

## INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE REVENIDO NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO AÇO ABNT 1045

### **André Zuchetto**

Estudante- Engenharia Mecânica da Universidade Regional Integrada Do Alto Uruguai e das Missões Campus de Santo Ângelo-RS.  
Andrezuchetto\_93@hotmail.com

### **João Henrique Lang de Oliveira**

Estudante- Engenharia Mecânica da Universidade Regional Integrada Do Alto Uruguai E Das Missões Campus de Santo Ângelo-RS.  
J\_holiveira@hotmail.com

### **Flávio Kieckow**

Professor/ Doutor - Engenharia Mecânica da Universidade Regional Integrada Do Alto Uruguai e das Missões Campus de Santo Ângelo-RS.  
fkieckow@santoangelo.uri.br

**Resumo.** *Este artigo possui por propósito aplicar os estudos sobre tratamentos térmicos, em especial, os tratamentos de normalização, têmpera e revenido em um aço ABNT 1045, com o intuito de identificar a influência da temperatura de revenido nas propriedades desse aço, comparando as suas amostras temperadas, com a amostra do aço sem tratamento, e realizando ensaios para obter a sua dureza e resistência à tração. As temperaturas de revenido em estudo foram de 250°C, 300°C e 350°C e os tratamentos, e respectivos ensaios foram realizados seguindo as normas brasileiras, regidas pela ABNT.*

**Palavras-chave:** *Normalização. Têmpera. Revenido.*

### **1. INTRODUÇÃO**

Os processos de produção algumas vezes podem apresentar características inadequadas que poderão influenciar negativamente o desempenho para o qual a peça foi projetada e poderá até mesmo comprometê-lo alguns fatores, tais como, empenamentos, tensões internas e estruturas indesejadas surgem com frequência, principalmente em peças que passaram pelo

processo de usinagem, que afetam as propriedades do material. Para solucionar problemas desse tipo, tratamentos térmicos devem ser empregados, por intermédio de um aquecimento e um subsequente resfriamento, dentro de condições controladas de temperatura, tempo, ambiente de aquecimento e velocidade de resfriamento (CHIAVERINI, 1988).

É comum imaginar que, na fabricação de uma peça, o tratamento térmico é feito na fase final do processo, embora, nem sempre aconteça desse modo, dependendo do tipo de peça e dos fins em relação ao projeto com que ela se destina, é necessário primeiramente, corrigir a irregularidade da estrutura metálica e reduzir as tensões internas que ela apresenta, assim, para a redução das tensões no aço devido ao processo de produção dos corpos de prova por usinagem, o tratamento térmico de normalização é aplicado, e consiste em levar o aço ao forno a uma temperatura elevada, acima da zona crítica na faixa entre 750°C a 950°C, nesta temperatura, no aquecimento, os grãos de austenita crescem e absorvem os grãos vizinhos (CHIAVERINI, 1988).

Para a fabricação de peças e utensílios em muitos projetos a dureza é fundamental, assim, para se aumentar a dureza do

material, aplica-se a têmpera, este processo consiste em aquecer o aço em um forno com temperatura acima da zona crítica. A peça permanece em uma temperatura acima da zona crítica o tempo necessário para se transformar em austenita, após a austenitização, a peça é retirada do forno e mergulhada em água imediatamente, a fim de evitar as transformações em ferrita, cementita ou perlita, o que acarretaria em uma queda de dureza e ineficiência do tratamento, no resfriamento, os átomos de carbono ficam presos no interior da austenita, desse modo, os átomos produzem considerável deformação no retículo da ferrita, dando tensão ao material e aumentando sua dureza, obtendo-se um novo constituinte do aço, a martensita (CHIAVERINI, 1988).

Para corrigir as tensões e a dureza excessiva, referentes ao tratamento de têmpera, é preciso revenir o material, portanto revenido é um processo sempre posterior à têmpera, a peça é levada ao forno, em temperatura abaixo da zona crítica e decorrido algum tempo, retira-se a peça do forno e deixa-se que ela esfrie por qualquer meio (CHIAVERINI, 1988).

Para avaliar as características do material, aplicam-se os ensaios de resistência à tração e a dureza, e assim, poderão ser validadas as diferenças entre as diferentes temperaturas de revenido.

