

AValiação DA QUALIDADE DE Furos EM Aço AISI H13 ENDURECIDO USINADO EM ALTAS VELOCIDADES DE CORTE

011094352

Resumo: *Este trabalho avalia a qualidade do furo em aço AISI H13 usinado em altas velocidades de corte. Este aço é utilizado na fabricação de moldes e matrizes para injeção. Corpos de prova foram usinados empregando-se brocas inteiriças de Metal Duro com cobertura de (TiAl)N com diâmetro de 8,6 mm, em dois níveis de velocidade de corte, em três níveis de sistemas de lubri-refrigeração: a seco, com fluido em abundância e com mínima quantidade de lubrificante (MQL) e dois níveis de estado de uso da broca: brocas novas e brocas usadas. As variáveis de respostas para avaliação da qualidade do furo produzido foram a rugosidade média (Ra), o diâmetro do furo produzido a cilindridade e a circularidade do furo. A análise estatística dos resultados mostrou que o sistema de lubri-refrigeração afeta significativamente todas as variáveis medidas para a qualidade do furo. Pode-se afirmar que a usinagem sem meio auxiliar de lubri-refrigeração (seco) produz os piores resultados em todos os casos. Velocidades de corte mais altas se mostraram benéficas para a variação diametral e a circularidade, mas não mostraram diferenças para as demais variáveis. Brocas novas produzem furos com melhor resultado se as variáveis de interesse forem a cilindridade a variação diametral, mas não interferem na rugosidade e circularidade dos furos. O efeito das interações entre a velocidade de corte o sistema lubri-refrigerante e o estado de uso da broca só tem influência significativa sobre a cilindridade. De uma análise global pode-se concluir, portanto, que furos de melhor qualidade são obtidos em velocidades de corte mais altas com lubrificação abundante ou MQL.*

Palavras-chave: *Furação, lubrificação, integridade superficial, desgaste*

1. INTRODUÇÃO

As indústrias fabricantes de moldes e matrizes são fundamentais no processo de obtenção de um novo produto. Considerando a competitividade industrial, aliada ao curto ciclo de vida dos produtos e, além disso, a exigência sobre tempos de produção e custos mais baixos, os processos de usinagem têm importância significativa na cadeia produtiva.

O contexto das matrizes envolve condições severas de usinagem, principalmente para o processo de furação, que normalmente utiliza máquinas-ferramentas convencionais. Dentre os itens necessários para a fabricação de um molde, a usinagem corresponde a 65% dos custos e, a furação é um dos processos de fabricação mais utilizados na indústria de moldes e matrizes. A importância da operação de furação se pode ser avaliada no consumo de ferramentas. Estima-se o consumo de brocas seja da ordem de 250 milhões de unidades por ano (Amorim, 2003). Assim, é importante um estudo sobre o desempenho das ferramentas neste processo, sob condições severas de redução ou eliminação de fluidos lubri-refrigerantes.

Por sua evidente importância nos processos de fabricação, através dos benefícios à produtividade, grandes volumes de fluidos são utilizados nas linhas de produção como meios lubri-refrigerantes. Este fato motiva investimentos ainda maiores para melhorar o desempenho tecnológico dos meios lubri-refrigerantes. Todavia, em conjunto com esta evolução surgiu a necessidade de se iniciar estudos para se investigar as reais influências dos meios lubri-refrigerantes na saúde do trabalhador e no meio ambiente, uma vez que o consumo de fluidos de corte cresce proporcionalmente ao aumento da produção (Valle, 2001).

A função de refrigerar é especialmente importante sob o ponto de vista da vida da ferramenta, pois em altas velocidades de corte a temperatura do gume de corte se aproxima do ponto de amolecimento. Logo, com um pequeno resfriamento pode-se aumentar o tempo de vida da mesma (Valle, 2001).

Névoa e vapores gerados durante a utilização de fluidos de corte na usinagem, inalados pelos operadores, podem causar diversos tipos de doenças respiratórias, irritações nas mucosas do nariz, garganta e olhos. Alguns aditivos usados na formulação de fluidos de corte são suspeitos de serem carcinogênicos. Os vapores são gerados no contato dos fluidos de corte com superfícies quentes da peça trabalhada, da ferramenta ou do cavaco (Miranda 2003).

