

## **APLICAÇÃO DE TRATAMENTOS TÉRMICOS NA MICROESTRUTURA DE AÇO PADRÃO ABNT 1020: UM ESTUDO DE CASO**

BRUNO MELLO DE FREITAS<sup>1</sup>; JOSÉ COSTA DE MACEDO NETO<sup>2</sup>; MARCOS DANTAS DOS SANTOS<sup>3\*</sup>;  
WALDEIR SILVA DIAS<sup>4</sup>, <sup>5</sup>ANDRÉ RICARDO BRANDÃO GUSMÃO

<sup>1</sup>Professor MSc. e Pesquisador do curso de Engenharia de Materiais – UEA. e-mail:  
bfreitas@uea.edu.br;

<sup>2</sup> Professor Dr. e Pesquisador do curso de Engenharia de Materiais – UEA. e-  
mail:jotacostaneto@gmail.com;

<sup>3</sup>Professor MSc. e Pesquisador do curso de Engenharia Mecânica – UEA. e-mail:  
marcosdantas73@hotmail.com

<sup>4</sup>Aluno do curso de Engenharia de Materiais – UEA. e-mail: wds.mec@uea.edu.br

<sup>5</sup>Aluno do curso de Engenharia de Materiais – UEA. e-mail: andre\_vas\_cao@hotmail.com

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2017  
8 a 11 de agosto de 2017 – Belém-PA, Brasil

**RESUMO:** Este trabalho analisa os tratamentos térmicos de recozimento, cementação, têmpera e revenimento aplicados no aço ABNT 1020. Permite o conhecimento das microestruturas das amostras dos tratamentos realizados. O ensaio de microdureza Vickers com carga de endentação de 0,5kgf realizado para cada tratamento demonstra a importância dos tratamentos térmicos aplicados no aço SAE 1020. O tratamento de recozimento melhorou a uniformidade dos grãos refinando a microestrutura. Para realização da têmpera, primeiro realizou-se a cementação que teve um valor de penetração superficial de aproximadamente 1mm e u ganho superior a 200HV na microdureza superficial. A têmpera atingiu um valor de microdureza de 566,8HV em média e consequentemente o revenimento foi realizado para alívio de tensões e melhora na tenacidade da microestrutura, onde reduziu em aproximadamente 15% a microdureza das amostras temperadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aço SAE 1020, Microestrutura, Tratamentos Térmicos.

### **APPLICATION OF THERMAL TREATMENTS IN STANDARD STEEL MICROSTRUCTURE ABNT 1020: A CASE STUDY**

**ABSTRACT:** This work analyzes the thermal treatments of annealing, cementation, tempering and tempering applied in steel ABNT 1020. It allows the knowledge of the microstructures of the samples of the treatments performed. The Vickers microhardness test with 0.5kgf indentation load performed for each treatment demonstrates the importance of the thermal treatments applied on the SAE 1020 steel. The annealing treatment improved the grain uniformity by refining the microstructure. To perform the quenching, carburizing was first carried out, which had a surface penetration value of approximately 1mm and a gain of more than 200HV in the surface microhardness. Tempering reached a microhardness value of 566.8HV on average and consequently the tempering was carried out to relieve tensions and improve the microstructure tenacity, where it reduced the microhardness of the tempered samples by approximately 15%.

**KEYWORDS:** Steel SAE 1020, Microstructure, Thermal Treatments.

## **1. INTRODUÇÃO**

Os principais objetivos dos tratamentos térmicos são a remoção de tensões internas, aumento ou diminuição da dureza, aumento da resistência mecânica, melhora da ductilidade, melhora da usinabilidade, melhora da resistência ao desgaste, melhora da resistência à corrosão, melhora da resistência ao calor, modificação das propriedades elétricas e magnéticas (Tanaka et al, 2015). Dentre os métodos de tratamento superficial, o mais utilizado em aço ABNT 1020 é o tratamento de cementação, mas ele também é amplamente utilizado como substrato para tratamentos superficiais (Gerdau, 2015).

Neste trabalho foi realizado um estudo do aço ABNT 1020, utilizando os tratamentos térmicos de recozimento, cementação, têmpera e revenido. Após cada tratamento, o estudo da microdureza e de suas microestruturas foram obtidos.

