

MICROESTRUTURA E MICRODUREZA DO AÇO SAE 1020 EM DIFERENTES TRATAMENTOS TÉRMICOS

BRUNO MELLO DE FREITAS^{1*}, JOSÉ COSTA DE MACEDO NETO²; REGINALDO DE SOUZA DA SILVA³; ANDRÉ RICARDO BRANDÃO GUSMÃO⁴; LUCIANO BARBOSA FREITAS⁵.

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

²Dr. Professor em Engenharia de Materiais, UEA/EST, Manaus-AM, jotacostaneto@gmail.com

³Graduando em Tecnologia Mecânica, UEA, Manaus-AM, rdsds.mec@uea.edu.br

⁴Graduando em Tecnologia Mecânica, UEA, Manaus-AM, arbg.mec@uea.edu.br

⁵Graduando em Tecnologia Mecânica, UEA, Manaus-AM, lbf.mec@uea.edu.br

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: Nos materiais para construção mecânica o aço SAE 1020 tem uma posição de relevo, pois possui boa resistência mecânica, trabalhabilidade, disponibilidade e baixo custo. Assim sendo, é extremamente importante nos campos da engenharia como, por exemplo, em estruturas fixas. Neste trabalho foram realizados os tratamentos térmicos de recozimento, normalização, cementação sólida, têmpera e revenimento. O ensaio metalográfico foi realizado nas amostras conforme norma ASTM E 407. As caracterizações microestruturais e mecânicas foram realizadas por microscópio óptico (MO) e microdureza. As análises por MO mostraram que os tratamentos térmicos utilizados influenciaram na morfologia da ferrita apresentando-se como de contorno de grão, esferoidizada e acicular para os aços sem tratamento, (normalizada, cementada) e temperada, respectivamente. A cementita apresentou-se esferoidizada para os tratamentos térmico de normalização. O ensaio de microdureza confirmou o comportamento microestrutural sendo maior para o aço tratado por têmpera e para a superfície da amostra cementada.

PALAVRAS CHAVE: Recozimento, normalização, cementação, têmpera, revenimento.

MICROSTRUCTURE AND MICROHARDNESS STEEL SAE 1020 IN DIFFERENT THERMAL TREATMENTS

ABSTRACT: In the materials for mechanical construction the SAE 1020 steel has a prominent position, because it has good mechanical strength, workability, availability and low cost. Therefore, it is extremely important in the fields of engineering, for example, on fixed structures. In this work were performed the thermal treatments of annealing, normalizing, solid carburizing, quenching and tempering. The metallographic test was performed on the samples according to ASTM E 407. The microstructural and mechanical characterizations were performed by optical microscope (OM) and microhardness. The analysis by MO showed that the thermal treatments influenced the morphology of the ferrite is presented as of grain contour, spheroidized and acicular for steels without treatment (normalized, carburized) and tempered, respectively. The cementite presented itself spheroidized for the normalization thermal treatment. The microhardness test confirmed the microstructural behavior being higher for steel treated by quenching and to the surface of the carburized sample.

KEYWORDS: Annealing, normalizing, carburizing, quenching, tempering.

INTRODUÇÃO

As principais aplicações do aço 1020 são na indústria ferroviária, automobilística, naval e aeronáutica, fabricação de chapas, placas para produção de tubos, construção civil, latas de folhas de flandres (Branco, 2007).

O tratamento térmico consiste em um conjunto de operações de aquecimento e resfriamento a

que podem ser submetidos os materiais ferrosos, sob condições controladas (temperatura, tempo, atmosfera e velocidade de resfriamento) com o objetivo de alterar as suas propriedades mecânicas por meio de alterações microestruturais (Colpaert, 1974).

Estes ensaios designam uma série de procedimentos normatizados que tem por objetivo conhecer ou comprovar as características e propriedades dos materiais e descobrir possíveis defeitos nas peças fabricadas (Mehi, 1973). Desta forma, este trabalho teve como objetivo realizar um estudo comparativo da microestrutura e microdureza do aço 1020 utilizando os tratamentos térmicos de recozimento, normalização, cementação sólida, têmpera e revenimento.

