

Análise no domínio do tempo das vibrações emergentes no processo de fresamento e sua influência na qualidade superficial¹

Jonathan Martins Silva ², Joel Martins Crichigno Filho³, César Manchein⁴

¹ Vinculado ao projeto “Sistemas Dinâmicos Não-Lineares: Propriedades Caóticas e Estatísticas”

² Acadêmico (a) do Curso de Engenharia Mecânica. – CCT – Bolsista PIBIC/CNPq

³ Colaborador, Departamento de Engenharia Mecânica – CCT

⁴ Orientador, Departamento de Física – CCT – cesar.manchein@udesc.br

A questão das vibrações nos sistemas de usinagem é tão antiga quanto o processo em si, mas nos últimos anos tem recebido grande atenção, com artigos mostrando ser sim possível a usinagem em condições de corte acima do limite clássico de estabilidade, aumentando assim a produtividade sem comprometer muito a qualidade superficial da peça.

Através de simulações numéricas no domínio do tempo usando as equações de força regenerativa é possível obter as vibrações que surgem durante a fresagem e, combinando com o caminho cicloidial da ferramenta, é possível estimar a superfície resultante do processo, com a superfície podemos então calcular uma rugosidade média. Surge então um ponto: **É possível relacionar diretamente a rugosidade com parâmetros de usabilidade do material e de operação de corte?**

Para chegar a uma resposta satisfatória a essa pergunta é necessário estudar, simular e fazer experimentos sobre a influência do material (dureza, ductilidade, condutividade térmica, capacidade de encruamento) e dos parâmetros de operação (velocidade de corte, profundidade de usinagem e avanço) sobre a rugosidade.

Os resultados numéricos apresentados abaixo foram frutos de simulações com dois graus de liberdade, sendo a direção do avanço(X) muito menos rígida que a direção ortogonal à ele(Y), nas seguintes condições: Uma ferramenta de corte de 19mm de diâmetro, 1 dente, 30° de ângulo do helicóide, os parâmetros modais da ferramenta são: 1050 Hz de frequência natural, 3.85×10^7 N/m de rigidez, e 0.045 de razão de amortecimento viscoso. As propriedades modais do material trabalhado são: 163 Hz de frequência natural, 5.2×10^6 N/m de rigidez, e 0.007 de razão de amortecimento viscoso. O avanço foi de 0.15mm/dente, a profundidade radial de usinagem foi 5mm e os coeficiente de corte foram (Os subscritos são: *t* para tangencial, *n* para normal, *c* para corte, *e* para borda): $k_{tc}=792 \times 10^6$ N/m², $k_{nc}=392 \times 10^6$ N/m², $k_{te}=26 \times 10^3$ N/m, $k_{ne}=28 \times 10^3$ N/m).

Na figura 1, podemos observar que existem algumas regiões de baixa rugosidade dentro da região de corte instável, então é possível usinar em algumas velocidades com uma profundidade axial de corte bem maior do que a delimitada pelo limite clássico de estabilidade sem comprometer muito a qualidade superficial da peça, resultando assim numa maior produtividade. Na figura 2, apresentamos os resultados da simulação com $V=3730$ RPM e $b=3.8$ mm: essa condição se encontra na pequena “ilha” de baixa rugosidade, apesar da condição de instabilidade (bifurcação com período 3) a qualidade superficial da peça está em níveis aceitáveis.

A validação experimental dos resultados não pôde ser realizada devido a condição de pandemia. Uma melhora do modelo e o início dos experimentos são os próximos passos para o projeto.

