

INFLUÊNCIA DA AFIAÇÃO DE BROCAS HSS NOS ERROS MICRO E MACRO GEOMETRICOS NO PROCESSO DE FURAÇÃO DA LIGA DE ALUMINIO 7075

Jéssica Tito Vieira, jessica.tito@hotmail.com¹

Juliano Aparecido de Oliveira, joao687@hotmail.com¹

Étory Madrilles Arruda, etory@msn.com¹

Lincoln Cardoso Brandão, lincoln@ufsj.edu.br¹

¹Universidade Federal de São João del Rei – Departamento de Engenharia Mecânica, Praça Frei Orlando, 170 – Centro, São João Del Rei-MG, 36.307-352, Brasil.

Resumo: O processo de furação requer atenção muito especial, pois é um dos processos mais utilizados no setor metal-mecânico. Praticamente, todos os conjuntos ou sistemas mecânicos dependem de um furo para que seja realizada uma fixação ou lubrificação. Uma vez que os erros geométricos e o acabamento superficial definem usualmente a qualidade do processo de furação, este trabalho teve como objetivo analisar os erros de cilindridade, os erros de circularidade e a rugosidade no processo de furação da liga de alumínio 7075, com brocas helicoidais de aço rápido. Foram utilizados como parâmetros de entrada o ângulo de ponta, o tipo de afiação da ferramenta, a velocidade de corte e o avanço, o projeto de experimento constituiu em um fatorial cruzado. Por meio da análise de variância (ANOVA) com um nível de 5% de significância, demonstrou-se os efeitos das variáveis significativas nas respostas. Os ensaios mostraram que os erros de cilindridade e circularidade foram mais influenciados pelo avanço e pelo tipo de afiação da ferramenta, sendo os menores valores de erro de cilindridade e circularidade encontrados quando se utilizou o maior valor de avanço e a ferramenta de afiação convencional. Entretanto, com relação ao acabamento superficial, todos os parâmetros de corte apresentaram significância. Os menores valores de rugosidade foram obtidos utilizando o menor valor de avanço, o menor ângulo de ponta, a maior velocidade de corte e a ferramenta com afiação convencional.

Palavras-chave: Afiação de brocas, rugosidade, cilindridade e circularidade.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente o cenário competitivo tem conduzido as indústrias a aprimorar a qualidade dos seus processos, produtos e serviços oferecidos, com o custo mais apropriado possível. Dentro deste aspecto, a preocupação em atuar simultaneamente sobre a qualidade e o custo de cada processo obriga as organizações a utilizarem técnicas não triviais de planejamento e melhoria da qualidade. Os erros geométricos e dimensionais, a presença de rebarbas e a rugosidade definem usualmente a qualidade do processo de furação.

A qualidade superficial é um aspecto que indica a precisão de usinagem. Ela se refere ao acabamento da superfície (textura) e ao estado físico-mecânico da camada superficial (integridade) e afeta o funcionamento apropriado e a vida em serviço das peças (SOUZA, 2011).

Os desvios de forma são definidos como o grau de variação das superfícies reais com relação aos sólidos geométricos que os definem, e podem ser classificados em: retilidade, circularidade, cilindridade e planicidade.

Entre os erros de forma comumente usados como avaliadores da qualidade de furos usinados, destacam-se os erros de circularidade e cilindridade. Estes erros são causados principalmente pela falta de rigidez (fixações inadequadas das peças e condições da máquina), desgaste das ferramentas, variações de temperatura e na furação de furos profundos (SANDVIK COROMANT, 1994 e MIRANDA, 2003).

Considerando os motivos expostos, o artigo tem como objetivo, analisar o efeito da variação dos parâmetros de corte (avanço, velocidade de corte, tipo de afiação e ângulo de ponta) na qualidade superficial e nos desvios geométricos (erros de cilindridade e circularidade) durante o processo de furação.

2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1. Processo de Furação

No universo amplo da manufatura, a usinagem é um dos mais importantes processos de produção de componentes mecânicos. Estima-se que cerca de 10% do produto interno bruto dos Estados Unidos, estejam associados a processos de usinagem, incluindo gastos com ferramenta, custos com mão-de-obra e com o capital investido (SHAW, 2005). Por

isso o âmbito da usinagem, o processo de furação requer atenção especial, pois é um dos processos amplamente difundido nos processos industriais.

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 melhoras na manufatura deste tipo de ferramenta (MORSE, 1863). Desde então, a broca helicoidal tem sido submetida a muitas pesquisas sobre novas geometrias e materiais para seu desenvolvimento, devido a sua resistência, flexibilidade de aplicação e métodos de produção bem concebidos, além de um preço atrativo, faz com que ela seja a preferida nas linhas de produções.

