



**VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA**  
**VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING**  
**18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil**  
*August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil*

## **TÊMPERA POR CHAMA COMO TÉCNICA DE MANUTENÇÃO EM FERRAMENTAS INDUSTRIAIS**

Salomão Sávio Batista, savioangel@hotmail.com<sup>1</sup>

Flávio Anselmo Silva de Lima, e-mail<sup>2</sup>

Janaina Karla de Medeiros Penha, janaina.penha@cefetrn.br<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Av. Sen. Salgado Filho, 1559, Tirol, Natal-RN, CEP 59015-000,

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Av. Sen. Salgado Filho, 1559, Tirol, Natal-RN, CEP 59015-000,

<sup>3</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Av. Sen. Salgado Filho, 1559, Tirol, Natal-RN, CEP 59015-000.

**Resumo:** Este trabalho visa à realização de um tratamento de têmpera por chama e posterior revenimento em ferramentas do tipo talhadeira, ponteira e punção, onde o aquecimento foi realizado apoiando-se a peça polida em um bloco de aço aquecido ao rubro, identificando a temperatura da peça através das cores de revenimento, bem como a realização de ensaio de dureza para avaliar o efeito do tratamento realizado. Diante da utilização das ferramentas citadas foi verificado que a possibilidade de realizar um tratamento térmico durante sua utilização, tendo em vista que a operação de tratamento citada é de fácil aplicação e baixo custo prolongaria a vida útil destas, substituindo a compra de novas ferramentas diminuindo custo de manutenção e investimento.

**Palavras-chave:** tratamento térmico, têmpera por chama, ferramentas, manutenção.

### **1. INTRODUÇÃO**

Há muito tempo os aços ocupam área de destaque em todos os tipos de indústria, seja a moveleira, com suas peças para torneamento e gravação de desenhos na madeira; a indústria de cutelaria, com talheres prensados em moldes de aço especial para forjamento; a indústria alimentícia, com moldes em aço para fabricação de biscoitos, facas para equipamentos de corte e preparação de carnes de todos os tipos.

Também na linha de plásticos a presença do aço é importante, pois a maioria dos moldes para injeção de plásticos é confeccionada em vários tipos de aços, cada um com suas propriedades, buscando qualidade que atenda ao mercado consumidor, cada dia mais exigente, como na linha de eletrodomésticos, nas montadoras de carros com seus painéis, pára-choques, faróis, espelhos laterais, e um sem fim de outras peças.

O aço, como produto industrial, é uma liga ferro-carbono na qual se adicionam elementos de liga com o propósito de se conseguir propriedades especiais que o deixem em condições de uso dentro dos objetivos para o qual foi fabricado. Os elementos de liga mais usuais são: cromo (Cr), níquel (Ni), tungstênio (W), vanádio (V), molibdênio (Mo), cobalto (Co), manganês (Mn), silício (Si), alumínio (Al), fósforo (P), enxofre (S), entre muitos outros. É a variedade desses elementos nos aços que permite a formação de diferentes tipos de aços. Os aços conhecidos como aços-ferramenta se destinam à transformação de outros materiais, como a fabricação de ferramentas, que são amplamente utilizadas na indústria metal-mecânica e construção civil.

Os aços ferramenta são classificados de acordo com suas características metalúrgicas principais ou de acordo com seu nicho de aplicação. A classificação da "American Iron and Steel Institute", AISI, é a mais utilizada pela indústria e tem se mostrado útil para a seleção de aços ferramenta. Ver Tabela (1).

**Tabela 1. Classificação dos aços ferramenta**

Classificação	Símbolo
Aços Ferramenta Temperáveis em Água	W
Aços Ferramenta Resistentes ao Choque	S
Aços Ferramenta para Trabalho a Frio Temperáveis em Óleo	O
Aços Ferramenta para Trabalho a Frio	D
Aços ferramenta para Trabalho a Quente	H
Aços Ferramenta para Moldes	P
Aços Rápido ao Molibidênio	M

Aços resistentes ao choque são usados em talhadeiras, formões, contra-rebites, punções, brocas-guia e outras aplicações que requerem elevada tenacidade e resistência ao choque.

As ferramentas de corte citadas anteriormente precisam em geral combinar propriedades como dureza, resistência à tração e à compressão, tenacidade e outras. Muitas vezes, operam sob condições severas, situações em que a maioria das propriedades tendem a piorar. Para atender as exigências, é necessária a aplicação de métodos de tratamento térmico.