Diante desse problema, vários são os métodos para se eliminar completamente os fluidos de corte, mas nem sempre tais tentativas são possíveis, pois em muitos casos, uma ou mais funções básicas que o fluido de corte apresenta ainda são essenciais para se obter vidas econômicas de ferramenta ou qualidades superficiais requeridas. Isto é particularmente válido quando há a exigência de tolerâncias estreitas e alta precisão dimensional e de forma ou quando se trata de usinagem de materiais críticos, de corte difícil (Valle, 2001).

Diversos centros de pesquisa têm tido seus trabalhos orientados na procura da diminuição do uso destes fluidos; neste sentido, e para muitos casos específicos, a utilização da mínima quantidade de lubrificação (MQL) é uma solução que pode ser implementada industrialmente como no caso do processo de furação das ligas de alumínio-silício (Miranda 2003).

A mínima quantidade de fluido (MQL) é uma boa alternativa entre a usinagem a seco e a usinagem com utilização de fluidos convencionais. Nesta tecnologia, a função da lubrificação é assegurada pelo óleo e a de refrigeração principalmente pelo ar comprimido, tendo ainda as vantagens de: utilização de menores quantidades de fluidos, menores custos para despejo e manutenção, as peças usinadas ficam quase secas, o volume de fluido que é perdido junto aos cavacos é mínimo, a utilização de óleos vegetais minimiza os danos a saúde do operador (Valle, 2001).

Entretanto, o nível de influência da refrigeração na vida da ferramenta, no caso da utilização de MQL, deve ser balanceado com aquelas proporcionadas pelas outras funções, principalmente a lubrificação, a fim de assegurar um melhor rendimento do processo (Valle, 2001).

Os problemas de desgastes em ferramentas de corte sempre foram motivos de preocupação, devido à necessidade de parada no processo para troca de ferramentas, significando custos adicionais e perda de produtividade.

Nos processos normais de furação, sendo utilizados parâmetros de usinagem adequados, os desgastes ocorrem na aresta transversal e principalmente nas arestas principais de corte. É muito comum o desgaste de flanco ser acentuado na ponta de corte (devido ao uso de maior vc); isto foi verificado nos ensaios práticos realizados na velocidade de máxima produção ($v_{m\max}$). Quando o desgaste na aresta transversal é maior que o das arestas principais de corte, existe então, uma indicação do uso de um avanço acima do desejado.

O mecanismo dominante de desgaste de flanco a baixas velocidades é do tipo abrasivo, e quando a velocidade aumenta é substituído pelo desgaste por adesão e em velocidades mais altas a difusão torna-se o mecanismo de desgaste dominante. Com base nos resultados indicados pode-se concluir que uma diminuição da temperatura em altas velocidades resultará em um desgaste de flanco menor.

Nos processos de furação, da mesma forma que nos de usinagem de uma forma geral, a falta de rigidez da máquina ferramenta, de um dispositivo de usinagem, a perda da aresta cortante de uma ferramenta e outros fatores, influenciam diretamente na qualidade final da peça e acabam provocando desvios dimensionais e de forma. O efeito do desgaste da ferramenta sobre a rugosidade superficial da peça foi objeto de estudo de SHARMANN at all. Utilizando oito geometrias diferentes de brocas para furação de Inconel 718, os autores mostraram que para duas dessas geometrias, a rugosidade superficial obtida com brocas usadas foi significativamente menor do que as obtidas com brocas novas. Nos demais casos a diferença era insignificante.

O desenvolvimento dos revestimentos permitiu a utilização das ferramentas em situações severas de corte, pois, aplicados de forma correta, aumentam a dureza superficial da ferramenta, e sob condições de elevada temperatura, minimizam o efeito do desgaste abrasivo pela redução do coeficiente de atrito entre a ferramenta e a peça (Santin et all, 2005). O efeito da velocidade de corte associado ao revestimento da ferramenta sobre a integridade da superfície do furo também tem sido objeto de estudo. TOSUN e MURATOGLU avaliaram este efeito na furação de um composto Al/SiC_p e concluíram que o aumento da velocidade de corte aumenta a rugosidade para brocas com cobertura TiN.

A seleção correta do material e geometria da ferramenta, dos parâmetros de usinagem e a boa estabilidade do sistema máquina-peça-ferramenta, então, podem minimizar o desgaste da ferramenta de corte e influir diretamente na integridade das superfícies geradas (Silva at all, 2001).

