

## **INFLUÊNCIA DO REVESTIMENTO NA VIDA ÚTIL DE BROCAS DE METAL DURO NA USINAGEM DO AÇO AISI P20**

Valter Vander de Oliveira, Msc [valterv@ifsc.edu.br](mailto:valterv@ifsc.edu.br)<sup>1</sup>

Ernesto Berkenbrock, [ernesto.b@sociesc.org.br](mailto:ernesto.b@sociesc.org.br)<sup>2</sup>

Marcelo Luiz Arias, Msc [marcelo.arias@sociesc.org.br](mailto:marcelo.arias@sociesc.org.br)<sup>2</sup>

Prof. Adriano Fagali de Souza, Ph.D [adriano.fagali@sociesc.org.br](mailto:adriano.fagali@sociesc.org.br)<sup>2</sup>

Prof. Paulo André de Camargo Beltrão, Ph.D, [beltrao@utfpr.edu.br](mailto:beltrao@utfpr.edu.br)<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Santa Catarina, Rua Pavão, 1337. Bairro Costa e Silva. CEP: 89220-200.

<sup>2</sup>Sociedade Educacional de Santa Catarina, Rua Albano Schimidt, 3333. Bairro Boa Vista. CEP: 89220-100.

<sup>3</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná, DAMEC/PPGEM, Avenida Sete de Setembro, 3165. Rebouças. Curitiba. Paraná.

**Resumo:** O desenvolvimento tecnológico das ferramentas de corte permitiu a usinagem de materiais endurecidos sem a necessidade do desbaste prévio eliminando assim as perdas relacionadas a interrupção do processo devido ao tratamento térmico. Contudo alguns processos de usinagem tais como a furação ainda representam um desafio ao trabalhar-se com peças acima dos 30 HRc. O emprego de novos revestimentos em ferramentas de metal duro indica uma possível superação deste problema. Este artigo relata um estudo dos efeitos do revestimento de brocas inteiriças em metal duro na furação do aço AISI P20 endurecido por tempera. Para o desenvolvimento dos ensaios foram utilizadas brocas helicoidais DIN 338, com dois gumes, com revestimento de TiN, AlTiCN e AlTiCrN na usinagem do aço endurecido AISI P20 com dureza de 40 HRc. O mecanismo de desgaste predominante nas brocas foram o de abrasão e a adesão. A ausência do fluido de corte tornou o processo bastante severo, submetendo as ferramentas a elevadas solicitações térmicas. O revestimento de AlTiCrN superou os de TiN e AlTiCN superando o número de furos produzidos em 50% a mais que o revestimento de TiN tomado como referência para o ensaio. As vibrações e a emissão acústica não revelaram grandes mudanças no comportamento para os três revestimentos, contudo foram sensíveis ao desgaste da ferramenta. Os experimentos mostraram uma mudança significativa no comportamento da curva de desgaste da ferramenta em função do tipo de revestimento e a perda do revestimento nas arestas de corte tornou o desgaste mais severo na região de contato com a peça resultando no colapso da ferramenta.

**Palavras-chave:** furação, revestimentos, mecanismos de desgaste.

### **1. INTRODUÇÃO**

O processo de furação é a operação de usinagem mais utilizada no setor metal-mecânico no Brasil que apesar da sua importância não progrediu com a mesma velocidade que outros processos como o torneamento e o fresamento. Contudo, notam-se alguns avanços tecnológicos nos últimos anos, principalmente no desenvolvimento de brocas em metal-duro. Destacam-se os novos conceitos de geometria e o desenvolvimento de novos revestimentos de alta resistência ao desgaste e baixo coeficiente de atrito para a usinagem de materiais endurecidos e de baixa usinabilidade. Estes desenvolvimentos propiciaram aumento da vida da ferramenta e maior produtividade (Diniz *et al*, 2006).

Materiais de baixa usinabilidade impõem solicitações extremas sobre o material da ferramenta, com a exigência de forças elevadas, altas pressões de contato e temperatura, além de intenso ataque químico. Em alguns processos, a usinagem de materiais endurecidos é utilizada na produção de moldes de injeção, em virtude da precisão e pela possibilidade da manufatura econômica de geometrias complexas (Hogmark e Olsson, 2006).

As pesquisas realizadas com ferramentas revestidas nestes processos, avançaram significativamente devido aos resultados obtidos na usinagem com a aplicação do TiN (Nitreto de Titânio), que apresenta um bom equilíbrio entre as propriedades da ferramenta tais como: dureza, tenacidade, aderência, estabilidade química, estabilidade térmica e reduzido coeficiente de atrito. Este conjunto de propriedades, porém, não são ideais para todas as aplicações, esta lacuna é preenchida com o uso de outros revestimentos. Dentre eles destaca-se principalmente no processo de furação o emprego do AlTiCN (Carbonitreto de Titânio Alumínio) e o AlTiCrN (Nitreto de Cromo Titânio Alumínio) que podem ser utilizados como mono ou multicamadas. São indicados para aplicações onde as solicitações térmicas são elevadas e o mecanismo de abrasão é predominante (Andrade, 2005). Kao (2009) relata em seu estudo sobre micro furação que o uso do revestimento em brocas aumentou em cinco vezes a vida da ferramenta, além de melhorar a qualidade dos furos.

