

SQUEEZE CASTING EM LIGAS Al-Mg

C. C. Brito , F. D. Magalhães, A. L. M. Costa, C. A. Siqueira,
Folha 17, Qd. 06, Lt. 10 – CEP: 68505-140 – e-mail: siqueira@ufpa.br
Universidade Federal do Pará – Faculdade de Engenharia de Materiais - Campus de
Marabá – Folha 17, Qd. 04, Lt. Especial – CEP: 68505-080 – Marabá – Pará

RESUMO

*A fundição é um dos mais antigos e o mais versátil processo de fabricação de componentes metálicos. Os diversos processos de fundição permitem produzir desde milhões de peças de pequeno tamanho até poucas peças pesando várias toneladas. Recentemente, a técnica de **squeeze casting** tem sido muito estudada para o uso na fabricação de compósitos de matriz metálica, especialmente em ligas de magnésio, alumínio e cobre. Com a rápida expansão da aplicação do magnésio na indústria automobilística, o desenvolvimento da tecnologia do squeeze casting para ligas de magnésio e seus compósitos tem sido motivada pelo incentivo à produção de componentes de alta qualidade. Neste trabalho os efeitos da pressão aplicada (40 MPa; 80 MPa e 120 MPa), temperatura da lingoteira e superaquecimento metal líquido $T_v=0,12T_L$ na macroestrutura da liga Al-Mg serão analisadas.*

Palavras Chaves: Squeeze casting; solidificação; macroestruturas e Al-Mg.

INTRODUÇÃO

Produtos fundidos são fabricados via diferentes processos cada um com suas respectivas vantagens e desvantagens. Uma grande desvantagem dos processos convencionais desses produtos em relação ao processo com aplicação de altas pressões (squeeze casting) é a formação de inúmeros defeitos como bolhas de gás, porosidades e macrosegregações, os quais influenciam de forma determinante nas propriedades mecânicas, integridade e rentabilidade do produto final. O processo de squeeze casting vem sendo bastante utilizado com ligas de alumínio na indústria automobilística, pois oferece ao produto final excelente propriedades mecânica tais

como ductilidade e tenacidade à fratura ⁽¹¹⁾, o processo tenta combinar as vantagens das tecnologias de fundição e forjamento: a pressão aplicada e o contato instantâneo do metal líquido com a superfície do molde gera uma condição de rápida transferência de calor e produz peças livres de poros, e de granulação fina. Estas peças têm propriedades mecânicas próximas daquelas de um produto forjado combinadas com as formas e o baixo custo das peças fundidas ^(3,5). O baixo custo do processo é um fator importante do ponto de vista industrial, além de possibilitar a automatização da produção.

Neste sentido, este trabalho pretende avançar na direção de uma maior compreensão do processo de fundição sobre pressão “Squeeze casting”, bem como dos parâmetros operacionais e de solidificação e suas influências sobre a microestrutura de materiais não-ferrosos fundidos. Através da fundição sob pressão, será avaliado o comportamento microestrutural de ligas do sistema Al-Mg, solidificadas em diferentes condições;

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Foram utilizadas as ligas Al 5% 7% e 10% Mg (% em peso), O molde é constituída de quatro partes: base, anel de fixação, molde metálico e punção. A base de aço inoxidável SAE 1045 de formato circular com espessura de 77 mm e 140 mm de diâmetro interno, o anel com espessura de 19 mm e 116 mm de diâmetro interno, a lingoteira com 110 mm de altura e 58 mm de diâmetro interno, conforme Figura 1. Adotou-se superaquecimentos de 10% acima das temperaturas liquidus das ligas analisadas.

As temperaturas no metal e lingoteira foram monitoradas durante a solidificação através de um conjunto de termopares tipo K, localizados no metal líquido, na lingoteira e no punção. Todos os termopares foram conectados por um cabo coaxial a um registrador de dados interfaceado com um computador, e os dados de temperatura foram adquiridos automaticamente.

Finalmente, os lingotes obtidos foram submetidos a técnicas metalográficas para caracterizar microestruturais resultantes. Os corpos de provas foram

seccionados na direção longitudinal, lixados com lixas de granulométrica de 80, 100, 220, 320, 400 e 600 mesh. E atacados com o reagente Toker e posteriormente fotografados para análise final.

