

INFLUÊNCIA DO ENCRUAMENTO E TRATAMENTOS PRÉVIOS NA MICROESTRUTURA DE UM AÇO SAE 1045, APÓS TRATAMENTO TÉRMICO DE ESFEROIDIZAÇÃO*

Dyego Irineu Silva de Almeida
Letícia Rabelo Muniz²
Nílis Cunha Chimendes³
João Vitor da Silva Pinto⁴
Marcelo José Gomes da Silva⁵

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo, avaliar a influência do encruamento e de tratamentos térmicos prévios na microestrutura de um aço SAE 1045 após tratamento térmico de esferoidização. Nove amostras foram separadas, onde três delas foram temperadas e seis foram normalizadas. Das peças, normalizadas, três foram conformadas plasticamente com auxílio de uma prensa hidráulica de modo a reduzir em 10% a sua altura. Mediu-se a dureza das amostras e em seguida elas foram submetidas a um tratamento subcrítico de esferoidização a 700°C. Ao passar 5 horas, uma amostra de cada grupo (normalizada, deformada e temperada) foi retirada do forno e devidamente identificada. Esse procedimento se repetiu ao passar 10 horas e 20 horas de tratamento. Foi realizado um novo ensaio de dureza e em seguida as amostras foram preparadas metalograficamente e suas microestruturas foram avaliadas. Ao avaliar os resultados, concluiu-se que as amostras previamente temperadas tiveram melhor resposta na cinética de esferoidização, apresentando carbonetos melhor distribuídos na matriz ferrítica, enquanto as normalizadas e deformadas só apresentaram as esferoiditas com o passar de 10 horas de tratamento, onde se observou carbonetos no interior dos grãos de perlita. Por fim, as amostras normalizadas apresentaram menor dureza ao passar das 20 horas de tratamento.

Palavras-chave: Esferoidização; Tempera; Normalização; SAE 1045.

INFLUENCE OF HARDENING AND PREVIOUS THERMIC TREATMENTS ON THE MICROSTRUCTURES OF A SAE 1045 STEEL, AFTER SPHEROIDIZATION HEATING TREATMENT.

Abstract

The aim of this work was to evaluate the influence of hardening and previous thermic treatments on the microstructures of a SAE 1045 steel, after spheroidization heating treatment. Nine samples were separated, where three of them were tempered and six were normalized. The normalized samples were plastically shaped with the aid of a hydraulic pressure in order to reduce their height by 10%. The hardness of the samples was measured and then subjected to a subcritical spheroidization treatment at 700 ° C. After five hours one sample of each group (normalized, deformed and tempered) were taken out of the oven and properly identified. The procedure now mentioned were repeated two more times, after ten hours of heat treatment then after twenty hours. After that, the hardness was measured again then the samples were prepared metallographically and their microstructures were analyzed. In evaluating the results, it was concluded that the previous tempered samples had better response related to spheroidization kinetics, showing better distributed carbides in the ferritic matrix, whereas the normalized and deformed ones only

* Contribuição técnica ao 18º ENEMET - Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Metalúrgica, de Materiais e de Minas, parte integrante da ABM Week, realizada de 02 a 04 de outubro de 2018, São Paulo, SP, Brasil.

presented the spheroids after 10 hours of treatment, where it was observed carbides inside the grains of perlite. Lastly, normalized samples presented lower hardness at the end of the twenty hours of heat treatment.

Keywords: Spheroidization, Quenching, Normalization, SAE 1045

- ¹ Engenharia Metalúrgica, graduando, estudante, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil.
- ² Engenharia Metalúrgica, graduando, estudante, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil.
- ³ Engenharia Metalúrgica, graduando, estudante, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil.
- ⁴ Engenharia Metalúrgica, graduando, estudante, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil.
- ⁵ Engenharia Metalúrgica, Doutor, Professor, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

1.1 OBJETIVO

Esse trabalho tem o objetivo de avaliar a cinética de esferoidização de um aço SAE 1045, submetido a um tratamento térmico de esferoidização.

1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O aço, nos dias atuais, ainda é um dos materiais mais utilizados, tendo a versatilidade como uma de suas principais características, sendo empregado em situações cotidianas, assim como em ocasiões de alta responsabilidade. Essa versatilidade está diretamente relacionada com as propriedades metalúrgicas do aço e como elas se alteram de acordo com tratamento aplicado.

