

O FRESOTORNEAMENTO HSC EM VIRABREQUINS

Mauricio Correa

Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica
Depto de Eng. de Fabricação – Núcleo de Manufatura e Qualidade - NMQ
mcorrea@fem.unicamp.br – Campinas, SP, Brasil

Olívio Novaski

Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica
Depto de Eng. de Fabricação – Núcleo de Manufatura e Qualidade - NMQ
novaski@fem.unicamp.br – Campinas, SP, Brasil

Francisco E. Lima

Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica
Depto de Eng. de Fabricação – Núcleo de Manufatura e Qualidade - NMQ
felima@fem.unicamp.br – Campinas, SP, Brasil

Vinicius Sanches Ambrogi

Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica
Depto de Eng. de Fabricação – Núcleo de Manufatura e Qualidade - NMQ
ambrogi@fem.unicamp.br - Campinas, SP, Brasil.

Resumo. *Este trabalho procura apresentar os conceitos e definições do processo de usinagem combinado, entre torneamento e fresamento, denominado de fresotorneamento, aplicados à usinagem de virabrequins. Desta forma, é apresentado o método de fresotorneamento ortogonal, que foi objeto de análise experimental. Neste aspecto, foram usinados corpos de prova de aço 43CrMo4, com 60-61 HRc de dureza. Utilizou-se pastilhas de CBN, variando-se os parâmetros: avanço, rotações da peça e da ferramenta. A máquina empregada nos ensaios foi um centro de usinagem CNC, cinco eixos. Os resultados alcançados mostraram ser possível se atingir qualidades de trabalho e rugosidades baixas, todavia, ainda há necessidade de um melhor entendimento da tecnologia do processo.*

Palavras-chave: *usinagem, fresotorneamento, CBN, virabrequim*

rotação da peça). O fresotorneamento ortogonal, objeto deste artigo, foi conduzido de maneira excêntrica conforme observa-se na figura 2.

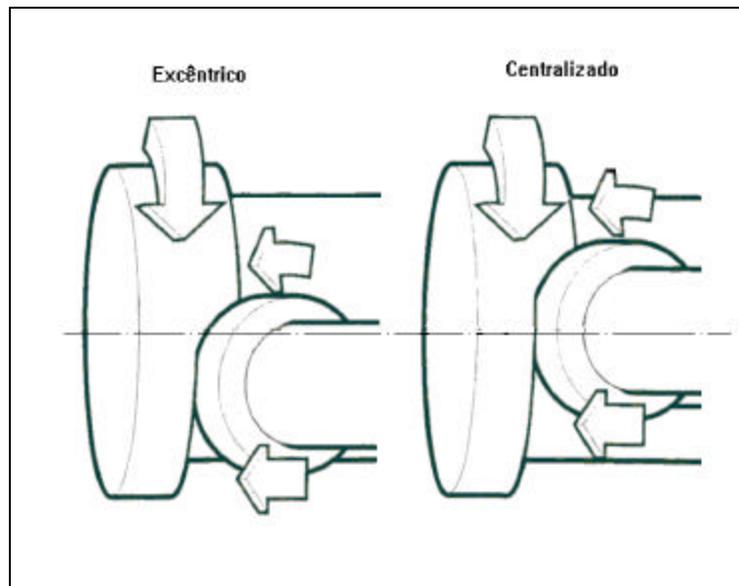


Figura 2 - Fresotorneamento Ortogonal Excêntrico e Centralizado

3. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Para a realização dos experimentos foram utilizados os laboratórios do PTW (“Institut für Produktionstechnik und Spanende Werkzeugmaschinen”) da “Technische Universität Darmstadt”, onde estava disponível um centro de usinagem com 5 eixos programáveis, DECKEL FP4HT. Utilizaram-se corpos de prova com geometria e características estruturais similares aos virabrequins. O material empregado na confecção dos mesmos foi o aço 42CrMo4, os mesmos ainda submeteram-se a tratamento térmico de têmpera por indução, elevando sua dureza superficial à 60 HRC, numa camada de até 2,0mm da superfície do material. Foi utilizada uma fresa de diâmetro 40 mm, para os ensaios, que comporta 2 pastilhas. A ferramenta foi empregada com somente um inserto de corte, sendo o outro alojamento preenchido por um inserto de balanceamento para minimização das elevadas forças encontradas na usinagem, que inviabiliza o seu uso com somente um inserto. Observa-se na figura 3 a fresa utilizada.

