



PRODUÇÃO DE PULSOS DE RAIOS-X ULTRACURTOS ATRAVÉS DE LASERS AMPLIFICADOS DE FEMTOSEGUNDO



Rafael Celestre*, Rafael Vescovi, Guilherme Faria, Carlos Dias, Letícia Coelho, Carlos Giles
rafaelcelestre@gmail.com

Instituto de Física Gleb Wataghin – Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP

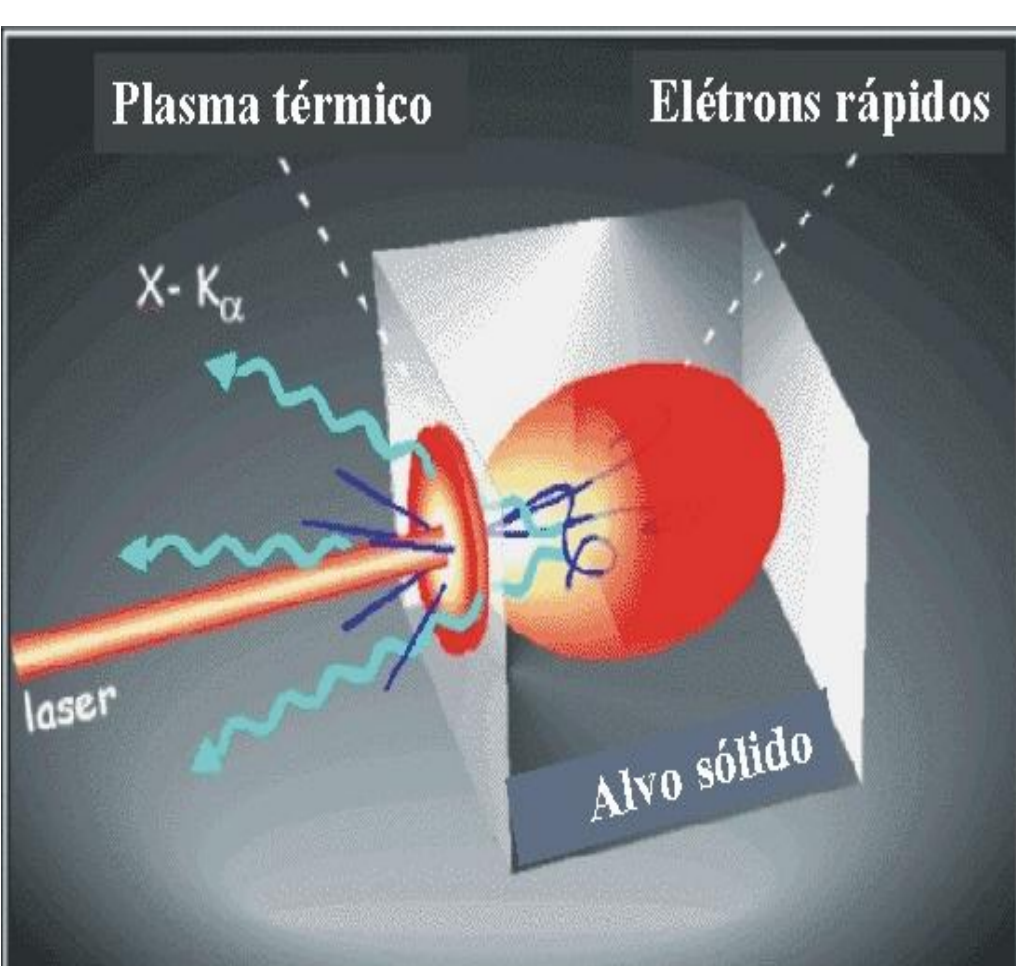


Palavras-chave: Lasers - Raios-X - Femtosegundo

Introdução

Este projeto de pesquisa tem por objetivo o estudo da viabilidade de produção de pulsos de raios-X ultracurtos do tipo K-alfa através do uso de *lasers* pulsados de alta potência para experimentos em física da matéria condensada. Para este objetivo utilizaremos um laser amplificado de femtossegundo com as seguintes características: energia por pulso da ordem de 1mJ, comprimento de onda de 800 nm, taxa de repetição de 1 kHz e focalização da luz entre 10 μ m a 2 μ m de diâmetro. Com estas características se obtém facilmente intensidades superiores a 10^{17} W/cm² viabilizando assim a produção de raios-X pulsados com larguras de 100 femtossegundos. Os raios-X devem ser gerados em uma câmara de vácuo (10^{-3} mbar) onde o alvo sólido pode ser escolhido adequadamente. A fase de testes de focalização do laser está em andamento. Em breve utilizaremos este arranjo para os primeiros testes de produção de pulsos de raios-X com larguras de algumas centenas de femtossegundos.

