

ANÁLISE DIMENSIONAL DE FUROS COMPARANDO BROCAS DE METAL DURO E AÇO RÁPIDO EM OPERAÇÃO DE TORNEAMENTO CNC

Anderson Onofre, anderson_onofre@estudante.sc.senai.br¹

Anderson de Carvalho Fernandes, anderson.c.fernandes@edu.sc.senai.br¹

Bruna Zappelino, bruna.zappelino@edu.sc.senai.br¹

Angelo Reck Neto, angeloneto@edu.sc.senai.br¹

¹Faculdade de Tecnologia SENAI Joinville, Rua Arno Waldemar Döhler, 957 – Santo Antônio - 89219-510, Joinville

Resumo: A furação é um processo de usinagem de grande utilização na indústria, responsável por 30% de todas as operações de usinagem e entre as ferramentas utilizadas para execução de furos, a broca helicoidal é a ferramenta mais importante. Visando redução de custos, maior produtividade e melhor qualidade para os produtos e processos dentro das indústrias, é de grande importância a busca de novos processos e métodos no processo de usinagem. Dentro deste contexto, o presente trabalho tem como objetivo a melhoria de processo fabril de uma empresa do ramo de fixadores no acabamento das matrizes de conformação. Para isso, foram realizados testes de furação, com brocas de metal duro e aço rápido, alterando por furação sem e com pré furos em diferentes sobre metais. Após os testes, foram realizados medição dimensional e análise superficial de todos os furos. Analisando os resultados, constatou-se que a broca de metal duro obteve um melhor controle dimensional, porém, em contrapartida, a broca de aço rápido obteve um melhor acabamento superficial.

Palavras-chave: furação, torneamento CNC, controle dimensional, acabamento superficial.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente com a grande variedade de produtos disponíveis no mercado, as indústrias manufatureiras vêm desenvolvendo cada vez mais pesquisas para melhorar seus processos de fabricação com a finalidade de redução de custos. Joinville, a maior cidade do estado de Santa Catarina, está inserida entre os três maiores polos metal mecânico do Brasil, concentrando aproximadamente 600 ferramentarias e empresas deste segmento. Uma dessas grandes empresas, especializadas em fixadores metálicos, está com problemas no processo de usinagem das matrizes de conformação. O processo de furação está deixando riscos e um valor de rugosidade fora do padrão, gerando refugos e retrabalhos para o setor de usinagem.

Dentre as operações de usinagem, a furação é o processo mais empregado nas indústrias, abrangendo aproximadamente 30% de todas as operações de usinagem de metal (DINIZ, 2006). Furação é o processo de usinagem utilizado para a obtenção de uma superfície cilíndrica circular interna, a qual é coaxial com o eixo de rotação do movimento de corte. A ferramenta utilizada nesse processo é a broca e o tipo mais utilizado é a helicoidal, onde encontra-se em dois principais materiais: aço rápido (HSS) e metal duro.

As ferramentas de aço rápido têm uma boa resistência a vibrações, mesmo empregadas em diferentes tipos de máquinas e independentemente da perda de rigidez ou condições de aperto da peça. Pode evitar choques mecânicos ao nível de furações e lidar com diferentes condições de lubrificação que podem resultar em mudanças térmicas (TEIXEIRA, 1995).

Mesmo apresentando uma tenacidade inferior ao do aço rápido, o metal duro suporta temperaturas de aquecimento em torno de 1.000°C, tendo uma boa velocidade de corte no trabalho, superior ao do aço rápido. Com maior durabilidade, o metal duro proporciona um significativo aumento de produtividade mesmo em condições de aceleração e temperatura altas (BORDIN, 2014).

Com isso, o presente trabalho tem como objetivo a avaliação dimensional e o acabamento superficial de furos utilizando duas brocas, uma de aço rápido e outra de metal duro. Além disso, foram realizados furos com e sem pré furos. Para validação, os furos foram medidos e avaliados com rugosímetro para analisar a superfície.

