



## AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE BROCAS REVESTIDAS COM TiN NOVAS E REAFIADAS NA FURAÇÃO DO AÇO ABNT 1045

**Sandro Cardoso Santos**

**Alexandre Martins Reis**

**Marcio Bacci da Silva**

Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia

***Resumo.** Este trabalho tem por objetivo avaliar o desempenho de brocas de aço-rápido novas revestidas com TiN e reafiadas sem a deposição de novo revestimento, na furação a seco do aço ABNT 1045 recozido. A avaliação de desempenho é feita com base na vida da ferramenta e na formação de rebarbas na saída dos furos. Os resultados obtidos mostram que as ferramentas reafiadas podem apresentar desempenho superior ao das ferramentas novas segundo todos os critérios avaliados.*

***Palavras-chave:** furação, brocas revestidas, rebarbas.*

### 1. INTRODUÇÃO

A superioridade do desempenho das brocas revestidas quando comparado ao das brocas não revestidas é incontestável. Além de possibilitar o aumento da vida das ferramentas, os revestimentos são responsáveis pela redução do torque e da força de avanço (Chen et. al., 1999).

Um possível aspecto negativo relacionado à utilização de brocas revestidas é a necessidade da deposição de novo revestimento após cada reafiação, o que requer um intervalo de tempo maior entre o fim de vida da ferramenta e a sua reutilização. Esses procedimentos elevariam os custos não só devido à deposição do novo revestimento mas também à necessidade da manutenção de um número maior de ferramentas em estoque. A reafiação das brocas sem a deposição de novo revestimento é uma alternativa para a redução dos custos. Cselle (1998) apresenta resultados que mostram que brocas de metal duro reafiadas e que não receberam novo revestimento podem apresentar desempenho próximo ao das ferramentas novas e consideravelmente superior ao das ferramentas não revestidas. Esses resultados transformam um possível inconveniente em uma vantagem a mais para a utilização de brocas revestidas.

Os resultados da investigação do desempenho de brocas de aço-rápido revestidas com TiN novas e reafiadas na furação a seco do aço ABNT 1045 recozido são apresentados neste trabalho. A avaliação de desempenho foi feita com base na vida das ferramentas e no tipo de rebarbas formadas na entrada e na saída dos furos.

A formação de rebarbas nos processos de usinagem pode causar uma série de problemas na peça. De acordo com Kim et al. (2001) esses problemas podem estar relacionados com a dificuldade na montagem das peças, redução da resistência à fadiga, aceleração do processo de desgaste em componentes móveis, curto-circuito em componentes elétricos (Srinivasan et al., 1995), risco de acidente no manuseio das peças e a necessidade da operação de rebarbação.

Apesar da existência de vários trabalhos que tratam do estudo da formação de rebarbas na furação, ainda não utilizam um consenso quanto a um padrão de nomenclatura e classificação de rebarbas. De acordo com Ko et al. (2001) as rebarbas de saída são divididas em três tipos, como mostra a Fig. 1.

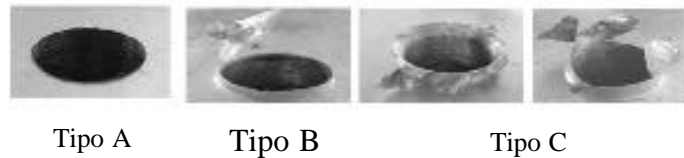


Figura 1 Classificação das rebarbas de saída formadas na furação (Ko et al. 2001)

As rebarbas do tipo “A” são formadas na furação de materiais frágeis, resultado da baixa capacidade de deformação plástica. À medida que a broca se aproxima da saída do furo, as tensões aumentam e o material é fraturado, que pode dar origem a um chanfro ao longo da circunferência do furo. As rebarbas do tipo “B” originam-se com a ruptura do material da peça próximo à parede do furo. O material deformado forma um “chapéu” e a rebarba originada possui geometria uniforme. As rebarbas do tipo “C” originam-se com a ruptura do material deformado no centro do furo. O material é deslocado na direção da circunferência do furo, dando origem a rebarbas grandes e irregulares.

Os mecanismos de formação das rebarbas apresentados por Kim et al. (2001) são mostrados na Fig. 2. Segundo os autores, a classificação das rebarbas depende de suas aplicações.

