



CURSO DE ODONTOLOGIA

NATHÁLIA ALVES PEREIRA SÁ

**ANÁLISE DA RESISTÊNCIA FLEXURAL DE RESINA PARA PLACA
OCCLUSAL IMPRESSA EM DIFERENTES ANGULAÇÕES
ANALYSIS OF FLEXURAL RESISTANCE OF RESIN FOR BOARD
OCCLUSAL IMPRESSION AT DIFFERENT ANGULATIONS**

SALVADOR
2024

NATHÁLIA ALVES PEREIRA SÁ

**ANÁLISE DA RESISTÊNCIA FLEXURAL DE RESINA PARA PLACA
OCCLUSAL IMPRESSA EM DIFERENTES ANGULAÇÕES
ANALYSIS OF FLEXURAL RESISTANCE OF RESIN FOR BOARD
OCCLUSAL IMPRESSION AT DIFFERENT ANGULATIONS**

Artigo apresentado ao Curso de Odontologia da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública como requisito parcial para obtenção do título de Cirurgião Dentista.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Andrade Meyer

Co-Orientador: Prof. Dr. Mickelson Rio Lima de Oliveira Costa

SALVADOR
2024

Dedico esse trabalho a minha mãe Idma Andrade Alves Pereira, por todo incentivo, ajuda e amor durante a minha jornada, sendo o meu maior pilar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, pois sem ele nada seria possível de ser realizado.

Gostaria de agradecer ao meu orientador, professor Doutor Guilherme Andrade Meyer, pelos ensinamentos e conselhos na minha jornada acadêmica e pessoal. Gratidão, admiração e inspiração! Também gostaria de agradecer ao meu co-orientador Doutor Mickelson Costa pelo seu apoio e suas ideias que muito colaboraram com o trabalho.

Quero expressar minha gratidão a minha mãe Idma Andrade Alves Pereira, pelo seu apoio, amor, conforto, incentivo, por sempre acreditar em mim e mostrar que sou capaz de alcançar tudo que sonho. Nada seria possível sem a sua presença ao meu lado, obrigada por ser uma super mãe, por ser minha força e inspiração diária. Essa conquista é tanto minha quanto sua.

Ao meu grupo de minhas amigas da faculdade gostaria de agradecer por me abraçarem e por compartilharem momentos lindos comigo nessa fase tão única. Em especial, agradeço a minha dupla Amanda Beatriz pela parceria e por partilhar todos os momentos de alegrias, angústias e tristezas ao meu lado, sempre me apoiando e incentivando, sua amizade foi essencial para minha evolução clínica e pessoal. Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para o meu êxito profissional.

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO	8
2. METODOLOGIA	10
2.1 CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA	10
2.2 ENSAIO MECÂNICO	11
2.3 ANÁLISE ESTÁTISTICA DE DADOS	12
3. RESULTADOS	12
4. DISCUSSÃO	13
5. CONCLUSÃO	17

REFERÊNCIAS

ANEXO A – DIRETRIZES PARA AUTORES

RESUMO

O bruxismo é multifatorial e tem como característica a intensidade e a repetição do ranger e/ou o apertar dos dentes. Para o tratamento odontológico podem ser utilizados dispositivos oclusais, que geralmente são confeccionados com resina acrílica autopolimerizáveis, fotopolimerizáveis ou termopolimerizáveis. Entretanto, com o avanço da tecnologia outros tipos de materiais surgiram, como as resinas impressas. As resinas impressas são muito utilizadas pelos cirurgiões dentistas, no entanto são encontrados poucos estudos que evidenciem as suas características, como a capacidade de resistência flexural. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência flexural de resina para placa oclusal impressa em diferentes angulações. Uma resina fotoativada para impressão do tipo DLP foi utilizada para confecção dos corpos de prova, sendo dez impressos a 45° graus e dez a 90°. O ensaio mecânico de resistência à flexão adotado foi o de três pontos e os resultados obtidos foram utilizados para a análise estatística. Essa análise foi realizada no Programa SPSS, utilizando o teste ANOVA, comparando as médias após o ensaio mecânico de resistência flexural (ISO 4049). Observou-se que os corpos impressos com ângulo de 45° resistiram a uma maior força para a sua flexão em comparação aos impressos com ângulo de 90°. Desta forma, pôde-se concluir que para a resina utilizada a impressão com ângulo de 45° tornou o corpo de prova mais resistente à flexão.