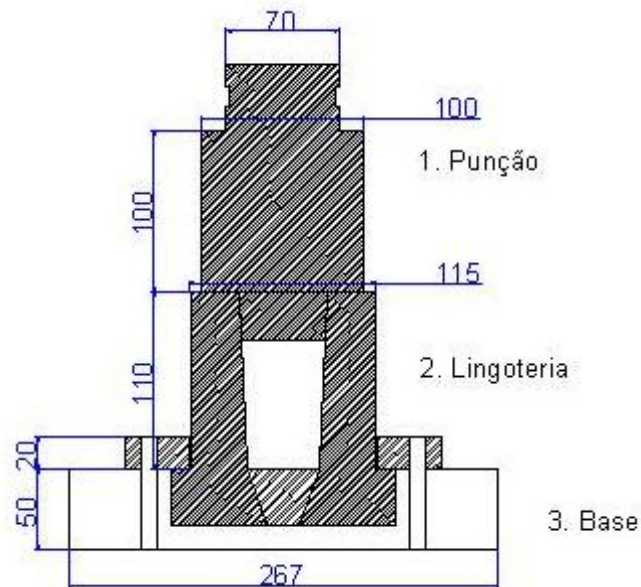


Figura 1 – layout da lingoteira do squeeze casting utilizada nos trabalhos experimentais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 12 apresenta as macroestruturas resultantes do processo squeeze casting para a liga Al-5%Mg, sem pressão, 40 MPa, 80MPa e 120 MPa, respectivamente. Podemos verificar que para o lingote sem pressão há a predominância de grão equiaxiais de tamanho relativamente maiores que para as pressões de 40, 80 e 120 MPa, observa-se no lingote de 80MPa o aparecimento de porosidades distribuídos ao longo do lingote, os quais tendem a desaparecer quando a pressão se eleva. As imagens estão reduzidas em 25% do tamanho original.

Na Figura 13, observamos as macroestruturas para a liga Al-7%Mg sem pressão, 40 MPa, 80 MPa e 120 MPa, respectivamente. Podemos observar que os grãos são equiaxiais grosseiros e distribuídos por toda a secção longitudinal do lingote. Verifica-se que a variável pressão parece não exercer muita influência na macroestrutura final do lingote. No lingote sem pressão observamos o efeito da

contração volumétrica do material originando o que se chama de “rechupe”, além da presença de um pouco de segregação de soluto e porosidades.

