

# SISTEMA DE AGITAÇÃO MECÂNICA PARA REDUÇÃO DE ESTRIAS EM MATRIZES VÍTREAS.

André de Oliveira Preto\*, Daniel Machado Freitas\*, Nilton Dantas Reis Junior\*\*, Vanessa Duarte\*\*\*, Luciana Reyes Pires Kassab\*\*\*\*, José Mario Prison\*\*\*\*\* e José Roberto Martinelle\*\*\*\*\*.

\* Aluno de iniciação científica do curso de MPCE da FATEC-SP.

\*\* Aluno de iniciação científica do curso de Mecânica de Precisão da FATEC-SP.

\*\*\* Graduada em MPCE da FATEC-SP, Bolsista do CNPq, Mestranda pela Engenharia Elétrica da EPUSP.

\*\*\*\* Profª. Plena FATEC-SP, Doutora em Física Nuclear.

\*\*\*\*\* Pesquisadores do Laboratório de Vidros e Compósitos - IPEN.

## Resumo

Tendo em vista a formação de estrias em vidros de óxidos de metais pesados, este projeto visa a construção de um sistema forno-agitador, que permita uma constante agitação dos reagentes durante o processo de fusão. As referidas estrias comprometem as possíveis aplicações tecnológicas destes vidros. O sistema de agitação foi produzido no Laboratório de Vidros e Datações da FATEC-SP.

## Introdução

Atualmente existe um grande interesse em lasers formados por matrizes sólidas (vítreas ou cristalinas), pois possuem grande potencial para aplicações industriais e para a medicina. O vidro é usado de muitas maneiras em fotônica. Dentre elas podemos citar os componentes ópticos de transmissão, tais como lentes, janelas, substratos para filmes finos e chaves ópticas; é importante assinalar o uso de fibras de vidro em equipamentos de física médica, odontologia e comunicação óptica [1].

A ótima matriz vítrea é aquela que permite a combinação das propriedades químicas, mecânicas, térmicas, etc [2]. Entretanto a presença da qualidade ótica é fundamental para o bom desempenho tecnológico da matriz: as estrias e bolhas, que agem como centros espalhadores da luz devem ser eliminados. O presente projeto tem como objetivo a construção de um sistema de agitação mecânica que otimize as amostras vítreas produzidas. Testes preliminares foram feitos em vidros de  $B_2O_3$ -PbO para serem usados outros vidros que têm sido objeto de estudo do nosso Laboratório.

Este trabalho foi desenvolvido em colaboração com o Laboratório de Vidros e Compósitos do IPEN, que desenvolveu um sistema de agitação análogo a este, para vidros de fosfato.

## Descrição do Sistema Forno-Agitador

O sistema forno-agitador é mostrado na Figura 1. Ele é formado por um agitador mecânico, uma haste de quartzo, um acoplador de PVC e um forno que atinge  $1200^\circ\text{C}$ . A haste de quartzo é inserida no forno onde são fundidos os reagentes, conforme mostra a Figura 1. A seguir descrevemos cada uma das partes integrantes do sistema.

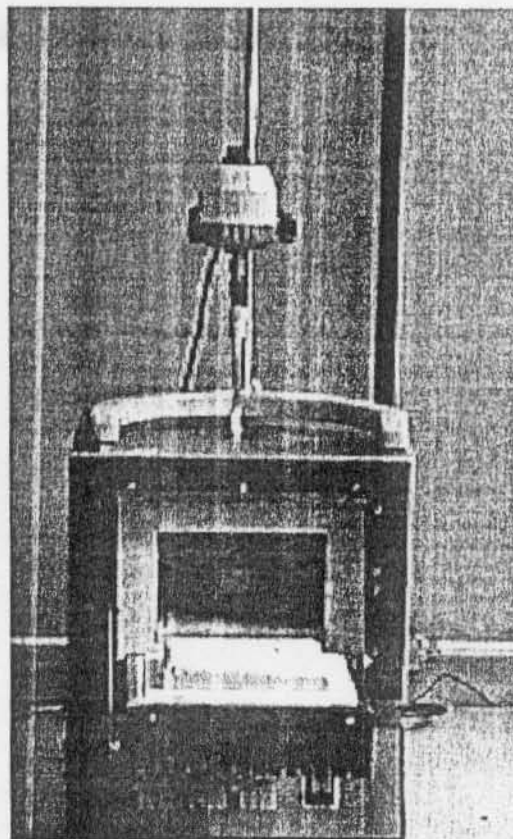


Figura 1 - Sistema forno-agitador.

### a) Forno

O Forno EDG 3000 (Figura 2) é um forno compacto, de baixa massa (proporciona alta eficiência térmica), possui altas velocidades de aquecimento e de resfriamento; sua construção é modular o que facilita a manutenção. O forno é utilizado para a fundição dos reagentes de matrizes vítreas com diferentes temperaturas, variando entre 1000°C e 1200°C. O tempo de fusão é programado de acordo com a matriz a ser produzida.

