

## **INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE REVENIMENTO NO DESGASTE DE FERRAMENTAS DE AÇOS RÁPIDOS AISI T15 PRODUZIDOS POR DOIS DIFERENTES PROCESSOS**

Emmanuel Pacheco Rocha Lima, [emmanuel@epri.com.br](mailto:emmanuel@epri.com.br)<sup>1</sup>

Maurício David Martins das Neves, [mdneves@ipen.br](mailto:mdneves@ipen.br)<sup>1</sup>

Sérgio Delijaicov, [sergiode@fei.edu.br](mailto:sergiode@fei.edu.br)<sup>2</sup>

Francisco Ambrozio Filho, [ambrozio@fei.edu.br](mailto:ambrozio@fei.edu.br)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IPEN-CNEN/SP – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Av. Prof. Lineu Prestes nº. 2242, Cidade Universitária, Butantã, São Paulo – SP – Brasil CEP: 05508-000

<sup>2</sup>UniFEI – Centro Universitário da FEI, Av. Humberto de Alencar Castelo Branco 3972, Assunção, São Bernardo do Campo – SP – Brasil CEP: 09850-901

**Resumo:** A resistência ao desgaste é uma característica que está diretamente relacionada com a eficiência de corte do aço rápido. Essa propriedade depende, dentre outros fatores, da dureza da ferramenta e, por conseguinte, dos tratamentos térmicos realizados. O objetivo deste trabalho é a análise do desgaste de ferramentas de aços rápidos AISI T15 produzidos por dois diferentes processos – HIP (hot isostatic pressing) e sinterização a vácuo com fase líquida. Ambos os materiais foram submetidos aos tratamentos térmicos de recozimento a 870°C, austenitização a 1210°C e revenimentos triplos a 540, 550 e 560°C. Com o intuito de avaliar as propriedades mecânicas dos materiais tratados foram realizadas medidas de densidade, dureza e ensaios de flexão em três pontos (TRS). Para constatar as fases presentes e avaliar as microestruturas obtidas foram realizadas análises em difração de raios X e microscopias óptica e eletrônica de varredura, além de microanálise química em EDS. Em seguida, foram confeccionadas por eletroerosão pastilhas intercambiáveis segundo norma específica. A operação utilizada no presente trabalho foi o fresamento de chapas de aço SAE 1045 normalizadas. Para medir os esforços de usinagem, foi utilizado um transdutor, constituído basicamente de uma mesa instrumentada com quatro células de carga montadas com sensores do tipo “Strain Gages”. Foram medidos, então, os esforços de corte em três direções ortogonais, além do torque no eixo da ferramenta. Os parâmetros de usinagem foram os valores de entrada enquanto as forças de corte, o acabamento superficial da peça usinada e o estado final da ferramenta, as variáveis de saída. Por fim, foram determinados e analisados comparativamente os desgastes das ferramentas.

**Palavras-chave:** Metalurgia do pó, Aços rápidos, AISI T15, Desgaste, Usinagem

### **1. INTRODUÇÃO**

A resistência ao desgaste está diretamente relacionada com a eficiência de corte do aço rápido. Essa propriedade depende da dureza da ferramenta, da composição da liga e dos tipos de carbonetos. De uma maneira geral, os aços rápidos sinterizados possuem dureza mais elevada em relação aos aços rápidos convencionais, além de um maior teor de carbono e vanádio que, diretamente, proporcionam o aumento da resistência ao desgaste, principalmente quando tratados termicamente. A tenacidade nas ferramentas de aço rápido pode ser definida pela combinação de ductilidade (capacidade do aço deformar-se antes de romper), resistência elástica (capacidade do aço de resistir à deformação permanente) e resistência à quebra (resistência ao choque). Ou seja, tenacidade de uma ferramenta diz respeito à capacidade de ser solicitada mecanicamente com o mínimo de deformação e sem fraturar-se (Stevenson, 1984). A correta combinação entre tenacidade e dureza proporciona um aumento na resistência ao desgaste das ferramentas de aço rápido (Schwarzenbech et al, 1995)

O aço rápido AISI T15 é tratado termicamente de maneira análoga aos aços obtidos por fundição, lingotamento e conformação, ou seja, têmpera seguida de múltiplos revenimentos a fim de se obter a máxima dureza possível. Isso se faz necessário porque a quantidade de austenita retida diminui com o aumento do número de ciclos de revenimento (ASM Metals Handbook, 1991), assim como, há uma precipitação de carbonetos secundários (M<sub>2</sub>C), responsáveis pelo pico de dureza secundário dos aços rápidos (ASM Metals Handbook, 1991; Brewin et al, 1989). De uma maneira geral, os aços rápidos sinterizados tendem a responder mais rapidamente e com melhor previsibilidade aos tratamentos

térmicos, devido a sua microestrutura mais fina e uniforme. Nos tratamentos térmicos, independentemente das seqüências de processamento ocorrem os processos: dissolução de carbonetos, precipitação de carbonetos pró-eutetóides, transformação da austenita em martensita e precipitação de carbonetos na martensita.