2. METODOLOGIA

Foi definido o furo de diâmetro de 8mm para a realização dos testes, pois é o furo mais usado na empresa de fixadores o qual o presente trabalho foi desenvolvido. Foram utilizados brocas com diâmetros de 6mm, 7mm e 7,5mm para a realização dos pré furos e brocas de diâmetro de 8mm de aço rápido e metal duro. Na Figura 1 é possível ver as brocas utilizadas e os corpos de provas.

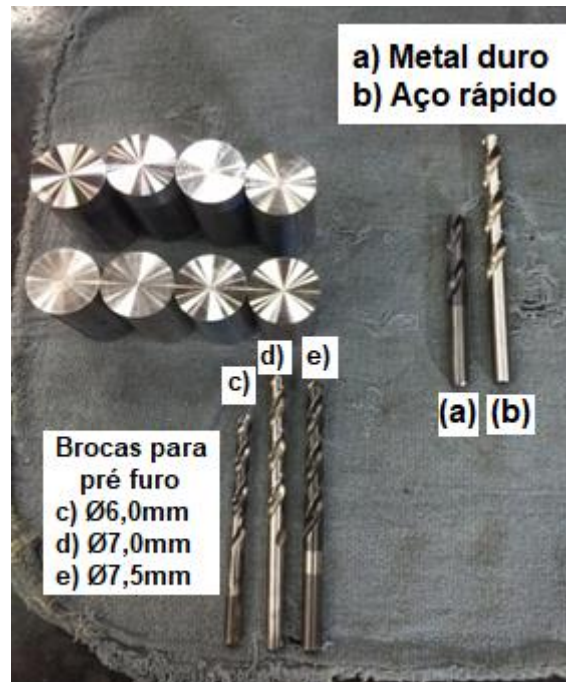


Figura 1 - Corpos de provas e brocas antes das furações.

Fonte: Os autores (2022)

O processo de furação foi realizado na empresa, em um centro de torneamento GL250M Romi. Na Figura 2 é possível verificar o equipamento e fixação dos corpos de provas e ferramenta.

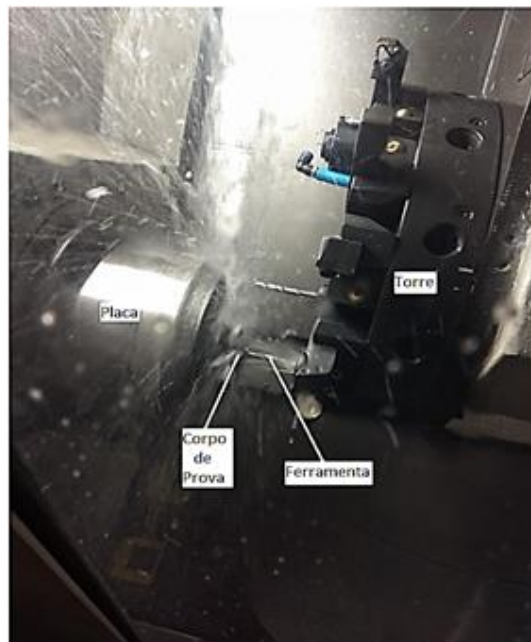


Figura 2 - Usinagem dos corpos de provas

Fonte: Os autores (2022)

Para a broca de aço rápido com diâmetro de 8 mm, foi utilizado um avanço de 0,05 mm/rot (milímetros por rotação), com um quebra cavaco de 5 mm e uma rotação de 636 rpm (rotações por minutos). Já a broca de metal duro de diâmetro

de 8 mm o avanço utilizado foi de 0,08 mm/rot, sem quebra cavaco e com uma rotação de 1500 rpm. Os valores utilizados no trabalho são de acordo com o especificado pelo fornecedor das ferramentas.

A Tabela 1 mostra a configuração das amostras realizadas na presente pesquisa.

