

DESCARGAS LUMINESCENTES EM GAIOLA CATÓDICA¹

Gabriel Corteletti Camargo², Julio Cesar Sagas³

¹ Vinculado ao projeto “Descargas Luminescentes Gerados por Fontes Bipolares Pulsadas”

² Acadêmico do Curso de Licenciatura em Física – CCT – Bolsista PIBIC/CNPq

³ Orientador(a), Departamento de Física – CCT – julio.sagas@udesc.br

Plasmas gerados em gaiola catódica são de amplo uso no tratamento superficial de materiais como polímeros e metais. Em um reator de gaiola catódica, o cátodo consiste em uma malha metálica, sendo o porta-amostra inserido no interior desta malha. Uma das vantagens do sistema de gaiola catódica é poder gerar um alto fluxo de energia para o substrato quando o plasma se forma no interior da gaiola ou restringir este mesmo fluxo, quando o plasma se forma fora da gaiola, o que é útil para o tratamento de materiais termicamente sensíveis. A região de formação do plasma é dependente do produto entre a pressão de trabalho e o tamanho dos furos da gaiola (produto pd). Neste trabalho, a formação de plasma em um sistema de gaiola catódica foi analisada através de medidas experimentais do potencial flutuante do substrato e de simulações numéricas.

O sistema de gaiola catódica utilizado é constituído por uma campânula de vidro, posta sobre uma base de aço inoxidável (aterrada), sendo o ânodo do sistema, assim como a espiral difusora do gás de trabalho que permanece aterrada [1]. O cátodo é constituído por uma grade metálica de aço inoxidável. Neste trabalho, foram utilizadas duas grades com percentuais de 34 e 64% de área aberta. A metodologia experimental abordada foi realizar ensaios varrendo as tensões de -300 à - 600 V DC para pressões de trabalhos de 0,51 Torr a 1,2 Torr, aferidos por um medidor de pressão do tipo Pirani, modelo *Edwards Active Digital Controller 15W MAX*. As medidas de potencial flutuante da amostra foram medidos para todos os casos utilizando multímetro *Minipa ET-1110 DMM*, com uma de suas ponteiros ligadas ao terra e a outra ponteira ligada ao porta-amostra. A tensão foi fornecida por uma fonte *Pinnacle Plus* da marca *Advanced Energy*. A tensão e a corrente da descarga foram monitoradas através da própria fonte.

Usando uma geometria de 64% de área aberta foi observado experimentalmente que o plasma é formado na região interna à gaiola em toda a faixa de parâmetros utilizada. Modificando a geometria da gaiola para uma área aberta de 34%, utilizando os mesmos parâmetros anteriores, foi observado que o plasma se mantém na região externa à gaiola. Foi contabilizado para ambos os casos a medida de potencial flutuante da amostra, indicando a tensão a concentração de cargas na superfície do substrato. No caso do plasma formado na região interna à gaiola, o potencial flutuante se manteve menos negativo e próximo de 0 V, o que caracteriza que a amostra estava imersa em plasma. No caso do plasma formado na região externa, o potencial flutuante se manteve próximo da tensão aplicada à fonte, indicando que o substrato estava mais negativamente carregado em relação ao terra (figura 1). Para ambas as geometrias, as medidas foram realizadas tanto aumentando quanto diminuindo a tensão. O objetivo destas medidas era verificar a possível ocorrência de histerese no comportamento do potencial flutuante, causado pela

mudança de local de formação do plasma. Como pode ser visto na figura 1, não foi detectada nenhuma histerese.

Na parte numérica, foram realizadas simulações do reator da gaiola catódica, pelo *software COMSOL Multiphysics*, que utiliza o modelo de fluidos para modelar o plasma, partindo da solução da equação de Boltzmann. A geometria da gaiola catódica foi transportada de forma simplificada para o programa em 2D. A metodologia aplicada foi na alteração da geometria da gaiola via *software COMSOL*, alterando o tamanho dos furos da gaiola do sistema, varrendo as pressões de trabalho de 100 mTorr a 700 mTorr a tensões de -150 e -180 V. A variação do tamanho dos furos modificou a região onde o plasma foi formado,. Para a gaiola com furos maiores, o plasma foi gerado na região interna à gaiola para toda a varredura de pressão e com furos menores, o plasma se manteve fora da gaiola até atingir 600 mTorr, quando o plasma penetrou na região interna da gaiola (figura 2). Os resultados experimentais, juntamente com as simulações indicam que a alteração da geometria da gaiola, juntamente com variação de pressão influenciam onde o plasma será gerado. Para maiores áreas abertas, o plasma é formado na região interna à gaiola, enquanto que para menores áreas abertas, o plasma se forma na região externa à gaiola.

