



INFLUÊNCIA DO TEMPO DE PÓS-CURA NO COMPORTAMENTO TRIBOLÓGICO DE PEÇAS IMPRESSAS POR FOTOPOLIMERIZAÇÃO EM CUBA

AUTORES

Anael Preman Krelling, Henrique Naumann De Oliveira, Ivandro Bonetti, Jefferson Luiz Jeronimo

RESUMO

A influência do tempo de pós-cura no comportamento tribológico de uma resina fotocurável foi avaliado neste trabalho. A pós-cura foi realizada em luz-UV (405 nm) com tempos de 15, 30 e 45 minutos. O comportamento tribológico foi avaliado através de ensaios de deslizamento do tipo pino-sobre-disco sem lubrificação. O tempo de cura teve influência estatística no coeficiente de atrito entre 15 (0,55) e 45 (0,53) minutos. Não houve mudança significativa no volume de desgaste.

PALAVRAS-CHAVE

Impressão 3D, Resina, Tribologia, Desgaste, Atrito

GRANDE ÁREA

ENGENHARIAS (30000009)

ÁREA

ENGENHARIA DE MATERIAIS E METALÚRGICA (30300002)

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A Manufatura Aditiva (MA) no mundo é um aspecto que impulsionou um mercado de

bilhões de dólares nos últimos anos [1]. Tem a vantagem de fabricar geometrias complexas em relação a outros processos tradicionais de fabricação como usinagem CNC, soldagem e estamparia, por exemplo [2-4].

Dentre as abordagens da MA, a estereolitografia (SLA) é considerada o processo mais antigo e amplamente utilizado. Este processo baseia-se na construção, a partir de resinas poliméricas líquidas, de objetos solidificados através da irradiação de uma fonte de luz ultravioleta (UV) ou visível [5,6].

Tanto para aplicações amadoras quanto profissionais, é essencial que a etapa de pós-cura esteja configurada corretamente para que a resina tenha propriedades mecânicas e térmicas maximizadas. Assim, as etapas de pós-processamento (lavagem e cura) são muito importantes para proporcionar maior polimerização e aumento das propriedades mecânicas [6,7].

Portanto, este trabalho avaliará o processo de pós-cura de uma resina comercial no comportamento tribológico avaliado através de ensaios de desgaste por deslizamento do tipo pino-sobre-disco.

METODOLOGIA

As amostras foram produzidas por manufatura aditiva utilizando a técnica de fotopolimerização em cuba, empregando a impressora Anycubic Photon Mono M7 e a resina Anycubic Tough 2.0. A geometria escolhida foi do tipo sextavada, com dimensões aproximadas de 24 mm de diâmetro e 10 mm de altura. O processo de impressão foi realizado com tempo de exposição de 2 segundos por camada. Após a impressão, as amostras passaram pelo processo de pós-cura em três condições distintas: 15, 30 e 45 minutos, utilizando a curadora Creality UW-03. Essa variação teve como objetivo avaliar a influência do tempo de exposição adicional na consolidação da resina e em seu comportamento tribológico. Para a caracterização tribológica, foram conduzidos ensaios de desgaste do tipo pino-sobre-disco. Os testes foram realizados com carga de 5 N, 300 m de deslizamento, utilizando uma esfera de aço 52100 com 10 mm de diâmetro e velocidade de 0,1 m/s. Cada condição de pós-cura foi avaliada em 10 repetições, totalizando 30 ensaios. A análise da superfície das trilhas de desgaste foi feita por meio de perfilometria utilizando o software Mountains Map Universal. Essa análise permitiu quantificar a área de desgaste e correlacioná-la às curvas de atrito obtidas nos ensaios tribológicos.

RESULTADOS

Os corpos de prova de resina foram obtidos, tendo o bolsista desenvolvido todo o layout, seleção de parâmetros de impressão e formato das peças. A variação do tempo de pós-cura foi realizada por 15, 30 e 45 minutos, sendo o bolsista do projeto o responsável pelos procedimentos experimentais.

Quanto à caracterização tribológica, foi possível obter resultados satisfatórios para este início de estudo. O bolsista do IFSC teve contato direto com técnicas de quantificação de volume de desgaste e possibilidade de trabalhar com análise de dados de processos de desgaste.

