

INFLUÊNCIA DA ADESÃO DA LIGA Al-Si EM BROCA DE METAL DURO NOS PARÂMETROS GEOMÉTRICOS E TEXTURA EM FURAÇÃO, UTILIZANDO-SE SISTEMA DE FIXAÇÃO HIDRÁULICO E TÉRMICO

Larissa Vilela Costa, lavilela_engmec@yahoo.com.br¹
José Rubens Gonçalves Carneiro, joserub@pucminas.br¹
Paulo Sérgio Martins, paulosabara@yahoo.com.br¹
Malange Marcos Lourenço, malangemec@hotmail.com¹

¹Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – Rua Dom José Gaspar, 500, Bairro Coração Eucarístico, CEP: 30535-901, Belo Horizonte, Minas Gerais - Brasil

Resumo: As ligas de alumínio são utilizadas em razão de sua resistência mecânica, baixa densidade, e maior facilidade de usinagem dentre os metais. A adição do silício ao alumínio decresce o seu ponto de fusão e melhora a resistência ao desgaste do componente. As forças de corte e taxa de desgaste da ferramenta de corte são baixas devido à boa condução de calor da liga Al-Si. Dentre os processos de usinagem tradicionais, a furação é uma das operações de corte de metal mais importantes. A furação de ligas Al-Si apresenta dificuldade devido à adesão da liga à broca. Entre os mecanismos que induzem erros, incluem-se desvios ou rotação anormal da broca na entrada; deflexões da broca devido às forças radiais e axiais; erros devido a geometria de corte da broca; deformações de fixação da broca ao mandril, e fixação da peça. A rigidez da broca determina os erros induzidos devido aos mecanismos dinâmicos, mas não é afetada pela presença/ausência do revestimento da broca. A causa da adesão de metal não está elucidada e as características da região do desgaste e o do depósito não são conhecidas. O desgaste de flanco de uma ferramenta de corte tem efeitos na integridade superficial incluindo-se acabamento, tensão e alterações microestruturais. Durante a progressão do desgaste, as forças de corte aumentam, a temperatura da ferramenta se eleva, a broca se deforma e há uma perda imediata das faces afiadas da ferramenta. O progresso do desgaste de flanco na furação segue um modelo de três estágios no qual o desgaste no primeiro resulta em rápida elevação nos segundos iniciais de corte e redução, posteriormente, para manter uma taxa constante no estágio II. No último estágio, o desgaste avança por um mecanismo adesivo em uma taxa linear com o tempo de corte. Teer et al.(2005) mostram que a avaliação do desgaste através da aresta de corte foi impedida pelo material aderido e, neste caso, a avaliação do desgaste foi feita após ataque com solução de 10% NaOH em microscópio de varredura, enquanto que Bhowmick (2008) mediu a altura da aresta postíça pela linha perpendicular à aresta de corte da broca. Esse trabalho evidenciou que a variação de parâmetros de superfície foi sensível à presença de material depositado no flanco, quando usinou-se um número de peças entre 1 a 500 em furação.

Palavras-chave: Furação; Liga Al-Si; Textura superficial

1. INTRODUÇÃO

As ligas de alumínio são utilizadas em razão de sua resistência mecânica, baixa densidade, e a maior facilidade de usinagem dentre os metais. A adição do silício ao alumínio decresce o seu ponto de fusão e melhora a resistência ao desgaste do componente. As ligas Al-Si são usadas na fabricação de componentes de motores de combustão que exigem fluidez e baixa tendência de contração em fundição sob pressão. As forças de corte e taxa de desgaste da ferramenta de corte são baixas devido à boa condução de calor da liga Al-Si, (Cotterell, 2002).

A usinagem é um processo utilizado na fabricação de componentes nos mais diversos setores industriais. O processo de usinagem é não-linear envolvendo fenômenos como deformação plástica, fratura, impacto, pontos de contato intermitentes, contínuos e desgaste, e se caracteriza pela geração de calor e elevada temperatura de corte. Em temperatura elevada, a ferramenta de corte pode perder sua forma rapidamente ou desgastar resultando em acréscimo na força de corte, inexatidão dimensional do produto, redução de vida, dano mecânico e químico da superfície acabada.

Dentre os processos de usinagem tradicionais, a furação é uma das operações de corte de metal mais importantes, utilizado para obtenção de superfície cilíndrica interna, sendo esta coaxial ao eixo de rotação do movimento de corte, considerado como de desbaste, semi-acabamento ou acabamento. A furação de ligas Al-Si apresenta dificuldade devido adesão da liga de alumínio à broca. A qualidade de um furo do processo é determinada por uma síntese dos erros devido

a dinâmica do processo e, também, ao regime térmico na interface peça/broca. Entre os mecanismos que induzem erros incluem, desvios ou rotação anormal da broca na entrada; deflexões da broca devido às forças radiais e axiais; erros devido à falha de processo; erros devido a geometria de corte da broca; deformações de fixação da broca ao mandril, e fixação da peça. A rigidez da broca determina, em grande parte, os erros induzidos devido aos mecanismos dinâmicos, mas não é afetada pela presença/ausência do revestimento da broca (Kalidas et al., 2001).

Diversos sistemas de fixação estão em desenvolvimento atualmente para garantir maior rigidez ao sistema de furação.

O sistema de fixação hidráulico apresenta uma bucha de dilatação cilíndrica deformável que, ao se injetar óleo na interface da bucha com a ferramenta mediante um êmbolo ativado por parafuso, provoca a dilatação da bucha de forma centralizada em direção à haste da ferramenta. Os sistemas de fixação por contração térmica utilizam o princípio da dilatação dos corpos quando aquecidos. Para a fixação, o mandril é aquecido e dilata-se montando com interferência de (0,025mm a 0,050 mm) no cilindro. A centralização da ferramenta fica assegurada após o resfriamento do mandril. O aquecimento necessário pode ser obtido por ar quente, chama aberta ou indução elétrica (Fiedler, 2001).

Desgaste de ferramenta durante o corte não somente diminui a vida da ferramenta, mas, também, leva a deterioração da qualidade da peça, induz tensões residuais e alterações de microestrutura, etc.

