

# EFEITO DO PROCESSAMENTO NA MICROESTRUTURA E NA PROPRIEDADE MECÂNICA DA LIGA DE ALUMÍNIO 3104 OBTIDA A PARTIR DE LINGOTAMENTO CONTÍNUO<sup>1</sup>

Gao Yufei<sup>2</sup>  
Alex Sandro Felipe de Moraes<sup>3</sup>  
Claudio Parra De Lazzari<sup>4</sup>

## Resumo

A liga de alumínio 3104 encontra grande aplicação na fabricação de embalagens, tais como o corpo de latas de bebidas. No presente trabalho, foram estudados os efeitos do processamento mecânico e do tratamento térmico na microestrutura e na dureza de amostras desta liga produzidas a partir de processo de fundição contínua do tipo *twin roll caster*.

**Palavras-chave:** Alumínio; Liga 3104, *Twin roll caster*.

## PROCESSING EFFECTS ON MICROSTRUCTURE AND PROPERTIES OF ALUMINUM ALLOY 3104 PRODUCED BY CONTINUOUS CASTING

## Abstract

Aluminum alloy 3104 has a wide range of applications on the manufacturing of packagings such as cans of beverages. The present paper illustrates the effect of mechanical processing and heat treating on microstructure and hardness of samples of such alloy originally produced by a continuous casting process called *twin roll caster*.

**Key-words:** Aluminum; Alloy 3104; *Twin roll caster*.

<sup>1</sup> Contribuição técnica ao 67<sup>o</sup> Congresso ABM - Internacional, 31 de julho a 3 de agosto de 2012, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>2</sup> Aluna do curso de Tecnologia em Materiais – Fatec-SP.

<sup>3</sup> Analista da CBA – Companhia Brasileira de Alumínio.

<sup>4</sup> Professor Pós-Doutor – FAAP, Fatec-SP, Senai.

## 1 INTRODUÇÃO

Uma das mais importantes aplicações de ligas de alumínio no setor de embalagens corresponde às latas para bebidas.<sup>(1)</sup>

A liga de alumínio universalmente utilizada na fabricação do corpo de latas de bebidas é a liga AA 3104. Esta liga pertence à série 3XXX e contém manganês e magnésio como elementos de liga principais. Outros elementos que podem estar presentes no material são o Si, Fe, Cu, Cr e Zn.<sup>(2,3)</sup>

O desenvolvimento de novas ligas não tratáveis termicamente ou ainda a modificação de ligas já existentes tem sido uma preocupação constante dos fabricantes de chapas, para atender à crescente necessidade quanto ao incremento de resistência mecânica e alta produtividade dos processos de fabricação das indústrias transformadoras.<sup>(4)</sup> Como exemplo de liga não tratável termicamente, pode-se destacar a liga de alumínio AA 3104, que é assim classificada por não responder ao tratamento térmico de envelhecimento.<sup>(3)</sup>

A forte competição no mercado de embalagens tem exigido dos produtores e consumidores ações para a melhoria das propriedades mecânicas da chapa e a redução do custo de produção das latas.<sup>(4)</sup> O controle da microestrutura durante o processo de solidificação e o processamento termomecânico das chapas tem proporcionado aos produtos das ligas de alumínio não tratáveis termicamente, como é o caso da liga AA 3104, atingir os níveis requeridos em termos de qualidade exigida pelos clientes.<sup>(5)</sup>

O processo de fundição *twin roll caster*, conhecido como *caster* é uma prática comum na indústria de alumínio. Este método, por ser versátil, tornou-se importante na indústria de laminados de alumínio, pois tanto o capital de investimento quanto o custo de produção de chapas são baixos.<sup>(6)</sup>

No *caster*, o metal líquido dentro do forno é transportado por uma calha até o injetor, passando pelo sistema de desgasificação e filtragem. Ao chegar ao injetor, distribui-se o metal entre os cilindros, sendo que geralmente o injetor é confeccionado de material cerâmico, devido à alta temperatura atingida no conjunto. Na saída do injetor, encontram-se dois cilindros rotativos de aço refrigerados a água, girando com velocidade constante e sentidos opostos. Assim, o metal líquido perde o calor e solidifica na forma de chapa, combinando a solidificação e laminação o quente em uma única operação.<sup>(6,7)</sup>

A Figura 1 apresenta o desenho esquemático do processo de fundição contínua *twin roll caster*.