A carga selecionada para a realização dos testes de desgaste por deslizamento foi de 5N. Isso não permitiu chegar a uma conclusão precisa a respeito da resistência ao desgaste

da resina para as condições experimentais selecionadas. Houve variação estatisticamente significativa para os resultados de coeficiente de atrito, o que não foi observado para o volume de material removido. Pretende-se, na continuidade desta pesquisa, repetir os ensaios de desgaste com uma carga de 1N para verificar se haverá alteração estatística no volume de material removido das amostras com diferentes tempos de cura.

O tempo de cura teve influência no coeficiente de atrito das amostras de resina. Quando se comparam diretamente os tempos de cura de 15 minutos e 45 minutos, há diferença estatística no coeficiente de atrito sendo $0,55 \pm 0,01$ e $0,53 \pm 0,01$ para 15 minutos e 45 minutos de tempo de cura, respectivamente.

Não houve mudança significativa para o volume de material removido, provavelmente por conta da carga de 5N utilizada durante os ensaios. Dessa forma, há a possibilidade/necessidade de realização de ensaios futuros com carga menor (1N), para que haja uma maior sensibilidade da influência do tempo de cura da resina na resistência ao desgaste.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O bolsista pôde compreender o processo de manufatura aditiva de componentes em resina e a importância da pós-cura das peças obtidas por esse processo. Além disso, realizou ensaios de desgaste por deslizamento a seco nas amostras impressas e em outras amostras utilizadas no processo de validação do equipamento, permitindo com que obtivesse conhecimentos relativos aos métodos e normas para realização de ensaios de desgaste. Durante a utilização do tribômetro, alguns ajustes precisaram serem feitos no acondicionamento das placas de aquisição de dados de coeficiente de atrito. Dessa forma, o bolsista ficou responsável pelo modelamento e impressão de uma nova caixa para colocação das placas.

Por fim, a análise dos resultados de desgaste através de software de análise topográfica permitiu a familiarização com técnicas de topografia/perfilometria para caracterização de superfícies.

LINK DO VÍDEO

https://drive.google.com/file/d/1fB4tfetnD7-MKwslyHuajcxxRnapoMsA/view?usp=drive_link

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] J. Zhao, Y. Yang, L. Li, A comprehensive evaluation for different post-curing methods used in stereolithography additive manufacturing, J. Manuf. Process. v.56, p. 867–877, 2020.

[2] S.Y. Hong, Y.C. Kim, M. Wang, H.I. Kim, D.Y. Byun, J. Do Nam, T.W. Chou, P.M. Ajayan, L. Ci, J. Suhr, Experimental investigation of mechanical properties of UV-Curable 3D printing materials, Polymer. v.145 p. 88–94, 2018.

[3] I.K. Cingesar, M. Markovi, D. Vrsaljko, Effect of post-processing conditions on polyacrylate materials used in stereolithography, Addit. Manuf. v. 55, p. 102813, 2022.

[4] K.W.H. Ahmad, Z. Mohamad, N. Othman, S.H.C. Man, M. Jusoh, The mechanical

properties of photopolymer prepared via 3d stereolithography printing: The effect of uv curing time and anisotropy, Chem. Eng. Trans. v. 78, p. 565–570, 2020.

[5] J. Huang, Q. Qin, J. Wang, A review of stereolithography: Processes and systems, Processes v. 8, 2020.

[6] R. V. Pazhamannil, A. Rajeev, P. Govindan, A. Edacherian, Experimental investigations into the effects of process parameters and UV curing on the tensile strength of projection based stereolithography, Strength Mater. v. 54, p. 483–492, 2022.

[7] S.J. Raykar, D.M. D’Addona, P.M. Gaikwad, V.S. Bhosale, A.R. Gaikwad, S.M. Hajare, S.M. Mali, Investigation and analysis of effect of curing process on compressive strength performance of stereolithography-printed components, J. Mater. Eng. Perform. v. 32, p. 9958–9967, 2023.

AGRADECIMENTOS

A equipe do projeto agradece ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – IFSC, pelo apoio recebido, viabilizando a execução das atividades do projeto de pesquisa.