



TRATAMENTOS TÉRMICOS: EFEITO DA VELOCIDADE DE RESFRIAMENTO SOBRE AS MICROESTRUTURAS DOS AÇOS ABNT 1045

Daniel Favalessa, Edésio Anunciação Santos Filho, Gilberto Prevital, Heriberto Guisso, João Paulo Calixto, Josimar Grippa, Wanderson De Angeli, Norberto Lima Sagratzki

Departamento de Engenharia de Mecânica
Faculdade de Aracruz – UNIARACRUZ
norberto@fsjb.edu.br

RESUMO

Após um determinado aço ser selecionado para um projeto mecânico, na maioria das vezes, ele não atende às condições específicas exigidas. Há necessidade de o aço ser submetido aos tratamentos térmicos para alterar sua microestrutura e obter as propriedades mecânicas que atendam às condições do projeto. Este trabalho apresenta um estudo da velocidade de resfriamento sobre microestruturas em amostras do aço ABNT 1045.

Palavra-chave: Tratamento térmico. Recozimento. Normalização. Microestruturas.

ABSTRACT

When a certain steel is selected for a mechanical project, it usually does not correspond to the specific conditions required. It is then necessary to submit the steel to thermal treatments in order to have its microstructure modified, and to obtain the mechanical properties required by the project. This paper presents a study about the cooling speed on micro structures in ABNT 1045 samples.

Keywords: Thermal treatment. Annealing. Normalization. Micro structures.

INTRODUÇÃO

Desde que o homem começou a desvendar a natureza dos metais e suas diversas aplicações, a ciência dos materiais evoluiu incrivelmente ao longo dos relativos poucos anos de estudo. A natureza molecular dos materiais e seu comportamento foram estudados a ponto de serem responsáveis pela grande evolução da indústria mundial. Já os romanos utilizavam os benefícios da têmpera ao cravar, no corpo dos seus inimigos, espadas previamente aquecidas cuja dureza nas lâminas era atribuída ao espírito do guerreiro morto que acreditavam passar para a espada.

Os chamados tratamentos térmicos são um conjunto de operações a que os metais são submetidos, sob condições controladas de temperatura, tempo e velocidade de resfriamento.

OBJETIVO DO EXPERIMENTO

Os constituintes resultantes da transformação da *austenita* (*cementita*, *ferrita* e *perlita*) permitem uma variação nas propriedades mecânicas dos aços. Esse efeito dos constituintes, obtido pela decomposição lenta da austenita sobre as propriedades mecânicas dos aços, é diferente do efeito que pode ser conseguido pelo rápido resfriamento da austenita.

Este trabalho tem por objetivo verificar a influência da velocidade de resfriamento sobre a microestrutura de amostras do aço ABNT 1045, por meio dos seguintes tratamentos:

têmpera: consiste no aquecimento do aço até sua temperatura de *austenitização* seguido de resfriamento rápido;

normalização: é o aquecimento do aço a uma temperatura acima da *zona crítica*, seguido de resfriamento ao ar;

recozimento pleno: consiste no aquecimento do aço acima da zona crítica, durante o tempo necessário para dissolver o carbono ou os elementos de liga no ferro gama, seguido de resfriamento no forno;

Revenido: este tratamento térmico sempre é dado após uma têmpera, o revenido é dado abaixo da linha crítica e sua temperatura pode ser variada de acordo com a dureza que se deseja obter;

coalescimento: consiste em aquecer o aço a uma temperatura ligeiramente acima ou abaixo da linha crítica e resfriá-lo ao ar.

PROCEDIMENTOS DO EXPERIMENTO

Uma das amostras foi tomada como referência (“testemunha”) para posterior comparação dos resultados obtidos. A “testemunha” foi levemente desbastada e submetida a uma seqüência de lixamentos na lixadeira manual com água corrente e lixas d’água de granulometria de 220, 320, 400 e 600, respectivamente. Logo a seguir, foi submetida ao polimento em duas etapas com alumina de textura 1 μ m e 0,3 μ m. Após o polimento, o secador foi utilizado para eliminar a umidade residual da lavagem com álcool e a testemunha foi atacada quimicamente com Nital a 3% para favorecimento da visualização ao microscópio e posterior seção de fotomicrografia.

As amostras restantes que passaram pelo mesmo processo de polimento e ataque químico (7 no total) só foram submetidas à têmpera após o ajuste adequado e a estabilização da temperatura, prevista de 850°C para a austenitização por um período de 45 minutos.

As amostras (com exceção da “testemunha”) foram austenitizadas e somente cinco delas foram temperadas com resfriamento brusco em um recipiente contendo água à temperatura ambiente de 28°C e em movimentos circulares. Uma amostra foi resfriada ao ar e outra resfriou juntamente com o forno. As restantes foram submetidas a novos tratamentos térmicos na seguinte ordem:

- I) recolocada ao forno e reaquecida a 300°C por 60min;
- II) recolocada ao forno e reaquecida a 450°C por 60min;
- III) recolocada ao forno e reaquecida a 600°C por 60min;
- IV) recolocada ao forno e reaquecida a 700°C por 60min.

