

## ESTUDO DA MICROESTRUTURA DO AÇO INOXIDÁVEL AUSTENÍTICO AISI 304 EM DIFERENTES MOLDES

**Allan Silva dos Santos, allansilva.ds@hotmail.com**

Universidade Estadual do Maranhão / Rua Vinicius de Moraes, 5A, Vila Isabel, São Luís, MA

**Jean Robert Pereira Rodrigues, jrobert@cct.uema.br**

Universidade Estadual do Maranhão/ Av. Lourenço Vieira da Silva, s/n, Tirirical, CEP 65.055-310, São Luis, MA

**Renato Valdeilson Machado Ribeiro, renato\_valdeilson@hotmail.com**

Universidade Estadual do Maranhão / Rua principal, Itapera, Paço do Lumiar, MA

**Sebastião Raimundo de Jesus Belém Leitão Filho, sebaleitao@hotmail.com**

Universidade Estadual do Maranhão / Rua 4, Quadra 15, Casa 15, Planalto Anil II, Pingão, São Luís, MA

**RESUMO:** Em operações industriais de fundição e lingotamento, a possibilidade de implantação de uma variedade de condições operacionais tem como consequência a geração de uma vasta gama de estruturas de solidificação aos quais irão influenciar nas propriedades finais do produto. Foi desenvolvida no presente trabalho, por meio de uma sequência de experimentos, uma análise da influência do material do molde nos parâmetros estruturais durante a solidificação do aço inoxidável austenítico AISI 304. Para tanto placas de aço inoxidável foram solidificadas em moldes de areia e de aço. Inicialmente a variação de temperatura no metal e no molde foram medidas durante a solidificação usando um sistema de aquisição de dados, onde a partir de então foram obtidas as curvas de resfriamento. Por meio de análise metalográfica foi possível determinar a influência do material do molde na formação da macro e microestrutura durante o processo de solidificação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aço inoxidável, Parâmetros estruturais; Moldes

**ABSTRACT:** *In industrial casting operations, the possibility of implantation of a diversity of operational conditions has as consequence the generation of a wide range of solidification structures, affecting the mechanical properties and the quality of the final product. It is developed in the present work, applying a sequence of experiments, an analysis of the influence of mold material on the structural parameters during the solidification of AISI 304 austenitic stainless steel. For so slabs of stainless steel were solidified in sand and steel molds. Initially the temperature variation in the metal and in the mold they were measured during the solidification using a data acquisition system, where starting from then were obtained the cooling curves. From metallographic analysis of the influences of mold material on macrostructure and microstructure were determined during the solidification process.*

**KEYWORDS:** *Stainless steel; Structural parameters; molds*

### INTRODUÇÃO

Em 1912 foi introduzido, na Alemanha, um aço contendo 7% de níquel e 20% de cromo e 0,25% de carbono para fabricação de produtos que exigiam alta resistência a corrosão. Assim nasciam os aços inoxidáveis austeníticos, sendo uma nova classe de materiais que se distingue dos outros aços, pela quantidade de cromo presente, normalmente acima de 11%, amplamente usado em meios aquosos e adequado para as indústrias químicas, farmacêuticas, petroquímicas, do álcool, aeronáutica, naval, de arquitetura, alimentícia, de transporte, e também utilizado em talheres, baixelas, pias, revestimentos de elevadores (Davis, 1991; Padilha e Guedes, 1994).

Embora, um alto grau de empirismo tenha predominado, principalmente na indústria de fundição, até o fim da primeira metade do século XX, inúmeras pesquisas relacionadas aos fenômenos que ocorrem durante a solidificação de metais, passaram a ser desenvolvidas (Gandin, 2001; Silva et al., 2013; Castanho et al., 2013). Foi realizado no presente trabalho, por meio de uma sequência de

experimentos, uma análise da influência do material do molde nos parâmetros estruturais durante a solidificação do aço inoxidável austenítico AISI 304. Para tanto placas de aço inoxidável foram solidificadas em moldes de areia e de aço.

