

PROJETO DE UM DISPOSITIVO PARA ENSAIOS DE USINAGEM EM ALTA VELOCIDADE

Gabriel Sassanovicz de Asevedo¹, Adalto de Farias¹

¹ Departamento de Engenharia Mecânica, Centro Universitário FEI

uniegasevedo@fei.edu.br, afarias@fei.edu.br

Resumo: O objetivo deste trabalho é projetar um dispositivo para simulação de ensaios de usinagem em alta velocidade no equipamento Drop Weight Machine (DWM) – Dynatup® Impact Tester Model 8150 da fabricante Instron®, que consiste em um dispositivo de içamento e queda livre de uma massa de 1106 kg. Devido a estas características este equipamento se mostra adequado à proposta de execução de ensaios para o estudo do mecanismo de formação de cavacos.

1. Introdução

Os processos de usinagem industrial estão entre os processos de fabricação mais complexos para modelar e simular [1]. Um grande desafio no desenvolvimento de modelos constitutivos para corte de metal é a dificuldade em adquirir dados dinâmicos de tensão-deformação que representem com precisão o processo de corte e a formação de cavacos [2]. Por conta de tal dificuldade, simulações de usinagem geralmente utilizam dados de tensão-deformação obtidos por meio de ensaios quase estáticos, tornando muito difícil prever o comportamento do material durante o processo de usinagem e formação de cavacos, que por sua vez ocorre em altíssimas velocidades. Ademais, as mudanças nas micro e nanoestruturas do material durante o processo de corte podem afetar sua usinagem. Por conta disso, é de extrema importância realizar a caracterização do material nas condições reais de corte, antes de começar o processo de usinagem [3]. Além disso, as altas temperaturas alcançadas durante o processo de corte em alta velocidade alteram as propriedades físicas e mecânicas dos materiais, fazendo com que simulações de usinagem baseadas em dados estáticos não sejam precisas, [4]. A partir da revisão bibliográfica executada e de toda a dificuldade evidenciada a respeito da simulação no processo de usinagem, observou-se a oportunidade de se construir um dispositivo de ensaio de usinagem que permita realizar a caracterização dos materiais nas condições reais de corte com o objetivo de obter dados experimentais, como por exemplo, curva tensão-deformação em condições de altíssimas velocidades. Esses dados poderão ser usados como valores de entrada em simulações de usinagem, assim fazendo com que estas sejam mais precisas e confiáveis.

2. Metodologia

Serão empregados neste projeto: Drop Weight Machine (DWM) – Dynatup® Impact Tester Model 8150 da fabricante Instron®, disponível no CIEDM; Câmera fotográfica Cyber-shot® DSC-RX100M4 disponível no CIEDM. A Fig. 1 mostra o layout geral do equipamento. O equipamento da Fig. 1 consiste em um dispositivo de içamento e queda livre de uma massa de até 1106kg,

guiada linearmente na vertical por colunas, que pode atingir velocidades acima de 7,0m/s. podendo gerar uma energia de até 27kJ.



Fig. 1. Layout geral do equipamento DWM.

3. Resultados Pretendidos e Parciais

A modelagem em CAD 3d do equipamento é apresentada na Fig. 2.

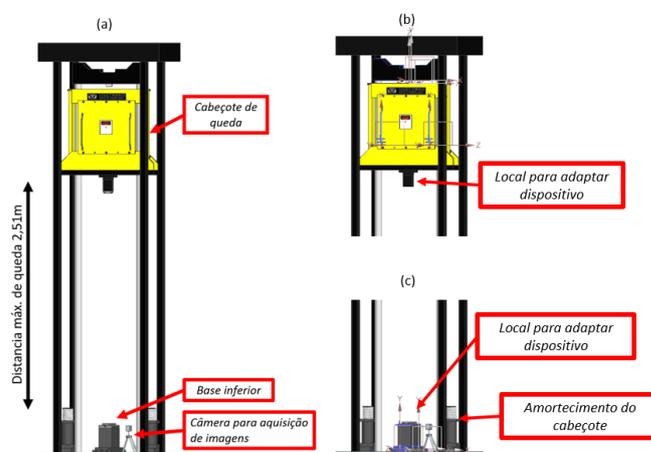


Fig. 2. (a) Modelo em CAD da DWM, (b) detalhe do cabeçote para montagem de dispositivo e (c) detalhe na base.

O dispositivo deverá ser capaz de permitir a realização de um ensaio que simule o arranque de cavacos do processo de usinagem com coleta dos dados de velocidade e força de impacto/deformação no material do corpo de provas. Além destes itens, o dispositivo deverá permitir a aquisição de imagens com uma câmera de alta velocidade posicionada na base inferior, Fig. 2(a), para posterior análise de resultados e geração de informações que possam ser empregadas em simulações numéricas do mecanismo de formação de cavacos na usinagem.

Para a modelagem do dispositivo na DWM é possível empregar duas abordagens: Corpo de provas fixo na base, Fig.2(c) e ferramenta móvel no cabeçote de queda, Fig.2(b); ou Corpo de provas móvel no cabeçote de queda, Fig.2(b), e ferramenta fixa na base, Fig.2(c).

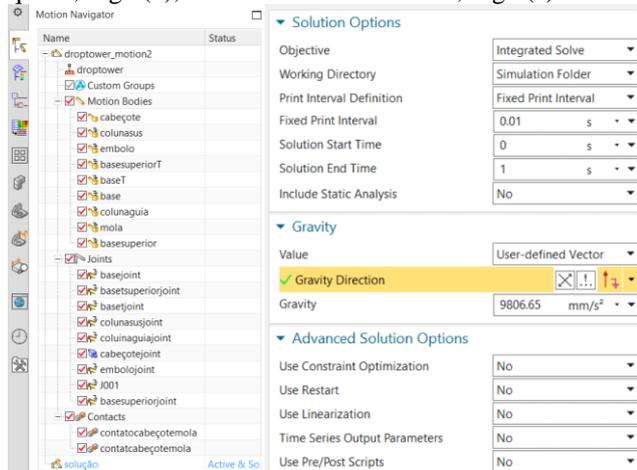


Fig. 3. configurações NX Motion.

