

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS TRATAMENTOS TÉRMICOS REALIZADOS EM AÇO 8640

LUCIANO BARBOSA FREITAS¹ BRUNO MELLO DE FREITAS², JOSÉ COSTA DE MACEDO NETO³
ARLINDO PIRES LOPES⁴.

¹Graduando em Tecnologia de Manutenção Mecânica, UEA/EST, Manaus-AM, lbf.mec@uea.edu.br

²Doutorando em Engenharia Mecânica, UFRJ/COPPE, Prof. em Engenharia dos Materiais UEA/EST, Manaus-AM, bfreitas@uea.edu.br

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

⁴Dr. Professor em Engenharia Mecânica, UEA/EST/Portland State University, Manaus-AM, arlindo@pdx.edu

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016
29 de agosto a 01 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: O aço 8640 é um dos aços de médio carbono e baixa liga mais utilizados. Geralmente é destinado a fabricação de rolamentos, buchas, cilindros, engrenagens, eixos hidráulicos, etc. O objetivo deste estudo é analisar as propriedades mecânicas resultantes da realização do tratamento térmico de Recozimento, Normalização, Têmpera e Revenimento em um aço ABNT 8640. Foram realizados ensaios de microdureza *Vickers* em todas as amostras, além da análise de micrografia, verificando-se a microestrutura obtida pela realização desses tratamentos e comparando-a com um padrão previamente estabelecido. Comprovou-se, através da análise dos dados, que ocorreu uma diminuição na dureza nas peças que sofreram recozimento e normalização e um aumento de dureza na peça temperada. Além do alívio de tensão proporcionado pelo revenimento. Todas as peças sofreram mudança estrutural devido ao tratamento térmico aplicado, o que pode ser aplicado em demais peça, de acordo com as propriedades que queiram alcançar.

PALAVRAS-CHAVES: Recozimento, Normalização, Têmpera, Revenimento, Aço 8640.

COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN THERMAL TREATMENTS PERFORMED IN STEEL 8640

ABSTRACT: Steel 8640 is a medium carbon steel and low alloy most used. Generally it is intended to manufacture bearings, bushings, rollers, gears, hydraulic shafts, etc. The aim of this study is to analyze the mechanical properties resulting from the completion of the heat treatment Annealing, Standardization, Hardening and Tempering on a steel ABNT 8640. Vickers hardness tests were performed on all samples, and micrograph analysis, verifying the microstructure obtained by carrying out these treatments and comparing it with a previously established pattern. It has been shown by analysis of the data, which was a decrease in hardness in the parts that have undergone annealing and normalizing and increased hardness in the quenched piece. In the stress relief provided by tempering. All parts underwent structural change due to thermal treatment which can be applied to the other piece, in accordance with the properties that want to reach.

KEYWORDS: Annealing, Standardization, Quenching, Tempering Steel 8640.

INTRODUÇÃO

Os materiais ferrosos encontrados no comércio, na maioria das vezes, antes de sua utilização final, são submetidos a diferentes tipos de tratamentos térmicos. Estes tratamentos podem ser descritos como, procedimentos utilizados para modificação da estrutura interna ou obtenção de nova formação estrutural do material. (Celestino, 2007).

Pode-se verificar esse procedimento através da fabricação de peças em projetos onde se necessita uma dureza maior ou menor do que a peça sem tratamento. O processo de tratamento térmico denominado recozimento e normalização diminuem a dureza superficial da peça e dar um formato uniforme aos grãos. O processo de Têmpera é utilizado quando se pretende uma maior dureza

superficial. Já o revenimento é utilizado devido às tensões criadas no resfriamento da peça após a têmpera (Callister, 2002; Chiaverini, 1986; Silveira, 2014).

Para avaliar as características das propriedades mecânicas, este trabalho aplicou o ensaio de microdureza, permitindo assim analisar a influência da realização de diferentes tipos de tratamento térmico como o recozimento, a normalização, a têmpera e o revenimento, e fazer um comparativo entre suas microestruturas resultantes.

MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente foi selecionada uma barra de aço com médio teor de carbono e baixa liga – aço 8640, a qual foi primeiramente cortada transversalmente, em partes previamente calculadas, em uma máquina de corte da marca Arotec.

Os copos de prova foram submetidos aos parâmetros de tratamentos térmicos conforme a Tabela 1:

Tabela 1: Parâmetros dos tratamentos térmicos no aço 8640.