Atualmente o processo de furação com brocas helicoidais é aplicado na indústria metal/mecânica, desde aplicações domésticas ao avanço do mundo da manufatura que atende as áreas da saúde, como as próteses dentárias e pinos para recomposições ósseas. Nos catálogos de fornecedores é possível se deparar com várias geometrias para brocas havendo assim ferramentas disponíveis capazes de atenderem a todos os requisitos. Além disso, com o avanço da ciência dos materiais nos últimos anos é possível encontrar novos materiais e revestimentos de ferramentas que aumentam de forma considerável fatores como por exemplo, vida de ferramenta, qualidade do produto usinado (ASTAKHOV, 2010).

Brocas de canais helicoidais de aço rápido (HSS) são consideradas as mais populares pela indústria, de fácil obtenção, rápida e econômica para confeccionar furos em diferentes tipos de materiais com resultados de tolerâncias e rugosidades próprias de um processo exigente como por exemplo o de desbaste. De acordo com Tonshoff *et al.*, (1994) o processo de furação corresponde a cerca de 50% de todo o processo de usinagem, como acontece na fabricação de componentes automotivos e aeronáuticos.

Caracterizada por sua complexidade geométrica a broca helicoidal quando comparada com outros tipos de ferramenta de corte, mostra ser a primeira escolha dentre todos os tipos de brocas disponíveis no mercado. Para cada operação de furação, existe uma geometria ótima da broca (SWINEHART, 1969). Por isso, a escolha da broca ideal para o processo desejado pode ser demorada, a Fig. (1) mostra as partes básicas de brocas helicoidais.

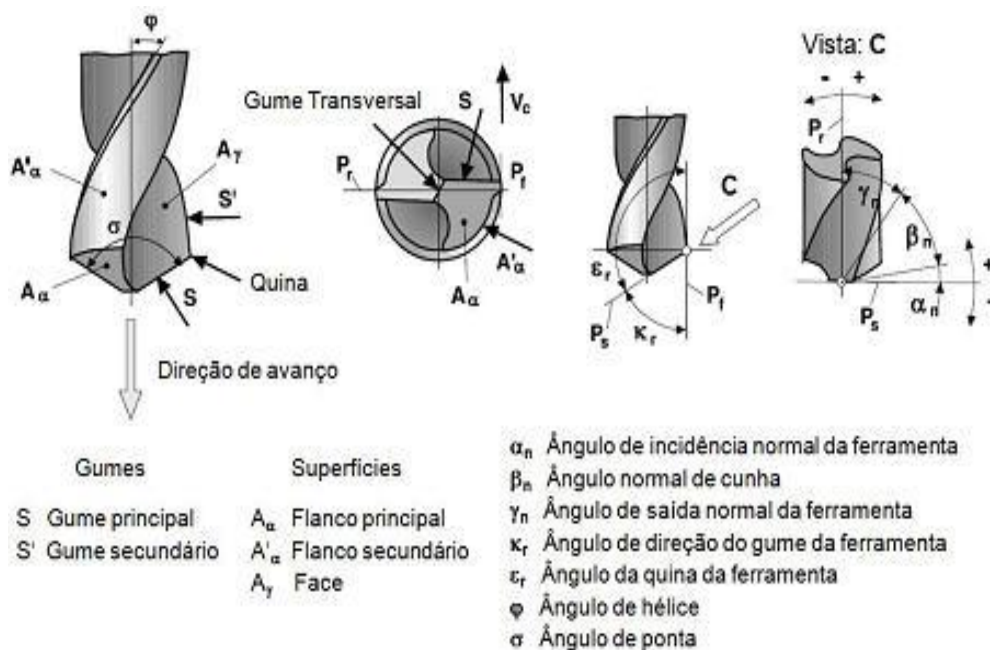


Figura 1. Caracterização geométrica da broca helicoidal conforme a norma DIN 6581 (BOEIRA *et al.*, 2009).

As brocas geralmente são fabricadas de aço-rápido (HSS) ou metal-duro (MD). A escolha do material da broca e da sua geometria dependerá de sua aplicação (MORENO *et al.* 2013). Porém, ao longo dos anos a broca HSS tem dominado o mercado, a variação do ângulo de saída ao longo do gume principal e do gume transversal é uma das características que mais se destaca nas brocas helicoidais, pois o desempenho geral da broca helicoidal no processo de furação, o mecanismo de formação do cavaco e as componentes da força de usinagem são fortemente influenciados por essa geometria (ASTAKHOV, 2010 e BOEIRA, 2010).

2.2. Acabamento Superficial e Erros Geométricos

A integridade superficial é o termo mais utilizado para denotar as condições das superfícies usinadas e descreve a qualidade dessas superfícies. Assim, faz-se importante uma análise crítica de uma superfície, pois sabe-se que a mesma

afeta as condições de funcionamento e a confiabilidade de componentes mecânicos, principalmente aqueles sob condições de carregamento mecânico e térmico (MACHADO *et al.*, 2009).

O acabamento superficial, que é uma das divisões da integridade superficial, sofre influência de vários parâmetros de usinagem, incluindo: a geometria da ferramenta de corte, geometria da peça, rigidez da máquina-ferramenta, material da peça, condições de corte e material da ferramenta (COSTA *et al.*, 2010).