Neste trabalho é estudada comparativamente a influência da temperatura de revenimento na resistência ao desgaste de flanco de ferramentas do aço rápido AISI T15, obtidas a partir de dois processos distintos, submetidas a ensaios de usinagem.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O pó do aço rápido AISI T15 atomizado a água foi fornecido pela Coldstream Inc., enquanto que o aço rápido comercial compactado isostaticamente a quente (*HIP – Hot Isostatic Pressing*) foi fornecido, na forma de tarugo, pela Eramet Latin América LTDA. As composições químicas dos dois aços rápidos são mostradas na tab. (1).

**Tabela 1. Composição química do aço rápido AISI T15 [% peso].**

Elementos	C	W	Co	V	Cr	Mo	Si	Fe
Sinterizado a vácuo	1,59	12,08	4,95	4,91	4,05	0,82	0,28	Bal.
Comercial	1,56	12,00	4,97	4,93	3,91	0,43	0,50	Bal.

Primeiramente, amostras do pó do aço rápido foram compactadas uniaxialmente a frio em matriz metálica a uma pressão de aproximadamente 700 MPa e sinterizadas a vácuo, com presença de fase líquida, a uma temperatura de 1275°C ( $\pm 3^\circ\text{C}$ ) por uma hora. Medidas de densidade antes e após a sinterização foram realizadas. Em seguida, amostras dos dois materiais (comercial e sinterizado a vácuo) foram submetidas aos seguintes tratamentos térmicos: recozimento a 870°C, austenitização a 1210°C (têmpera ao ar) e revenimentos triplos a 540, 550 e 560°C. Todos os tratamentos térmicos foram realizados em banho de sal (Wilson, 1975).

Concluídos os tratamentos térmicos, amostras dos materiais foram submetidas à preparação metalográfica (lixamento, polimento e ataque químico com solução de Picral a 4%) para realização da análise microestrutural em microscopias óptica e eletrônica de varredura (MEV) e microanálise por energia dispersiva - EDS. A análise microestrutural (MEV) e a microanálise por EDS foram realizadas em um microscópio eletrônico de varredura Philips XL-30. Para se avaliar a eficácia dos tratamentos térmicos e a tenacidade dos materiais, foram realizadas medidas de dureza Rockwell C (10 impressões em cada corpo de prova) e ensaios de flexão em três pontos (TRS), respectivamente. As medidas de tamanho de grão e diâmetro dos carbonetos foram determinadas por meio digital utilizando-se o software analisador de imagens “Quantikov”.

Numa segunda etapa, foram confeccionadas por eletroerosão a fio, seguida de retificação, pastilhas intercambiáveis segundo norma ISO 1832-1977 com o intuito de se analisar o seu desempenho com relação ao desgaste. As pastilhas (insertos) são quadradas, de 12,70 mm de lado, com cantos arredondados de 1,20 mm de raio e espessura de 3,18 mm. A operação utilizada para se avaliar as forças de corte envolvidas e o desgaste destas ferramentas no presente trabalho foi o fresamento de chapas de aço SAE 1045 recozidas e normalizadas, sem a utilização de fluido de corte. O aparato utilizado em questão é constituído basicamente de uma mesa instrumentada com quatro células de carga montadas com sensores do tipo “Strain Gages” capazes de medir os esforços de corte em três direções ortogonais (Rossi et al, 2007), um equipamento data logger modelo Spyder 8, um PC e um rugosímetro Taylor-Hobson Surtronic 3+. Os parâmetros de usinagem foram os valores de entrada enquanto as forças de corte, a rugosidade superficial da peça usinada e o estado final da ferramenta (desgaste de flanco - VB), as variáveis de saída (fig. 1). O critério de parada utilizado para fim de experimento foi o VB igual a 0,90 mm. Os parâmetros de usinagem utilizados são mostrados na tab. (2).

Por fim, foram avaliados e correlacionados cada parâmetro analisado com os diferentes materiais e condições utilizadas.

**Tabela 2. Parâmetros de corte e aquisição de dados utilizados.**

Parâmetro	Valor
Arestas de corte	02
Diâmetro da ferramenta [mm]	50
Profundidade de corte [mm]	0,5
Rotação [rpm]	300
Avanço [mm/min]	50
Taxa de aquisição [Hz]	200

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As densidades obtidas para as amostras compactadas antes e após a sinterização foram de  $6,19 \pm 0,08 \text{ g/cm}^3$  e  $8,07 \pm 0,05 \text{ g/cm}^3$ , o que corresponde a respectivamente, 75,21% e 98,06% da densidade do aço rápido AISI T15 obtido por fusão e lingotamento. O material comercial apresentou uma densidade de  $8,18 \pm 0,02 \text{ g/cm}^3$  (99,39%). Conforme

esperado, as densidades das amostras compactadas isostaticamente a quente apresentaram valores superiores em consequência da maior eficiência deste processo na eliminação da porosidade (Koizumi & Nishihara, 1991).