Tabela 1 - Configurações das amostras

Aço rápido	Furo em Cheio
	Pré furo diâmetro 6,0 mm
	Pré furo diâmetro 7,0 mm
	Pré furo diâmetro 7,5 mm
Metal duro	Furo em Cheio
	Pré furo diâmetro 6,0 mm
	Pré furo diâmetro 7,0 mm
	Pré furo diâmetro 7,5 mm

Ao total, foram usinados 8 corpos de prova sendo 4 para a broca de aço rápido e 4 para a broca de metal duro. Para analisar a influência do sobremetal no processo de furação, foi realizado furações com 30 milímetros de profundidade em corte cheio, sem pré furo, e com pré furos deixando sobremetal de 2mm, 1mm e 0,5mm, para ambas as condições de furação (aço rápido e metal duro).

Para a medição dos furos, foi utilizado um micrômetro interno da Mitutoyo (Figura 3a), com resolução de 0,001 mm e para a análise superficial um rugosímetro portátil digital Sj-210 da Mitutoyo (Figura 3b). Para a medição da rugosidade foi utilizado cut-off de 0,8mm e velocidade de 0,5 mm / s.

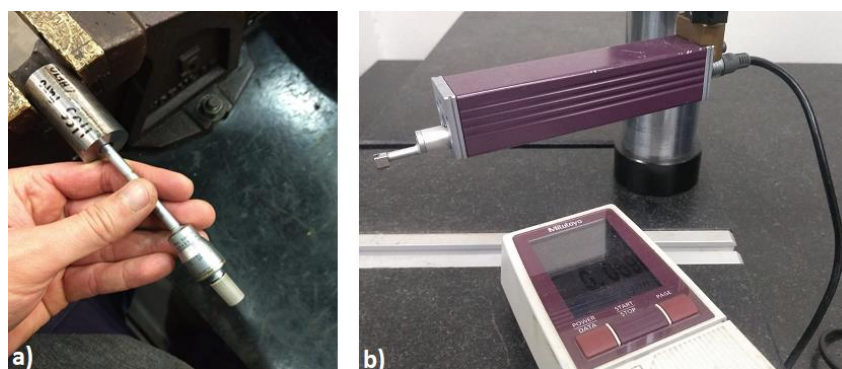


Figura 3 – Análise dimensional (a) e superficial (b)

Fonte: Os autores (2022)

Para realizar a medição da superfície foi necessário cortar o corpo de prova, conforme a Figura 4. Foram realizadas 2 medições em cada corpo de prova, no início do furo e no final.



Figura 4 - Medição da rugosidade, a) início do furo e b) final do furo.

Fonte: Os autores (2022)

3. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Os testes foram divididos em 5 etapas: separação dos materiais dos corpos de prova; uniformidade dos mesmos; separação das ferramentas dos testes; *pre-set* das ferramentas e corpos de provas na máquina; usinagem dos corpos de prova. Para os testes foram usados o aço o M2, aço ferramenta utilizado principalmente em matrizes para conformação mecânica, aço utilizado pela empresa de fixadores.

Já a uniformidade dos corpos de prova, trata-se da padronização de todos os corpos de provas, deixando-os no mesmo tamanho para a otimização dos testes. As ferramentas foram separadas e preparadas antes do início dos testes, deixando-as com o mesmo comprimento para agilizar o processo de troca de ferramentas. Foi utilizado o mesmo porta ferramenta e posição na torre, para evitar possíveis diferenças geométricas. Após esses processos foram realizados os testes, obedecendo os valores de usinagem já informado.

Os valores obtidos após as furações estão apresentados nas Tabela 2 e Tabela 3.

Tabela 2 - Medição dos diâmetros em milímetros para a broca de aço rápido.