O acabamento superficial pode ser determinado pela medição de alguns parâmetros inerentes e as rugosidades, por exemplo, “Ra” e “Rz” são as respostas normalmente avaliadas. O parâmetro “Ra” é obtido medindo-se os desvios dos picos e vales em relação a uma linha de centro, dentro do comprimento de medição total e o parâmetro “Rz” é a média entre as rugosidades máximas (distância entre o pico mais alto e o vale mais profundo) medidas dentro de cada comprimento de rugosidade da amostra (MACHADO *et al.*, 2009).

Erros geométricos correspondem à diferença entre a superfície real da peça e a forma geométrica teórica. A precisão das peças usinadas é um fator de grande importância que, se maximizado, pode contribuir para a diminuição de refugos na indústria (VENTURA, 2008).

O desvio de cilindridade é o desvio que pode ocorrer em toda a superfície de uma peça cilíndrica, incluindo a seção longitudinal e a seção transversal do cilindro. A tolerância de cilindridade é definida por dois cilindros concêntricos que circundam a superfície da peça, estabelecendo os limites inferior e superior desta tolerância (CATAPAN, 2013).

A medição do desvio de cilindridade deve ser realizada em vários planos de medida ao longo de todo o comprimento da peça, e é igual à diferença entre o maior valor e o menor valor medido. O desvio máximo medido não deve ser maior do que a tolerância especificada (CATAPAN, 2013).

A circularidade é, por definição, uma propriedade de um círculo. Caracteriza uma linha circular, mas não é suficiente para definir, no seu conjunto, uma superfície de revolução. Desvios de circularidade podem ocorrer na seção circular de uma peça em forma de disco, cilindro ou cone. A tolerância de circularidade é representada por dois círculos concêntricos, que indicam os limites inferior e superior tolerados para o desvio de circularidade.

Os desvios de circularidade costumam ser pequenos, e pouco importantes, mas as tolerâncias de circularidade devem ser especificadas quando a precisão desejada não puder ser garantida pelos processos normais de usinagem (CATAPAN, 2013).

Diversos autores têm desenvolvido trabalhos na área de processo de furação em ligas de alumínio, com o objetivo de estudar a qualidade superficial dos furos. Kurt *et al.* (2009) estudaram o acabamento superficial e precisão de diâmetro em processos de furação a seco. Segundo os autores os menores valores de rugosidade foram encontrados usando o menor avanço de 0,15mm/ver e a menor velocidade de corte de 30 m/min.

Sreenivasulu e Rao (2012) investigaram os erros de circularidade e a rugosidade no processo de furação da liga de alumínio 6061. De acordo com os autores a menor rugosidade e os menores erros de circularidade obtidos foi com o menor avanço de 0,3 mm/ver e com a velocidade de corte de 25,13 m/min.

Todos os autores citados anteriormente buscaram investigar a rugosidade dos furos no processo de furação de ligas de alumínio, pode-se considerar que o estudo de rugosidade é primordial e importante para definir a qualidade de um furo.

3. MATERIAIS E METODOS

Os ensaios de furação foram realizados em um centro de usinagem ROMI Discovery 560 com comando Siemens 840 D e velocidade máxima de rotação de 10.000 rpm. A potência do motor principal é 15 kW e os três eixos são acionados por servo-motores independentes. O material empregado nos ensaios foi a liga de alumínio 7075-T6. Todos os corpos de prova são provenientes de um mesmo lote, com as seguintes dimensões: 20 mm de largura e 290 mm de comprimento. Conforme a Fig. (2) apresentada abaixo. A distância entre os centros dos furos foi de 15 mm, deixando uma região intermediária de 5 mm entre cada furo.

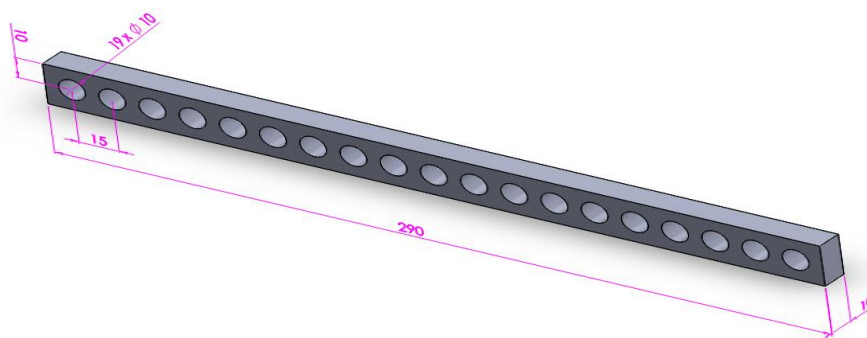


Figura 2. Desenho técnico do corpo de prova utilizado nos experimentos (Fonte: Autoria própria).

As brocas de 10 mm de diâmetro empregadas apresentam as seguintes geometrias de ponta: Tipo A (convencional), broca Tipo B (cruzada), conforme mostrado na Fig. (3). A afiação da broca Tipo B consistiu em alterar o ângulo de ponta e a geometria do gume transversal.