Na primeira parte do projeto foi executada uma simulação de movimento utilizando o software NX Motion e as configurações da simulação podem ser observadas na Fig. 3. Os parâmetros utilizados na simulação como o peso do cabeçote e altura de queda foram baseados nas especificações da DWM (Tabela I). Na simulação do NX Motion a única força atuante é a gravidade da Terra ($9,80665\text{m/s}^2$) e a articulação slider (deslizante) foi utilizada para simular o movimento de queda vertical do cabeçote. A partir desta simulação foi possível gerar um gráfico de velocidade e deslocamento observado na Fig. 4.

Tabela I – Especificações da DWM.

| Parâmetro | Value |
|--|-----------|
| Peso do cabeçote vazio | 418 kg |
| Total dos 34 pesos | 680 kg |
| Peso da parte superior e ponta de impacto | 8 kg |
| Total com todos os pesos , parte superior e ponta de impacto | 1106 kg |
| Altura total | 4 m |
| Distância máxima de queda | 2,51m |
| Velocidade de impacto para queda de 2,51 m | 7,02 m/s |
| Energia de impacto (cabeçote sem pesos) | 10,289 kJ |
| Energia de impacto (todos os pesos adicionados) | 27,224 kJ |

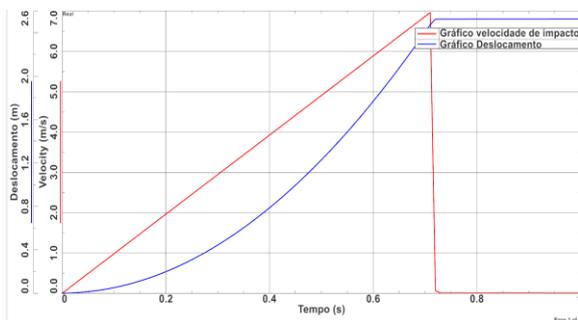


Fig. 4. Gráfico de velocidade de impacto e deslocamento.

A velocidade máxima do cabeçote obtida na simulação foi 7,0m/s e o deslocamento foi de 2,51m. De

acordo com a simulação, a força atuando no cabeçote é de 10846,16N. Multiplicando esse valor pelo deslocamento do cabeçote (2,51m), temos que a energia de impacto no corpo de provas é igual à 27,224J, se mostrando de acordo com as especificações da máquina.

4. Conclusões Parciais e Etapas Futuras

A simulação de movimento utilizando o software NX motion se mostrou em acordo com as especificações do fabricante da DWM. Com isso, os próximos passos da pesquisa consistem em elaborar o modelo 3D em CAD de um dispositivo para realizar ensaios de usinagem na DWM e executar a simulação de movimento em CAD para a validação da montagem na DWM. Na Fig. 5 é apresentado um modelo de dispositivo onde as duas ferramentas de corte são fixas na base inferior e o corpo de provas se move junto com o cabeçote da máquina. Na Fig 5. (a) as ferramentas retiram 0,25mm de material de cada lado do corpo de provas, porém o dispositivo conta com um adaptador de distância (Fig.5 (b)) que permite variar a profundidade de corte, permitindo retirar até 1,75mm de material de cada lado. Além disso a ponteira do cabeçote possui um sistema de aquisição de dados que permite adquirir dados de força e energia de impacto no corpo de provas.

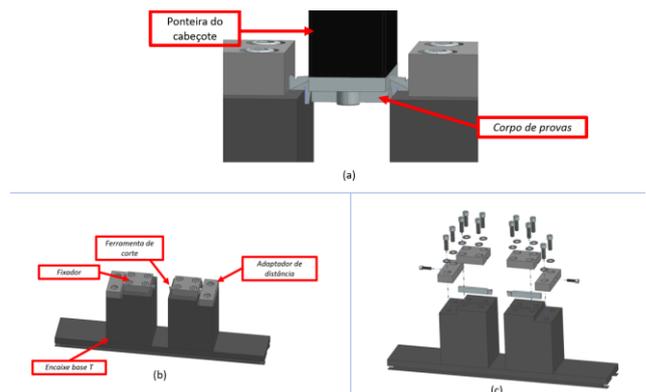


Fig. 5. (a) layout do dispositivo, (b) detalhe do dispositivo e (c) vista explodida do dispositivo

5. Referências

- [1] M.C. Shaw. 2005. Metal Cutting Principles. (2nd ed.), Oxford University Press, Oxford.
- [2] J. Hamann 2002. Criteria for the Quality Assessment of Constitutive Equations Dedicated to Metal Cutting Models. Machining Science and Technology.
- [3] Z. Zhao, S. To, J. Wang, G. Zhang, Z. Weng. 2022. A review of micro/nanostructure effects on the machining of metallic materials, Materials & Design
- [4] C. R. Pagotto. 2023. Estudo comparativo entre a medição de temperatura no torneamento convencional a seco por imagem termográfica e o modelo analítico de Trigger e Chao.

Agradecimentos

À FEI pelo auxílio financeiro e por toda a infraestrutura necessária para a realização do projeto e ao doutorando Eng. Lucas Nodari pela ajuda com o equipamento DWM.

¹ Aluno de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 05/2023 a 04/2024