



## AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE DOIS TIPOS DE MMT NA FORMAÇÃO DE NANOCOMPOSITOS ODONTOLÓGICOS UTILIZANDO IMPRESSORA 3D PROBIC/PROBIT

Autores: Liziane Rafaela Attmann, Vanessa Bueno Pereira, Ademir Jose Zattera

### INTRODUÇÃO / OBJETIVO

A presente pesquisa tem como objetivo modificar as características das resinas fotossensíveis utilizadas para impressão 3D, adicionando diferentes tipos de nanocargas de argila (MMT\_20A e MMT\_Na+), para garantir uma longevidade maior nas peças protéticas oclusais. Para obtenção das amostras foi utilizado uma impressora 3D e estas foram avaliadas quanto às suas propriedades físico-mecânicas.

As resinas acrílicas fotossensíveis, são polímeros sintéticos. Convencionalmente estão disponíveis ao clínico, para impressão 3D, na forma líquida, de acordo com sua indicação. Diversas nanopartículas podem ser utilizadas para criação de nanocompósitos a fim de melhorar as propriedades físico-mecânicas das resinas acrílicas líquidas para impressão 3D, sendo a nanoargila uma das mais comuns, frequentemente incorporadas com sucesso.

### MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa utilizou uma resina acrílica líquida UV indicada para impressão 3D de placas oclusais, uma impressora 3D DLP e nanocargas de argila (MMT\_20A e MMT\_Na+). Foram criados 2 nanocompósitos a partir destas nanocargas (RES-MMT\_20A e RES-MMT\_Na+).

As nanocargas foram incorporadas na matriz polimérica através do método de sonificação por um tempo de 30min e amplitude de 40%. Após o resfriamento dos nanocompósitos, os corpos de prova foram obtidos por meio da impressão 3D. Após a impressão, os corpos de prova foram submersos em álcool isopropílico por 5 minutos e transferidos para forno de pós cura por 15 minutos. As amostras foram então embaladas e enviadas para análises de Dureza Shore D, DMA (faixa de 30 °C a 145 °C, taxa de aquecimento de 5 °C/min, com amplitude de deformação de 0,1% nas frequências de 1Hz), TGA (23 °C a 700 °C, 10 °C/ min, e atmosfera de N2 com fluxo de 50 mL/min) e compressão, a fim de se avaliar suas propriedades.



### RESULTADOS

Após a análise dos resultados de dureza Shore D, observou-se uma diminuição nas propriedades dos nanocompósitos em comparação à resina pura. Os valores apresentaram valores entre 70 e 90, sendo considerados apropriados. A resina pura apresentou uma dureza de 78 no teste. No entanto, todos os nanocompósitos mostraram uma redução na resistência à dureza, com o nanocompósito RES-MMT\_Na+ registrando o menor valor, de 84.

Na Análise de Dureza o teste Shore D é utilizado para elastômeros duros, termoplásticos rígidos e plásticos. O ensaio é normalizado pela norma (ISO) nº 7619-1. O teste de dureza utiliza uma numeração de 1 a 100, de acordo com a profundidade de penetração do indentedor, um aparelho da marca MAINARD, modelo M-702 foi utilizado. Para a realização do teste, o material foi acondicionado em temperatura ambiente de 23 °C, 1 hora antes da análise, especificado pela Organização Internacional para Padronização (ISO) nº 7619-1. A amostra confeccionada tem a superfície plana, espessura de no mínimo 6 mm, com dimensões de 127 x 12,7 x 3 mm e as perfurações foram realizadas com uma distância de 12 mm da margem da amostra e com distância mínima de 6 mm entre cada ponto da análise.

Quando analisada a dureza do material os resultados foram: RES 85, RES-MMT\_Na+ 75, RES-MMT\_20A 80, com esse teste a RES que teve o melhor resultado foi a RES, para confecção de placas oclusais é exigido que o material tenha dureza, porém esse resultado não tem forte influência quando se falado de placas oclusais.