Fontes de Raios-X K α



Plasmas térmicos são produzidos quando um intenso pulso de *laser* ultracurto (100fs, 10^{16-17} W/cm²) é focalizado em alvos sólidos. Emissões de raios-X muito curtas do plasma térmico são esperadas dentro dessa escala curta de tempo porque os elétrons não transmitem uma fração significativa de sua energia para íons e expansões muito fracas ocorrem durante o pulso.

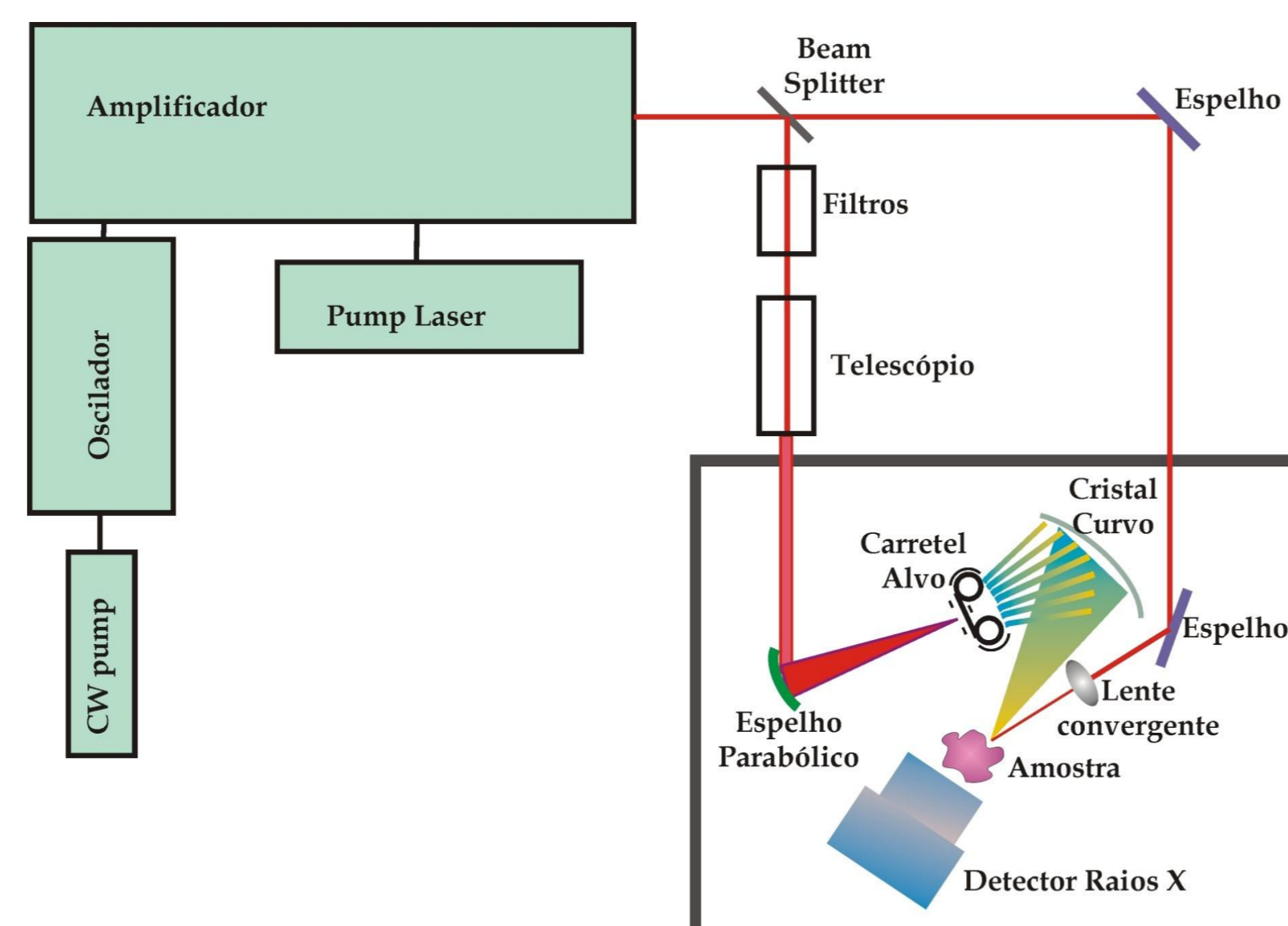
Elétrons rápidos presentes neste plasma, resultantes da interação com a luz do laser, são então acelerados contra o alvo sólido, ionizando as camadas mais internas dos átomos produzindo radiação por *Bremsstrahlung* e raios-X K α .