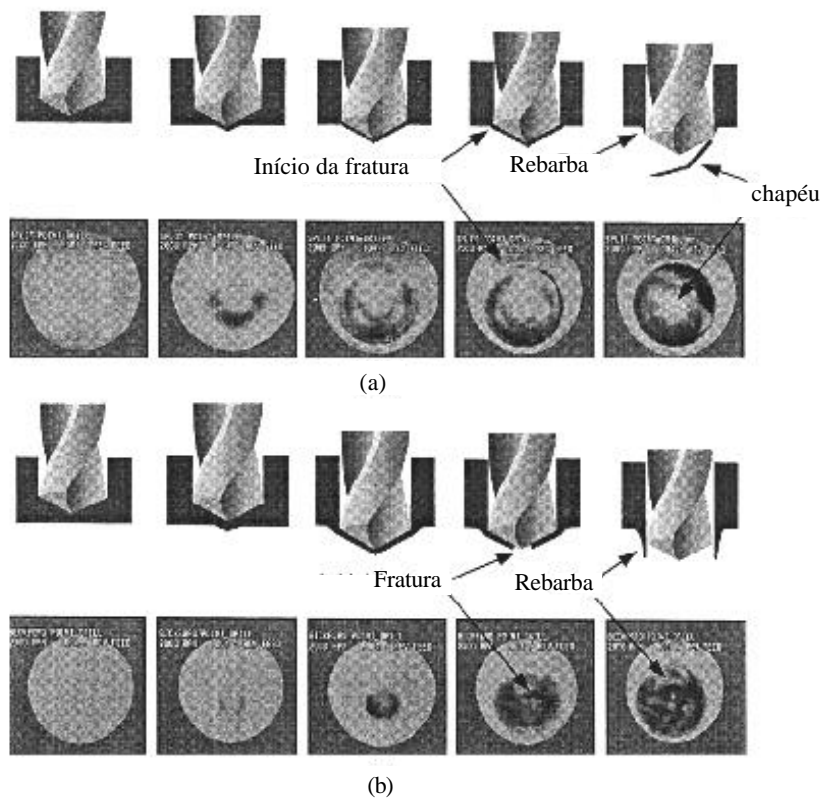


Figura 2. Mecanismos de formação de rebarbas Kim et al. (2001) (imagens obtidas por meio de filmagem a alta velocidade).

As rebarbas com formação do “chapéu” são mostradas na Fig. 2 (a). Nota-se o início da fratura na região próxima à parede dos furos. A formação das rebarbas em forma de “coroa” é mostrada na seqüência de imagens da Fig. 2 (b). Nesse caso a fratura tem início no centro do furo.

Há um certo consenso entre os autores no que diz respeito aos fatores que influenciam o tamanho e a geometria das rebarbas na furação. Gillespie (1976) considera a geometria da broca, as

condições de corte e o material da peça como principais fatores. Pande (1986) aponta o diâmetro da broca, o avanço, a relação comprimento/diâmetro e a dureza do material nas dimensões das rebarbas. O tamanho de grão do material usinado torna-se importante na furação de diâmetros menores que 2,5 mm (Sugawara e Inagaki, 1982).

Este trabalho tem por objetivo avaliar o desempenho de brocas helicoidais de aço-rápido novas revestidas com TiN e reafiadas sem a deposição de um novo revestimento, na furação a seco do aço ABNT 1045 recozido. Os critérios de avaliação foram a vida da ferramenta, medida em número de furos e o tipo de rebarba formado na saída dos furos.

## 2. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Foram utilizadas 5 brocas de aço-rápido de diâmetro 6 mm, revestidas com TiN, na furação a seco de barras de aço ABNT 1045 recozido, com 16,5 mm de espessura.

Os testes foram realizados em um centro de rosqueamento Brother modelo TC-290N-O com potência de 9 kW.

As condições de corte adotadas foram: velocidade de corte de 30 m/min e avanço de 0,15 mm/rot.

Os critérios de fim de vida adotados foram a falha catastrófica e/ou a perda da qualidade dimensional do furo, determinada por meio de um calibre. Se o calibre não passasse livremente através do furo, o ensaio era encerrado.

A Figura 3 mostra uma fotografia tirada durante o ensaio.

