

ANÁLISE E COMPARAÇÃO DO TORQUE FILETE A FILETE NO ROSQUEAMENTO INTERNO POR MACHOS DE CORTE

P.I.A. Vianello^a,

R. F. A. Souza^a,

M.B. Da Silva^b,

I.C. Pereira^a

^a Universidade Federal de Ouro Preto - Brazil

^b Universidade Federal de Uberlândia - Brazil

Contact Information

pivianello@yahoo.com.br

ABSTRACT

The thread process is responsible for internal and external threads creation which are of large application in several areas. Even though its large usage in industry, there are few papers about this process. In this paper, it was carried out torque fillet by fillet measurements over the chamfer portion of the tap and the torque comparison between tools from two distinct manufacturers. It was used M 10 x1,5 HSSE straight flute taps, with and without coating in tapping process on a grey cast iron GG30, in order to analyse the relation between the number of fillets in the tap's chamfer and its geometry in torque signal behaviour.

Key-words: Torque, tapping, tap.

NOMENCLATURA

HSSE Aço Super Rápido.

TiN Nitreto de Titânio.

INTRODUÇÃO

Quase todas as montagens de peças utilizam parafusos, porcas e peças roscadas em geral, sendo assim, de vasta aplicabilidade em todos os setores industriais. Muitas vezes é o método de acoplamento mais vantajoso a ser utilizado para união de duas peças em termos de segurança, custo e facilidade.

Para que o parafuso seja rosqueado e realize sua função de impossibilitar a movimentação dos corpos parafusados e evitar folgas indesejáveis, é necessário a produção de roscas internas à peça, através de uma operação de usinagem ou de conformação.

O rosqueamento pode ser definido como um processo mecânico, de usinagem ou conformação, destinado à obtenção de filetes de rosca, por meio da abertura de um ou vários sulcos helicoidais de passo uniforme, em superfícies cilíndricas ou cônicas de revolução [1].

Um dos métodos mais comuns, para a fabricação de roscas, é o rosqueamento interno com o auxílio de um macho, devido à alta produtividade e ao fato de apresentar maior precisão nas roscas usinadas, tanto de pequeno quanto de grande diâmetro [2]. Porém esse método causa um desgaste acelerado do macho, mais especificamente dos dentes da ferramenta [3].

O macho é uma ferramenta de geometria complexa e de várias aristas de corte, desse modo, o

O macho é a ferramenta que possui filetes externos e rasgos longitudinais, originando o aparecimento de arestas cortantes e sulcos necessários para a remoção dos cavacos [4].

O processo de rosqueamento com machos é um pouco complexo. Essa complexidade deve, principalmente, ao fato dos ajustes da máquina de sincronismo entre avanço e rotação e ao desalinhamento entre ferramenta e furo que pode ocasionar no desgaste prematuro e/ou avarias bem como às dificuldades de remoção de cavaco e lubrificação, que são ainda piores em furos cegos [5].

O rosqueamento com machos de corte é caracterizado por 3 etapas: avanço, parada e retorno. Durante o avanço e rotação da ferramenta ocorre a usinagem das roscas, há então a parada da ferramenta e em seguida a inversão de sentido de movimento para a retirada da ferramenta [6].

Os dentes da ferramenta são classificados em alisadores e ativos. Os dentes ativos integram a parte cônica da ferramenta, parte responsável pela usinagem da rosca, logo é a zona que realiza o maior esforço e sofre o maior desgaste e os dentes da parte cilíndrica possuem a função de garantir as tolerâncias de fabricação [7].

Uma das formas mais importante para avaliar o processo de usinagem é a avaliação das componentes de força. Durante o rosqueamento, uma série de esforços surgem nas direções radial, axial e tangencial em cada dente ativo [8].

As forças radiais F_x e F_y tendem a se anular durante o rosqueamento interno com machos de canal par devido à simetria da distribuição dos canais [9]. A

força F_z é oriunda da força normal sobre as superfícies de folga e saída [10].

Os fatores que influenciam na força de corte e no torque durante o rosqueamento, são: diâmetro do pré-furo, desgaste, tipo de lubrificação, velocidade de corte, avanço, discrepância na concentricidade da rosca, usinabilidade do material, profundidade da rosca e geometria da ferramenta [9].

