

# Estudo da ignição de plasma induzido por laser em mistura de gás freon-isobutano

Rafael Martinaitis Ferreira e Luiz Vicente Gomes Tarelho  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN

## INTRODUÇÃO

O plasma é conhecido como o quarto estado da matéria. Sua transição de fase não pode ser comparada com as demais uma vez que o plasma é constituído por átomos ionizados e elétrons livres.

O gás estudado nos é de particular interesse, pois é normalmente utilizado em detectores de múons [1] que triggera os outros detectores.

## OBJETIVO

Este trabalho tem como intuito o estudo da ignição de plasma induzido por laser na mistura de gás freon-isobutano, com enfoque na duração temporal dos pulsos lasers de pico e femtosegundos. As informações são interessantes para um trabalho em colaboração com Dra. Camem C. B Tobias do Centro de Tecnologia das Radiações.

## METODOLOGIA

Este trabalho foi dividido em duas partes: Ignição de plasma em femto segundos e em picosegundos.

### 1. Ignição de plasma em femtosegundos.

Esta primeira etapa permite a determinação do limiar de ruptura dielétrica do gás que será estudado. Utilizamos o sistema laser do laboratório T<sup>3</sup>, de comprimento de onda na região do infravermelho, pulso de 50 fs e energia máxima de 200  $\mu$ J. Para um teste na metodologia de determinação do limiar de ignição, realizamos um experimento com ar para a montagem experimental que se segue:

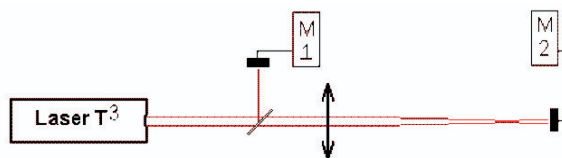


Figura 1. Montagem para femtosegundos

Da relação entre as intensidades antes e depois do ponto focal, onde é criado o plasma, podemos determinar o nível de ionização do ar e determinar o limiar de ignição do plasma, ou seja, a intensidade de feixe para a qual é possível verificar que o ar foi ionizado o suficiente para apresentar comportamento de plasma.

### 2. Ignição de plasma em picosegundos.

Esta segunda parte tem o intuito de estudar a ignição do gás estudado para comparação com os valores obtidos com o laser do T<sup>3</sup>, para isso utilizaremos um sistema parecido com o anterior, utilizando um laser de N<sub>2</sub> com a montagem que pode ser vista abaixo:

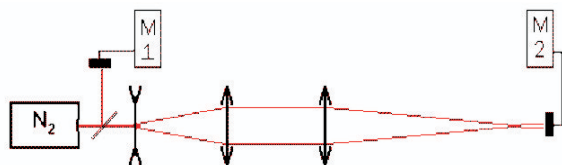


Figura2: Montagem para picosegundo

O laser que utilizamos foi um laser pulsado de N<sub>2</sub> que emite no comprimento de onda de 337 nm com 95(5) mJ de potência na saída. A montagem deste sistema óptico foi calculada para corrigir os efeitos de aberração esférica longitudinal, que é a de maior ordem.

## RESULTADOS

### 1. Ignição de plasma em femtosegundos.

Para testar a metodologia desta montagem realizamos uma medição preliminar no ar. Desta esperávamos, para o gráfico de porcentual de energia absorvida com relação à intensidade incidente, um comportamento de barreira como observado em outros experimentos [2], ou seja, toda a energia incidente seria transmitida sem formar plasma. Isso até um valor, que é o limiar de ignição, a partir deste valor o sistema já está recebendo energia suficiente para formar plasma, inicialmente com uma probabilidade que cresce rapidamente até que para todos os pulsos seja gerado o plasma.

Da medição preliminar obtivemos o seguinte gráfico:

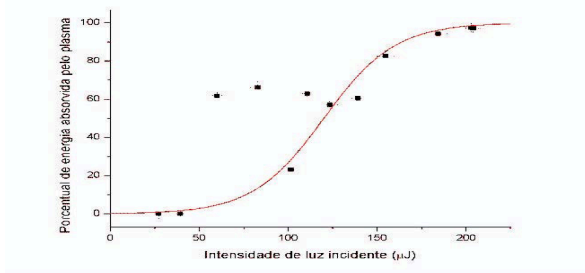


Figura 3: Resultado para femtosegundo

Neste gráfico temos a curva que esperávamos em vermelho, porém a diferença nos pontos próximos à 65  $\mu\text{J}$  indicam que ionização em femtosegundo de um dos gases que constituem o ar tem um limiar de ignição menor do que os outros em caso da possibilidade experimental iremos realizar o mesmo procedimento para os gases separadamente.

Pretendemos realizar este mesmo procedimento para a ignição do gás freon-isobutano em femtosegundos e se necessário separar os componentes.

### 2. Ignição de plasma em picosegundos.

No caso do sistema de picosegundos fez-se necessário o cálculo e a montagem de um sistema de focalização levemente mais sofisticado, uma vez que se da utilização de somente uma lente para realizar a focalização teríamos um "Spot Size" (SS) de 33  $\mu\text{m}$ [3].

Para obtermos ignição de plasma no gás é necessário obter um SS menor, para isso foi preciso balancear a aberração esférica, com as lentes mais próximas do calculado obtivemos um SS de 24 $\mu\text{m}$ .

## CONCLUSÕES

Para a ignição em femtossegundos temos um resultado preliminar para o ar que indica que a ignição se dá em dois passos, provavelmente, isso se deve à diferença entre o limiar de ignição dos componentes do ar.

Para a ignição em picosegundos foram realizados os cálculos e montagens para enfim realizarmos as medições de limiar de ignição de plasma e o estudo da excitação de poucos elétrons.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1]J. Ying et al., Journal of Physics, 26, 1298, 2000.

[2]Y. -L. Chen et al., Journal of quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer, 67, 91, 2000.

[3]Melles Griot Optics Guide 5.

## APOIO FINANCEIRO

FAPESP e CNPq/PIBIC