Exemplo de interações em fonte K α

Os raios-X produzidos por estas fontes possuem propriedades únicas como largura temporal da ordem de femtossegundos, largura espacial da ordem de micrometros, alto brilho e emissão isotrópica em 4 π radianos.

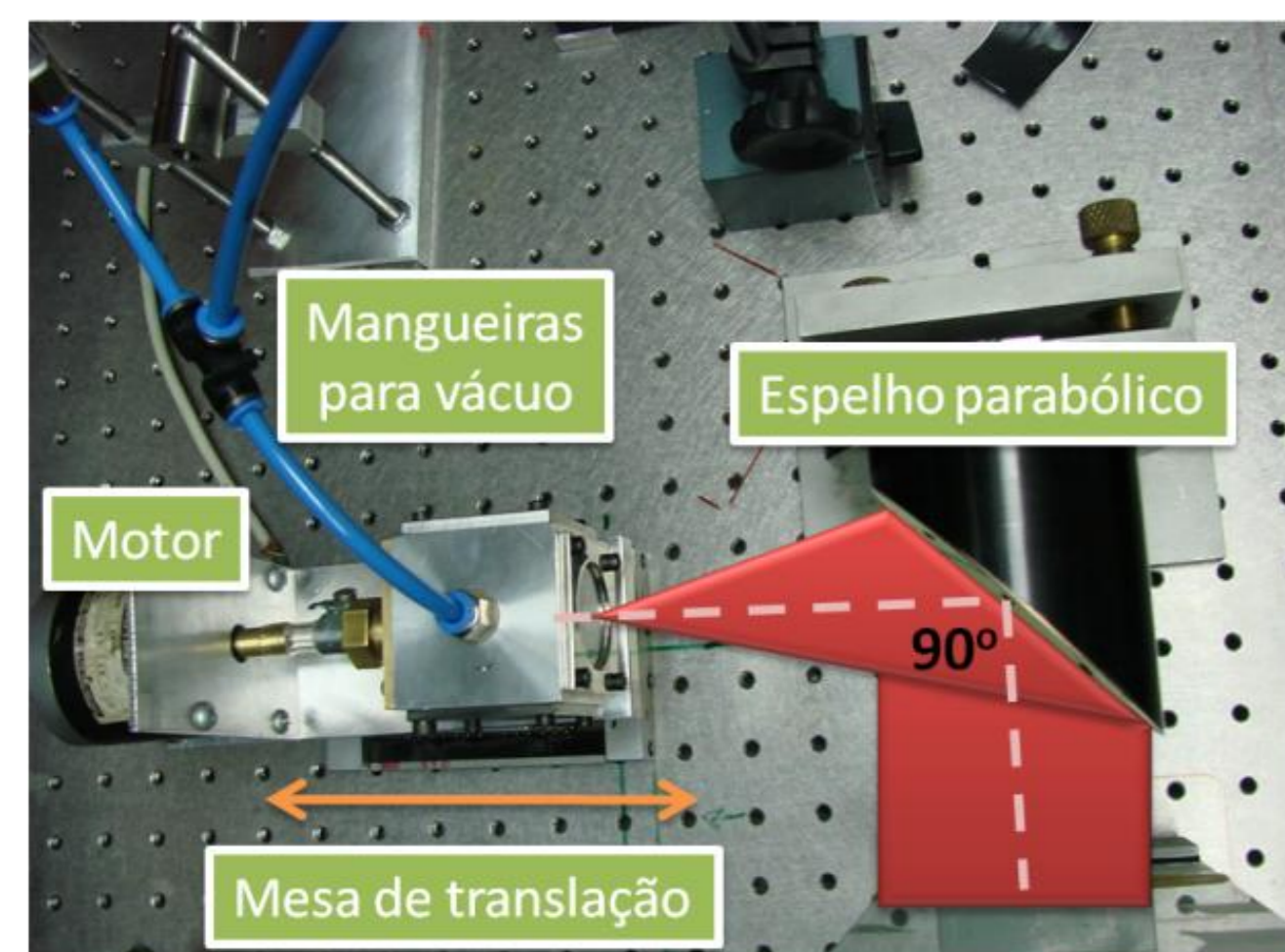
Montagem experimental

Foi realizada uma montagem no Grupo de Fenômenos Ultrarápidos e Comunicação Óptica - Departamento de Eletrônica Quântica - usando um *laser* de femtossegundos Mai Tai com um sistema de telescópio formado por três espelhos: um convexo – o primeiro a ser irradiado – o segundo, côncavo – fazendo com que o feixe saia ampliado e paralelo – além de um espelho de Au parabólico usado para focalizar o feixe em um ponto.