Neste artigo através da parceria de empresas como a TOP TOOLS, INDEK Aços e BRASIMET e as instituições de ensino SOCIESC e IF-SC comparou-se o desempenho dos revestimentos de TiN (Nitreto de Titânio), AlTiCN (Carbonitreto de Titânio Alumínio) e o AlTiCrN (Nitreto de Cromo Titânio Alumínio) no processo de furação do aço AISI P20 endurecido por tempera. Este aço possui características importantes como resistência mecânica, resistência ao desgaste e ótima polibilidade. Propriedades estas que justificam o seu emprego na produção de cavidades em moldes de injeção de polímeros em ferramentarias. Contudo o processo de usinagem, sobretudo a furação ocorre no material ainda sem tratamento devido a dificuldade do processo.

## 2. MATERIAIS E MÉTODO

Com o objetivo de comparar o comportamento do desgaste das ferramentas com diferentes revestimentos empregou-se uma metodologia adaptada da norma ISO 3685 e da norma NT Mech 038. A norma ISO 3685 é empregada na avaliação da usinabilidade em processos de torneamento e a NT Mech 038 para avaliação de fluidos refrigerantes no processo de furação (NORDTEST, 1997). O experimento fatorial foi projetado para um fator com três níveis e duas repetições empregando como referencial o revestimento de TiN (Nitreto de Titânio) e outros dois revestimentos, o AlTiCN (Carbonitreto de Titânio Alumínio) e o AlTiCrN (Nitreto de Cromo Titânio Alumínio). Esta decisão foi sugerida pelos fornecedores acreditando-se que as brocas sem revestimento não suportariam as condições de trabalho do experimento. Foram estabelecidos como critérios para comparação as características de saída do processo o desgaste de flanco, a corrente elétrica consumida no acionamento do eixo árvore, a emissão acústica e as vibrações do sistema.

### 2.1. Ensaio de Desgaste da Ferramenta

A avaliação do desempenho dos revestimentos foi realizada comparando as curvas de desgaste da ferramenta à medida que os furos foram produzidos. Foi adotado como critério para determinar o final do experimento três aspectos: a marca de desgaste da ferramenta,  $V_{Bmáx}$  até 0,30 mm, lascamento do gume ou o colapso total da ferramenta, considerando o que ocorresse primeiro. Para a visualização e medição das ferramentas, utilizou-se um Estereoscópio, modelo Optiphot, marca Olympus, com aumento máximo de 80x.

No ensaio de furação foi utilizado a mesma máquina, o centro de usinagem vertical Feeler, modelo FV 600, com rotação máxima no eixo-árvore de 6000 rpm e potência de 5,3 kW. O ensaio experimental foi realizado na estratégia de furação em cheio, sem interrupções no ciclo de penetração da broca. A profundidade de furação foi de 18 mm (3xd), valor este recomendado pela norma Mech 038 (NORDTEST, 2008). O corpo de prova foi pré-usinado nas dimensões de 200x40x250 de aço AISI P20 (DIN 1.2711). A composição química pode ser vista na Tabela 1, onde foi obtido através do ensaio de emissão óptica.

**Tabela 1. Composição Química do Aço AISI P20 (DIN 1,2711).**

Elemento	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	CE <sup>b</sup>
Aço P20 (CP1) <sup>a</sup>	0,385	0,311	1,46	0,01	0,003	1,78	0,72	0,186	0,036	1,076

a - Valores obtidos através do ensaio emissão óptica

b - Carbono equivalente CE = %C + %Mn/6 + %(Cr + Mo + V)/5 + %(Ni + Cu)/15

O tratamento térmico foi realizado na SOCIESC serviços de engenharia. O bloco foi aquecido a uma temperatura de 450 °C durante uma hora. Na seqüência elevou-se a temperatura até a temperatura de recristalização de 780 °C pelo período de uma hora e meia para realizar o recozimento da peça. O bloco foi resfriado até 670 °C e manteve-se esta temperatura por cinco horas. Após esta etapa foi realizado o tratamento térmico de austempera. O bloco foi aquecido a 870 °C por 35 minutos e resfriado para 160 °C em um tanque de salmoura. Na seqüência foi realizado o revenimento da peça a temperatura de 530 °C por cinco horas e meia. Foi realizada a limpeza e o controle final do processo, variando a dureza de 38 a 40 HRC na superfície do bloco.