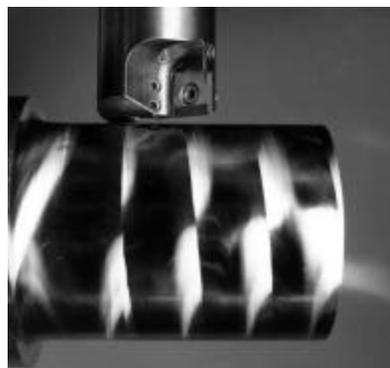


Figura 3 : Fresa utilizada

As pastilhas empregadas nos ensaios foram de CBN, exclusivamente desenhadas para o uso em fresotorneamento. Os ensaios variaram os parâmetros excentricidade, velocidade de corte e relação I empregada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desta forma, foram medidas as rugosidades R_{max} das peças usinadas. Pode-se ver, dos gráficos (Figuras 4, 5, 6 e 7) que, os valores das posições laterais do colo do corpo de prova, quase sempre se mantiveram acima dos valores encontrados próximo ao meio do mesmo, mantendo uma constância quanto a esta condição. Todavia os valores das rugosidades na posição meio ora se mantiveram acima dos valores das laterais, ora se mantiveram abaixo. A razão deve-se em parte ao fato da ocorrência de ondas de rugosidade provocadas pelo não completo alinhamento ortogonal da aresta secundária de corte do inserto com a superfície gerada. Este fato é caracterizado pela formação de “ondas” de rugosidade ao longo do percurso usinado, variando a magnitude e intensidade destas ondas em função do avanço circular de corte da peça em relação a ferramenta quando da usinagem. Observou-se ainda valores de rugosidades maiores para a maior excentricidade. Nota-se também que a medida que se aumenta a velocidade de corte, diminuiu-se os valores observados de R_{max} , encontrando-se valores da ordem de $1,5 \mu\text{m}$, para a velocidade de 750 m/min . Outrossim, verifica-se que ao aumento da relação I ocorreu uma tendência de diminuição deste parâmetro. Na melhor situação, alcançou-se valores da ordem de $0,7 \mu\text{m}$, para R_{max} . Nota-se, portanto, que os valores obtidos da rugosidade são, em alguns casos, até melhores do que aqueles obtidos pelo processo de retificação, notando-se uma queda ao aumento da velocidade de corte, e ao aumento da relação I .