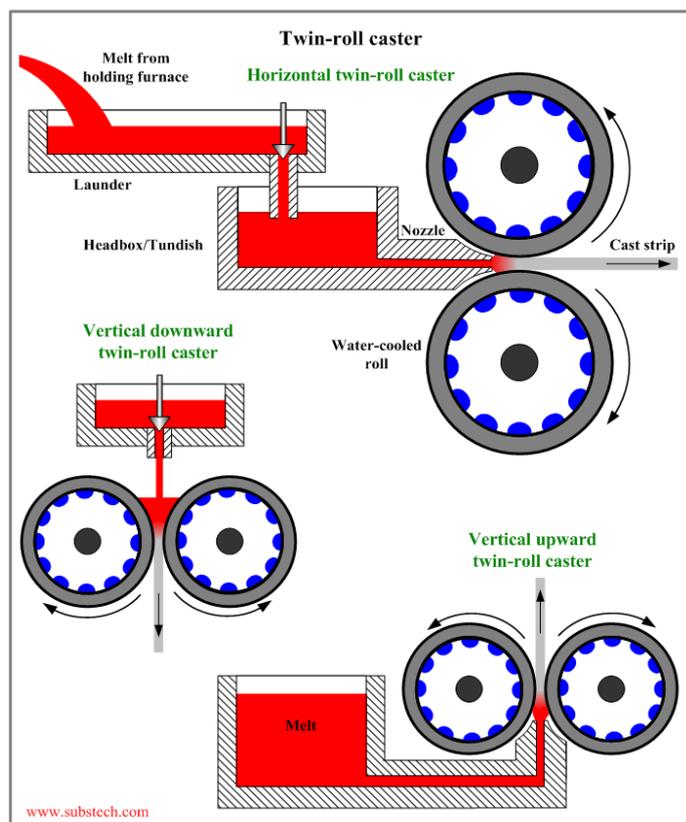


Figura 1: Processo de fundição contínua: *twin roll caster*.<sup>(8)</sup>

Os objetivos do trabalho foram o de verificar os efeitos do processamento mecânico e do tratamento térmico de recozimento na microestrutura e na dureza de amostras desta liga produzidas a partir de processo de fundição contínua do tipo *twin roll caster*.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram retiradas amostras de chapas de 42x28 mm de bobina fundida a partir do processo *caster* com espessura de 8.0 mm. Procedeu-se ao tratamento térmico de homogeneização a 540°C por 22 horas e laminação a frio até uma espessura de 1,3 mm no final nas amostras retiradas.

Em uma das amostras laminadas, foi realizado tratamento térmico de recozimento a uma temperatura de 270°C, por 300 min.

