

## **Desenvolvimento de uma centrífuga para solidificação de ligas eutéticas em macrogravidade**

**TENÓRIO, P. I. G.<sup>1</sup>, TOLEDO, R. C., FREITAS, F. E., FUMACHI, E. F.,  
BANDEIRA, I. N., AN, C. Y.**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brasil

<sup>1</sup>Aluno de Iniciação Científica do curso de Ciência e Tecnologia de Materiais e Sensores - CMS

plinio.tenorio@fatec.sp.gov.br

***Resumo.** Este trabalho tem como objetivo projetar e manufaturar uma centrífuga capaz de simular as rotações dos voos suborbitais do VSB-30 (veículo suborbital) em laboratório e realizar ensaios de solidificação materiais em macrogravidade para o Laboratório Associado de Sensores e Materiais da Coordenadoria de Tecnologias Espaciais do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (LAS/CTE/INPE). Foram determinadas quais as necessidades do projeto e através de modelagem em CAD (Computer Aided Design) e de simulação em elementos finitos o protótipo final foi determinado. Na manufatura do modelo foram utilizados métodos convencionais de fabricação como corte e soldagem de barras, usinagem e fresamento.*

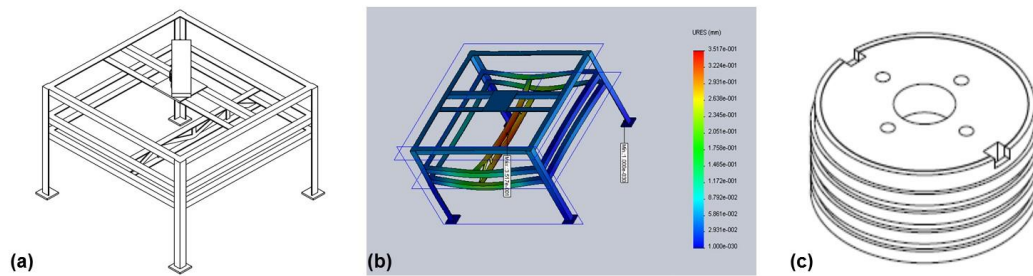
**Palavras-chave:** Centrífuga; Solidificação; Macrogravidade; Liga Eutética.

### **1. Introdução**

A utilização de centrífugas para o processamento de materiais é uma prática comum, suas aplicações vão desde separação de partículas coloidais de líquidos até o enriquecimento de urânio [1,2]. Na literatura há um consenso de que a gravidade influencia direta ou indiretamente a nucleação e o crescimento de grão [3]. Com isso, a centrífuga apresentada neste trabalho foi projetada para realizar ensaios de solidificação a altas acelerações e simular as rotações, de aproximadamente 180 RPM, dos voos suborbitais do VSB-30 (veículo suborbital).

### **2. Metodologia**

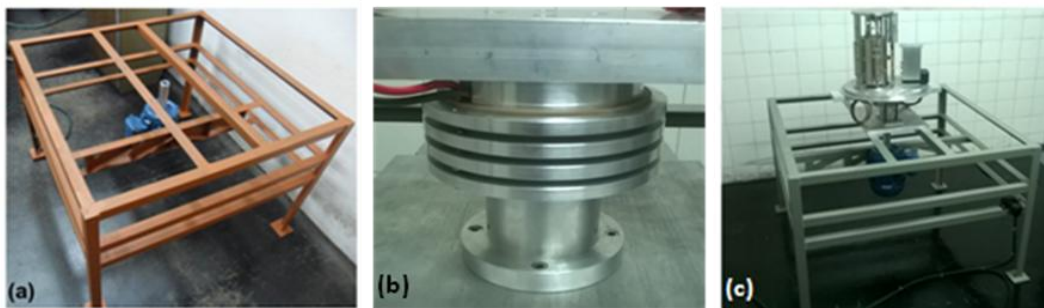
Baseado na centrífuga desenvolvida por AN [4], buscou-se projetar uma centrífuga que fosse resistente estruturalmente, leve e com baixo custo que atendesse as necessidades do laboratório, proporcionando ensaios de solidificação, que tem como restrições comprimento do máximo do braço e a massa do forno; e simulações da rotação do VSB-30 durante os voos. Adotando esses critérios, foi desenvolvido um pré-projeto estabelecendo o motor elétrico a ser utilizado e a distribuição das forças (cargas) na estrutura, assim foram desenvolvidos protótipos em ambiente CAD da estrutura metálica e se realizou simulações em elementos finitos para verificar se a deformação máxima seria aceitável (Fig. 1a e 1b). Desenvolveu-se também, um contato rotativo elétrico para atender aos experimentos (Fig. 1c).



**Figura 1.** (a) Estrutura metálica projetada em CAD; (b) deformação máxima; (c) contato rotativo em CAD.

### 3. Resultados e Discussões

Com o protótipo definido a manufatura foi realizada, utilizando métodos convencionais como, corte e soldagem de barras (Fig. 2a), usinagem e fresamento dos componentes do contato elétrico rotativo (Fig. 2b).



**Figura 2.** (a) Estrutura metálica; (b) eixo rotativo; (c) centrífuga com forno.

### 4. Conclusão

Através de técnicas de projeto, utilização de ferramentas CAD, simulação e métodos de fabricação convencionais foi possível construir uma nova centrífuga capaz de realizar ensaios de solidificação a altas acelerações, além disso, simular as rotações do VSB-30, para o LAS/INPE.

*Agradecimentos: Os autores são gratos ao CNPq e a CAPES pelo apoio financeiro.*

### Referências

- [1] REGEL, L.L.; WILCOX, W.R. Materials Processing in High Gravity. New York: Plenum Press, 1994.
- [2] FREITAS, F. E. Utilização de uma centrífuga de baixo custo para estudo da influência da alta gravidade na solidificação da liga eutética PbSn. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso), Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2011.
- [3] KURZ, W.; FISHER, D. J. Fundamentals of solidification. 3. ed. [S.l.]: Trans Tech Publications Ltd, 1992. 316 p.
- [4] AN, C. Y.; RUSSO, L. C.; RIBEIRO, M. F.; BANDEIRA, I. N. A Low Cost Centrifuge for Materials Processing in High Gravity. In: Centrifugal Materials Processing. New York: Plenum Press, 1997.