O rosqueamento possui um comportamento peculiar de força e torque entre as fases de avanço, parada e retorno: durante o avanço o torque aumenta rapidamente quando a ferramenta toca a peça e diminui após o ingresso de todos os dentes da parte cônica da ferramenta, há uma diminuição e estabilização do torque durante a fase de parada e a inversão do sinal quando a ferramenta começa o retorno, como pode ser observado na Figura (1) [11].

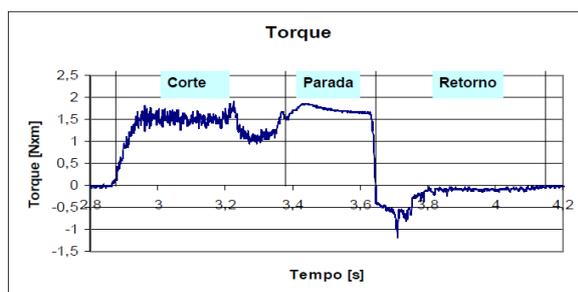


Figura 1. Sinal do comportamento do torque [11].

METODOLOGIA

Como corpo de prova foi utilizado o ferro fundido cinzento GG30, com as dimensões 37 x 37 x 35mm. O ferro fundido GG30 genérico, possui as propriedades conforme a Tab. (1).

Tabela (1) - Propriedades do ferro fundido cinzento GG30 [12]

| Material | Porcentagem |
|----------|-------------|
| Carbono | 2,90 – 3,20 |
| Manganês | 0,7 – 1,0 |
| Fósforo | 0,12 (máx) |
| Enxofre | 0,12 (máx) |
| Silício | 0,12 (máx) |
| Cromo | 0,1 – 0,2 |
| Cobre | 0,4 – 0,8 |

Para a realização dos testes de rosqueamento, serão usados os seguintes equipamentos:

- Centro de usinagem D600 ROMI;
- Dinamômetro Kistler modelo 9123 C1211;
- Placa de aquisição de sinais DAK 6202;
- Condicionador de sinal Kistler modelo 5223131;

As ferramentas utilizadas foram brocas, escareadores e machos de corte, sendo uma broca de aço rápido 8,5 de diâmetro da OSG para a furação, escareador de metal duro 139084 da OSG e os

machos de corte M 10 x 1.5 HSSE 6H com ponta helicoidal sem revestimento do fabricante A e machos M 10 x 1.5 HSSE 6H com ponta helicoidal e revestimento de TiN do fabricante B para o rosqueamento.

Como o trabalho consiste na análise do torque filete a filete, as ferramentas foram alteradas através de uma retífica manual, onde os dentes alisadores e da parte cônica foram removidos até que restasse o número de filetes desejado, como pode ser observado na Figura (2).



Figura 2. Machos de corte.

O dinamômetro rotativo foi fixado junto à ferramenta e ligado à placa de aquisição que por sua vez é ligada ao condicionador de sinais. O sinal de força e torque é obtido a uma taxa de 1000Hz. O esquema da montagem do sistema pode ser observado na Figura (3).

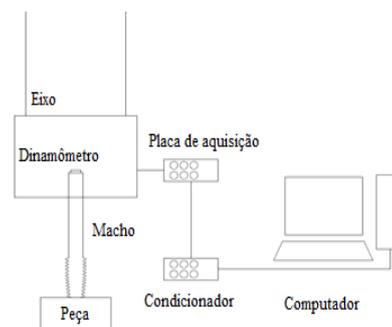


Figura 3. Esquema da montagem do sistema.

Foram feitas roscas a uma velocidade de 10m/min utilizando as ferramentas do fabricante A, variando as ferramentas com os filetes na parte cônica de 2 até 5 e roscas com as ferramentas do fabricante B variando ferramentas com filetes na parte cônica de 1 a 6.

