

DESCARGAS LUMINESCENTES GERADAS POR FONTES PULSADAS BIPOLARES¹

Júlio César Costa², Julio César Sagás³.

¹ Vinculado ao projeto “Diagnóstico e simulação de plasmas gerados em descargas *magnetron*”

² Acadêmico (a) do Curso de Licenciatura em Física – CCT – Bolsista PROBIC

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

Plasma, popularmente conhecido como quarto estado da matéria, pode ser definido de maneira curta como uma mistura de íons, elétrons e, geralmente, partículas neutras. Ele pode ser gerado a partir do fornecimento de energia a um gás, para que este se torne parcialmente ou totalmente ionizado. Essa energia pode ser fornecida através de campos elétricos, reações químicas ou calor.

Há diversos tipos de plasmas, se diferenciando a partir de parâmetros, como o gás do qual é formado, a geometria do recipiente que o contém, a temperatura e pressão que são mantidas dentro recipiente, dentre outros fatores. Neste trabalho, se concentra o foco em plasmas de Ar gerados a partir de descargas luminescentes em baixa pressão, comumente geradas dentro de um aparato que consiste em um longo cilindro de vidro que contém o gás, com um ânodo e um cátodo posicionados em cada extremidade do cilindro. O gás dentro do cilindro se ioniza ao adquirir energia suficiente provinda de um campo elétrico gerado entre os dois eletrodos, após se estabelecer uma tensão elétrica entre eles.

O principal objetivo do trabalho é simular plasmas gerados no aparato descrito, quando a tensão estabelecida entre os eletrodos é pulsada ou alternada. O modelo computacional foi desenvolvido usando o módulo de plasma no software *COMSOL Multiphysics*, que já dispõe da geometria do recipiente que contém o plasma, consistindo em um cilindro de 5 cm de raio e 40 cm de altura, com um ânodo aterrado em uma extremidade e um cátodo na outra. Na figura 1 é possível ver a geometria do modelo, que é uma seção transversal de todo o aparato, devido a sua simetria cilíndrica.

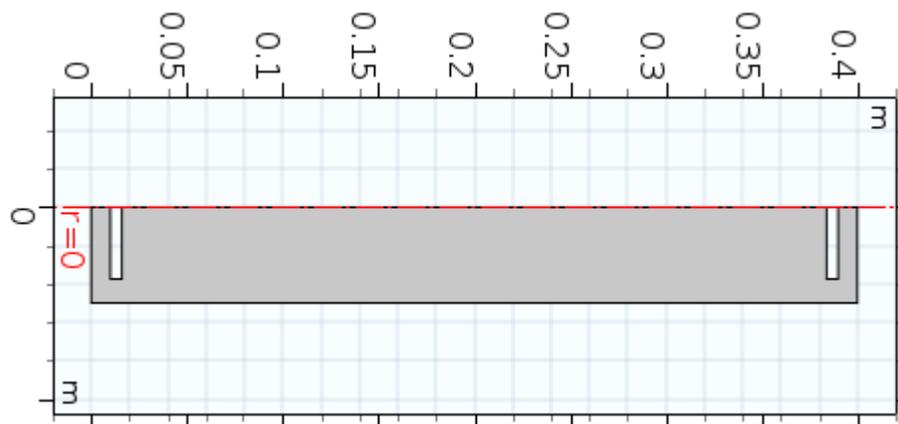


Figura 1. Geometria do modelo.

O programa utiliza um modelo de fluidos, ou seja, a simulação é realizada a partir da solução dos momentos da equação de Boltzmann. A função distribuição de energia dos elétrons é considerada maxwelliana e 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. A temperatura do gás foi fixa em 293,15 K e a pressão em 0,50 Torr. A tensão estabelecida entre os eletrodos é definida por uma função periódica que age como geradora de pulsos de tensão que oscilam entre o intervalo de -125 V e 125 V em uma determinada frequência. Foram estudadas duas funções periódicas, do tipo onda quadrada, com um *duty cycle* de 0,50 e uma onda senoidal. A onda quadrada oscila somente entre os valores de máximo e de mínimo de tensão de um intervalo, transitando bruscamente entre estes dois valores, enquanto a onda senoidal oscila suavemente entre os valores de máximo e de mínimo, assumindo também valores de tensão que estão dentro do intervalo estabelecido. O estudo se concentra em como essas ondas de tensão influenciam na distribuição espacial da densidade de elétrons do plasma, buscando compreender como o comportamento coletivo dos elétrons se configura dentro do aparato ao longo do tempo para diferentes valores de frequência da tensão aplicada.

Na figura 2, podemos ver como a densidade de elétrons se comporta sob o efeito de uma onda quadrada e uma onda senoidal, ambas a 100 Hz. Ficando claro como ao longo do tempo, a mudança brusca de tensão da onda quadrada acaba concentrando os elétrons em uma posição muito próxima ao cátodo ou ânodo, enquanto a onda senoidal, por sua suavidade, permite que a distribuição seja mais espalhada pelo centro do cilindro.

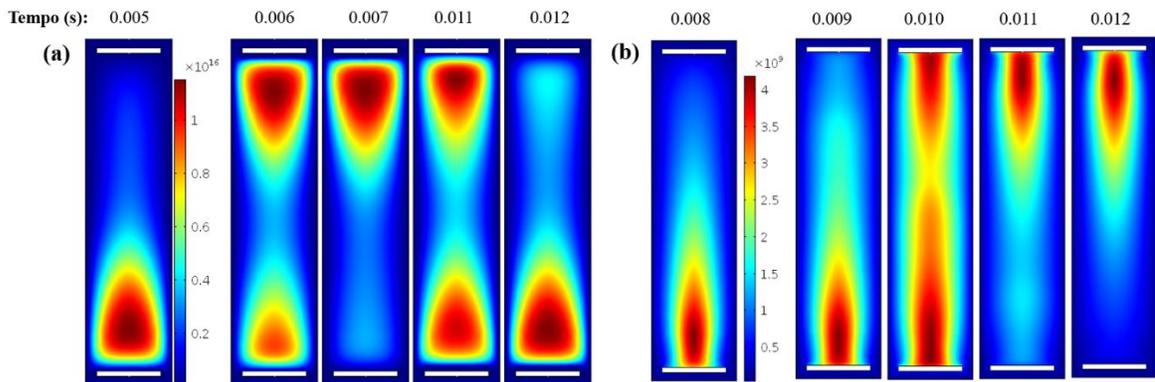


Figura 2. Densidade de elétrons do plasma evoluindo no tempo da esquerda para direita: (a) Para uma onda quadrada e (b) Para uma onda senoidal.

Palavras-chave: Plasma. Descarga Luminescente. Fonte pulsada bipolar.