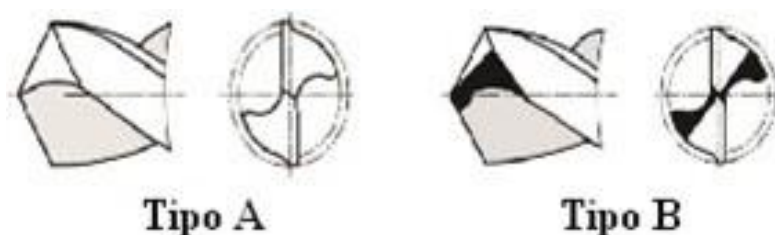


Figura 3. Características geométricas das brocas utilizadas no experimento (MORENO *et al.*, 2013).

As afiações das brocas descritas como Tipo B corresponderam a um alívio no gume transversal. Conforme Astakhov (2010) este tipo de afiação da ponta da broca helicoidal possui as seguintes finalidades: diminuição de desgastes localizados, aumento do efeito centrante da broca, diminuição do calor gerado, melhoria em cortes profundos e diminuição da força de avanço.

O planejamento dos experimentos consistiu em testar 36 condições diferentes com três repetições, um total de 108 rodadas, realizou-se um fatorial cruzado onde cada nível de um fator ocorre em combinação com cada nível do outro fator, ou seja, todas as combinações entre os níveis dos fatores foram realizadas. As diferentes condições de ensaio corresponderam à combinação de quatro fatores: o tipo de broca, o ângulo de ponta da broca, a velocidade de corte e o avanço.

O fator “tipo de broca” foi definido com dois níveis (broca Tipo A e broca Tipo B), o ângulo de ponta da broca com dois níveis (118° e 130°), a velocidade de corte com três níveis (10 m/min, 25 m/min e 40 m/min) e o avanço com três níveis (0,05 mm, 0,15 mm e 0,30mm). A Tabela (1) mostra os parâmetros do processo de furação e seus respectivos níveis.

Tabela 1. Parâmetros do processo de furação (Fonte: Autoria Própria)

Parâmetros	Níveis		
Velocidade de Corte	10 m/min	25 m/min	40 m/min
Avanço	0,05 mm/rev	0,15 mm/rev	0,30 mm/rev
Tipo de afiação	Tipo A (Convencional)		Tipo B (Cruzada)
Ângulo de ponta	118°		130°

As velocidades de corte foram escolhidas com base no material a ser usinado, e os avanços foram determinados de acordo com a faixa recomendada pelos fabricantes das ferramentas. Para a medição da rugosidade dos corpos de prova utilizou-se um rugosímetro portátil marca Mitutoyo modelo SJ-400, foi realizado quatro medições por furo em regiões distintas com o *cut-off* de 0,8 mm para perfis periódicos de acordo com a norma ISO 4288 – 1996 (RUGOSÍMETROS, 2002). Os erros de circularidade e de cilindridade foram medidos usando um circularímetro modelo Talyrond 131 fabricado pela Taylor Hobson, disponível no Laboratório de Metrologia da UFSJ. Este instrumento é constituído basicamente de um fuso, que gira automaticamente a peça colocada manualmente sobre a sua mesa, de um braço radial e uma coluna para o posicionamento do medidor, cuja extremidade apresenta uma pequena esfera de rubi de 2 mm de diâmetro (apalpador).

Acoplado ao circularímetro está um computador com um software dedicado, que movimenta o medidor e analisa todas as informações sobre as medições. A precisão deste equipamento é de 0,03 µm e sua capacidade máxima de medição é de 370 mm e 225 mm para o diâmetro e altura, respectivamente. Foram usados 2 planos para a avaliação dos erros de cilindridade e circularidade localizados em 0mm (entrada) e 5mm (saída).

4. ANALISES DOS RESULTADOS

Os dados foram analisados no Minitab® pela técnica de análise de variância ANOVA adotando 95% de intervalo de confiança, isto representa um nível de significância de 5%. Desta forma, um “valor P” menor ou igual a 0,05 (5%)

indica quais fatores de entrada são estatisticamente significativos. No pacote do software são gerados gráficos de efeitos principais, esses gráficos possibilitam uma identificação visual rápida dos parâmetros que mais influenciaram no resultado do processo de furação.

A partir da avaliação do P-valor da Tab. (2), observou-se que o avanço e a interação entre o avanço e o tipo de afiação foram os parâmetros de entrada estatisticamente significativos para as todas as respostas; Rugosidade (Ra), Circularidade (Entrada), Circularidade (Saída) e Cilindricidade.

Tabela 2. Análise de Variância para as respostas, Rugosidade (Ra), Circularidade (Entrada), Circularidade (Saída) e Cilindricidade.