A deposição de metal na região de desgaste no flanco da ferramenta durante a usinagem é um fenômeno comum especialmente em aços recozidos e em liga de alumínio. A causa do depósito de metal não está elucidada e as características da região do desgaste e o do depósito não são conhecidas. O desgaste de flanco de uma ferramenta de corte tem efeitos deletérios na integridade superficial incluindo acabamento superficial, tensão superficial e alterações microestruturais.

Durante o procedimento de progressão do desgaste, as forças de corte aumentam, a temperatura da ferramenta se eleva, a broca se deforma e há uma perda imediata das faces afiadas da ferramenta (Ertunc, 2004).

Em qualquer estudo de usinagem, entender os mecanismos de desgaste que ocorre na aresta de corte é crítico. Na furação, esta consideração não é importante nos estágios finais do desgaste que precedem falhas catastróficas, mas, também, através da vida da broca. O progresso do desgaste de flanco na furação segue um modelo de três estágios no qual o desgaste no primeiro estágio resulta em rápida elevação nos primeiros segundos de corte e redução, posteriormente, para manter uma taxa constante no estágio II. No último estágio, o desgaste avança por um mecanismo adesivo em uma taxa que é linear com o tempo de corte (Quick et al., 2003).

A temperatura na interface cavaco-ferramenta tem uma influência importante no desgaste da ferramenta e na microestrutura da região de deformação (King, 2005). De acordo com Ozcelik (2006), as temperaturas crescem com o aumento da profundidade do furo para a mesma velocidade de avanço e velocidade de eixo. Já Nouari (2003) mostra que a máxima temperatura na face de corte da broca é uma função crescente da velocidade de corte e da velocidade de avanço. Abu-Mahfouz et al. (2003) induziram cinco tipos de desgaste artificialmente na ponta da broca. São eles: transversal, cratera, flanco, fratura ou quebra e desgaste do ângulo de corte.

O mapa dos mecanismos de desgaste é uma ferramenta poderosa na escolha e seleção dos parâmetros tribológicos. Zhang et al. (2001) e Martins et al. (2009), definiram quatro regiões separadas por contornos de intervalo de 0,3 (\log_{10} VB/distância de corte) na furação a seco de liga Al-Si fundida sob pressão com broca de aço rápido. Neste mapa, há a zona de corte de menor desgaste para a broca de aço rápido na furação de liga Al-Si.

Teer et al. (2005) mostram que a avaliação do desgaste através da aresta de corte foi impedida pelo material aderido e, neste caso, a avaliação do desgaste foi feita após ataque com solução de 10% NaOH em microscópio de varredura, enquanto que Bhowmick (2008) mediu a altura da aresta postiça pela linha perpendicular à aresta de corte da broca. Sundararajan (2008) dividiu o comprimento do flanco em regiões para cada uma das duas arestas de corte. O desgaste de flanco foi obtido através da média aritmética das medidas de 4 pontos realizados ao longo das arestas de corte.

Esse trabalho se propõe a verificar a influência da aderência da liga Al-Si na superfície da broca de metal duro Co-WC nos parâmetros geométricos (diâmetro, circularidade e cilíndricidade) e de textura (R_a , R_t e R_z) durante a operação de furação.

2. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

A matéria-prima utilizada neste trabalho é uma liga Al-Si obtida em fundição sob pressão na forma de cabeçote para posterior usinagem. Foi fundido um corpo-de-prova representativo da corrida que foi, posteriormente, fresado e cortado para retirada de amostra de 30 x 30 mm² para análise química e metalográfica. Essas amostras foram analisadas em microscópio ótico, marca Leitz, com aumento de 200X. Para análise da microestrutura, as amostras foram atacadas com água destilada 95% em volume, ácido fluorídrico HF-1ml, ácido nítrico-HNO₃-2,5ml, ácido clorídrico-HCl-1,5ml, durante 5 horas. Foi feito ensaio de microdureza Vickers em microdurômetro, marca Leitz, carga de 100gf.

Foram utilizados vários cabeçotes nos experimentos na condição de pré-usinados com pré-furo de 10,50mm. O primeiro contato da ferramenta com o pré-furo deve ser igual entre todas as arestas de corte, porém devido ao desalinhamento do eixo da ferramenta de pré-furação, erro de batimento da broca, irregularidades na aresta de corte, desvios de forma no pré-furo, problemas na fixação da broca no fuso da máquina-ferramenta, pode-se levar ao corte não-simultâneo e irregular (Weinert et al, 1998). O processo de usinagem é feito em centros de usinagem com comando numérico Simens 840D Huller e transfer Comau. A máquina tem potência instalada de 28 kW, eixo árvore com rotação máxima de 16.000 rpm. Utilizou-se o sistema de fixação com mandril hidráulico e térmico. As brocas utilizadas são de metal duro (WC + Co) com haste paralela, tolerância H7 e sem cobertura, com dois diâmetros ângulo da ponta 145°,

ângulo de folga 10° , segundo diâmetro com ângulo da ponta 90° e ângulo de folga 8° , diâmetro da broca de $12,150^{+0,025\text{mm}}_{+0,007\text{mm}}$. Para alojamento da broca ao sistema de fixação, térmico e hidráulico, foi utilizado o equipamento semi-automático, marca Speroni, dotado de câmera cujo aumento pode chegar a 20X.

Mediu-se, em seguida, o erro de batimento radial na haste da broca nos sistemas de fixação hidráulico e térmico na distância correspondente à 127mm da face do cone HSK em relação à ponta da broca através de relógio comparador, marca Mitutoyo, resolução de $1\mu\text{m}$, acoplado a uma base magnética.

Utilizou-se velocidade de corte de 289m/min, rotação de 8.000rpm, avanço de 0,36mm/rot e profundidade de corte de 0,05mm. Ensaios realizados com ligas de alumínio e alargadores monocortantes, não apresentaram variações de rugosidade, erro de forma e dimensional do furo com a variação da velocidade de corte (Schroeter, 1989; Eckhardt, 1993).