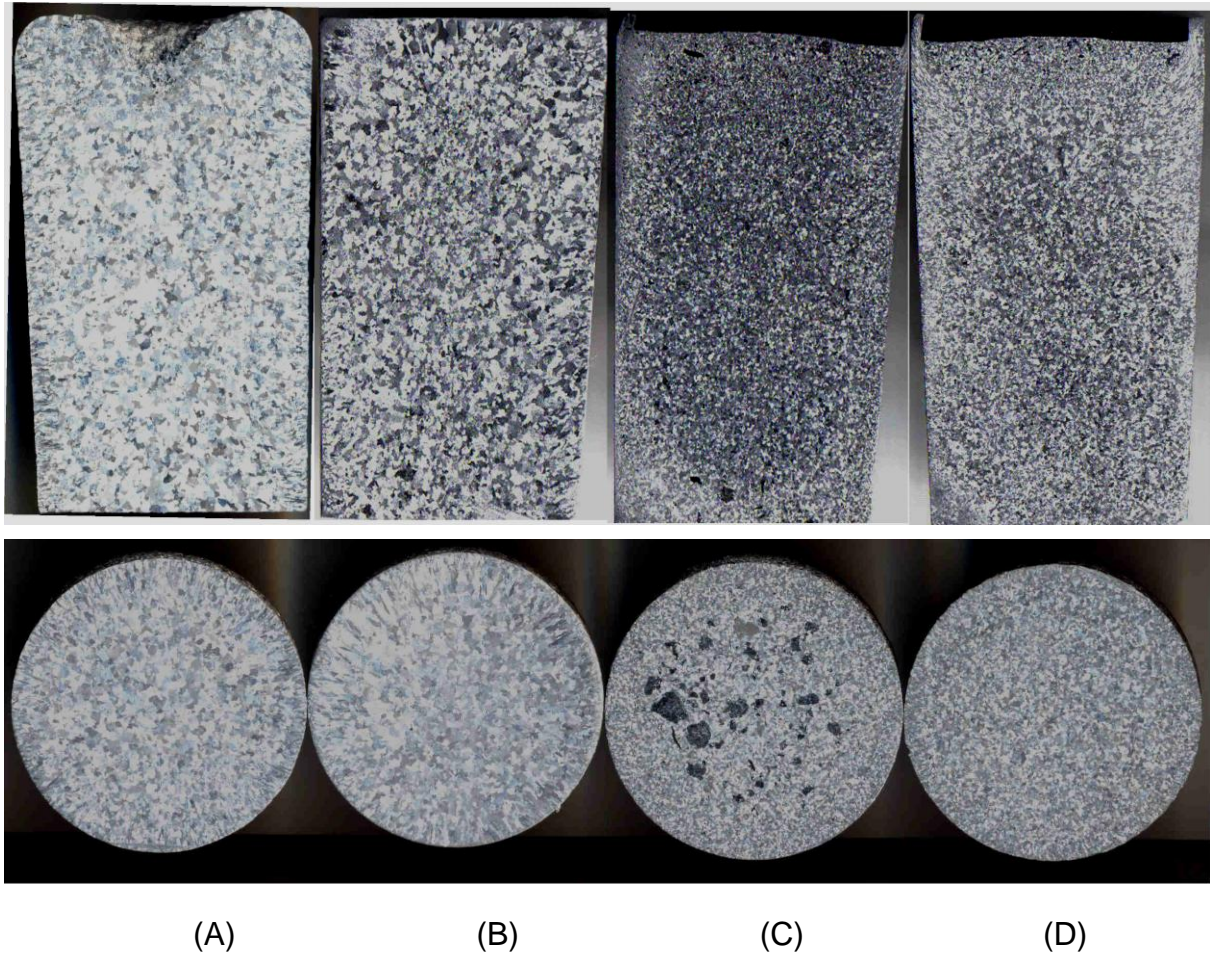
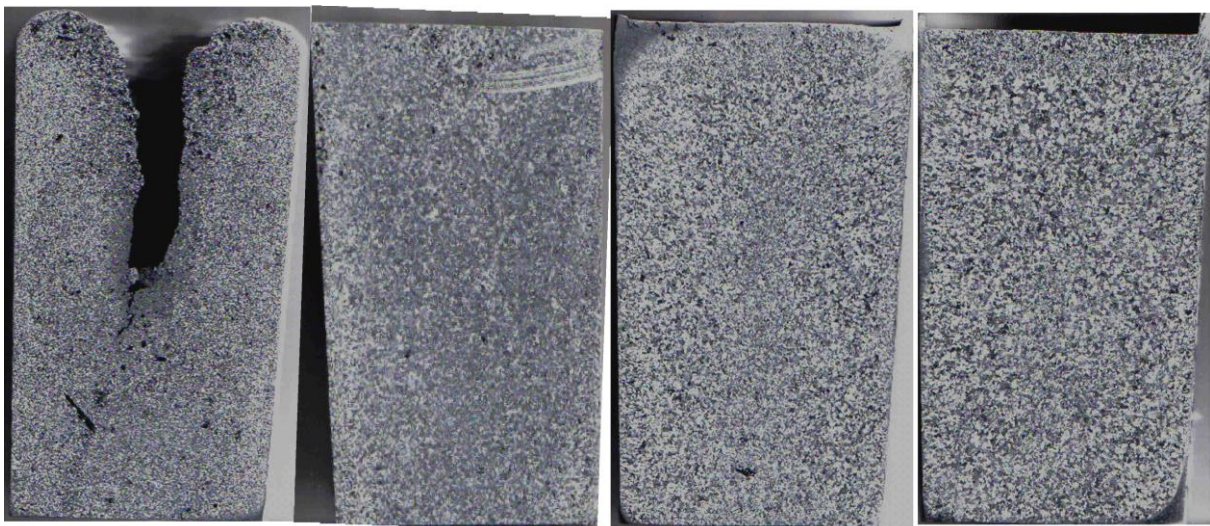


Figura 12. Macroestruturas da Liga Al-5%Mg: (A) Sem Pressão, (B) 40 MPa, (C) 80 MPa e (D) 120 MPa. Redução em 25% do tamanho original.