	Tipo do Furo	Início	Final	Média	Desvio
Aço rápido	Furo em Cheio	8,260	8,340	8,300	0,040
	Pré furo diâmetro 6,0 mm	8,250	8,210	8,230	0,020
	Pré furo diâmetro 7,0 mm	8,210	8,190	8,200	0,010
	Pré furo diâmetro 7,5 mm	8,150	8,140	8,145	0,005

Tabela 3 - Medição dos diâmetros em milímetros para a broca de metal duro

	Tipo do Furo	Início	Final	Média	Desvio
Metal duro	Furo em Cheio	8,030	8,030	8,030	0,000
	Pré furo diâmetro 6,0 mm	8,030	8,030	8,030	0,000
	Pré furo diâmetro 7,0 mm	8,020	8,020	8,020	0,000
	Pré furo diâmetro 7,5 mm	8,020	8,020	8,020	0,000

Sabendo que o furo nominal é de diâmetro de 8 mm, observa-se uma variação para todos os furos com a broca de aço rápido comparados com a de metal duro. A menor diferença foi no pré furo de diâmetro de 7,5 mm, onde o menor sobremetal de 0,5 mm obteve um diâmetro de 8,145 mm, resultando em 1,81% maior. Já com a broca de metal duro, o processo de furo em cheio obteve a maior diferença, resultando em um furo com diâmetro de 8,03 mm, ou seja, 0,375% maior em relação a medida nominal.

Para cada furo foi medido em 3 pontos diferentes, no início (medição 01), meio (medição 02) e final do furo (medição 03). A Tabela 4 mostra os resultados de rugosidade, com a média e desvio padrão.

Tabela 4 - Resultados da rugosidade (Ra - μ m)

		Aço rápido				
Tipo do Furo		Medição 01	Medição 02	Medição 03	Média	Desvio
Furo em Cheio		1,808	1,405	1,596	1,603	0,165
Pré furo diâmetro 6,0 mm		1,072	0,977	1,081	1,043	0,047
Pré furo diâmetro 7,0 mm		2,509	2,464	2,885	2,619	0,189
Pré furo diâmetro 7,5 mm		2,837	2,865	2,678	2,793	0,082

		Metal duro				
Tipo do Furo		Medição 01	Medição 02	Medição 03	Média	Desvio
Furo em Cheio		2,392	1,646	1,708	1,915	0,338
Pré furo diâmetro 6,0 mm		2,177	0,976	1,328	1,494	0,504
Pré furo diâmetro 7,0 mm		2,827	2,728	2,732	2,762	0,046
Pré furo diâmetro 7,5 mm		2,793	2,751	2,693	2,746	0,041

Analisando os resultados é possível verificar que para ambos os materiais da broca, a condição que obteve um menor grau de rugosidade foi com o pré furo de diâmetro de 6 mm, ou seja, com 2 mm de sobremetal. A broca de aço rápido obteve o menor grau de rugosidade, o qual foi de 1,043 μm com um desvio padrão de 0,047 μm , mostrando-se uniforme. Já a broca de metal duro o grau de rugosidade foi de 1,494 μm e com um desvio padrão de 0,504 μm , não obtendo a mesma uniformidade. A Figura 5 mostra graficamente a medição resultante da média das medições 1, 2 e 3 dos corpos de prova.

