

# Fabricação de um espelho côncavo

Relatório Final  
Disciplina F 609 - 2º Sem / 2008



Aluno: Richard dos Santos Silva  
Orientador : Prof. Jose Joaquim Lunazzi

## **Resumo**

Utilizando-se de um vidro em formato de uma casca esférica e de um sistema de vácuo realizaremos uma deposição de alumínio por intermédio de evaporação térmica sob vácuo.

## **Introdução**

Como princípio da disciplina, além do planejamento e preparação de experimentos que facilitem, ilustrem e/ou auxiliem no aprendizado de conceitos físicos em sala de aula, a apresentação dos mesmos é realizada semestralmente pela disciplina F709.

Nessa mesma apresentação vários experimentos são divulgados, dentre eles um sobre “Imagens com lente grande e laser a espelho giratório”.

Ele é constituído de um laser de diodo, uma lente convergente e um pequeno disco espelhado que gira em torno de um eixo fixo e na horizontal, para que nele seja apontado o feixe de laser, e assim, refletido de maneira a gerar uma figura circular. Esta figura nada mais é do que a reconstituição do ponto de onde é emitido o feixe de laser. Temos então, raios que divergem a partir do disco espelhado. Ao passar pela lente, a imagem do ponto de origem do feixe, ou seja, a própria luz laser, se converge exatamente para o ponto focal da lente, reconstituindo o ponto original.

Tal experimento é utilizado para demonstrar tanto o funcionamento dos olhos quanto a trajetória adquirida por feixes que foram gerados pelo laser e que passaram pelo sistema da lente.

Após uma idéia do prof<sup>o</sup> Lunazzi e conversas com outros responsáveis pelo laboratório de vácuo houve a motivação para a criação de um novo sistema. Sistema esse que seria constituído por um espelho esférico ao invés de uma lente.

## **Procedimento**

Utilizando-se de um vidro esférico de 15 cm de raio(Figura 1), este que foi anteriormente adquiridos pelo professor em outro experimento realizado no mesmo curso, realizaremos uma deposição alumínio por intermedio de evaporação termica sob vácuo.



Figura 1: Vidro em formato de uma casca esférica

Para a preparação do sistema de vácuo para a deposição necessitaremos de um base para o apoio da mesma.

## **Montagem da base**

Após as devidas medidas concluímos que a base necessitaria de uma altura de 28 cm e de um diâmetro de no máximo 30 cm, que também é a medida do diâmetro da campânula de deposição.

Com isso realizamos a montagem de uma base triangular com lados de 25 cm e altura de 28 cm. Para tal montagem utilizamos os seguintes materiais:



Figura 2: Haste de alumínio e haste de parafuso.

Utilizando-se de três pedaços da haste de alumínio cada uma com 25 cm montamos o apoio da base, em forma triangular, e utilizando-se de 3 pedaços da haste de parafuso, com 28 cm cada, encaixamos de forma a obtermos igual a da figura abaixo:

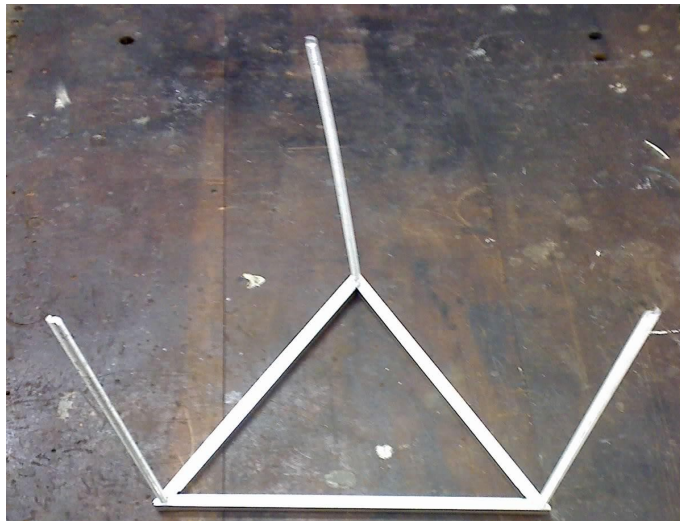


Figura 3: Base montada.

Após isso realizamos um corte em cada haste de parafuso para que pudesse segurar o vidro:



Figura 4: Detalhe no corte da haste (Destaque em vermelho).

Com isso conseguimos uma base leve e com apoio firme para o vidro.

