



Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico. ISSN: 2446-6778  
Nº 2, volume 3, artigo nº 02, Julho/Dezembro 2017  
D.O.I: <http://dx.doi.org/10.20951/2446-6778/v3n2a2>

## ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO TEMPO NO AUMENTO DA DUREZA NOS TRATAMENTOS TÉRMICOS DE TÊMPERA DO AÇO ABNT 1045

**Almiro Gonçalves dos Santos Júnior<sup>1</sup>**  
Engenharia Mecânica, Faculdade Redentor

**Igor de Sá Pimenta<sup>2</sup>**  
Engenharia Mecânica, Faculdade Redentor

**Resumo:** Foram realizados tratamentos térmicos de têmpera e de revenimento em amostras do Aço ABNT 1045 à temperaturas de 960°C e 260°C respectivamente, em intervalos de tempos de 30, 60 e 90 minutos para têmpera e de 40 minutos no revenimento, resfriados em água no primeiro tratamento e em ar ambiente no segundo. Os resultados obtidos através da realização de 10 ensaios de dureza (HRC) para cada amostra tratada termicamente, revelaram que a influência do tempo de tratamento térmico pode propiciar um aumento significativo na dureza dos materiais, tendo em vista que o modo de resfriamento realizado foi o mesmo para todas as amostras, e o revenimento realizado, teve objetivo de corrigir a rigidez, fragilidade e tensões internas, criados logo após a têmpera. As amostras foram preparadas para análise microscópica de acordo com as normas técnicas de metalografia, atacadas quimicamente com solução Nital 2% e analisadas em um microscópio com o aumento de até 1000X, essas análises mostraram que as características estruturais sofreram alterações, sendo possível identificar as microestruturas perlita e a ferrita nas imagens.

**Palavras-chave:** Influência, tempo, têmpera, revenimento, microscopia.

**Abstract:** This work carried out heat treatment of quenching and tempering in ABNT 1045 steel samples at temperatures of 960 ° C and 260 ° C respectively in time intervals of 30, 60 and 90 minutes for hardening and tempering in 40 minutes, cooled water treatment in the first and second ambient air. The results obtained by performing assays hardness 10 (HRC) for each heat treated sample revealed that the influence of the heat treatment time can provide a significant increase in hardness of the materials, considering that the cooling was performed so same for all samples, and tempering done, had the objective of correcting the stiffness, brittleness and internal stresses, created soon after hardening. Samples were prepared for microscopic analysis in accordance with the standards metallographic techniques and etched with 2% Nital solution and analyzed in a microscope with a 1000x magnification, these analyzes showed that the structural characteristics have changed, it is possible to identify the perlite and the ferrite in the images.

<sup>1</sup> Faculdade Redentor, Engenharia Mecânica, Itaperuna-RJ, [almiro-junior@hotmail.com](mailto:almiro-junior@hotmail.com)

<sup>2</sup> Faculdade Redentor, Engenharia Mecânica, Itaperuna-RJ, [igordesa2009@hotmail.com](mailto:igordesa2009@hotmail.com)

**Keywords:** Influence, time, quenching, tempering, microscopy.

## INTRODUÇÃO

Os processos que envolvem o tratamento térmico dos materiais, começaram a ser descobertos e desenvolvidos pelo homem há muitos séculos atrás, quando então percebeu que ao se aquecer e resfriar um metal podia torná-los mais duros, mais moles e até mesmo mais maleáveis.

Dentre os tratamentos térmicos comuns das ligas metálicas podemos citar os seguintes: recozimento, normalização, têmpera, revenimento, tratamentos isotérmicos, tratamentos termoquímicos, endurecimento por precipitação e coalescimento. Neste trabalho foram abordados apenas os tratamentos térmicos de têmpera e o revenimento ou revenido, tratamento obrigatório após a realização da têmpera.

De acordo com CHIAVERINI (1986), a têmpera é o mais importante dos tratamentos térmicos para área da construção mecânica. As amostras são aquecidas em uma temperatura já pré-determinada e o resfriamento, é muito rápido e são feitos geralmente em meios líquidos, onde as peças são mergulhadas depois de aquecidas. Todos esses processos resultam em modificações estruturais muito intensas que levam a um grande aumento da dureza, da resistência ao desgaste, da resistência a tração.