A fig. (1) apresenta micrografias (MEV e óptica) do aço rápido AISI T15 austenitizado a 1210°C e revenido triplo a 540°C, contendo carbonetos do tipo MC e  $M_6C$  numa matriz martensítica revenida. Podemos observar na fig. (1a) que a quantidade e o tamanho dos carbonetos do tipo MC (cinza) são bem maiores que a dos carbonetos eutéticos  $M_6C$  (brancos). Este fato pode ser justificado pela baixa solubilidade na austenitização dos carbonetos do tipo MC (Hoyle, 1988) aliada à menor difusão durante o revenimento devido à temperatura mais baixa. Apesar de apresentar uma elevada dispersão nos seus tamanhos (fig. 1a), há uma maior concentração de carbonetos pequenos, os quais estão preferencialmente localizados nas regiões de contornos de grão (fig. 1b). A identificação dos carbonetos foi realizada por microanálise química em EDS.

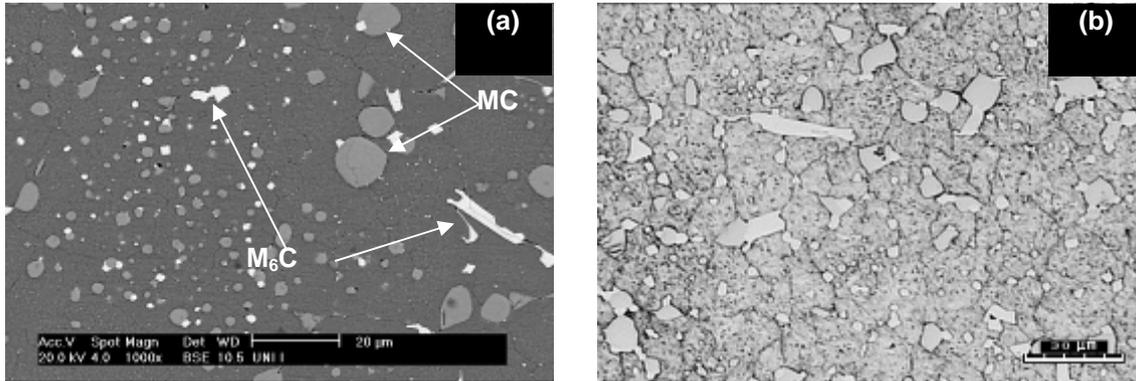


Figura 1. Micrografia de MEV (a) e óptica (b) do aço rápido austenitizado a 1210°C e revenido triplo a 540°C.

As amostras revenidas a 550°C não apresentaram diferenças significativas na morfologia dos carbonetos, no entanto, com relação a sua distribuição, esta se mostrou um pouco mais dispersa (fig. 2a). Resultado semelhante foi obtido com relação aos tamanhos de grão (fig. 2b), indicando um elevado grau de heterogeneidade microestrutural para este material. Tal comportamento pode ser justificado pela diferença pressão de compactação devido à grande área de seção da matriz de compactação ( $\phi = 59$  mm), gerando regiões de diferentes densidades.

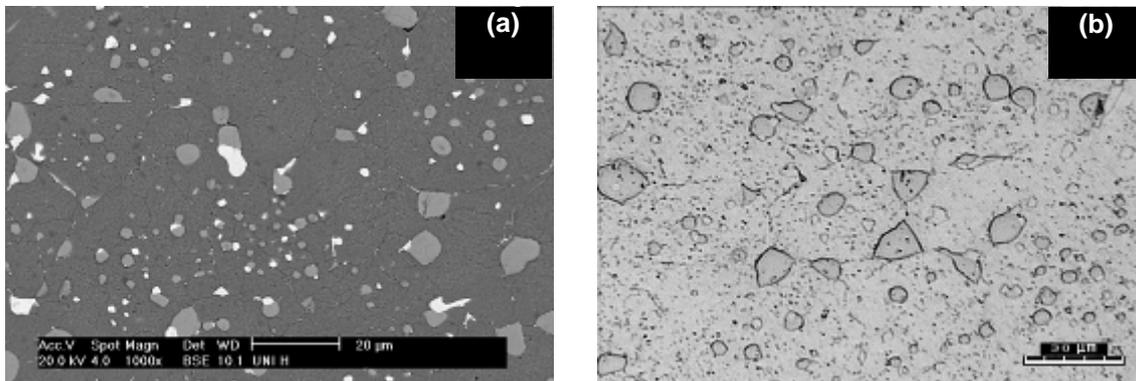


Figura 2. Micrografia de MEV (a) e óptica (b) do aço rápido austenitizado a 1210°C e revenido triplo a 550°C.

