

# ANÁLISE DO DESEMPENHO E DA INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS DE USINAGEM NA VIDA ÚTIL DOS INSERTOS DE AÇO RÁPIDO AISI M2 SINTERIZADOS.

**Dr. César Edil da Costa**

UDESC-CCT / Joinville

edil@joinville.udesc.br

**Eng. MSc. Evandro Dematte**

UDESC-CCT / Joinville

vando\_matte@yahoo.com.br

**João Cleverson Tabalipa**

UDESC-CCT / Joinville

j\_tabalipa@yahoo.com.br

**Resumo.** O estudo de novas tecnologias e a renovação da engenharia nos bens de consumo são as magnitudes do sucesso de qualquer indústria, como a aceitação de seu produto no mercado. Isto também se diz as ferramentas de corte, pois é umas das particularidades que agregam valor na fabricação de qualquer bem. Partindo desta idéia, podemos inovar o aço rápido através do processo de metalurgia do pó convencional. Esta tecnologia foi utilizada neste trabalho para a fabricação de insertos de aço rápido AISI M2 destinados ao torneamento geral, sinterizados a temperatura de 1270°C por uma hora. A tempera foi executada a uma temperatura de 1200°C (por três minutos). O duplo revenido foi aplicado a uma temperatura 560°C por duas horas. Após os tratamentos térmicos, os insertos passaram pelo processo de afiação. Os ensaios de torneamento retilíneo foram baseados na ISO 3685 – 1993 com critério de fim de vida de  $VB_{Bmax.} = 0,6$  mm. As análises foram executadas a cada 5 minutos no flanco de corte dos insertos. São comparados o inserto e o bits (material VWM2) na velocidade de 50 m/min. A intenção é estudar o desempenho e a influência dos parâmetros de usinagem na vida útil da ferramenta. Os resultados obtidos demonstram a viabilidade da utilização dos insertos de aços rápidos sinterizados.

**Palavras-chave:** aços rápidos, usinagem, metalurgia do pó, desgaste.

## 1. INTRODUÇÃO

A denominação aço rápido é devido a sua capacidade de reter elevada dureza mesmo quando submetidas em processos de corte rápido de materiais. Este material pode ser endurecido até um nível de 1000 HV ou 65 a 70 HRc. Uma outra característica é que nenhum amolecimento apreciável ocorre até que as temperaturas alcancem uma região de 600 °C. O aço rápido sinterizado obtido por processos de metalurgia do pó permite um melhor controle do tamanho dos grãos, assim como a adição controlada e bem distribuída de elementos de liga, resultando numa estrutura muito uniforme e muito fina em toda a seção transversal da ferramenta<sup>(3)(8)</sup>.

A melhor temperatura de sinterização do aço rápido M2 é entre 1270°C a 1280°C<sup>(6)</sup>. Para este aço, o tratamento térmico de tempera deve ser realizado entre as temperaturas de 1190°C a 1230°C, seguido de um resfriamento em banho de sal, óleo e Água. As temperaturas de revenido para peças produzidas por metalurgia do pó são similares aos outros processos. Dependendo das propriedades requeridas, as temperaturas variam entre 540°C a 595°C<sup>(1)(2)(3)</sup>. O resultado do tratamento térmico de tempera e de revenido é uma matriz com frações de carbonetos não dissolvidos durante a

austenitização com fórmulas gerais MC e M<sub>6</sub>C, estes são responsáveis pela resistência ao desgaste <sup>(5)</sup>. Quando temperado a 1150°C e acompanhado de duplo revenido a 560°C, o AISI M2 pode alcançar durezas próximas a 65 HRC <sup>(6)</sup>.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

As pastilhas de aço rápido AISI M2 foram compactadas uniaxialmente a frio através de uma matriz flutuante de duplo efeito. Em seguida, foram sinterizadas a 1270°C durante uma hora, com atmosfera de nitrogênio. As pastilhas foram temperadas a temperatura de 1200°C sendo por três minutos e resfriamento em óleo a 80°C. Após, as peças executou-se o duplo revido na temperatura de 560°C por duas horas e resfriamento ao ar <sup>(6)</sup>. O inserto (Figura 1a) foi afiando nas dimensões semelhantes aos de metal duro, baseada nas pastilhas negativas código TNMG 16 04 04 R-K <sup>(7)</sup>. Utilizou-se também um suporte MTJNR 2020 K16GL (Figura 1b). A composição química do aço rápido AISI M2 está apresentada na Tabela 1.