Esquema do sistema de laser amplificado e processo de produção de raios X

A base para a produção de raios X pulsados consiste na obtenção de altas intensidades quando um pulso laser incide sobre um alvo sólido.



Esquema do espelho focalizador

A imagem ao lado é a vista de cima que contém o espelho parabólico focalizador e também a câmara com o alvo e o motor que o faz girar sobre uma mesa transladora X. O espelho parabólico focaliza o feixe em um ângulo de 90° relativo ao eixo principal do espelho.

O espelho parabólico focaliza o feixe em um ponto de aproximadamente 50 mm² de área a uma distância de 15 cm.

Os alvos sólidos utilizados consistiram em filmes de titânio depositados em placas de vidro e também de uma folha de ferro. Estes alvos foram escolhidos porque suas linhas de emissão características são de baixa energia. Elementos com fluorescência em mais baixas energias emitem raios X com menor potência do laser.

Um novo alvo sólido consistirá, então em uma fita de *mylar* recoberta com fina camada de Ti que circulará em um carretel a velocidade constante.

Uma câmara de vácuo onde todos os elementos óticos serão colocados já encontra-se construída e conta com quatro *view ports* para entrada do laser, saída dos raios-X e passantes elétricos. Dentro dela todos os elementos óticos e amostra serão colocados.