O fluido de corte utilizado foi o HOCUT® B 205D com a concentração de 6% a 8% e pressão de 30 bar. Os furos tinham uma profundidade de 8mm. Após completar os testes de furação, as peças foram resfriadas até a temperatura ambiente, e medidas no laboratório de metrologia. Foram retiradas as peças de número 1, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 e 500 para medição dos parâmetros geométricos cilindricidade, circularidade e diâmetro do furo, respectivamente, nos equipamentos Talyrond 4 Coord Her A e Hera 3 coord. Mediu-se, também, o erro de batimento para os sistemas hidráulico e térmico nesta mesma seqüência.

Os parâmetros de superfície R_a , R_z , e R_t foram avaliados para as peças 1, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 e 500, utilizando-se equipamento, marca Taylor Hobson Form-Talysurf series e filtro aspereza gaussiano, cut-off 0,8mm, e comprimento de medida 4,8mm. A tolerância de R_a $1,6\mu\text{m}$ da superfície do furo foi controlada através de software desenvolvido especificamente para esta análise. A análise de desgaste da ferramenta utilizada nos experimentos foi feita através de um microscópio ótico OMIS MIMI. Observa-se que a medida do desgaste foi feita entre a aresta de corte e a largura máxima do contraste de cor verificado no microscópio. O desgaste observado é a média dos valores de espessura medidos nas duas faces.

As brocas, após um número definido de furos pré-especificado, foram colocadas em solução aquosa com 10% de NaOH durante 24horas. Posteriormente, estas brocas foram analisadas em microscópio ótico e de varredura para medição do desgaste e análise do material depositado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ensaios foram realizados no cabeçote do motor, fundido sob pressão em liga de Al-Si com composição química em porcentagem em peso, mostrada na Tab. (1).

Tabela 1. Composição química média da liga Al-Si, em porcentagem em peso.

Elemento (%)	Al	Si	Cu	Mg	Mn	Ti	Fe	Zn	Ni	Pb	Sn
Cabeçote	86,8	7,76	3,11	0,36	0,40	0,02	0,74	0,56	0,03	0,05	0,02

A microestrutura consistiu de fase alfa rica em alumínio e o eutético. A fase intermetálica do eutético é $\text{Al}_5\text{Cu}_2\text{Mg}_2\text{Si}_6$ ou $\text{Al}_{15}(\text{FeMn})_3\text{Si}_2$ (Teer, D.G, 2005). O teor de silício da liga significa que ela contém partículas primárias que promovem desgaste na ferramenta por mecanismo de abrasão, quando comparado às outras ligas de alumínio (Fig. (1)).

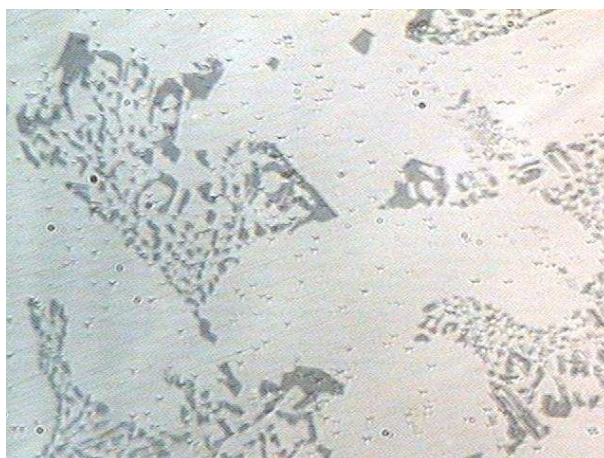


Figura 1. Microestrutura da liga Al-Si, evidenciando a fase clara rica em alumínio e o eutético.

A Figura (2) mostra o aspecto do desgaste verificado no flanco da broca em microscópio ótico para os sistemas térmico e hidráulico nas faces 1 e 2.

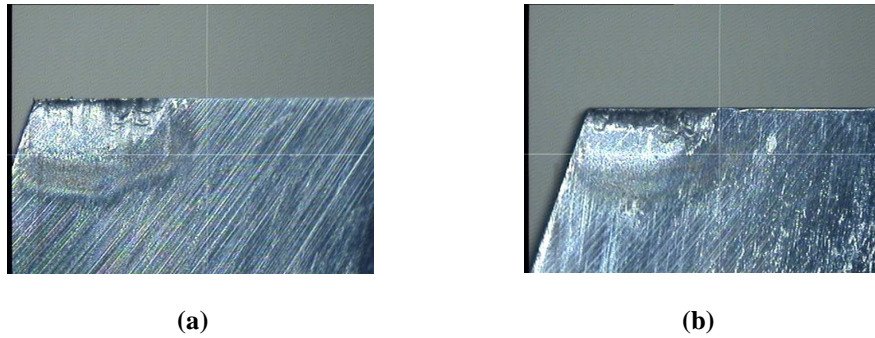


Figura 2. Análise do desgaste VB_{Bmax} das faces 1 e 2 da broca fixada nos mandris hidráulico (a) e (b) térmico.

A Figura (3) mostra o aspecto da superfície das faces 1 e 2 da broca ao microscópio eletrônico de varredura com diferentes ângulos de observação e aumentos de 35 e 350X para os sistemas hidráulico e térmico.