PALAVRAS-CHAVE: Bruxismo, Resina impressa, Resistência à flexão, Placa Oclusal, Impressão Tridimensional.

ABSTRACT

Bruxism is multifactorial and is characterized by the intensity and repetition of teeth grinding and/or clenching. For dental treatment, occlusal devices can be used, which are generally made with self-polymerizing, light-curing or thermopolymerizing acrylic resin. However, with the advancement of technology, other types of materials emerged, such as printed resins. Printed resins are widely used by dental surgeons, however, few studies are found that demonstrate their characteristics, such as their flexural resistance capacity. The objective of this work was to evaluate the flexural resistance of resin for occlusal splint printed at different angles. A photoactivated resin for DLP printing was used to make the test specimens, with 10 printed at 45° degrees and 10 at 90°. The mechanical flexural strength test adopted was a three-point test carried out by the universal testing machine, with the results obtained being used for statistical analysis. This data analysis carried out in the SPSS Program, using the ANOVA test, comparing the means after the mechanical flexural resistance test (ISO 4049) observed that the printed bodies with an angle of 45° resisted a greater force for their bending compared to the printed with a 90° angle. In this way, it was possible to conclude that for the resin used, printing at a 45° angle made the specimen more resistant to bending.

KEY-WORDS: Bruxism, Printed Resins, Flexural Strength, Occlusal

Splints, Printing

1 INTRODUÇÃO

O bruxismo é considerado como um hábito parafuncional, muito frequente nos pacientes, e que tem como característica a intensidade e a repetição do ranger e/ou o apertar dos dentes. Ele acomete o sistema estomatognático e pode ocasionar uma disfunção temporomandibular (DTM)¹, podendo ser subdividido em dois tipos, o bruxismo do sono e o bruxismo em vigília. Esses se diferenciam devido aos distintos estados de consciência e diferentes estados fisiológicos com diferentes influências na excitabilidade oral motora.²

A etiologia do bruxismo é multifatorial, relacionada a condições psicológicas, sistêmicas ou genéticas. Fatores emocionais como estresse, depressão e ansiedade podem intensificar a sintomatologia agravando a condição da parafunção.³ Os sinais e sintomas são: fraturas de cúspides e restaurações, desgastes oclusais e/ou incisais, hipersensibilidade pulpar, hipertrofia do masseter, destruição das estruturas de suporte, dores, mobilidade dentária e distúrbios nas articulações temporomandibulares.⁴

Por ter uma etiologia multifatorial, não existe apenas um tratamento ou cura, dessa forma, devem ser analisadas as particularidades de cada paciente. Para o tratamento odontológico podem ser utilizados o tratamento ortodôntico, o ajuste oclusal, aplicação de toxina botulínica, restauração de superfície dentária e dispositivos oclusais.⁵ A modalidade terapêutica que é mais comumente utilizada é a instalação de placas oclusais.²

As placas propõem uma estabilidade oclusal, diminuindo a atividade muscular e assim proporcionando um alívio na sintomatologia do bruxismo. Existem alguns tipos, sendo elas: a estabilizadora, a de posicionamento anterior, de mordida anterior, plano de mordida posterior e pivotante, sendo as duas primeiras respectivamente as mais utilizadas.⁶

Estes dispositivos geralmente são confeccionados com resina acrílica autopolimerizáveis, fotopolimerizáveis ou termopolimerizáveis. Entretanto, com o avanço da tecnologia outros tipos de materiais surgiram, como o etileno vinil acetato e as resinas impressas.⁷

As resinas impressas são bastante utilizadas, no entanto necessitam de uma maior compreensão dos seus aspectos e das suas propriedades como a

estabilidade dimensional, rugosidade e análise flexural, pois são importantes ao serem trabalhados na cavidade oral. Deve-se estudar inicialmente as características da resistência flexural visando entender sua relação com a resistência e com a durabilidade, para que possam ser definidas sua aplicabilidade na clínica.⁸

As diferentes angulações das camadas de impressões das resinas, revelam que essas variações podem afetar diretamente a sua capacidade de resistência à flexão, sua precisão dimensional e a qualidade em relação ao produto, ou seja, a peça.⁹

As resinas para a impressão 3D, apesar de serem materiais consolidados e já utilizados pelos profissionais na odontologia, são encontrados poucos estudos na literatura que evidenciem as suas propriedades, como por exemplo, a capacidade de resistência flexural.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência flexural de resina para placa oclusal impressa em diferentes angulações.