A lubrificação, ou melhor, a lubri-refrigeração tem papel importante no desgaste da ferramenta. Os meios lubrificantes desempenham várias funções simultaneamente num processo de corte de material que são: refrigeração da interface peça e ferramenta, lubrificação da interface peça/ferramenta e cavaco/ferramenta, expulsar o cavaco da zona de corte, evitar a formação do gume postiço, dentre outras (Valle, 2001). BRAGA at all mostraram o efeito rugosidade superficial em função do sistema lubri-refrigerante e da velocidade de corte na furação de liga AlSi. De acordo com esse estudo, a rugosidade superficial apresenta uma redução sensível em função do sistema de lubrificação.

A preocupação com as características do acabamento superficial tem seu fundamento no pressuposto de que as superfícies representam o elo entre a peça como um todo e o meio ambiente com sua múltipla gama de solicitações.

Na lubrificação o controle da rugosidade também se faz importante, pois a efetividade de um filme de óleo na lubrificação de dois componentes em movimento será nula se a profundidade da rugosidade for maior que a espessura dele, já que isto significa que haverá contato metal-metal, podendo influir não somente sua altura como também sua forma (Mitutoyo).

A rugosidade ou textura primária, esta formada por sulcos ou marcas deixadas pelo agente que atacou a superfície no processo de usinagem e se encontra superposta a um perfil de ondulação provocado por deficiência nos movimentos da máquina, deformação no tratamento térmico, tensões residuais de forjamento ou fundição, etc. (Mitutoyo).

Desta forma, este trabalho vem avaliar a influência do regime de lubri-refrigeração na furação de aços endurecidos aplicados na produção de moldes e matrizes em altas velocidades de corte, considerando o estado de uso da broca, isto é, brocas novas e brocas já desgastadas, verificando a qualidade do furo produzido.

2. METODOLOGIA

Para avaliação da qualidade do furo, fez-se uma análise estatística de resultados experimentais obtidos através de um planejamento fatorial completo aleatorizado por níveis. Neste planejamento, as variáveis de influência foram o tipo de lubri-refrigeração, a velocidade de corte, o estado de uso da broca e a posição da medida. A lubri-refrigeração foi avaliada em três níveis (seco, úmido e mql); a velocidade de corte foi avaliada em dois níveis (25 e 60 m/min). O estado de uso da broca foi avaliado em dois níveis (brocas novas e brocas usadas). A quarta variável, utilizada apenas para verificação da variação diametral, foi avaliada em dois níveis (início e fim do furo). Cada ensaio recebeu um número de identificação seqüencial. A ordem dos ensaios foi sorteada. O resumo do planejamento é:

Variáveis de influência:

Tipo de lubrificação – variável A - a seco, MQL (10 mL/h) e abundante;

Velocidade de corte – variável B: $v_1 = 25$ m/min e $v_2 = 60$ m/min

Estado de uso da broca – variável C : nova e usada

Posição da medida em relação à altura do furo – variável D: início e fim do furo

As variáveis de resposta foram:

Rugosidade – R_a (μm)

Diâmetro do furo (mm)

Desvio de Cilindricidade (μm)

Desvio de Circularidade (μm)

2.1. Equipamentos

A máquina-ferramenta utilizada nos ensaios foi o centro de usinagem vertical ROMI, modelo Discovery 560. Seu comando CNC é o SIEMENS 810D, possuindo cabeçote com faixa de velocidade de 7 à 7500 RPM com eixo árvore cone ISO 40, motor C.A. da árvore com 12,5 CV e potência total instalada de 15 KVA.

2.2. Corpos de prova

Foram feitos ensaios em corpos de prova com as seguintes especificações:

Material: aço AISI H13 endurecido- Dureza: igual a 57 HRC

Tamanho: bloco de 110 x 38 x 15 mm;

2.3. Ferramenta – broca

Foram utilizadas brocas inteiriças de Metal Duro com cobertura de (TiAl)N. As dimensões da ferramenta foram: diâmetro de 8,6 mm, comprimento da hélice de 47 mm e comprimento total de 89 mm, conforme norma DIN 6537K.

A escolha dessa medida de diâmetro da broca está associada a aplicação do furo para abertura de rosas M10, é devido a sua grande aplicabilidade na composição de peças dentro da indústria metal mecânica, sobretudo na automobilística. Foram utilizadas brocas em duas condições: brocas novas, utilizadas para fabricar apenas um furo e brocas usadas, estas com desgaste de aresta de, no mínimo, 0,21 mm, conforme se mostra nas Figs. (1) e (2).