O tratamento térmico de têmpera, por exemplo, consiste num resfriamento brusco do material, após ter atingido a temperatura de austenitização. Na têmpera obtém-se a estrutura martensítica, com a finalidade de melhorar as propriedades mecânicas dos metais. Assim podemos aumentar a dureza, de maneira prática, de modo que proporcione uma maior resistência ao desgaste, à abrasão e dessa forma aumentando sua durabilidade e confiabilidade na conclusão de trabalhos.

Para classificar o quanto as propriedades mecânicas obtidas após a aplicação dos tratamentos térmicos significaram em termo de valores os resultados que favoreçam o material, proporcionando melhorias no desempenho estrutural. Foi feito o ensaio de dureza Rockwell Normal (C) para verificarmos a eficácia, e qual tipo de tratamento terá uma melhor relação no aumento das propriedades mecânicas.

Objetivo desse trabalho é analisar, do ponto de vista das propriedades mecânicas, os resultados obtidos com a realização do tratamento térmico de têmpera e o tratamento revenimento realizado em ferramentas de corte, como também prolongar a vida útil destas, substituindo a compra de novas ferramentas e diminuindo custo de manutenção e investimento dos profissionais que as utilizam.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente foram selecionadas ferramentas de corte já utilizadas anteriormente na construção civil, sendo estas 02 talhadeiras, 02 ponteiros e 01 punção, as quais foram primeiramente cortadas transversalmente (serra mecânica), no gume de corte (ponta) e na face que foi golpeada. Pois as ferramentas citadas geralmente possuem dureza diferenciada como mostra a Fig. (1). Na etapa seguinte, estas foram levadas para o torno mecânico com o objetivo de deixá-las faceadas; deixando-as com a mesma espessura. Após isso estas foram limadas nas faces para retirar toda a superfície oxidada (ferrugem), seguida de um pré-lixamento a água para retirada das ranhuras deixadas pelo torno mecânico.

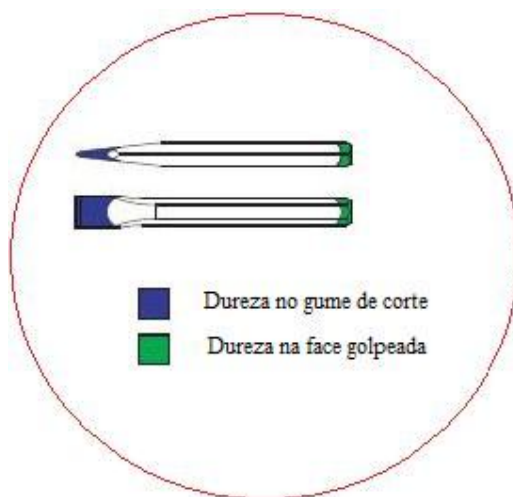


Figura 1. Ferramentas utilizadas.

Na Fig. (2) podemos visualizar as ferramentas nas quais os corpos de prova foram fabricados.



**Figura 2. Ferramentas utilizadas.**

Após essa etapa inicial estas amostras foram acondicionadas em um recipiente de plástico contendo um óleo lubrificante e anti-corrosivo, fabricante Havoline A-50, o qual preservou as peças sem nenhum indício de oxidação, até a sua posterior utilização.

E assim sucessivamente, foram subdivididos em três grupos de estudo, com duas amostras cada, o primeiro com 02 corpos de prova de uma talhadeira, o segundo com 02 corpos de prova das ponteiros e o terceiro com 01 corpo de prova punção e 01 de talhadeira.

No ensaio Rockwell, a carga do ensaio é aplicada em etapas, ou seja, primeiro se aplica uma pré-carga, para garantir um contato firme entre o penetrador e o material ensaiado, e depois aplica-se a carga do ensaio propriamente dita. Neste trabalho foi feito ensaios de dureza, Rockwell normal com pré-carga de 10Kgf e carga de 150Kgf. A leitura do grau de dureza é feita diretamente num mostrador acoplado à máquina de ensaio, de acordo com uma escala predeterminada, adequada à faixa de dureza do material.

O valor indicado na escala do mostrador é o valor da dureza Rockwell. Este valor corresponde à profundidade alcançada pelo penetrador, subtraída a recuperação elástica do material, após a retirada da carga maior, e a profundidade decorrente da aplicação da pré-carga. Em outras palavras: a profundidade da impressão produzida pela carga maior é à base de medida do ensaio Rockwell.