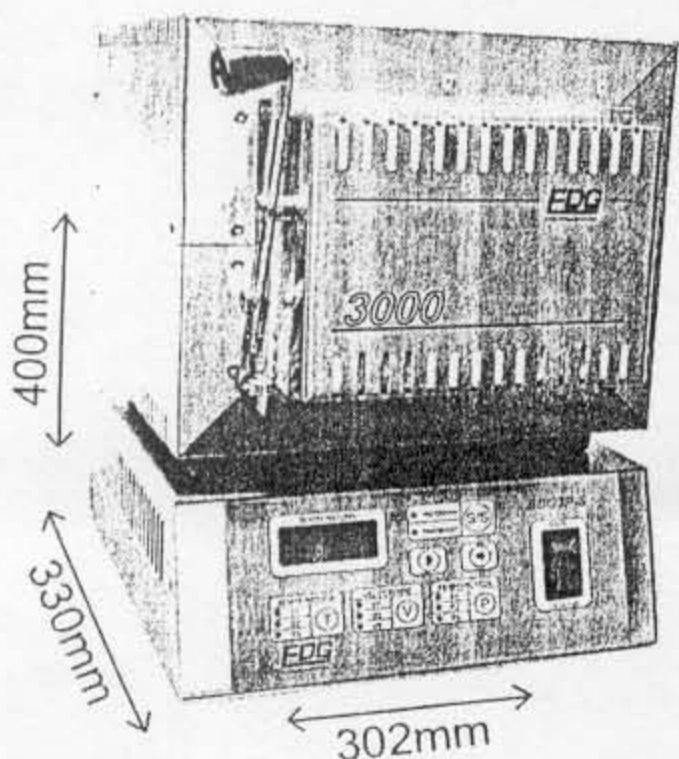


Figura 2 - Forno utilizado para a fusão dos reagentes das matrizes vítreas.

### b) Agitador Mecânico

O agitador mecânico converte a energia elétrica em mecânica, como um motor. O agitador possui um sistema de controle de rotação. A rotação desejada para a remoção das estrias depende do grau de viscosidade e da heterogeneidade da matriz vítrea. Seguem alguns dados técnicos sobre o agitador, mostrado na Figura 3:

- Indicado para agitar até 1,5 litros de água ou outros produtos de baixa viscosidade
- Motor tipo corrente alternada com um intervalo de rotação controlada por circuito eletrônico de 250 a 2000 RPM.

### c) Haste de quartzo

Foi produzida uma haste de quartzo, com a

ponta em forma de pá, sendo fixada no agitador mecânico através de um acoplador de PVC. Esta haste entra em contato direto com os reagentes durante o processo de fusão e sua rotação é determinada pelo agitador. A ponta em forma de pá facilita o aumento da homogeneidade da matriz durante a fusão. A haste é mostrada na Figura 3.

### d) Acoplador

O acoplador é o elemento de máquina que faz a união entre o agitador e a haste de quartzo; ele é fixado no mandril do agitador e a haste de quartzo é presa a ele por interferência.

O forno apresenta um orifício em sua parede superior por onde passa a haste de quartzo. No orifício há um guia cilíndrico feito de material cerâmico.

### Parte Experimental

As etapas de produção das amostras são explicadas a seguir (Figura 5).

Os vidros foram produzidos pela mistura dos seguintes reagentes em (porcentagem de peso) 61H<sub>2</sub>BO<sub>3</sub> - 39 PbOCO<sub>3</sub> [3]. Inicialmente os reagentes (com pureza de 99,9%) foram pesados em uma balança analítica digital com precisão de ± 0,01% e misturados mecanicamente dentro de um béquer de vidro. Em seguida foram introduzidos no cadinho de alumina pura e levados ao forno (EDG 3000).

No forno, o material permaneceu durante 1 hora, ficando nos 30 primeiros minutos a uma temperatura de 1000°C (responsável pela ocorrência da fusão). No intervalo de tempo posterior a temperatura é alterada para os valores T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub>, neles permanecendo durante o tempo t (tabela 1) e o agitador mecânico é ligado; a velocidade utilizada para o agitador foi de 1000 RPM (velocidade maior ocasionaria a formação de bolhas no vidro).

Em seguida a mistura foi vertida em um molde de latão, pré-aquecido, e introduzida em um outro forno para tratamento térmico onde permaneceu à 420°C (valor abaixo da temperatura de transição vítrea que vale 470°C) durante 3 horas. Decorrido este tempo o forno foi desligado e a amostra de vidro nele permaneceu até o equilíbrio térmico com o ambiente.