RESULTADOS

Os resultados foram registrados na ordem de execução das atividades e estão comentados a seguir com fotos e gráficos correspondentes a cada etapa dos tratamentos.

Nas tabelas se verifica a influência do meio (Tabela 1 - velocidade de resfriamento) e da temperatura (Tabela 2 - revenimento e coalescimento).

Tabela 1

Efeito da velocidade de resfriamento sobre a microestrutura dos aços ABNT 1045			
Temperatura (°C)	Tempo de homogeneização (min)	Velocidade de resfriamento (meio)	Microestrutura resultante
850	45	Ar	Perlita fina e ferrita
850	45	Ao forno	Perlita e ferrita
850	45	Água (temp. ambiente)	Martensita
850	45	Água (temp. ambiente)	Martensita
850	45	Água (temp. ambiente)	Martensita
850	45	Água (temp. ambiente)	Martensita
850	45	Água (temp. ambiente)	Martensita

Tabela 2

Efeito do revenimento sobre a microestrutura dos aços ABNT 1045			
Temperatura de revenimento (°C)	Tempo de homogeneização (min)	Velocidade de resfriamento (meio)	Microestrutura resultante
300	60	Ar	Martensita revenida
450	60	Ar	Martensita revenida
600	60	Ar	Martensita revenida
700	60	Ar	Esferoidita

COMPARAÇÃO DAS MICROESTRUTURAS

MOSTRA DE REFERÊNCIA (“TESTEMUNHA”)

Como se pode observar na Foto 1, houve a ocorrência de *Perlita fina* e *Ferrita* própria dos aços ABNT 1045 em virtude do resfriamento (*Normalização*) a que é submetido após sua fabricação.



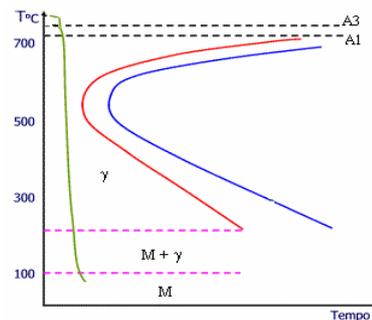
Foto 1 - Ataque com Nital
(ampliação de 50x)

AMOSTRA TEMPERADA

Por ter sido submetida à têmpera, essa amostra apresentou a formação de *Martensita*, próprio desse tipo de tratamento térmico.



Foto 2 - Ataque com Nital
(ampliação de 50x)



AMOSTRA RESFRIADA AO AR (NORMALIZADA)

A microestrutura resultante foi *perlita fina e ferrita*, como é próprio do resfriamento ao ar. A semelhança com a “testemunha” dá-se pelo fato de que esta já passou pela normalização no seu processo de fabricação. Nota-se, porém, que o tamanho dos grãos tendem a aumentar quando submetidos à nova normalização.

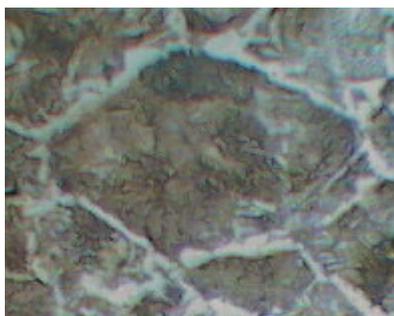
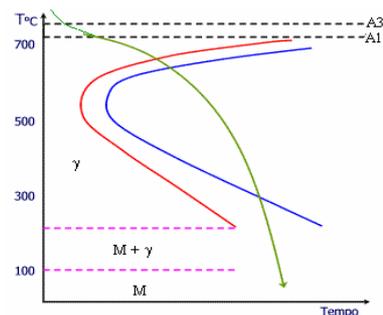


Foto 3 - Ataque com Nital
(ampliação de 50x)



AMOSTRA RESFRIADA AO FORNO (RECOZIMENTO PLENO)

Como se pode observar, nessa microestrutura ocorreu a formação de *Perlita* e *Ferrita*.