MATERIAIS E MÉTODOS

Todas as 6 amostras foram seccionadas nas dimensões de 9,525 mm x 12 mm do aço SAE 1020 (comercial) Trefilado à frio, numa cortadora metalográfica de marca Arotec, com disco abrasivo. Na amostra 1 amostra não foi realizado tratamento térmico, para o comparativo com as demais amostras.

A amostra 2 foi aquecida à uma temperatura de 845°C no forno mufla (Quimis, Q- 318 D 24) durante um período de 30 minutos para a realização do recozimento do aço, seguido de um resfriamento ao forno (retirada no outro dia). Na amostra 3 foi feita uma normalização seguida de resfriamento ao ar. Anteriormente a amostra foi aquecida à uma temperatura de 908°C durante um período de 120 minutos.

Como se trata de um aço não recomendado para o processo de têmpera, na amostra 4 foi realizada a cementação numa mistura carbonizante formada de carvão vegetal e pó para cementação (cimentox, Oxigen) composto por fundentes e ativadores da reação, em uma caixa fechada. Após atingir a temperatura de 950°C, deixou-se por 120 minutos de permanência à temperatura constante a fim de formar uma camada com certa profundidade de penetração de carbono e formação de carbonetos de ferro que elevassem a dureza da amostra. E, após esse tempo de permanência, a amostra foi resfriada ao ar livre.

A têmpera, amostra 5, foi realizada na amostra cementada à uma temperatura de 900°C, por um período de 120 minutos, seguido de resfriamento rápido à óleo. O revenimento foi feito na amostra 5 temperada, de mesma dimensão, aquecida à uma temperatura de 300°C no forno tipo mufla, durante um período de 90 minutos, seguido de resfriamento ao ar livre (designou-se amostra 6).

Resumidamente, os parâmetros dos tratamentos térmicos e termoquímicos realizados nas amostras estão demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros utilizados nos tratamentos térmicos e termoquímico.

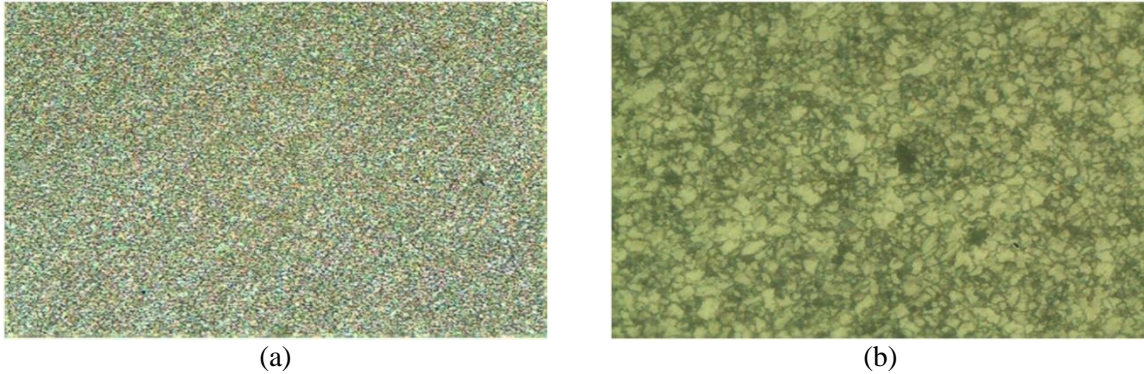
Amostra	Tratamento	Temperatura (°C)	Tempo (min.)	Meio de resfriamento
1	Sem tratamento	-	-	-
2	Recozimento	845	30	No forno
3	Normalização	908	120	Ao ar livre
4	Cementação	950	120	Ao ar livre
5	Têmpera	900	120	Ao óleo
6	Revenimento	300	90	Ao ar livre