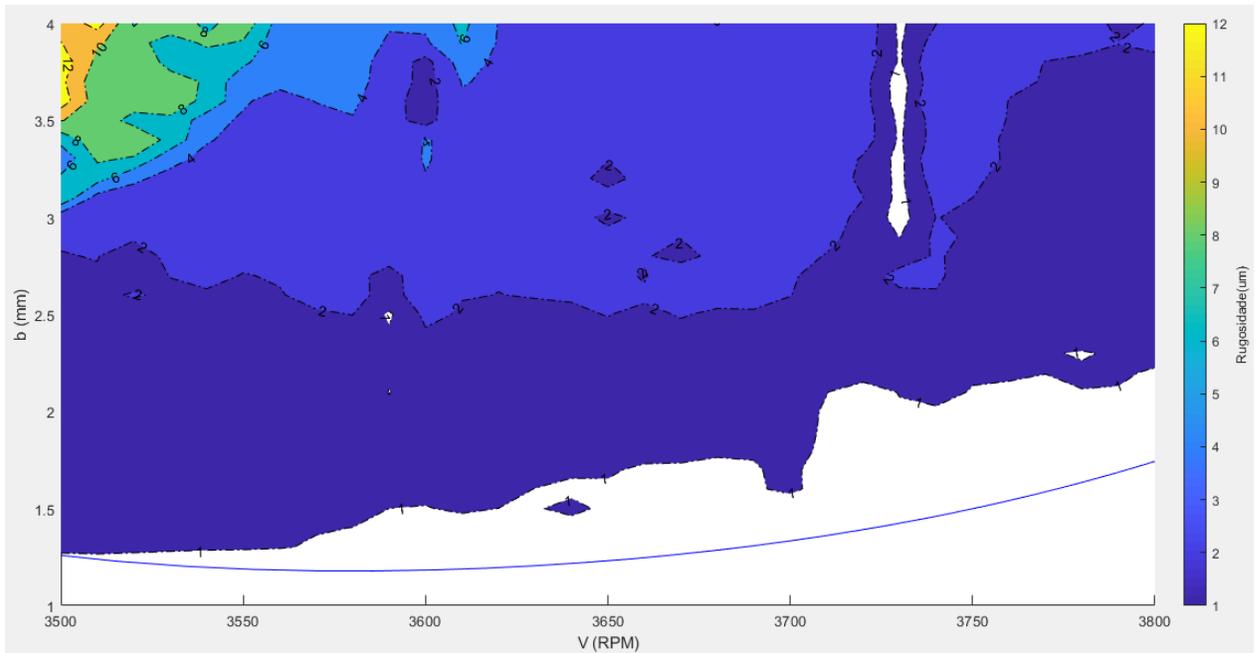


Figura 1. Mapa de Rugosidade simulado, a região em branco corresponde a uma rugosidade média menor que $1\mu\text{m}$, a linha azul representa o limite clássico de estabilidade

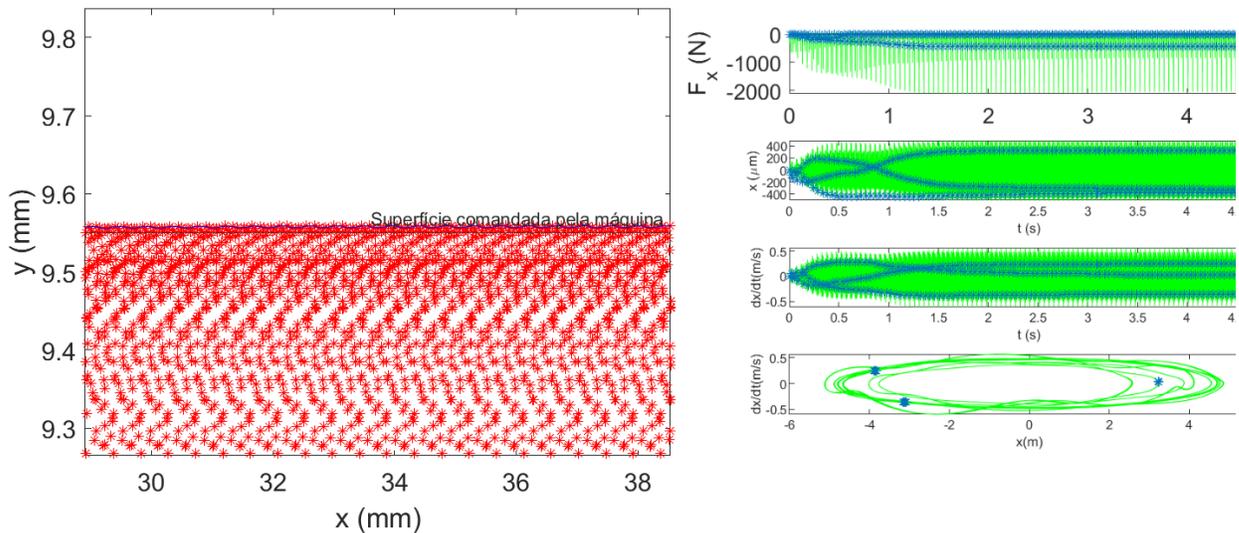


Figura 2. Resultados da simulação para uma velocidade de corte de 3730RPM e profundidade de usinagem de 3.8mm, apesar de estar bem acima do limite de estabilidade, a rugosidade média simulada foi menor que $1\mu\text{m}$

Palavras-chave: Vibração. Rugosidade. Fresamento.