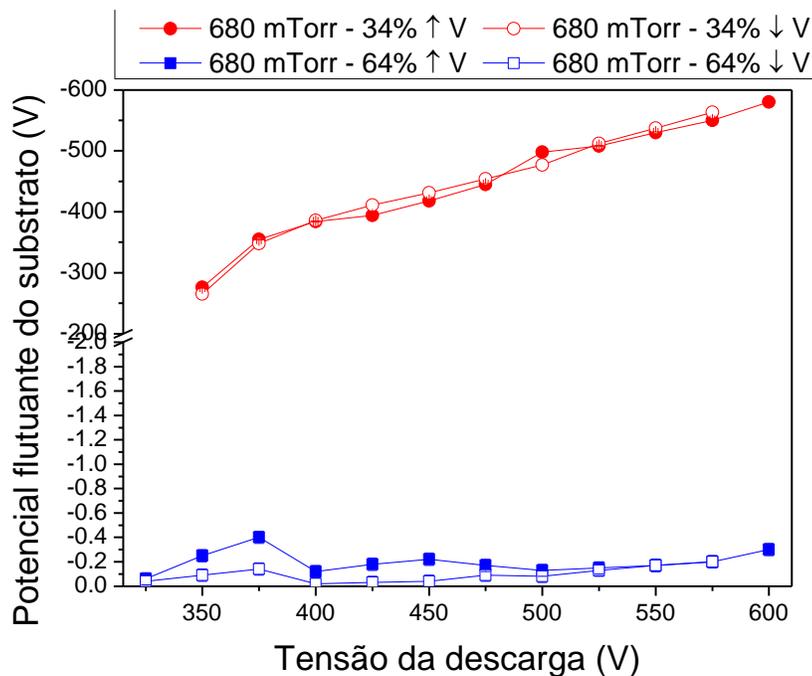


Figura 1. Potencial flutuante do substrato em função da tensão aplicada para malhas de 34% e 64% de área aberta

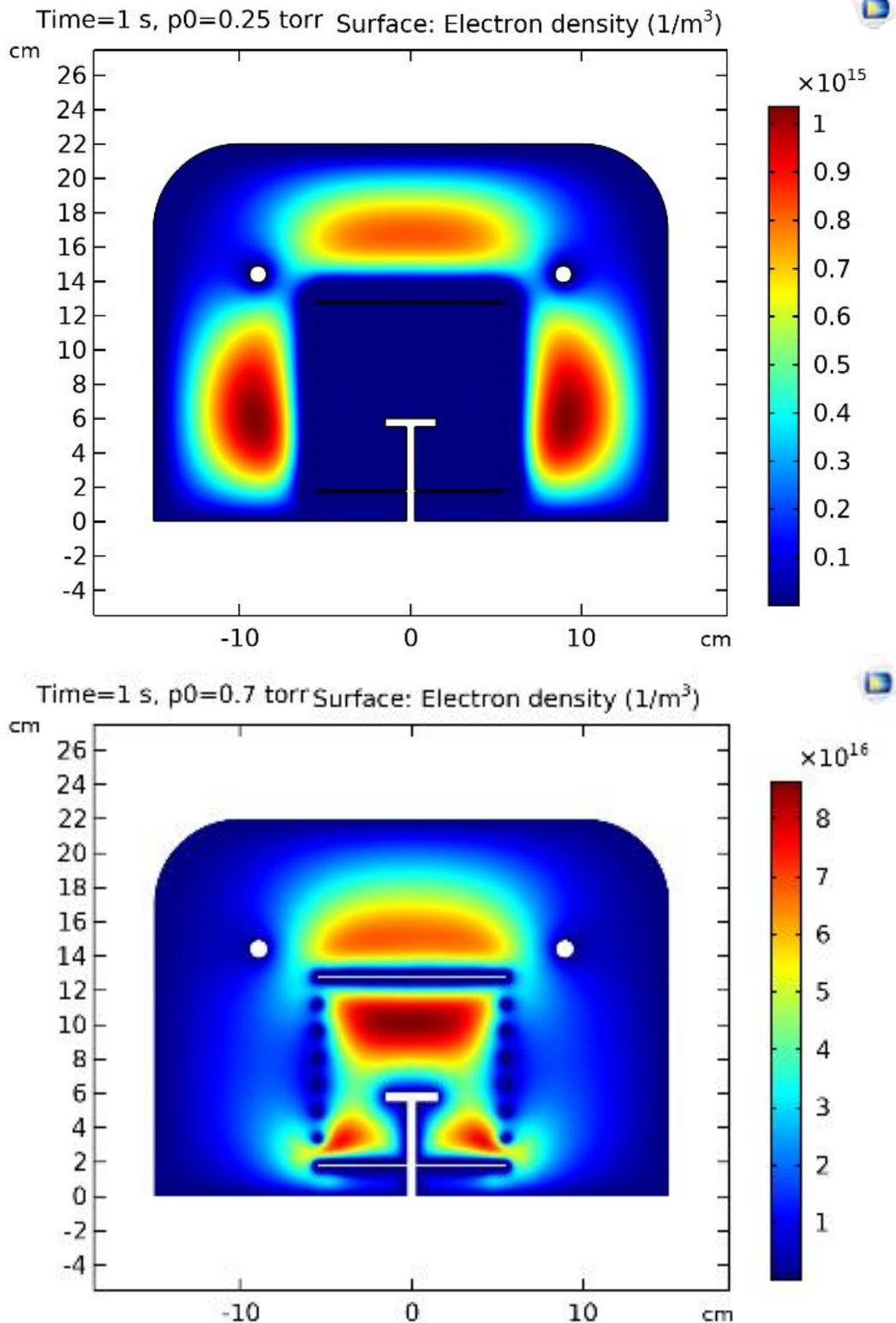


Figura 2. Distribuição de densidade de plasma para pressões de 250 mTorr com 20 furos (acima) e 700 mTorr com 14 furos (abaixo).

Os próximos trabalhos serão novos ensaios experimentais no reator da gaiola catódica para geometrias de gaiola entre 34 e 64% de área aberta, afim de identificar processos de histerese no potencial flutuante, devido a varredura de tensão no sistema à uma pressão de trabalho fixa e melhorar as simulações da gaiola catódica se aproximando dos parâmetros usados experimentalmente.

[1] - Corrêa, Felipe Hilário. (2018). Funcionalização de Fibras de Carbono por Plasma Pulsado em Gaiola Catódica. Joinville: Filipe Hilário. 61 p.

Palavras-chave: Plasma, potencial flutuante, gaiola catódica.