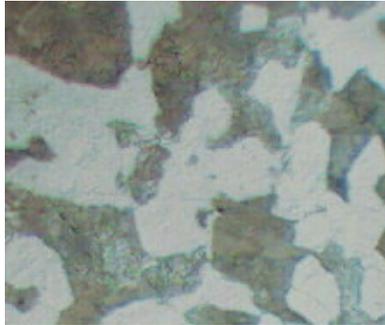
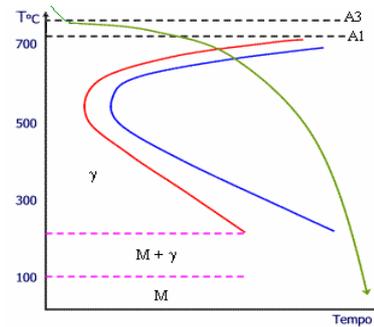


Foto 4 - Ataque com Nital
(ampliação de 50x)



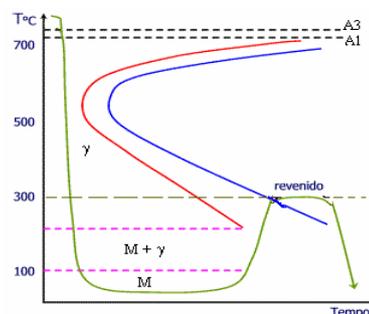
AMOSTRAS REVENIDAS A 300, 450 E 600 °C

As amostras *revenidas* na ordem descrita acima apresentaram como microestrutura final a *martensita revenida*. Convém ressaltar que, para temperaturas diferentes de *revenido*, obtêm-se propriedades mecânicas diferentes para as mesmas microestruturas, mensuráveis com equipamentos adequados para ensaios mecânicos não disponíveis para esse experimento.

Revenido a 300 °C:



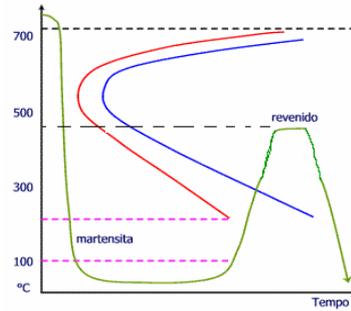
Foto 5 - Ataque com Nital
(ampliação de 50x)



Revenido a 450 °C



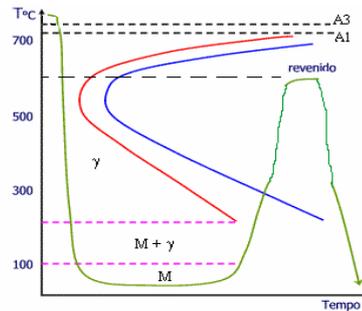
Foto 6 - Ataque com Nital
(ampliação de 50x)



Revenido a 600 °C



Foto 7- Ataque com Nital
(ampliação de 50x)

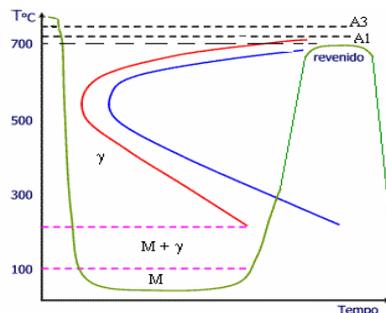


AMOSTRA REVENIDA A 700 °C:

Nessa amostra, ocorreu tendência à formação da microestrutura *Esferoidita*.



Foto 8 - Ataque com Nital
(ampliação de 50x)



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos nesse experimento são válidos apenas para as amostras utilizadas, condições laboratoriais e equipamentos aqui apresentados.

As amostras temperadas apresentaram trincas (foto 9), atribuídas às acomodações das tensões internas, donde se conclui que tal tratamento não é conveniente para essas condições.

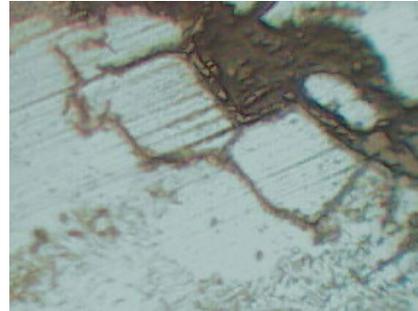


Foto 9 - Ataque com Nital
(ampliação de 50x)

Resultados ainda melhores podem ser obtidos para esse tipo de experimento, utilizando-se lentes microscópicas de maior poder de ampliação.

CONCLUSÃO

Conclui-se, por esse experimento, que a velocidade de resfriamento do aço ABNT 1045, quando submetido a tratamentos térmicos, influencia diretamente na formação das microestruturas finais de cada peça que, por sua vez, são responsáveis pelas propriedades mecânicas (dureza, fadiga, limite de resistência...) desses aços.

BIBLIOGRAFIA

- 1 CHIAVERINI, Vicente. **Tecnologia mecânica**: materiais de construção mecânica. 2.ed. São Paulo: Makron Books. 1986. v. 3.
- 2 CHIAVERINI, Vicente. **Aços e ferros fundidos**: características gerais, tratamentos térmicos, principais tipos. 7. ed. rev. e ampl. São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 1998.
- 3 SMITH, Willian F. **Princípios de ciência e engenharia dos materiais**. 3. ed. Lisboa: McGraw Hill, 1996.