



BRIANO, Willian Bruno. Análise do escoamento induzido por geometrias com vários eletrodos de atuadores eletro-hidrodinâmicos produzidos por barreira dielétrica. In: WORKSHOP DE INOVAÇÃO, PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO, 2., 2016, São Carlos, SP. *Anais...* São Carlos, SP: IFSP, 2016. p. 103-107. ISSN 2525-9377.

## **ANÁLISE DO ESCOAMENTO INDUZIDO POR GEOMETRIAS COM VÁRIOS ELETRODOS DE ATUADORES ELETRO-HIDRODINÂMICOS PRODUZIDOS POR BARREIRA DIELÉTRICA**

WILLIAN BRUNO BRIANO

IFSP, Tecnologia em Manutenção de Aeronaves, São Carlos, Brasil

**RESUMO:** Forças eletro-hidrodinâmicas apresentam boas qualidades para a utilização como meios de produzir e manipular escoamentos. Um de seus grandes méritos consiste na falta de partes móveis para a introdução de quantidade de movimento em escoamentos. Desta forma, com a utilização de um arranjo adequado de eletrodos, que produzem uma descarga elétrica de alta intensidade, é possível produzir um escoamento junto a uma parede sólida de intensidade controlável. Assim, pretende-se realizar uma investigação experimental para a análise do aumento da intensidade de escoamento induzido a partir de uma configuração de eletrodos montados em série. A descarga elétrica utilizada será a descarga por barreira dielétrica (DBD), que apresenta boas qualidades de ionização do meio e estabilidade, além de fácil estabelecimento e fácil controle.

**PALAVRAS-CHAVE:** Descarga elétrica. Geometria do eletrodo. Eletro-hidrodinâmicas.

**ABSTRACT:** Electro-hydrodynamic forces have good qualities for use as a means of producing and manipulating flows. One of his great merits is the lack of moving parts for introducing amount of movement in flow. This way with the use of an appropriate arrangement of electrodes producing an electric discharge of high intensity, it is possible to produce a flow along a solid wall of controllable intensity. Thus, it is intended to carry out experimental research to analyze the increase in the intensity of induced flow from an electrode configuration in series. The electrical discharge that may be used is the discharge by dielectric barrier which has good qualities ionization of the environment and stability as well as easy establishment and easy control.

**KEYWORDS:** Electrical discharge. Electrode geometry. Electro-hydrodynamic.

### **INTRODUÇÃO**

A utilização de forças de campo de origem eletromagnética para a produção de escoamentos, propulsão e outros fins, começou a receber atenção a partir da segunda metade do Século XX desenvolvendo uma nova área de pesquisa denominada eletro-hidrodinâmica. Esperava-se que, por estes meios, seria possível produzir veículos mais eficientes ou mesmo novas formas de propulsão.

O fenômeno eletro-hidrodinâmico trata do comportamento de fluidos eletricamente carregados, ou parcialmente carregados, na presença de campos elétricos, capaz de gerar um escoamento induzido sem a utilização de partes móveis, entretanto a criação aplicação desse fenômeno apresenta certos desafios (Croce, 2014).

Pode-se citar principalmente o fato de o ar, nos estados comuns à aerodinâmica, não se encontrar ionizado, o que é fundamental para o efeito eletro-hidrodinâmico. Desta forma, além da necessidade de dispositivos para a indução de um campo elétrico propriamente orientado e de magnitude desejada, existe também a necessidade de se produzir uma adequada ionização no fluido, preferencialmente através destes mesmos dispositivos.

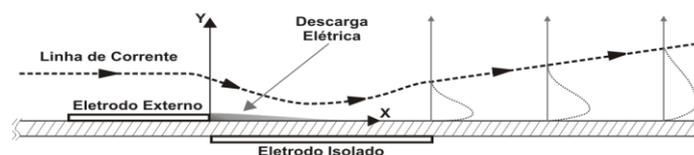
Geralmente os dispositivos possuem dois eletrodos separados por uma placa dielétrica e dispostos assimetricamente a uma distância um do outro, conhecida como (GAP), a eficiência desse arranjo pode ser medida pela velocidade do jato produzido na sua parede.

O objetivo deste trabalho consiste na determinação e análise da velocidade induzida por um arranjo em série de vários atuadores eletro-hidrodinâmicos tipo DBD, sem a presença de um escoamento externo. Três configurações serão estudadas: a primeira com um atuador, a segunda com dois atuadores e a terceira com três atuadores. Parâmetros de potência elétrica utilizada para a produção da descarga serão medidos a fim de se obter dados sobre a eficiência elétrica dos arranjos de atuadores.

