

ESTUDO DAS AVARIAS EM BROCA DE METAL DURO NA FURAÇÃO DO AÇO INOX 316

Richard Corrêa Esteves Júnior, richard.junior@ifsudestemg.edu.br¹

Jéssica Tito Vieira, jessica.tito@hotmail.com²

Camilo Lellis dos Santos, camilo_santos@ufs.br²

Carlos Henrique Lauro, carloslauro@ufs.br²

Lincoln Cardoso Brandão, lincoln@ufs.br²

¹Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais- Campus Santos Dumont- Rua Técnico Panamá, 45, Quarto Depósito, Santos Dumont- MG- CEP 36240-000

²Universidade Federal de São João del Rei- Praça Frei Orlando, 170, Centro, São João del Rei- MG- CEP 36307-352

Resumo. A furação é uma das etapas preliminares em diversas operações de usinagem, sendo realizada em praticamente todo produto acabado. O aço inox é cada vez mais empregado para a fabricação de diversos bens de consumo, desde peças de conjuntos mecânicos sofisticados até utensílios domésticos, sendo o aço inox AISI 316 um dos mais utilizados. A necessidade de redução de custos de manufatura e o aumento de produtividade cada vez maiores nas indústrias, torna muito importante o conhecimento do desempenho de ferramentas tão comuns aos processos de fabricação mecânica por usinagem como as brocas helicoidais, principalmente quando são fabricadas de metal duro e revestidas com elementos com características favoráveis. Este trabalho analisou as principais avarias apresentadas por uma broca de metal duro na furação de chapas de aço inox 316. Foram realizados 950 furos com 15 observações intermediárias considerando-se o surgimento e progresso das principais avarias na ferramenta. Foi possível perceber que a adesão de material acompanhada do surgimento de aresta postiça e posterior lascamento foi o principal problema encontrado. As avarias monitoradas nas duas arestas não apresentaram comportamento parecido e uma das regiões mais afetadas foi aquela próxima a aresta transversal.

Palavras chave: Aço inox 316. Furação. Broca helicoidal. Metal duro

1. INTRODUÇÃO

A furação é uma das operações de usinagem mais importantes no setor de manufatura, sendo a operação preliminar ao rosqueamento interno, alargamento, brochamento, mandrilhamento e tantos outros processos. Ela está presente nas etapas de fabricação de praticamente todos os dispositivos e equipamentos mecânicos fabricados atualmente.

De acordo com Vieira *et al.* (2017), os erros geométricos e dimensionais, a presença de rebarbas e a rugosidade definem usualmente a qualidade do processo de furação. Conforme Costa *et al.* (2011), a qualidade da afiação e a geometria da ponta da broca influenciam fortemente a precisão do furo. Os mecanismos de desgaste e as avarias que ocorrem com as ferramentas de corte são um dos principais causadores da maioria de problemas que afetam a precisão e a qualidade dos furos.

Freitas *et al.* (2017) relata que o aço inox é amplamente aplicado em componentes aeroespaciais como buchas, eixos, válvulas, parafusos especiais e em componentes expostos a ambientes químicos agressivos, além da indústria alimentícia e farmacêutica. Embora o aço inox tenha grande importância para essas indústrias, destaca-se sua característica de difícil usinabilidade, sobretudo o 316 que possui uma porcentagem de molibdênio de 2 a 3% que endurece a liga, mas dificulta o corte.

Visando a grande necessidade de maiores estudos sobre o corte do aço inox, o presente artigo analisou o aparecimento de avarias em uma broca de metal duro durante o processo de furação do aço inox 316.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A história do processo de furação com brocas helicoidais, como atualmente são conhecidas, começa no ano 1863, quando Stephen A. Morse recebeu a patente número 38.119 com o nome *Improvements in Drill-Bits* por ter feito melhorias na manufatura desse tipo de ferramenta (VIEIRA, *et al.* 2017). Embora existam diversos tipos de brocas, que se diferem, principalmente, quanto a sua forma construtiva e tipo de ponta, as brocas helicoidais são o tipo mais empregado na atualidade. Conforme Pereira (2018), as brocas helicoidais são as ferramentas mais utilizadas para a furação.