Durante o processo de rosqueamento não houve a utilização do fluido de corte a fim de se evitar qualquer influência externa nas aquisições.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura (4) apresenta o sinal da média dos torques obtido em cada filete das ferramentas do fabricante A. Pode-se observar que o torque na ferramenta com 2 filetes é muito pequeno, o torque da ferramenta e pequeno, pois retira pouco material.

Há uma diferença de torque considerável do segundo para o terceiro e deste para o quarto filete, isso mostra que o terceiro e quarto filete realizam as maiores parcelas do torque inicial. Essa característica é definida pela geometria da ferramenta.

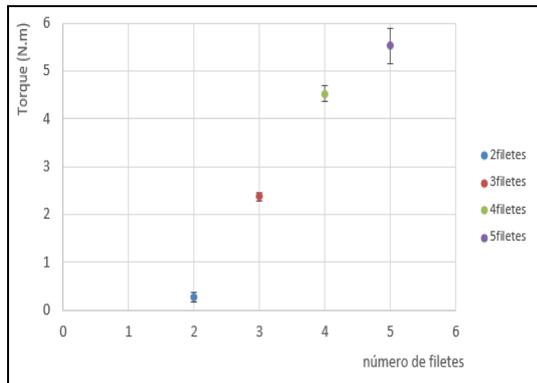


Figura 4. Distribuição média do torque nos filetes das ferramentas do fabricante A.

O intervalo do quarto para o quinto filete é mais ameno se comparado com o intervalo do filete 2 para 3 e do 3 para 4, evidenciando uma distribuição de torque entre os filetes não uniforme. As Figuras (5) e (7) mostram a linha de tendência com o coeficiente de determinação. É possível observar que a ferramenta do fabricante B tem uma melhor distribuição do torque, comprovado pelo coeficiente de determinação mais próximo de 1. Uma melhor distribuição de torque pode levar à uniformidade na distribuição do desgaste entre os dentes, o que pode ocasionar uma maior vida da ferramenta.

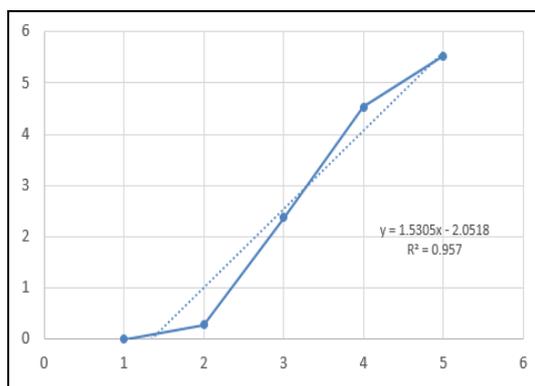


Figura 5. Aproximação da distribuição de torque das ferramentas do fabricante A.

A Figura (6) expõe o sinal de torque para o rosqueamento utilizando as ferramentas do fabricante B.

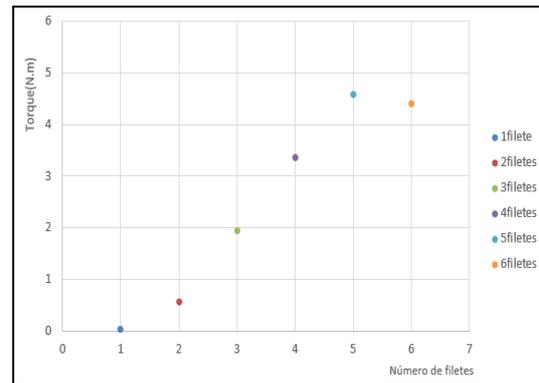


Figura 6. Distribuição média do torque nos filetes das ferramentas do fabricante B.

É notável que a ferramenta com apenas 1 filete quase não remove material, possuindo o torque aproximadamente nulo. A ferramenta com 6 filetes possui o mesmo valor de torque da ferramenta com 5 filetes, logo o sexto filete não exerce nenhuma função de corte. É possível observar que há uma variação uniforme de torque entre os filetes. Então os machos de corte do fabricante B tem uma melhor geometria em relação a distribuição de esforços na aresta de corte em relação ao fabricante A.

