

BENEFICIAMENTO DO AÇO SAE 8640 SOB TRATAMENTOS TÉRMICOS

BRUNO MELLO DE FREITAS^{1*}, STENIO MONTEIRO DE VASCONCELOS², JOSÉ COSTA DE MACEDO NETO³

¹Doutorando em Engenharia Mecânica, UFRJ/COPPE, Prof. em Engenharia dos Materiais UEA/EST, Manaus-AM, bfreitas@uea.edu.br

²Graduando em Tecnologia de Manutenção Mecânica, UEA, Manaus-AM, smdv72@gmail.com

³Dr. Professor em Engenharia de Materiais, UES-EST, Manaus-AM, jotacostaneto@gmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: O aço ABNT/SAE 8640, um aço ARBL (Alta Resistência e Baixa Liga) que é usado de forma ampla e alta escala na construção mecânica devido sua boa temperabilidade, elevada resistência mecânica usinabilidade e forjabilidade. Os tratamentos aplicados ao aço como recozimento, normalização, têmpera e revenimento apresentam particularidades, o recozimento com elevação do tamanho do grão, a normalização trazendo a uniformização da estrutura, a têmpera aumentando a dureza e o revenimento reestabelecendo a ductilidade ao aço temperado. A proposta foi comparar a forma como se apresentam microestruturas como a ferrita, perlita e martensita, as diferenças de valores de sua microdureza. Os tratamentos térmicos foram aplicados com auxílio de um forno tipo mufla. A diferença de microdureza foi de pouca expressividade nas amostras recozidas em relação a amostra base, mas a normalizada obteve resultado com maior diferença. Nas amostras temperadas, temperada e revenidas houve um aumento significativo nos valores. As microestruturas reveladas de todas as cinco amostras mostram suas estruturas bem distintas e definidas nas revelações de 100x e 400x obtidas com microscópio óptico. Os grãos de ferrita e cementita apresentaram resultados diferenciados de acordo com os tratamentos. O recozido apresentou grãos de cementita grandes e dispersos, amostra normalizada teve uma estrutura mais uniforme com grãos de ferrita com contornos de cementita mais visíveis, os detalhes da estrutura temperada são bastante compactos, mas distinção da martensita e da austenita é visível, e que se mostra igual a amostra revenida.

PALAVRAS-CHAVE: Recozimento, Normalização, Têmpera, Revenimento, Tratamentos Térmicos.

Steel processing SAE 8640 under thermal treatments

ABSTRACT: The ABNT steel / SAE 8640 a HSLA steel (high strength low alloy) that is used in large-scale and form in mechanical engineering because of its good hardenability, high strength machinability and forgeability. The treatments applied to steel as annealing, normalizing, quenching and tempering have particularities. The proposal was to compare the way they have microstructures such as ferrite, pearlite and martensite, the differences in their hardness values. The hardness difference was of little expressiveness in annealed samples than the sample base, but the normalized result obtained with greater difference. In temperate, temperate and annealed samples there was a significant increase in values. The disclosed microstructures of all five samples show their very different structures and set the disclosures 100x and 400x obtained with an optical microscope. The grains of ferrite and cementite presented different results according to the treatments. The annealed showed large cementite grains and dispersed normalized sample had a more uniform structure with ferrite grains with more visible cementite outlines the details of quenched structure are very compact but distinction of martensite and austenite is visible, and that shows equal tempered sample.

KEYWORDS: Annealing, Standardization, Quenching, Tempering, Heat Treatment

INTRODUÇÃO

Desde o aparecimento do ferro a humanidade procura desenvolver mais formas de melhorias e desenvolvimentos tecnológicos para aplicações na construção mecânica. Um exemplo é a indústria automobilística, onde a necessidade pela redução de peso e aumento da segurança fez com a participação de aços mais resistentes crescessem de 3,6 para 10,6% de 1975 a 2005, respectivamente (Colpaert, 2008).

As melhorias pretendidas para os aços certamente passam pelos tratamentos térmicos. Operações controladas de aquecimento e resfriamento que sob patamares definidos como temperatura máxima, tempo de permanência e velocidade de resfriamento é que lhes confere características determinadas (Chiaverini, 1988).