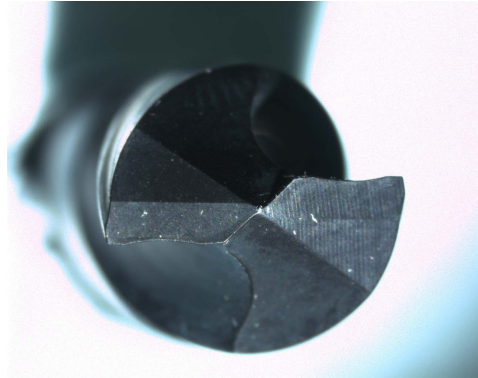


Figura 1. Broca nova

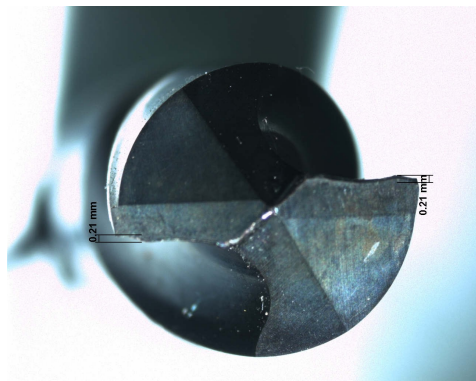


Figura 2. Broca usada

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Rugosidade

Os resultados das médias de 8 medidas da rugosidade da parede do furo em função das variáveis de influência está mostrado na Fig. (3). Nela se vê que a tendência da rugosidade é aumentar com o aumento da velocidade de corte, quando o sistema de lubrificação é a seco ou MQL. Essa tendência se inverte no regime úmido. A rugosidade apresenta uma tendência de queda quando se usa brocas já desgastadas no regime seco e úmido, e registra uma tendência de elevação para brocas usadas quando o regime é o MQL.

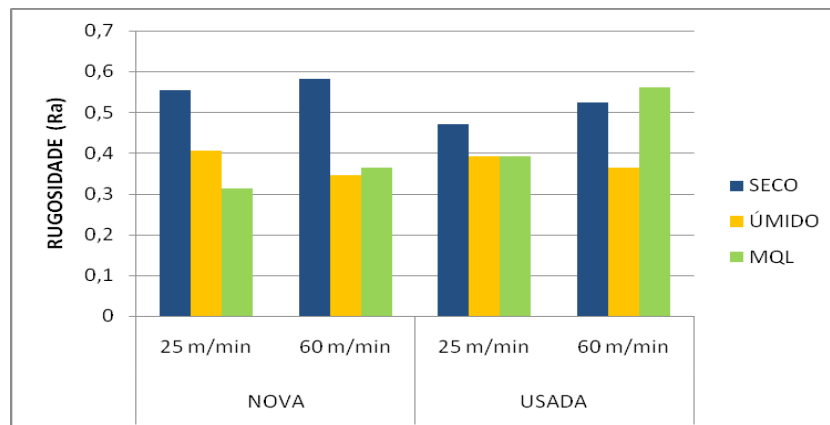


Figura 3 – Média das medidas de rugosidade em função das variáveis de influência

A Análise da variância, com 95 % de confiança, é mostrada na Tabela (1).

Tabela 1 . Análise da variância para a Rugosidade da parede do furo

Sstotal				3,09	
SSA	17,04	12,07	13,04	0,43	
SSB	20,21	21,94		0,03	
SSC	20,53	21,62		0,01	
SSAB	8,20	6,38	5,63		
	8,84	5,69	7,41	0,10	
SSAC	9,09	6,02	5,42		
	7,95	6,05	7,62	0,18	
SSBC	10,19	10,34			
	10,02	11,60		0,02	
SSABC	4,44	3,25	2,50		
	4,65	2,77	2,92		
	3,76	3,13	3,13		
	4,19	2,92	4,49	0,01	
SSerro	2,32	82,00		0,03	
Fo(A)	7,6757836	Ftabelado	3,107891302	Rejeita Ho	
Fo(B)	1,103355414	Ftabelado	3,957388177	Aceita Ho	
Fo(C)	0,438002127	Ftabelado	3,957388177	Aceita Ho	
Fo(AB)	1,690184626	Ftabelado	3,107891302	Aceita Ho	
Fo(BC)	0,753867983	Ftabelado	3,957388177	Aceita Ho	
Fo(AC)	3,17661218	Ftabelado	3,107891302	Rejeita Ho	
Fo(ABC)	0,178762084	Ftabelado	3,107891302	Aceita Ho	