Aço	Tratamento Térmico	Temperatura (→C)	Tempo (Minutos)	Resfriamento
8640	Recozimento	945	30	Forno
	Normalização	870	60	Ar livre
	Têmpera	870	60	Água
	Revenimento	550	180	Ar livre

Fonte: Freitas et al. (2016).

O recozimento foi o primeiro tratamento a ser trabalhado. A peça foi aquecida a uma temperatura acima da zona crítica, ou seja, aproximadamente 945°C, durante 30 minutos, tempo necessário para se modificar as características da peça original. Após o processo de aquecimento, a peça sofreu um resfriamento lento, dentro do forno.

Na normalização, a peça foi submetida a uma temperatura de 870°C, durante 60 minutos, seguido de um resfriamento ao ar livre, a fim de se obter a estrutura Ferrita e a Perlita fina.

Na têmpera, o aço 8640 foi submetido a uma temperatura de austenitização, aproximadamente 870°C, por 60 minutos no forno e resfriamento rápido em água. Depois da têmpera foi feito o revenimento, o qual foi feito numa temperatura de 500°C, por 180 minutos no mesmo forno resistivo, a fim de aliviar as tensões contidas no material devido ao resfriamento brusco.

Na etapa seguinte, após os corpos de provas serem submetidos as temperaturas de ensaio, estas foram levadas para a embutidora de marca Atotec Pre 30 MI para o processo de embutimento e lixadas com lixas padronizadas (120, 180, 220, 360, 400, 600, 1200 e 1500).

Na próxima etapa os corpos de prova foram polidos numa máquina de marca Arotec Arapol 2V, onde foi feito o polimento com o auxílio do um aglomerante de alumina. Posteriormente, foi realizado o ataque químico com o NITAL 5% (5% Ácido nítrico e 5% álcool etílico), revelando os grãos e a estruturas dos corpos de provas analisados.

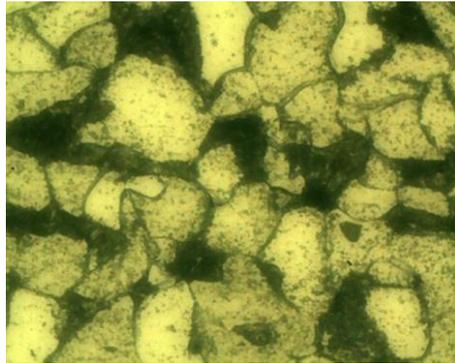
A análise metalografica foi realizada em microscópio óptico da marca Olympus CX31, a uma ampliação de 400 vezes.

A microdureza *Vickers* foi realizada com o auxílio de um microdurômetro Mitutoyo HM-100 com uma endentação de 0,5 Kgf. Foram tomados 6 pontos na vertical e 6 pontos na horizontal por corpo de ensaio, com a finalidade de obter-se uma maior confiabilidade na determinação da dureza.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 1 temos a micrografia da estrutura da peça de referência, com aumentos de 400x. Onde utilizaremos como comparativo para os tratamentos térmicos realizados. Na Figura 1, pode-se observar Ferrita e Perlita com uma distribuição irregular, característico de material sem tratamento térmico. O aço 8640 por ser um aço de médio carbono apresenta uma quantidade considerável de Ferrita.

Figura 1: Aço 8640 sem tratamento térmico, aumento de 400x.



Nas Figuras 2, 3, 4 e 5 temos a micrografia da estrutura da peça recozida, normalizada, temperada e revenida, com aumentos de 400x. Onde foi feito um comparativo com a peça de referência, Figura 1.

Após o recozimento pleno ser aplicado no material, houve um aumento relativo no tamanho de grão e ocorreu uma uniformidade nas tensões internas e a alteração das microestruturas iniciais.

Na normalização, verificamos uma melhor uniformidade de tensões internas do que a do recozimento. Como podemos ver na Figura 2 e Figura 3 a uma concentração maior de grãos de perlita e uma uniformidade de Ferrita.

Figura 2: Aço 8640, Recozimento, 945°C, 30 minutos, resfriamento no forno, aumento de 400x.