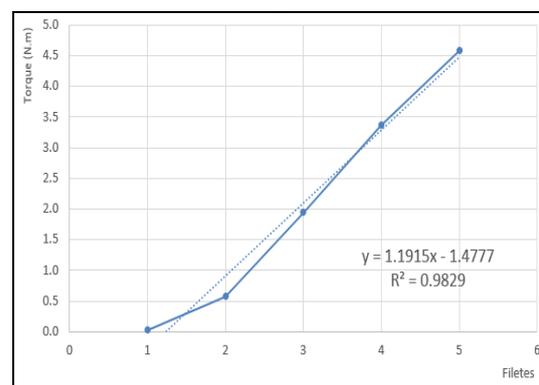


Figura 7. Aproximação da distribuição média do torque nas ferramentas do fabricante B.

Na Figura (8) é possível observar que os machos de corte do fabricante B tem uma melhor geometria em relação à distribuição de esforços na aresta de corte em relação ao fabricante A. O maior torque do macho de corte A em relação ao B não pode ser atribuído a geometria da parte cônica, pois existem outras características influentes que não foram avaliadas

como o ângulo de saída, de detalonagem e revestimento da ferramenta.

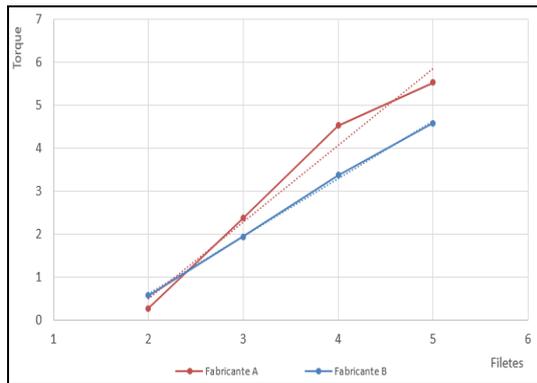


Figura 8 – Comparação do torque médio entre os fabricantes.

CONCLUSÃO

É possível tirar como conclusão do presente trabalho:

- O primeiro filete quase não retira material, exercendo assim, torque quase nulo;
- A geometria da ferramenta B possui melhor distribuição de torque ao longo dos filetes em comparação com A;
- O torque na ferramenta A atinge valores de torques superiores à ferramenta B.

REFERÊNCIAS

1. FERRARESI, D. “Fundamentos da Usinagem dos Metais”, 1995.
2. SANTOS S. C., REIS A., JUNIOR H. N., SALES W., Da SILVA M. B. “Estudo Da Relação Entre O Desgaste Das Ferramentas De Usinagem De Roscas E O Coeficiente De Atrito Em Juntas Aparafusadas” 2006.
3. MACHADO A. R., ABRÃO A.M., COELHO R.T., Da SILVA M.B. “Teoria da Usinagem dos Materiais”, 2009.
4. FREIRE J.M. “Tecnologia Mecânica”, 1976.
5. TSURUDA T., DA MOTA P., “Influência Do Pré-Furo Na Resistência À Tração De Roscas Fabricadas Com Macho De Corte Em Máquina Cnc”, 2010.
6. KLAUBERG 2009 “Aplicação De Mínimas Quantidades De Fluido De Corte Nos Processos De Furação E Rosqueamento Interno De Eixos Para Motores Elétricos” 2009.
7. OSG. Ferramentas de precisão “Informações de produtos”, 1980.
8. ARMAREGO E.J.A., MARILYN N.P., CHEN “Predictive Cutting Models for The Forces and Torque in Machine Tapping with Straight Flute Taps”, 2002.
9. DA MOTA, P. R., NASCIMENTO, F. G. J., REIS, A. M., DA SILVA, M. B. “Efeito Da Variação Do Avanço Programado Na Máquina CNC Durante O Rosqueamento Com Machos De Corte Em Ferro Fundido Vermicular”, 2010.

10. SHA, J., YUAN, J. X., WU, S.M. 1990 “Tapping Process Improvement Through Adaptive Thrust Control”;
11. PEREIRA, I.C., Da SILVA M.B. “Comparação Entre os Processos de Rosqueamento Interno por Usinagem e Laminação”, 2014.
12. AÇOFERBRASIL, www.acoferbrasil.com.br 2017.

REONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

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