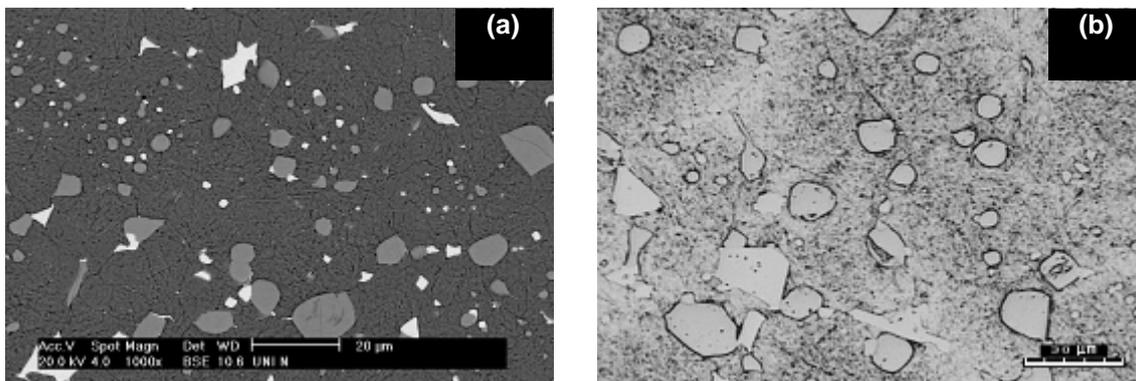


Figura 3. Micrografia de MEV (a) e óptica (b) do aço rápido austenitizado a 1210°C e revenido triplo a 560°C.

No que diz respeito às amostras revenidas a 560°C, verifica-se um aumento da dispersão dos tamanhos de carbonetos, principalmente dos do tipo MC (fig. 3). Além disso, também é possível verificar uma maior diferença na distribuição dos carbonetos pela matriz, apresentando regiões praticamente desnudas em detrimento de outras com carbonetos de grandes diâmetros (fig. 3a). Tais resultados sugerem que para esta temperatura de revenimento (560°C) possa estar ocorrendo dissolução ou coalescimento dos carbonetos menores ( $M_6C$ ) simultaneamente ao crescimento e precipitação dos do tipo MC e  $M_2C$  (Nogueira et al, 2003). Com relação ao tamanho dos grãos, praticamente não houve qualquer alteração (fig. 3b).

O aço rápido comercial apresentou tamanhos de grão e de carbonetos bem menores (fig. 4) quando comparados aos do aço rápido sinterizado a vácuo. Podemos observar na fig. (4) uma distribuição uniforme dos carbonetos (MC e  $M_6C$ ) pela matriz, assim como, uma maior concentração dos carbonetos do tipo  $M_6C$  (brancos), além de uma menor dispersão nos seus tamanhos e morfologias. Apesar da elevada densidade encontrada e da maior eficiência do processo, também é possível observar a presença de uma porosidade residual no aço rápido comercial (fig. 4a).

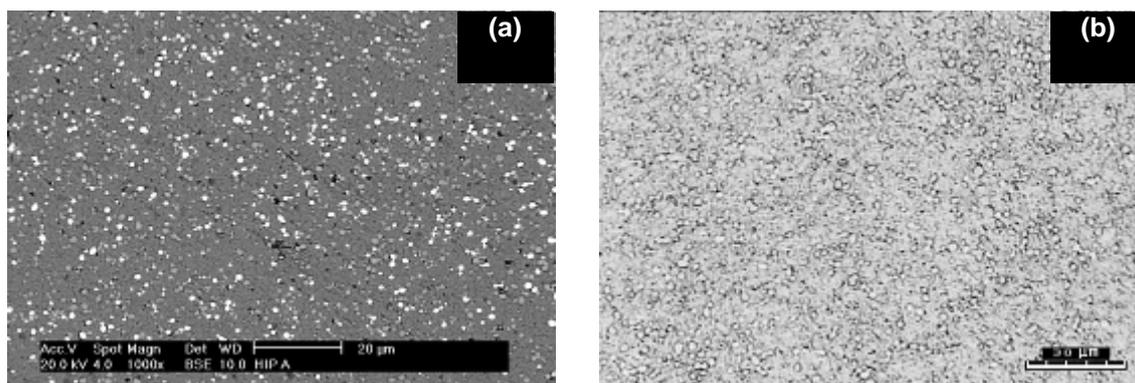


Figura 4. Micrografia de MEV (a) e óptica (b) do aço rápido austenitizado a 1210°C e revenido triplo a 540°C.

Com relação ao material submetido ao triplo revenimento a 550°C, podemos observar na fig. (5) que não houve alterações significativas com relação à morfologia e distribuição dos carbonetos, havendo apenas um discreto aumento no tamanho dos grãos quando comparado com o tratado a 540°C (fig. 5b).