## 2.MATERIAIS E MÉTODOS

Todos os ensaios foram realizados no Laboratório de Materiais e Processamento –LabMatPro da EST/UEA. O material utilizado neste trabalho foi um aço de baixo carbono padrão ABNT 1020 (0,20% de carbono em sua composição química), no formato de uma barra circular de diâmetro de 3/8". Conforme a Tab. (1) cada amostra, com exceção da amostra 1, foi submetida aos tratamentos térmicos de recozimento, cementação, têmpera e revenimento, utilizando um forno mufla da marca QUIMIS, Q-318D24.

**Tabela 1. Parâmetros utilizados nos tratamentos térmicos e termoquímico.**

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

### 2.1. Preparação da amostra para ensaio de microdureza e análise metalográfica.

As amostras de aço foram cortadas por um disco de alumina na cortadora metalográfica no sentido transversal de sua laminação. O embutimento usando baquelite na cor preto foi realizado em uma embutidora da marca Arotec, PRE 30 Mi. Após o embutimento do corpo de prova, a amostra passa pelas lixas de números 120, 180, 220, 360, 400, e 600 sucessivamente na politriz Arotec Aropol 2V. Depois de perfeitamente lixada, a amostra foi polida com um pano para polimento e fluido de alumina com granulações de 1µm, 0,3 µm e 0,05 µm. Para que não risque, a amostra é limpa com um algodão com água e secada imediatamente passando-se na superfície um pouco de algodão com álcool e por meio de jatos de ar produzidos por um secador. Depois de seca, a amostra é atacada com Nital 5%. Com a amostra pronta para microdureza e análise metalográfica, a mesma, foi analisada pelo microdurômetro da marca Mitutoyo HM-100, com carga aplicada de 0,5 Kgf durante 30 segundos e pelo Microscópio Metalográfico Óptico THS-200 Olympus, com ampliação máxima de 1000vezes, respectivamente.

## 3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1Ensaio de Microdureza

As variações dos níveis nos ensaios de microdureza, realizados no software MatlabR2013a, estão representados nas Fig. (1, 2, 3, 4 e 5). Os valores considerados para a discussão foram estabelecidos dentro do círculo adicionado nas figuras, que representam a dimensão da barra circular com diâmetro de 3/8", os demais valores foram incrementados com valor de 0 HV para realização da modelagem no software.

A Figura (1) demonstra a modelagem da microdureza da amostra inicial 1, onde verifica-se a microdureza média de 177,1 HV, com intervalos entre 155,8 HV e 218,1 HV.

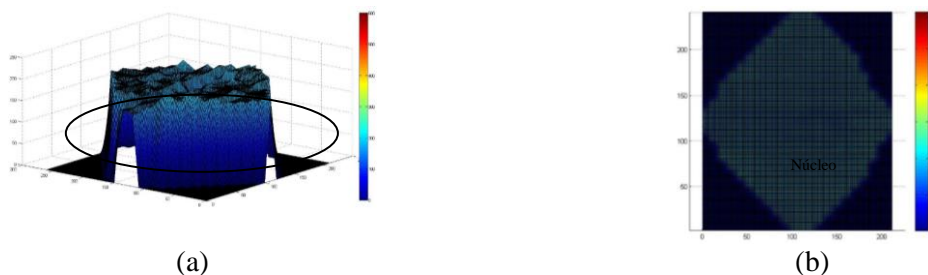


Figura 1. Microdureza do aço SAE 1020 trefilado a frio. (a) modelagem identificando os valores válidos dentro do círculo; (b) vista superior.

Na amostra (2), observa-se um pequeno demérito no valor da microdureza de 13,4 HV em média, quando comparado com amostra inicial (1). Porém verifica-se uma melhor uniformidade entre os valores máximo e mínimo, justificado pelo tratamento térmico de recozimento, Fig (2).