O desenvolvimento deste estudo é baseado no aço ABNT/SAE 8640 com composição química C 0.39%, Mn 0,82%, P 0,026%, S 0.027%, Si 0.24%, Ni 0,63%, Cr 0,46%, Mo 0.20% (Mendes, 2009). O aço 8640 é considerado um aço de baixa liga porque a soma dos elementos está abaixo de 8% em peso. Esta classe em geral apresenta boa temperabilidade, elevada resistência mecânica, excelente usinabilidade e boa forjabilidade (Lima, 2007).

O aço 8640 tem grande aplicação na construção mecânica, substituindo o aço 1045 devido sua melhor propriedade nas secções transversais, resistência à fadiga. Principais aplicações é na fabricação de virabrequins, eixos, engrenagens entre outros (Carvalho et. al. 2004).

O que será exposto no decorrer do estudo será a análise das diferentes microestruturas das amostras após aplicação dos tratamentos térmicos de recozimento, normalização, têmpera e revenimento e também será analisado os resultados obtidos da microdureza.

MATERIAIS E MÉTODOS

O material para experimento foi um tarugo 50mm de diâmetro com 15mm de altura de aço 8640. Os tratamentos térmicos e demais procedimento de ensaios metalográficos aplicados as amostras foram realizados no Laboratório de Engenharia de Materiais e Processamento (LabMatPro), na Escola Superior de Tecnologia (EST) da Universidade do Estado do Amazonas (UEA).

O forno utilizado é do tipo mufla da fabricante Quimis. As amostras passaram pelo preparo para ensaio metalográficos, conforme norma ASTM E 407: Embutimento em resina termo fixa de cura a quente (baquelite). Lixamento manual úmido foi aplicado, com granulacões #80, #160, #280, #360, #400, #600, #1200.

A microdureza superficial foi feita com carga de endentação 0,5 Kgf, com escala de dureza em Vickers (HV).

Para micrografia o polimento semiautomático feito com alumina em suspensão de granulometria 1,00; 0,30 e 0,05 μ m e para revelação de microestrutura foi feita ataque com ácido Nital, ácido nítrico 5% e 95% de álcool etílico. As imagens, de 100x e 400x, da microestrutura constituintes foram obtidas por microscópio óptico com câmera auxiliar Olympus de resolução 1,3 megapixels.

Os equipamentos do laboratório para preparo das amostras são do fabricante AROTEC, cortadora modelo Arocor 40, embutidora de \varnothing 30 mm modelo Pre 30Mi, politriz modelo Aropal 2V.

Os parâmetros, Recozimento, Normalização, Têmpera e Revenimento, para os tratamentos térmicos aplicados às amostras estão demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros dos tratamentos térmicos utilizados para o aço 8640.

Tratamento	Temperatura	Tempo	Resfriamento
Recozimento	850°C	30 minutos	Ar
Normalização	870°C	60 minutos	Ar
Têmpera	900°C	180 minutos	Ar
Revenimento	550°C	60 minutos	Óleo

Os ensaios de microdureza foram realizados, em 10 pontos, de 1,0 em 1,0 mm ao longo do material embutido. Nas amostras recozida, normalizada, temperada e revenida a medição foi feita tentando evidenciar a diferença de microdureza entre o núcleo e a superfície.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em média, houve uma pequena diferença entre o tratamento de recozimento e a amostra utilizada como base, a amostra recozida apresentou uma diminuição de 10 Vickers em relação a amostra base, Figura 1. A microestrutura, Figura 3, apresentou grãos de Ferrita com poucas divisões, mostrando uma estrutura mais inteira e os grãos mais escuros da Cementita ficaram bem finos quando comparados com a amostra base, Figura 2, justificando assim, a diminuição da microdureza.

