

## Correlação entre parâmetros térmicos, metalúrgicos e mecânicos de uma peça em liga de Alumínio A356.1 em molde cerâmico (MICROFUSÃO).

Autor: Nelson de Freitas Costa (Bolsista da PROPESQ – UFRGS – Brasil)

nelson.freitas@ufrgs.br

Orientador: Carlos Raimundo Frick Ferreira.

frick@ufrgs.br

### 1. INTRODUÇÃO

Neste trabalho obteve-se uma caracterização metalúrgica e mecânica da liga de Alumínio A356.1 para diferentes condições de vazamento. A caracterização metalúrgica abrangeu micrografia via microscopia óptica para determinação de fases presentes, suas proporções e espaçamento dendrítico secundário ( $\lambda_2$ ). Para a caracterização mecânica fez-se ensaio de dureza (Brinell) e microdureza (Vickers).

### 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido desde a fabricação do molde cerâmico até a caracterização metalúrgica e mecânica da peça bruta de fusão. O modelo desenvolvido foi o de uma bigorna (Figura 1). Os moldes cerâmicos foram instrumentados (Figura 2 a) e b)) com dois termopares do tipo K conectados a uma interface (equipamento de aquisição de dados LINX e um microcomputador).

No processo de fusão e vazamento foram realizadas três corridas com diferentes condições de contorno (condições térmicas do metal e do molde). A saber: 1ª corrida 112, liga no cadinho a 750 C e molde a 264 C; 2ª corrida 234, liga no cadinho a 698 C e molde a 264 C; 3ª corrida 312, liga no cadinho a 668 C e molde a 264 C. Todos os tempos de vazamento foram de aproximadamente 7 segundos. Na figura 3 tem-se um esquema do modelo com a posição dos termopares. Na figura 4 tem-se a metodologia do corte para a obtenção da seção onde foram realizados os ensaios. A figura 5 mostra o vazamento do metal líquido no molde.



Figura 1: Modelo em cera.



Figura 2: a) Molde cerâmico em fase de preparação para o vazamento. b) Detalhe da posição dos termopares.

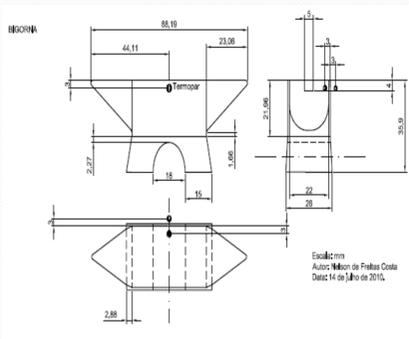


Figura 3: Esquema do modelo com a posição dos termopares.

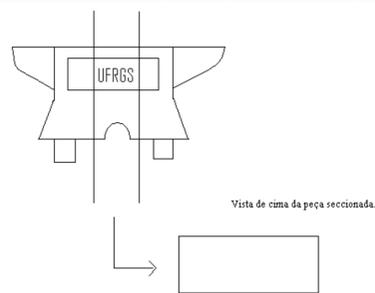


Figura 4: Esquema do corte realizado na peça para o processo de metalografia.



Figura 5: Fotografia do momento do vazamento em um dos moldes.

### 3. RESULTADOS

A figura 6 mostra os perfis térmicos e as micrografias correspondentes às amostras obtidas nas três corridas realizadas. Os gráficos a), d) e g) são os perfis térmicos para o metal e o molde, respectivamente para as corridas 112, 234 e 312. As micrografias b), e) e h), com aumento de 200x e sem ataque, evidenciam as fases presentes no material. As micrografias c), f), e i), com aumento de 50x, atacadas com Água Régia (3 partes de HCl mais 3 partes de HNO<sub>3</sub>) evidenciam a rede dendrítica do material.

A tabela 1 apresenta os resultados das características térmicas, metalúrgicas e mecânicas obtidos nas amostras analisadas.