(A)

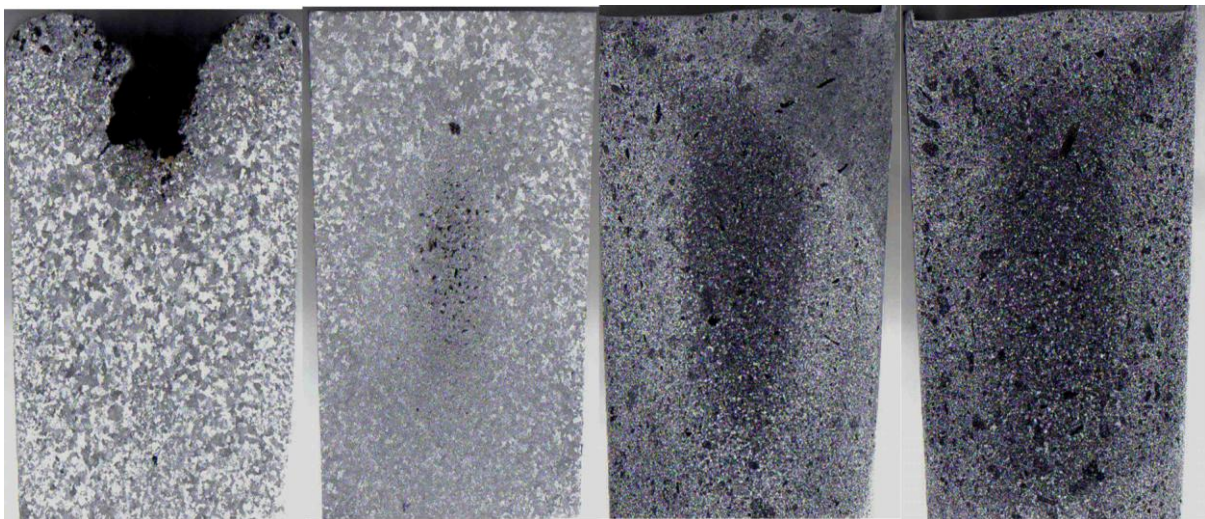
(B)

(C)

(D)

Figura 13. Macroestruturas da Liga Al-7%Mg: (A) Sem Pressão, (B) 40 MPa, (C) 80 MPa e (D) 120 MPa. Redução em 25% do tamanho original.

Para a Figura 14, apresenta-se as macroestruturas da liga Al-10%Mg sem pressão, 40 MPa, 80 MPa e 120 MPa, respectivamente. As macroestruturas observadas são predominantemente equiaxiais, sendo que para a condição sem pressão os grãos equiaxiais aparentam ter tamanhos maiores que para as outras condições, a medida que aplica-se a pressão a tendência é a diminuição dos referidos grãos. Para a condição de pressão de 40 MPa observa-se a formação de macrosegregação no centro do lingote, já para as pressões de 80 e 120 MPa ocorre um aumento gradativo na segregação e o aparecimento de uma quantidade muito grande de porosidades.