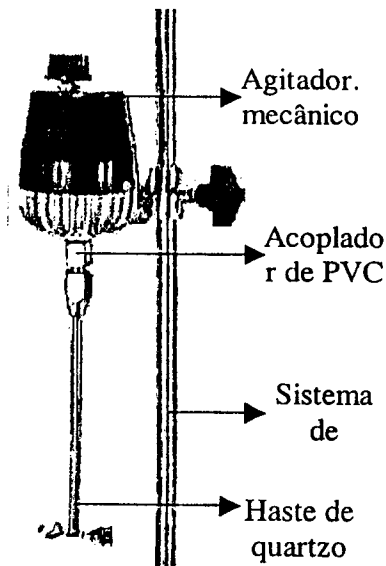


Figura 3 - Sistema de agitação formado pela haste de quartzo acoplada ao agitador

agitador mecânico e as amostras 1 e 6 na presença do mesmo, nas condições apresentadas na tabela 1. A amostra com a melhor qualidade óptica é a de número 6, uma vez que apresenta ausência de bolhas e estrias. Assim sendo o sistema ora projetado permitiu otimização significativa da qualidade óptica, podendo ser empregado em outras matrizes. Entretanto nestes casos será necessário determinar os parâmetros  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $V$  e  $t$  novamente.

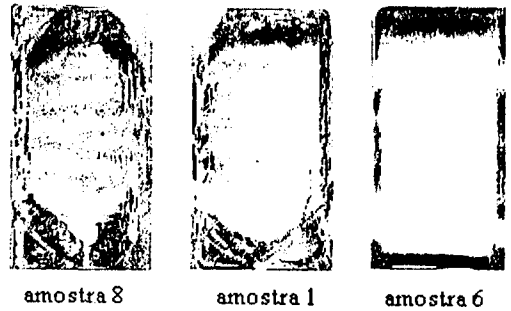


Figura 4 - A amostra 8 foi produzida na ausência do agitador (com bolhas e estrias) e as amostra 1 e 6 na presença do mesmo.

### Discussão dos Resultados

A Figura 4 apresenta 3 amostras produzidas em condições diferentes. A amostra 8 foi feita sem o

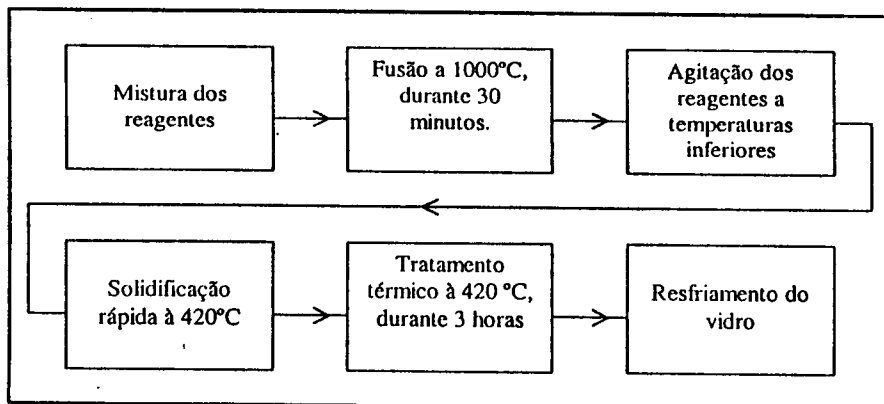


Figura 5 - Etapas do processo de produção das amostras vítreas

Tabela 1 : Parâmetros usados no processo de produção das amostras vítreas

Amostras	$V_{\text{rot.}}^a$ (RPM)	$V^b$ (°C/min)	$T_1^c$ (°C)	$T_2^c$ (°C)	$t^d$ (min)
1	1000	30	800	770	15
2			900	870	15
3			900	850	15
4			900	820	20
5			900	-	15
6			950	-	15
7			950	-	15
8	-	30	-	-	-

<sup>a</sup> velocidade de rotação do agitador

<sup>b</sup> taxa de variação da temperatura do forno

<sup>c</sup> patamares de temperatura.

<sup>d</sup> tempo de permanência nas temperaturas  $T_1$  e  $T_2$ .

## Conclusão

Todas estas amostras foram produzidas usando a mesma temperatura de fusão, de tratamento térmico e a mesma velocidade de rotação do agitador; variamos os patamares de temperatura ( $T_1$  e  $T_2$ ) para investigar o desempenho do agitador.

Os resultados obtidos foram animadores, uma vez que foi visível a melhora da qualidade óptica das amostras com relação às estrias (Figura 4).

Dando prosseguimento a este trabalho, utilizaremos este sistema para otimizar outras amostras vítreas que têm sido desenvolvidos no Laboratório com características já determinadas para serem usadas em fotônica como limitadores ópticos, chaveamentos ópticos e fibras ópticas.

## Referências:

- [1] KOECHNER, W., "Solid-State Laser Engineering, Berlin: Spring-Verlag., Cap. 2, p. 28-78, (1996). 2ªed.
- [2] WEBER, M. J. "Science and technology of laser glass", Journal of Non-Crystalline Solids, V. 123, p. 208-222, (1990).
- [3] MORAES, F. H., "Confecção e caracterização de Filtros Ópticos feitos a partir do sistema  $PbO-B_2O_3$  dopados com Cério, Praseodímio e Prata", Trabalho de graduação do curso MPCE/ Fatec-SP, orientado pela Profª. Dr.ª Sonia H. Tatumi (1999).