



IV Encontro de Iniciação Científica e Tecnológica
IV EnICT
ISSN: 2526-6772
IFSP – Câmpus Araraquara
24 e 25 de outubro de 2019



ANÁLISE DO ESCOAMENTO INDUZIDO POR GEOMETRIAS COM MÚLTIPLOS ELETRODOS EM UM DISPOSITIVO ELETRO-HIDRODINÂMICO.

Anna Carolina Sant' Anna e José Antônio Garcia Croce
Instituto Federal de São Paulo - São Carlos
Área de conhecimento (Tabela CNPq): Área Exemplo – 3.12.01.01-6

RESUMO: Forças eletro-hidrodinâmicas apresentam características adequadas para serem utilizados para produzir e manipular escoamentos. Um de seus grandes méritos consiste na falta de partes móveis para a introdução de quantidade de movimento em escoamentos. Utilizando a descarga elétrica por barreira dielétrica procura-se investigar experimentalmente o escoamento gerado por dispositivo eletro-hidrodinâmico com uma configuração de eletrodos múltiplos. O método já vem sendo estudado e tem boa ionização do meio, estabilidade, fácil estabelecimento e controle. Desta forma, foi projetada e montada uma configuração de eletrodos metálicos em uma placa de material dielétrico, para extração de dados experimentais.

PALAVRAS-CHAVE: Barreira Dielétrica; Eletrodos; Escoamento.

INTRODUÇÃO

O fenômeno eletro-hidrodinâmico tem mostrado vantagens por não haver partes móveis na produção de um escoamento com boas condições aerodinâmicas, onde pode-se produzir e manipular uma área de fluido ionizado e controlável, em cima de uma parede sólida. Configurações diferentes de eletrodos proporcionam condições diferentes ao escoamento, El Doubi (2018) identificou os efeitos no escoamento de ar de uma configuração de atuador de plasma de descarga da barreira dielétrica.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma placa de eletrodos para analisar novas condições experimentais e medir a velocidade induzida do fluido sem a ação de escoamentos externos, visando futuramente sua aplicação em aeronaves. A aplicação pode melhorar situações problemáticas na camada limite dos aerofólios, como arrasto, podendo trazer economia de combustível e melhora de performance. Para tanto, foi necessário atribuir uma nova distância do terceiro eletrodo em relação ao segundo, como o proposto por El Doubi (2018) para identificar os efeitos causados pelo efeito eletro-hidrodinâmico do tipo DBD dessa nova configuração. Uma vez que testada essa nova configuração, podemos analisar se trouxe resultados positivos ou negativos sobre a velocidade do escoamento.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Foram observadas as configurações usadas por El Doubi (2018) e tomando por base as suas pesquisas pensou-se em dimensões de eletrodos que não foram estudados por ele. A Figura 1 apresenta uma visão tridimensional do tipo de configuração se pretende estudar, a qual apresenta a posição dos eletrodos em um modelo com três eletrodos.