## 2. METODOLOGIA

Para a verificação da influência da temperatura de revenido nas propriedades do material realizou-se a fabricação de três corpos de prova com comprimento útil de 55 mm e uma seção transversal de 10 mm, os corpos de prova passaram pelos mesmos tipos e parâmetros de tratamentos térmicos, porém com temperaturas de revenido diferentes, onde, os corpos de prova são identificados, desta forma, o corpo de prova sem nenhum tratamento térmico é denominado de corpo de prova um (cp1), o corpo de prova com temperatura de revenido de 250°C é denominado de corpo de prova

dois (cp2), já com temperatura de 300°C, de corpo de prova três (cp3), e por fim, o corpo de prova com temperatura de 350°C, de corpo de prova quatro (cp4). Todos os tratamentos foram realizados em um forno mufla convencional, situado no Laboratório de Ensaios Mecânicos e Materiais (LEMM) da URI campus de Santo Ângelo Rio Grande do Sul.

O primeiro tratamento térmico realizado foi o tratamento de normalização, os corpos de prova foram colocados ao forno juntos, com uma temperatura de 860°C (ASM HANDBOOK), o tempo de encharque respeitado no tratamento da peça, se dá em função do tamanho da mesma, devendo ser de uma hora por polegada de seção transversal de material (INTERLLOY), o tempo de encharque é de suma importância, pois se deve saber quanto tempo o material terá para uniformizar a temperatura da peça para um tratamento completo, o tempo nesta temperatura foi de aproximadamente 25 minutos, e o resfriamento foi realizado ao ar livre com pouca convecção.

Já na têmpera, os corpos de prova foram colocados, novamente juntos, ao forno com uma temperatura de 845°C (INTERLLOY), o tempo de encharque utilizado foi o mesmo da normalização da peça, pois se espera ter neste intervalo de tempo uma austenitização completa do aço, para a têmpera se faz necessário um resfriamento brusco, e este foi feito em água.

Por fim, realizou-se o revenido, nos três corpos de prova, a fim de aliviar as tensões deixadas pela têmpera, diminuir a dureza e aumentar o alongamento, a sua realização deve ser imediatamente após a têmpera com o resfriamento, em um tempo de encharque de 30 minutos para cada corpo de prova (INTERLLOY).

Depois de realizados e finalizados os tratamentos térmicos, realizaram-se os ensaios de tração e dureza. Para o ensaio de tração, utilizou-se a máquina universal de ensaios, com célula de carga com capacidade de 300 KN, e os dados foram obtidos com o software Tesc 3.04, este ensaio destrutivo, consiste na aplicação de

carga de tração uniaxial crescente em um corpo de prova específico até a sua ruptura (ASKELAND *et al.*, 2008), quando um corpo de prova é submetido ao ensaio de tração, o software fornece um gráfico que mostra as relações entre a força aplicada e as deformações ocorridas durante o ciclo, e define a resistência à tração do material.

Com a realização do ensaio de tração, realiza-se o embutimento do material, e assim, pode-se realizar o ensaio de dureza, para o qual, utilizou-se a máquina Wilson Rockwell Hardiness Tester, com penetrador cônico de diamante, a escala adotada foi a de dureza Rockwell por ser uma escala de rápida leitura do resultado, sem a necessidade de cálculos e a impressão que pode muitas vezes não danificar a peça que está sendo ensaiada, a unidade adotada é HRC. (ASKELAND *et al.*, 2008).

Por fim, após a realização dos tratamentos térmicos e dos respectivos ensaios, alguns resultados relevantes foram obtidos, bem como gráficos e valores de resistência à tração e de dureza, que serão fundamentais para definir o tamanho de grão do aço.

### 3. RESULTADOS

Primeiramente, analisou-se o ensaio de tração, cada ensaio de tração realizado gera um gráfico, Fig.1, de tensão versus deformação, que permite comparar as resistências à tração dos materiais em estudo.