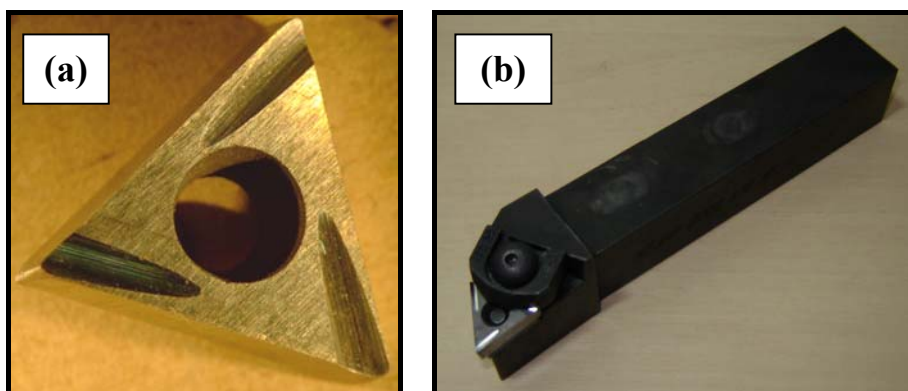


Figura 1 – (a) Inserto AISI M2 afiado. (b) Suporte MTJNR 2020 K16GL.

Tabela 1 – Composição química do pó de aço rápido AISI M2.

Elemento	C	Cr	Co	Mn	Mo	Si	V	W	Fe
Densidade	2,25	7,10	8,90	7,40	10,22	2,33	6,10	19,30	7,87
M2 (% em Peso)	0,8	4	0,7	0,4	5	0,4	2	6	80,7

O material escolhido para o bits (Figura 2) foi o VWM2 da Villares Metals. A sua composição química certificada pela Villares Metal se encontra na Tabela 2. A tempera foi executada a 1200°C por 5 minutos, com resfriamento em óleo a uma temperatura de 80°C. O Duplo revenido ocorreu a uma temperatura a 560°C por 2 horas e com resfriamento ao ar. O bits tem o mesmo parâmetro de corte do inserto, ou seja, ângulos de corte e de posição.

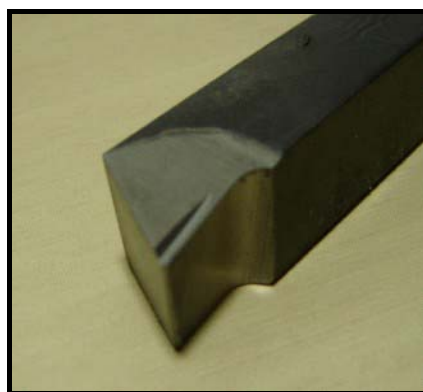


Figura 2 – Bits VWM2

Tabela 2 – Composição química do aço rápido VWM2.

Composição Química em %													
C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Co	Cu	Ti	Al	Mo	Nb	Outros
0,88	0,3	0,43	0,001	0,023	4,19	0,19	0,39	0,1	0,006	0,027	4,77	0,01	V=1,85 W=6,08 Sn=0,006

A Figuras 3a e 3b representam respectivamente a estrutura do aço rápido sinterizado AISI M2 e o VWM2. O aço VWM2 é caracterizado por uma rede de carbonetos do tipo  $M_6C$ . O aço sinterizado possui uma microestrutura mais homogênea, com carbonetos dispersos uniformemente na matriz.

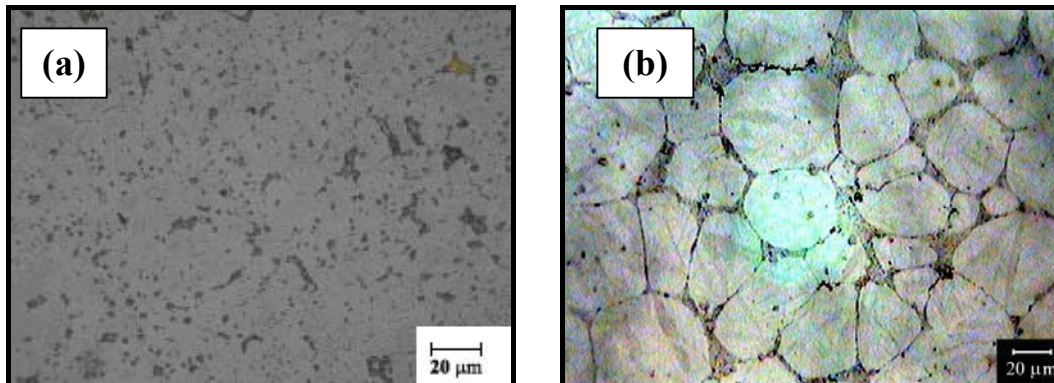


Figura 3 – (a) Microestrutura do aço rápido AISI M2 sinterizado a 1270 °C (atacadas com  $KOH+K_3Fe(CN)_6$ ). (b) Microestrutura do aço rápido VWM2 (atacadas com nital 1%).