Em seguida foram feitos os tratamentos de têmpera e revenimento em todos os grupos. Estes tratamentos térmicos foram realizados apoiando-se a peça polida em um bloco de aço aquecido ao rubro, identificando a temperatura da peça através das cores de têmpera e revenimento. Ver Fig. (3).

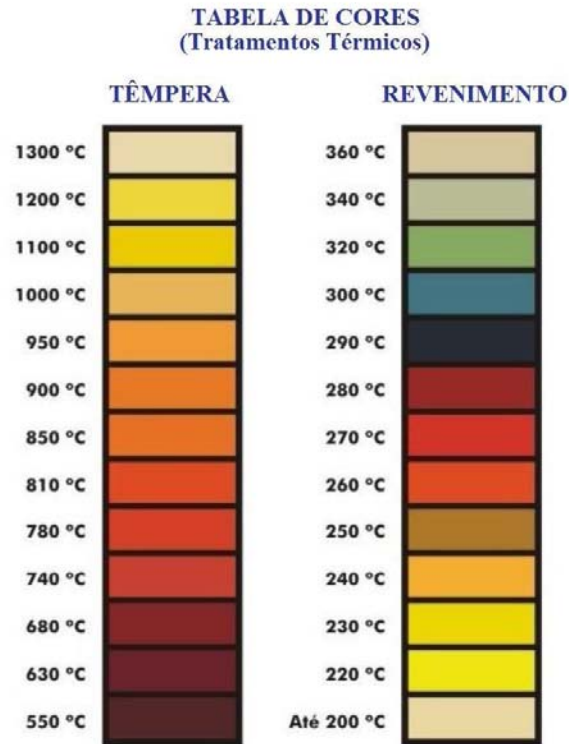


Figura 3. Tabela de cores de têmpera e revenimento.

A têmpera foi o primeiro tratamento a ser realizado nas ferramentas. Foram selecionadas as seis amostras do material, como descritas anteriormente e uma de cada vez apoiada em um bloco de aço. As peças foram aquecidas progressivamente com um maçarico de oxiacetileno. E quando se atingiu a temperatura de austenitização, ou seja, por volta da cor vermelho rubro, foi aquecida até que a cor fosse vista uniformemente em toda amostra ocorrendo uma completa austenitização, e assim conseqüentemente uma perfeita homogeneidade da estrutura. Posteriormente, as peças foram retiradas uma de cada vez e submetidas a um resfriamento brusco, com finalidade de formar a estrutura martensítica.

Depois da têmpera foi feito o revenimento, o qual foi feito também seguindo a tabela de cores, apoiando as peças em bloco de aço, a fim de aliviar as tensões contidas no material devido ao resfriamento brusco. Esse aquecimento se deu em todas as peças em torno de 300°C, seguindo a tabela de cores que caracteriza esta temperatura pela cor azul, o tempo de permanência a temperatura foi o suficiente para que a peça fosse aquecida e apresentassem a cor especificada uniformemente através de toda sua secção.

Na verificação da dureza antes e depois dos tratamentos o equipamento utilizado foi o Durômetro Rockwell Durotwin – 963 – 102 R, como mostra a Fig. (4). Foram tomados cinco pontos por corpo de ensaio, com a finalidade de obter-se uma maior confiabilidade na determinação da dureza.



Figura 4. Durômetro Rockwell Durotwin – 963 – 102 R.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todos os grupos de estudos descritos anteriormente foi feita a verificação da dureza antes e depois de serem submetidos aos tratamentos térmicos, como mostram as Tab. (2) e Tab. (3).

Tabela 2. Resultados obtidos em Rockwell Normal (C) com pré-carga de 10 Kgf. e carga de 150 Kgf.

Mitutoyo Durômetro Rockwell 963-102R						
Rockwell Normal (C)						
Pré-carga de 10 Kgf e carga de 150 Kgf						
Antes da Têmpera						
Ensaio	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	1	2	1	2	1	2
1º	39,5	37,5	48,0	65,5	41	33
2º	42	37	50	66,5	41,5	34
3º	38,5	37,5	50	67,5	42,5	35,5
4º	38	38	48,5	65	42	35
5º	39,5	37	48	65,5	41	34
<b>Média</b>	<b>39,5</b>	<b>37,4</b>	<b>48,9</b>	<b>66</b>	<b>33,5</b>	<b>34,3</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>1,5</b>	<b>0,4</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>0,6</b>	<b>1,0</b>

Na Tab. (3) podemos visualizar a elevação da dureza após tratamentos realizados.