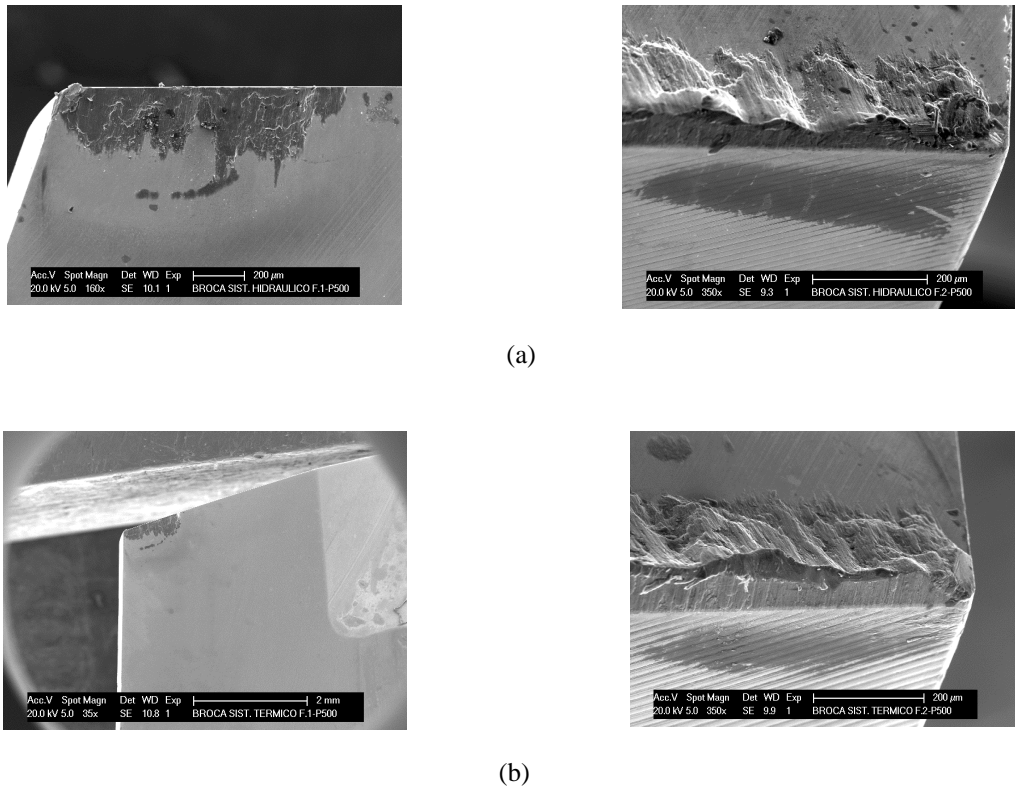


Figura 3. Presença de material nas faces 1 e 2 da broca sistema hidráulico com aumentos de 35 e 350X (a) e da broca sistema térmico com aumentos de 35 e 350X, após furação da peça de número 500.

Evidencia-se a presença de picos e vales ao longo da espessura da região de desgaste e a diferença do valor desta espessura ao longo da profundidade. A análise química feita no microscópio eletrônico de varredura (MEV) do material presente na broca de fixação do sistema hidráulico e térmico após 500 peças produzidas mostrou a presença de Al e Si (Fig. (4)).

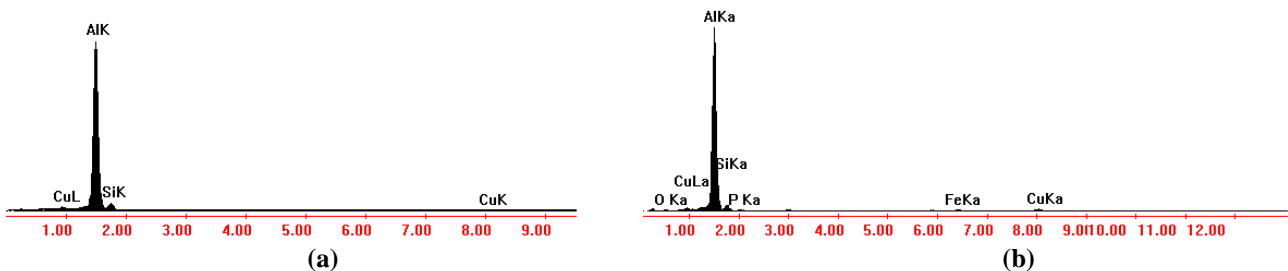


Figura 4. Análise química obtida por EDS em microscópio eletrônico de varredura do material aderido sobre a broca no mandril hidráulico (a) e térmico (b).

A análise química da broca feita em região distante da aresta de corte em EDS mostrou a presença de W, Si e Co (Fig. (5)).

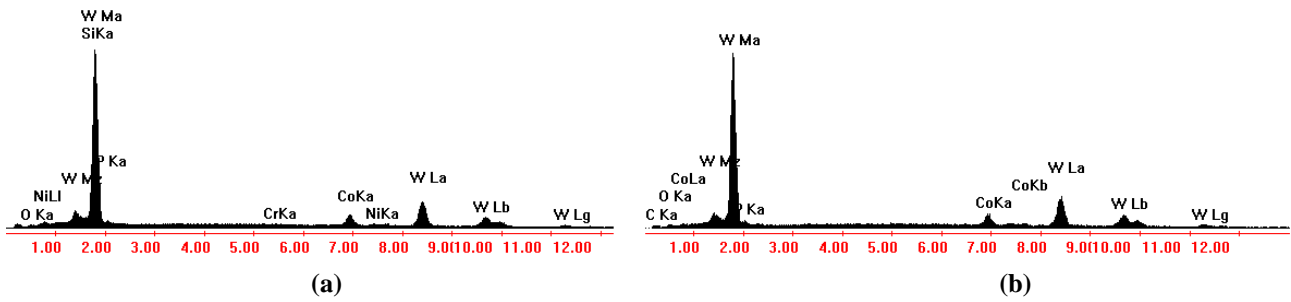


Figura 5. Análise química da broca do sistema de fixação hidráulico (a) e térmico (b).

O aspecto em microscópio de varredura da superfície da broca após ataque com a solução de NaOH é mostrado na Fig. (6).