Parâmetros de Entrada	P-valor			
	Ra (μm)	Cilindricidade	Circularidade (Entrada)	Circularidade (Saída)
Avanço	<u>0,000</u>	<u>0,000</u>	<u>0,000</u>	<u>0,000</u>
Velocidade de corte	<u>0,024</u>	0,309	0,052	0,259
Ângulo de ponta	<u>0,019</u>	0,109	<u>0,000</u>	<u>0,000</u>
Tipo de afiação	<u>0,000</u>	<u>0,000</u>	<u>0,000</u>	0,090
Avanço*Velocidade de corte	0,417	0,638	0,824	0,195
Avanço*Ângulo de ponta	0,121	<u>0,000</u>	<u>0,000</u>	<u>0,000</u>
Avanço*Tipo de afiação	<u>0,022</u>	<u>0,000</u>	<u>0,000</u>	<u>0,002</u>
Velocidade de corte*Ângulo de ponta	0,767	0,473	0,878	0,594
Velocidade de corte*Tipo de afiação	0,076	0,370	0,092	0,201
Ângulo de ponta*Tipo de afiação	<u>0,000</u>	<u>0,000</u>	<u>0,000</u>	0,941
Avanço*Velocidade de corte*Ângulo de ponta	0,182	0,847	0,505	0,781
Avanço*Velocidade de corte*Tipo de afiação	0,281	0,581	0,539	0,260
Avanço*Ângulo de ponta*Tipo de afiação	0,246	<u>0,029</u>	<u>0,000</u>	0,080
Velocidade de corte*Ângulo de ponta*Tipo de afiação	0,673	0,564	0,343	0,424
Avanço*Velocidade de corte*Ângulo de ponta*Tipo de afiação	<u>0,036</u>	0,511	0,765	0,475

A Figura (4) ilustra os principais efeitos das variáveis de entrada utilizadas nos experimentos sobre Ra. Analisando os principais efeitos para Ra, os menores valores de rugosidade foram obtidos utilizando o menor avanço (0,05 mm), a maior velocidade de corte (40 m/min), o menor ângulo de ponta (118°) e o tipo de afiação A (convencional). O aumento da rugosidade proporcional ao aumento do avanço conforme pode ser observado na Fig. (4), segundo Moturcu *et al.* (2014), está relacionada com diminuição do calor na região da ponta da broca que provoca um aumento efetivo na força de corte devido ao aumento da seção de corte gerando um aumento proporcional da rugosidade.

Para valores mais altos de velocidade de corte, segundo Hayajneh (2001) o aumento da temperatura melhora o cisalhamento do material e minimiza o efeito da formação de aresta postiça melhorando a qualidade superficial. Por outro lado, segundo o autor a redução da velocidade de corte diminui a pressão do cavaco sobre as arestas de corte melhorando a qualidade superficial do furo. Segundo Giasin *et al.* (2016) pode-se considerar que a rugosidade aumenta com o aumento simultâneo da velocidade de corte e do avanço. A fricção contínua da ferramenta de corte nas paredes do furo aquece a ferramenta e a parede do furo, aumentando a ductilidade e as deformações do furo e gerando maiores valores de rugosidade.

Porém, conforme observado na Figura (4) e na Tabela (2) nota-se que não existiu interação entre os parâmetros velocidade de corte e avanço, assim para este estudo não existiu uma correlação de variação da rugosidade com a variação destes dois parâmetros simultaneamente e para o aumento da velocidade de corte ocorre uma redução da rugosidade conforme descrito por Hayajneh (2001).

Ra

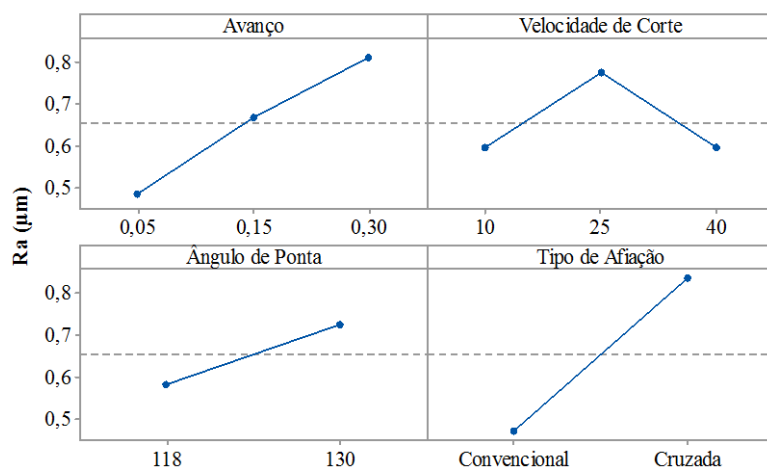


Figura 4. Gráfico de principais efeitos das variáveis de entrada sobre a Rugosidade (Ra).