No início as brocas eram fabricadas de aço ao carbono. À medida que os processos de fabricação e a tecnologia dos materiais foram evoluindo, a matéria-prima de confecção destas ferramentas de corte também evoluíram. Até alguns anos atrás o aço rápido era o principal material utilizado para este fim, mas quando se deseja alta produtividade, o metal duro vem ocupando papel de destaque nas últimas décadas devido às altas velocidades de corte que consegue atingir durante a furação (podendo chegar a ser dez vezes maiores do que as brocas de aço rápido na furação de alguns materiais). O emprego de outros materiais ou ligas metálicas como coberturas também é muito utilizado com a finalidade de melhorar características como resistência ao atrito, ao desgaste e à temperatura, por exemplo. De acordo com Diniz *et al.* (2014), o metal duro apresenta excelente dureza em altas temperaturas e tenacidade que são características desejadas nas brocas.

De um modo geral, as características construtivas de uma broca helicoidal são comuns à maioria das ferramentas utilizadas na furação, servindo de base para o entendimento daquelas que possuem geometrias mais específicas (CARVALHO, 2018). Em geral, as brocas helicoidais são compostas por um sistema de duas arestas cortantes. Para que as peças fabricadas apresentem um bom nível de qualidade é importante que as arestas dessas ferramentas tenham o mesmo comprimento, apresentem as mesmas características e estejam isentas de avarias. Outras características importantes da sua geometria podem ser observadas na Fig.1, dentre elas pode-se citar a guia (responsável por diminuir o atrito da broca com as paredes do furo, diminuindo o torque necessário na furação), os ângulos de alívio (também responsáveis por diminuir os esforços de corte), além do ângulo de ponta (que proporciona resistência ao corte).

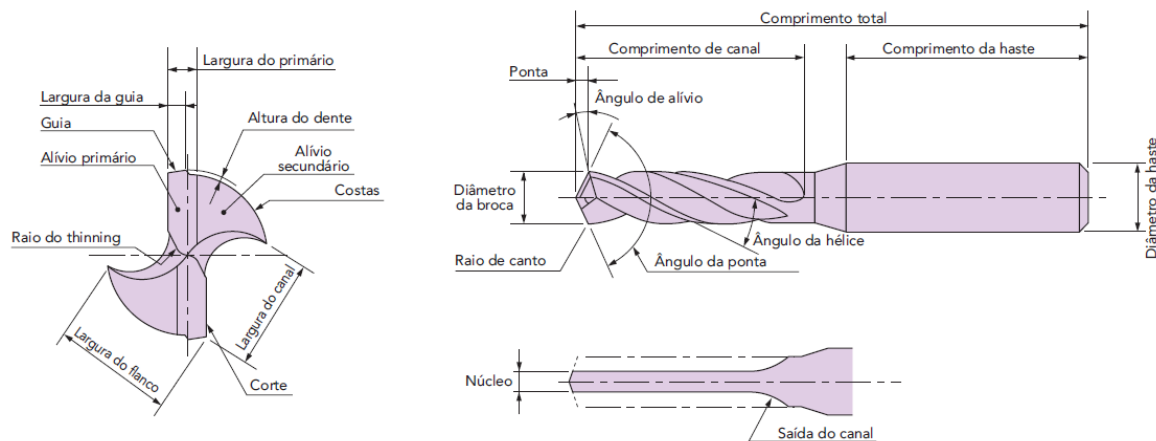


Figura 1. Terminologia de uma broca helicoidal (OSG, 2014)

De acordo com Mitsubishi (2018), o tipo (Fig. 2), a formação e a intensidade do desgaste variam de acordo com o material da peça e os parâmetros de corte adotados, mas o desgaste periférico é, em geral, maior e determina a vida de uma broca. As ferramentas de corte, incluindo-se as brocas, estão sujeitas à diversas avarias durante o trabalho como, por exemplo, trincas de origem térmica e mecânica, lascamentos, quebras e formação de aresta postíça, entre outras, Fig. 3.



Figura 2. Tipos de desgaste
(MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION, 2018)

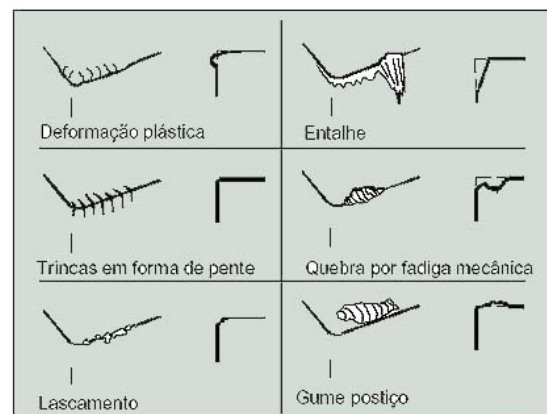


Figura 3. Tipos de avaria
(MOLDE INJEÇÃO PLÁSTICOS, 2019)

Assim, observar o aparecimento de avarias e de desgaste em uma broca de metal duro durante a furação no aço inox 316 é essencial para garantir a segurança, qualidade e eficiência do processo.