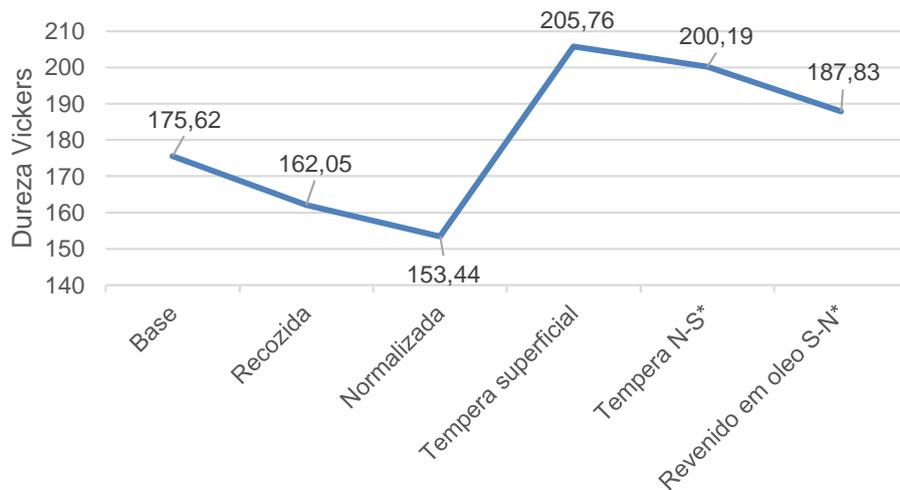
Após a normalização do aço 8640, observa-se pela Figura 1, que a microdureza da peça reduz, aproximadamente, 20 Vickers do que a amostra base. A Figura 4, mostra uma melhor uniformidade dos grãos de Cementita na estrutura, o que leva a crê na influência inversa em proporção da microdureza, porém os contornos dos grãos de Cementita, comparando a Figura 2(b) e 4(b) são menos espessos do que na amostra base.

Na têmpera e no revenimento a diferença foi mais significativa. Em média, a têmpera obteve um acréscimo de, aproximadamente, 25 Vickers a mais que a amostra base e o revenimento um decréscimo de 13 Vickers em relação a amostra temperada (Figura 1). Após o processo de têmpera, a estrutura apresentou a transformação de uma microestrutura em forma de “agulhas” chamada de Martensita (Figura 5). Após o revenimento, devido ao alívio de tensões, houve uma melhor uniformidade nos grãos da Martensita (Figura 6), explicando assim o efeito da redução dos valores em sua microdureza, pois a Martensita possui uma característica de aumento na dureza.

Analisando apenas a superfície da amostra temperada a microdureza apresenta um acréscimo de 30 Vickers.

A Figura 1 apresenta o gráfico comparativo das médias dos valores obtidos da microdureza.

Figura 1. Gráfico da média de microdureza Vickers (HV) na amostra base e após os tratamentos térmicos.



*S – superfície, N – núcleo.

Figura 2. Aço 8640, Amostra base (grãos de Ferrita (α) - mais claros e Cementita - mais escuros), (a) ampliação de 100x e (b) 400x.

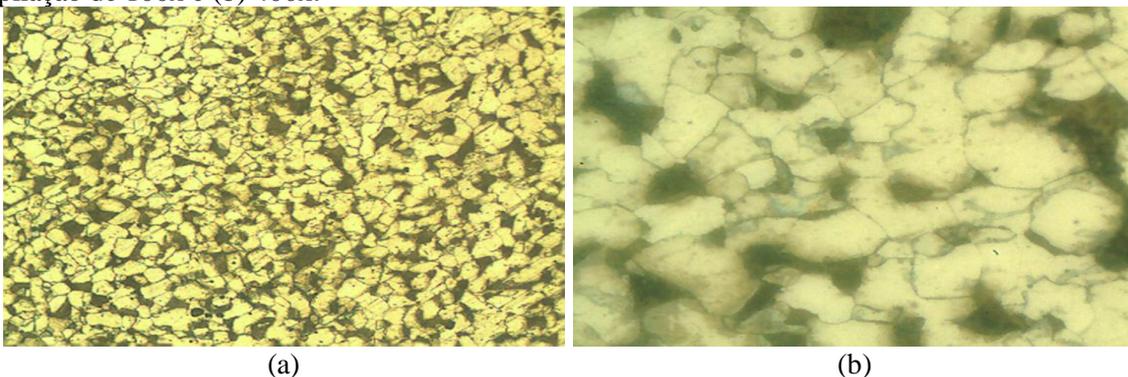


Figura 3. Aço 8640, Recozimento, 850°C, 30 minutos, Resfriamento ao ar, (a) ampliação de 100x e (b) 400x.