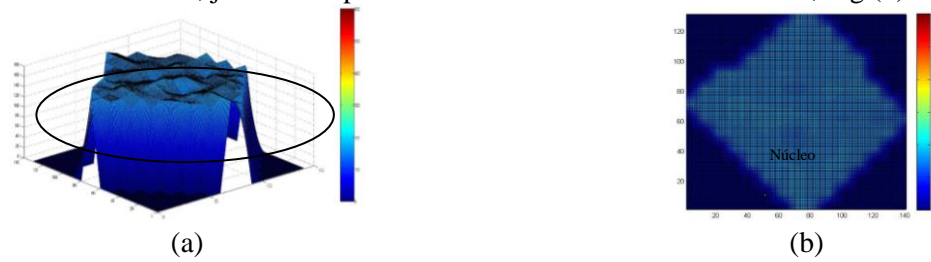


Figura 2. Microdureza do aço SAE 1020 após o recozimento. (a) modelagem identificando os valores válidos dentro do círculo; (b) vista superior.

A Figura (3), após ser realizado o tratamento térmico de cementação superficial na amostra (3), foi verificado o aumento no valor da microdureza para, em média, 319,1 HV, em relação a amostra inicial (1). Isso faz com que possua um aumento total de 55% na microdureza do material e um ganho superficial de até 211,7 HV entre o valor máximo da amostra (3) cementada e o valor mínimo da amostra (1) sem tratamento térmico.

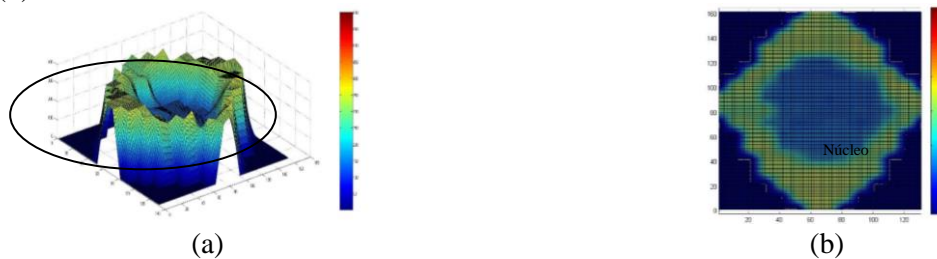


Figura 3. Microdureza do aço SAE 1020 após a cementação. (a) modelagem identificando os valores válidos dentro do círculo; (b) vista superior.

Na Figura (4), representando a amostra 4, identifica-se o maior o valor da microdureza com 566,8 HV em média, justificado pelo tratamento térmico de têmpera realizado e pela formação de Ferrita com morfologia acicular primária, conforme a Fig. (10b).

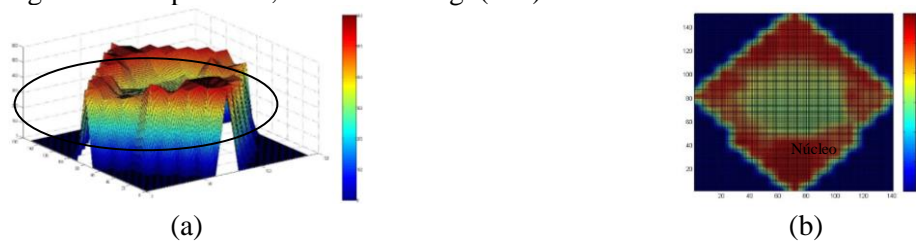


Figura 4. Microdureza do aço SAE 1020 após o tratamento térmico de têmpera. (a) modelagem identificando os valores válidos dentro do círculo; (b) vista superior.

Na Figura (5), representando a amostra 5 que sofreu o tratamento de revenimento, observa-se uma diminuição no valor da microdureza em média de 15,8% (90 HV), em relação a amostra anterior que foi temperada, assim como uma melhor uniformidade entre os valores e os grãos dos microconstituintes, que resultará em um alívio de tensões internas.

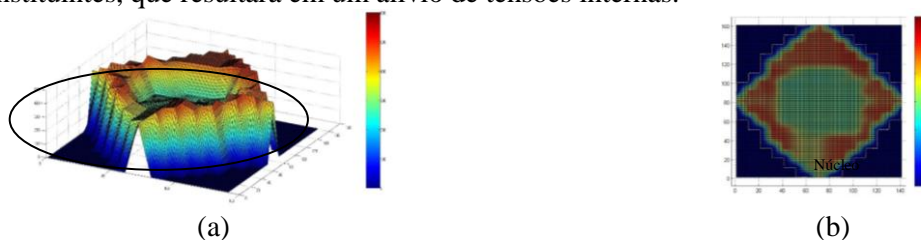


Figura 5. Microdureza do aço SAE 1020 após o revenimento. (a) modelagem identificando os valores válidos dentro do círculo; (b) vista superior.