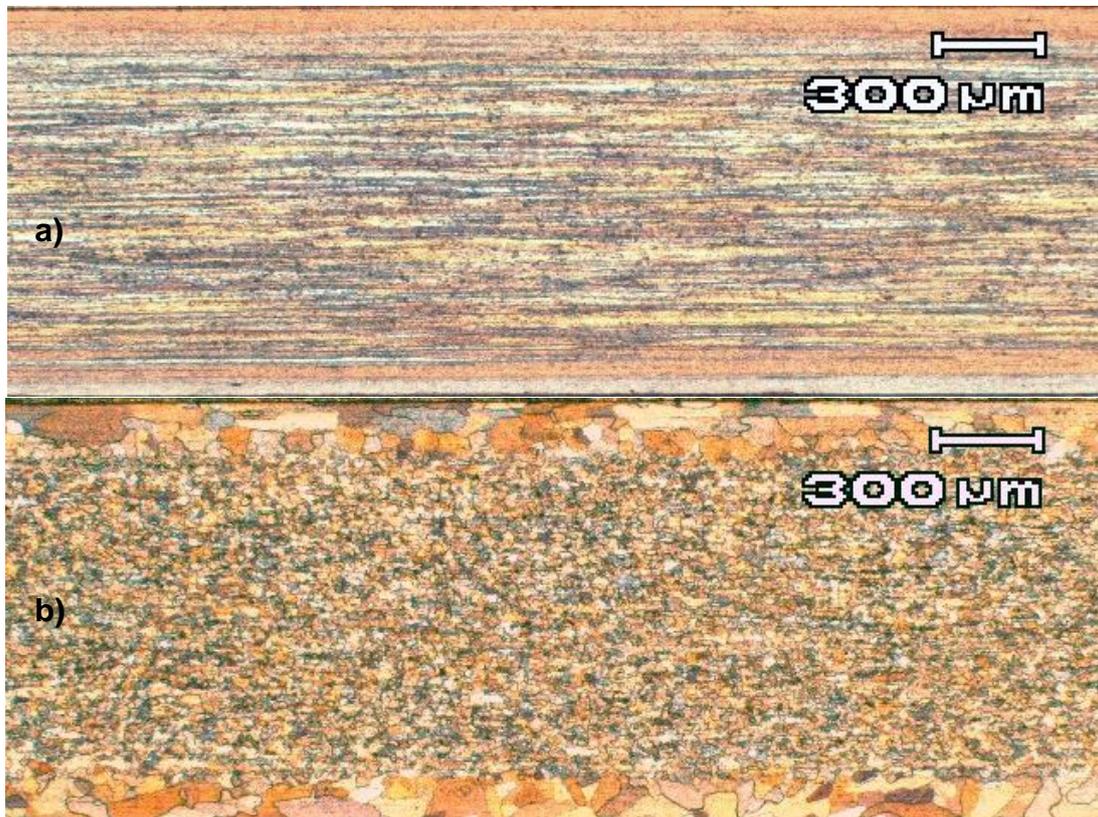
As amostras (com e sem recozimento) foram analisadas por microscopia óptica. O lixamento das amostras foi efetuado a partir da utilização de lixas 220, 400 e 800. Após a etapa de lixamento, procedeu-se à limpeza em ultrassom. Na seqüência da preparação, as amostras foram polidas com a utilização de pasta de diamante e, na seqüência, com solução de sílica coloidal. O ataque químico foi efetuado com solução de HF (0,5%) por 15 segundos. Em seguida, procedeu-se ao ataque com solução de HBF<sub>4</sub> em máquina de ataque eletrolítico nesta solução a partir de uma tensão de 20 volts, por 4 minutos. As micrografias foram realizadas em microscópio óptico com 20x, 50x e 100x de aumento. Na análise das imagens, empregou-se a técnica de luz polarizada.

As amostras (com e sem recozimento) foram também submetidas a ensaios de dureza Brinell, através do qual se procedeu à indentação com penetrador na forma de esfera de 2,5 mm e fator de carga 31,25 kgf/mm<sup>2</sup>, por 15 segundos.

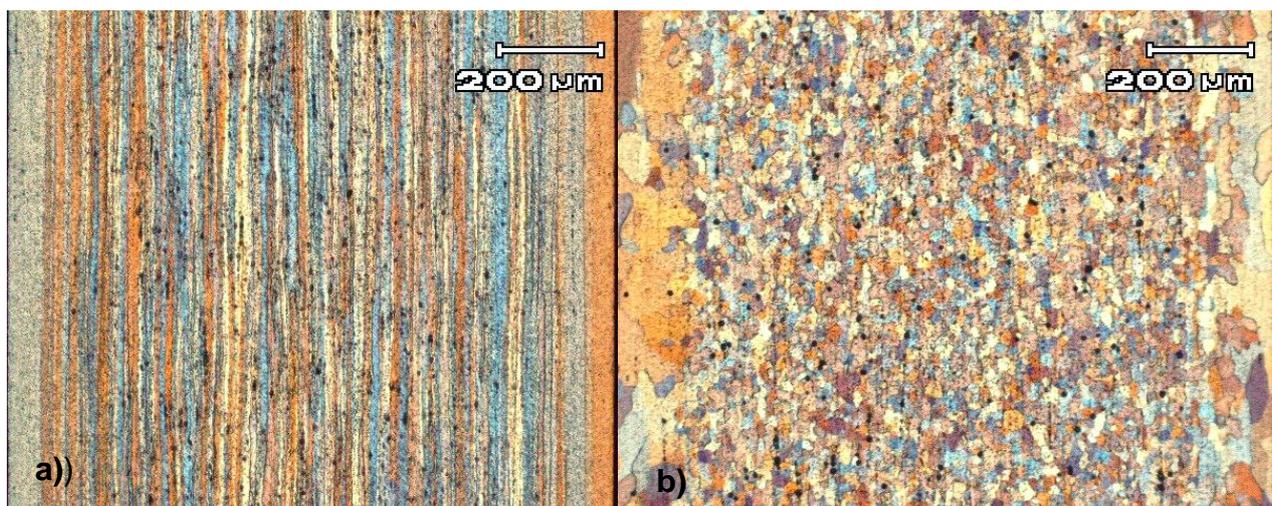
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Ensaio Metalográficos

As Figuras 2 a 4 apresentam as micrografias obtidas a partir dos ensaios metalográficos empregando-se a técnica de luz polarizada.