## MATERIAL E MÉTODOS

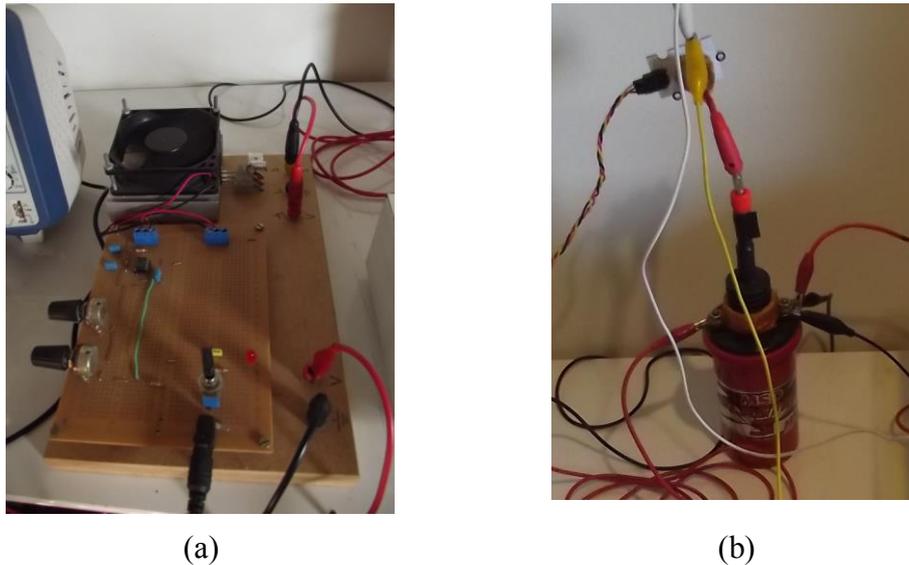
Para a estabelecimento da descarga por barreira dielétrica normalmente é utilizado uma tensão elétrica de corrente alternada com alto valor (geralmente maior do que 3,0 kVolt e não maior do que 30,0 kVolt) e com frequência na faixa de 1 kHz até 20 kHz. Essa tensão de corrente alternada é aplicada aos eletrodos. Desta forma, produz-se um atuador que induz um escoamento de baixa velocidade a partir da região da descarga elétrica. A Figura 1 apresenta, esquematicamente, o conceito destes atuadores.

**Figura 1: Sonda de alta-tensão e transformador de corrente.**



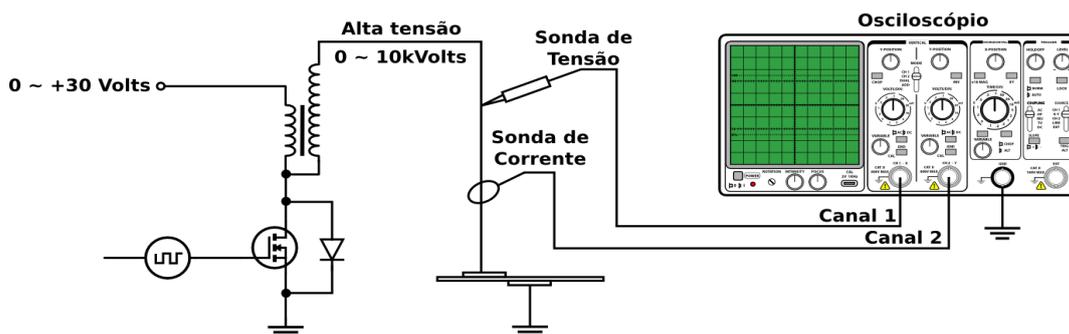
Para a criação de descargas elétricas nas condições adequadas para a produção de escoamento é necessário uma fonte de alta-tensão e com frequência regulável, com isso foi desenvolvido uma fonte capaz de produzir tensões que variam de 1Kvolts a 10Kvolts e frequências que vão de 1Khz a aproximadamente 10 kHz. A fonte foi dividida em três módulos, sendo o dimensionamento de um módulo levando ao dimensionamento dos outros. A Figura 1 apresenta os principais componentes dessa fonte.

**Figura 2: Componentes da fonte. (a) Gerador de sinais e etapa de potência. (b) Transformador (bobina de ignição).**



Para a medição da tensão de alimentação dos eletrodos é utilizada uma sonda de alta-tensão. Este equipamento tem a característica fundamental de reduzir a tensão de entrada a uma razão de 1000:1, ou seja, apresenta em sua saída uma tensão 1000 vezes menor do que a de entrada. Para a medição da corrente fornecida aos eletrodos é utilizado um transformador de corrente, modelo TA12-100. Este componente tem a característica de medir a corrente induzida ao longo de um fio condutor e fornecer uma saída em tensão proporcional a corrente medida. Ambos dados foram medidos através de um osciloscópio digital e armazenados para tratamento posterior. A Figura 2 apresenta esquematicamente este procedimento.