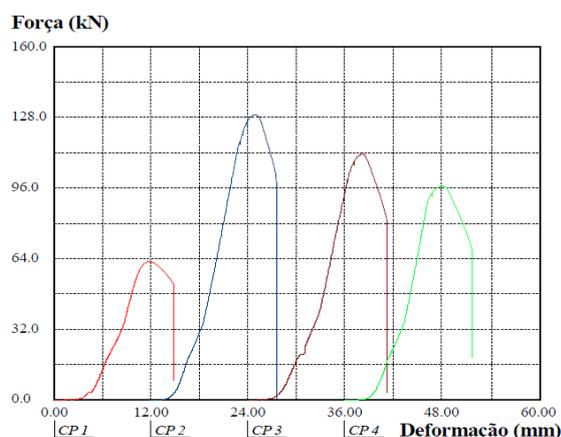


Figura 1 – Gráfico de tensão versus deformação de cp1 a cp4

Após a leitura deste gráfico, pode-se observar que o rompimento dos corpos de prova procedeu-se de maneira dúctil (taçacone), definindo, portanto a sua ductilidade. Além desse dado, obtiveram-se os resultados individuais de cada corpo de prova, demonstrados na Tab.1.

Tabela 1 – Comportamento do alongamento dos corpos de prova no ensaio de tração

cp	MATERIAL	Do(mm)	lo(mm)	lf(mm)
1	1045 SEM TRATAMENTO	10	55	58
2	1045 COM REVENIDO A 250°C	10	55	59
3	1045 COM REVENIDO A 300°C	10	55	60
4	1045 COM REVENIDO A 350°C	10	55	61

Na Tabela 1, Do é a seção transversal do material, lo é o comprimento inicial, e lf é o comprimento final do corpo de prova, e pode-se observar a diferença de alongamentos entre os corpos de prova, no qual o aço com maior temperatura de revenido obteve o maior alongamento, a Tab.2 ilustra a porcentagem de alongamento.

Tabela 2 – Porcentagem de alongamento nos corpos de prova

Corpo de Prova	Alongamento [%]
CP1	5,45
CP2	7,27
CP3	9,1
CP4	10,9

No ensaio de tração pode ser obtida a força máxima até a transformação plástica do material, que é a tensão no ponto máximo da curva de tensão versus deformação, de acordo com o software Tesc, que é listada pela Tab.3.

Tabela 3 – Comportamento de força máxima de tração nos corpos de prova

Corpo de Prova	Força [KN]
CP1	62,61
CP2	129,29
CP3	11,37
CP4	97,07

Com a realização e respectivos resultados do ensaio de tração, realizou-se o embutimento dos corpos de prova, para subsequentemente realizar o ensaio de dureza, o qual após cinco ensaios repetidos para a diminuição dos erros, obtendo-se os valores médios conforme a Tab. 4.

Tabela 4 – Comportamento dos corpos de prova no ensaio de dureza

cp	MATERIAL	HRc
1	1045 SEM TRATAMENTO	27
2	1045 COM REVENIDO A 250°C	52
3	1045 COM REVENIDO A 300°C	42
4	1045 COM REVENIDO A 350°C	38

Comparando as durezas do material se percebe a influência da temperatura de revenido nos corpos de prova, pois o revenido alivia as tensões e consequentemente a maior temperatura de revenido obteve por resultado a menor dureza, quando comparado aos outros corpos de prova.

#### 4. CONCLUSÃO

Portanto, os tratamentos térmicos são muito importantes para os dias de hoje, pois podem conferir ao aço além de maior dureza, uma maior resistência à tração, e ainda um bom alongamento, e nestes quesitos, os ensaios mecânicos são fundamentais, pois investigam esses materiais e suas características.

Com os resultados práticos, o experimento comprovou, que quanto maior a temperatura de revenido (até no máximo 770°C) menor será a sua resistência á tração e a sua dureza, porém maior será o seu alongamento (CHIAVERINI,1988).

#### 5. REFERÊNCIAS

ASM HANDBOOK, The materials company. Heat treating. Volume 4, 1991.

ASKELAND, D. R., et al., Ciência e engenharia dos materiais, São Paulo, SP, 2. ed. rev. e ampl., 2008.

CHIAVERINI, V.. Aços e ferros fundidos: características gerais, tratamentos térmicos, principais tipos. Editora ABM., São Paulo, SP, 6. ed., ampl. e rev.,1988.

FAVORIT, Distribuidora de aços. Aço ABNT (SAE) 1045. **Banco de Dados.** Disponível em: <<http://www.favorit.com.br/produtos/categoria/acos-construcao-mecanica/aco-sae-1045>>. Acesso em 21 de jun. 2013.

INTERLLOY, 1045 carbon steels bar. **Banco de Dados.** Disponível em: <<http://www.interlloy.com.au/our-products/carbon-steels/1045-medium-tensile-carbon-steel-bar/>>. Acesso em 21 de jun. 2013