2 METODOLOGIA

2.1 CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

Uma resina fotoativada para impressão do tipo DLP (Prizma 3D Bio Splint, Tatuí, São Paulo, Brasil), indicada para a confecção de placas oclusais, foi utilizada neste estudo para a realização dos corpos de prova utilizando uma impressora 3D. (Figura 1).



Figura 1- Resina fotoativada indicada para a confecção de placa miorreaxante. (Fonte: Fabricante)

Foram efetuados vinte corpos de prova nas dimensões de 25 x 2 x 2 mm (norma ISO 4049), confeccionados a partir da impressora Phrozen (Odontomega, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil), por meio de uma imagem criada no software gratuito de código aberto Meshmixer. No momento da impressão 10 corpos foram impressos a 90° em relação à base da plataforma e 10 foram impressos a 45° em relação à mesma base. (Figura 2)

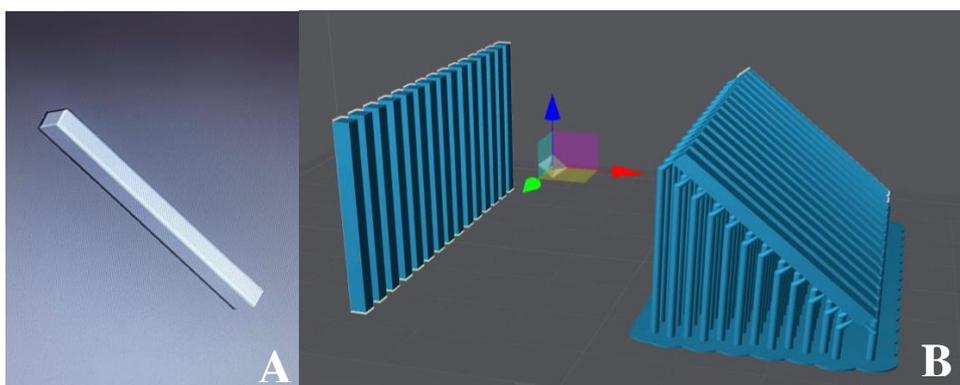


Figura 2- A) Projeto dos corpos de prova; B) Corpos de prova posicionados em 90° e 45° para a impressão. (Fonte: Autores)

Em um segundo momento, os espécimes foram polidos utilizando lixas d'água de carbeto de silício de granulação nº 120 durante 10 segundos cada à 300rpm em politriz APL4 (AROTEC - Indústria e Comércio S/A, Cotia - SP

Brasil). Posteriormente foram mensuradas com um paquímetro digital com resolução de 0,01mm/.0005" (Mitutoyo, Suzano, SP), com a finalidade de conferir uma possível alteração dimensional. Até o momento do teste os corpos de prova foram armazenados em recipientes com água destilada e mantidos na estufa à 37°C. (Figura 3).