Após os tratamentos térmicos, as amostras foram embutidas a quente, utilizando-se resina fenólica em pó (Arotec) e Embutidora Metalográfica (Arotec, PRE 30 Mi). Após o embutimento, as amostras foram submetidas ao processo de lixamento, utilizando-se uma Lixadeira Metalográfica manual (Prazis, Modelo ALM4) e lixas de carbetto de silício com sete granulações distintas. Após o lixamento e análise da superfície, foi realizado o polimento utilizando uma politriz (Arotec, aropol 2V) e pano apropriado com a adição de alumina com granulações de 1µm, 0,3 µm e 0,05 µm. O ataque químico foi realizado com Nital 5% por 10 segundos. Utilizou-se o Microscópio Metalográfico Óptico THS-200 Olympus e um microcomputador com um software de captação de para a obtenção da imagem da microestrutura. Os valores da microdureza foram obtidos por um microdurômetro (Mitutoyo, HM-100), com uma carga de endentação de 0,5 Kgf durante 30s. Os ensaios foram baseados na ASTM E384 – 11 em que foram mesurados 10 pontos, sendo que o ponto 1 e 10 são referentes a superfície da peça e os demais estão em turno do núcleo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

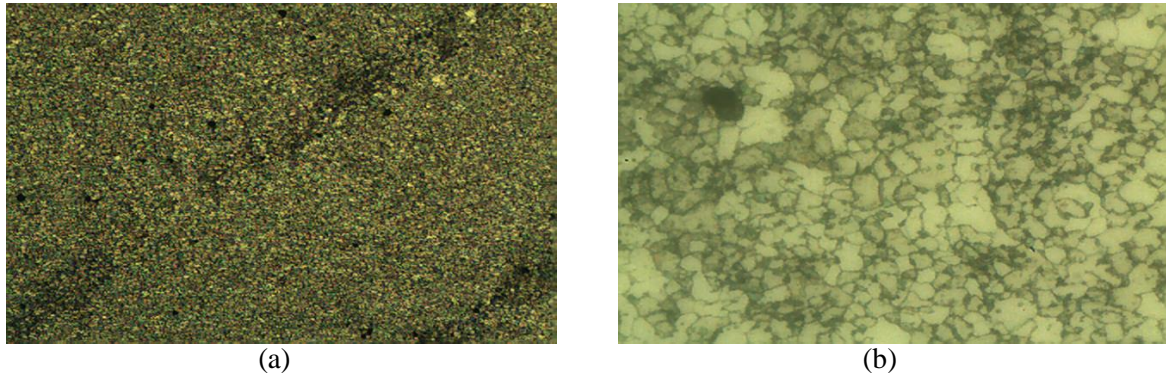
Pelas figuras 1(a) e (b) (amostra 1 de referência) observa-se a microestrutura granular do aço 1020 sem tratamento térmico e seus microconstituintes com grãos de Ferrita (α) de contorno de grão (fase clara) e grãos de Perlita (fase escura). Foi verificado também que a quantidade do teor de carbono é compatível com a especificação do material (Rodrigues *et al.*, 2014).

Figura 1. Micrografia do aço 1020, sem tratamento (a) Ampliação de 40x; (b) Ampliação de 400x.