O aumento da rugosidade do furo com a variação do ângulo de ponta da broca, apesar de ainda não estar devidamente comprovado, pode ter sido alterada pela variação da seção transversal do cavaco, onde por exemplo, na condição de avanço de 0,3 mm/rev e usando a broca com ângulo de 118° tem-se uma seção transversal teórica de 1,75 mm² e para o ângulo de ponta de 130° para a mesma condição de avanço tem-se uma seção transversal teórica de 1,6551 mm², representando uma diminuição de 5% na seção transversal com o aumento do ângulo. Motorcu *et al.* (2014) encontraram o mesmo resultado estudando a variação do ângulo de ponta da broca de 98 para 140° onde ocorreu um aumento de 54% no valor de rugosidade Ra.

Portanto, para este experimento, pode ter ocorrido uma formação maior de cavacos em fita com a ferramenta de ângulo de ponta de 130° provocando riscos laterais na parede do furo a aumentando o valor de rugosidade. O mesmo efeito anterior pode ter influenciado em relação ao tipo de afiação quando foi modificado o tipo de afiação da broca. A Figura (5) ilustra os principais efeitos das variáveis de entrada utilizadas nos experimentos sobre o erro de cilindridade.

Cilindricidade

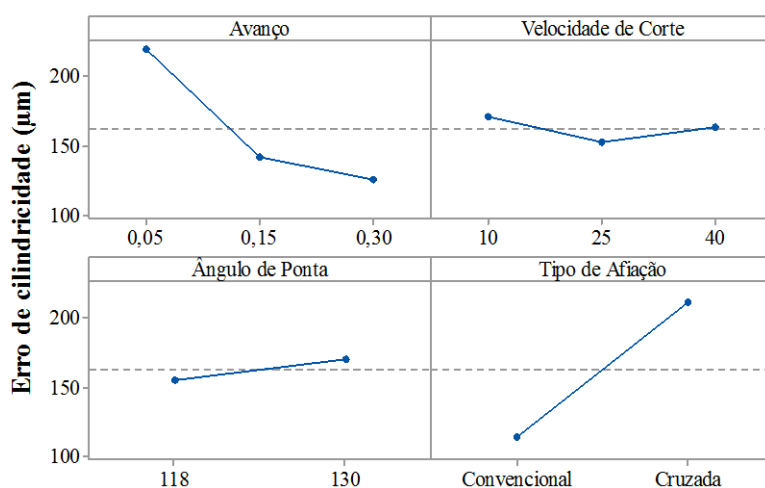


Figura 5. Gráfico de principais efeitos das variáveis de entrada sobre o erro de cilindridade.

Analisando os principais efeitos para o erro de cilindridade, os menores valores para o erro foram obtidos utilizando o maior avanço 0,30 mm/rev e o tipo de afiação A (convencional). De acordo com Teixeira (1995), a broca com afiação A (convencional) não possui efeito de auto-centragem, ocasionando erros de forma e posição. Portanto, para os testes realizados neste trabalho, o gráfico de efeito principal confirma o afirmado por Teixeira (1995), porém, para a broca com afiação A (convencional) obteve-se os menores valores de erro de cilindridade quando comparados com a broca com a afiação B (cruzada). A redução dos valores de erro de cilindridade com o aumento do avanço, está relacionado com o rápido deslocamento axial da ferramenta, assim quanto maior o deslocamento axial mais uniforme

será o corte e a remoção de material e menor o desalinhamento da ferramenta, reduzindo os erros de cilindridade. Os principais efeitos dos parâmetros de entrada sobre a circularidade em 0 mm na entrada podem ser verificados na Figura (6).

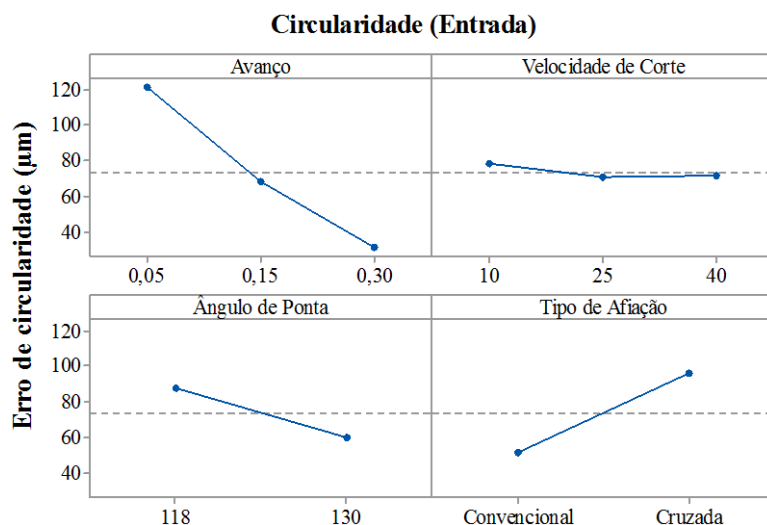


Figura 6. Gráfico de principais efeitos das variáveis de entrada sobre o erro de circularidade em 0mm (entrada).

A Tabela (2) mostra que a variável de entrada velocidade de corte não foi significativa sobre o erro de circularidade na entrada do furo, sendo os menores valores de erro de circularidade na entrada do furo obtidos utilizando o maior avanço de 0,30 mm/rev, o ângulo de ponta maior de 130° e o tipo de afiação A (convencional).