As brocas usadas foram helicoidais de metal duro, classe P40, de 6 mm de diâmetro com afiação em cruz e redução da aresta transversal. Os experimentos foram realizados sem o uso de lubri-refrigerante para avaliar o desempenho dos revestimentos em condições severas de desgaste.

Os parâmetros de corte utilizados no ensaio são mostrados na Tabela 2.

**Tabela 2. Parâmetros de corte empregados no ensaio de furação do AISI P20.**

Velocidade de corte [m/min]	Avanço [mm/rot]	Incremento [mm]
40	0,1	18 (contínuo)

Estes valores foram estabelecidos com auxílio dos fornecedores da ferramenta e do revestimento. Adicionalmente foram realizados ensaios preliminares para avaliar os parâmetros de corte. No ensaio preliminar a velocidade de corte de 60 m/min resultou no colapso da broca de TiN (Nitreto de Titânio) em apenas 20 furos.

Na Figura 1 apresenta-se uma visão geral do topo das brocas com os três revestimentos.



Figura 1. Brocas helicoidais DIN 338 Ø 6 mm com revestimento de TiN (a), AlTiCN (b) e AlTiCrN (c).

Todas as ferramentas apresentavam a mesma geometria e afiação da ponta da broca. As brocas helicoidais com ângulo de ponta de 140° e ângulo de hélice de 20° apresentavam uma afiação em cruz com redução da aresta transversal para 0,2 mm. As brocas sem revestimento foram produzidas no mesmo lote e os revestimentos foram aplicados pelo processo de PVD.

## 2.2. Ensaios de Caracterização de Revestimentos por Indentação Rockwell C

Este ensaio tem o objetivo de avaliar qualitativamente a adesividade do revestimento sobre o substrato das brocas em metal duro. Para isso foram realizadas indentações em uma área plana do corpo de prova com um durômetro, carga de 0,1 kgf e um penetrador Rockwell C cone esférico de diamante com ângulo de 120° no vértice e ponta esférica com um raio de 0,002 mm (NORMA DIN 50103 e ASTM E 18-42).

Na Figura 2 apresentam-se os corpos de prova e as indentações realizadas para os três revestimentos aplicados nas brocas de metal duro, onde as letras identificam três regiões distintas no ensaio: (a) o substrato da ferramenta, (b) a superfície externa do revestimento e (c) o anel da camada do revestimento.



Figura 2. Corpo de prova para avaliação da adesividade e a espessura da camada dos revestimentos de TiN (I), AlTiCN (II) e AlTiCrN (III).

Os revestimentos apresentaram as mesmas características técnicas. Uma camada homogênea de aproximadamente 2,5 µm de espessura. A análise qualitativa realizada pelo fornecedor dos revestimentos indicou que os três possuem o mesmo grau de aderência da camada HF1, que considerando uma escala de 1 a 6, sendo 1 a melhor e 6 a pior condição de aderência, logo todos os revestimentos apresentaram a aderência máxima na análise.

## 2.3. Monitoramento do sistema máquina-ferramenta-peça

Adicionalmente ao monitoramento do desgaste das brocas foram acompanhados os valores da corrente elétrica consumida durante a usinagem, as vibrações do sistema máquina-ferramenta-peça e a emissão acústica durante a vida das ferramentas.

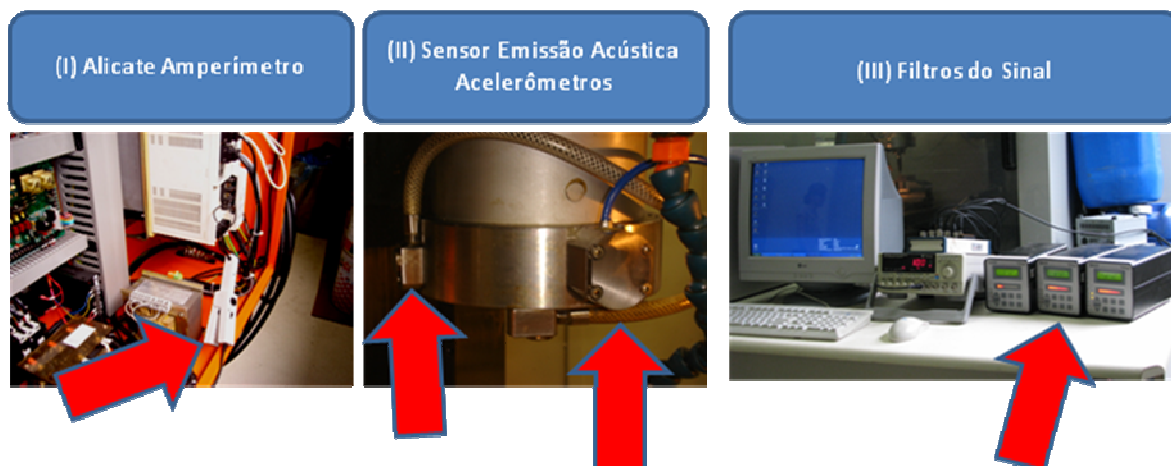


Figura 3. Sensores de monitoramento do processo no ensaio de furação.