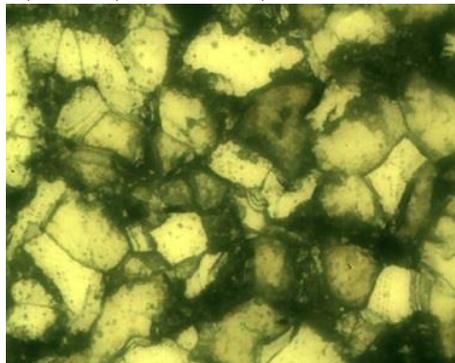
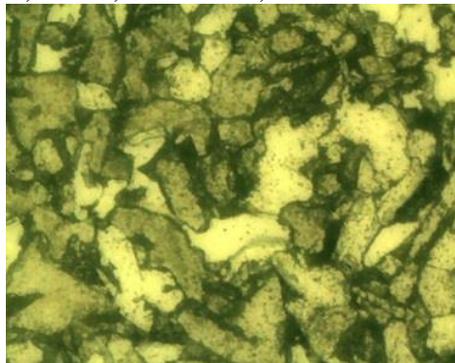
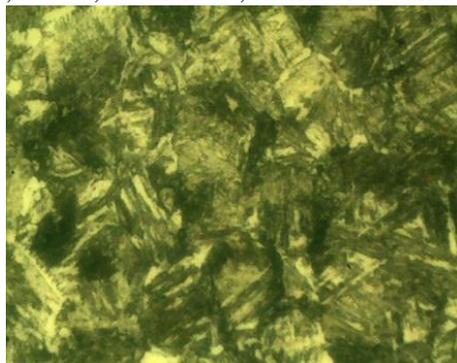


Figura 3: Aço 8640, Normalizado, 870°C, 60 minutos, resfriamento ao ar livre, aumento de 400x.



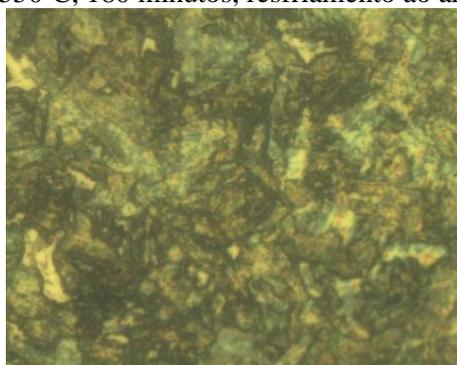
Na Figura 4, observa-se uma estrutura tomada por placas de Ferrita em meio a veios de Martensita e Perlita, demonstrando uma enorme fragilidade do material. As regiões na superfície irão sempre resfriar mais rapidamente do que as regiões do interior. Portanto, a austenita irá se transformar ao longo de uma faixa de temperaturas, produzindo uma possível variação no interior de uma amostra.

Figura 4: Aço 8640, Temperado, 870°C, 60 minutos, resfriamento na água, aumento de 400x.



No revenimento, verificamos que a uma mudança nos grãos e um alívio das tensões internas gerada pela têmpera, podemos observar também que houve uma redução na dureza que será comprovada no ensaio de microdureza.

Figura 5: Aço 8640, Revenido, 550°C, 180 minutos, resfriamento ao ar livre, aumento de 400x



Após a elaboração do ensaio de microdureza foi realizado um levantamento dos resultados dos testes, onde foi feito um comparativo de resultados entre pontos. Com isso podemos ver a relação de dureza entre a superfície e o núcleo da peça. Conforme a Tabela 2:

Tabela 2. Resultados obtidos em Vickers Superficial com pré-carga de 0,5 kgf.

Ensaio	Referência	Recozimento	Normalização	Têmpera	Revenimento
1°	143.7	133.9	139	434.9	229.5
2°	140.2	133.1	136.4	430.0	229.8
3°	141.8	132.2	137.2	433.9	226.1
4°	139.8	131.8	134.7	431.4	226.3
5°	139.2	130.5	133.7	432.0	228.1
6°	139.4	129.9	132.9	430.7	227.4
7°	145.9	134.2	137.8	447.5	230.0
8°	145.7	132.3	138.2	444.6	232.2
9°	142.9	133.7	136.2	438.9	229.0
10°	143.2	129.5	135.8	435.1	226.8
11°	141.2	131.2	136.2	433.5	231.1
12°	141.1	133.1	133.4	428.4	229.2
Média	142.0	132.1	135.9	435.0	228.8

Fonte: Freitas et al. (2016).