Segundo Villarroel (1991) o ângulo de ponta também é responsável pela espessura do cavaco formado na usinagem. Ângulos de ponta grandes geram cavacos com maiores espessuras de usinagem (h) e menor largura de cavaco (b). Assim, pode-se considerar que o ângulo de ponta maior de 130° gerou cavacos maiores e em formato de fitas, diminuindo o erro de circularidade na entrada. Na Figura (7) são apresentados os principais efeitos dos parâmetros de entrada sobre o erro de circularidade em 5mm na saída do furo.

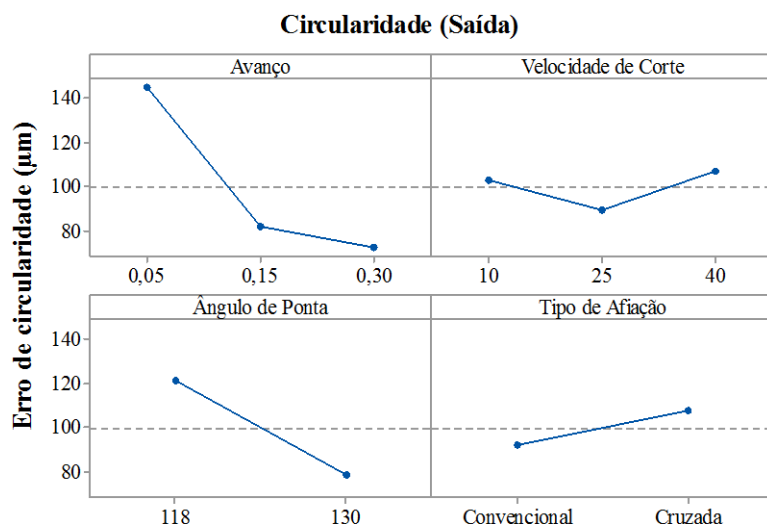


Figura 7. Gráfico de principais efeitos das variáveis de entrada sobre o erro de circularidade em 5mm (saída).

As variáveis de entrada, velocidade de corte e tipo de afiação não possui significância sobre o erro de circularidade em 5 mm, ou seja, na saída do furo, segundo a Tab. (2), obtendo os menores valores de circularidade em 5 mm na saída do furo quando se utiliza o maior avanço 0,30 mm/rev e o maior ângulo de ponta 130°. De maneira análoga como ocorreu no erro de circularidade na entrada do furo, o ângulo de ponta 130° gerou cavacos maiores, dessa forma obtendo menores valores de erro de circularidade na saída do furo.

5. CONCLUSÕES

De acordo com as análises estatísticas realizadas para os experimentos, pode-se concluir que:

- A variável de entrada avanço nos níveis investigados mostrou ser estatisticamente significativo em todas as respostas analisadas, a saber; rugosidade Ra, erro de cilindricidade, erro de circularidade na entrada do furo e erro de circularidade na saída do furo. O maior valor de avanço de 0,30 mm/rev gerou os menores valores de erro de cilindricidade, erro de circularidade e rugosidade Ra.
- Das variáveis de saída analisadas, o erro de circularidade na entrada do furo e rugosidade Ra, mostrou ser mais sensível, com menores valores de “P - valor”, do que o erro de cilindricidade e o erro de circularidade na saída do furo, quanto à variação dos níveis dos parâmetros de entrada.
- O ângulo de ponta de 130° reduziu os valores de erro de circularidade na entrada do furo e os valores de erro de circularidade na saída do furo.
- A furação com o avanço de 0,05 mm/rev, ao contrário dos valores de 0,30 mm e 0,15mm, mostrou uma tendência a reduzir os valores de rugosidade Ra.
- Considerando o tipo de afiação, foi possível observar que os menores valores de erro de cilindricidade e erro de circularidade (entrada) foi obtido com o emprego da ferramenta de afiação convencional.
- Para o ângulo de ponta, notou-se os menores valores de rugosidade Ra utilizando o ângulo de 118° que é o valor padrão de ângulo de ponta das brocas encontradas nas indústrias nacionais.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPEMIG pelo apoio financeiro para a participação no COBEF 2017.