Na tabela, SS representa o somatório dos tratamentos, SSerro, o somatório do erros das medidas, Fo é o valor da probabilidade calculado para os tratamentos e interações e Ftabelado é o valor da probabilidade segundo a distribuição estatística F, para um nível de significância de 95%. As variáveis A, B, C e D estão definidas no item , deste trabalho.

De acordo com a Análise da Variância, o sistema de lubri-refrigeração tem influência sobre a rugosidade da parede do furo. A diferença registrada para o emprego de brocas novas ou usadas é estatisticamente insignificante, assim como o aumento da velocidade de corte também não influencia a rugosidade. Não existe influência da combinação entre as variáveis, exceto par o caso do sistema de lubri-refrigeração e o estado de uso da broca.

Teste de contraste para o regime de lubrificação mostram que o regime a seco produz rugosidades mais altas que o regime MQL e o regime úmido. Entretanto não há diferença entre os regimes MQL e úmido. Para o caso da combinação do sistema de lubri-refrigeração e o estado de uso das brocas, a pior combinação ocorre para o regime de lubrificação a seco combinado com brocas novas. Já melhor situação ocorre para o regime de lubrificação MQL combinado com brocas novas.

3.2. Variação diametral

Os diâmetros foram medidos no início e no fim do furo. Para cada velocidade de corte associada a um sistema de lubri-refrigeração foram feitas 6 réplicas. A média dos resultados é mostrada na Figura (4).

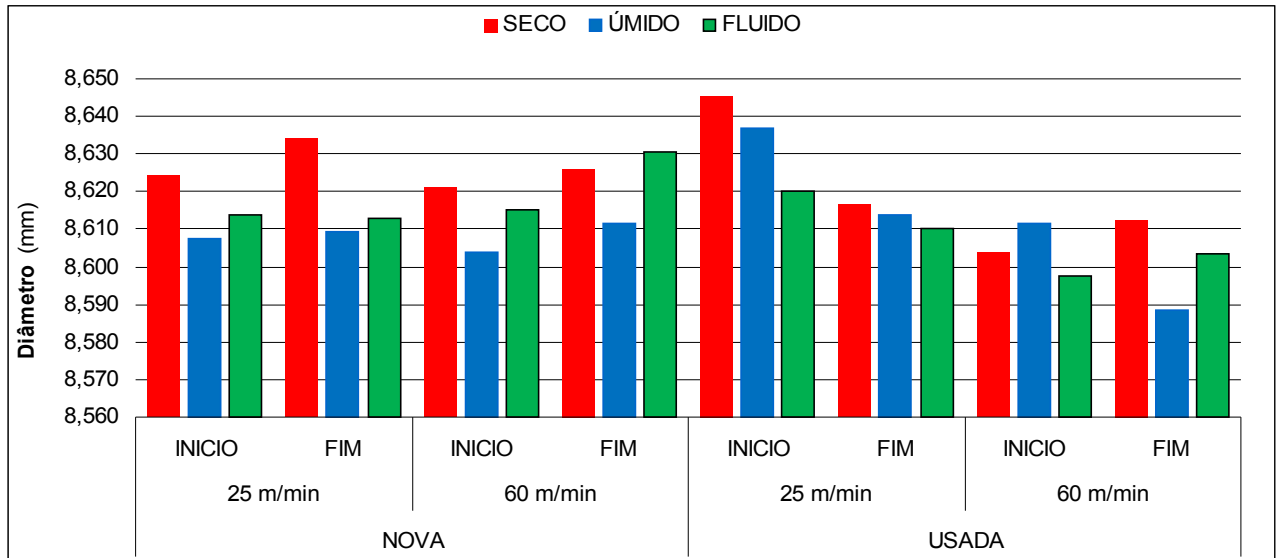


Figura 4 – Variação diametral em função do estado de uso da broca, da velocidade de corte e posição de medida

Na Fig. (4) não se pode inferir nenhuma tendência dos resultados. A Análise estatística dos resultados é apresentada na Tab. (2).

