



## Estudo da influência dos parâmetros de tratamento térmico na dureza de um aço inoxidável martensítico AISI 420

**Silvana Carreiro de Oliveira<sup>1</sup>; Gláucio Soares da Fonseca<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>Universidade Federal Fluminense, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica.

Palavras chave: *Aço inoxidável martensítico; Dureza; Tratamento térmico.*

### INTRODUÇÃO

Os aços inoxidáveis possuem como característica a boa resistência à corrosão, soldabilidade e propriedades mecânicas e, devido a isso, são amplamente utilizados em diversas aplicações na engenharia. Um dos tipos muito utilizados, principalmente em vasos de pressão, ferramentas de corte e geradores de vapor, são os aços inoxidáveis martensíticos, que possuem excelentes propriedades mecânicas e resistência à corrosão moderada<sup>1</sup>. Diferentemente dos outros aços inoxidáveis, as propriedades dos martensíticos podem ser mudadas através de tratamentos térmicos<sup>1</sup>. A sequência típica de tratamento térmico para esses aços inclui recozimento para amolecer o aço, austenitização para formar uma estrutura austenítica com carbonetos dissolvidos totalmente ou parcialmente, têmpera para transformar a austenita em martensita, seguida de revenimento para melhorar a ductilidade e tenacidade do material<sup>2</sup>.

A principal classe dos aços inoxidáveis martensíticos é a AISI420. A microestrutura desse aço depende do tipo de tratamento térmico empregado e, tipicamente, consiste em martensita, austenita retida e carbonetos não dissolvidos ou que sofrem segunda precipitação<sup>2</sup>. A quantidade de carbonetos e austenita retida tem influência na dureza do material, que por sua vez, depende da temperatura de austenitização utilizada durante o tratamento térmico<sup>2</sup>. Os parâmetros de tratamentos térmicos publicados na literatura são contraditórios, por isso, o presente trabalho visa contribuir ao analisar a influência de diferentes parâmetros de tratamento térmico na dureza do aço AISI420D, além de enfatizar a importância que os tratamentos térmicos têm nas propriedades dos aços inoxidáveis martensíticos.

### METODOLOGIA

O aço inoxidável martensítico 420D utilizado no trabalho é de origem industrial e foi laminada em chapas de 6 mm de espessura e se encontrava no estado recozido. A composição química do aço utilizado no presente estudo foi: 0,1894% C; 0,3022% Mn, 0,324% Si, 0,0372% P, 0,0007% S, 12,016% Cr, 0,1836% Ni e 0,0264% Mo (Aperam Inox América do Sul S/A).

As amostras foram cortadas na máquina de corte ISOMET com carga de 150 g e velocidade de corte de 400 rpm. Uma amostra foi separada para a análise do material como recebido e as demais passaram pelo tratamento térmico, que consistiu na austenitização e têmpera nas temperaturas de 980, 1015 e 1050 °C e os tempos de permanência no forno foram de 30, 60 e 120 minutos para cada uma das temperaturas utilizadas. Após serem retiradas do forno (Brasimet, tipo K250N2), as amostras passaram por têmpera em água a temperatura ambiente. Posteriormente, as amostras já tratadas passaram pelo revenimento nas temperaturas de 200 e 400 °C por 60 minutos e seu resfriamento foi realizado com ar forçado, com a utilização de um forno tipo mufla.

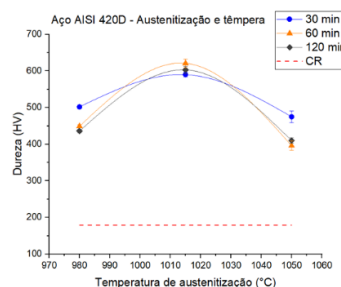
Após esta etapa de tratamento térmico, foi realizado o preparo metalográfico das amostras, que consistiu no embutimento à quente, lixamento com lixa d'água de carbetto de silício com as granulometrias de 220, 320, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1500 e 2000 mesh. Para as medidas de microdureza Vickers, foi utilizado um microdurômetro com carga de 0,5 kgf e tempo de 15 segundos para acomodação das deformações. Foram feitas 30 medições em cada amostra e em diferentes regiões da amostra para que fosse obtida uma análise estatística satisfatória.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas medidas de dureza antes e após o tratamento de austenitização e têmpera em todas as condições propostas e os resultados estão mostrados na Figura 1. Após os tratamentos térmicos é possível notar que houve aumento de dureza em todas as condições em relação a dureza da amostra como recebida, cujo valor é de  $179 \pm 1,68$  HV. Em geral, a dureza elevada após o tratamento térmico é devido a distribuição homogênea da martensita em ripa na microestrutura do material, formada após a têmpera<sup>1</sup>. A partir da análise dos resultados, observa-se que a combinação de temperatura/tempo que apresentou o maior valor de dureza ocorreu na temperatura de 1015 °C e tempo de 60 minutos, cuja dureza encontrada foi de  $621 \pm 12$  HV. Esse aumento da dureza ocorre devido a dissolução dos carbonetos, que gera um aumento na supersaturação de carbono e uma distorção

no reticulado da martensita<sup>3</sup>. A presença de austenita retida na martensita em ripa normalmente aumenta com a temperatura e tempo de austenitização, e esse fenômeno possui um efeito prejudicial na dureza do material, o que pode explicar valores de dureza menores para a maior temperatura e tempo de austenitização<sup>1</sup>.