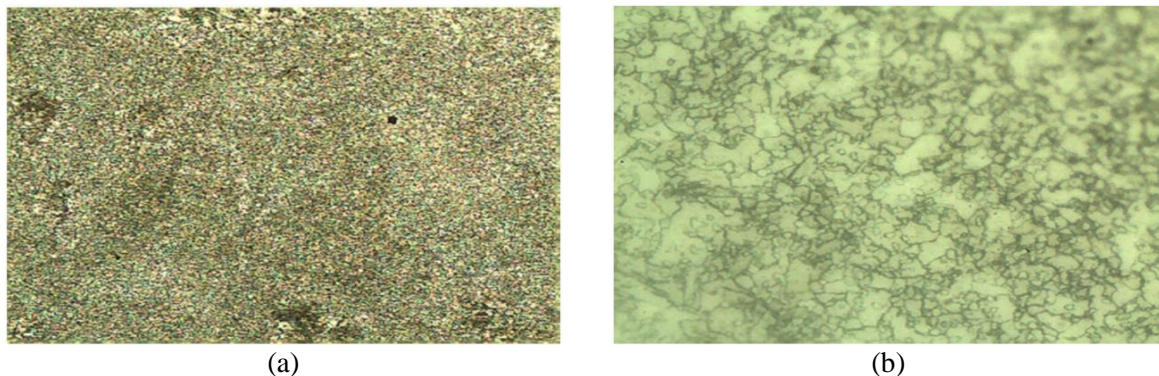
A Figura 2 mostra a microestrutura após o tratamento de recozimento. Pela Figura 2(a) observa-se que a microestrutura se encontra homogênea em toda a região. Na Figura 2(b) observa-se que houve uma redução dos grãos de Perlita tornando-a parcialmente esferoidizada (Bramfitt, 1998) e um aumento de grãos de Ferrita (α). Com isso, a microdureza foi reduzida em média 29,64 HV, quando comparada com a amostra 1.

Figura 2. Micrografia do aço 1020, Recozimento, 845°C, 30min. (a) Ampliação de 40x; (b) Ampliação de 400x.



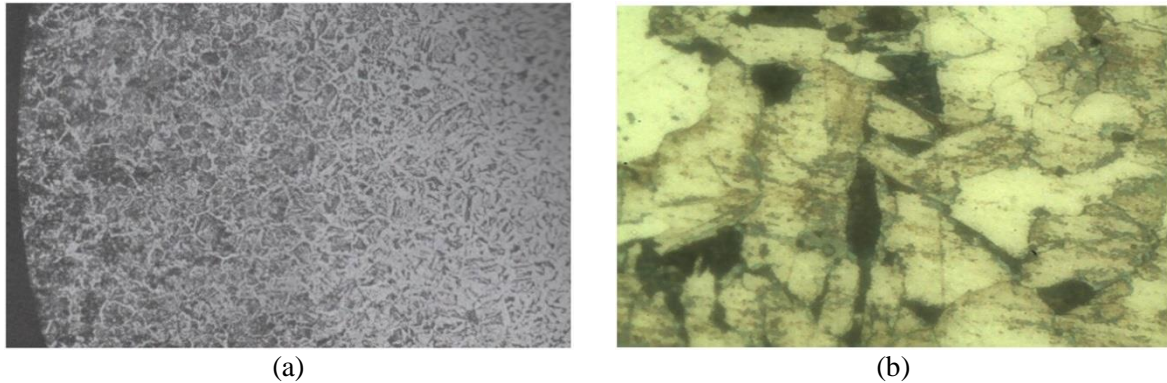
Na Figura 3 (a) e (b), é evidenciado a amostra 3 após o tratamento de normalização. Houve uma maior redução dos grãos de perlita também a tornado esferoidizada e um aumento de grãos de ferrita (α) quando comparados com a amostra 1 e 2. Pelo motivo da alteração dos grãos, a microdureza, representada na Figura 7, foi reduzida na média de 13,30 HV quando comparada com a amostra base.

Figura 3. Micrografia do aço 1020, Normalização, 908°C, 120min. (a) Ampliação de 40x; (b) Ampliação de 400x.