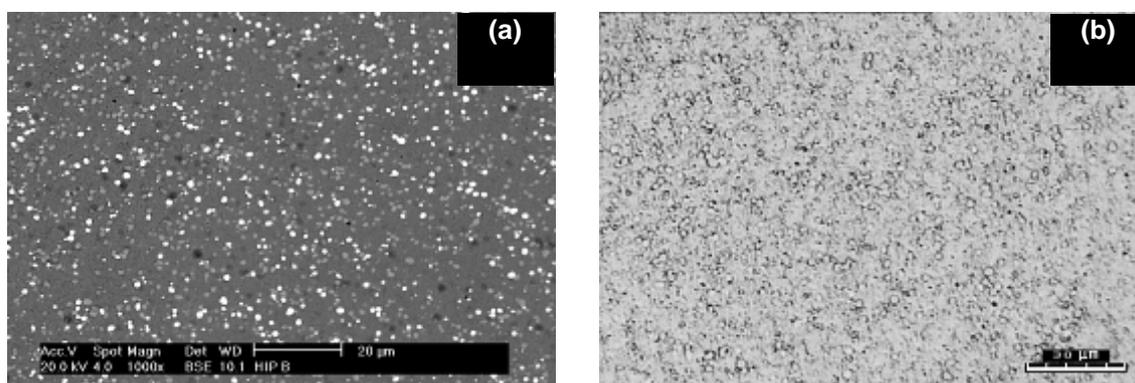


Figura 5. Micrografia de MEV (a) e óptica (b) do aço rápido austenitizado a 1210°C e revenido triplo a 550°C.

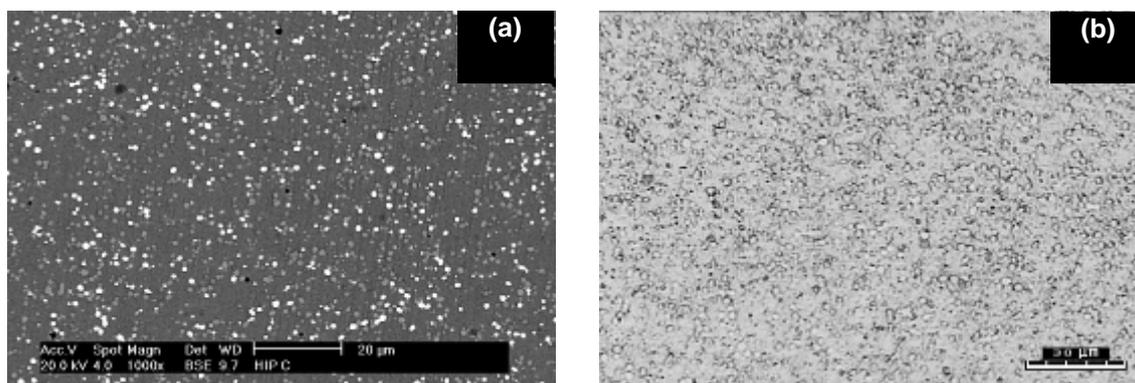


Figura 6. Micrografia de MEV (a) e óptica (b) do aço rápido austenitizado a 1210°C e revenido triplo a 560°C.

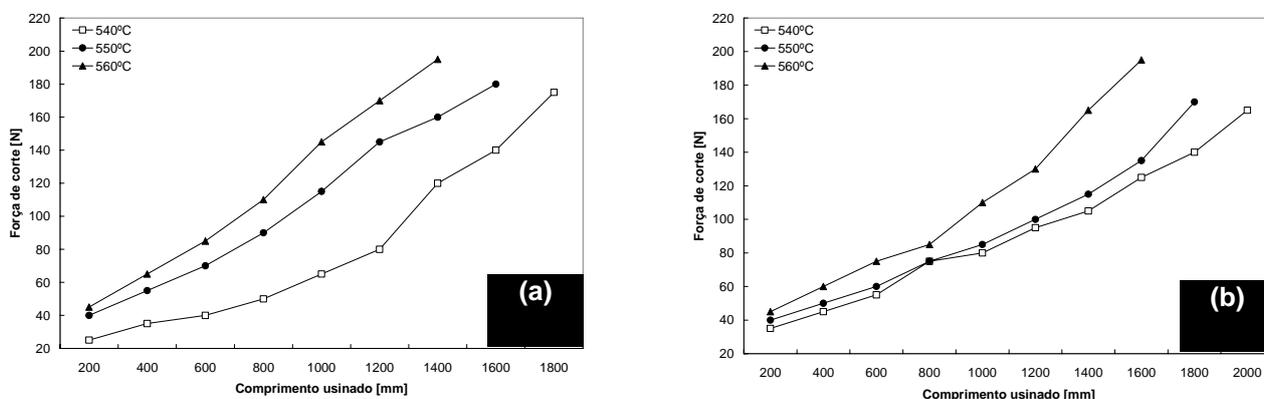
Um sensível aumento dos tamanhos de grão e de carbonetos foi encontrado para o material revenido a 560°C (fig. 6). Também é possível notar um discreto aumento da concentração dos carbonetos do tipo M<sub>6</sub>C (brancos), os quais apresentam diâmetros sensivelmente maiores que os do tipo MC (cinza). Apesar da maior uniformidade do material comercial, a pequena diferença encontrada nos tamanhos dos grãos entre os materiais tratados a diferentes temperaturas de revenimento não deve ser atribuída ao crescimento de grão (improvável de ocorrer abaixo dos 700°C), mas sim, à heterogeneidade microestrutural decorrente do elevado diâmetro do compactado (90 mm), o que pode acarretar numa variação de densidade entre o centro e a borda do tarugo (Koizumi & Nishihara, 1991).

