

## EFEITO DA GEOMETRIA DA FERRAMENTA NO TORNEAMENTO DE ACABAMENTO DO AÇO ABNT 1045

**Sérgio Yuri Ribeiro, Robson Bruno Dutra Pereira, Durval Uchôas Braga e Frederico Ozanan Neves**  
UFSJ, Universidade Federal de São João del Rei, Curso de Engenharia Mecânica  
Campus Santo Antônio - Praça Frei Orlando, 170 - Centro - CEP 36307-352 – São João del Rei – Minas Gerais  
E-mail para correspondência: sergioyuri@gmail.com

### Introdução

Ferramentas com superfície de saída alterada (ferramentas com quebra-cavacos) têm sido comumente empregadas para obter um melhor processo de curvatura e fratura do cavaco. Tal atributo consiste basicamente numa modificação da geometria da ferramenta o que, conseqüentemente, pode alterar a dinâmica do processo de formação de cavacos.

### Objetivos

A aplicação de ferramentas com superfície de saída alterada pode resultar em mudanças significativas na potência e nos esforços de corte, na qualidade da superfície usinada obtida, na ocorrência de desgastes e avarias das ferramentas, entre outras. Pretende-se, portanto, alcançar um maior entendimento do comportamento do processo de torneamento cilíndrico tangencial com a aplicação de ferramentas que apresentem diferentes configurações de superfície de saída (quebra-cavacos) em contrapartida ao processo de corte quando utilizadas ferramentas sem tal atributo (ferramentas com superfície de saída lisa).

### Metodologia

Para realização dos ensaios de torneamento cilíndrico tangencial foi utilizado um Torno CNC CENTUR 35 II ROMI. Foram usinados corpos de prova de aço ABNT/AISI 1045 sem o uso de fluido de corte, com profundidade de usinagem  $a_p = 1,5\text{mm}$ , aplicando-se diferentes ferramentas de metal duro (com quebra-cavacos e sem quebra-cavacos). Em cada experimento realizado foram avaliados a potência de corte, monitorado indiretamente através dos valores de parâmetros elétricos da máquina (potência elétrica do motor). Os valores da rugosidade média aritmética ( $R_a$ ) da superfície usinada e os cavacos gerados foram avaliados após os ensaios.

Foram utilizados três tipos de insertos de metal duro CNMG120408, dois com quebra-cavacos distintos e um inserto sem quebra-cavacos, como pode ser observado na Fig. 1. Foi utilizado o porta ferramentas PCLNR2020K12, o qual possui ângulos de saída ( $\gamma_0$ ), de inclinação ( $\lambda_s$ ) e de posição ( $\chi_f$ ) iguais a  $-6^\circ$ ,  $-6^\circ$  e  $95^\circ$ , respectivamente.

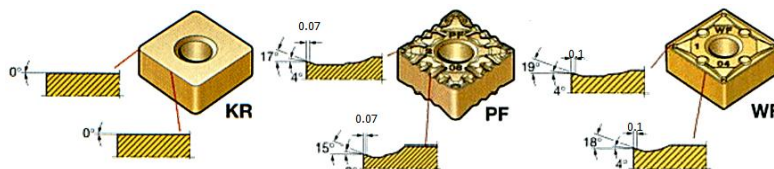


Figura 1 – Insertos utilizados com detalhes dos perfis dos quebra-cavacos (Sandvik, 2006).

Para análise dos resultados deste trabalho, foram utilizados planejamentos fatoriais  $2^2$  com replicação única aumentado de três pontos centrais. As variáveis independentes analisadas foram o avanço e a velocidade de corte conforme a Tab. 1. Para cada ferramenta foram realizados quatro ensaios (-1,-1), (-1,1), (1,-1), (1,1) e mais três ensaios nos pontos centrais (0,0). Os ensaios foram executados em ordem aleatória.

Tabela 1 – Variáveis independentes e níveis utilizados nos ensaios.

Variável	Nível		
	-1	0	1
Velocidade de corte – $v_c$ (m/min)	156,94	195,77	245,92
Avanço - $f$ (mm/volta)	0,08	0,12	0,18

As variáveis dependentes foram a rugosidade média aritmética  $R_a$  e a potência elétrica do motor da máquina. O software Minitab®, versão 15.1, foi utilizado para avaliar os resultados através da metodologia de superfície de resposta. Para todas as análises realizadas, foi considerado um nível de significância de  $\alpha = 5\%$ .