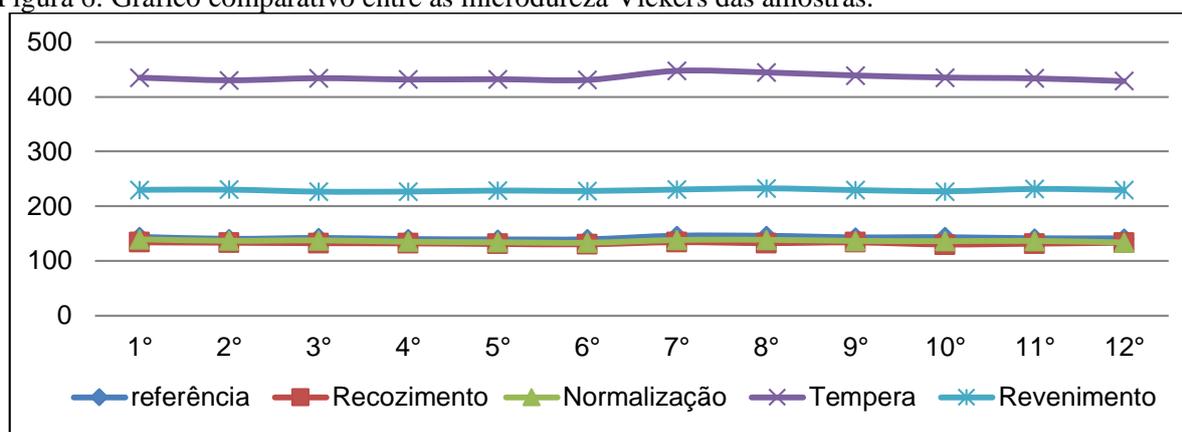
Conforme a Tabela 2, podemos analisar que o recozimento a apresentou menor microdureza do que a normalização. Como justificativa para esse resultado pode se citar o resfriamento utilizado no recozimento que foi o resfriamento lento (dentro do forno).

A têmpera apresentou uma dureza alta, o que já era esperado devido ao seu resfriamento brusco em água. Durante o resfriamento, a queda de temperatura promove transformações estruturais que acarretam o surgimento de tensões residuais internas.

Sempre após a têmpera é necessário fazer o revenimento para reduzir as tensões residuais presente no material, com isso transformamos a martensita gerada no processo de têmpera em martensita revenida.

Na figura 6, podemos ver um comparativo entre pontos e fazer uma análise entre tratamentos para o mesmo ponto.

Figura 6. Gráfico comparativo entre as microdureza Vickers das amostras.



Fonte: Freitas et al. (2016).

CONCLUSÃO

Com os resultados das análises micrográficas podemos concluir que ocorreram modificações estruturais nas amostras de aço 8640, sendo que o recozimento apresentou uma diminuição na dureza melhor que a normalização, porém na normalização os grãos ficaram mais uniformes.

Na têmpera a água a amostra apresentou um aumento de dureza de 306 % em relação à amostra sem tratamento térmico. Para obtenção da dureza, deve-se ter um cuidado maior em relação ao tempo e a temperatura que as amostras ficam no interior do forno, pois sempre deve haver uma completa homogeneização da estrutura.

Os resultados e análises foram satisfatórios, porém a têmpera a água apresentou tensões interna elevada devida ao seu resfriamento brusco. Foi feito um revenimento para aliviar as tensões internas presente no corpo de prova e com isso diminui relativamente a dureza do corpo de prova.

Quanto a questão do ensaio em microdurômetro, deve haver uma preocupação em relação a superfície ensaiada da amostra, ela deve estar perfeitamente plana, evitando-se erros na determinação da mesma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Callister, JR. W.D. Ciência e Engenharia dos Materiais, 5ª Edição, LTC Editora, São Paulo-SP. 2002.
- Celestino, P. A. P. Análise Comparativa entre o Tratamento Térmico (têmpera) e o Tratamento Termoquímico (Cementação) realizado em Aço 1040. RN – [s.e.], 2007. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/viewFile/147/128>>. Acesso em: 12 de junho de 2016.
- Chiaverini, V. Tecnologia Mecânica: Estrutura e propriedades das ligas metálicas. Vol. 2, Editora McGraw-Hill, São Paulo, 1986.
- Silveira, F. da. Análise das propriedades mecânicas do aço ABNT 8640 para desenvolvimento de microestruturas avançadas de alta resistência. Departamento de Engenharia Mecânica da

Universidade Regional e Integrada do Alto Uruguai e das Missões Campus de Santo Ângelo-RS,
2014.