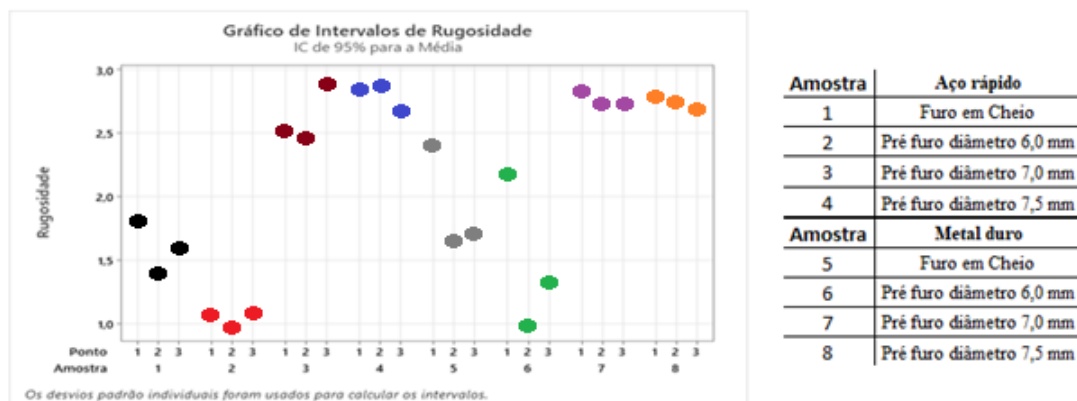


Figura 5 - Gráfico da média dos valores de rugosidade
Fonte: Os autores (2022)

Pode-se observar uma variação entre os pontos das amostras 5 e 6 devido ao pico no ponto 1 (medição 1). Nas demais amostras, os pontos (1, 2 e 3) ficaram próximos, mostrando-se um processo uniforme.

Analisando os resultados e comparando-os tanto o dimensionamento quanto a rugosidade, podemos observar que apesar da furação com metal duro ter apresentado mínima variação dimensional, pode-se observar que obtiveram mais pontos de variação em comparação com o aço rápido. Essa variação pode-se dar por vários fatores como: tipo de material usinado, tipo de material das ferramentas, parâmetros de usinagem, entre outros.

Com isso, a broca de metal duro obteve bons resultados dimensionais, independente do processo (com ou sem pré furo). Assim, pode-se escolher a condição de furo em cheio, pois eliminando a etapa de pré furo tem-se uma redução de tempo. E, no presente trabalho, para uma qualidade superficial a broca de aço rápido obteve um menor grau de rugosidade, na condição com pré furo deixando 2 mm de sobremetal.

4. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a empresa de fixadores e a Faculdade de Tecnologia SENAI de Joinville pela infraestrutura disponibilizada para a realização do presente trabalho.

5. REFERÊNCIAS

- BORDIN, F. M. 2014. Efeito do tratamento da microgeometria de brocas helicoidais de metal-duro sobre a integridade superficial dos furos. Dissertação de Mestrado, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul.
- DINIZ, A., Marcondes, F., Coppini, N. 2006. Tecnologia da usinagem dos materiais. 3º ed. São Paulo: Artliber Editora.
- TEIXEIRA, C. R. 1995. Influência dos erros geométricos de afiação nas brocas helicoidais de aço rápido na qualidade dos furos produzidos. Dissertação de Mestrado, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis.

6. RESPONSABILIDADE AUTORAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

DIMENSIONAL ANALYSIS OF HOLES COMPARING CARBIDE AND HIGH SPEED STEEL DRILLS IN CNC TURNING OPERATION

Anderson Onofre, anderson_onofre@estudante.sc.senai.br¹

Anderson de Carvalho Fernandes, anderson.c.fernandes@edu.sc.senai.br¹

Bruna Zappelino, bruna.zappelino@edu.sc.senai.br¹

Angelo Reck Neto, angeloneto@edu.sc.senai.br¹

¹Faculdade de Tecnologia SENAI Joinville, Rua Arno Waldemar Döhler, 957 – Santo Antônio - 89219-510, Joinville

Abstract: *Drilling is a machining process of great use in the industry, responsible for 30% of all machining operations and among the tools used for drilling holes, the twist drill is the most important tool. Aiming at cost reduction, greater productivity and better quality for products and processes within industries, it is of great importance to search for new processes and methods in the machining process. Within this context, the present work aims to improve the manufacturing process of a fastener company in the finishing of forming dies. For this, drilling tests were carried out, with carbide and high speed steel drills, changing by drilling without center marking and with pre-holes in different metals. After the tests, dimensional measurement and surface analysis of all the forums were performed. Analyzing the results, it was found that the carbide drill obtained better dimensional control, however, on the other hand, the high speed steel drill obtained a better surface finish.*

Keywords: *drilling, CNC turning, dimensional control, surface finish.*