Analisando tab. (3), observa-se uma discreta diminuição da dureza em função do aumento da temperatura de revenimento para os dois materiais estudados. Um comportamento inverso é verificado para a resistência à ruptura transversal (TRS). Tais resultados, aliados a trabalhos anteriores (Lima et al, 2007), sugerem que o intervalo no qual se atinge a maior dureza (pico de dureza secundário) se encontra abaixo dos 550°C, dessa forma, o aumento da temperatura de revenimento contribui apenas para o alívio das tensões internas provocadas na têmpera e para o aumento da ductilidade do material. Também é possível observar que o aço rápido compactado isostaticamente a quente foi o que apresentou os maiores valores de dureza e de TRS. Este comportamento pode ser justificado pelo menor tamanho de grão e pela maior uniformidade microestrutural (morfologia e distribuição) encontrada para este material.

**Tabela 3. Valores de tamanho de grão austenítico, diâmetro médio dos carbonetos, dureza Rockwell C e resistência à ruptura transversal (TRS) para o aço rápido AISI T15 austenitizado a 1210°C.**

Material - Revenimento	Tamanho de grão [ $\mu\text{m}$ ]	$\Phi$ Carbonetos [ $\mu\text{m}$ ]	Dureza [HRC]	TRS [MPa]
Sinterizado a vácuo – 540°C	19,754 $\pm$ 4,897	1,1326 $\pm$ 0,8913	65,36 $\pm$ 0,32	1409 $\pm$ 148
Sinterizado a vácuo – 550°C	20,586 $\pm$ 6,488	1,0517 $\pm$ 0,7095	64,50 $\pm$ 0,27	1445 $\pm$ 101
Sinterizado a vácuo – 560°C	20,941 $\pm$ 6,823	1,0848 $\pm$ 0,7360	63,91 $\pm$ 0,23	1579 $\pm$ 180
Comercial (HIP) – 540°C	09,247 $\pm$ 2,121	0,6764 $\pm$ 0,2765	67,41 $\pm$ 0,25	2050 $\pm$ 82
Comercial (HIP) – 550°C	10,697 $\pm$ 1,914	0,7493 $\pm$ 0,2086	66,86 $\pm$ 0,41	2180 $\pm$ 79
Comercial (HIP) – 560°C	10,844 $\pm$ 2,002	0,7743 $\pm$ 0,2350	65,90 $\pm$ 0,35	2312 $\pm$ 92

Com relação às forças de corte, verifica-se nos gráficos da fig. 7 que com o aumento do comprimento usinado crescem as diferenças das forças entre as ferramentas triplamente revenidas a 540, 550 e 560°C. Para ambos os materiais, a temperatura de revenimento que apresentou os melhores resultados com relação à evolução das forças de corte foi a de 540°C.



**Figura 7. Força de corte em função do comprimento usinado para as ferramentas confeccionadas a partir do aço rápido AISI T15: (a) sinterizado a vácuo e (b) comercial.**

Como o aumento das forças de corte é decorrente do desgaste sofrido pela ferramenta, o mesmo comportamento é verificado para o desgaste de flanco – VB (fig. 8). Os comprimentos usinados pelas ferramentas confeccionadas a partir do material sinterizado a vácuo e triplamente revenidas a 540, 550 e 560°C foram 1800, 1600 e 1400 mm, respectivamente (fig. 8a). Para as ferramentas obtidas a partir do material comercial, a ferramenta que apresentou o melhor desempenho foi àquela submetida ao triplo revenimento a 540°C, usinando 2000 mm até que fosse considerada desgastada. As tratadas a 550 e 560°C usinaram respectivamente 1800 e 1600 mm (fig. 8b).

Com relação ao acabamento superficial da peça usinada, observa-se que apenas a partir de 1400 mm usinados (final da vida da ferramenta) a rugosidade começa a apresentar diferenças significativas com relação à utilização das ferramentas revenidas a diferentes temperaturas (fig. 9). Ou seja, para as condições utilizadas este critério passa a não ser determinante na escolha da temperatura de revenimento a ser utilizada.