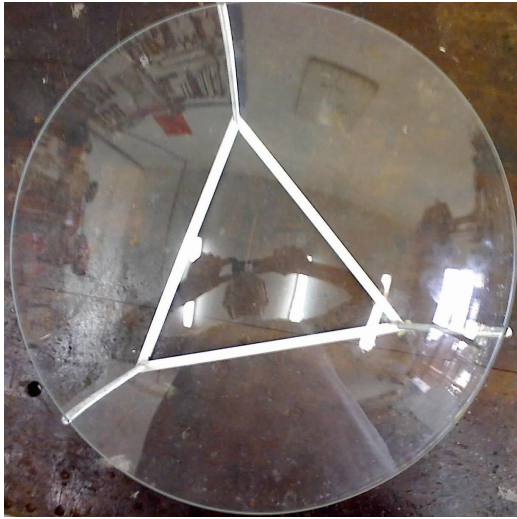


Figura 5: Vista superiora.



Figura 6: Vista em perspectiva.

Assim tal material foi levado ao laboratório de vácuo mais não foi aprovado para a utilização do mesmo no sistema, devido o elemento zinco, que era o elemento principal da haste de parafuso e que contaminaria o sistema de vácuo de tal forma que dificultaria em outro processo para obter vácuo.

A única alternativa foi enviar um pedido para a oficina mecânica do IFGW para que eles realizassem a montagem de outra base com os devidos materiais, no caso uma que fosse no mesmo material utilizado para a deposição.

Com isso foi elaborado uma nova base, feita totalmente de alumínio, como na representação abaixo:

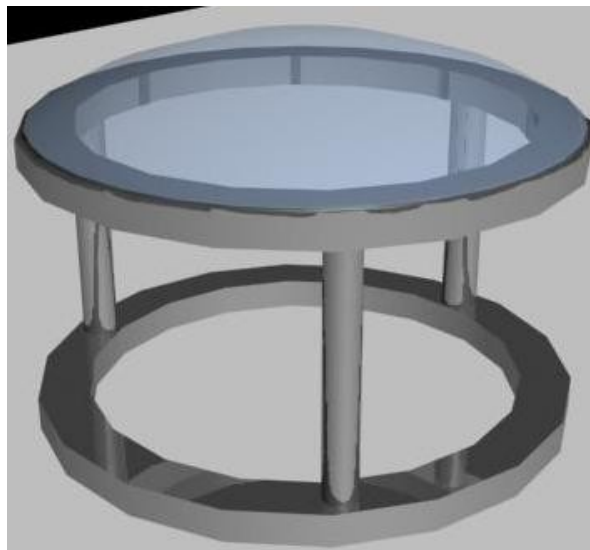
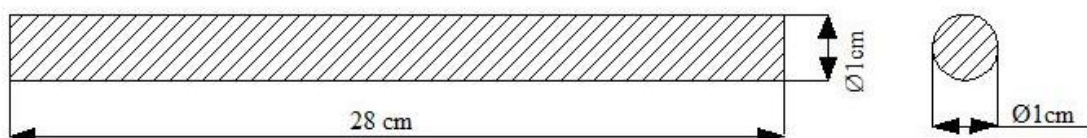


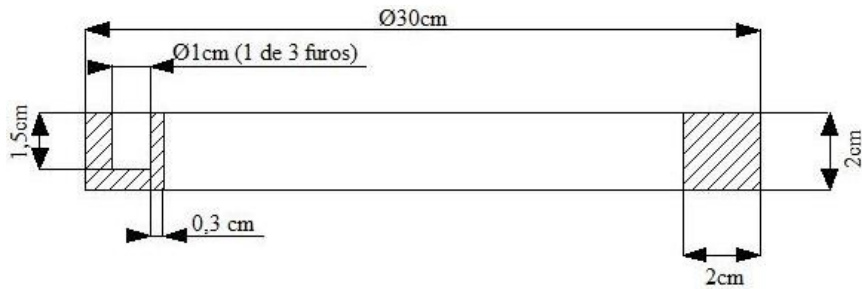
Figura 7: Representação da nova Base.