O sinal de vibrações do sistema máquina-ferramenta-peça e a emissão acústica foram adquiridos simultaneamente com os sinais de corrente e tensão, ou seja, a linguagem de programação iniciava a aquisição dos sinais recebidos pela placa ao mesmo tempo. Desta forma a taxa e o tempo de aquisição foram os mesmos para os três sinais monitorados (corrente, vibrações e emissão acústica).

### 3. RESULTADOS OBTIDOS

#### 3.1. Curva de Desgaste da Ferramenta

Na Figura 4 é apresentado o comportamento do desgaste de flanco das brocas em função do tempo de vida da ferramenta calculado a partir do número de furos produzidos.

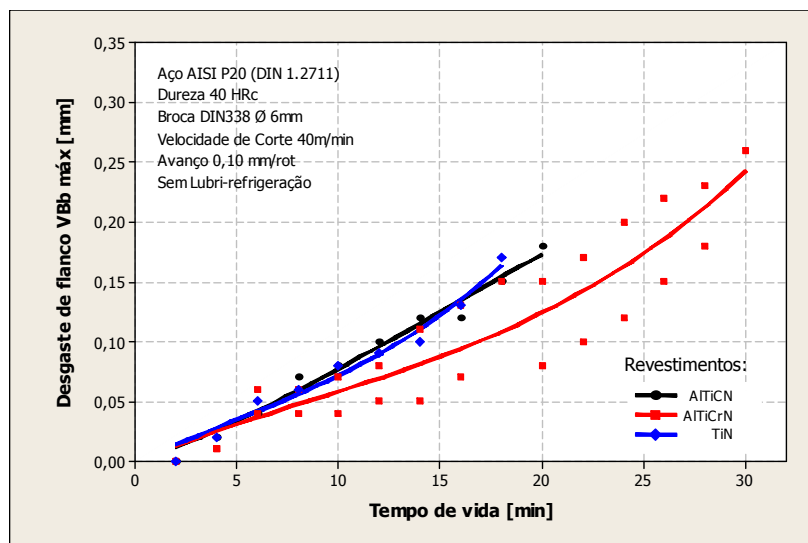


Figura 4. Comparação entre os resultados do desgaste de flanco em função do tempo de vida para os três revestimentos das brocas.

No início do ensaio de furação, aproximadamente até os quatro primeiros minutos de tempo de vida os três revestimentos apresentaram um comportamento semelhante de desgaste. Notou-se uma pequena faixa de desgaste de flanco de pouco mais de 0,02mm na quina da broca. Deste ponto em diante nota-se uma mudança no regime de desgaste nos revestimentos de TiN e AlTiCN. Nas fotos retiradas nos intervalos de medição (ver Fig. 5) ambos os revestimentos foram removidos estes pela ação dos mecanismos de abrasão e adesão deixando as arestas de corte sem revestimento. A adesão de material nas arestas principal e transversal de corte da broca, resultaram em lascamento das arestas e colapso da broca. O revestimento de AlTiCrN (Nitreto de Cromo Titânio Alumínio) suportou melhor as condições de trabalho, mantendo uma menor quantidade de material aderido as arestas de corte. As brocas com este revestimento, AlTiCrN, não apresentaram lascamentos e não ocorreu o colapso de nenhuma das ferramentas sendo o experimento interrompido ao atingir o tempo de vida de 30 minutos.

A Figura (5-a) mostra as principais avarias ocorridas durante o ensaio de desgaste das brocas. As condições de temperatura e a adesividade do material provocam o desgaste da ponta da broca removendo o revestimento e expondo o



substrato à ação do atrito contra a superfície da peça, acelerando a severidade do desgaste. Segundo Trent e Wright (2000), a redução da velocidade de corte, a adesividade do material e as tensões geradas na aresta de corte são fatores que dificultam o processo de furação e causam o lascamento do gume (Fig. 5-b).