### 3.2 Análise Microestrutural

A Figura (6) mostra o aço 1020 trefilado a frio, ataque químico Nital 5% (amostra 1). Nota-se na ampliação de 100x, Fig. (6a), que o aço possui microestrutura de grão fino com morfologia poligonal. A Figura (6b) (ampliação de 400x) identifica as fases de Ferrita  $\alpha$  (grãos claros) e Perlita (grãos escuros). De acordo com Rodrigues et al (2014), a quantidade do teor de carbono é semelhante com a especificação do material em estudo.



Figura 6. Microscopia óptica do aço SAE 1020 trefilado a frio. (a) ampliação de 100x revelando o refino do grão; (b) ampliação de 400x mostrando as fases ferrita (grãos claros) e perlita (grãos escuros).

Na Figura (7) é evidenciado a microestrutura do aço SAE 1020, amostra 2, após o Recozimento à 845°C durante 30 min. e resfriamento no forno (amostra 2). A Figura (7a) mostra que a microestrutura se encontra homogênea em toda a região. Devido ao aquecimento do material, observa-se pela Fig. (7b) que houve um aumento de grãos de Ferrita ( $\alpha$ ) e uma redução dos grãos de Perlita tornando-a parcialmente esferoidizada (Bramfitt, 1998).

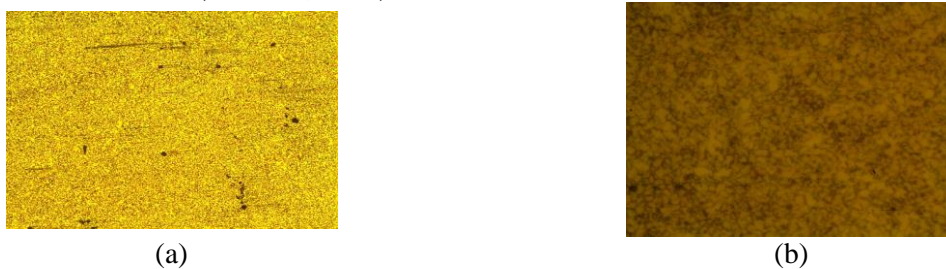


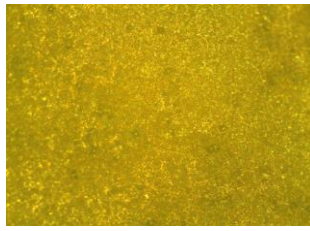
Figura 7. Microscopia óptica do aço SAE 1020 Recozido. (a) ampliação de 100x identifica uma microestrutura homogênea em toda a região; (b) ampliação de 400x mostrando o material parcialmente esferoidizada

Na Figura (8) tem-se a amostra 3 com o aço 1020 cementado. Nota-se um acréscimo de carbeto de ferro somente na superfície da amostra, Fig. (8a). Na Figura (8b) observa-se um aumento da colônia de perlita (fase escura).

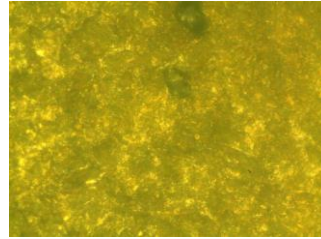


Figura 8. Microscopia óptica do aço SAE 1020, Cementação, 950°C, 120min. (a) ampliação de 40x; (b) ampliação de 400x.

É evidenciado na Fig. (9) o aço SAE 1020 temperado após o tratamento de cementação. É observado na Fig. (9b) a microestrutura de Ferrita com morfologia acicular primária, a qual possui uma microdureza elevada e quando comparada com a amostra base. Lautito et al (2010), afirma que a fase Martensita com uma fase de Austenita retida (clara), tende a envolver a fase Ferrita (marrom pálido) como uma rede, indicando que podem ocorrer cisalhamento durante a transformação de fases. Esta ocorrência é bem conhecida para os aços com baixo teor de carbono (menos de 0,6% em peso).