A Figura 4 caracteriza a micro-porosidade no aço rápido sinterizado AISI M2, o que altera a textura superficial da ferramenta, assim podendo contribuir para o mecanismo de *attrition*.

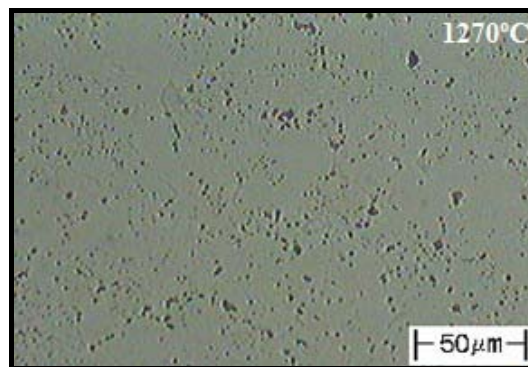


Figura 4 – Aço rápido AISI M2, sinterizado a 1270°C (sem ataque químico).

O ensaio consistiu em um torneamento retilíneo e entre pontas. O material para os ensaios de usinagem foi o aço ABNT 1045, sendo este usinado sem fluido de corte<sup>(4)</sup>. As velocidades utilizada foi 50 m/min. Utilizou-se um avanço de 0,1 mm/rev e profundidade de 1 mm para todos os ensaios, assim respeitando a ISO 3685<sup>(4)</sup>. A cada 5 minutos de ensaio de cada aresta, levávamos as mesmas para análise de desgaste no microscópio eletrônico de varredura (MEV). O critério de fim de vida utilizado durante os ensaios foi  $VB_{Bmáx} = 0,6$  mm<sup>(4)</sup>.

### 3. RESULTADOS E DISCURSÃO

Os mecanismos de desgaste no inserto de HSS foram de desgaste abrasão e de attrition como o dominante. Já na ferramenta de VWM2, apresentou como desgaste dominante a abrasão. As Figuras 5a e 5b representam estes fenômenos quando os ensaios alcançaram 10 minutos. A causa provável

da diferença de desgaste é a rugosidade superficial, pois o material sinterizado (dos inserts) possui porosidade. Isto pode contribuir para o mecanismo de adesão, pois o material do cavaco pode aderir aos poros.

O fim de vida do inserto foi provocado pelo colapso (Figura 6a). Uma das causas que pode estar associada à elevada temperatura durante o processo de usinagem. Para o bits, o fim de vida está relacionado com o desgaste de flanco máximo ( $VB_{B\text{máx}}$ ), ou seja, ele alcançou o critério de fim de vida estabelecido sem a ocorrência do colapso da ferramenta (Figura 6b). O  $VB_{B\text{máx}}$  de cada ferramenta aos 20 minutos de usinagem era:

- Inserto:  $VB_{B\text{máx}} = 0,536 \text{ mm}$  e
- Bits:  $VB_{B\text{máx}} = 0,804 \text{ mm}$ .