Possuindo as demais medidas para:

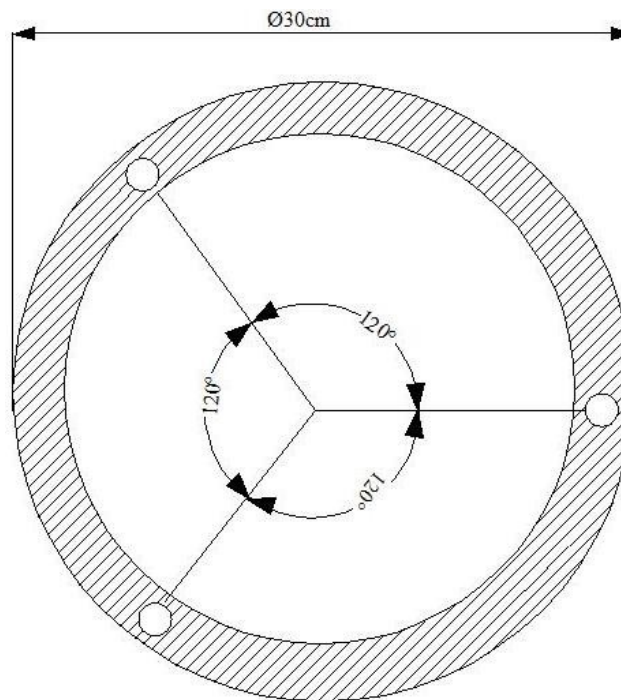
- Os 3 cilindros laterais:



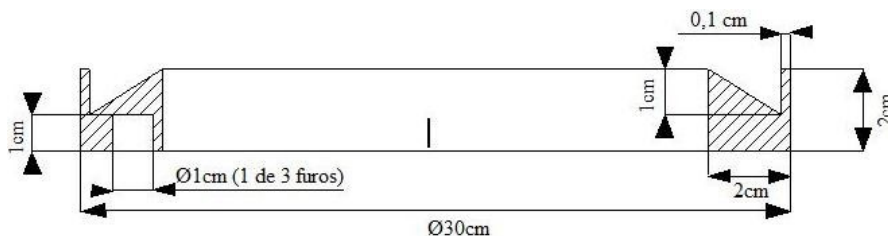
- Base inferior(Vista em perfil)



- Base inferior(Vista superior)



- Apoio para a casca esférica:



Após conversar com o técnico responsável pela oficina mecânica da Física foi determinado que não era necessária a fabricação da parte da base que seria o apoio para a casca pois os próprios cilindros poderiam sustentá-la contanto que os cilindros possuíssem algum corte para que se encaixasse a casca de vidro esférica.

Outro ponto importante era que a base ocupasse o menor espaço possível na câmara, logo realizamos cortes em determinados pontos críticos.

Com isso foi obtida a base como na figura abaixo:

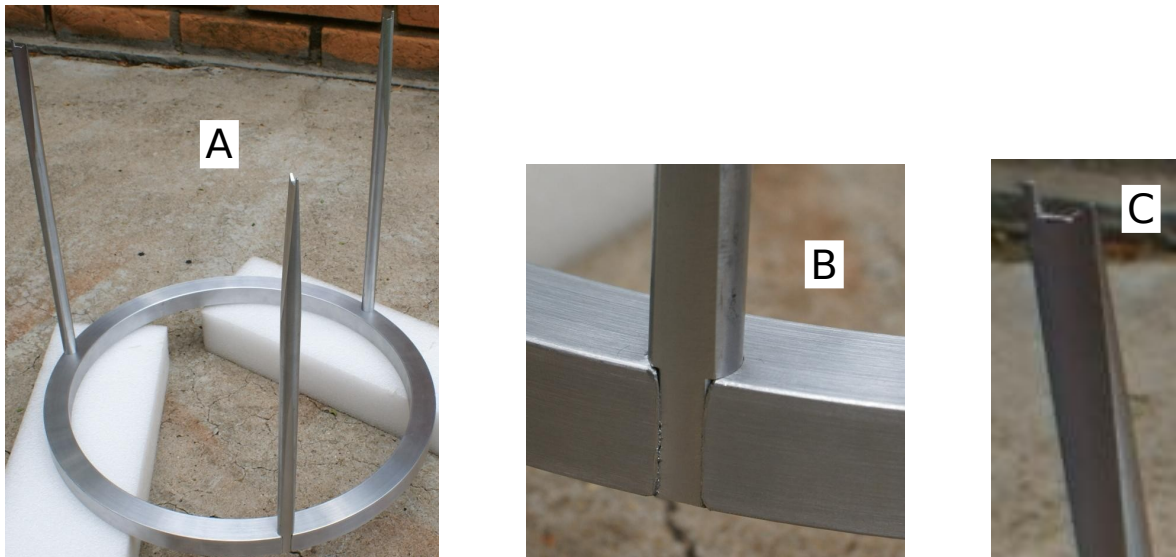


Figura 8A: Base, 8B: Detalhe no encaixe do cilindro, 8C: Adetalhe na ponta do cilindro

Com a utilização da nova base foi possível realizar a deposição alumínio

### **Sobre o sistema de Vácuo**

O sistema de vácuo composto basicamente de partes como as exemplificadas na figura abaixo.