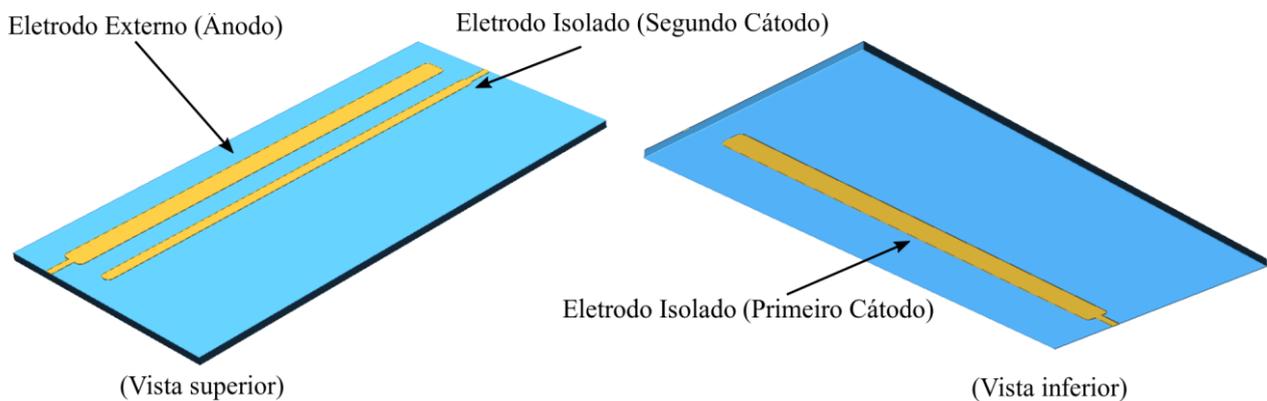
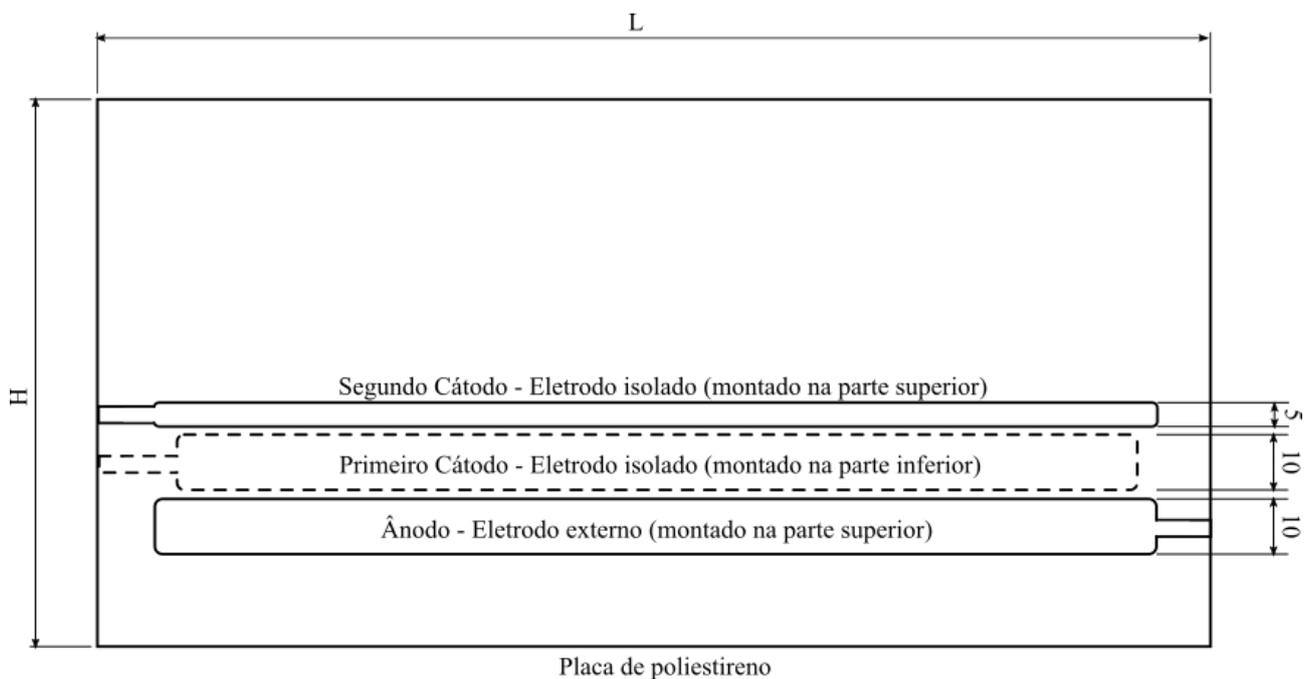


Figura 1. Duas vistas do conceito experimental que se pretende ensaiar.

METODOLOGIA

Optou-se por projetar um modelo com três eletrodos, com geometria um pouco diferente da usual a partir do estabelecido na literatura. O projeto desses modelos foi realizado em um aplicativo CAD, no qual foi possível fazer os desenhos técnicos com as dimensões na escala adequada. O modelo foi produzido de forma simplória com uma placa de acrílico de dimensões 249 mm x 157 mm, com eletrodos de folhas finas de alumínio que tem suas dimensões estabelecidas na Figura 2.