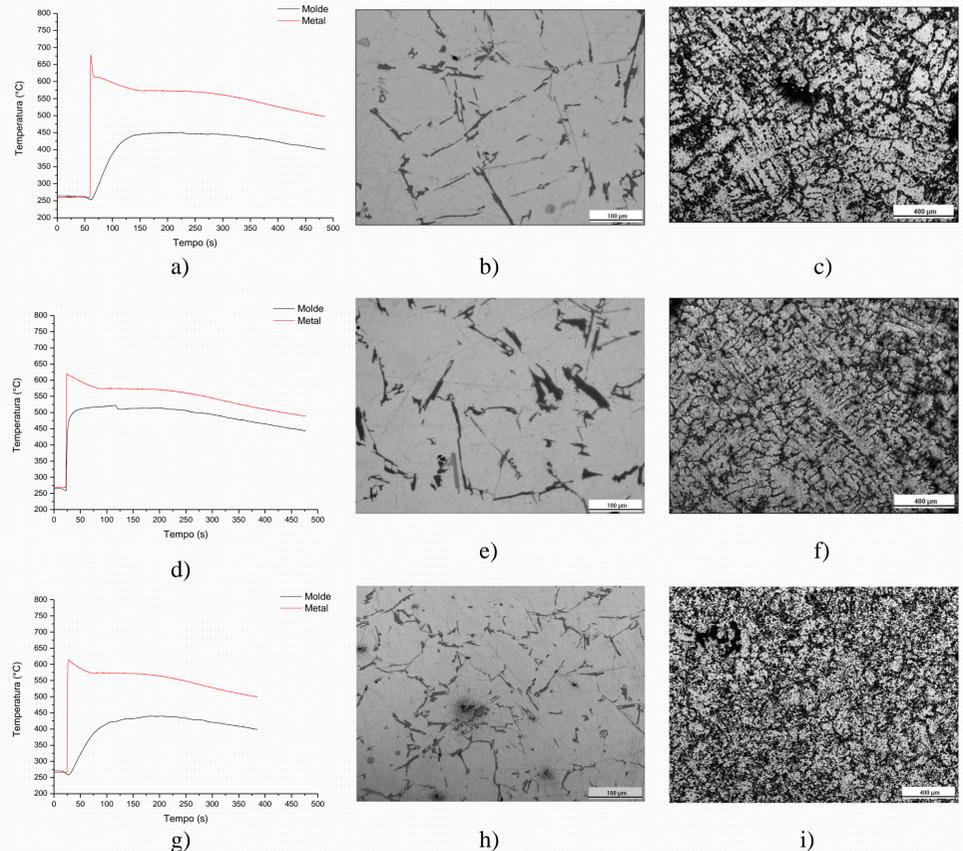


Figura 6: Conjunto de figuras demonstrando em a), d) e g) as curvas térmicas, em b), e) e h) micrografias com aumento de 200x, sem ataque, e em c), f) e i) micrografias com aumento de 50x, atacadas com água régia, respectivamente as corridas 112, 234 e 312.

Tabela 1: Características térmicas, metalúrgicas e mecânicas das amostras analisadas.

Parâmetro Corrida	$\delta T/\delta t$ [°C/s]	$\lambda_2$ D.Padrão	Dureza (HB) D.Padrão	Proporção de fases		Microdureza (HV)	
112	2.0	66,36 $\mu\text{m}$	74.18	Al - Si (Matriz)	79.61%	Al - Si (Matriz)	51.94
				Cinza Escuro	11.28%		
				Cinza Claro	9.11%		
234	6.0	47,85 $\mu\text{m}$	79.84	Al - Si (Matriz)	83.41%	D.Padrão	3.4
				Cinza Escuro	8.46%		
				Cinza Claro	8.13%		
312	-	26,03 $\mu\text{m}$	81.71	Al - Si (Matriz)	78.61%	Eutético	86,23
				Cinza Escuro	16.21%		
				Cinza Claro	5.18%		
		1.7	0.06			D.Padrão	8,0

### 4. CONCLUSÕES

- Ao vazarmos o metal a temperaturas mais altas, corrida 112, aumentamos o choque térmico. O sistema se resfria a uma taxa mais lenta (inclinação da curva durante o resfriamento, antes de qualquer transformação, fica menos acentuada) permitindo o crescimento de dendritas mais puras com maior espaçamento e menor dureza.
- Na terceira corrida não foi possível verificar a taxa de resfriamento através da curva, pois o superaquecimento imposto não foi suficiente para que pudessemos quantificar esta taxa. No entanto o ensaio que mediu o espaçamento dendrítico secundário nos leva a crer que a condição imposta para a corrida foi a de maior taxa de resfriamento, visto que o produto desse experimento obteve o menor espaçamento e a maior dureza.
- O ensaio de microdureza mostrou o caráter fragilizante da fase Fe<sub>2</sub>Al<sub>2</sub>Si<sub>9</sub>, que apresenta resistência à penetração de aproximadamente o dobro da matriz e apresenta-se em forma de lâminas, morfologia concentradora de tensões, onde facilmente pode-se nuclear uma trinca e servir de caminho preferencial para a propagação da mesma, levando o produto ao colapso.

### 5. AGRADECIMENTOS

- Ao orientador Dr. Carlos Frick. Ao coordenador do LAFUN Prof.Dr. Spim Jr. E a todos os colegas que ajudaram no decorrer do trabalho.
- A Propesq/UFRGS por disponibilizar condições para o desenvolvimento do trabalho.