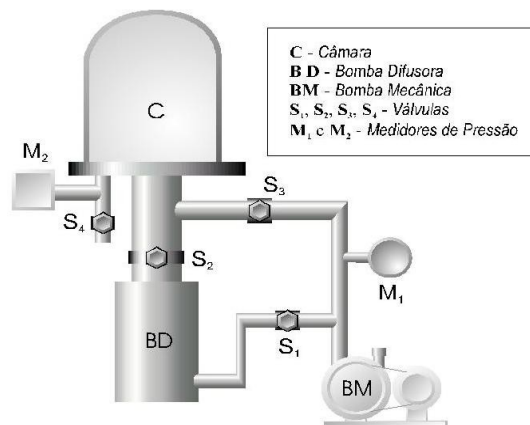


Figura 9: Simplificação do sistema de vácuo

No qual inicialmente inserimos uma pequena amostra de alumínio dentro de uma espiral de tungstênio, espiral essa localizada dentro da câmara e que aquecemos para que ocorra a evaporação do alumínio, de tal forma que a distância D desse filamento até todos os pontos de deposição no vidro sejam semelhantes. Após isso fechamos a campânula e iniciamos o processo de vácuo, acionando a bomba mecânica e ligando o sistema de refrigeração da bomba difusora. Dada a estabilização da difusora e do pré-vácuo na campânula, iniciaremos o alto-vácuo, ligando a bomba difusora. Após atingido o vácuo necessário para a deposição ligamos a fonte de alta tensão que está conectada ao tungstênio, gerando-se assim uma grande tensão no mesmo e aquecendo-o.

Com o aquecimento do filamento em espiral a amostra de alumínio também aquece e por fim fazendo com que a pressão de vapor do mesmo diminua assim evaporando-o. O alumínio evaporado irá se difundir pela câmara e fixará tanto no substrato quanto nas demais paredes da campânula.

Abaixo temos uma foto de como fica a campânula de vidro após o processo de deposição de alumínio por meio da evaporação termica sob vácuo.



Figura 10: Campânula de vidro após o processo de deposição de alumínio

## **Resultados**

Percebemos facilmente que, apesar da casca esférica não possuir um raio de curvatura constante, dependente do ponto de medida, o espelho obtido com o processo de deposição de alumínio por intermédio de evaporação térmica sob vácuo possui uma qualidade que superava as expectativas das pessoas envolvidas com o processo, possuindo um valor de reflexão muito próximo de um espelho plano padrão de alumínio feito com um processo químico (80%).



Figura 11: Espelho esférico obtido.

Também percebemos que, devido à qualidade do vidro utilizado e ao fato da deposição ser na parte interna do mesmo, tal espelho pode facilmente ser utilizado como espelho côncavo, o inicialmente proposto, ou como convexo. Outro ponto importante é que a base utilizada no processo pode ser facilmente reutilizada para outras deposições, logo podendo-se fabricar mais espelhos como esse.

## **Referências**

- Apostila de vácuo e criogenia, F640, Prof<sup>o</sup> Francisco das Chagas Marques.

## **Agradecimentos**

Ao eng<sup>o</sup> Antonio Carlos da Costa, responsável pelo Laboratório de ensino de Óptica, pelo auxílio com as fotos, com suporte na comunicação com os responsáveis do Laboratório de Vácuo e Criogenia e principalmente pela paciência comigo.

Ao técnico Sales, responsável pelo Laboratório de Vácuo e Criogenia, pelo suporte com a deposição no vidro.

Ao eng<sup>o</sup> Jorge Luis Pires, responsável pela Oficina Mecânica do IFGW, pelo suporte com a base e pelas idéias com a mesma.

Ao técnico Renato, responsável pelo Laboratório de Vácuo e Criogenia, pelo suporte com a deposição no vidro.

Muito obrigado por tudo.