### METODOLOGIA

Para se obter diferentes taxas de resfriamento durante a solidificação das placas finas, foram utilizadas duas técnicas de fundição, ou seja, fundição de placas em molde de areia e fundição de placa em molde metálico refrigerado. Em ambos os casos, foram produzidas placas de aço com as dimensões de 150 mm de largura por 150 mm de altura com uma espessura de 60 mm. O acompanhamento das temperaturas durante a solidificação foi realizado através de termopares convenientemente posicionados nas paredes do molde e no metal líquido acoplados ao sistema de aquisição. Após a obtenção de cada placa, foi realizada sua caracterização. Esta caracterização teve como objetivo verificar a constituição da estrutura final, assim como, a medição dos espaçamentos interdendríticos (Gündüz, 2002).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta o comportamento do espaçamento dendrítico secundário para as placas de aço inoxidável em diferentes condições de solidificação. No primeiro caso para a placa de aço inoxidável obtida em molde de areia (Figura 1(a)) de maneira geral os valores do espaçamento foram altos em decorrência da velocidade de solidificação ser bem lenta. Quando a placa foi obtida em molde refrigerado (Figura 1(b)), notou-se claramente uma redução acentuada desses valores. Próximo a interface metal/molde o valor fica em torno de 15  $\mu\text{m}$ , alcançando valor máximo, em torno de 40  $\mu\text{m}$ , em aproximadamente 20 mm da mesma. Diante disso, constatou-se que o espaçamento dendrítico secundário foi influenciado pelo material do molde, mostrando que para moldes de aço o espaçamento dendrítico secundário foi bem menor quando comparado com moldes de areia.

## CONCLUSÃO

As placas de aço refrigeradas apresentaram melhor unidirecionalidade dos grãos colunares, além da formação de uma linha central devido ao aumento na taxa de extração de calor em comparação com as obtidas em moldes de areia. O espaçamento dendrítico secundário é influenciado pelo material do molde, mostrando que para moldes de aço o espaçamento dendrítico secundário é bem menor quando comparado com moldes de areia.

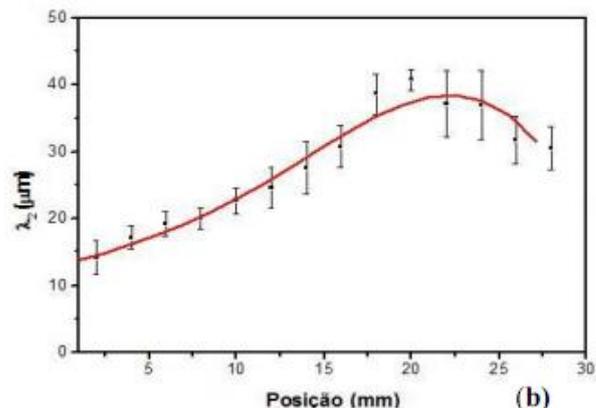
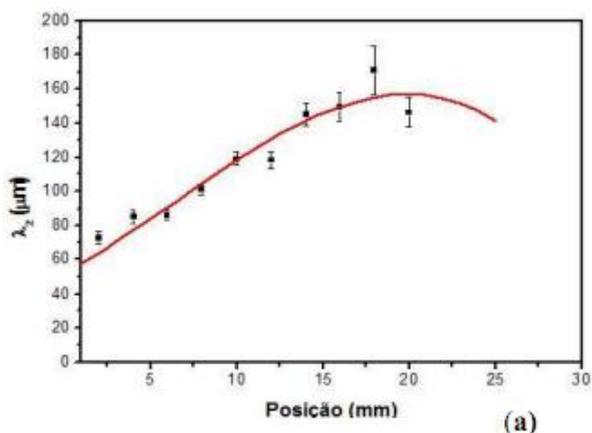


Figura 1. Espaçamentos dendríticos secundários em relação à distância da interface metal/molde das placas de aço inoxidável obtidas: (a) em molde de areia, (b) em molde refrigerado.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecemos a Deus que nos guia em conhecimento e prazer de viver. Os autores agradecem a UEMA pelo apoio financeiro para desenvolvimento e apresentação deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- Castanho, M. A. P. ; Goulart, P. R. ; Cheung, N. ; Garcia, A., Unsteady-State Directional Solidification of a Hypoperitectic Pb-9.5wt%Bi Alloy. *Materials Science Forum*, v. 730-732, p. 889-894, 2013.
- Davis, J. R. – ed. *Properties and selection: irons, steels, and high-performance alloys. Metals Handbook*. v. 1, 10ª ed, p. 908, 1991. pp.303-306.
- Gandin, Ch-A. *Stochastic Modeling of Dendritic Grain Structures. Advanced Engineering Materials*, n°. 3, 2001,
- Gündüz, M.; Çadirli, E. 2002, Directional solidification of aluminium-copper alloys. *Materials Science & Engineering A*, v. 327, pp. 167-185.
- Padilha, A. F.; Guedes, L. C. *Aços inoxidáveis austeníticos: microestrutural e propriedades*. São Paulo, Hemus, 1994, 170 p.
- Silva, B. L., Cheung, N.; Garcia, A. ; Spinelli, J. E., Thermal Parameters, Microstructure, and Mechanical Properties of Directionally Solidified Sn-0.7 wt.%Cu Solder Alloys Containing 0 ppm to 1000 ppm Ni. *Journal of Electronic Materials*, v. 42, p. 179-191, 2013.

## DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Os autores são os únicos responsáveis por este artigo.