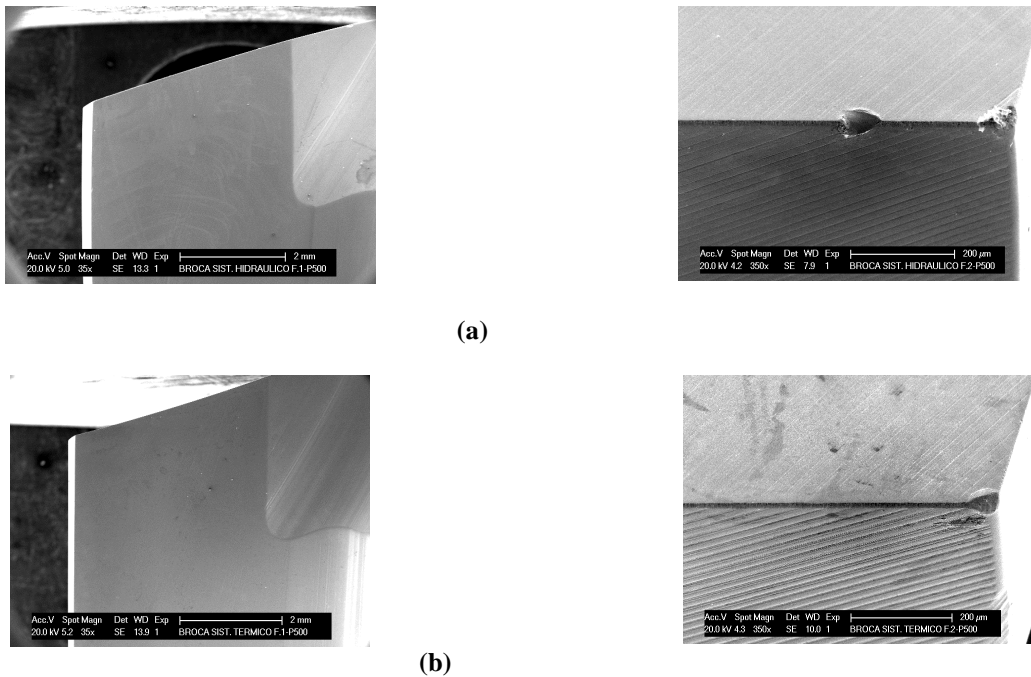


Figura 6. Desgaste da aresta de corte da broca do sistema hidráulico (a) e térmico (b) após decapagem em solução de NaOH nas faces 1 e 2, respectivamente, na peça furada de número 500.

Observa-se após a decapagem química que houve lascamento na aresta de corte e não se tem a presença de material aderido sobre a superfície da broca. Este lascamento na aresta de corte não promoveu alteração nos parâmetros geométricos e de superfície, quando comparado com o sistema térmico.

A Figura (7) mostra a análise química por EDS da broca fixada no sistema hidráulico e térmico após a decapagem, utilizando-se a solução de 10% de NaOH em água destilada durante 24 horas, confirmando que a análise química é representativa do material da broca, ou seja, Co-WC.

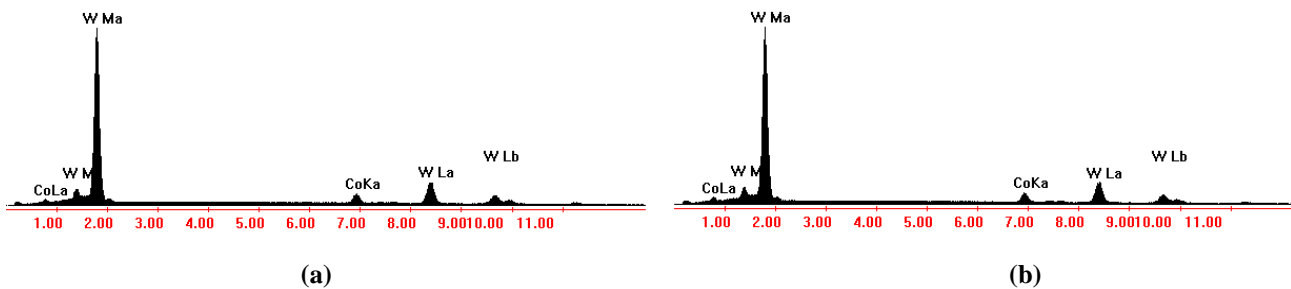


Figura 7. Análise química após decapagem em solução de NaOH na peça usinada de número 500 com sistema de fixação hidráulico (a) e térmico (b).

Comprovou-se que, também, houve aderência do material do cabeçote na aresta de corte e a espessura do material depositado estava sendo avaliado como desgaste da broca. Realizou-se experiência com o intuito de verificar a influência deste material depositado nos parâmetros geométricos e de superfície. Foi feita a usinagem das peças de número 1 até 99, 199, 299 e 399. Após esta usinagem, as brocas foram colocadas em solução de NaOH para decapagem do material aderido. Em seguida, os furos dos cabeçotes foram avaliados dimensionalmente antes e após decapagem das brocas.

Não se constatou variação entre o comportamento do batimento com o número de peças para ambos os mandris, uma vez que a deposição do material ocorre no flanco e não no diâmetro externo da broca, conforme Fig. (8).

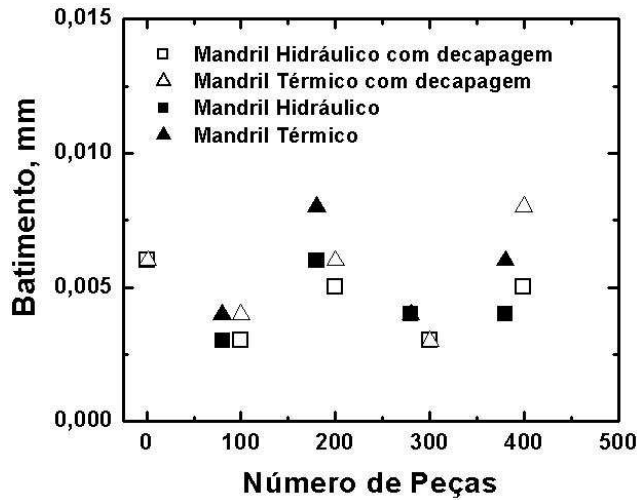


Figura 8. Batimento das ferramentas em relação ao número de peças usinadas.

A Figura (9) já mostra que para a primeira peça tem-se material aderido da ordem de 0,5mm de espessura e este valor oscila ao longo do processo, evidenciando a deposição e retirada de material.