3. METODOLOGIA

A furação foi realizada em um centro vertical de usinagem ROMI Discovery 560 com comando Siemens 840 D, rotação máxima do eixo árvore de 10.000 rpm e potência do motor principal de 15 kW. Os parâmetros de corte empregados foram velocidade de corte de 50 m/min e avanço de 0,08 mm/volta. Utilizou-se lubri-refrigeração abundante com uma emulsão de óleo biodegradável, BIO 100 E, da Biolub Química Ltda com concentração de 1/20 de fluido em água.

Foram utilizadas chapas quadradas com 200 mm de comprimento e 3/16" de espessura de aço inox 316 para proporcionar o desgaste e avarias na broca. Para a fixação das chapas na máquina foi desenvolvido um suporte apropriado. A ferramenta é uma broca de metal duro MD-3D 5,5mm com cobertura de TiAlN da marca OSG. Não foi realizada pré-furação, ou seja, foi utilizada furação em cheio e os furos foram passantes, estando estes dispostos conforme representado na Fig.4.

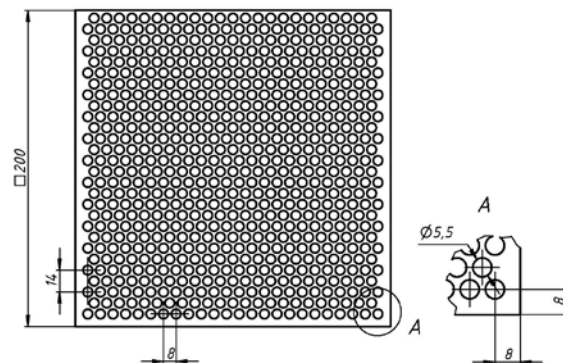


Figura 4. Esquema de furação.

O experimento consistiu na execução do processo de furação e a retirada periódica da broca do centro de usinagem para a observação em um microscópio Mitutoyo TM - 500 Séries. As observações ocorreram após 0, 5, 15, 30, 50, 100, 150, 250, 350, 450, 550, 650, 750, 850 e 950 furos.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Alguns diferentes tipos de avarias foram observados durante os 950 furos realizados pela broca de metal duro. O desgaste de flanco (V_B) ou desgaste frontal (w_f), conforme a Fig.2, que constantemente é critério para determinar a vida de uma ferramenta de corte, foi imperceptível para a situação analisada. De acordo com Zeilmann *et al.* (2007), que estudou em seu trabalho o comportamento do desgaste de brocas de metal duro na furação de uma liga de titânio Ti-6Al-4V, o desgaste de flanco mostrou-se insignificante para estas ferramentas, sendo o lascamento o critério percebido para o fim de vida das brocas helicoidais. A estimativa do fabricante quanto à vida estimada da broca, para as condições de corte utilizadas neste trabalho, é de cerca de 1500 furos.

A região das arestas de corte próxima à aresta transversal apresentou aderência de material nas primeiras observações, acompanhada de lascamento, conforme a Fig.5. As baixas velocidades presentes do entorno na aresta transversal, por vezes denominada de região de transição, contribuem para o lascamento prematuro. Este fato também foi relatado no trabalho realizado por (CARVALHO, 2018).

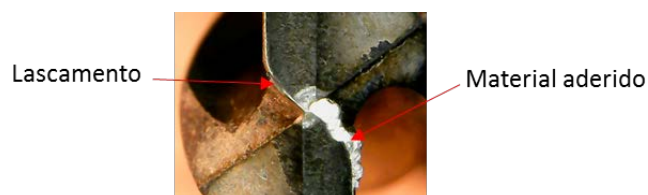


Figura 5. Aresta transversal após 15 furos.

Foi observado que as duas arestas principais apresentaram avarias diferentes. Enquanto a aresta que foi designada como "a1" manteve-se íntegra (desconsiderando a região próxima da alma da broca) até o furo de número 700, a aresta "a2" apresentou lascamento em todo seu comprimento no furo de número 200, conforme pode-se perceber na Fig.6.