De acordo com CHIAVERINI (1986), o revenimento é aplicado nos aços já temperados, logo após a têmpera, são aquecidos novamente desta vez em temperaturas inferiores à da zona crítica, resultando em modificação estrutural obtida na têmpera. O revenimento melhora a ductibilidade, reduzindo os valores de dureza e resistência a tração, ao mesmo tempo que em que as tensões internas são aliviadas ou eliminadas.

Neste estudo, foram utilizadas amostras do Aço ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) 1045, material utilizado principalmente em eixos em geral, pinos, cilindros, ferrolho, parafusos, grampos, braçadeiras, pinças, cilindros, pregos, colunas, entre outros tipos de peças que podem ser fabricados utilizando esse material.

Com isso, foi visto a influência do tempo no tratamento térmico de têmpera, assim como, a caracterização microestrutural das amostras, que foram analisadas por meio de ensaio de dureza e por análises microscópicas respectivamente.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste estudo, foram empregadas 10 amostras de Aço ABNT (Associação Brasileira de Normas técnicas) 1045, material bastante utilizado na fabricação de componentes que necessitam de uma resistência maior que as dos aços de baixo carbono. O Aço ABNT 1045 segundo a norma NBR NM 87/2000, que estabelece as composições químicas dos aços para construção mecânica, deverá conter as seguintes composições químicas:

**Tabela 1:** Composição química do Aço ABNT 1045, segundo a norma NBR NM 87/2000(%).

<b>Carbono</b>	<b>Manganês (Mn)</b>	<b>Fósforo (P) máx.</b>	<b>Enxofre (S) máx.</b>	<b>Silício (Si)</b>
0,43-0,50	0,60-0,90	0,040	0,050	0,10-0,60

Desse material, foram extraídas dez (10) amostras de uma barra de seção circular de 12,7 mm por 300 mm de comprimento, sendo cada uma das amostras cortada com 30 mm comprimento.

As dez amostras foram divididas em quatro grupos, com 3 amostras cada, sendo que uma única amostra não teve tratamento a título de comparação, as quais foram submetidas ao tratamento térmico de têmpera em um forno a uma temperatura de 860°C, pelos intervalos de tempo de 30, 60 e 90 minutos, transcorridos os tempos, elas sofreram resfriamento em água. Após esse processo, as mesmas passaram pelo revenimento, para corrigir qualquer excesso de dureza.

Todos os dados necessários para os processos que aconteceram podem ser melhor visto e melhor subentendidos na tabela 2 e 3.

**Tabela 2:** Dados para o tratamento térmico de têmpera.

<b>Grupo</b>	<b>Quantidade de amostras</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Tempo (Minutos)</b>	<b>Modo de resfriamento</b>
1	1	-	-	-
2	3	860	30	Água

3	3	860	60	Água
4	3	860	90	Água

**Tabela 3:** Dados para o revenimento.

Grupo	Quantidade de amostras	Temperatura (°C)	Tempo (Minutos)	Modo de resfriamento
1	1	-	-	-
2	3	260	40	Ar ambiente
3	3	260	40	Ar ambiente
4	3	260	40	Ar ambiente

Posteriormente, uma amostra de cada grupo, foi lixada e polida para a realização do ataque químico com solução Nital 2%, para serem analisadas as suas composições microestruturais, permitindo distinguir os componentes estruturais antes e após a têmpera e o revenimento, que são impossíveis de serem vistos a olho nu, essas amostras foram analisadas em um microscópio ótico em aumento de 1000x. Todos esses processos descritos anteriormente foram executados de acordo com as técnicas convencionais da metalografia.

As propriedades mecânicas dos materiais foram analisadas a partir de 10 (dez) ensaios de dureza trabalhados na escala Rockwell (HRC) para cada amostra. Esse ensaio é baseado na profundidade de penetração da ponteira (cone de diamante), neste ensaio foi utilizado uma máquina de ensaio com cone de diamante, tendo uma conicidade de 120° e uma carga de 150 Kgf, utilizando-se a escala Rockwell C, pois o material usado foi o aço ABNT 1045 com endurecimento depois de passar por tratamento térmico.