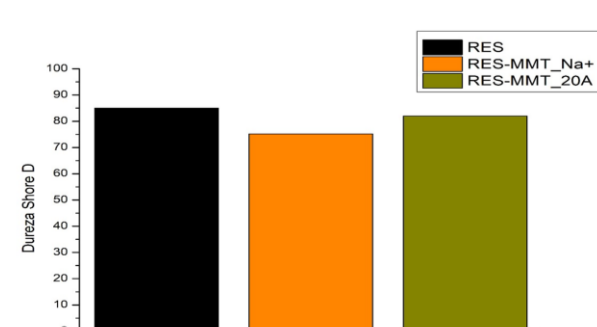


Figura 1 – Ensaio de Dureza Shore D.

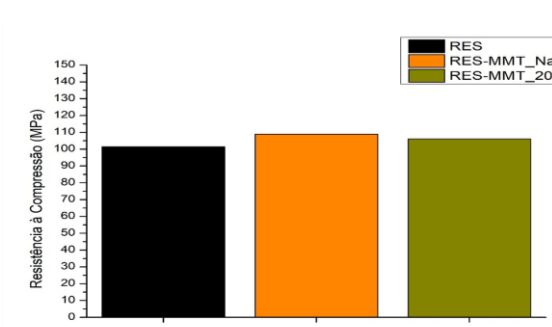


Figura 2 – Resistência à compressão.

No ensaio de resistência à compressão, obteve-se um resultado positivo para a adição das nanocargas, pois ambos os compósitos reforçados apresentaram um aumento na resistência à compressão em relação à resina pura. Cada uma delas apresentou diferentes resistências à compressão RES: 100 de dureza RES-MMT\_Na+: 110 de dureza, RES-MMT\_20A 115 de dureza. Tais resultados são positivos, visto que durante o apertamento dentário causado pelo bruxismo, forças significativas são geradas sobre a placa. Após enviado para teste como o objetivo de avaliar o máximo de força a ser aplicada sobre a peça até que ocorra a deformação plástica do material, seguida da fratura. Seguindo as normas da (ASTM) nº D695-15 [17] os corpos de prova foram submetidos à máquina universal de ensaio EMIC DL 2000 presente no Laboratório de Materiais da Universidade de Caxias do Sul, estas amostras possuem formato cilíndrico, com dimensões de 12,7 mm x 25,4 mm.

Na análise termogravimétrica, todas as amostras apresentaram comportamentos diferentes, tendo os seguintes inícios de degradação: RES: 250°C, RES-MMT\_Na+: 350 e RES-MMT\_20A 250. A resina 20A e a RES pura iniciaram sua degradação em temperaturas semelhantes, e o nanocompósito com adição de MMT-Na+ apresentou uma maior resistência ao aumento da temperatura. O aparelho a ser utilizado para a realizações dos testes termogravimétricos, é identificado como Shimadzu TGA-50, com temperatura na faixa de 23 °C a 700 °C, sendo mantido o padrão de 10 °C/ min, em uma atmosfera de N2 com fluxo de 50 mL/min.

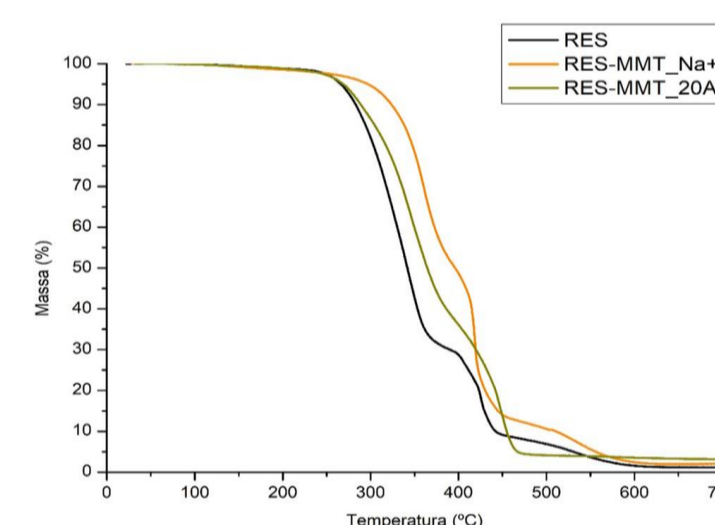


Figura 3 – Análise termogravimétrica.