Tabela 2 – Análise da variância da variação diametral

Variável	Fo	F(0,05%)	
(A)	23,073	3,17	Rejeita Ho
(B)	38,257	4,026	Rejeita Ho
(C)	6,486	4,026	Rejeita Ho
(D)	2,596	4,026	Aceita Ho
(AB)	5,177	3,175	Rejeita Ho
(BC)	0,002	4,026	Aceita Ho
(AC)	0,000	3,175	Aceita Ho
(AD)	0,000	3,175	Aceita Ho
(BD)	0,000	4,026	Aceita Ho
(CD)	0,000	4,026	Aceita Ho
(ABC)	0,000	4,026	Aceita Ho

De acordo com a Análise da Variância, a variação diametral é afetada pelo sistema de lubri-refrigeração, pela velocidade de corte e pelo estado de uso da broca. Porém, o diâmetro medido no início e no fim do furo não mostrou variação significativa. Os testes de contraste indicam que o sistema de lubri-refrigeração úmido apresenta os mesmos resultados que o sistema MQL. Já o sistema de lubri-refrigeração a seco apresentou as maiores variações de diâmetro. As brocas novas apresentaram resultados piores que as brocas usadas e a velocidade de corte mais alta se mostrou melhor na redução da variação diametral. Aqui, pode-se concluir que furos de menor variação diametral são produzidos com brocas usadas, utilizando o sistema de lubrificação úmido e com velocidades de corte mais alta.

3.3. Desvio de Cilindricidade

A Figura (5) traz os resultados da média das réplicas para o Desvio de Cilindricidade.

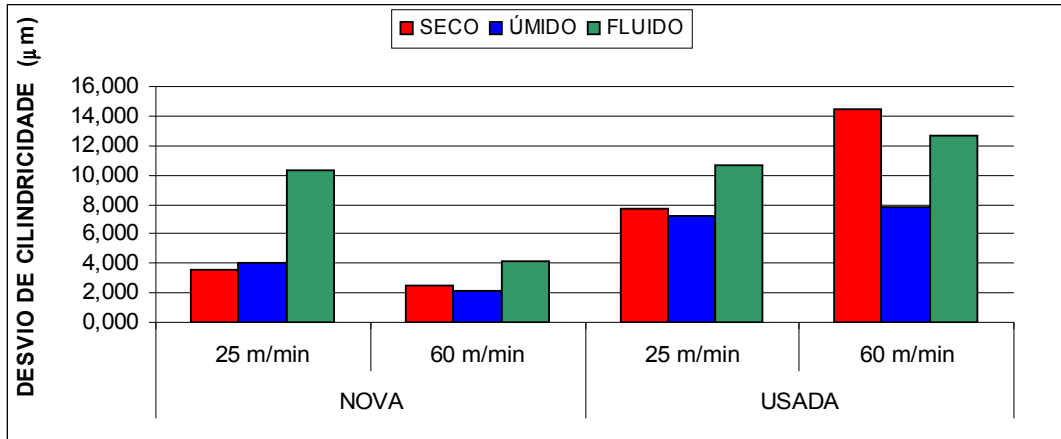


Figura 5 - Desvio de Cilindricidade como função do estado de uso da broca, do sistema de lubri-refrigeração e velocidade de corte

Da Fig. (5) pode-se concluir que as brocas usadas produziram maior desvio de cilindridade. Os sistemas de lubri-refrigeração apresentam diferenças importantes entre si.

A Análise da Variância para este caso é apresentada na Tab.(3).

Tabela 3 – Análise da variância do Desvio de cilindridade

Variável	Fo	F(0,05%)	Resultado
(A)	18,284	3,806	Rejeita Ho
(B)	0,001	4,667	Aceita Ho
(C)	100,664	4,667	Rejeita Ho
(AB)	6,768	3,806	Rejeita Ho
(BC)	4,593	3,806	Rejeita Ho
(AC)	29,755	4,667	Rejeita Ho
(ABC)	2,576	3,806	Aceita Ho

A análise da Variância mostra que o sistema lubri-refrigerante influenciou os resultados assim como o estado de uso da broca. A velocidade de corte, por sua vez, não mostrou nenhuma influência sobre o Desvio de Cilindricidade. A Tab. (4) traz o Teste de contraste efetuado para o sistema lubri-refrigerante. Pode-se verificar que os sistemas produzem resultados diferentes e que o sistema úmido produz os menores desvios de cilindridade.