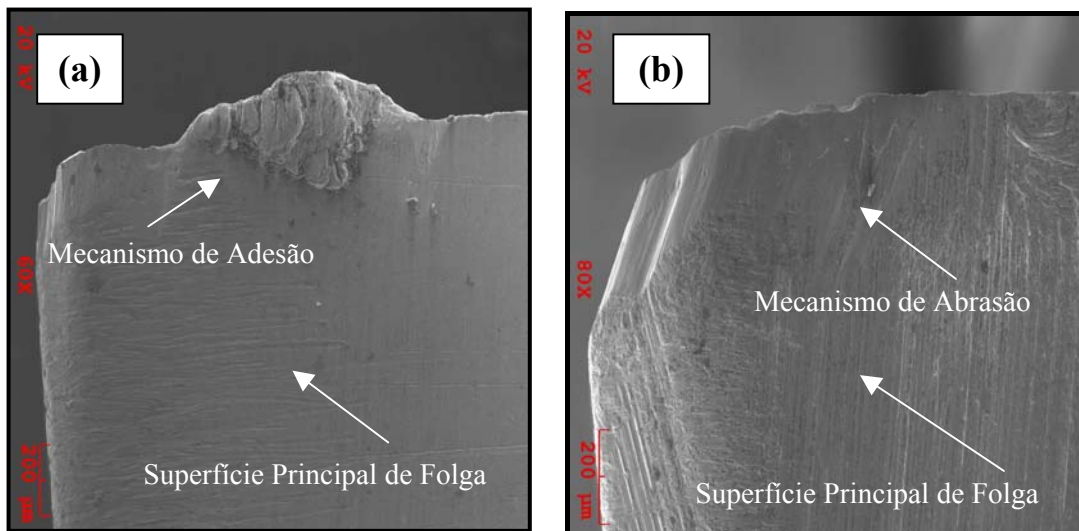


Figura 5 – (a) Na superfície principal de folga do inserto com um tempo de 10 minutos. Nota-se adesão na aresta principal de corte. (b) Aresta principal de corte do Bits com 10 minutos de corte e de velocidade de 50 m/min.

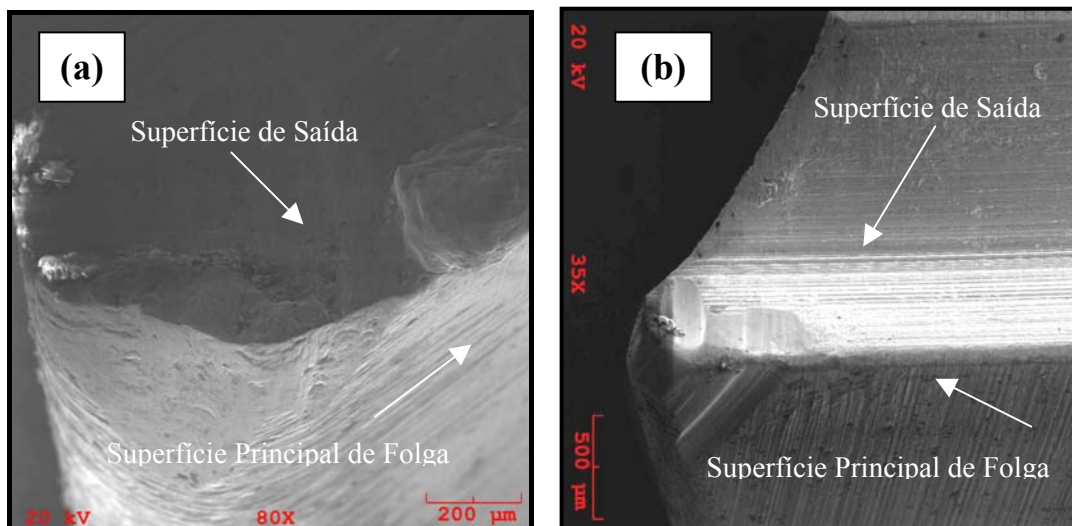


Figura 6 – (a) No Inserto ocorreu colapso da ferramenta ao 22 minutos e 13 segundos. (b) Bits aos 20 minutos de corte

A Figura 7 demonstra o desempenho do bits e do inserto de aço rápido. A evolução do desgaste de flanco foi maior no bits, pois a curva de desgaste cresceu rapidamente a partir dos 5 minutos de corte. Apesar de o inserto ter apresentado colapso, ele teve maior tempo de vida em relação ao bits. A estrutura de um aço rápido sinterizado é mais homogênea, demonstrou um material com grande resistência, mesmo com condições severas de corte.