Uma das formas de otimizar as propriedades físicas e mecânicas dos aços são os tratamentos térmicos. Ciclos controlados de aquecimento e resfriamento irão funcionar como estímulo para a mudança microestrutural do aço, obtendo requisitos para aplicações em estágios intermediários ou em produtos no estágio final [1]. A velocidade de resfriamento do aço terá relação direta com o aumento de dureza e resistência, sendo uma taxa de resfriamento maior responsável por uma maior dureza.

É fundamental comparar as propriedades mecânicas com os diversos parâmetros dos tratamentos térmicos, facilitando a escolha do tratamento usado para obter determinada característica. Quando se deseja uma dureza elevada, a têmpera é o tratamento indicado, consistindo na austenitização do aço seguido por um resfriamento brusco. Já o aumento de tenacidade é obtido através da normalização, austenitando o material e o resfriando a uma taxa moderada, obtendo uma microestrutura refinada.

Além da velocidade de resfriamento, a microestrutura do aço influencia diretamente na cinética das transformações de fase dos tratamentos térmicos. Aços que passaram por processos de conformação intensos, por exemplo, tem uma maior densidade de contornos de grão que irão servir como sítios de nucleação para novas fases.

Na esferoidização, onde o aço passará por ciclos de aquecimento e resfriamento até obter uma matriz ferrítica com carbonetos esferoidizados distribuídos ao longo da matriz, os fatores mencionados anteriormente têm relação direta com a cinética de surgimento das esferoiditas e serão estudados nesse trabalho, assim como o tempo de tratamento térmico para cada condição de tratamento.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Materiais e Métodos

2.1.1 Preparação para esferoidização

Nove amostras de um aço SAE 1045 foram selecionadas, onde três amostras foram previamente temperadas e seis normalizadas. Para esses tratamentos térmicos, utilizou-se um forno do tipo mufla, onde as amostras permaneceram por 30 minutos dentro do mesmo, a uma temperatura de 830°C. Após esse tempo, três amostras foram resfriadas à água sob agitação e seis foram resfriadas ao ar calmo. Das peças normalizadas, três foram deformadas com o auxílio de uma prensa hidráulica onde

foram submetidas a um esforço de compressão de 65Mpa por um período de 5 minutos. Verificou-se que as amostras reduziram em média, 10% na altura. Em seguida, realizou-se um ensaio de dureza nas amostras.

Tabela 1 Composição química típica do aço SAE 1045 em % em massa [2]

	C	Si	Mn	P	S
Mín	0,67	0,1	0,7	-	-
Max	0,8	0,35	1	0,035	0,04

2.1.2 Esferoidização

As amostras foram classificadas por grupos de tratamentos prévios: normalizada, temperada e deformada. As nove peças foram submetidas a um tratamento subcrítico de esferoidização sob uma temperatura de 700°C. Após passar cinco horas, uma amostra de cada grupo foi retirada do forno e esse procedimento se repetiu ao passar 10h e 20h. Ao final, as amostras foram submetidas novamente a um ensaio de dureza.

2.1.2 Preparação metalográfica

A princípio, cortou-se as amostras em uma cortadora metalográfica. Em seguida elas foram lixadas com lixas de granulometria variando de 80 a 1200 em uma lixadeira rotativa. Depois disso, as peças foram polidas com alumina de granulometria 1µm. Para revelar a microestrutura foi realizado ataque químico com NITAL 2%. As micrografias foram obtidas utilizando um microscópio ótico com magnificação 500X.

2.2 Discussão e Resultados

A figura Figura 1 apresenta as microestruturas das amostras previamente normalizadas, após o tratamento de esferoidização. Nota-se que, após passar cinco horas de tratamento as perlitas continuaram praticamente intalteadas, porem, ao passar do tempo, percebe-se que as lamelas começam a degenerar e ao fim do tratamento, verifica-se glóbulos de carbonetos no interior dos grãos de perlita.