Figura 1 – Dureza do aço AISI 420D após austenitização e têmpera.

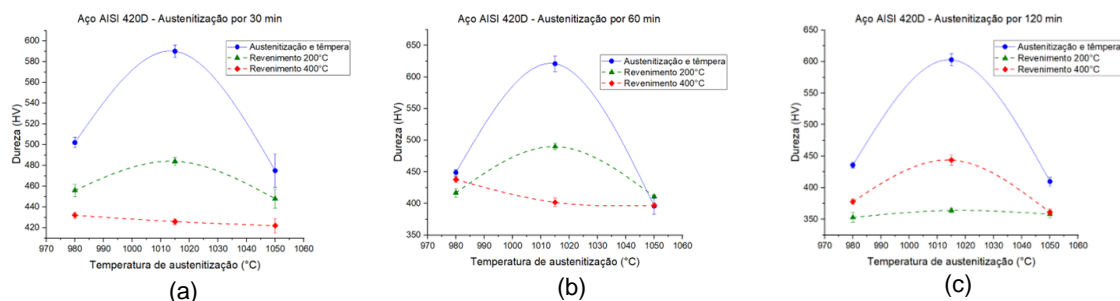


Fonte: Próprio autor.

Após o tratamento de revenimento, foram realizados novos ensaios de dureza (Figura 2). É possível observar que há redução de dureza em todas as situações analisadas, como esperado para o tratamento de revenimento. E ainda pode-se perceber que apenas para o tempo de encharque de 120 minutos (Figura 2c), a dureza no revenimento realizado a 400 °C ficou maior, o que já não ocorreu nos tempos de 30 e 60 minutos. Esse comportamento pode ser atribuído ao fenômeno de endurecimento secundário<sup>1</sup>. As maiores variações de dureza ocorreram na temperatura de 1015 °C e isto pode indicar que nessa condição houve uma maior formação de martensita na microestrutura do material, uma vez que amostras com maior quantidade de martensita em sua microestrutura são as que possuem a dureza mais afetadas durante o tratamento de revenimento<sup>4</sup>. A

Sendo assim, os melhores parâmetros encontrados para realização do tratamento térmico foram austenitização e têmpera realizada à 1015 °C durante 60 minutos, seguida da têmpera realizada à 200 °C durante 60 minutos.

Figura 2 – Dureza do aço AISI 420D após revenimento com austenitização realizada por: (a) 30 minutos, (b) 60 minutos e (c) 120 minutos.



Fonte: Próprio autor.

## CONCLUSÕES

Este trabalho estudou a influência de diferentes parâmetros de tratamento térmico na dureza de um aço inoxidável martensítico. A partir dos resultados obtidos nos ensaios de microdureza Vickers, foi possível observar que essa propriedade varia de acordo com a temperatura utilizada durante o tratamento de austenitização e tempo de encharque do material e aumenta com relação a amostra como recebida. O revenimento garantiu a melhoria da ductilidade e da tenacidade do material. A melhor condição encontrada para o tratamento térmico nesse estudo foi com austenitização realizada a 1015 °C durante 60 minutos, seguida de revenimento à 200 °C por 60 minutos.

## AGRADECIMENTOS

À FAPERJ, CNPq e CAPES.

## REFERÊNCIAS

- [1] ISFAHANY, A. N.; SAGHAFIAN, H.; BORHANI, G. The effect of heat treatment on mechanical Properties and corrosion behavior of AISI420 martensitic stainless steel. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 509, n. 9, p. 3931-3936, 2011
- [2] BARLOW, L. D.; DU TOIT, M. Effect of austenitizing heat treatment on the microstructure and hardness of martensitic stainless steel AISI 420. **Journal of Materials Engineering and Performance**, v. 21, n. 7, p. 1327-1336, 2012.
- [3] CANDELARIA, A. F.; PINEDO, C. E. Influence of the heat treatment on the corrosion resistance of the martensitic stainless-steel type AISI 420. **Journal of materials Science letters**, v. 22, n. 16, p. 1151-1153, 2003.
- [4] CHIAVERINI, V. **Aços e Ferros Fundidos**. Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais – ABM. 7ª Ed., 2008.