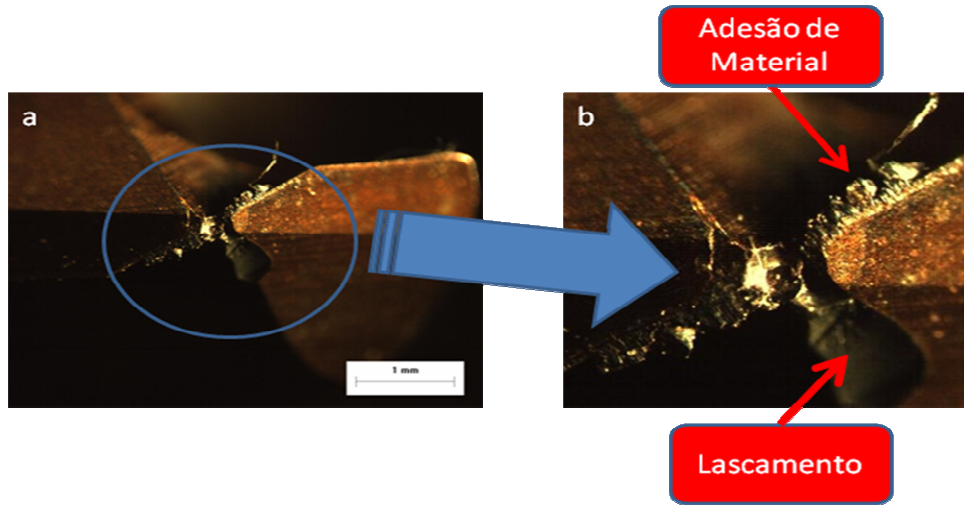


Figura 5. Marcas de desgaste na aresta de corte das brocas revestidas. Lascamento da aresta de corte (a) e desgaste de flanco VB<sub>b</sub> na aresta principal de corte (b).

Sugere-se que a mudança na geometria em função do lascamento do gume tenha provocado um desequilíbrio na distribuição dos esforços na broca e por conseqüência a quebra da broca no furo. Zeilmann e Vacaro (2008) relatam o mesmo comportamento em seu estudo sobre o processo de furação do aço P20 com brocas de aço rápido. Os autores sugerem que nas condições de ensaiadas apesar da baixa velocidade de corte o maior tempo de contato da aresta de corte foram os fatores que causaram o maior desgaste da ferramenta. Notou-se o melhor desempenho do revestimento de AlTiCrN que nas mesmas condições de corte que os outros revestimentos (TiN e AlTiCN) apresentou um desgaste menos acentuado na ponta da aresta e sem a ocorrência de lascamentos. Rawat e Attia (2009) analisando o comportamento o desgaste de ferramentas revestidas sem lubri-refrigeração relatou o aumento das forças de corte e a ocorrência de delaminação do revestimento em seu estudo sobre a furação a altas velocidades de compósitos de fibra de carbono. Apesar de não se ter encontrado indícios de delaminação em nenhum dos revestimentos aplicados neste estudo esta avaria poderia estar associada aos lascamentos ocorridos na região da aresta transversal.

### 3.2. Monitoramento da corrente

O monitoramento da corrente requerida pelo eixo-árvore nas furações foi realizado durante todo o experimento. Contudo devido a alta taxa de aquisição optou-se por analisar o comportamento das brocas apenas no primeiro furo desconsiderando-se o efeito do desgaste da ferramenta. Na Figura (6) pode-se observar o comportamento da corrente elétrica e comparar o resultado para os três revestimentos aplicados nas brocas.

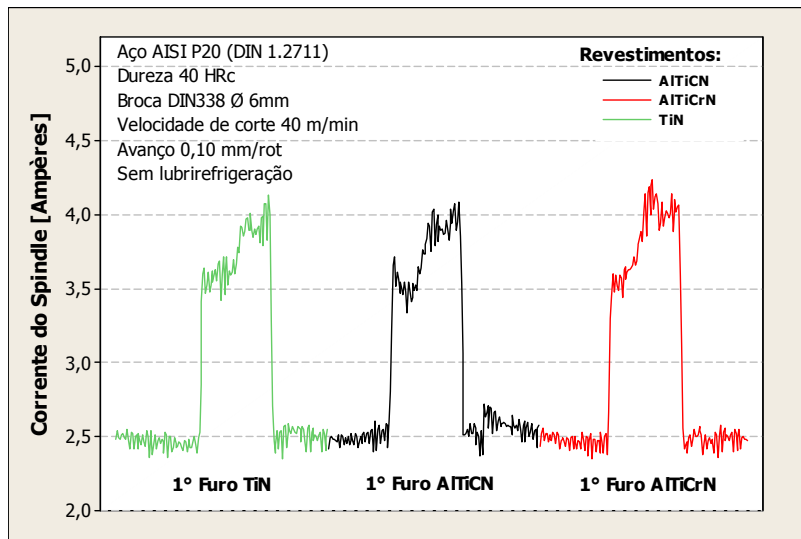


Figura 6. Comparação entre os resultados do desgaste de flanco em função do tempo de vida para os três revestimentos das brocas.

O gráfico de corrente na Fig. (6) mostra que não há diferença para o carregamento para os três revestimentos aplicados nas brocas. Nota-se que no momento em que a ponta da broca toca a superfície da peça há um aumento significativo na corrente consumida pelo servo-motor do eixo-árvore para manter a ferramenta em rotação e também se percebe um aumento gradativo da corrente a medida que a broca penetra o material devido ao esforço para expulsar os cavacos de dentro do furo e o atrito da guias com a parede do furo. Realizou-se o acompanhamento do espectro da corrente em cinco estágios de desgaste da ferramenta. Os cinco estágios foram determinados em função do número de furos produzidos até o final de vida da ferramenta. Na Figura (7) apresenta-se o comportamento da corrente elétrica na furação com broca revestida com TiN (nitreto de titânio).