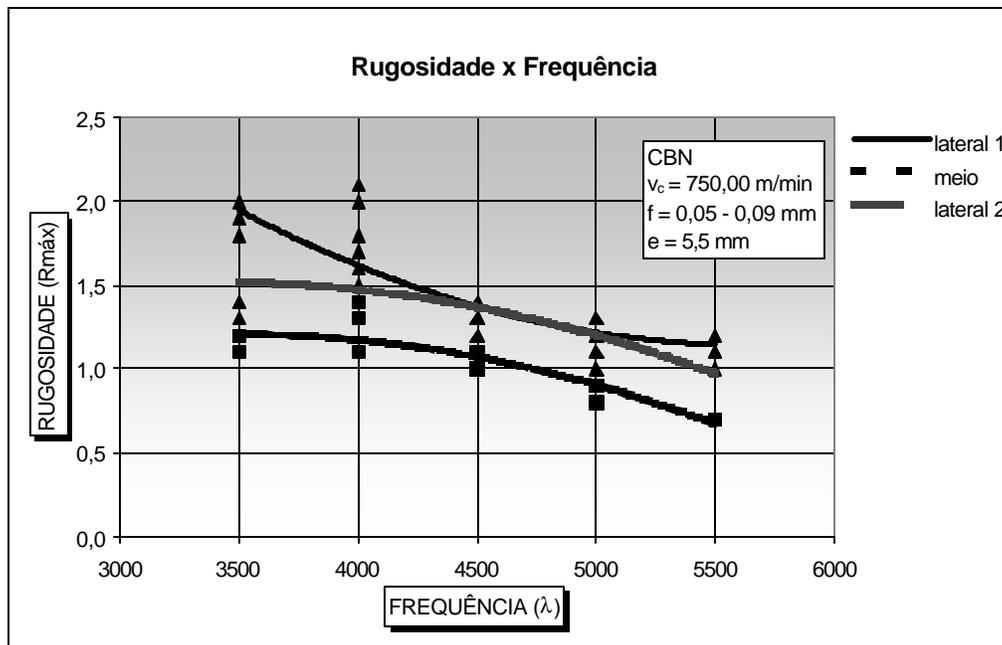


Figura 4 – Rugosidade x Relação de Frequência

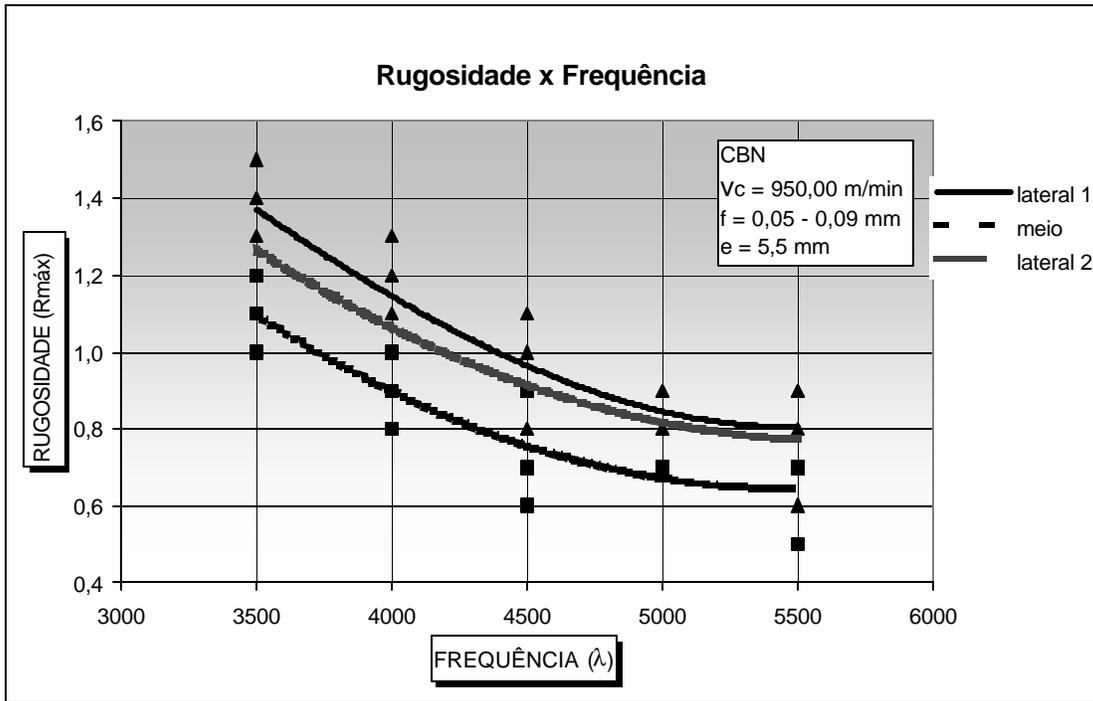


Figura 5 – Rugosidade x Relação de Frequência

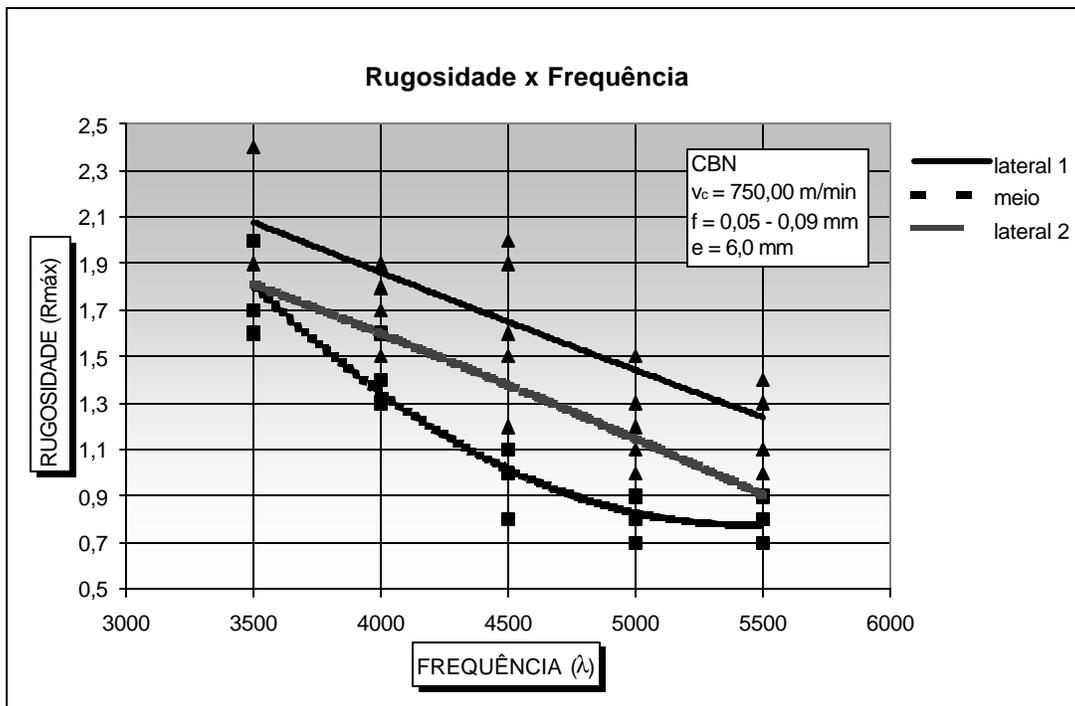


Figura 6 – Rugosidade x Relação de Frequência

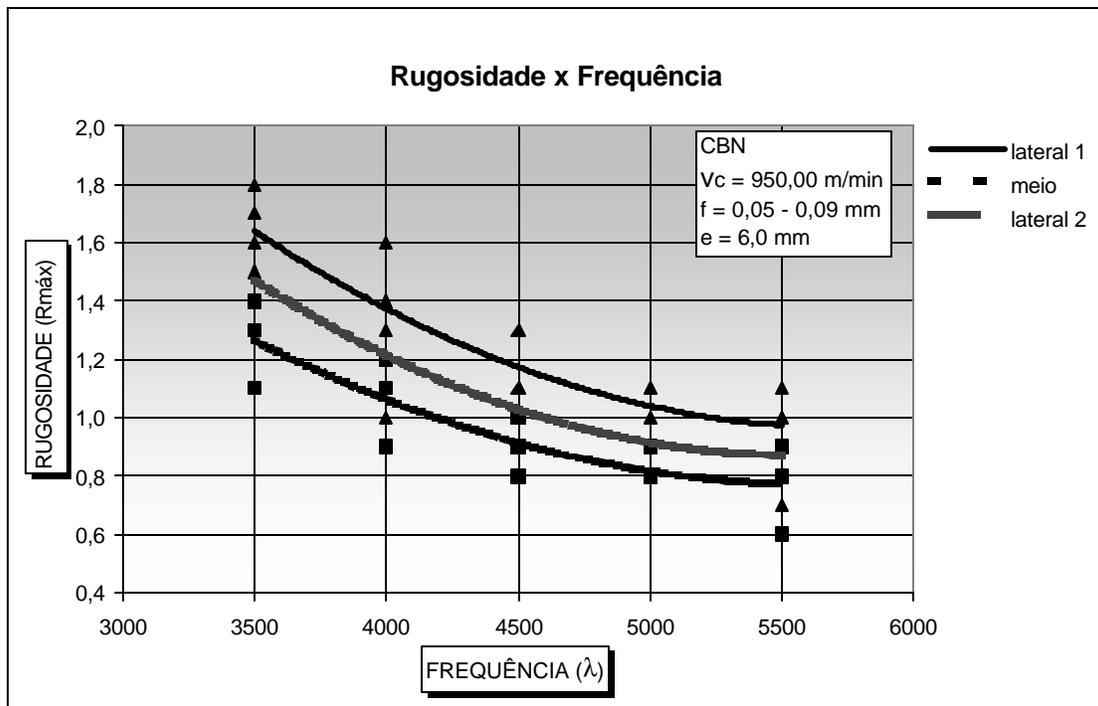


Figura 7 – Rugosidade x Relação de Frequência

5. CONCLUSÕES

Os resultados apontam para o fato que, no caso estudado, pode-se repensar a utilização da operação de retificação, que utiliza ferramentas mais caras, e ecologicamente não ideal. Assim, peças com operações similares, com certeza, são peças com grande potencialidade de utilização do fresotorneamento. Sem dúvida, materiais diferentes necessitarão de condições diferentes, mas o que se quer apregoar aqui é o fato que, este processo combinado tem um excelente potencial ainda a ser explorado. A tecnologia do processo ainda está em desenvolvimento, e muito ainda há a saber do processo, como por exemplo, como situar-se frente ao espectro de forças, uma vez que, se necessita, para isto, a formulação da variação da espessura e largura do cavaco. No entanto, esforços neste sentido, só terão validade se se comprovar a validade do processo. Neste sentido se direciona o trabalho, e nesta direção estão se obtendo resultados.