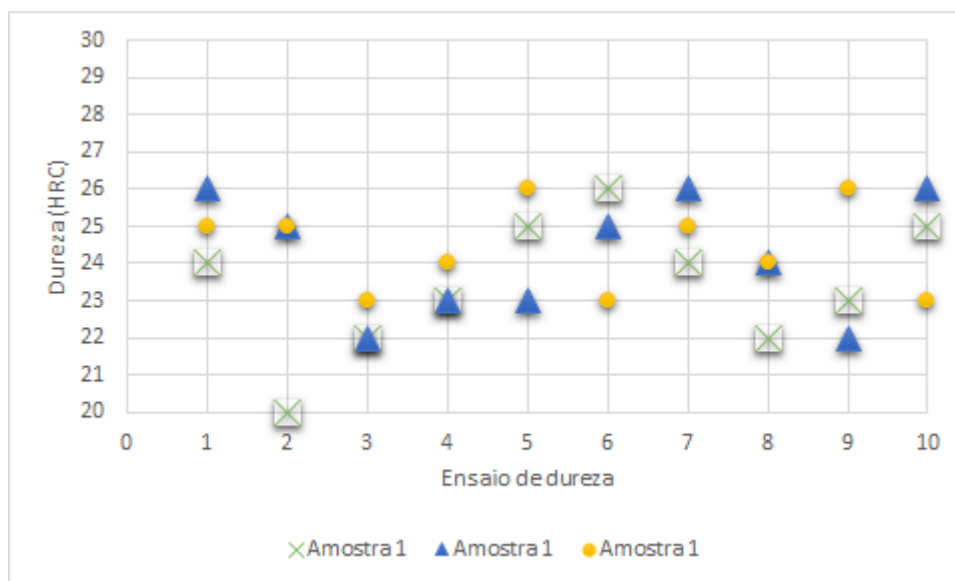
Uma amostra sem ter passado pelo tratamento térmico foi analisada separadamente das demais para efeito comparativo, tanto para ensaios de dureza, como também para

caracterização estrutural.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Análise das durezas

As figuras 1, 2, 3 e 4 apresentam os resultados obtidos em cada ponto escolhido durante o ensaio de dureza para cada grupo de amostra. Como já mencionado acima, todas as amostras sofreram tratamento térmico de tempera e revenimento, com exceção da amostra da figura 1 que foi mantida sem ser tratada termicamente.



**Figura 1:** Dureza da amostra do grupo 1 sem tratamento térmico.



**Figura 2:** Dureza das amostras do grupo 2 após passarem por tratamento térmico de tempera de 30 minutos e revenimento de 40 minutos.



**Figura 3:** Dureza das amostras do grupo 3 após passarem por tratamento térmico de têmpera de 60 minutos e revenimento de 40 minutos.

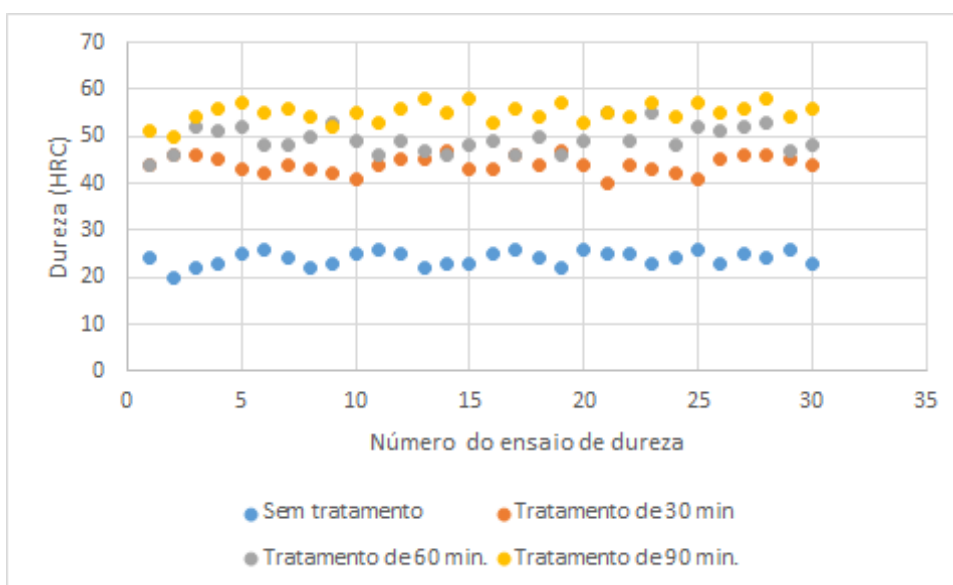


**Figura 4:** Dureza das amostras do grupo 4 após passarem por tratamento térmico de têmpera de 90 minutos e revenimento de 40 minutos.