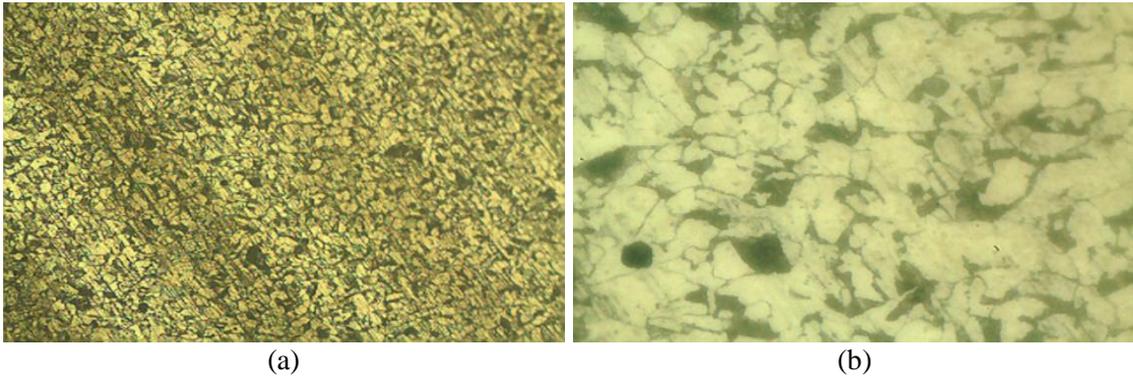


Figura 4. Aço 8640, Normalização, 870°C, 60 minutos, Resfriamento ao ar, (a) ampliação de 100x e (b) 400x.

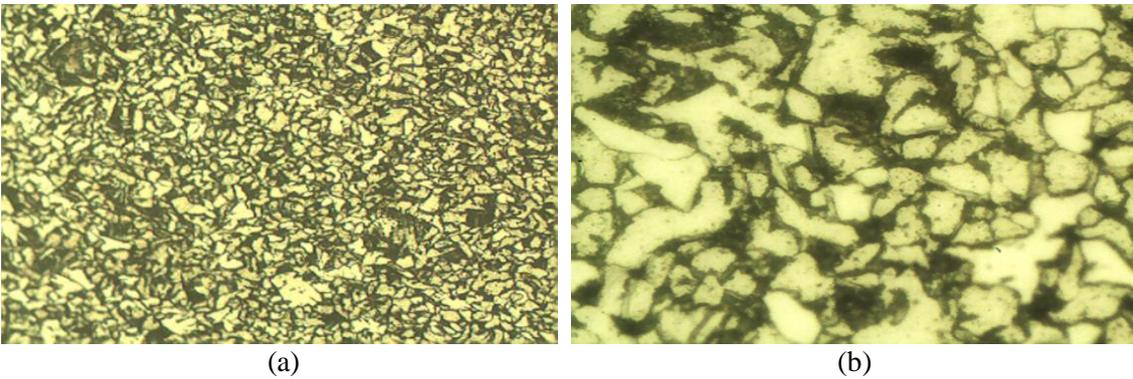


Figura 5. Aço 8640, Têmpera, 900°C, 180 minutos, Resfriamento ao ar, (a) ampliação de 100x e (b) 400x.