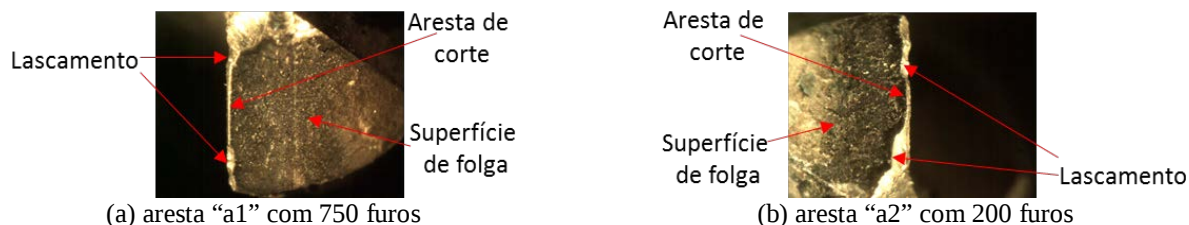


Figura 6. Arestas da broca apresentando lascamento.

Cabe ressaltar que na observação após 150 furos, foi percebido uma grande quantidade de aço inox aderido na aresta 2, Fig. 7, caracterizando aresta postiça, o que, em seguida, ocasionou o lascamento da região quando foi arrancado da superfície da broca.

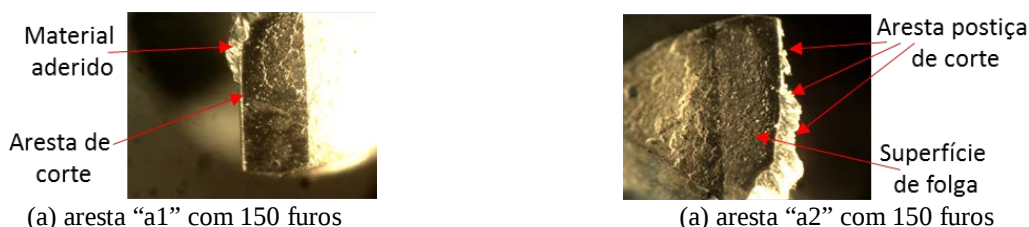


Figura 7. Arestas da broca apresentando lascamento.

Durante todas as observações foi possível perceber alguma quantidade de aço inox aderido à ferramenta, principalmente nas proximidades da aresta transversal. Este fato ocorreu devido à dificuldade de usinagem do aço inox 316, como, também, da ineficiência do fluido de corte e da cobertura em reduzir atrito entre a broca e o aço inox durante toda a furação. A força passiva, atuante principalmente na região central da broca, também age fazendo com que os dois materiais se unam por difusão, fazendo com que a interação broca/aço inox arranque pequenos fragmentos da ferramenta. Também foi verificado no trabalho de Zeimann *et al.* (2007) aderência do material que estava sendo furado.

Apesar de ainda estar realizando a furação após 950 repetições, as condições das arestas de corte quando o experimento foi interrompido, perceptíveis na Fig.8, não eram normais, haja visto o lascamento presente em todas as arestas.

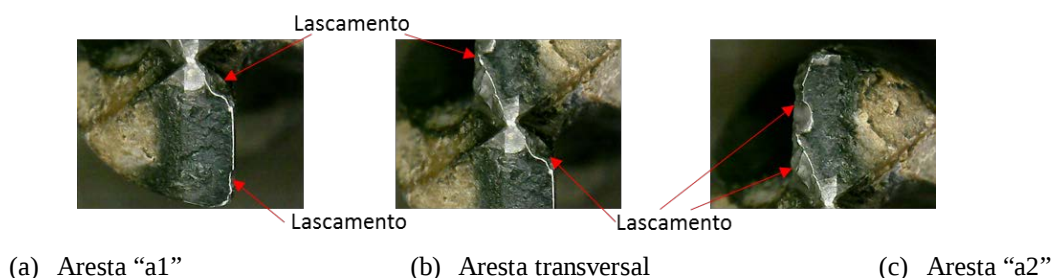


Figura 8. Condição das arestas da broca após 950 furos.

5. CONCLUSÕES

O principal problema encontrado no estudo das avarias nas arestas de corte de uma broca de metal duro na furação do aço inox 316 foi a aderência de material da peça na ferramenta, além de formação de aresta postiça de corte, fenômenos que são precursores do lascamento devido ao mecanismo de formação e eliminação do material aderido que é acompanhado pelo arrancamento de fragmentos da aresta da ferramenta.