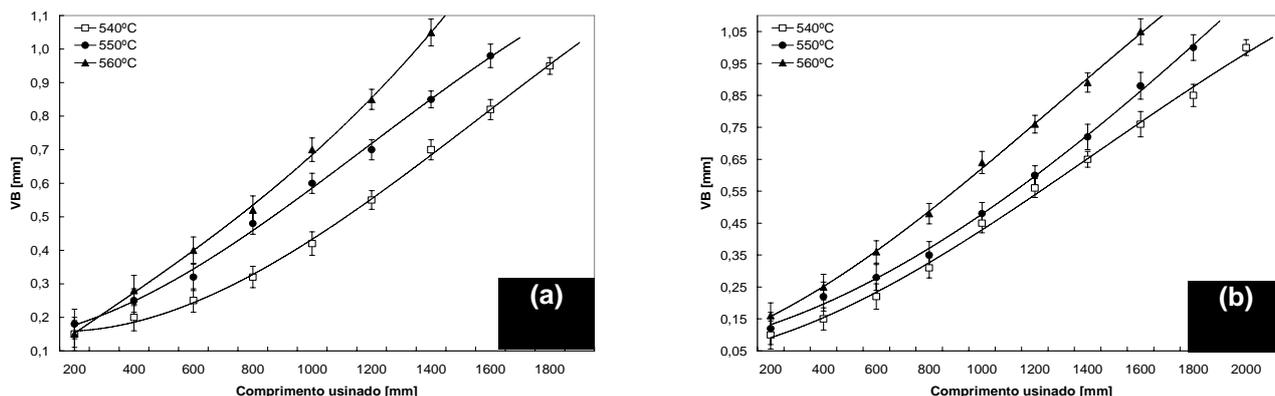


Figura 8. Desgaste de flanco (VB) em função do comprimento usinado para as ferramentas confeccionadas a partir do aço rápido AISI T15: (a) sinterizado a vácuo e (b) comercial.

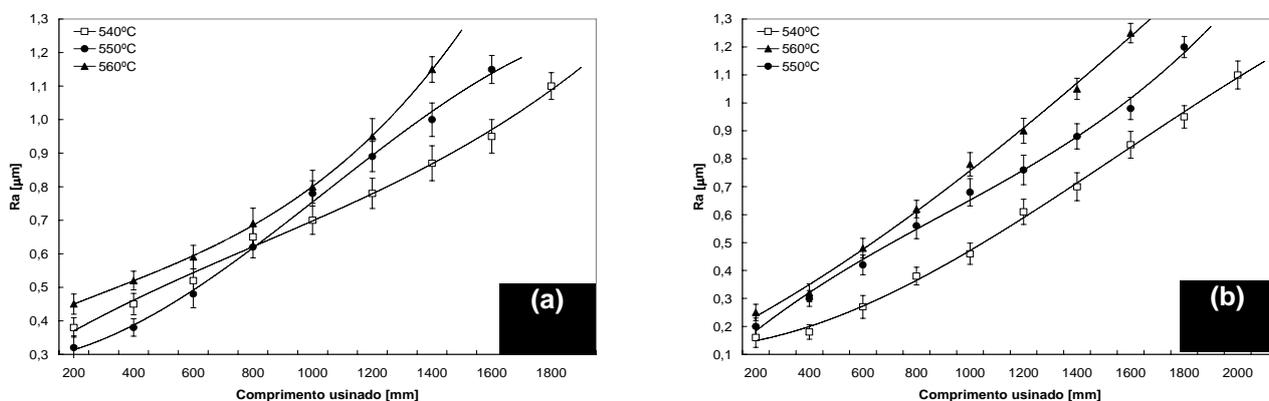


Figura 9. Rugosidade superficial (Ra) em função do comprimento usinado para as ferramentas confeccionadas a partir do aço rápido AISI T15: (a) sinterizado a vácuo e (b) comercial.

#### 4. CONCLUSÕES

1. Foi possível medir com significativa precisão as forças corte com o aparato utilizado;
2. Apesar do desgaste sofrido, nenhuma das ferramentas ensaiadas rompeu ou trincou;
3. Quanto maior o desgaste de flanco das ferramentas, maiores as forças de corte envolvidas na operação;
4. A variação da temperatura de revenimento produziu mudanças significativas nas propriedades mecânicas (dureza e TRS) e, conseqüentemente, na resistência ao desgaste das ferramentas do aço rápido AISI T15 obtido pelos dois processos;
5. Para os dois materiais estudados, a temperatura de 540°C foi a que produziu os melhores resultados com relação à resistência ao desgaste;
6. Para a operação, geometria das ferramentas, parâmetros de corte e condições de tratamento térmicos utilizados neste trabalho, a ferramenta confeccionada a partir do aço rápido AISI T15 comercial obteve um desempenho, com relação ao desgaste de flanco, razoavelmente superior (usinou um comprimento 12% maior) ao da sinterizada a vácuo.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPESP pelo suporte financeiro ao projeto, ao IPT e seus técnicos pela compactação do material, a empresa Hurth Infer pela execução dos tratamentos térmicos e, por fim, a UniFEI por ter disponibilizado o laboratório e o aparato utilizado na medição das forças de corte.

