

Efeito dos Tratamentos Termomecânicos na Propriedades Mecânicas do Latão

Kerollayne Ximenes L. de Sousa¹, Matheus Neris Pontes², Anderson Marques dos Santos³, Antonia Daniele Souza Bruno Costa⁴

1 Introdução

Laminação a frio seguida de tratamento térmico de recozimento são tratamentos termomecânicos comuns na produção de latão. Latão é uma liga metálica que contém cobre (como elemento principal) e zinco, a qual é amplamente empregada na produção de tubos, tubulações, instrumentos musicais e em cartuchos de munições pelas suas excelentes propriedades mecânicas e resistência a corrosão (BODUDE et al., 2015; SOFYAN e BOSORI, 2016).

Diversos autores têm reportado a importância do estudo sobre as alterações nas propriedades mecânicas e na microestrutura do latão causadas por tratamento termomecânicos (FRENCH, 1944; KHAFRI e MOHEBATI-JOUIBARI, 2006; LEONEL, 2012; DAFÉ, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2014).

Com o intuito de avaliar os efeitos de tratamentos termomecânicos nas propriedades mecânicas, chapas de latão foram laminadas a frio com deformação de

¹ Graduando em Engenharia de Produção. UNI7 – Centro Universitário 7 de Setembro, Fortaleza – CE. <kerollayexml@gmail.com>.

² Graduando em Engenharia Mecânica. UNI7 – Centro Universitário 7 de Setembro, Fortaleza – CE. <email@uni7.edu.br>.

³ Graduando em Engenharia Mecânica pela FANOR/Técnico dos Laboratórios Técnicos da. UNI7 – Centro Universitário 7 de Setembro, Fortaleza – CE. <andersonmaques12@gmail.com>.

⁴ Pos-doutora em Física Aplicada pela USP, UNI7 – Professora Titular das Engenharias, Centro Universitário 7 de Setembro, Fortaleza – CE. <nielebruno@gmail.com>.

80% da espessura inicial em um laminador de bancada, conforme apresentado na Figura 1.1 do Anexo A. Posteriormente, as amostras foram recozidas na temperatura de 600°C (durante 60 min), com resfriamento em forno, conforme ilustra a Figura 1.2 do Anexo A. Por fim, essas chapas, com e sem recozimento, foram submetidas a ensaios de tração, como mostrado na Figura 1.3 do Anexo A.

2 Referencial Teórico

2.1. Laminação

A conformação mecânica tem como objetivo mudar a forma de um objeto mediante a aplicação de esforços mecânicos com ou sem auxílio térmico (LEONEL, 2012). A laminação é um dos processos de conformação mecânica, onde uma força de compressão direta é aplicada no metal ao passar pelos rolos, resultando em redução da espessura, alongamento e alargamento relativamente pequeno (CALLISTER, 2011; CHIAVERINI, 1987), como mostra a Figura 2.1 do ANEXO A.

2.1.1 Conformação mecânica a frio

Segundo Chiaverini (1987), encruamento é o fenômeno resultante da deformação plástica realizado pelo trabalho mecânico a frio, abaixo da temperatura de recristalização. Esse processo gera deformação na estrutura cristalina e modifica as propriedades mecânicas do material. Callister (2011) menciona, que um metal, quando trabalhando a frio, endurece por deformação e há um aumento na resistência e em contrapartida há uma diminuição na ductilidade.

O aumento na resistência mecânica e o endurecimento dos metais é obtido devido à elevação da densidade das discordâncias (ASKELAND e PHULÉ, 2011). Logo o fenômeno de encruamento em metais, por laminação a frio, provoca a movimentação de discordâncias, que o causa o deslizamento no plano cristalino, facilitando a deformação plástica (PADILHA, 2007).

2.2 Recozimento

Recozimento é o tratamento térmico, com temperaturas superiores à de recristalização, utilizado para a recuperação das propriedades físicas e mecânicas modificadas durante o encruamento (ASKELAND e PHULÉ, 2011; ALMEIDA, 2017).