As análises gráficas dos grupos revelaram que no grupo 1 (amostra sem tratamento

térmico) a dureza se manteve entre 20 HRC e 26 HRC, com uma dureza média de 24 HRC, enquanto os grupos 2, 3 e 4 que passaram por tratamento térmico de têmpera durante 30, 60 e 90 minutos, e todas revenidas durante 40 minutos, os valores de dureza obtidos para cada grupo oscilaram entre 40 HRC e 47 HRC, 44 HRC e 55 HRC, 50 HRC e 58 HRC, com uma dureza média de 44 HRC, 49,3 HRC e 54,96 HRC, respectivamente.

A figura 5 apresenta o gráfico de todos os pontos reunidos e seus respectivos valores de dureza de cada grupo de amostras.

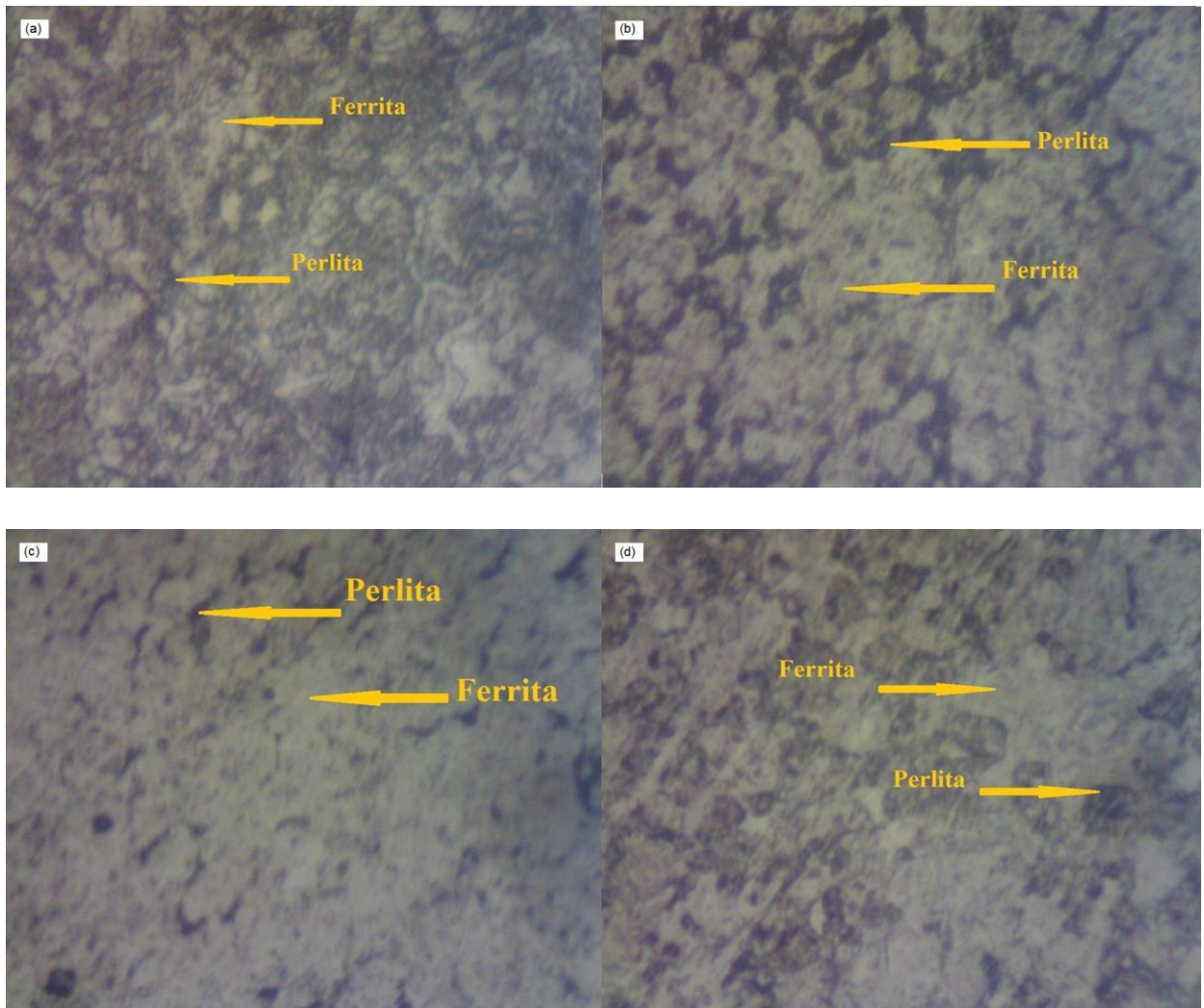


**Figura 5:** Diagrama da relação dureza/tempo de tratamento térmico de têmpera.

Os resultados revelam o que era esperado para esse tempo de tratamento térmico, então a partir desta análise gráfica percebe-se que o tempo, mesmo sendo realizado o revenimento, influencia diretamente no endurecimento das amostras do aço no tratamento térmico de têmpera uma vez que as mesmas foram resfriadas no mesmo meio (água), e no processo de revenimento o tempo foi o mesmo para todas, resfriando as em ar ambiente.

### 3.2 Análise microscópica

A figura 6 permite visualizar imagens obtidas através da microscopia óptica com um aumento de 1000X para as quatro amostras, que revelaram as microestruturas presentes nos aços após seus respectivos tempos de tratamento.



**Figura 6:** Imagens microscópicas com um aumento de 1000x das amostras: grupo 1 (a), grupo 2 (b), grupo 3 (c) e grupo 4 (d).

Analisando as imagens é possível observar a presença de perlita e ferrita, as quais, são alguns dos microconstituintes básicos do aço. A ferrita é mais mole dos aços, porém é o mais tenaz, e o mais maleável, já a perlita é mais dura e resistente que a ferrita, porém mais branda e maleável que a cementita (UFPR, online).

Nos casos acima foram indicadas somente a perlita e a ferrita que são geralmente os mais presentes nos aços 1045, mas vale ressaltar que a martensita é um constituinte presente na microestrutura dos aços endurecidos, sendo constituída por uma solução sólida supersaturada de átomos de carbono ou carboneto de ferro em ferrita e é obtida pelo rápido arrefecimento dos aços desde seu estado austenítico a altas temperaturas.



## 4 CONCLUSÕES

Neste trabalho foram realizados tratamentos térmicos em 9 amostras, submetidas a têmpera e revenimento a temperaturas de 960°C e 260°C respectivamente. Por intervalos de tempos de 30, 60 e 90 minutos, bem como 40 minutos no processo de revenimento.