**Tabela 3. Resultados obtidos em Rockwell Normal © com pré-carga de 10 Kgf e carga de 150 Kgf após tratamentos.**

Mitutoyo Durômetro Rockwell 963-102R						
Rockwell Normal ©						
Pré-carga de 10 Kgf e carga de 150 Kgf						
Depois da Têmpera e Revenimento						
Ensaio	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	1	2	1	2	1	2
1º	62	57,5	61	66	57,5	59,5
2º	62	60	61	66,5	57	59,5
3º	63	60	62,5	67,5	61	61,5
4º	63	60,5	62,5	66	61,5	60
5º	64	57	63	66	61	60
<b>Média</b>	<b>50,2</b>	<b>59</b>	<b>62</b>	<b>66,4</b>	<b>59,6</b>	<b>60,1</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>0,8</b>	<b>1,6</b>	<b>0,9</b>	<b>0,7</b>	<b>2,2</b>	<b>0,8</b>

## 4. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

### 4.1 Conclusões

Concluimos através dos tratamentos e ensaios realizados que, quanto à obtenção da dureza, observou-se que se deve ter um controle do tempo de execução do tratamento térmico, pois deve haver a completa homogeneização da estrutura. Contudo, esse tempo não deve ser excessivamente longo para não ocorrer o crescimento de grão. Além disso, é importante que a superfície ensaiada da amostra esteja perfeitamente plana, evitando-se erros na determinação da mesma.

Os resultados e análises foram satisfatórios e, a têmpera seguida de posterior revenimento, poderão ser indicados para a realização do aumento de dureza em ferramentas que necessitem maior resistência mecânica e ao desgaste. Pois as técnicas comentadas, além de apresentar o custo menor podem ser utilizadas pelo profissional, não necessitando de materiais e técnicas específicas para sua aplicação.

Contudo, fica evidente que podemos aplicar a têmpera por chama e posterior revenimento nas ferramentas de corte citadas, tendo em vista que a operação de tratamento citada é de fácil aplicação, de baixo custo e prolongaria a vida útil destas, substituindo a compra de novas ferramentas diminuindo custo de manutenção e investimento. Como também Foi observado que com a realização deste trabalho a grande importância da utilização destes tratamentos para a indústria metal-mecânica e civil em geral, visto que correspondem a uma das etapas finais de confecção de ferramentas ou elementos mecânicos, evitando-se sua quebra precoce das mesmas.

### 4.2 Sugestões

Sugere-se um estudo micrográfico das amostras, para que seja feita uma comparação entre as estruturas anteriores e as obtidas após aplicação dos tratamentos térmicos, através das fotos da microestrutura.

## 6. REFERÊNCIAS

- Chiaverini, V. "Tecnologia mecânica: processos de fabricação e tratamento". São Paulo: mcgraw-hill, 1986.  
 Chiaverini, V. "Tratamentos térmicos das ligas metálicas". São Paulo: abm, 2003  
 Colpaert, H. "Metalografia dos produtos siderúrgicos comuns". 3.ed. São Paulo: edgard blücher, 1974.  
 Chiaverini, V. "Aços e Ferros Fundidos". 5.ed. São Paulo: ABM, 1982.

Ferraz H. "O Aço na Construção Civil". São Paulo, 2008.

## FLAME HARDENING BY HOW TECHNICAL MAINTENANCE IN INDUSTRIAL TOOLS

Salomão Sávio Batista, savioangel@hotmail.com<sup>1</sup>

Flávio Anselmo Silva de Lima, e-mail<sup>2</sup>

Janaina Karla de Medeiros Penha, janaina.penha@cefetrn.br<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Av. Sen. Salgado Filho, 1559, Tirol, Natal-RN, CEP 59015-000,

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Av. Sen. Salgado Filho, 1559, Tirol, Natal-RN, CEP 59015-000,

<sup>3</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Av. Sen. Salgado Filho, 1559, Tirol, Natal-RN, CEP 59015-000.

**Abstract:** *The study aims to carry out a treatment of hardening and subsequent flame tempering tools like chisel, and punch tip, where the heating was conducted in part by relying on a polished steel block heated to redness, identifying the room temperature, through the colors of tempering, as well as the accomplishment of the hardness test to evaluate the effect of treatment performed. Before the use of the tools mentioned above was verified that the possibility of conducting a heat treatment during their use, given that the processing operation mentioned is easy to apply and low cost prolong the useful life of these, replacing the purchase of new tools reducing cost maintenance and investment.*

**Palavras-chave:** *heat treatment, flame hardening, tools, maintenance.*