7. REFERÊNCIAS

- Astakhov, V., 2010, “Geometry of Single-Point Turning Tools and Drills: Fundamentals and Practical Applications”, Springer.
- Boeira, A. et al., 2009, Descrição da geometria de brocas helicoidais a partir de modelos matemáticos combinados a métodos de medição tridimensional. Florianópolis, UFSC.
- Boeira, A., 2010, “Modelagem e simulação das forças na furação com brocas helicoidais a partir de dados obtidos no torneamento de segmentos cilíndricos”, Tese, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Catapan, M. F. Apostila de desenho mecânico 1. Curitiba: UFPR, 2013.
- Costa, E. S., Da Silva, R. B., Machado, A. R. “Influência da relação comprimento/diâmetro (L/D) na rugosidade da parede de furos usinados”. 2010.
- Giasin, K., Hodzic, A., Phadnis, V., Ayvar-Soberanis, S., “Assessment of cutting forces and hole quality in drilling Al2024, aluminium alloy: experimental and finite element study”, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 87/5, 2041–2061, 2016.
- Hayajneh M., “Hole quality in deep hole drilling” Materials and Manufacturing Processes, 16(2), 147–164. 2001.
- Kurt, M., Bagci, E., kaynak, Y., 2009, “Application of Taguchi methods in the optimization of cutting parameters for surface finish and hole diameter accuracy in dry drilling processes”. Int J Adv Manuf Technol (2009) 40:458–469.
- Machado, A. R., Coelho, R.T., Abrão, A. M., Da Silva M. B., 2009, “Teoria da Usinagem dos Metais”, Ed. Edgard Blücher, São Paulo, Brasil, 371 p.
- Miranda, G.W.A.A., 2003, “Uma Contribuição ao Processo de Furação sem Fluidos de Corte com Brocas de Metal Duros Revestidas com TiAlN”, Tese de Doutorado Eng. Mecânica, UFSC, Florianópolis-SC, junho, 157 p.
- Moreno, D. A. N., Schroeter, R. B., Büttner, H., & Boing, D., “Análise das características do cavaco na região do gume transversal para diferentes condições de usinagem e geometrias de brocas”, 2013.
- Morse, S. Improvement in drill-bits. Patente N° 38119, 1863.
- Motorcu, A. R., Kus, A., Durgun, I., “The evaluation of the effects of control factors on surface roughness in the drilling of Waspaloy superalloy”, Measurement, 58, 394–408, 2014.
- Rugosímetros, SurfTest. 2002. “Guia Rápido Para Instrumentos SurfTest de Medição de Precisão.”
- Sandvik Coromant, 1994, “Modern metal cutting – a practical handbook”, Sweden, 1. ed. ISBN 91972299-0-3, 840 p.
- Shaw, M. C., “Metal Cutting Principles”. Oxford: Oxford Science Publications, Clarendon Press, 2005.
- Souza, A. J. Apostila - Processos de Fabricação por Usinagem Parte 2. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2011.
- Sreenivasulu, R. e Rao, S. (2012), “Application of gray relational analysis for surface roughness and roundness error in drilling of AL 6061 alloy.” International journal of Lean Thinking Volume 3, Issue 2 (December 2012).
- Swinehart, H. J., “Design of cutting tools: Use of metal cutting theory”. Michigan: ASME, 1969.
- Teixeira, C. R. (1995). Influencia dos erros geométricos de afiação nas brocas helicoidais de aço rápido na qualidade dos furos produzidos (Doctoral dissertation, UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA).

- Tonshoff, H., Spintig, W., König, W., 1994, “Machining of holes developments in drilling technology”, Manufacturing Technology, Vol. 43, pp. 551–561.
- Villarroel, J. C. Análise Comparativa entre Furação com Brocas para Furos Curtos de Insertos Reversíveis e Brocas Helicoidais. Dissertação, UFSC, Florianópolis, 112 p, 1991.
- Ventura, Carlos Eiji Hirata. Análise da relação entre a formação do cavaco, vibração da ferramenta e desvio de forma no processo de torneamento. Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Mecânica. São Paulo, 2008. 75 p.

8. DIREITOS AUTORAIS

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

INFLUENCE OF SHARPENING OF HSS DRILLS IN MICRO AND MACRO GEOMETRICS ERRORS IN DRILLING OF THE 7075 ALUMINUM ALLOY

Jéssica Tito Vieira, jessica.tito@hotmail.com¹

Juliano Aparecido de Oliveira, joao687@hotmail.com¹

Étory Madrilles Arruda, etory@msn.com¹

Lincoln Cardoso Brandão, lincoln@ufs.br¹

¹Federal University of São João del-Rei - Department of Mechanical Engineering, Praça Frei Orlando, 170 – Centro, São João del-Rei-MG, 36.307-352, Brazil.

Abstract. Drilling process need special attention, because is one of the most used processes in the metal-mechanical sector. Almost all mechanical assemblies or systems depend on holes to be performed for fixing or lubrication operation. Geometrics errors and surface finishing define the quality of the drilling process. This study aimed to analyze the cylindricity errors, roundness errors and surface roughness in drilling process of 7075aluminum alloy with HSS twist drills. Tip angle, sharpening of drills, cutting speed, and feed rate were used as input parameters, the experiment design consisted of a crossed factorial. The analysis of variance (ANOVA) with a level of 5% of significance was used to identify the input parameters on the responses. The results showed that the cylindricity and roundness errors were more influenced by the feed rate and the sharpening of the drills generating smaller efforts when using the highest feed rate and standard sharpening drill. However, considering the surface roughness, all cutting parameters were significant. The lower surface roughness values were obtained using the minimum feed rate value, the lowest point angle, the highest cutting speed, and conventional tool sharpening.

Keywords: Sharpening of drills, surface roughness, cylindricity, circularity.