Os resultados obtidos revelaram que o tempo de exposição das amostras no forno influencia diretamente no aumento da dureza e resistência mecânica devido a mudança em sua microestrutura, tendo em vista que todos os processos utilizados na realização da têmpera foram os mesmos, com exceção do tempo que sofreu alteração em seu valor. Essa influência do tempo foi estudada e comprovada através dos experimentos realizados nos Ensaio de Dureza, mostrando a importância dessas técnicas dentro das engenharias.

As imagens microscópicas mostraram os constituintes microestruturais, a perlita e a ferrita, principais componentes encontrados em aços, e foi possível observar que para cada tempo de têmpera essa quantidade vem a diminuir ou aumentar.

É possível observar que a metalografia é conceituada como um ensaio de grande importância, pois os materiais apresentam diferença em sua formação dependendo dos tratamentos térmicos que lhes foram impostos, através da análise metalográfica do aço é possível determinar não só a classificação do aço, como também, sua composição física, química e mecânica.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHIAVERINI, V. **Tecnologia Mecânica: Processos de Fabricação e Tratamento**. 2 ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1986. V2. 245 p.

CHIAVERINI, V. **Tecnologia Mecânica: Processos de Fabricação e Tratamento**. 2 ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1986. V2. 245 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Aços Carbono e Ligados para Construção Mecânica - Designação e Composição Química**, NBR NM 87/2000. Rio de Janeiro, 2000.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. **Constituintes estruturais de equilíbrio dos aços**, Curitiba: UFPR, 2013. Disponível em: < [https://www.usp.br/nutau/nutau\\_2012/1dia/Artigo\\_Patricia\\_Campos](https://www.usp.br/nutau/nutau_2012/1dia/Artigo_Patricia_Campos) > . Acesso em: 08/08/2017.

## **Sobre os Autores**

**Autor 1:** Almiro Gonçalves dos Santos Júnior graduado do curso Engenharia Mecânica da Faculdade redentor. E-mail: [almiro-junior@hotmail.com](mailto:almiro-junior@hotmail.com)

**Autor 2:** Igor de Sá Pimenta graduado do curso Engenharia Mecânica da Faculdade redentor. E-mail: [igordesa2009@hotmail.com](mailto:igordesa2009@hotmail.com)