De acordo com Callister (2011), o tratamento térmico de recozimento acontece em três etapas:

1. Recuperação: ocorre o alívio das tensões internas, sem que a microestrutura do metal sofra qualquer modificação;

2. Recristalização: há decréscimo da densidade das discordâncias, redução da dureza, aumento da ductibilidade e as todas as tensões são totalmente eliminadas. Nessa etapa, uma nova estrutura é inteiramente reconstruída (recristalizada), novos grãos equiaxiais são nucleados livres de qualquer deformação;

3. Crescimento do grão: com o aumento da temperatura, os grãos cristalinos, agora inteiramente livre de tensões, tendem a crescer.

2.3 Latão

Latão é uma liga metálica constituída de cobre-zinco, contendo uma variação de zinco 5 a 50% e a presença de outros elementos químico em sua composição. As variações na composição química interferem na resistência mecânica, ductibilidade, usinabilidade, resistência à corrosão e na coloração do material. (CHIAVERINI, 1987; WILBORN, 2012). A liga cobre-zinco apresenta fases de acordo com o teor de zinco existente na liga (CALLISTER, 2011).

3 Proposta de Desdobramentos da Pesquisa

As chapas de latão foram laminadas a frio utilizando um laminador de bancada. Algumas chapas encruadas foram recozidas nas temperaturas de 600°C e 700°C, durante 60 minutos, sendo resfriadas no forno. Posteriormente, as chapas deformadas com e sem tratamento térmico foram expostas ao ensaio de tração.

As próximas etapas da pesquisa consistirão em avaliar as microestruturas das amostras e medir as durezas dos materiais. Além disso, pretende-se investigar outras taxas de deformação (40% e 60%) para avaliar o efeito da deformação nas propriedades do latão, bem como ampliar a faixa de temperatura aplicada para o recozimento das amostras deformadas.

4 Resultados Alcançados e/ou Esperados

Os resultados do ensaio de tração para amostras deformadas a 80% com e sem tratamento térmico de recozimento são apresentados na Figura 4.1 do Anexo A. Percebe-se que a amostra deformada e não recozida apresenta maior Limite de Resistência a Tração – LRT (610,82 MPa) e o menor alongamento total (5,16%).

Por outro lado, o tratamento de térmico de recozimento propiciou um aumento na ductibilidade e redução na resistência do material, conforme pode ser visualizado a curva do ensaio de tração da amostra recozida a 600°C (com LRT = 267,68 MPa e alongamento = 48,20%).

5 Considerações Finais

Os efeitos dos tratamentos termomecânicos nas propriedades do latão foram avaliados. Pode-se concluir que o tratamento térmico de recozimento possibilitou a diminuição da resistência e o aumento da ductibilidade do latão.

6 Referências

- AGHAIC-KHAFRI, M.; MOHEBATI-JOUBARI, A. **Thermomechanical Treatment of 70/30 Brass Containing Iron Impurity**, *J. Mater. Sci.*, vol. 41, pp. 7585 – 7589, 2006.
- ALMEIDA, Leandro de. **Estudo comparativo da estampabilidade do latão liga UNS C22000 produzidas inicialmente pelo processo de fundição contínua em comparação a fundição semicontínua**. 2017.158 p. Dissertação (Mestrado)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
- BODUDE, M. A. *et al.*, **Mechanical and Microstructural Evaluation of Plastically Deformed Brass**, *Materials Sciences and Applications*, vol. 6, pp. 1137 -1144, 2015.
- CALLISTER JÚNIOR, William D. **Fundamentos da ciência e engenharia de materiais: uma abordagem integrada**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC - LIVROS TÉCNICOS E CIENTÍFICOS EDITORA S.A, 2011
- CHIAVERINI, Vicente. **Tecnologia mecânica: Estrutura e propriedades das ligas metálicas**. 2. ed. São Paulo: PEARSON EDUCATION DO BRASIL, 1986.