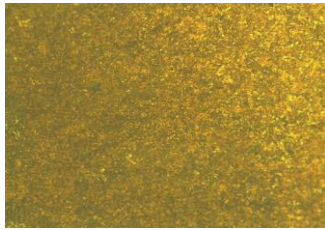
(a)



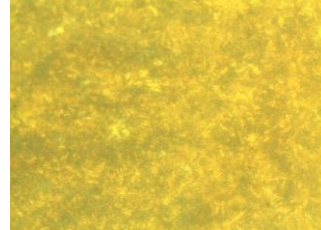
(b)

Figura 9. Microscopia óptica do aço SAE 1020 temperado após a cementação (a) ampliação de 100x revelando alteração microestrutural na superfície; (b) ampliação de 400x mostrando as fases de Ferrita acicular e primária.

Após a tratamento térmico de Têmpera, foi realizado o Revenimento na amostra 5 durante 90min à 300°C, Fig. (10). A Figura (10b) identifica a presença da estrutura ferrítica-perlítica revenida onde ocasionou uma transformação para uma ferrita primária mais grosseira (Albuquerque, et al., 2012).



(a)



(b)

Figura 10. Microscopia óptica do aço SAE 1020 revenido (a) ampliação de 100x; (b) ampliação de 400x identificando formação de Ferrita primária mais grosseira.

#### 4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos nas condições realizadas neste trabalho e de acordo o que foi estudado, permite-se concluir que o aço SAE 1020 após realização de diversos tratamentos térmicos. Ocorreram modificações na sua microestrutura e conhecendo seus limites ao qual o mesmo poderá ser exposto. O estudo comportou-se de forma a explorar os benefícios por conta de cada tratamento térmico e quão isso poderia beneficiar ou não no emprego da mesma em campo do metal mecânico.

Portanto o tratamento de recozimento para o aço SAE 1020 obteve uma diminuição do valor da microdureza, melhorando significante a microestrutura com uma uniformidade dos grãos. E com a realização da cementação (acrécimo de aproximadamente de 1mm de camada superficial, conseguiu-se realizar a têmpera ao qual teve uma variação significativa. Logo após com a realização do revenimento, foi verificado que a dureza do material diminui devido ao alívio das tensões internas.

#### 5. REFERÊNCIAS

- Albuquerque, S. F.; Silva, R. S.; Maciel, T. M.; Almeida, D. M.; Bracarense, A. Q., 2012, "Estudo do Comportamento do Aço API 5L X80 quando submetido à Soldagem por Processo Automatizado", Soldagem e Inspeção, São Paulo, Vol. 17, pp.137-146.
- Bramfitt, B. L., 1998, "Structure/Property Relationships in Irons and Steels. Metals Handbook Desk Edition", Second Edition, J.R. Davis Editor, pp. 153-173.
- Branco, F. K., 2007, "Influência da Microestrutura na Anisotropia de Chapas Metálicas de Diferentes Aços Estruturais".
- Colpaert, H., 1974, "Metalografia dos Produtos Siderúrgicos Comuns", 3ª Edição, Edgard Blücher, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- Gerda (Brasil). Disponível em: <<https://www.gerdau.com/br/pt/produtos/catalogos-e-manuais>> acesso em 23/06/2016.
- Laurito, D. F. Baptista, C.A.R.P, Torresb, M. A. S., Abdalla, A. J., 2010, "Microstructural effects on fatigue crack growth behavior of a microalloyed steel", Procedia Engineering, Vol.2, pp. 1915-1925.
- Rodrigues, L. M.; Santos, C. H. R.; Veloso, R. R.; Lemos, M. V.; Santos, C.; Cabral, R. F., 2014, "Estudo da microestrutura e da microdureza dos aços 1020 e 1060", Cadernos UniFOA.
- Tanaka, C. A. F., Almeida, G. D., Barboza, I. C., Rocha, J., Campos, R. V. M., 2015, "Tratamento térmico como melhoria no desempenho do aço", Anais do VI CONCCEPAR: Congresso Científico da Região Centro-Ocidental do Paraná, Campo Mourão, PR, ISSN 1983-7178.