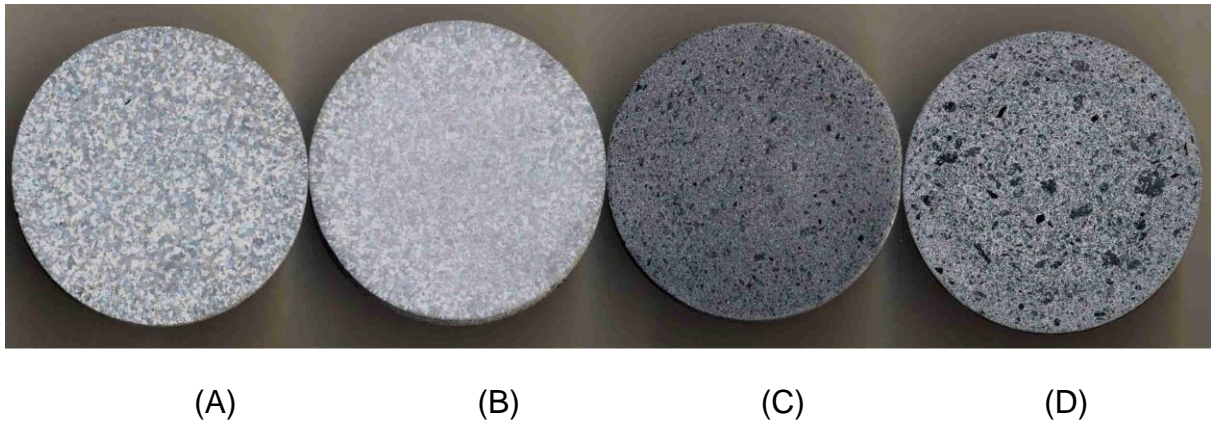


Figura 14. Macroestruturas da Liga Al-10%Mg: (A) Sem Pressão, (B) 40 MPa, (C) 80 MPa e (D) 120 MPa. Redução em 25% do tamanho original.

CONCLUSÕES:

- De maneira geral à medida que aumenta a pressão ocorre uma diminuição gradativa dos grãos equiaxiais para todas as composições estudadas.
- A variável pressão exerceu melhor influência para as composições de 5 e 10% Mg, fato não observado para a composição de 7%Mg.
- Para pressões acima de 80 MPa não há mais diferença em relação aos tamanhos de grãos. Isto ocorre devido ao melhor contato entre o metal e a lingoteira, o que favorece a transferência de calor.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro do CNPq e da UFPA.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. KANICKI, D. P., **ASM Handbook**, vol 15, "Casting", 9^a edition, pp. 37-45, 1988.

2. HU, H., Squeeze Casting of Magnesium Alloys and their Composites, **Journal Materials Science**. 33, pp. 1579-1589, 1998.
3. DORCIC, J. L. and Verma, S. K., **ASM Handbook**, vol 15, "Casting", 9^a edition, pp. 323-327, 1988.
4. ROHATGI, P., **ASM Handbook**, vol 15, "Casting", 9^a edition, pp. 845-847, 1988.
5. FERREIRA, J. M. G. de C., **Tecnologia da Fundição**, Fundação Calouste Gulbenkian, pp. 507-518, 1999.
6. SKOLIANOS, S. M, Kiourtsidis, G. and Xatzifotiou, **Materials Science Engineering A231**, pp. 17-24, 1997.
7. KIM, Y. W., Kim, D. H, Lee, H. I. and Hong, C. P., **Scripta Materials** 38, pp. 923-929, 1998.
8. HONG, C. P., Shen, H. F. and Cho, I. S., **Metallurgical Materials Transactions** 29A, pp. 339-349, 1998.
9. PRAKASAN, K. and Seshan, S., **Journal Materials Science** 34, pp. 5045-5049, 1999.
10. COUPARD, D., Goni, J. and Sylvain, J. F., **Journal Materials Science**. 34, pp. 5307-5313, 1999.
11. KANICKI, D. P., **ASM Handbook**, vol 3, "Casting", 9^a edition, pp. 305, 1988.
12. PERES, Manoel Diniz. Desenvolvimento da Macroestrutura e da Microestrutura na Solidificação Unidirecional Transitória de Ligas Al-Si.179p.

2005. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - UNICAMP, Campinas-SP.

13. CALLISTER, William Jr. **Ciência e Engenharia de Materiais Uma Introdução**. 5ª ed. Rio de Janeiro, RJ. 2002.

14. GARCIA, Amauri. **Solidificação: fundamentos e aplicações**, Campinas, SP. 2001.

15. MALEKI, A. et al. **Materials Science & Engineering**. 2006. Pag. 135-140.

SQUEEZE CASTING IN ALLOYS Al-Mg

ABSTRACT

The casting is one of the modern and the most versatile process of production of metallic components. Diverse casting processes allow producing since millions of parts of small size to few parts measuring various tons. Recently, the technique of squeeze casting has been greatly studied for the use in the production of composites of metallic matrix, especially in alloys magnesium, aluminum and copper. The fast expansion of the application of magnesium in industry automobile, the development of technology casting squeeze for alloys magnesium and their composites has been motivated by components production of high quality. In this work the effects of pressure applied (40 MPa; 80 MPa and 120 MPa), die casting and superheat $T_V=0,12T_L$ in macrostructure of alloy Al-Mg shall be analyzed.

Keywords: Squeeze Casting, Macrostructure, Superheat, Composition, Alloy Al-Mg.