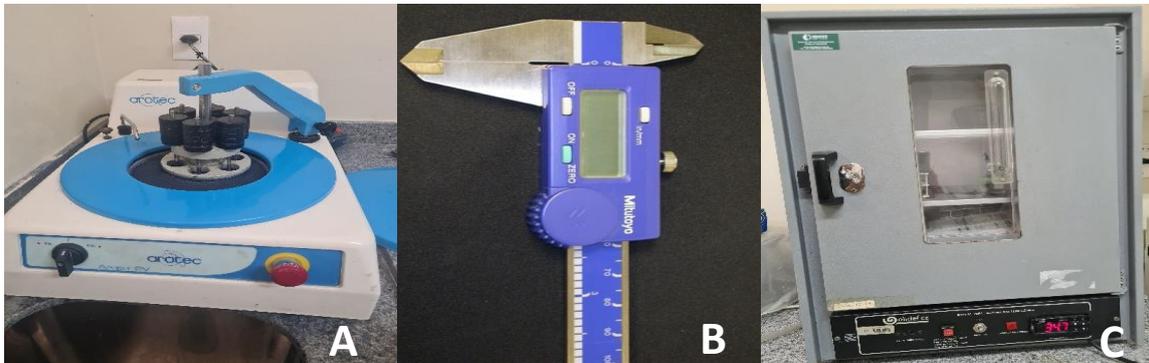


Figura 3- A) Politriz utilizada para o acabamento dos corpos de prova; B) Paquímetro digital utilizado para mensurar os corpos de prova e C) Estufa utilizada para armazenar os corpos de prova. (Fonte: Autores).

2.2 ENSAIO MECÂNICO

Este ensaio é baseado no artigo de Souza *et al* de 2005.

O ensaio mecânico de resistência à flexão que foi adotado é o de flexão de três pontos (ISO 4049), a ser realizado pela máquina de ensaio universal (Modelo DL-1000, EMIC Equipamentos e Sistemas LTDA., São José dos Pinhais - PR – Brasil), cedido pelo Curso de Odontologia da Universidade Federal da Bahia, onde os pontos de apoio foram formados de dois cilindros com 2mm de diâmetro, localizados paralelamente à distância de 25mm entre seus centros.

O terceiro ponto, foi o responsável pela aplicação da carga e estava centralizado sobre cada corpo de prova e paralelo aos demais pontos. O ensaio foi realizado a uma velocidade de 0,8mm/min. (Figura 4).

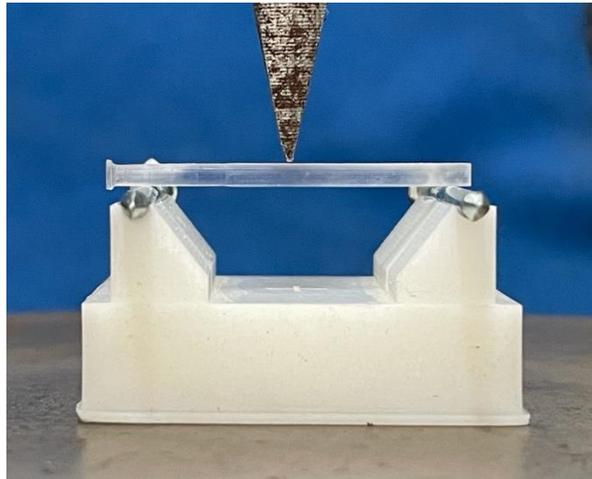


Figura 4- Ponto de aplicação de carga (Fonte: Autores)

Os resultados da resistência flexural foram obtidos em Newton (N) e posteriormente convertidos em mega pascal (MPa) utilizando a fórmula especificada na ISO 4049, em que $\sigma = 3Fl/2bh^2$, sendo F a carga máxima suportada por cada corpo de prova, l o comprimento entre os dois pontos de apoio (25mm), b a largura do corpo de prova (2mm) e h a espessura de cada espécie (2mm).

2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Os dados obtidos em MPa foram tabulados no Excel e enviados para análise estatística a ser realizada no Programa SPSS versão 23.0. utilizando o teste t (Student), com nível de significância de 5%.

3. RESULTADOS

A análise estatística dos dados realizada no Programa SPSS versão 23.0, utilizando o teste ANOVA, comparando as médias após o ensaio mecânico de resistência flexural de três pontos (ISO 4049) da resina impressa para placas oclusais observou que os corpos impressos com ângulo de 45° resistiram a uma maior força para a sua flexão em comparação aos impressos com ângulo de 90° ($p > 0,05$). (Gráfico 1)