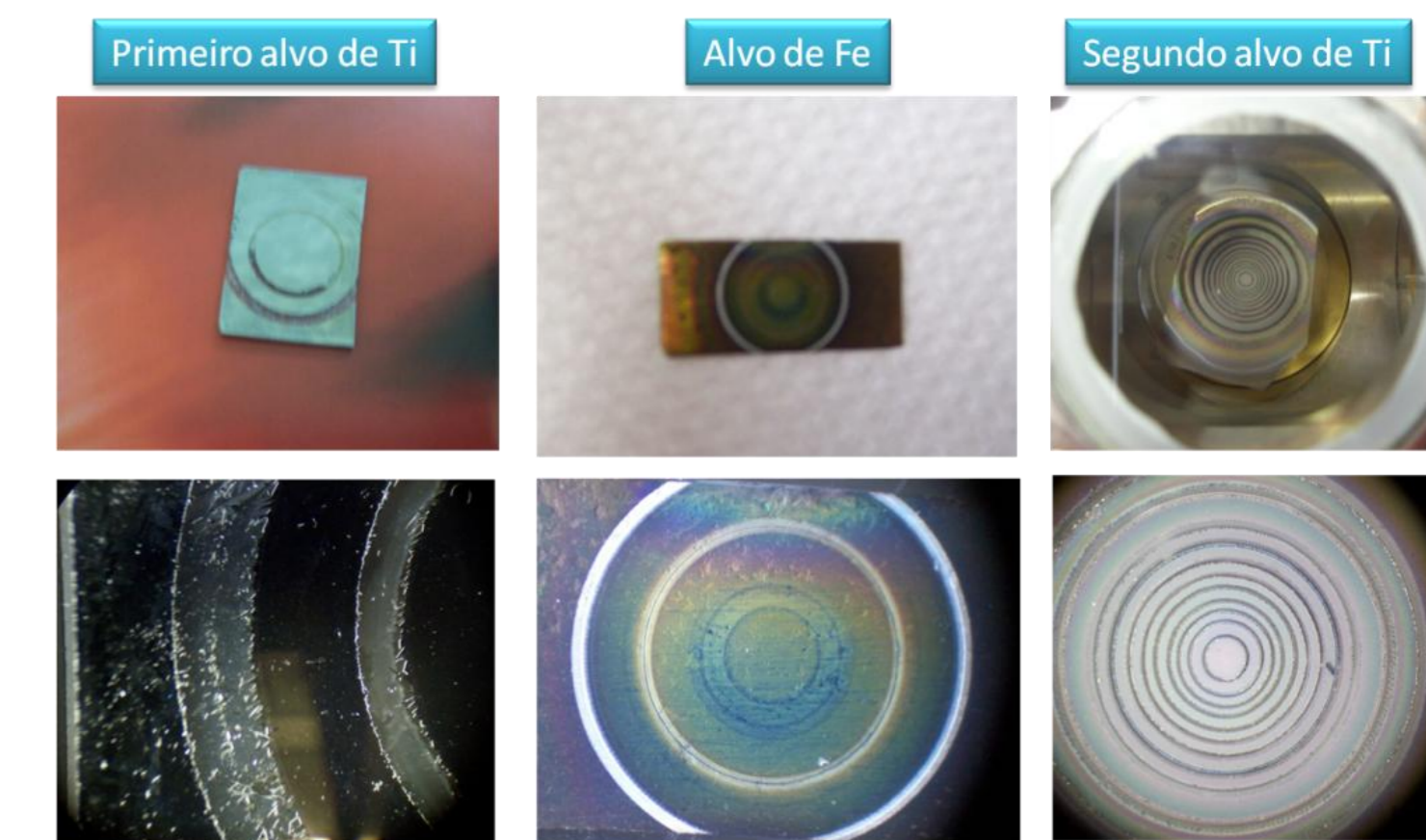
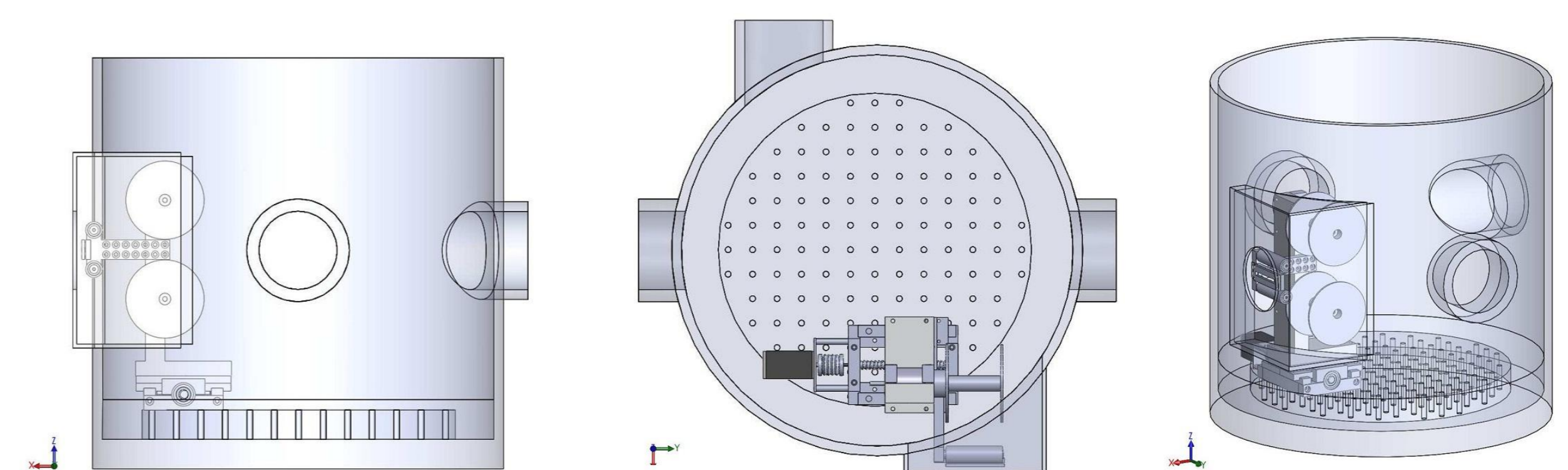


Imagem dos alvos utilizados para testes

Sua tampa será de acrílico para facilitar a abertura da mesma e manipulação dos elementos óticos que ficarão dentro.



Esquemático da câmara de vácuo com o carrossel instalado na parte interna

Perspectivas

A fase de testes de focalização do laser está em andamento. Em breve utilizaremos este arranjo para os primeiros testes de produção de pulsos de raios-X com larguras de algumas centenas de femtossegundos.

Após um estudo da viabilidade da produção de radiação característica de elementos como Cu e Mo, será necessário o uso de um laser com maior potência. Para isso, utilizaremos o laser TW encontrado no IPEN.

Referências

- Elements of X-ray Diffraction – Culit, B.;
- Efficient K-a source from femtosecond laser-produced plasmas - Phys. Rev. E 50, 2200, (1994) – Rousse, A. et al;
- Fenômenos Ultrarápidos: Geração de Pulsos Lasers Ultracurtos e suas Aplicações, Cruz, C. e Fragnito, H. (2000).