Tabela 4 – Teste de contraste do sistema lubri-refrigerante - desvio de cilindridade

sistema	soma	réplicas	teste	F calc	F tab	Resultado
seco	56,43	8	$\mu 1 = \mu 2$	8,567	3,633723	Rejeita Ho
úmido	42,40	8	$\mu 1 = \mu 3$	16,213	3,633723	Rejeita Ho
mql	75,74	8	$\mu 2 = \mu 3$	48,352	3,633723	Rejeita Ho

O mesmo teste foi feito para o estado de uso da broca e pode-se concluir que as brocas usadas produziram maior desvio de cilindridade.

Desvio de circularidade

Finalmente, foi feita a análise das variáveis de influência sobre o desvio de circularidade. A Figura (5) traz os resultados das médias.

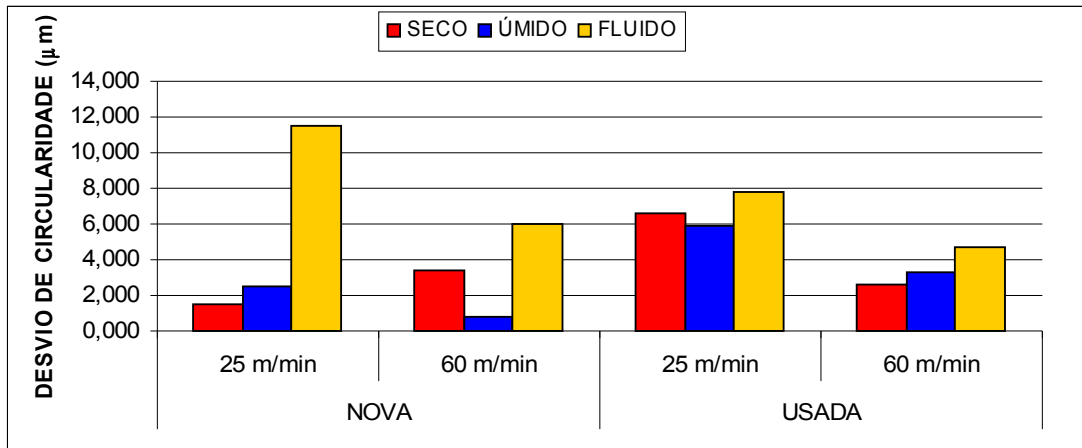


Figura 5 – Desvio de circularidade em função do estado de uso da broca, do sistema de lubri-refrigeração e velocidade de corte

As médias conforme apresentadas na Fig. (5) não mostram uma tendência clara. A Análise da Variância, entretanto, esclarece a influência das diversas variáveis sobre o produto. A Tab. (5) apresenta estes resultados.

Tabela 5 – Análise da variância do Desvio de Circularidade

Variável	Fo	F(0,05%)	Resultado
(A)	6,882	3,885	Rejeita Ho
(B)	5,523	4,747	Rejeita Ho
(C)	0,609	4,747	Aceita Ho
(AB)	0,765	3,885	Aceita Ho
(BC)	2,537	3,885	Aceita Ho
(AC)	0,482	4,747	Aceita Ho
(ABC)	1,252	3,885	Aceita Ho

Os resultados mostram que a circularidade foi afetada pelo sistema lubri-refrigerante e pela velocidade de corte. No caso do sistema lubri-refrigerante o Teste de Contraste é apresentado na Tab. (6).

Tabela 6 – Teste de contraste do sistema lubri-refrigerante - desvio de circularidade

sistema	soma	réplicas	teste	F calc	F tab	Resultado
seco	28,15	8	$\mu 1 = \mu 2$	0,705	3,633723	Aceita Ho
úmido	24,79	8	$\mu 1 = \mu 3$	63,003	3,633723	Rejeita Ho
mql	59,90	8	$\mu 2 = \mu 3$	77,044	3,633723	Rejeita Ho

Os resultados mostram o sistema a seco e úmido produziram resultados semelhantes e que o sistema MQL produziu os piores resultados. Um teste de contraste para a velocidade de corte apontou que a velocidade de corte mais alta apresenta os melhores resultados.