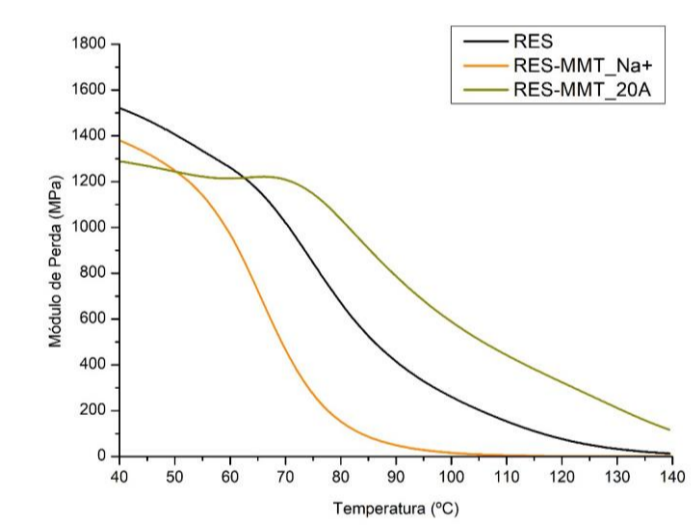


Figura 4 - Módulo de Perda

Na análise de Módulo de Perda, as amostras apresentaram uma certa discrepância, com os seguintes resultados: RES: 140, RES-MMT\_Na+: 105, RES-MMT\_20A: mais de 140. A resina 20A apresentou uma resistência maior ao módulo de perda.

Os corpos de prova foram levados para um equipamento identificado como Tescan Instruments DMA Multi- frequency Strain Q800 V21.1, modelo FEG Mira 3 (Estados Unidos). Foi utilizada uma faixa de 30 °C a 145 °C, com taxa de aquecimento de 5 °C/min, com amplitude de deformação de 0,1% nas frequências de 1Hz. O corpo de prova utilizado para esse teste possui formato retangular, com dimensões de 35 mm x 12,7 mm x 3 mm.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

- No teste de resistência a compressão o nanocompósito que apresentou o melhor desempenho foi da RES MMT-20A resultando em 115 de dureza sendo tais resultados positivos, tendo em vista que durante o apertamento dentário causado pelo bruxismo, forças significativas são geradas sobre a placa.
- Os resultados apresentados apontam que a adição de 0,25% de argila MMT que houve melhora nas propriedades da resina fotossensível (UV).
- De acordo com tais resultados apresentados resultados os nanocompósitos se tornam excelentes candidatos a serem utilizados na odontologia, na fabricação de placas oclusais, aumentando a sua durabilidade

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Shakeri, F., Nodehi, A., & Atai, M. (2019). PMMA/double-modified organoclay nanocomposites as fillers for denture base materials with improved mechanical properties. Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, 90, 11–19. <https://doi.org/10.1016/j.jmbm.2018.09.033>
- Lourinho, C., Salgado, H., Correia, A., & Fonseca, P. (2022). Mechanic Properties of Polymethyl Methacrylate as Denture Base Material: Heat-Polymerized vs. 3D-Printed—Systematic Review and Meta-Analysis of In Vitro Studies. Biomedicine, 10(10), 2565. <https://doi.org/10.3390/biomedicine10102565>
- Zafar, M. S. (2020). Prosthodontic Applications of Polymethyl Methacrylate (PMMA): An Update. Polymers, 12(10), 2299. <https://doi.org/10.3390/polym12102299>