Agradecimentos

Este trabalho somente foi possível graças ao apoio e aos recursos disponibilizados pela FAPESP, CAPES, DAAD e pela TU Darmstadt.

REFERÊNCIAS

- Gunsser, O.: Innovation beim Runddrehfräsen, TZ für die Metallbearbeitung 74, 1980
 König, W; Wand, Th. - Fräsen statt Drehen : Drehfräsen - Industrieanzeiger, 108, págs 25-28, 1986.

- Lehmann, Th. - Orthogonales Drehfräsen, Spanbildung und Leistungsbedarf, Dissertation TH Darmstadt, 1991
- Sahm, D.: Oberflächenbeschaffenheit und Produktivität beim orthogonalem Hochgeschwindigkeitsdrehfräsen, Dissertation TH Darmstadt, 1996
- Schulz, H. - High speed turn-milling - A new precision manufacturing technology for the machining of rotationally symmetrical workpieces. Annals of the CIRP, vol.39/1, pag.107-109, 1990.
- Schulz, H. - Werkzeug mit Plananlage Alternative bei der Hochgeschwindigkeitsbearbeitung? - Werkstatt und Betrieb, vol. 124, 1991
- Schulz H. et all - High-Speed Machining . Annals of the CIRP, vol. 41/2 - pag. 637-643, 1992.
- Schulz H. et all - Chip formation mechanism in orthogonal turnmilling process, WGP (Wissenschaftliche Gessellschaft für Produktionstechnik) Annals vol. 1/1 págs 9-12, 1993.
- Schulz, H. et all - Turn milling of hardened steel: an alternative to turning. Annals of the CIRP, vol. 43/I - pag. 93-96, 1994.
- Sorge, K.P.: Die Technologie des Drehfräsens, Dissertation TH Darmstadt, 1983

THE HSC TURNMILLING IN CRANKSHAFTS

***Abstract.** This work presents the concepts and definitions of a combined machining process, so called turn-milling, applied in crankshafts machining. The method of orthogonal turn-milling is presented with major emphasis on the eccentric process, studied experimentally. Test specimens made of 43CrMo4 steel, with average Hardness of 60-61 HRc were machined. The cutting material tool applied was CBN inserts several feed rate, rotation speed of workpiece and tool values were tested. Tests were conducted on a CNC five axes machining center. The achieved results showed that work quality and low roughness values can be obtained, however, the technology must be better investigated.*

***Keywords:** machining, turn-milling, CBN, cranksahfts*