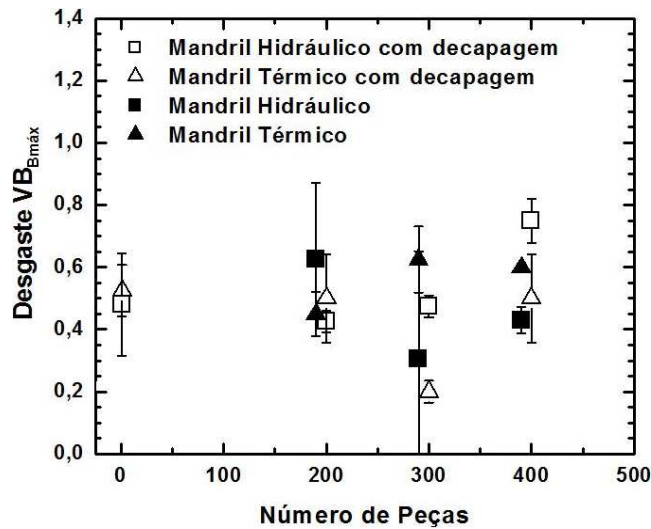


Figura 9. Análise do desgaste VB_{Bmax} na aresta de corte da broca fixada nos sistemas térmico e hidráulico.

A Figura (10) mostra a evolução da circularidade e da cilindridade dos furos produzidos das peças número 1 até 500 com e sem decapagem da broca. A Figura (10a) evidencia que o mandril térmico propiciou circularidade e cilindridade dos furos consistentemente com valores médios inferiores aos furos produzidos com fixação com o mandril hidráulico. Pode-se observar que não ocorreu consistente redução na circularidade e na cilindridade com a decapagem tanto para ambos os mandris.

A Figura (10b) mostra a evolução da circularidade e cilindridade com e sem a decapagem da broca. Verifica-se que a adesão da liga de alumínio à broca não afetou a circularidade e cilindridade do furo. Pode-se observar que não ocorreu redução consistente na circularidade e na cilindridade com a decapagem para ambos os mandris.

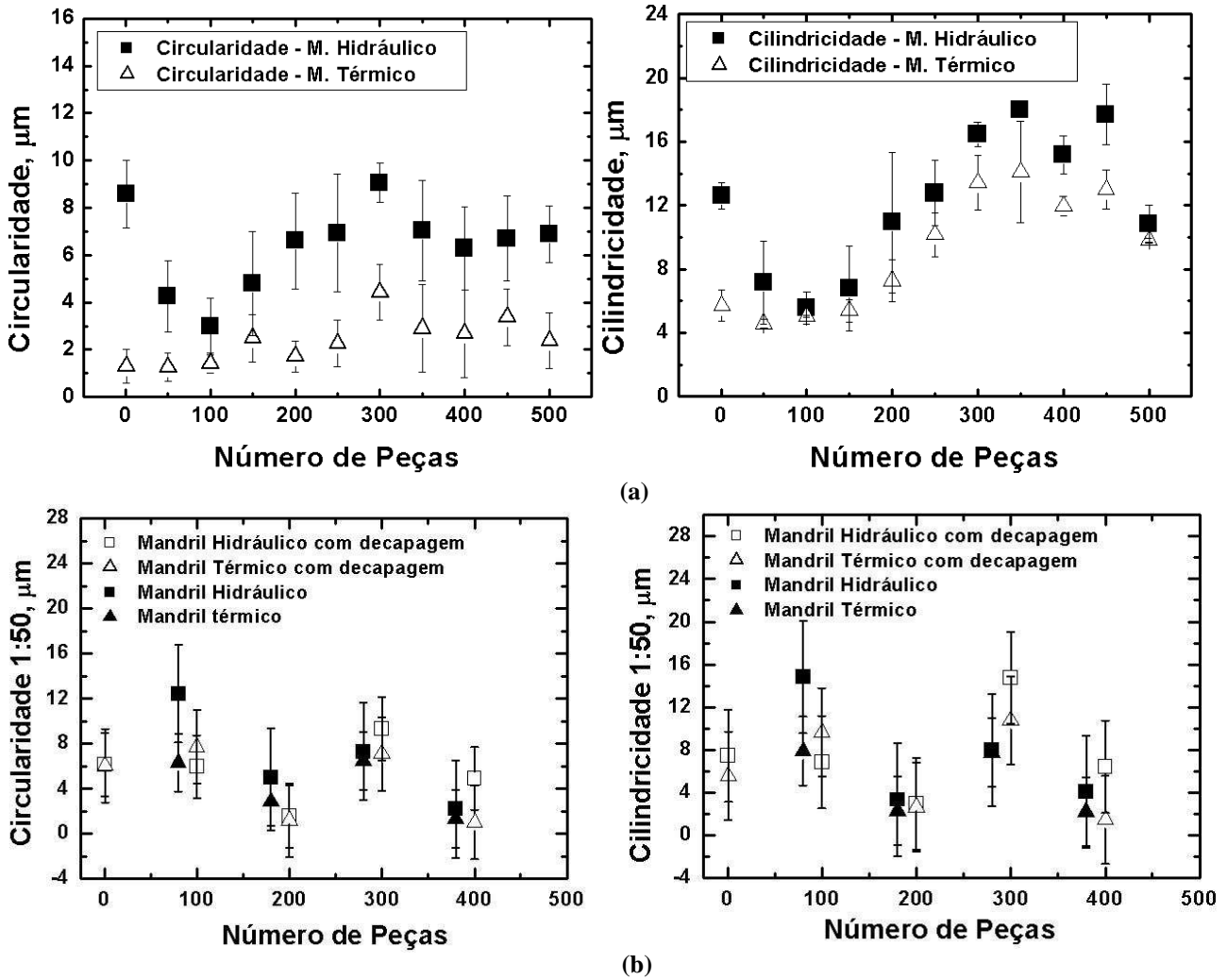
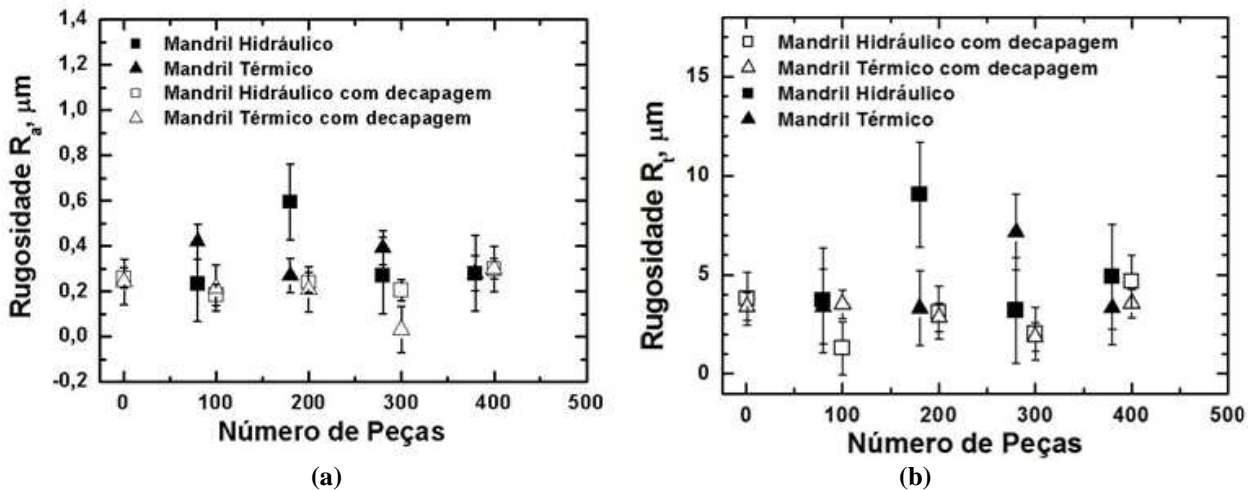


