cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Análise numérica do microfresamento de microcanais retangulares em ligas de Alumínio

Thyago Sant'Anna Mattos[1]; Sandro Pimentel Mirres[1]; Raphael José Elino da Silveira[1]; Felipe do Carmo Amorim[1]; Daduí Cordeiro Guerrieri[1]; Joanes Silva Dias[1]
1.Universidade Federal de Ciência e Inovação do Rio de Janeiro (UFCIRJ)

Introdução

A crescente demanda por microdispositivos em aplicações avançadas, tem impulsionado a necessidade de aprimoramento das técnicas de fabricação em escala micrométrica. O microfresamento tem recebido especial atenção como uma das técnicas mais versáteis para a fabricação de componentes tridimensionais, combinando elevada precisão dimensional e qualidade superficial de microcanais retangulares [1]. Nesse contexto, a simulação numérica por Método dos Elementos Finitos (MEF) destaca-se como uma ferramenta eficaz para prever o comportamento do processo, otimizar as condições de corte e reduzir falhas de fabricação [2-3].

Objetivos

O presente trabalho propõe uma análise numérica, via MEF, do microfresamento de microcanais retangulares em ligas de alumínio, com foco na exploração das capacidades da ferramenta de simulação por meio da aplicação e comparação de diferentes técnicas numéricas. O objetivo é avaliar a influência dessas abordagens na representação dos fenômenos envolvidos no processo, contribuindo para a identificação de estratégias mais adequadas para sua modelagem e otimização.

Metodologia

- Simulação numérica via MEF em ambiente ANSYS Workbench com solver de dinâmica explícita LS-DYNA.
- Geometria tridimensional com discretização espacial e emprego de estratégias de particionamento do bloco e refinamento estruturado na zona de corte.
- Modelo Constitutivo do material, liga de alumínio 6351, descrito pelo modelo de plasticidade de *Johnson-Cook*, acoplado à Equação de Estado de *Grüneisen* e critério de falha por erosão.
- Condições de Contorno com imposição da cinemática real da ferramenta (velocidade de avanço e rotação) e engastamento da base do bloco.

Resultados e Discussão

As simulações de microfresamento realizadas no ANSYS/LS-DYNA permitiram avaliar a influência da discretização da malha e dos parâmetros numéricos na estabilidade do modelo. As estratégias de refinamento da malha na região de contato ferramenta-peça favoreceu a representação dos mecanismos de remoção de material.
Foram observados avanços na modelagem após a redução do domínio geométrico e a aplicação de técnicas de controle numérico, resultando em menor custo computacional. A ferramenta atingiu a superfície da peça e promoveu remoções iniciais localizadas compatíveis com o processo de usinagem, conforme evidenciado na figura 1. E os resultados indicaram a necessidade de calibração adicional para obtenção de uma representação mais fiel da formação de cavacos.

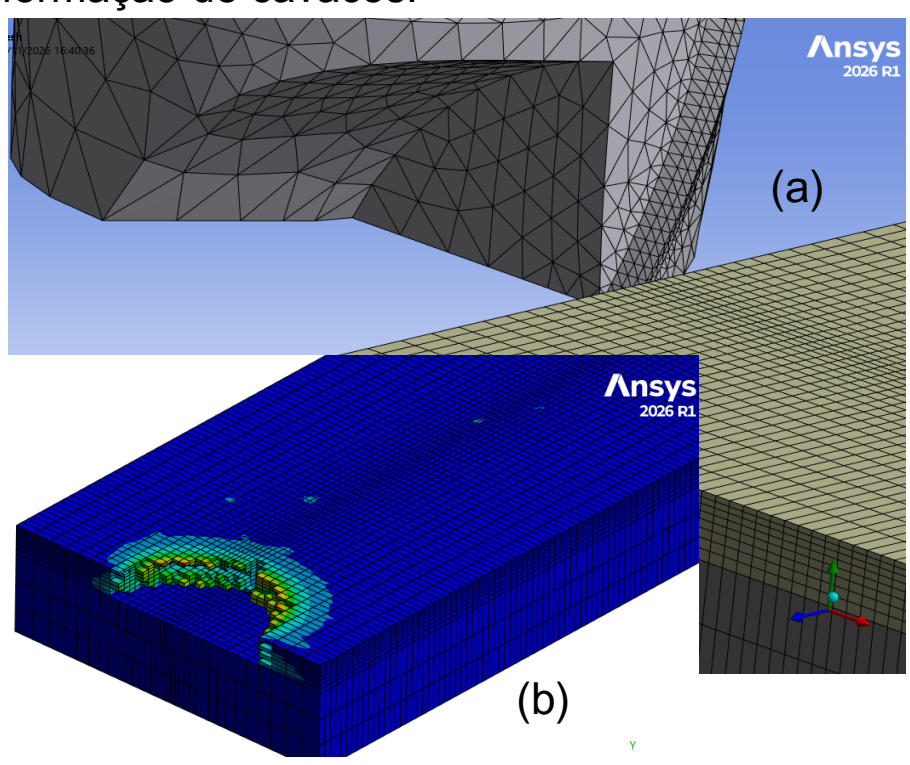


Figura 1. (a)Discretização do modelo. (b)Resultado com erosão e deslocamentos nodais.

Conclusões

Os resultados permitiram avaliar a influência da malha, das condições de contato e dos parâmetros numéricos sobre a resposta termomecânica do processo, evidenciando a sensibilidade do modelo à configuração adotada. O estudo estabeleceu uma base consistente para o aprimoramento do modelo computacional, contribuindo para futuras investigações.

Referências e Agradecimentos

À UFCIRJ e ao Centro de Interação Fluido-Estrutura e Acústica (CIFEA) pela contribuição neste trabalho.

[1] MADAJEWSKI, M.; WOJCIECHOWSKI, S.; SUSZYŃSKI, M.; ČERNOHLÁVEK, V.; ŠTĚRBA, J.; BARRANS, S. Modeling of process mechanics in micro milling of AISI 1045 steel based on Coupled Eulerian-Lagrangian FE model with consecutive cuts. Journal of Materials Research and Technology, v. 42, p. 11921-11939, 2026.
[2] PAL, S.; VELAY, X.; SALEEM, W. Finite element investigation of cutting speed effects on the machining of Ti6Al4V alloy. Discover Mechanical Engineering, v. 3, n. 1, 2024.
[3] ALI, M. Studied validation of finite element modeling for titanium alloy (Ti-6Al-4V) at face milling. Heliyon, v. 9, 2023. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e17670.