

ESTUDO DO EFEITO DA ANISOTROPIA NO DESGASTE E ANÁLISE SUPERFICIAL EM PRÉ-COROAS DENTÁRIAS FABRICADAS POR MANUFATURA ADITIVA

Helena Bastos Peres

Giovanna Rubo de Resende

Prof. Assoc. Dr. Carlos Alberto Fortulan

Departamento de Engenharia Mecânica – EESC/USP

helenaperes@usp.br

Objetivos

O presente trabalho de iniciação científica tem como objetivo o estudo do comportamento mecânico de peças cerâmicas de zircônia fabricadas por Manufatura Aditiva (AM), bem como sua fidelidade dimensional frente aos problemas relatados quanto à anisotropia, retração e rugosidade superficial das suspensões cerâmicas. Uma vez que a AM acontece por deposição de camadas, a direção dessas camadas interfere nas propriedades mecânicas finais das peças em função da direção de aplicação dos esforços e movimentos, fenômeno chamado anisotropia. Esse estudo é de extrema relevância uma vez que a zircônia é um material com crescente aplicação na odontologia por apresentar alta taxa de biocompatibilidade. Tal aplicação, exige precisão dimensional e personalização do formato das peças para melhor cumprimento da função. Deste modo, o uso de AM se apresenta com alternativa para a fabricação de implantes personalizados de baixo custo e pouco desperdício de material.

Métodos e Procedimentos

A formulação cerâmica foi preparada com os seguintes componentes: pó de Zircônia com área de superfície específica de $16 \pm 3 \text{ m}^2/\text{g}$ – (TZ-3Y-E, Tosoh Corporation, Japão) em 30% em volume; molécula de poli (etilenoglicol) diacrilato (PEGDA 250 575, Sigma Aldrich, EUA) como resina fotossensível; óxido de fenilbis (2,4,6-trimetilbenzoil) fosfina (PPO, Sigma Aldrich, EUA) como fotoiniciador; DISPERBYK - 111 (BYK-Chemie, Alemanha) como dispersante a 3% em peso da resina; n-metil-2-pirrolidona (Synth, Labsynth, São Paulo) como solvente a 10% em volume da resina. A mistura completa foi levada ao Speed Mixer (Hauschild) por 15 s a 800 rpm e 2:20 a 1600 rpm.

Para a impressão de peças para os testes mecânicos, foi utilizada a máquina de manufatura aditiva que foi desenvolvida e montada no Laboratório de Tribologia e Compósitos do Departamento de Engenharia Mecânica da Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo.

Para a verificação da retração das peças, as dimensões foram aferidas com o micrômetro em 5 pontos antes e após a sinterização.

Para a medida de viscosidade, um viscosímetro (DV2T extra, Brookfield, Canadá) foi utilizado.

O teste mecânico de desgaste realizado foi do tipo “pin-on-disk” seguindo a norma ASTM G99–05. O equipamento utilizou uma carga normal de 10N e velocidade de deslizamento de 0,1 m/s.

Resultados

A figura 1 apresenta a viscosidade da suspensão contendo 30% de carregamento sólido em relação às das formulações contendo 15%.

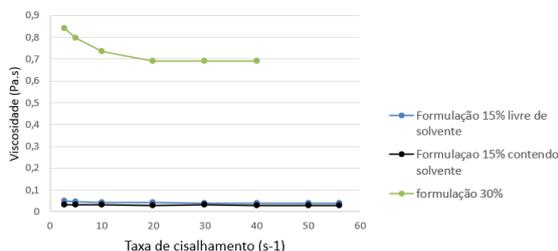


Figura 1: Influência da concentração do carregamento sólido na viscosidade da formulação cerâmica.

Pode-se observar que um carregamento sólido de 30% aumentou significativamente a viscosidade da suspensão. Assim, é esperado que o viscosímetro não fosse capaz de medir a viscosidade de uma suspensão de zircônia com carregamento sólido ainda maior (40%).

Peças verdes de carregamento sólido de 30% foram produzidas na geometria de barras retangulares. Sua geometria foi aferida antes e após a sinterização para avaliar a retração da peça, que apresentou um resultado otimista de 30% na redução do volume, 4% menor do que o esperado.

O ensaio de desgaste realizado com a orientação da camada do pino a 45° do plano de base do teste apresentou instabilidade a partir de 1300 metros. Esta instabilidade está relacionada com a ruptura da peça com geração de particulados que nos primeiros momentos após ruptura atuam como 3º corpo promovendo o atrito de rolamento com queda bruta. Após 2550m houve uma queda abrupta do coeficiente de atrito, indicando ruptura expressiva do material que coincide com perda mássica. À medida que o corpo de prova foi se desgastando, novas interfaces do material foram atingidas, até o ponto em iniciou o processo de trinca nas interfaces.

Conclusões

Ao analisar o resultado do teste “pin-on-disk”, pode-se constatar a instabilidade do desgaste da peça submetida à esforços a 45°, comportamento ausente nos pinos submetidos a teste a 0° e 90° segundo resultados publicados por Giovanna [4]. O comportamento anisotrópico do material também foi observado na retração da peça após sinterização, com maior retração na direção de deposição de camada. Nesse trabalho foi preparada e utilizada suspensão de 30% de pó de zircônia, que apresentou valores otimistas e acima do necessário para a aplicação desejada. O volume de 30% viabiliza o escoamento do material e, portanto, uma melhor qualidade na impressão 3D de peças.

Agradecimentos

Ao CNPq pelas bolsas CNPq- PIBIC - 2023 código 1939 e, ao Laboratório de Tribologia e Compósitos da USP, que forneceu todos os aparatos necessários para a pesquisa.

Referências

- [1] - ZHANG, X.; WU, X.; SHI, J. Additive manufacturing of zirconia ceramics: a state-of-the-art review. *Journal of Materials Research and Technology*, v. 9, n. 4, p. 9029–9048, 2020.
- [2] - CAMARGO, I. L.; ERBERELI, R.; FORTULAN, C. A. Additive manufacturing of electrofused mullite slurry by digital light processing. *Journal of the European Ceramic Society*, v. 41, p. 7182–7188, 2021.
- [3] - DIPTANSHU; MIAO, G.; MA, C. Vat photopolymerization 3D printing of ceramics: Effects of fine powder. *Manufacturing Letters*, v. 21, p. 20–23, 2019.
- [4] - REZENDE, Giovanna. EFFECT OF ANISOTROPY OF ZIRCONIA PINS PRODUCED BY ADDITIVE MANUFACTURING ON THE WEAR RESISTANCE. COBEM, COB-2023-0982, 2023