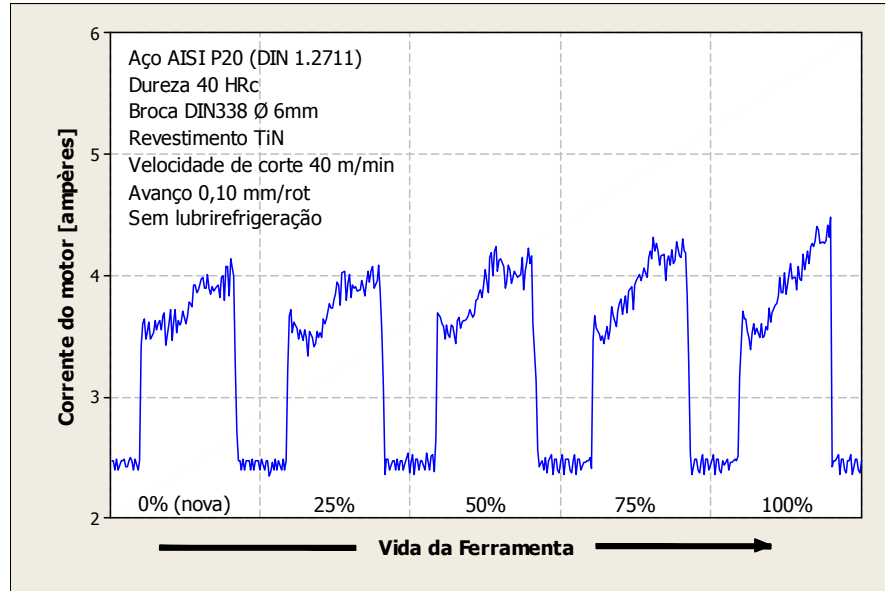


Figura 7. Comportamento do espectro da corrente do *Spindle* em função do tempo de vida da broca revestida com TiN.

Os espectros na Figura (7) mostram um aumento gradativo da corrente consumida pelo motor à medida que a ferramenta se aproximava do final da vida. Este efeito comprovou a sensibilidade do sistema em função do desgaste da ferramenta, mas não mostrou diferenças significativas para a comparação entre os revestimentos. O espectro do sinal da corrente para os outros dois revestimentos não foram apresentados neste artigo devido a semelhança dos resultados.

### 3.3. Monitoramento das vibrações

As vibrações efetivas do sistema foram coletadas durante todo o ensaio de furação para registrar mudanças no processo. Contudo o comportamento dos espectros das vibrações nos eixos X e Z da máquina-ferramenta não apresentaram mudanças perceptíveis a variação do tipo de revestimento da broca. Na Figura 8 apresentam-se os espectros das vibrações na máquina.

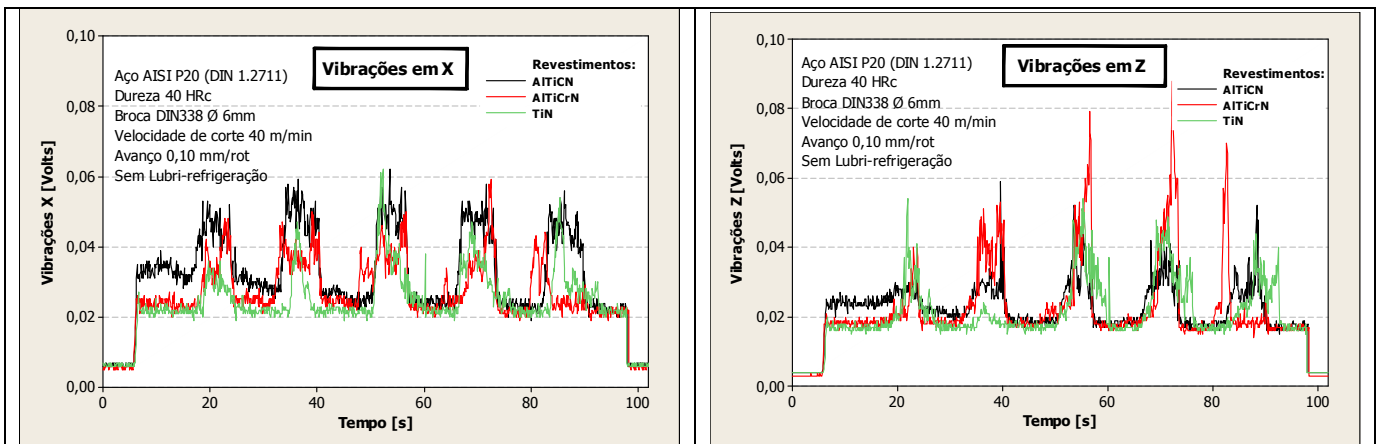


Figura 8. Análise das vibrações nos eixos X e Z em função do tempo de usinagem para os três revestimentos das brocas.