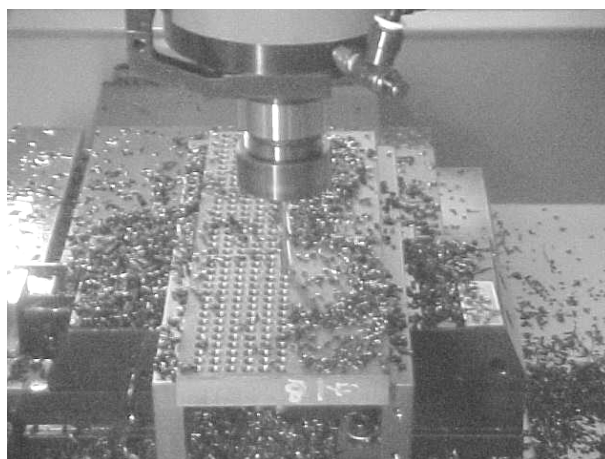


Figura 3. Montagem experimental

Foram realizados furos passantes em seqüência ininterrupta durante todo o ciclo de vida da ferramenta. Inicialmente foram utilizadas ferramentas novas, que após chegarem ao final de vida, eram reafiadas e reutilizadas em um novo teste nas mesmas condições.

As brocas utilizadas pertenciam a três lotes diferentes, sendo 3 pertencentes ao lote A, 1 ao lote B e 1 ao lote C.

## 3. RESULTADOS

A Figura 4 mostra os valores da vida das ferramentas. Em três das cinco situações ensaiadas, a vida das brocas reafiadas foi ligeiramente maior que a da broca nova. Nos dois outros ensaios a vida das brocas novas foi sensivelmente superior à das brocas reafiadas.

As ferramentas que apresentaram melhor desempenho quando novas tiveram o pior desempenho quando foram reafiadas, o que pode ser atribuído a possíveis alterações na estrutura do material da ferramenta, como consequência das elevadas temperaturas ou das deformações plásticas da ponta da broca.

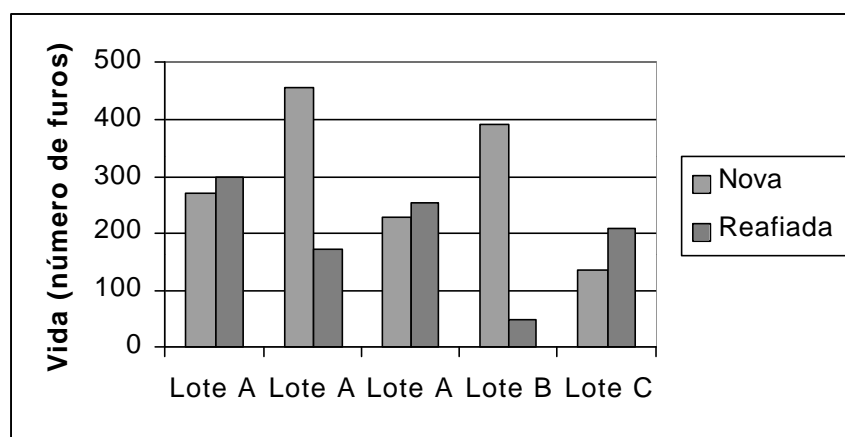


Figura 4. Vida das ferramentas

O melhor desempenho das ferramentas reafiadas em relação às ferramentas novas pode ser atribuído à falta de acuracidade na afiação das brocas que, segundo Kanai et al. (1979) é causa da grande variação na vida das brocas. Comparando os valores de vida das três ferramentas que apresentaram melhor desempenho quando reafiadas, pode-se observar que quanto melhor o desempenho da ferramenta nova, melhor é o seu desempenho quando reafiada. Essa situação evidencia a influência de características presentes desde a fabricação da ferramenta.

A tabela 1 mostra os critérios determinantes do fim de vida das ferramentas em todos os ensaios realizados. Os espaços indicados com asterisco mostram o critério observado.

Tabela 1. Critério de fim de vida predominante

Broca	Lote	Condição de afiação	Vida (Nº. de furos)	Critério de fim de vida	
				Falha catastrófica	Calibração do furo
1	A	Nova	270	*	*
		Reafiada	298	*	*
2	A	Nova	456	*	
		Reafiada	175		*
3	A	Nova	230	*	
		Reafiada	255	*	
4	B	Nova	392	*	
		Reafiada	47	*	
5	C	Nova	136	*	*
		Reafiada	209	*	

Conforme mostra a tabela 1, o critério de fim de vida mais freqüente foi a falha catastrófica. O fim de vida com base nas dimensões do furo foi observado em quatro situações, sendo determinante do final de vida em apenas uma delas. Esses resultados mostram que a variação dimensional dos furos ao longo da vida das ferramentas não segue um comportamento padrão.