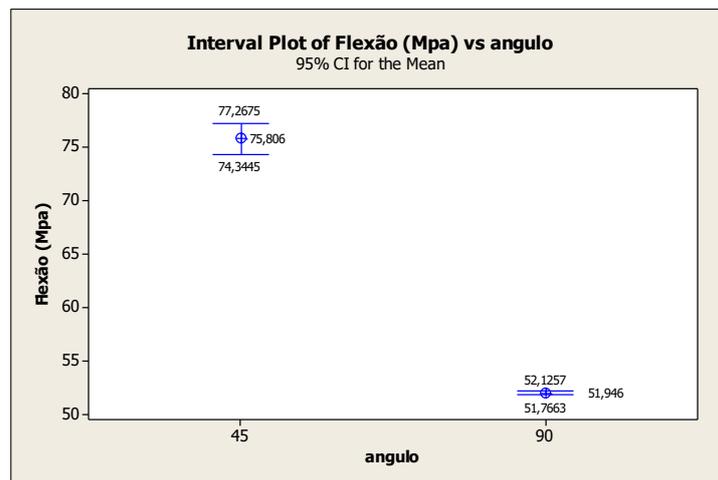


Gráfico 1 - Valores de Delta para análise de rugosidade nos tempos T0, T1, T2, T3 e T4 após escovação com pasta não abrasiva e grupo controle.

Dos dez corpos de prova avaliados com impressão na posição de 90° apenas em um ocorreu fratura com força máxima de 52,31MPa. Já nos corpos de prova avaliados com impressão na posição de 45° em dois ocorreram fratura, ambos com força máxima de 75,18MPa.

Os demais corpos de prova, de ambos os grupos, que não fraturaram sofreram uma deformação plástica.

4 DISCUSSÃO

As resinas para impressão 3D são utilizadas pelos cirurgiões dentistas e técnicos em prótese dentária para a fabricação tridimensional de próteses e de placas oclusais. Neste estudo, foi utilizada a técnica de impressão para avaliar a resistência flexural de resinas em diferentes angulações (45° e 90°), seguindo os parâmetros do fabricante tanto em relação a impressora quanto ao material resinoso.

Segundo Shim *et al*, em 2019, ao avaliarem as resinas impressas (NextDent Base; Vertex Dental) em várias orientações de impressão (0°, 45° e 90°) para confecção de prótese dentária, foram encontrados resultados diferentes em relação a resistência flexural. O grupo de orientação de 0 graus apresentou maior resistência a flexão do que os grupos de orientação de impressão a 45 graus. Já a impressão de 90 graus apresentou menos tensão

de flexão em comparação com os outros grupos. Os autores concluíram que os corpos de prova impressos a 0 graus tiveram uma maior resistência a flexão, seguidos por 45 e por fim os em 90 graus.¹⁰

Já no trabalho realizado por Saini *et al*, em 2020, os corpos de prova foram impressos pela técnica SLA utilizando resina fotopolimerizável transparente para teste da resistência flexural em relação a angulação de impressão. Foram utilizadas para os corpos de prova cinco orientações diferentes: 0°, 22,5°, 45°, 67,5° e 90°. No teste de flexão, a resistência aumentou de acordo com o aumento do ângulo de impressão de 0° a 67,5°. Houve aumento na resistência a flexão de 10 para 20% quando os corpos de provas foram impressos na direção horizontal em comparação com a direção vertical. Concluiu-se que o espécime impresso na orientação 67,5° tem a maior resistência flexural, em seguida o de 45° e com a pior os ângulos de 0° e 90°.¹¹

Derban *et al*, em 2021, também realizaram um estudo da influência do ângulo de impressão na resistência à flexão de duas resinas impressas disponíveis comercialmente para realização de uma restauração dentária provisória, sendo elas: Detax Freeprint Temp e Nextdent MFH Vertex dental. Dez corpos de prova foram impressos para cada ângulo de 0°, 45° e 90° de cada desses materiais. Os testes de flexão de três pontos foram realizados em uma máquina de ensaio universal e no entanto, para ambas as marcas, a maior resistência à flexão obtida foi de 0 graus, seguindo com o ângulo de 90° e contendo o pior resultado os espécimes em 45 graus.¹²

Unkovskiy *et al*, em 2018, avaliaram a resistência à flexão de três grupos de espécimes de orientação 0°, 45° e 90°, impressos com a impressora 3D SLA de mesa utilizando a resina impressa Dental SG. Os corpos de prova de orientação 0° mostraram um módulo de flexão médio em comparação com os corpos de prova de 45° e os espécimes de 90°. Espécimes com orientação de 90° apresentaram maior resistência à flexão em relação ao de 45° e 0°.¹³