Ânodo - Eletrodo externo → Comprimento = $0,85 \times L$

Primeiro Cátodo - Eletrodo isolado → Comprimento = $0,75 \times L$

Segundo Cátodo - Eletrodo isolado → Comprimento = $0,85 \times L$

Distância de separação entre os eletrodos = 1 mm

Figura 2. Dimensões do modelo experimental projetado.

O atuador básico será composto de eletrodos planos baseados nas configurações investigadas por Erfani et al. (2011). Foram confeccionados com folhas de alumínio fino, com espessura de 0,05 mm. O

eletrodo externo (o que induz o escoamento) tem dimensões de 212 mm de comprimento (que é o mesmo do terceiro eletrodo), 10 mm de largura enquanto que os outros eletrodos têm respectivamente 187 mm e 212 mm de comprimento e 10 mm e 5 mm de largura, de acordo com a configuração estudada. Os eletrodos foram fixados, com a utilização de uma fita adesiva de dupla face, sobre uma placa de acrílico com 3 mm de espessura. Pequenas extensões dos eletrodos foram feitas de forma a servirem de barras de alimentação, chegando até as bordas da placa, onde os cabos de alimentação da fonte de tensão são conectados por meio de garras jacaré.

Uma fonte de alta-tensão e alta frequência já foi desenvolvida e construída especificamente para este trabalho. Essa fonte pode fornecer uma tensão que varia entre aproximadamente 1kVolts até 10 kVolts, com uma máxima corrente de saída da ordem de 20 mA. Esta fonte de alta-tensão fornece estas tensões sobre a forma de corrente alternada (C.A.) com a frequência variando entre 1 kHz até aproximadamente 10 kHz. Um gerador de onda quadrada aciona um transistor de potência que, por sua vez, aciona a bobina para a produção da alta-tensão.

O perfil de velocidades induzido será medido através de uma sonda tipo Tubo de Pitot utilizada na medição do perfil de velocidades em camada limite, ou seja, com a entrada do tubo voltada para o escoamento achatada, no formato oblongo. A geometria da entrada tem uma largura de 2 mm e altura interna de 0,1 mm. A saída do tubo foi conectada em uma das entradas de um sensor de pressão modelo MPXV5004DP. Os dados medidos pelo sensor de pressão serão lidos em uma placa de aquisição de dados das National Instruments®. O equipamento de aquisição de dados a ser utilizado é o modelo NI USB – 6212, que contém um conversor analógico/digital de 16 canais com 16 bits de resolução e taxa de aquisição na faixa de 250.000 amostras por segundo. Devido a configuração do sensor fornecer tensões de corrente contínua, na faixa de 1,0 V a 4,92 V, serão medidas tensões elétricas simples. Este equipamento será conectado a um computador, no qual um aplicativo feito em LabView® fará a leitura, apresentação e armazenamento dos dados lidos. A Figura 3 apresenta o arranjo experimental para a realização dos ensaios experimentais.



Figura 3. Equipamento utilizado para a realização dos ensaios.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi realizado um experimento preliminar para se verificar o funcionamento do sistema de produção de tensão. As Figura 4 e 5 apresentam imagens do experimento, nas quais podem ser vistas a parte iluminada que consiste na área de influência principal da descarga elétrica e onde é induzido o escoamento junto a superfície da placa.

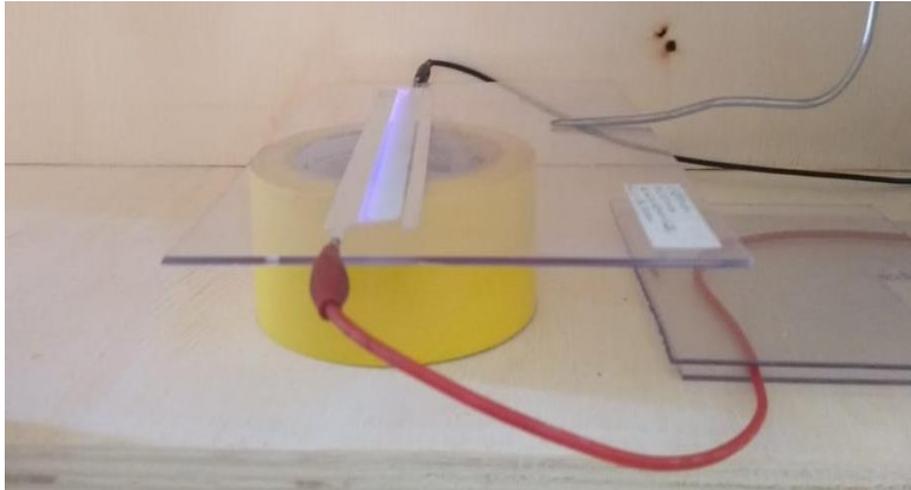


Figura 4. Descarga por barreira dielétrica produzida na placa de testes.