O emprego ou desenvolvimento de materiais utilizados em cobertura de ferramentas que ofereçam menor atrito e sejam menos propensas à aderência parece ser uma boa maneira de aumentar a vida das brocas empregadas na furação do aço inox. A refrigeração também pode ser um ponto importante para ser estudado, embora ela seja um gargalo em qualquer processo de furação que não utilize brocas com orifício de refrigeração.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à OSG Sulamericana pela doação da broca de metal duro utilizada nos ensaios.

7. REFERÊNCIAS

- CARVALHO, A. C. (2018). *Análise da furação do aço inoxidável AISI 304 com a aplicação externa de nanofluidos em quantidade reduzida*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- COSTA, E. S., & MACHADO, Á. R. (2011). Avaliação do erro de circularidade na furação do aço. Em 6º Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação. Caxias do Sul, RS.
- DINIZ, A., MARCONDES, F., & COPPINI, N. (2014). *Tecnologia da usinagem dos materiais* (9º ed.). São Paulo: Artliber Editora Ltda.
- FREITAS, S. A., COELHO, W. A., FREITAS, T. C., TEIXEIRA, L. M., & BRANDÃO, L. C. (2017). Análise da rugosidade e Esforços no Corte Ortogonal do Aço 304L com Diferentes Sistemas de Lubrificação. Em 9º Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação. Joinville.
- MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION. (2018). *Desgastes da broca e danos da aresta de corte*. Acesso em 26 de Dezembro de 2018, disponível em Mitsubishi Materials: http://www.mitsubishicarbide.net/contents/mht/pt/html/product/technical_information/information/drill_damage
- MOLDE INJEÇÃO PLÁSTICOS. (2019). *Avárias e desgaste de ferramentas de corte*. Acesso em 11 de Junho de 2019, disponível em: <http://moldesinjecao plasticos.com.br/avarias-e-desgastes-de-ferramentas-de-corte/>
- OSG. (2014). *Catálogo de brocas*.
- PEREIRA, N. B. (2018). *análise da formação de rebarba e rugosidade na furação da liga de alumínio 6063 T5 com broca helicoidal de aço rápido*. Jaraguá do Sul, SC.
- VIEIRA, J. T., OLIVEIRA, J. A., ARRUDA, É. M., & BRANDÃO, L. C. (2017). Influência da afiação de brocas hss nos erros micro e macro geométricos no processo de furação da liga de alumínio 7075. Em 9º Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação. Joinville, Santa Catarina.
- ZEILMANN, R. P., & WEINGAERTNER, W. L. (2007). Desgaste em brocas de metal-duro quando na furação da. Em 4º Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação. Águas de São Pedro, SP.

8. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.

STUDY OF TOOL FAULTS IN DRILLING OF STAINLESS STEEL 316 WITH CEMENTED CARBIDE

Richard Corrêa Esteves Júnior, richard.junior@ifsudestemg.edu.br¹

Jéssica Tito Vieira, jessica.tito@hotmail.com²

Camilo Lellis dos Santos, camilo_santos@ufsj.edu.br²

Carlos Henrique Lauro, carloslauro@ufsj.edu.br²

Lincoln Cardoso Brandão, lincoln@ufsj.edu.br²

¹Federal Southeast Institute of Minas Gerais - Campus Santos Dumont- Rua Técnico Panamá, 45, Quarto Depósito, Santos Dumont- MG- CEP 36240-000

²Federal University of São João del Rei- Praça Frei Orlando, 170, Centro, São João del Rei- MG- CEP 36307-352

Abstract. Drilling is one of the preliminary stages in several machining operations, being carried out on virtually any finished product. The application of stainless steel is increasing in the manufacture of various consumer goods, from sophisticated mechanical parts to domestic appliances, with AISI 316 stainless steel being one of the most used. The need to reduce manufacturing costs and increase productivity in industries makes it very important to know the performance of standard tools in mechanical machining processes as the twist drills, especially carbide tools and coated tools using coatings with favourable characteristics. This work analysed the main tools faults presented by carbide twist drills in the drilling of 316 stainless steel plates. 950 holes were made with 15 intermediate observations considering the appearing and progress of the main tools faults. It was possible to notice that the adhesion of material accompanied by the appearing of built-up edge and subsequent chipping was the main problem encountered. The tools faults monitored at the two edges did not present similar behavior and one of the main regions most affected was that near the transverse edge.

Key-words: 316 inox steel. Drilling. Twist drills. Carbide tools