4. CONCLUSÕES

As análises permitem as seguintes conclusões:

- das variáveis de influência estudadas, o sistema de lubri-refrigeração é aquele que mais afeta a qualidade do furo. Dentre eles, o sistema de lubrificação a seco produz os piores resultados enquanto o sistema de lubrificação úmido produz os melhores resultados;
- de uma maneira geral, a velocidade de corte influencia a qualidade do furo e as velocidades mais altas produzem os melhores resultados;
- a posição da medida para verificação do diâmetro do furo não mostrou nenhuma influência no resultado;
- o estado de uso da broca mostrou ser importante para a cilindricidade e para a variação diametral e as brocas usadas produziram resultados melhores para a variação diametral, ocorrendo o inverso para o desvio de cilindricidade;
- considerando o diâmetro a variável qualificadora mais importante para o furo, podemos concluir que o estudo indica a utilização do sistema úmido de lubri-refrigeração, associado a velocidades de corte mais altas, independentemente do estado de uso da broca.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores desejam agradecer à FAPEMIG, pelo auxílio financeiro e ao IFM pelo auxílio tecnológico.

6. REFERÊNCIAS

- Amorim, H.; Processos De Fabricação Por Usinagem. DEMEC/UFRGS. 2003.
- Braga, D. U at all. [Using a minimum quantity of lubricant \(MQL\) and a diamond coated tool in the drilling of aluminum–silicon alloys](#). **Journal of Materials Processing Technology**, Volume 122, Issue 1, 5 March 2002, Pages 127-138
- Miranda, G. W. A. , Uma contribuição ao Processo de Furação sem Fluido de Corte com Broca de Metal Duro Revestida com TiAlN. Tese de doutorado. Campinas, 2003.
- MITUTOYO DO BRASIL IND. COM. LTDA. Rugosidade Superficial – Uma abordagem prática. Manual de operação. São Paulo, SP, 2000.
- SANTIN, R. at all. Desempenho de brocas de aço rápido com diferentes revestimentos na usinagem a seco e com mínimas quantidades de fluido de corte. In: **Evento Brasimet 2005**, São Leopoldo, 2005.
- Sharman, A.R.C. Amarasinghe, A. Ridgway, K.. [Tool life and surface integrity aspects when drilling and hole making in Inconel 718](#). **Journal of Materials Processing Technology**, Volume 200, Issues 1-3, 8 May 2008, Pages 424-432
- Silva, M. M.; Machado, A. R.; Costa, E. S. Estudo Dos Mecanismos De Desgaste Na Usinagem Com Mínima Quantidade De Fluido De Corte No Processo De Furação. Universidade Federal de Uberlândia. Corte no Processo de Fresamento de Topo Reto. Tese de mestrado. 2001.
- Tosun, G. e Muratoglu, M. [The drilling of Al/SiCp metal–matrix composites. Part II: workpiece surface integrity](#) **Composites Science and Technology**, Volume 64, Issues 10-11, August 2004, Pages 1413-1418
- Valle, P. D., Avaliação da Influência da Minimização e Eliminação do Fluido de Corte no Processo de Fresamento de Topo Reto. Dissertação de Mestrado. UFSC, Florianópolis, 2001.

7. DIREITOS AUTORAIS

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

EVALUATION OF HOLE QUALITY IN HARDENED AISI H13 STEEL WITH HIGH SPEED

Abstract: *This work evaluates the hole quality in steel using high speed cutting. AISI H13 steel is used to injection mold and dies manufacturing. Samples were machined with drill (TiAlN coated of diameter of 8,6 mm, using two levels of cutting speed and three levels of cooling/lubrication regime (flooded, Minimum Quantity of fluid(MQL) and with no fluid (dry)). The hole quality was evaluated by roughness (Ra), diameter variation, circularity deviation and cilindricity deviation. Statistic Analysis of the results shows that the cooling/lubrication regime affects significantly all the hole quality variables measured. It can be affirmed that the machining with no fluid cooling/lubrication (dry) produces worst results. Higher cutting speed shown beneficial to diameter variation and circularity deviation , but not shown differences to roughness and cilindricity deviation. The interaction of cooling/lubrication regime, tool wear and cutting speed effect indicates that there is influence only over cilindricity deviation. Thus, we can conclude that the best hole quality are produced with higher cutting speed using flooded or MQL regime.*

Keywords: *Drilling, lubrication, Surface integrity, tool wear*