A análise foi realizada observando o comportamento das vibrações nos cinco primeiros furos de cada broca. Apesar de notar-se uma pequena variação no sinal antes do primeiro furo consideraram-se as vibrações no eixo X da máquina estáveis e com o mesmo comportamento para os três revestimentos. No eixo Z a intensidade do sinal aumentou a medida que os furos foram realizados. Notou-se a presença de picos no sinal caracterizando o desequilíbrio do sistema. Como o processo é contínuo e os fenômenos que ocorrem dentro do furo não são facilmente percebidos sugere-se que a adesão e o lascamento das arestas de corte sejam responsáveis por este efeito.

### 3.4. Monitoramento do sinal de emissão acústica

O sinal de emissão acústica foi coletado para cada broca durante o ensaio de furação. Assim como o sinal das vibrações não houve variação em função do tipo de revestimento. Contudo notou-se uma mudança significativa em função do estado da ferramenta. Na Figura 9 apresenta-se o sinal de EA em função do estado de desgaste da broca apenas para a broca de TiN na velocidade de corte de 40 m/min, pois os outros revestimentos apresentaram o mesmo comportamento.

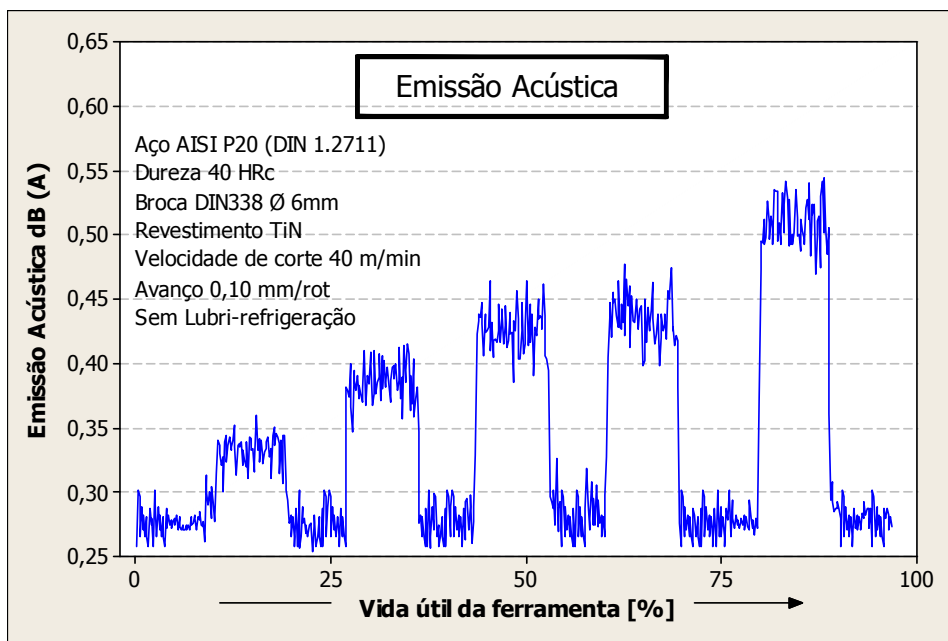


Figura 9. Sinal de emissão acústica (EA) em função da vida da ferramenta para o revestimento de TiN.

O espectro da emissão acústica no ensaio de furação aumentou a intensidade de forma gradativa a cada furo e nas brocas que sofreram o colapso total o último furo apresentou o maior valor daquela série. A perda do corte da ferramenta e o fato de o sistema de corte ser fechado, contido pelas paredes do próprio furo. Além da dificuldade em expulsar os cavacos da região de corte e as possíveis mudanças estruturais do material da peça causadas pela elevação da temperatura na área de corte são algumas das características que poderiam justificar a relação entre o aumento da intensidade sinal de EA em função do desgaste da ferramenta.

## 4. CONCLUSÃO

Este estudo contribuiu para se conhecer melhor a influência do revestimento no desgaste de brocas de metal duro no processo de furação do aço AISI P20 temperado. As conclusões obtidas neste estudo são:

- O revestimento de nitreto de titânio cromo alumínio (AlTiCrN) apresentou o melhor desempenho, aumentando o tempo de vida da ferramenta em 50 % quando comparado aos outros dois revestimentos testados;
- O mecanismo de desgaste de adesão foi predominante neste experimento para os três revestimentos e o lascamento da aresta de corte resultou no colapso total das brocas;
- As vibrações do sistema máquina-ferramenta-peça e do sinal de emissão acústica e a medição da corrente elétrica no eixo-árvore não foram afetados pelo tipo de revestimento aplicado às brocas, contudo os três mostraram-se sensíveis as variações de desgaste da ferramenta.