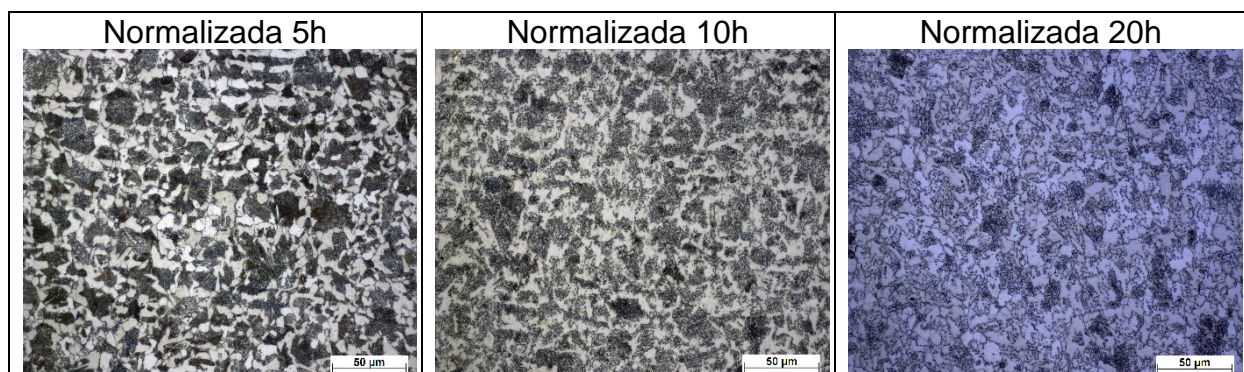


Figura 1. Microestrutura das amostras previamente normalizadas, após o tratamento de esferoidização. Ataque NITAL 2%. Aumento 500X.

A **Figura 2** apresenta as microestruturas das amostras previamente deformadas, após o tratamento de esferoidização. Como nas normalizadas, percebe-se pouca

influência no começo do tratamento, porém fica nítido a quantidade de esferoiditas dispersas no interior dos grãos inicialmente perlíticos.



Figura 2 Microestrutura das amostras previamente normalizadas e deformadas, após o tratamento de esferoidização. Ataque NITAL 2%. Aumento 500X

Na **Figura 3**, observa-se um nível de esferoidização elevado e os carbonetos estão uniformemente dispersos na matriz ferrítica. Isso ocorre, pois no caso das amostras normalizadas e deformadas, existiam grãos de ferrita pró eutetóide, que se formaram durante o resfriamento, relativamente lento. Dessa forma os carbonetos se restringiram aos grãos perlíticos, que eram onde estavam contidos. No caso das amostras previamente temperadas, por ser um processo adfusional, o carbono estava retido nos vãos intersticiais do ferro, deformando a rede CCC e transformando em um TCC. Contudo, ao passo que se fornece energia, o carbono difunde e sai do vãos e dessa forma, surge uma microestrutura composta de uma matriz ferrítica com carbonetos dispersos uniformemente.

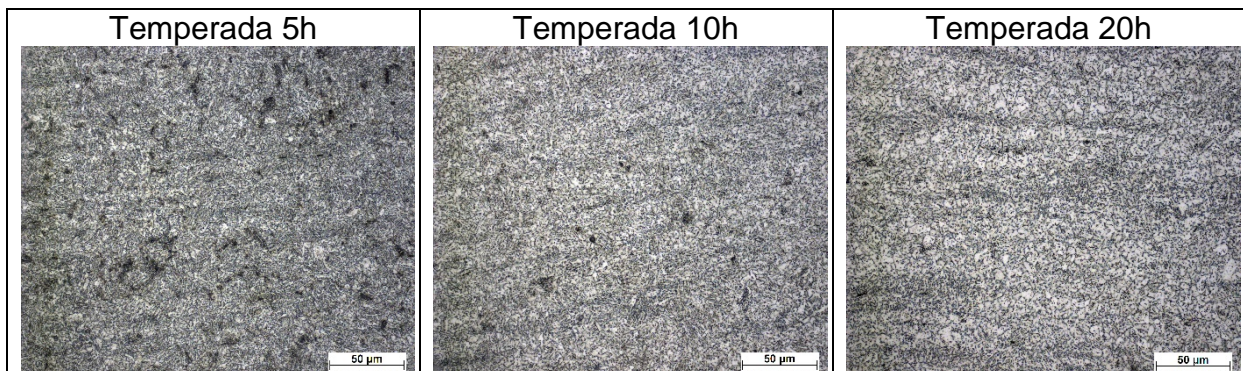


Figura 3 Microestrutura das amostras previamente temperadas, após o tratamento de esferoidização. Ataque NITAL 2%. Aumento 500X



Figura 4 Microestrutura das amostras previamente, ao final o tratamento de esferoidização. Ataque NITAL 2%. Aumento 500X

Observa-se na Figura 4, que as amostras previamente normalizadas e previamente deformadas possuem microestrutura similar, onde os carbonetos ficam concentrados em grãos específicos e na amostra previamente temperada possui uma microestrutura mais homogênea e distribuída.