- CHIAVERINI, Vicente. **Tecnologia mecânica: Processos de fabricação e tratamento**. 2. ed. São Paulo. 1986.
- CHIAVERINI, Vicente. **Tecnologia mecânica: Materiais de construção mecânica**. 2. ed. São Paulo. 1977.
- DAFÉ *et al.* **Evolução Microestrutural, Textura e Comportamento Mecânico do Aço TRIP/TWIP 17Mn – 0,06C Após Laminação a Quente, a Frio e Recozimento**, *Tecnol. Meta. Mater. Miner.*, São Paulo, 2016.
- FRENCH, R. S. **Grain Growth and Recrystallization of 70 – 30 Cartridge Brass**, *Metal Technology*, n° 1673, Fevereiro, 1944.
- GROOVER, M. P. **Introdução aos Processos de Fabricação**. 1ª Edição Reimpressão. Rio de Janeiro: LTC: 2018.
- LEONEL, N. M. DE O. **Estudo do Efeito das Condições de Processamento Mecânico na Recristalização do Latão CuZn34**. 102 p. Trabalhos de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia dos Materiais) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. Minas Gerais, 2012.
- OLIVEIRA, D. S. *et al.* **Estudo do Efeito da Quantidade de Deformação Cíclica em Cisalhamento na Recristalização do Latão CuZn34**. 21º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais – CBECIMAT, pp. 4552 – 4559, Novembro, 2014.
- SOFYAN, B. T.; BOSORI, I. **Effects of Deformation and Annealing Temperature on the Microstructures and Mechanical Properties of Cu – 32%Zn Brass**. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, vo. 11, n° 4, Fevereiro, 2016.
- WILBORN, Mário Marcio. **Influência do Tratamento Térmico nas Propriedades do Latão Devido a Problemas de Empenamento Durante o Processo de Usinagem**. 66 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Industrial Mecânica) Universidade Feevale - Novo Hamburgo, 2012.
- ASKELAND, Donald R.; PHULÉ, Pradeep P. **Ciência e engenharia dos materiais**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.
- PADILHA, Angelo Fernando. **Materiais de engenharia: microestrutura e propriedades**. HEMUS, 2007.

Anexo A

Figura 1.1 Laminação da chapa de latão.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 1.2 Forno