Figura 10. Análise da circularidade (a) e da cilindricidade (b) dos furos gerados pela broca fixada nos sistemas térmico e hidráulico.

A Figura (11) (a), (b) e (c) mostra o comportamento da textura superficial avaliada através do R_a , R_t e R_z com o número de peças de 1 até 400 com e sem decapagem. Verificou-se que o material aderido no flanco da broca ampliou os valores de rugosidade medidos através tanto de R_a , quanto R_t e R_z .

Este resultado divergiu dos valores obtidos nos experimentos de furação da peça de 1 até 500, onde os parâmetros R_t e R_z não tiveram mesmo comportamento do R_a . Este resultado pode ser devido à deposição e retirada do material durante a furação das peças o que define a textura.



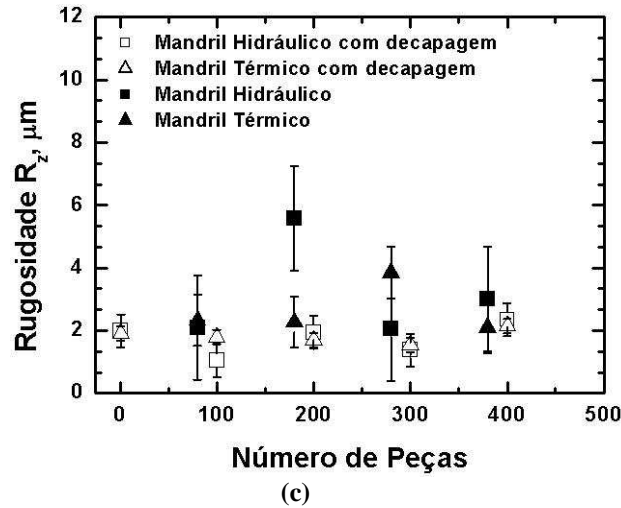


Figura 11. Análise da superfície R_a , R_t e R_z dos furos gerados pela broca fixada nos sistemas térmico e hidráulico.

A evolução do diâmetro dos furos com o número de peças de 1 até 400 com e sem decapagem não mostrou diferença significativa (Fig. (12)). Pode-se, talvez, justificar este resultado pela natureza do material aderido no flanco e, também, na adesão deste material à broca. Para este número reduzido de furos, a adesão é física e não química o que torna a retirada do material facilitada ao longo do processo de usinagem.

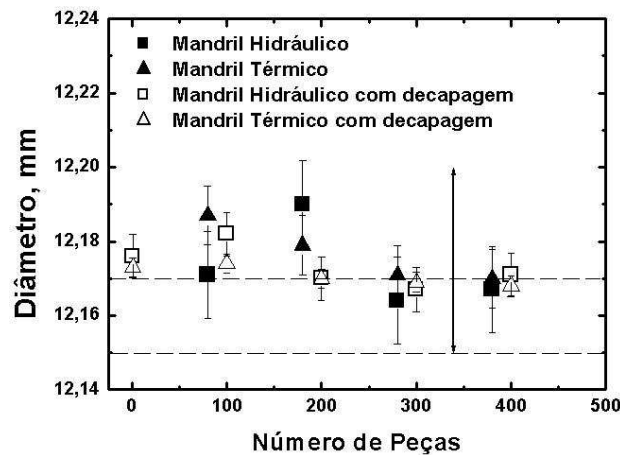


Figura 12. Diâmetro do furo de fixação da bucha de referência em função do número de peças.

4. CONCLUSÃO

O desgaste avaliado pela média das espessuras no flanco não revelou crescimento consistente com o número de peças tanto para o sistema térmico quanto para o hidráulico. Esta medição revelou-se não se tratar efetivamente de desgaste da broca e, sim, material do cabeçote aderido ao flanco.

A variação do parâmetro de superfície R_a mostrou sensibilidade à presença de material depositado no flanco no intervalo entre a peça usinada de número 1 a 500.

Não se verificou o aspecto da curva de evolução do desgaste em função do tempo de usinagem com evidência dos estágios I, II e III, uma vez que neste processo ocorreu deposição de material sobre a broca e não desgaste efetivo da mesma.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FPT Powertrain e ao FIP/PUC Minas pelo incentivo a essa pesquisa.

6. REFERÊNCIAS

Abu-Mahfouz, Issam., 2003, "Drilling wear detection and classification using vibration signals and artificial neural network" International Journal of Machine Tools & Manufacture, n.43, pp 707-720.

