

## DESCARGA LUMINESCENTE EM GAIOLA CATÓDICA<sup>1</sup>

Gabriel Corteletti Camargo<sup>2</sup>, Julio César Sagás<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Vinculado ao projeto “Descargas luminescentes geradas por fontes pulsadas bipolares”

<sup>2</sup> Acadêmico (a) do Curso de Licenciatura em Física – UDESC CCT– Bolsista PROBIC/CNPq

<sup>3</sup> Orientador, Departamento de Física – UDESC CCT – julio.sagas@udesc.br

Descargas luminescentes convencionais podem ser ajustadas para diferentes tipos de processos através da mudança no arranjo dos eletrodos. Por exemplo, os chamados sistemas de gaiola catódica podem ser utilizados para blindar uma amostra do plasma, restringindo o fluxo de partículas carregadas. Nesta situação, o plasma é formado fora da gaiola, enquanto a amostra é mantida em seu interior. A partir de medidas experimentais e de simulações anteriores foi verificado que o local de formação do plasma depende da pressão de trabalho e da geometria da gaiola. A complexidade da geometria dos eletrodos torna este tipo de descarga um desafio para simulações espaciais, dado o grande número de variáveis e suposições que afetam a simulação. Com o intuito de estudar o efeito da escolha da função distribuição de energia dos elétrons na simulação, foram simulados plasmas gerados em um sistema de gaiola catódica a pressão de trabalho de 100 mTorr em atmosfera de Ar, tanto para uma distribuição de Maxwell-Boltzmann quanto para uma distribuição de Druyvestein.

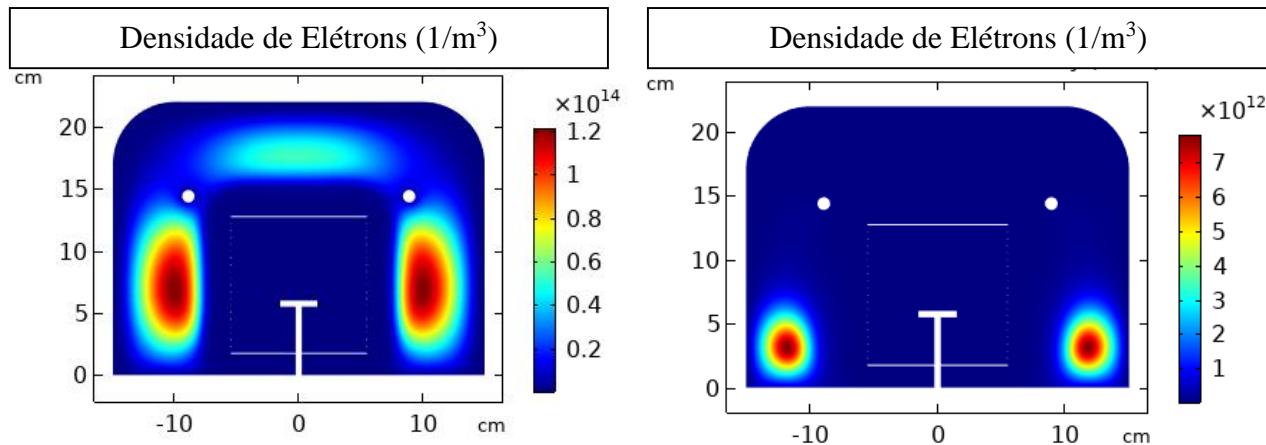
A geometria 2D do sistema adapta o reator instalado no laboratório. Apenas três espécies pesadas são consideradas: Ar neutro (Ar), Ar ionizado ( $Ar^+$ ) e Ar metaestável ( $Ar^m$ ). O conjunto de reações e as respectivas taxas são o conjunto padrão do *software* para plasmas de Ar. Na simulação, o cátodo (gaiola) é conectado a uma fonte de tensão contínua fixa em -150 V através de um resistor de 1000  $\Omega$ .

As simulações foram realizadas com o módulo de plasma do programa COMSOL *Multiphysics*, a partir da solução dos momentos da equação de Boltzmann, ou seja, trata-se de um modelo onde os elétrons são tratados como um fluido. A distribuição de Druyvesteyn decai mais rapidamente que a distribuição de Maxwell-Boltzmann para altas energias, ou seja, a população de elétrons de alta energia é menor.