A

Tabela 2 apresenta os valores obtidos no ensaio de dureza. Nota-se que, ao final do tratamento, a amostra previamente normalizada apresentou dureza menor que as demais e que, apesar de possuir uma microestrutura mais uniforme, a amostra previamente temperada apresentou maior dureza.

Tabela 2. Dureza das amostras ao longo do tempo de esferoidização

Tempo (h)	Dureza - normalizada (HRC)	Dureza - deformada (HRC)	Dureza - temperada (HRC)
0	33,8	38,6	62,4
5	30	35	40,2
10	29,6	34,2	36,2
20	28,6	32,4	33,6

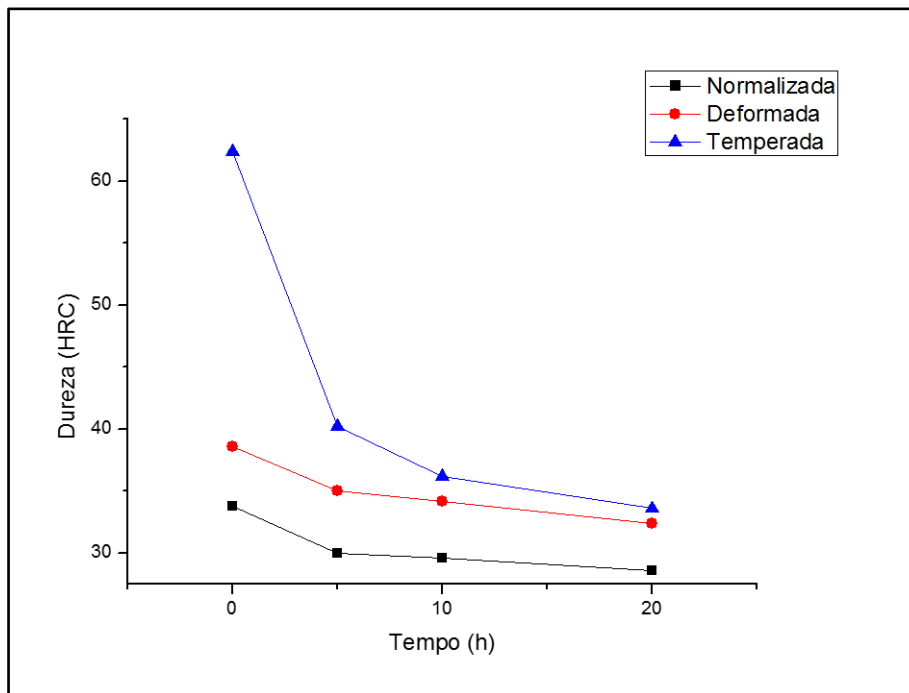


Figura 5 Gráfico das durezas ao passar do tempo de tratamento.

A partir da *Figura 5*, verifica-se que a amostra previamente obteve uma queda elevada na dureza, durante as cinco primeiras horas, porém, ao final do tratamento, observou-se que a peça ficou com dureza superior a das outras amostras.

3 CONCLUSÃO

Com esse trabalho conclui-se que ao temperar previamente, se obtém maior rapidez na formação das esferoiditas, porém isso não foi suficiente para obter um resultado satisfatório, pois um dos objetivos desse tratamento é reduzir a dureza do material de modo a facilitar a usinagem, contudo, a amostra previamente temperada, apresentou ao passar de 20 horas, dureza superior a amostra apenas normalizada.

Agradecimentos

Ao Laboratório de Caracterização de Materiais (LACAM – UFC) pela disponibilidade dos equipamentos que foram essenciais para a conclusão deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- 1 CHIAVERINI, V. Aços e Ferros Fundidos. 7ed. Livros ABM, 2008.
- 2 ASM METALS HANDBOOK. Volume 4– Heat Treating. ASM International, 1991.
- 3 CALLISTER, W. D. Fundamentos de ciência e engenharia de materiais: uma abordagem integrada. 2 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.
- 4 COSTA E SILVA, A. L. MEI, P. R. Aços e ligas especiais. 3 ed. São Paulo: Edgar Blucher, 2010.
- 5 ASM HANDBOOK. Volume 1. Properties and Selection: Irons, Steels, and High Performance Alloys, v. 2, 2009.
- 6 Rocha, Marcio Roberto, Avaliação dos Parâmetros Microestruturais de um Aço SAE 1045 esferoidizado e sua Correlação com as propriedades Mecânicas, 2000.