**Figura 2.** a) Microestrutura da amostra da liga 3104 sem recozimento com 20X; b) Microestrutura da amostra da liga 3104 com recozimento com 20X.



**Figura 3** a) Microestrutura da amostra da liga 3104 sem recozimento com 50X; b) Microestrutura da amostra da liga 3104 com recozimento com 50X.



**Figura 4.** a) Microestrutura da amostra da liga 3104 sem recozimento com 100X; b) Microestrutura da amostra da liga 3104 com recozimento com 100X.

Através da análise das Figuras 2 a 4, pode-se constatar o efeito no tratamento térmico de recozimento na alteração da microestrutura do material. Pode-se evidenciar em tais micrografias a mudança de estado encruado, com grãos alinhados na direção da laminação a frio, para um estado de grãos recristalizados, resultante do aquecimento da amostra no tratamento de recozimento.

### 3.2 Ensaio de dureza

A Tabela 1 apresenta os resultados de medidas de dureza das amostras da liga 3104 com e sem recozimento.

**Tabela 1** – Dureza das amostras com e sem recozimento

Liga	Sem recozimento	Com recozimento
3104	81.9 HBS/31.25/15s	38.7 HBS/31.25/15s

Os resultados apresentados na Tabela 1 confirmam o efeito diminuidor na dureza do material, como resultado do processo de recristalização ocorrido durante a realização do tratamento térmico de recozimento.

## 4 CONCLUSÕES

1. Através da técnica de análise metalográfica com luz polarizada, pôde-se evidenciar o efeito do tratamento térmico de recozimento na estrutura granulométrica de amostras da liga AA 3104 obtidas através do processo de fundição contínua – *twin roll caster*, seguido de laminação a frio. O recozimento realizado a 270°C por 300 min permitiu a recristalização da estrutura do material.

2. Evidenciou-se o efeito do recozimento na dureza das amostras da liga AA 3104 obtidas através do processo de fundição contínua – *twin roll caster*, seguido de laminação a frio. O recozimento realizado a 270 °C por 300 min conduziu a um decréscimo no valor da dureza do material de 81.9 HBS para 38.7 HBS.

### Agradecimentos

Os autores agradecem à Faculdade de Tecnologia de São Paulo (FATEC – SP) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio e fomento à pesquisa. Agradecem, também, à Companhia Brasileira de Alumínio (CBA) e à General Motors do Brasil (GM), pelo auxílio na realização da parte experimental.

### REFERÊNCIAS

- 1 HOYLE, W. C.; SETLAK, F. R. Trends and needs in can stock: a packaging company's perspective. *Journal of Metals*, v.48, n.11, p.33-36, 1996.
- 2 ASKELAND, D. R.; PHULÉ, P. P. *Ciência e Engenharia dos materiais*. São Paulo: Cengage Learning, 2008.
- 3 ABAL. *Fundamentos e aplicações do alumínio*. 1º ed. São Paulo: ABAL, 2010.
- 4 CEZAR, G.F.; ZANGRANDI, A. Efeito do zinco e da solubilização nas propriedades mecânicas de tração da liga AA 3104-H19 modificada. Anais. Foz do Iguaçu – PR: CBECIMat - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, p. 6961-6971, 2006.
- 5 SANDERS Jr., R. E.; HOLLINSHEAD, P. A.; SIMIELLI, E. A. Industrial development of non-heat treatable aluminum alloys. *Annual Review Journal of Materials*, v.28, p.53-64, 2004.
- 6 MINATEL, R. *Um estudo comparativo sobre a recristalização de chapas de alumínio AA 1200 e AA 3003 obtida por lingotamento contínuo (twin roll caster) e por fundição de placas (direct chill)*. Dissertação. São Paulo, 2009.
- 7 MARTINS, J. P.; PADILHA, A.F. Caracterização da liga comercial de alumínio 3003 produzida por fundição contínua de chapas (twin roll caster). *Revista Escola de Minas*, v.59, n.4, p. 427-431, 2006.
- 8 KOPELIOVICH, D. *Continuous casting of aluminum based bearing alloys*. 2011. Disponível em:  
<[http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=continuous\\_casting\\_of\\_aluminum\\_based\\_bearing\\_alloys](http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=continuous_casting_of_aluminum_based_bearing_alloys)>. Acesso em: 10 fev. 2012.