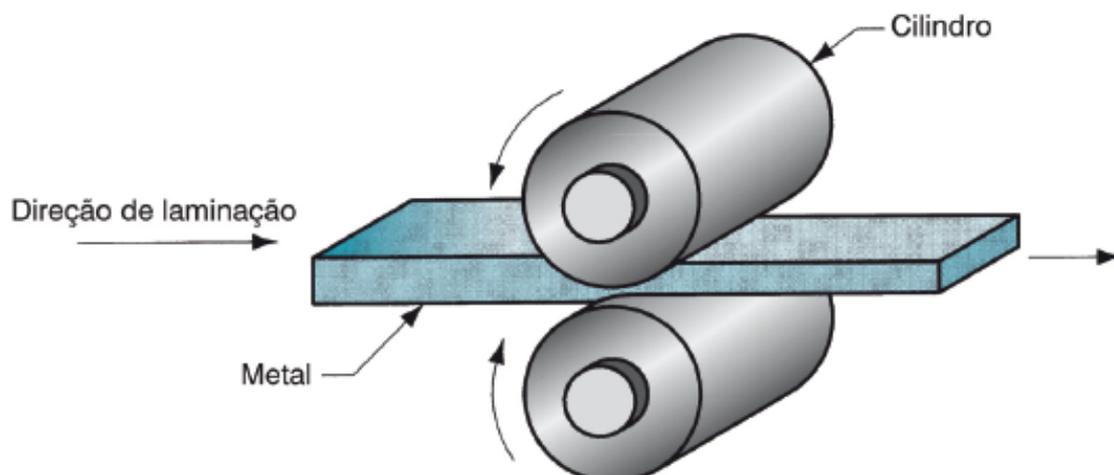


Fonte: Elaboração Própria



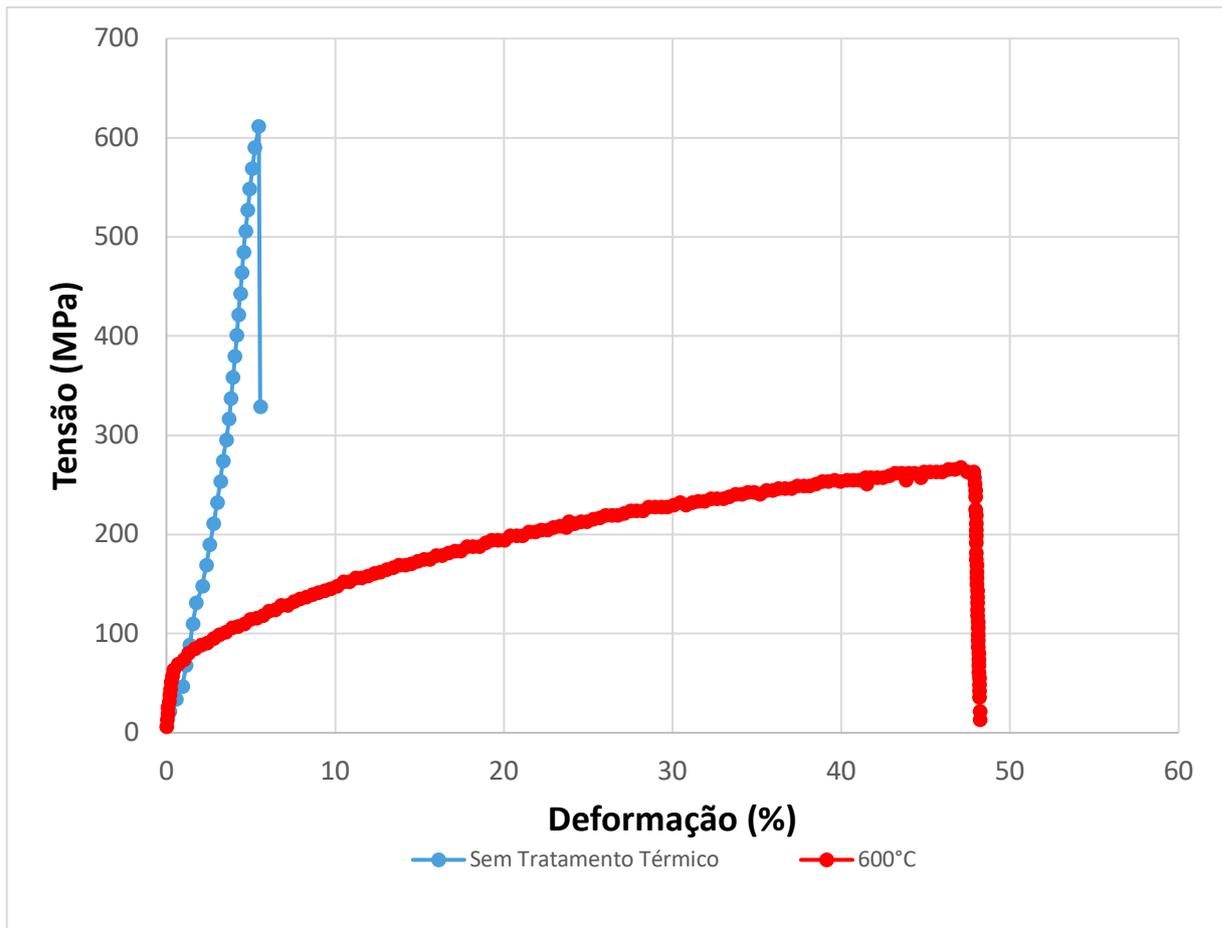
Figura 1.3 Ensaio de tração da amostra de latão após o recozimento.

Figura 2.1 Representação esquemática em perspectiva, do processo de laminação.



Fonte: (GROOVER, 2018)

Figura 4.1 Curvas de tensão-deformação das amostras de latão.



Fonte: Elaboração própria