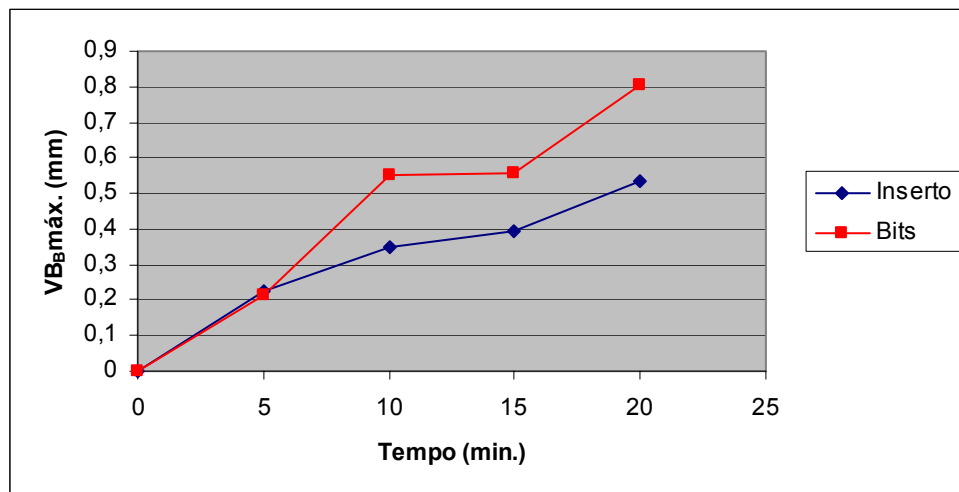


Figura 7 – Curva de desgaste ( $VB_{Bmáx.}$ ) do inserto e do bits.

#### 4. CONCLUSÕES

- A técnica de metalurgia do pó demonstra adequada para produzir inserto de aço rápido;
- Os insertos de aço rápido apresentaram como mecanismo de desgaste abrasão e de attrition como o dominante.
- A ferramenta de VWM2 apresentou como desgaste de attrition e a abrasão como dominante.
- A evolução do desgaste de flanco foi maior no bits.
- O inserto apresentou colapso, porem teve maior tempo de vida em relação ao bits;
- Estrutura de um aço rápido sinterizado é mais homogêneo, demonstrou um material com grande resistência, mesmo com condições severas de corte.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASM Handbook, **Power Metallurgy**, vol. 7, 1993, pg. 370-376.
2. FERRARESI, Dino. **Fundamentos da Usinagem dos Metais**. São Paulo: Edgard Blücher LTDA, v1,1982.
3. HOYLE, G. **High Speed Steels**. 1 ed. UK. Butterworths & co. Ltda, 1988.
4. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 3685: Tool-Life Testing with Single-Point Turning Tools**, 1993.
5. MAGNABOSCO, Rodrigo. Relação entre Estrutura e Propriedades de Aços Rápidos. Disponível em <[http://www.fei.edu.br/mecanica/LabMat/PROJETOS\\_IC%5Cm2rev.pdf](http://www.fei.edu.br/mecanica/LabMat/PROJETOS_IC%5Cm2rev.pdf)>. Acessado em: 15/06/2005.
6. NOGUEIRA, Romário Mauricio Urbanetto. **Obtenção e Estudo de Insertos Sinterizados de Aços Rápidos AISI M2, M3/2 e T15**. Dissertação (Mestrado em Ciências e Engenharia de Materiais) – Universidade do Estado de Santa Catarina – Centro de Ciências Tecnológicas, Joinville, 2004.
7. SANDVIK COROMAT. **Catálogo dos Produtos para Usinagem de Ferramentas para Torneamento**. 2002.
8. STEMMER, Caspar Erich. **Ferramentas de Corte I**. 5. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.

# ANALYSIS OF THE PERFORMANCE OF THE INFLUENCE MACHINING'S VARIABLES IN THE TOOL-LIFE OF AISI M2 HIGH SPEED STEEL INSERTED SINTERING.

**Dr. César Edil da Costa**

UDESC-CCT / Joinville

edil@joinville.udesc.br

**Eng. MSc. Evandro Dematte**

UDESC-CCT / Joinville

vando\_matte@yahoo.com.br

**João Cleverson Tabalipa**

UDESC-CCT / Joinville

j\_tabalipa@yahoo.com.br

**Abstract.** The study of new technologies and the renovation of the engineering in the consumption goods are the magnitudes of the success of any industry, as the acceptance of your product in the market. This is the same about the cutting tools, because it is some of the particularities that aggregate value in the production of any good. With this idea, we can renew the high speed steel through of the conventional powder metallurgy process. This technology was used in this work for the production of inserted of AISI M2 high speed steels destined to the machining, sintered to a temperature of 1270 °C for one hour. They were quenched in a temperature of 1200°C (for three minutes). The tempering was accomplished at a temperature of 560°C by two hours. Before use, the inserts were sharpened. The standard cylindrical turnings were based on ISO 3685 - 1993 with tool-life criterion of  $VB_B\text{max.} = 0,6$  mm. The analyses were performed every 5 minutes in the flank of the inserted. The inserted and the bits (material VWM2) are compared in the cutting speed of 50 m/min. The aim is to study the acting and the influence of the parameters machining in the tool-life. The obtained results demonstrate the feasibility of the use of the high speed steel sintering inserted.

**Keywords:** High speed steels, machining, powder metallurgy, wear.