Shen *et al*, em 2020, realizaram os testes de flexão de três pontos em uma máquina de teste universal de impressão 3D do tipo DLP em amostras de cerâmicas de acordo com diferentes ângulos. As orientações utilizadas foram 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75° e 90°. As amostras impressas com angulação de 45° apresentaram os menores valores de resistência a flexão enquanto as de 0° e 90°, respectivamente, os maiores. Os autores concluíram que o ângulo de impressão afeta a resistência à flexão.¹⁴

Neste trabalho, os resultados obtidos comprovaram que a posição de 45° teve uma maior resistência a flexão quando comparados com os de 90°. Foi possível perceber diferença entre este trabalho realizado comparado com os outros já citados anteriormente, no entanto não houve um consenso em relação a essa angulação pelos autores pesquisados.

Santos Neto *et al*, em 2023, analisaram a resistência flexural de uma resina impressa em 3D comparada com resinas acrílicas convencionais para confecção de placas oclusais. Dois tipos de resinas acrílicas foram utilizadas, a resina acrílica quimicamente ativada (VipiFlash) e uma resina acrílica termicamente ativada (VipiCril Plus). Para a impressão 3D foi selecionada uma resina impressa (Yllor Cosmos Splint Incolor). Os corpos de provas foram submetidos a um teste de flexão de três pontos em uma máquina universal para avaliar sua resistência. A resina para impressão 3D apresentou uma menor resistência a flexão em relação as resinas acrílicas.¹⁵

Prpic *et al* (2018) avaliaram a resistência à flexão de diferentes materiais utilizando várias tecnologias para a fabricação dos dispositivos oclusais. Os materiais utilizados foram dois tipos de materiais CAD-CAM (Ceramill Splintec; CopraDur), dois de impressão 3D (VarseoWax Splint) e três materiais convencionais (resinas acrílicas autopolimerizáveis- ProBaseCold; Orthocryl e Resilit S). Para o teste de flexão de três pontos foi usada uma máquina de ensaio universal. Os maiores valores de resistência flexural foi encontrado nos materiais de CAD-CAM (feitos por um dispositivo de fresagem) em comparação aos materiais impressos em 3D e os materiais autopolimerizáveis.¹⁶

Guimaraes *et al.*, em 2023, testaram resina acrílica autopolimerizável, resina acrílica curada por calor, resina acrílica polimerizada por energia de micro-ondas, impressão em resina e bloco de polímero de polimetilmetacrilato para desenho assistido por computador. Foi realizado o teste de três pontos na máquina universal do modelo DL para a análise, no qual o menor valor de flexão foi o da resina acrílica autopolimerizável e o maior valor foi o bloco de polímero seguido dos de resina para impressão.¹⁷

Berli *et al*, em 2019, avaliaram três resinas fresadas (Temp Premium Flexible Transpa; Idodentine PMMA transparente; Yamahachi PMMA clear), três prensadas (ProBase Cold; Palapress Clear; Aesthetic Blue clear) e três

impressas em impressora 3D (Freeprint splitn; LuxaPrint Ortho Plus); Nextdent Ortho Clear) com relação a sua resistência à flexão para confecção de dispositivos oclusais. Realizado o teste de flexão de três pontos na máquina universal, o resultado obtido mostrou maiores valores de resistência à flexão para os materiais fresados do que para os prensados ou impressos.¹⁸

Neste estudo a maioria dos 20 corpos de prova sofreram uma deformação plástica e não fraturaram, porém os artigos utilizados neste trabalho não relatam a quantidade de fraturas e de deformação dos corpos de prova. Em relação a resistência flexural de materiais impressos com outros tipos de materiais, também não houve um consenso entre os autores. Como as resinas impressas ainda estão sendo testadas e apresentam poucos estudos na literatura, para uma maior comparação seriam necessárias mais pesquisas sobre o tema em questão.

5 CONCLUSÃO

Diante dos resultados encontrados nesta pesquisa, pode-se concluir que a resina impressa para placas oclusais testada apresentou uma maior resistência à flexão a 45° do que a 90° . Vale salientar que a resina testada neste estudo, na sua grande maioria, sofreu deformação plástica e não fraturou.