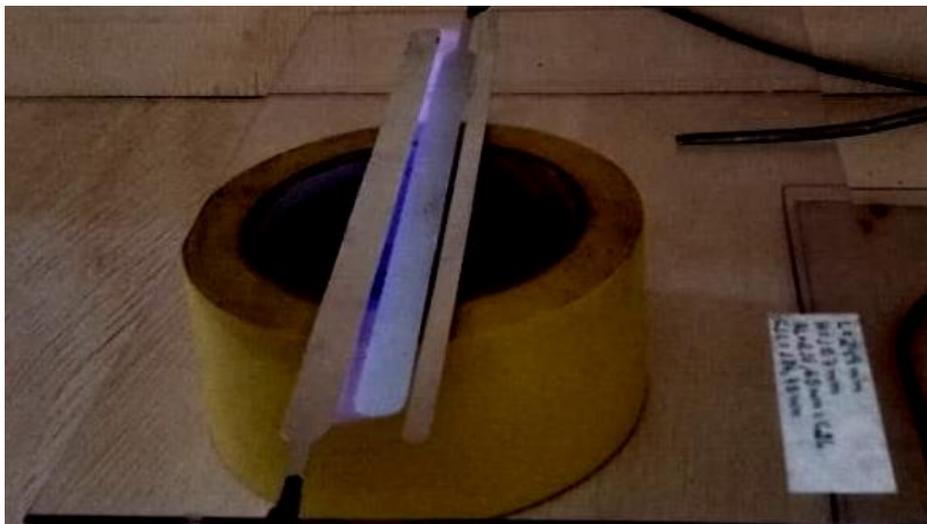


Figura 5. Imagem com contraste realçado para facilitar a visualização da descarga.

CONCLUSÕES

O ensaio preliminar demonstra a capacidade do sistema de ensaios em gerar uma descarga por barreira dielétrica e, dessa forma, produzir um dispositivo eletro-hidrodinâmico.

REFERÊNCIAS

DROUBI, Ashraf El. **Investigação da Eficiência de Uma Nova Configuração de Eletrodos para a Descarga de Barreira Dielétrica**. 2019. 111 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2018.

ERFANI, R; ERFANI, T; HALE, C; KONTIS, K; UTYUZHNIKOV, S.V. Optimization of Induced Velocity for Plasma Actuator with Multiple Encapsulated Electrodes using Response Surface Methodology. **49th AIAA Aerospace**

Sciences Meeting including the New Horizons Forum and Aerospace Exposition. 4 - 7 January 2011, Orlando, Florida.

HALE, Craig; ERFANI, Rasool; KONTIS, Konstantinos. Plasma Actuators with Multiple Encapsulated Electrodes to Influence the Induced Velocity. **AIAA Aerospace Sciences Meeting Including the New Horizons Forum and Aerospace Exposition**, Orlando, Florida, 4 jan. 2010.

SILVA, Gabriel Pereira Gouveia da. **Atuadores de plasma de descarga de barreira dielétrica aplicados a dispositivos hipersustentadores para redução de ruído aerodinâmico.** Orientador: Prof. Dr. Fernando Martini Catalano. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, São Paulo, 2019.

BENARD, N; CARON, M; MOREAU, E. Evaluation of the time-resolved EHD force produced by a plasma actuator by particle image velocimetry – a parametric study. **Journal of Physics: Conference Series**, [s. l.], 2015.

CROCE, José Antônio Garcia. **Aumento da eficiência de um dispositivo eletro-hidrodinâmico através da alteração das características geométricas do eletrodo ativo.** Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, [S. l.], 2014.