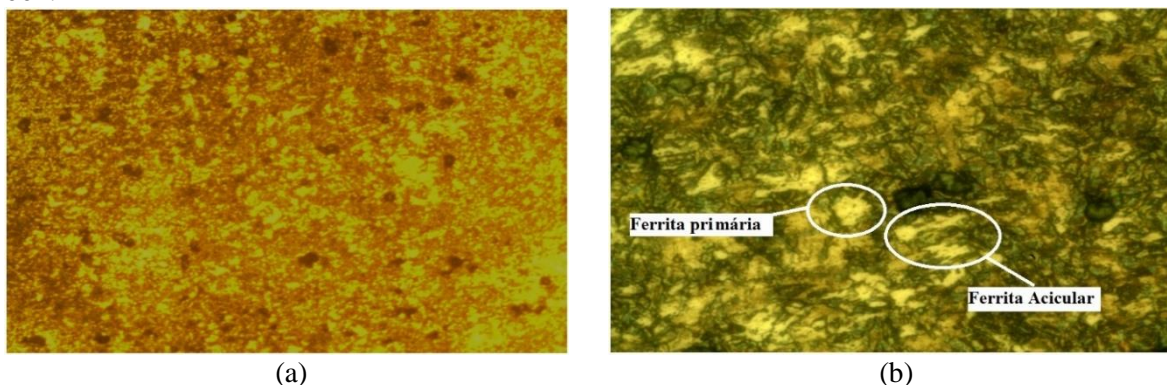
Após o tratamento térmico de cementação, houve um acréscimo de carbeto de ferro na superfície da amostra, Figura 4 (a) e (b), fazendo com que sua microdureza superficial seja aumentada até 49 HV em relação ao seu próprio núcleo, evidenciado nos pontos de medição 1 e 10 da Figura 7.

Figura 4. Micrografia do aço 1020, Cementação, 950°C, 120min. (a) Ampliação de 40x; (b) Ampliação de 400x.



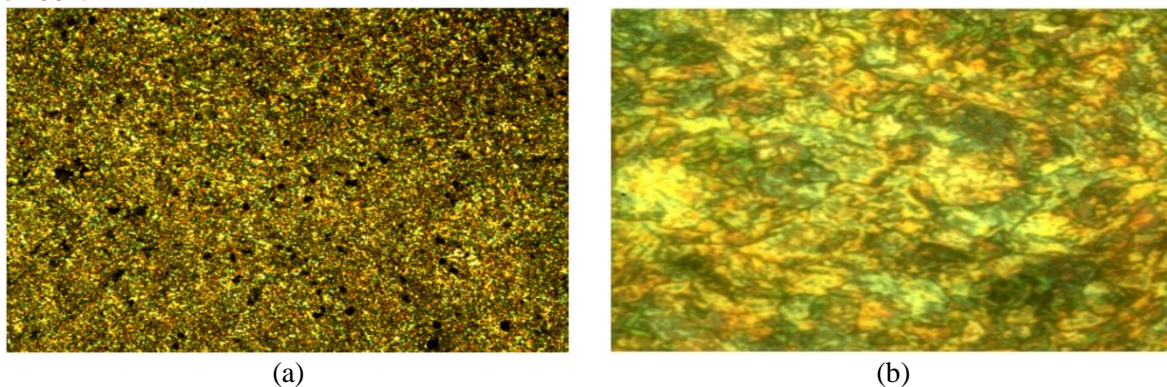
Após o tratamento de cementação, foi possível realizar o processo de têmpera, evidenciado na Figura 5 (a) e (b), onde é observado a microestrutura de ferrita com morfologia acicular e primária, a qual possui uma microdureza elevada e quando comparada com a amostra base, é observado um ganho de 90,18 HV em média, Figura 7.

Figura 5. Micrografia do aço 1020, Têmpera, 900°C, 120min. (a) Ampliação de 40x; (b) Ampliação de 400x.