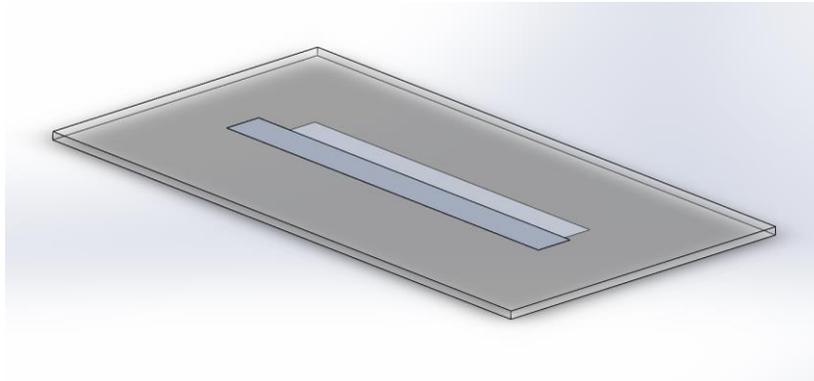
**Figura 3: Sonda de alta-tensão e transformador de corrente.**



Foi construído um atuador, composto de dois eletrodos planos, feitos com folhas de alumínio fino, sendo o eletrodo externo (o que induzia o escoamento medido) com dimensões de 17x1,8 cm e o eletrodo isolado (do outro lado do substrato isolante) com dimensões de 15x1,8 cm. Os eletrodos foram afixados com a utilização de uma fita adesiva de dupla face sobre uma placa de acrílico com dimensões de 150mm de comprimento, 250mm de largura e 3mm de espessura. Duas pequenas extensões dos eletrodos foram feitas de forma a servirem de barras de alimentação, sendo que chegavam até as bordas da placa, onde os cabos de alimentação da fonte de tensão eram conectados por meio de garras jacaré. Esta técnica será

utilizada na construção dos atuadores com vários eletrodos que serão utilizados nos experimentos principais deste trabalho. A Figura 4 apresenta o desenho aproximado deste modelo.

**Figura 4: Configuração do atuador com placas de eletrodo plano.**

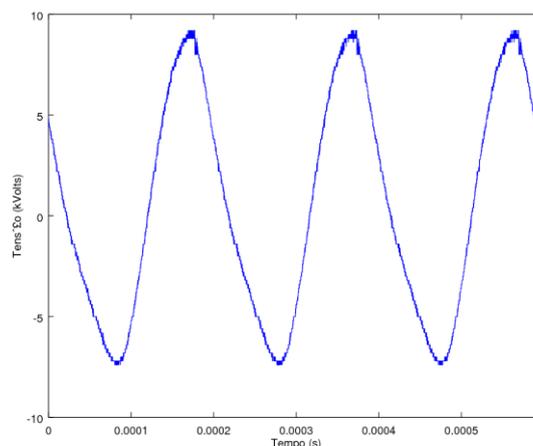


## RESULTADOS E DISCUSSÃO

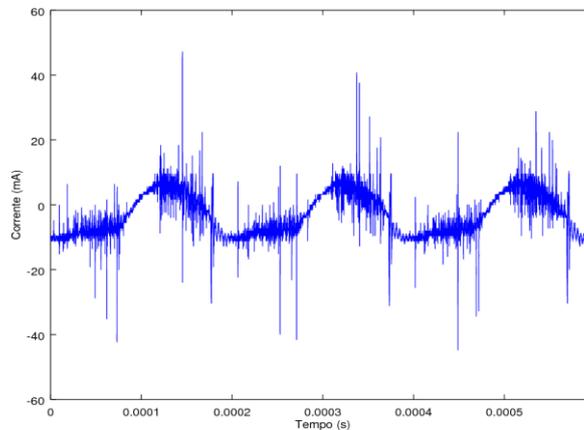
Foi realizado um experimento preliminar para se verificar o funcionamento do sistema de produção de tensão e do sistema de medição das grandezas elétricas. Desta forma, a fonte foi conectada a uma placa com eletrodos plano-plano. Foram realizadas a medição da tensão de alimentação e corrente, através da utilização de um osciloscópio. Este equipamento teve um canal ligado na sonda de alta-tensão e o outro canal ligado no transformador de corrente.

A fonte foi acionada com tensão de entrada da ordem de 30 Volts, o que produziu uma tensão de saída da ordem de 8 kVolts. Na saída do transformador de alta-tensão foi ligado a sonda de alta-tensão, para a medição da tensão na saída. A Figura 5 apresenta uma amostra da medição desta grandeza. Já na Figura 6 é apresentado o resultado da medição da corrente elétrica consumida pelo atuador, que foi medida pelo transformador de corrente.

**Figura 5: Sinal de tensão medido no tempo.**



**Figura 5: Sinal de medição da corrente.**



## CONCLUSÕES

A fonte de alimentação apresentou resultados adequados para sua utilização na produção de um atuador eletro-hidrodinâmico. Os equipamentos de medição das grandezas elétricas se mostraram eficazes na medição das características elétricas do atuador que foi ensaiado. Desta forma, pode-se afirmar que os equipamentos para a produção do dispositivo eletro-hidrodinâmico são adequados para a realização dos ensaios. As próximas etapas contemplarão a construção dos modelos com as diversas configurações de eletrodos. Após serão realizados os ensaios de medição da velocidade induzida e a análise do efeito na produção da velocidade induzida.

## REFERÊNCIA

CROCE, José Antonio Garcia. **Aumento da eficiência de um dispositivo eletro-hidrodinâmico através da alteração das características geométricas do eletrodo ativo.** 2014. 183 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.