REFERÊNCIAS

1. Couto MIR. Bruxismo: relato de um caso clínico: diagnóstico, tratamento e manutenção. Dissertação para mestrado em odontologia. Recife: FEM; 2016.
2. Macedo CR. Bruxismo do Sono. Rev. Dent. Press Ortod. Ortop. Facial. 2008; 13 (2): 18-22.
3. Lobbezoo F, van der Zaag J, Naeije M. Bruxism: its multiple causes and its effects on dental implants. An updated review. J Oral Rehabil 2006; 33: 293-300.
4. Dawson PE. Bruxismo. In: Dawson PE. Oclusão funcional: da ATM ao desenho do sorriso. Santos- Sp: editora Santos; 2008. p. 333-41.
5. Faulkner KBD. Bruxism: a review of the literature. Part I. Aust. Dent. J. 1990; 35(3): 266-76.
6. Okeson JP. Terapia com Placa Oclusal. 8 ed. São Paulo: Guanabara Koogan. 2021. p 390-413.
7. Lira LVA. Materiais para confecção de placas oclusais: uma revisão de literatura. Trabalho de conclusão de curso de graduação em odontologia. Campina Grande: UEPB; 2016.
8. Berli C, Thieringer FM, Sharma N, Müller JA, Dedem P, Fischer J, et al. Comparing the mechanical properties of pressed, milled, and 3D-printed resins for occlusal devices. J Prosthet Dent 2020; 124(6): 780-6.
9. Farkas AZ, Galatanu AV, Nagib R. The Influence of Printing Layer Thickness and Orientation on the Mechanical Properties of DLP 3D-Printed Dental Resin. Polymers 2023; 15: 1-14. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym15051113>
10. Shim JS, Kim JE, Jeong AH, Choi YJ, Ryu JJ. Printing accuracy, mechanical properties, surface characteristic, and microbial adhesion of 3D-pinted resins with various printing orientations. The Journal of Prosthetic Dentistry 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2019.05.034>
11. Saini JS, Dowling L, Kennedy J, Trimble D. Investigations of the mechanical properties on different print orientations in SLA 3D printed resin. J Mechanical Engineering Science 2020; 1-15. DOI: 10.1177/0954406220904106
12. Derban P, Negrea R, Rominu M, Marsavina L. Influnce of the Printing Angle and Load Direction on Flexure Strength in 3D Printed Materials for Provisional Dental Restorations. Materials Science Journal 2021; 1-14. DOI: <https://doi.org/10.3390/ma14123376>

13. Unkovskiy A, Han-Binh Bui P, Schille C, Geis-Gerstorfer, Huettin F, Spintzyk S. Objects build orientation, positioning, and curing influence dimensional accuracy and flexural properties of stereolithographically printed resin. The Academy of Dental Materials 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.09.011>
14. Shen M, Zhao W, Xing B, Sing Y, Gao S, Wang C, Zhao Z. Effects of exposure time and printing angle on the curing characteristics and flexural strength of ceramic samples fabricated via digital light processing. Ceramis International 2020. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2020.06.220>
15. Santos Neto OM, Cerqueira GM, Souza JPV, Almeida RP, Mazaro JVQ, Zavanelli AC. Flexural resistance of 3D printing resin compared to conventional acrylic resins employed to build occlusal bite splints. Rev Odonto Unesp 2023; 1-8. DOI: 2023;52:e20230006. <https://doi.org/10.1590/1807-2577.00623>
16. Pripic V, Slacanin I, Schauerl Z, Catic A, Dulcic N, Cimic S. A study of the flexural strength and surface hardness of different materials and technologies for occlusal device fabrication. The Journal of Prosthetic Dentistry 2018; 12(6): 955-59. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.09.022>
17. Guimaraes DM, Campaner M, Santos RW, Pesqueira AA, Medeiros RA. Evaluation of the mechanical properties of different materials for manufacturing occlusal splints. Braz. Oral Res. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2023.vol37.0034>
18. Berli C, Thieringer FM, Sharma N, Muller JA, Dedem P, Fischer J, et al. Comparing the mechanical Properties of pressed, milled and 3D-printed resins for occlusal devices. The Journal of Prosthetic Dentistry 2019; 124(6): 780-86. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2019.10.024>