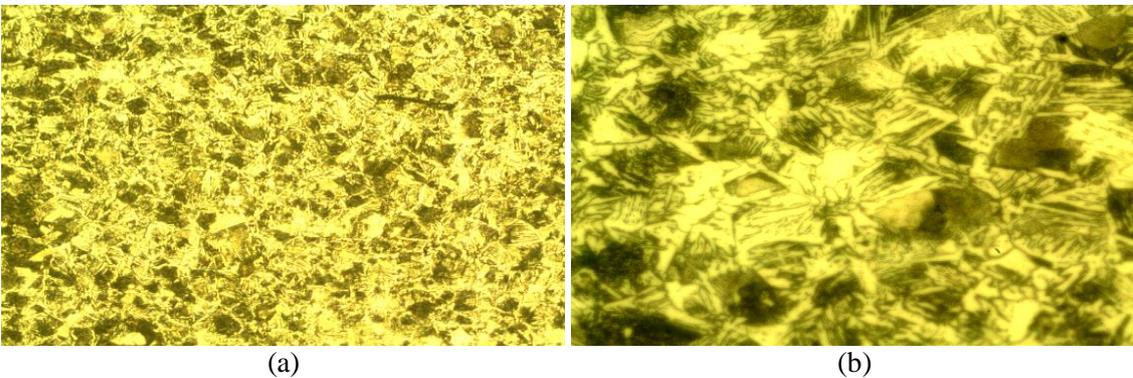
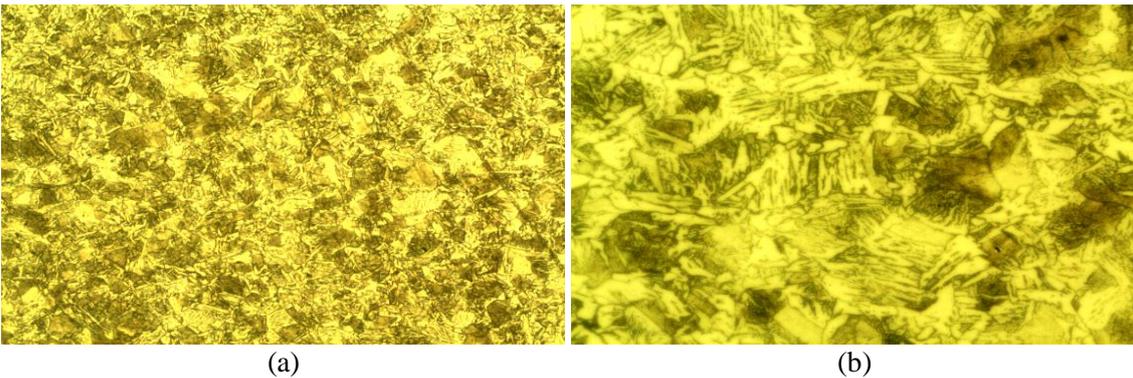


Figura 6. Aço 8640, Revenimento, 550°C, 60 minutos, Resfriamento no óleo, (a) ampliação de 100x e (b) 400x.



CONCLUSÃO

O aço 8640 apresentou um comportamento agradável na aplicação dos tratamentos térmicos aplicado, as diferenças dos valores de microdureza. As boas imagens das microestruturas constituintes, como a imagens do recozido que mostra grãos cementita menores, a compactação dos grãos nas imagens da normalizada e destaque para as amostras de têmpera e revenido que mostram grãos bem definidos da martensita.

Sobre recozimento pode-se afirmar que objetivo de diminuir a microdureza do aço de boa temperabilidade foi alcançado apesar do pouco tempo do processo e da pouca diferença. A peça normalizada comprova seu objetivo com uma pequena queda na microdureza podemos afirmar também que a peça ficou mais tenaz.

Têmpera foi o tratamento mais significativo quanto a comparação de microdureza e a microconstituente revelada. Objetivo de chegar a martensita foi alcançado. O resultado do revenimento mostrou uma microdureza com pequena variação já esperada em comparação com a têmpera.

A praticidade de trabalhar com tratamentos térmicos é uma ótima qualidade para uma prática como a que foi feita neste trabalho. Mas na indústria o trabalho é mais complexo de alta qualidade com fornos de alta tecnologia.

A expectativa é que esse trabalho seja consultado por outros estudiosos da área engenharia e correlatas para desenvolvimento de novas pesquisas, com diferentes variações de parâmetros dos tratamentos térmicos.

AGRADECIMENTOS

Ao Mestre professor Bruno Mello de Freitas pelo tempo e paciência dedicado aos processos.

REFERÊNCIAS

- ASTM E 4075, Practice for Microetching Metals and Alloys, 1995.
- Carvalho, A. R. T.; Leal, W. S.; Ismail, K. A. R.; Estudo da influência da agitação e da severidade de têmpera do meio de resfriamento na determinação de velocidades críticas de têmpera. Rio de Janeiro. 2004.
- Chiaverini, V. Aços e Ferros Fundidos, ABM, 6ª edição, São Paulo, 1988.
- Colpaert, H. Metalografia dos produtos siderúrgicos comuns. São Paulo: Edgard Blucher, 2008 (4ª edição).
- Lima, Diego Rodolfo Simões de. Desenvolvimento de tecnologia de forjamento de aço AISI 8640 destinado à produção de brocas de perfuração. Porto Alegre. 2007
- Mendes, G. M. Separação de diferentes composições químicas de aço pelo método de corrente parasitas: otimização dos parâmetros de ajuste. Porto Alegre. 2009.