## Resultados

Para cada ferramenta foi obtido a Análise de Variância (ANOVA) do modelo quadrático da superfície de resposta proposto para a rugosidade da superfície usinada e a potência elétrica do motor da máquina, sendo utilizado o teste F usado para testar a significância do modelo. A Figura 2, por exemplo, ilustra a superfície de resposta para a rugosidade ( $\mu\text{m}$ ) e a potência elétrica (W) quando utilizada a ferramenta CNMG120408 KR3215.

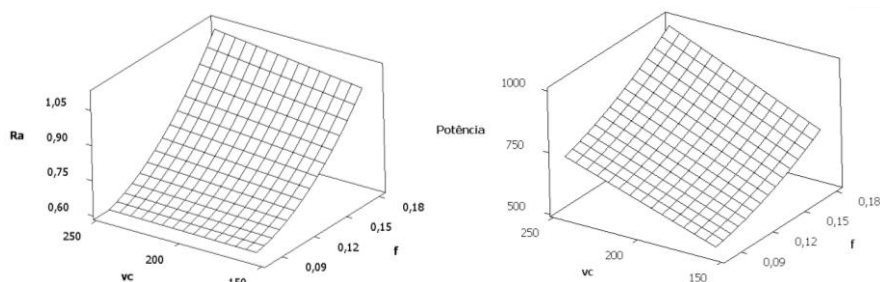


Figura 2 – Superfície de resposta quando utilizada a ferramenta CNMG120408 KR3215.

Os cavacos apresentaram, predominantemente, as seguintes formas: em fita, helicoidal tipo arruela e cavaco em arco, conforme a classificação dada por Boothroyd (1989). Através da Fig. 3, é possível comparar as diversas formas dos cavacos gerados. Na condição central, por se tratar de ensaios replicados, foi mostrado apenas uma imagem referente aos ensaios.

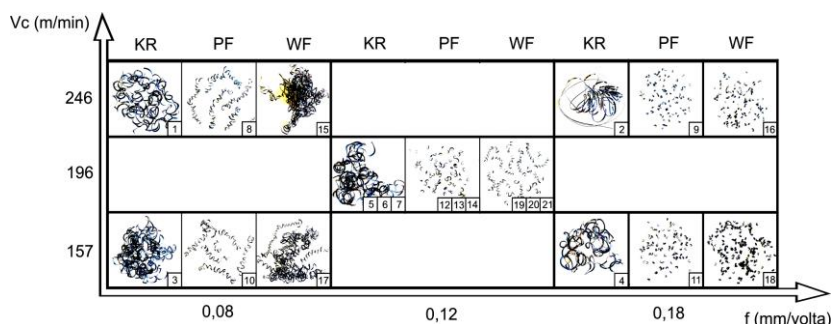


Figura 3 – Comparação das diversas formas de cavaco geradas nos ensaios.

## Conclusões

Da análise estatística através da metodologia de superfícies de resposta e da análise dos cavacos, pode-se concluir que:

1. O aumento do avanço influenciou diretamente no aumento da rugosidade superficial da peça, confirmando o efeito do avanço no perfil geométrico teórico da superfície usinada. A influência da velocidade de corte na rugosidade foi mínima;
2. Para o aumento, tanto da velocidade de corte como do avanço, observou-se aumento na potência de corte como discutido anteriormente;
3. O aumento do avanço provocou maior deformação do cavaco.
4. Para a ferramenta com superfície de saída lisa (KR), tida como referência, foram gerados cavacos em fita ou emaranhados helicoidais nos níveis estudados das variáveis independentes.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPQ e à FAPEMIG pelo apoio dado a este trabalho.

## Referências Bibliográficas

Boothroyd, G., Knight, W. A., “Fundamentals of Metal Machining and Machine Tools”, Marcel Dekker Inc., New York, USA, 1989.

Sandvik, “Manual Técnico de Usinagem”, Sandvik Coromant, Suécia, 2006.