Verificou-se a influência da acuracidade da afiação nas rebarbas produzidas. A Figura 5 mostra as rebarbas produzidas pela ferramenta 1 quando nova e reafiada. segundo a classificação de Ko et al. (2001) as rebarbas produzidas pelas brocas novas são do tipo “C” as geradas pelas brocas reafiadas são do tipo “B”.

As rebarbas geradas pela broca reafiada são preferenciais em relação às geradas pela broca nova, por apresentarem menor quantidade de material deformado.

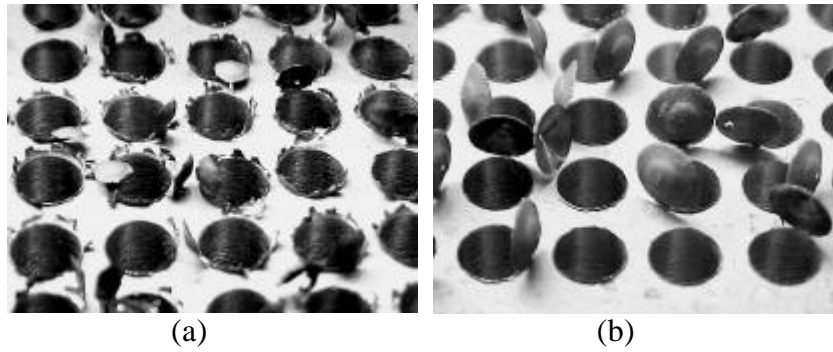


Figura 5. Rebarbas de saída geradas pela broca 1 (a) nova, (b) reafiada.

O tipo de rebarba gerado não apresentou relação com o desempenho das brocas e sim com o fato de elas serem novas ou reafiadas. A Figura 6 mostra as rebarbas geradas pela broca 2 nova e reafiada.

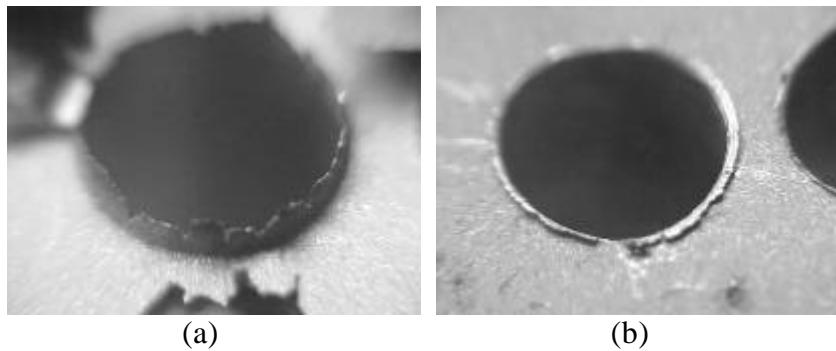


Figura 6. Rebarbas de saída geradas pela broca 2 (a) nova, (b) reafiada

Apesar de a broca 2 apresentar melhor desempenho quando nova, o tipo de rebarba gerada com a ferramenta nova é semelhante à gerada pela ferramenta 1, que apresentou melhor desempenho quando reafiada.

Os furos gerados pelas brocas novas apresentam rebarbas de entrada menores que as geradas pelas brocas reafiadas. Uma possível causa para o comportamento das rebarbas de entrada e de saída é o arredondamento da aresta de corte devido à presença do revestimento que tendem a deformar uma quantidade maior de material. O desenho esquemático da Fig. 9 ilustra essa afirmação.

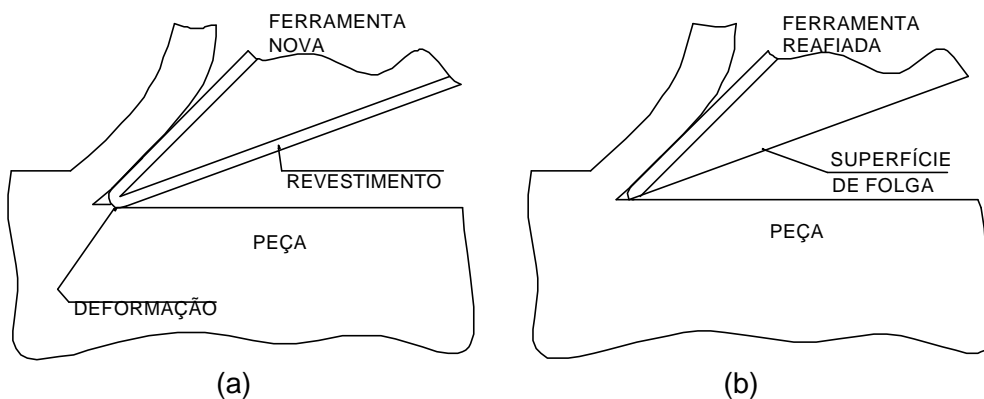


Figura 7. Esquema do corte com ferramenta nova e reafiada

A maior tendência de deformar o material contribui para a formação da trinca no centro dos furos, onde as deformações são maiores (Fig. 7a). A aresta de corte da broca reafiada (Fig. 7b) é menos propensa a deformar o material da peça e tende a cortar o material. A Figura 8 mostra a região da parede do furo, próximo à saída, durante o processo de formação do “chapéu” em uma liga de alumínio.