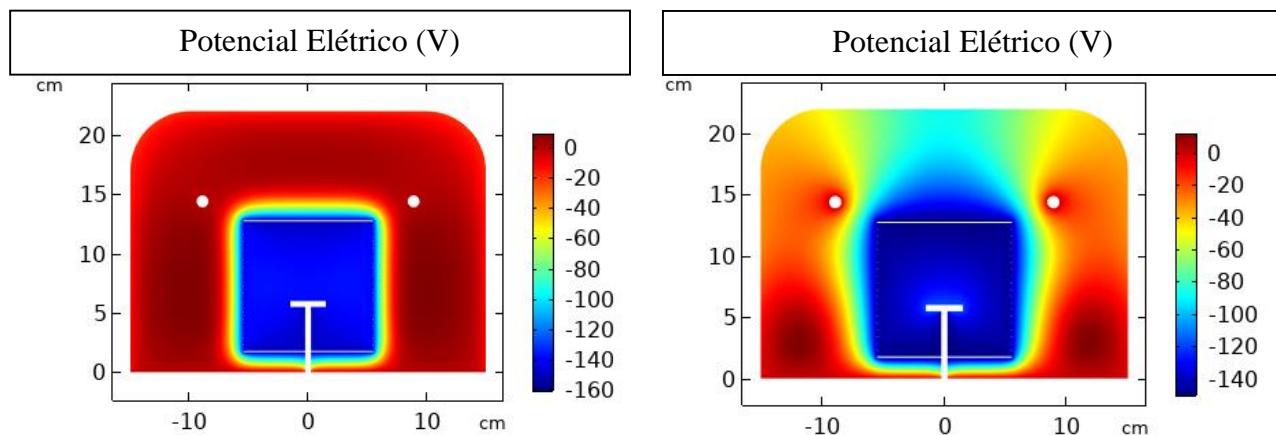
Observa-se que para a distribuição de Maxwell-Boltzmann o potencial está aproximadamente uniforme fora da gaiola, apresentando um gradiente de potencial entre a gaiola e a sua região externa. O plasma formado (figura 1, imagem à esquerda) possui densidade mais de 10 vezes maior quando comparado a distribuição de Druyvestein (figura 1, imagem à direita). A baixa densidade de plasma computada a partir da distribuição de Druyvesteyn pode estar associada a baixa população de elétrons de alta energia, ou seja, um baixo percentual de elétrons com energia acima da energia ionização do gás Ar (15,76 eV). Consequentemente, com a distribuição de Maxwell-Boltzmann a densidade de elétrons é maior e o plasma é formado em volta de toda a gaiola, enquanto com Druyvestein não há formação de plasma na parte superior.

A distribuição de potencial obtida com a distribuição de Druyvesteyn, (figura 2, imagem à direita), apresenta regiões de potencial próximos de zero (região avermelhada), que representa a formação de plasma (imagem 1, figura à direita). Ao longo da região externa da gaiola, onde o plasma não foi gerado, observa-se um gradiente de potencial entre a região da gaiola (mais negativa) e o potencial flutuante do reator (menos negativa). O mesmo não ocorre para a

distribuição de Maxwell-Boltzmann, onde o potencial externo à gaiola tem caráter uniforme e menos negativo (figura 2, imagem à esquerda) devido à maior densidade de plasma por toda a região externa à gaiola (figura 1, imagem à esquerda). Dentro da gaiola catódica, o potencial é próximo a tensão aplicada nos eletrodos (-150 V).



**Figura 1.** Distribuição da densidade de plasma para uma pressão de 100 mTorr, a partir da distribuição Maxwelliana (esquerda) e a partir da distribuição de Druyvestein (direita). A grade é fechada na parte inferior e no topo, tendo as aberturas somente na lateral. No centro da grade se encontra o porta-amostra. O ânodo possui formato circular e está localizado na parte superior do reator. A base do reator é aterrada e as paredes são dielétricas.



**Figura 2.** Distribuição do potencial elétrico à uma pressão de 100 mTorr com distribuição Maxwelliana (esquerda) e para uma pressão de 100 mTorr (direita) com distribuição de Druyvestein.

**Palavras-chave:** Plasma. Gaiola catódica. Modelo de fluidos.