasma também é possível fazer a mesma análise, assim averiguando quais reações são realmente significativas nos modelos. Para sistemas mais complexos esta informação é útil já que uma vez que sabendo as reações relevantes é possível diminuir o processamento computacional necessário para se fazer os cálculos, mas mesmo assim conseguindo resultados precisos.

Referências

[1] A von Keudell and V Schulz-von der Gathen 2017 *Plasma Sources Sci. Technol.* **26** 113001.
[2] G J M Hagelaar and L C Pitchford 2005 *Plasma Sources Sci. Technol.* **14** 722
[3] S. Pancheshnyi, B. Heisman, G.J.M. Hagelaar, L.C. Pitchford, Computer code ZDPlasKin, http://www.zdplaskin.laplace.univ-tlse.fr (University of Toulouse, LAPLACE, CNRS-UPS-INP, Toulouse, France, 2008).
[4] M. H. Lee, S. H. Jang, and C. W. Chung, Phys. Plasmas **13**, 053502
[5] Hayashi database, www.lxcat.net, retrieved on July 3, 2019.