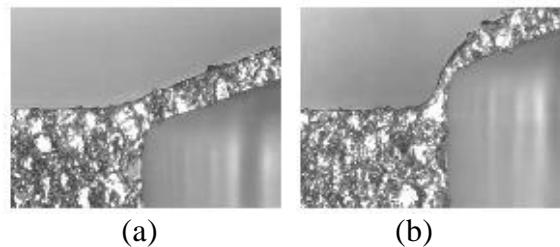


Figura 8. Detalhe da formação do “chapéu” (Ko et al., 2001)

Como mostra a Fig. 8, quando a broca deixa o furo, uma porção de material é deformada antes de iniciar a fratura. À medida que a broca avança (Fig. 8b) a ação da ponta de corte da broca tende a cortar o material deformado e formar o “chapéu”. A arredondamento da ponta de corte revestida reduz a tendência de corte, o que favorece a formação das rebarbas. A maior deformação plástica na furação com brocas novas é um dos fatores que pode ter contribuído para a menor vida das ferramentas em relação às ferramentas reafiadas.

#### 4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados, pode-se concluir que:

- A presença do revestimento na aresta de corte e na superfície de saída pode ser incluída entre os fatores que afetam o tipo de rebarba produzido na furação.
- A vida das brocas revestidas reafiadas pode ser superior à verificada para as ferramentas novas.
- Entre as ferramentas que apresentaram maior vida quando reafiadas, observou-se que quanto maior a vida da ferramenta nova, tanto maior foi a vida quando reafiadas.
- A falha catastrófica foi o principal critério de fim de vida observado. A dimensão dos furos no final de vida das ferramentas não apresentou comportamento uniforme.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à OSG Ferramentas de Precisão Ltda. pelo fornecimento das ferramentas, materiais e equipamentos utilizados na realização dos ensaios.

#### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cselle, T. 1998, “Carbide Drills: at the Peak of Development?”. Guhing Company, 85 p.

Gillespie, L. K., Blotter, P. T., 1976, “The formation properties of machining burrs, ASME Journal of Engineering for Industry, Vol. 98 (1).

Kanai, M., Kanda, Y., 1979, “Statistical Characteristics of Drill Wear and Drill Life for the Standardized Performance Tests” Annals of the CIRP, pp. 61 – 66.

Kim, J., Min, S., Dornfeld, D. A., 2001, "Optimization and control of drilling burr formation of AISI 304L and AISI 4118 based on drilling burr control charts", International Journal of Machine Tools and Manufacture, Vol. 41, pp. 923-936.

Ko, S. L., Lee, J. K., 2001 "Analysis of burr formation in drilling with a new-concept drill", Journal of Materials Processing Technology, Vol. 113, pp. 392-398.

Pande, S., Relekar, H., 1986, "Investigation on reducing burr formation in drilling", International Journal of Machine Tools Design", Vol. 26 (3).

Srinivasan, M. N., Hought, C. L., Bolton R. W., Davis, F. M., 1995, "Evaluation of Drilled hole quality in printed circuit boards", Transactions of the ASME, Vol. 117, pp. 248-252.

Sugawara, A., Inagaki, K., 1982, "Effect of workpiece structure on burr formation in micro-drilling", Precision Engineering, Vol. 4, N<sup>o</sup>. 1, pp. 9-14.

## **PERFORMANCE OF TiN-COATED HIGH SPEED STEEL DRILLS WITH THE ORIGINAL GEOMETRY AND REGROUNDED WITHOUT RECOATING**

**Abstract:** The main objective of this work is to evaluate the performance of TiN-coated high speed steel drills, with the original geometry and after regrinding. After regrinding the tools are not recoated. The performance of the tools are assessed through tool life and burr formation when machining tempered ABNT 1045 steel. The results shown that reground tools can have superior performance according to both criteria.

**Keywords:** *drilling, coated drills, burr, reground drills.*