- Alpas, A.T., Bhowmick, S., 2008, "The performance of hydrogenated and non-hydrogenated diamond-like carbon tool coating during the dry drilling of 319Al" *International Journal of Machine Tools & Manufacture* 48, pp 802-814.
- Bhowmick, S., Alpas, A.T., 2008, "Minimum quantity lubrication drilling of aluminum-silicon alloys in water using diamond-like coated drills" *International Journal of Machine Tools & Manufacture* 48, pp 1429-1443.
- Cotterell, M.G., Kelly, J.F., 2002, "Minimal lubrication machining of aluminium alloys" *Journal of Materials Processing Technology*, n° 120, pp 327-334.
- Eckhardt, M., 1993 "Utilização de alargadores de gume único regulável para a obtenção de furos de precisão" *Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.*
- Ertunc, H. M., Oysu, C., 2004 "Drill wear monitoring using cutting force signals" *Mechatronics*; v. 14, pp 533-548.
- Fiedler, U., Würz, T., 2001, "Fixação e balanceamento de ferramentas" *Máquinas e Metais*, n. 421, p. 24-37.
- Kalidas, S., De Vor, R.E., Kapoor, S.G., 2001, "Experimental investigation of the effect of drill coatings on hole quality under dry and wet drilling conditions" – *Surface and Coating Technology*, n. 148, pp 117-128.
- King, A.A, Compton, W.D, Chandrasekar, S., Shankar, M.R., 2005, "Characteristics of aluminum 6061-T6 deformed to large plastic strains by machining" *Materials Science and Engineering A*, v. 410-411, pp 364-368.
- Martins, P. S., Carneiro, J. R. G., Costa, L. V., Lourenço., M. M., 2009, "Evaluation of Hydraulic and Thermal Fixation Systems Using Hard Metal Drills in a Fire Motor Head" *International Congress of Mechanical Engineering – COBEM, Gramado, Brazil.*
- Nouari, M., List, G., Girot, F., Coupard, D., 2003 "Experimental analysis and optimization of tool wear in dry machining of aluminium alloys" *Wear*, n 248, pp 1359-1368.
- Nouari, M., List, G., Girot, F., Géhin, D., 2003, "Effect of machining parameters and coating on wear mechanisms in dry drilling of aluminium alloys" *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, n 45, pp 1436-1442.
- Ozcelik, B., Bagci, E., 2006, "Investigation of the effect of drilling condition on the twist drill temperature during step-by-step and continuous dry drilling" *Materials and Design*, n 27, pp 446-454.
- Quick, D., Audy, J., Vlasveld, A.C., Doyle, E.D., Harris, S.G., 2003, "A study of the wear mechanisms of $Ti_{1-x}Al_xN$ and $Ti_{1-x-y}Al_xCr_yN$ coated high-speed steel twist drills under dry machining conditions" *Wear* 254, pp 723-734.
- Sundarajan, G., Joshi, S.V., Srinivasa Rao, D., Faisal, N.H., Soma Raju, K.R.C., 2008, "Electro-spark coating for enhanced performance of twist drills" *Surface & Technology*, n 202, pp 1636-1644.
- Teer, D.G., Walbank, J., Hickman, S., Thomas, N.R., Wain, N., 2005, "Performance of low-friction coating in the dry drilling of automotive Al-Si alloys" *Surface & Coating Technology*, n 200, pp 1885-1892.
- Weinert, K., Adams F. J., Biermann, D., Thamke, D., 1998, "Alargadores de corte único: corte mais eficiente, além de vantagens econômicas." *Revista Máquinas e Metais*, São Paulo, n 392, pp 38-57.
- Zhang, M.Z., Liu, Y. B., Zhou, H., 2001, "Wear mechanisms maps of uncoated HSS tools drilling die-cast aluminum alloy" *Tribology International*, n 34, pp 727-731.

7. DIREITOS AUTORAIS

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



VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA
VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING
18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil
August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil

INFLUENCE OF Al-Si ALLOY ADHERENCE ON HARD METAL DRILL ON GEOMETRIC PARAMETERS AND DRILLING TEXTURE, USING HIDRAULIC AND THERMAL FIXATION SYSTEMS

Larissa Vilela Costa, lavilela_engmec@yahoo.com.br¹
José Rubens Gonçalves Carneiro, joserub@pucminas.br¹
Paulo Sérgio Martins, paulosabara@yahoo.com.br¹
Malange Marcos Lourenço, malangemec@hotmail.com¹

¹Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – Rua Dom José Gaspar, 500, Bairro Coração Eucarístico, CEP: 30535-901, Belo Horizonte, Minas Gerais - Brasil

Abstract. *Aluminium alloys are used regarding mechanical resistance, low density, and easier machinability compared to other metals. The addition of silico to aluminium decreases the fusion point and improves component wear resistance. Cutting force and cutting-tool wear rate are low due to the good heat conductivity of the Al-Si alloy. Among traditional machining processes, drilling is one of the most important metal-cutting operations. Drilling of Al-Si alloys shows some difficulties due to aluminium adherence to the drill. Some error-inducing mechanisms include deviations or abnormal entrance rotation of the drill; drill deflections due to radial and axial forces; errors due to cutting geometry of the drill; deformation of drill fixation in the mandrel, and part fixation. Drill stiffness determines errors resulting from dynamic mechanisms, but it isn't affected by the presence or absence of drill covering. The cause for metal deposit isn't elucidated and the wear and deposit region characteristics aren't known. Flank wear on the cutting tool has effects on the superficial integrity, including surface finishing, surface tension and microstructural modifications. As tool wear progresses, the cutting force increases, the tool temperature increases, the drill deforms and there is immediate loss on the sharp tool faces. Flank wear progress in drilling follows a three-stage model, which on the first stage results in rapid elevation on the initial seconds of cutting and reduction, maintaining a constant rate afterwards in stage II. In the last stage, wear goes as an adhesive mechanism at a linear rate versus cutting time. Teer et al. (2005) show that wear evaluation throughout the cutting edge was impeded by the adhered material and, in this case, wear evaluation was made after etching with a 10% NaOH solution in scanning electron microscope; while Bhowmick (2008) measured the false edge height throughout the perpendicular line of the cutting edge. This work showed that surface parameter variation was sensitive to the presence of deposited material on the flank, when a number of parts from 1 to 500 was machined in drilling process.*

Keywords: *Drilling; Al-Si Alloy; Surface texture.*