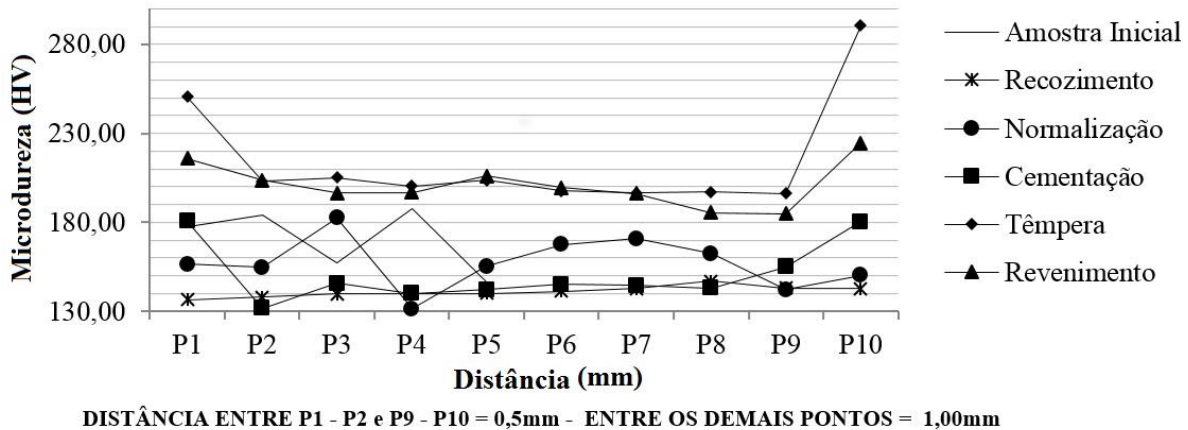
Na peça temperada foi realizado o tratamento de revenimento, onde ocasionou uma melhor a formação de ferrita primária mais grosseira (Albuquerque, et al., 2012), Figura 6 (a) e (b), fazendo, assim, com que a microdureza seja reduzida (em média 13,10 HV), conforme valores do Figura 7.

Figura 6. Micrografia do aço 1020, Revenimento, 300°C, 90min. (a) Ampliação de 40x; (b) Ampliação de 400x.



A Figura 7 mostra o gráfico com as variações nos níveis de microdureza dos diferentes tratamentos térmicos e, também, da amostra inicial 1 que não sofreu tratamento térmico. Observa-se que as extremidades apresentam uma maior microdureza que o centro. Observa-se que a amostra temperada e revenida apresentou uma maior microdureza que o restante este comportamento foi devido a morfologia da ferrita que se apresentou de forma acicular bem distribuídas (Figura 5) ocasionado pelo rápido resfriamento o que proporcionou um aumento das discordâncias.

Figura 7. Gráfico com os valores da microdureza (HV) das 6 amostras. Medições da superfície (P1 e P10) ao núcleo.



CONCLUSÕES

Conclui-se através da análise micrográfica, que ocorreram modificações estruturais nas amostras de aço 1020, sendo que no revenimento, normalização e recozimento houve esferoidização da perlita. Na têmpera a óleo observa-se facilmente a formação da estrutura da ferrita passando de contorno de grão para acicular e, na cementação, ocorreu a formação de uma camada superficial cementada de carbonetos de ferro. Os resultados e análises foram satisfatórios e, tanto a têmpera a óleo como a cementação, poderão ser indicados para a realização do aumento de dureza em peças que necessitem maior resistência mecânica e ao desgaste.

REFERÊNCIAS

- Albuquerque, S. F.; Silva, R. S.; Maciel, T. M.; Almeida, D. M.; Bracarense, A. Q. Estudo do Comportamento do Aço API 5L X80 quando submetido à Soldagem por Processo Automatizado. Soldagem e Inspeção, São Paulo, V. 17, p.137-146, 2012.
- Bramfitt, B. L. Structure/Property Relationships in Irons and Steels. Metals Handbook Desk Edition, Second Edition J.R. Davis, Editor, p 153-173, 1998.
- Branco, F. K. Influência da Microestrutura na Anisotropia de Chapas Metálicas de Diferentes Aços Estruturais. 2007.
- Colpaert, H., Metalografia dos Produtos Siderúrgicos Comuns, 3ª Edição, Edgard Blücher, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 1974.
- Mehi, F. R., Metals Handbook – Atlas of Microstructure of Industrial Alloys, Vol. 7, 8th Edition, American Society for Metals, USA, 1973.
- Modenesi, Paulo J. Soldabilidade dos Aços Transformáveis. Belo Horizonte, abril de 2012.
- Rodrigues, L. M.; Santos, C. H. R.; Veloso, R. R.; Lemos, M. V.; Santos, C.; Cabral, R. F. Estudo da microestrutura e da microdureza dos aços 1020 e 1060. Cadernos UniFOA, Edição especial, 2014.