#### 6. REFERÊNCIAS

- ASM Metals Handbook., 1991, "Heat treating", Vol. 4, pp. 734-760.
- Brewin, P. R. Toloui, B., Nurthen, P. D., Fellget, J. A., Wood, J. V., Igharo, M., Coleman, D. S. and Shaikh, Q., 1989, "Effect of process variables and microstructure on properties of sintered high speed steel for wear applications", Powder Metallurgy, Vol. 32, N° 4, pp. 285-290.

- Hoyle, G., 1988, "High speed steel", Butterworth & Co, London.
- Koizumi, M., Nishihara, M., 1991, "Isostatic Pressing Technology and Applications", Elsevier, London and New York.
- Lima, E. P. R., Neves, M. D. M., Nogueira, R. A., Oliveira, L. G. C., Ambrozio Filho, F., 2007, "Effect of different tempering stages and temperatures on microstructure, tenacity and hardness of vacuum sintered HSS AISI T15", VI PTECH, Búzios-RJ, Brazil.
- Nogueira, R. A., Ribeiro, O. C. S., Neves, M. D. M., Salgado, L., Ambrozio Filho, F., 2003, "Effect of heat treatment on microstructure of commercial and vacuum of sintered high speed steels AISI M2 and T15", IV PTECH, Guarujá-SP, Brazil.
- Rossi, G. C., Delijaicov, S., Bordinassi, E. C., Batalha, G. F., 2007, "Estudo das forças de corte no processo de corte de bordas de chapas utilizadas para fabricação de tubos de aço com costura", COBEF 2007, São Pedro-SP, Brazil.
- Schwarzenbech, W. K., 1995, "Production reliability by powder metallurgical HSS – Milling Tools", Milling Technique n° 5, 26-28.
- Stevenson, R. W., 1984, "P/M tool steels", Project Manager/Materials Group Energy Technology Division Midlan – Ross Corp, Metals handbook, 9ª ed., v. 7, 784 - 793.
- Stevenson, R. W., 1984, "P/M tool steels", Project Manager/Materials Group Energy Technology Division Midlan – Ross Corp, Metals handbook, 9ª ed., v. 7, 784 - 793.
- Wilson, R., 1975, "Metallurgy and heat treatment of tool steels", London: McGraw-Hill, 163-181.

## 7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores Emmanuel Pacheco Rocha Lima, Maurício David Martins das Neves, Sérgio Delijaicov e Francisco Ambrozio Filho são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

# INFLUENCE OF TEMPERING TEMPERATURE IN WEAR OF AISI T15 HIGH SPEED STEEL TOOLS PRODUCED BY TWO DIFFERENT PROCESSES

Emmanuel Pacheco Rocha Lima, [emmanuel@epri.com.br](mailto:emmanuel@epri.com.br)<sup>1</sup>

Maurício David Martins das Neves, [mdneves@ipen.br](mailto:mdneves@ipen.br)<sup>1</sup>

Sérgio Delijaicov, [sergiode@fei.edu.br](mailto:sergiode@fei.edu.br)<sup>2</sup>

Francisco Ambrozio Filho, [ambrozio@fei.edu.br](mailto:ambrozio@fei.edu.br)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN, Av. Lineu Prestes 2242, Cidade Universitária, São Paulo-SP CEP: 05508-000

<sup>2</sup>Centro Universitário da FEI – UniFEI, Av. Humberto de Alencar Castelo Branco 3972, Assunção, São Bernardo do Campo-SP CEP: 09850-901

**Abstract.** *The wear resistance is a characteristic that is directly related to the efficiency of the high speed steel cutting. This property depends, among others factors, on the tool hardness and, consequently, on the heat treatments accomplished. The purpose of this study is the wear analysis of high speed steel AISI T15 produced by two different processes – HIP (hot isostatic pressing) and liquid phase vacuum sintering. All materials were submitted to annealing at 870°C, quenching at 1210°C and triple tempering at 540, 550 and 560°C heat treatments. With the purpose of evaluating the mechanical properties of the treated materials, density measurements, hardness and bend strength (TRS) tests were accomplished. To confirm the present phases and to evaluate the obtained microstructures, analysis in optical microscopy, SEM, EDX and X-ray diffraction were done. After that, interchangeable inserts were made by electroerosion. The operation used in the present study was the frontal machining of normalized steel plates (SAE 1045) without coolant. To measure the cutting forces, a transducer constituted basically of an instrumented table with four load cells mounted with "Strain Gages" sensors capable to measure the cutting efforts in three orthogonal directions were used. The machining parameters were the entrance values while the cutting forces, the surface finishing of worked part and the tools final state, the exit variables. Finally, were determined and analyzed comparatively the cutting tools wears.*

**Keywords:** *Powder metallurgy, High speed steels, AISI T15, Wear, Machining.*