Sugere-se realizar a continuidade do estudo avaliando a influência de outros fatores, tais como a variação da espessura da camada do revestimento, o número de camadas, além de outros revestimentos ainda não aplicados ao processo de furação.

## 5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Sociedade Educacional de Santa Catarina, pela infraestrutura de laboratório na FMS e ao Instituto Federal de Santa Catarina e a Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelo apoio, suporte técnico. A Indek Aços, Top Tools e a Brasimet pelo fornecimento dos recursos necessários aos experimentos essenciais à realização deste artigo.

## 6. REFERÊNCIAS

- Andrade, Cássio Luiz Francisco de. Análise da Furação do Ferro Fundido Vermicular com Brocas de Metal-Duro com Canais Retos Revestidas com TiN e TiAlN. Dissertação de mestrado em Engenharia Mecânica. USFC. Florianópolis, 2005.
- Diniz, Anselmo Eduardo; MARCONDES, Francisco Carlos; COPPINI, Nivaldo Lemos. Tecnologia da Usinagem dos Materiais. São Paulo: Art Lîber Ltda. 5a ed., 2006.
- Hogmark, S.; Olsson, M. 2006. Mecanismos de desgaste no aço-rápido. Revista Máquinas e Metais, 491:28-49.
- International Organization for Standardization. Tool-life testing with single-point turning tools: ISO 3685. 2 ed. Genève, Switzerland, 1993.
- Kao, W.H. High-speed drilling performance of coated micro-drills with Zr-C:H:Nx% coatings. Journal of Wear. Vol. 267 (2009) pp. 1068-1074.
- Nordtest Method. Cutting fluids for drilling: evaluation by drill life test: NT MECH 038. Finland, 1997. Disponível em: <<http://www.nordtest.org>>. Acesso em: 02 Outubro de 2008.
- Rawat, Sanjay e Attia, Helmi. Characterization of the dry high speed drilling process of woven composites using Machinability Maps approach. CIRP Annals - Manufacturing Technology. Vol. 58 (2009) pp. 105-108.
- Zeilmann, Rodrigo Panosso e VACARO, Tiago. Aplicação de brocas de aço-rápido na usinagem a seco do aço AISI P20 Estudos Tecnológicos - Vol. 4, n° 3: 180-187 (set/dez. 2008) ISSN 1808-7310.

## 7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

# INFLUENCE OF COATING ON LIFE OF CEMENTED CARBIDE DRILLS IN MACHINING STEEL AISI P20

Valter Vander de Oliveira, Msc [valterv@ifsc.edu.br](mailto:valterv@ifsc.edu.br)<sup>1</sup>  
Ernesto Berkenbrock, [ernesto.b@sociesc.org.br](mailto:ernesto.b@sociesc.org.br)<sup>2</sup>  
Marcelo Luiz Arias, Msc [marcelo.arias@sociesc.org.br](mailto:marcelo.arias@sociesc.org.br)<sup>2</sup>  
Prof. Adriano Fagali de Souza, Ph.D [adriano.fagali@sociesc.org.br](mailto:adriano.fagali@sociesc.org.br)<sup>2</sup>  
Prof. Paulo André de Camargo Beltrão, Ph.D, [beltrao@utfpr.edu.br](mailto:beltrao@utfpr.edu.br)<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Santa Catarina, Rua Pavão, 1337. Bairro Costa e Silva. CEP: 89220-200.

<sup>2</sup>Sociedade Educacional de Santa Catarina, Rua Albano Schimidt, 3333. Bairro Boa Vista. CEP: 89220-100.

<sup>3</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná, DAMEC/PPGEM, Avenida Sete de Setembro, 3165. Rebouças. Curitiba. Paraná.

**Abstract.** *Technological development of cutting tools allowed the machining of hardened materials without the need of semi-rough eliminating the losses related to disruption of the process due to heat treatment. Whenever some machining processes such as drilling still represent a challenge to work with parts above 30 HRC. The use of new coatings on cemented carbide tools indicates a possible overcoming this problem. This article reports a study of the effects of coating of solid drills carbide in drilling of AISI P20 steel hardened. For the development of tests were used twist drills DIN 338, with two edges, TiN coated, and AlTiCN AlTiCrN in machining of hardened AISI P20 steel with a hardness of 40 HRC. The predominant wear mechanisms in the drill were the abrasion and adhesion. The lack of cutting fluid made the process pretty awful, subjecting the extreme thermal tools. The coating of TiN AlTiCrN surpassed AlTiCN and number of holes produced 50% more than the TiN coating used as a reference for the test. The vibration and acoustic emission revealed no major changes in behavior for the three coatings, however, were sensitive to tool wear. The experiments showed a significant change in the behavior of the curve of tool wear based on the type of coating and loss of coating on the cutting edges wear became more severe in the region of contact with the part resulting in the collapse of the tool.*

**Keywords:** *drilling, coatings, wear mechanisms.*