Comparação da eficiência de resinas para impressão 3D e termopolimerizadas na fabricação de placas oclusais: uma revisão de escopo

Lucas Tamanini Hesse[1], Alinny do Nascimento Cruz[2], Maria Cecilia Monteiro Marques Magalhães[3], Daniel Jardim Taveira Privado[4]

[1]Discente em odontologia da Universidade de Rio Verde, Goiás, Brasil. Aluno de Iniciação Científica - PIVIC
[2]Discente em odontologia da Universidade de Rio Verde, Goiás, Brasil.
[3]Docente da Universidade de Rio Verde, Goiás, Brasil. Mestre em Clínica Odontológica Integrada e Doutora em Clinica Integrada com Ênfase em Ortodontia.
[4]Docente da Universidade de Rio Verde, Goiás, Brasil. Mestre em Clínica Integrada e especialista em implantodontia (danieljardim78@gmail.com)

Reitor:
Prof. Dr. Alberto Barella Netto

Pró-Reitor de Pesquisa e Inovação:
Prof. Dr. Carlos César E. de Menezes

Editor Geral:
Prof. Dra. Andrea Sayuri Silveira Dias Terada

Editores de Seção:
Profa. Dra. Ana Paula Fontana
Prof. Dr. Hidelberto Matos Silva
Prof. Dr. Fábio Henrique Baia
Pra. Dra. Muriel Amaral Jacob
Prof. Dr. Matheus de Freitas Souza
Prof. Dr. Warley Augusto Pereira

Fomento:
Programa PIVIC UniRV 2023-2024

Resumo: O bruxismo é uma atividade involuntária de apertar ou ranger os dentes, ocorrendo no sono ou durante o dia, com etiologia multifatorial, destacando-se fatores como estresse e ansiedade. As placas oclusais são uma abordagem terapêutica conservadora, fabricadas convencionalmente ou por impressão 3D, visando proteger dentes e estruturas de suporte. Este estudo revisou a eficácia dessas placas em pacientes bruxistas, utilizando a abordagem PICOT e pesquisando em bases como MedLine, Lilacs e SciElo. Os resultados indicaram que as placas impressas em 3D controlam melhor as contrações fásicas, enquanto as convencionais são mais eficazes na redução de contrações tônicas. As placas digitais apresentaram maior precisão de ajuste, mas suas propriedades mecânicas mostraram-se inferiores a longo prazo em comparação com as convencionais, que também demonstraram melhor biocompatibilidade. A escolha do tipo de placa deve considerar as características individuais do bruxismo, com as convencionais sendo preferíveis para tratamentos prolongados. Assim, novos estudos são necessários para aprimorar os materiais e técnicas, visando otimizar os resultados no manejo do bruxismo.

Palavras-Chave: Bruxismo. Materiais Dentários. Polimerização.

Title: Comparison of the Efficiency of 3D Printing Resins and Thermopolymerized Resins in the Fabrication of Occlusal Splints: A Scoping Review

Abstract: Bruxism is an involuntary activity of clenching or grinding teeth, occurring during sleep or daytime, with a multifactorial etiology, highlighting factors such as stress and anxiety.

Occlusal splints are a conservative therapeutic approach, fabricated conventionally or by 3D printing, aimed at protecting teeth and supporting structures. This study reviewed the efficacy of these splints in bruxist patients, utilizing the PICO approach and researching in databases such as MedLine, Lilacs, and SciElo. The results indicated that 3D-printed splints better control phasic contractions, while conventional splints are more effective in reducing tonic contractions. Digital splints exhibited greater adjustment precision, but their mechanical properties were found to be inferior in the long term compared to conventional splints, which also demonstrated better biocompatibility. The choice of splint type should consider the individual characteristics of bruxism, with conventional splints being preferable for prolonged treatments. Thus, further studies are needed to enhance materials and techniques, aiming to optimize treatment outcomes for bruxism management.

Keywords: Bruxism. Dental Materials. Polymerization.

Introdução

O bruxismo é definido como uma atividade involuntária com hábito parafuncional, caracterizado pelo ato de apertar ou ranger os dentes durante o sono (bruxismo excêntrico) ou durante o período diurno (bruxismo cêntrico). Aquele, refere-se a uma atividade que, constantemente está associada a microdespertares, com duração de 3 a 15 segundos (Thorpy, 2012). No que tanje a etiologia da disfunção, apresenta-se inconclusiva, em controversas na literatura, entretanto indubitavelmente multifatorial. As pesquisas realizadas até o momento demontram que possivelmente os fatores cognitivos comportamentais – estresse, ansiedade e traços da personalidade – se sobressaem em comparação aos fatores locais – como a má oclusão – que estão perdendo certa relevância, assim o estresse e a ansiedade parecem ter um papel fundamental na fisiopatologia do bruximo (Attanasio, 1991) (Polmann et al., 2021).

Um possível recurso terapêutico para pacientes que sofrem com essa disfunção são as placas oclusais. São consideradas como um recurso terapêutico conservador e reversível, com baixo custo e de fácil confecção (Prpic et al., 2023). Sua principal função é evitar a oclusão (incorrreta) já existente, controlando a relação maxilomandibular em máxima intercuspidação habitual, pois com as faces oclusais cobertas, o material da placa torna-se a face de oclusão. Desse modo, protegendo os dentes e estruturas de suporte, e reestabelecendo temporariamente uma posição ortopédica mais estável (Perea-Lowery et al., 2023). Vale salientar que o sucesso não depende exclusivamente da utilização correta pelo paciente, mas também da sua apropriada confecção pelo profissional odontólogo (Bargellini et al., 2024).

As placas que utilizam tanto o fluxo digital como o analógico possuem suas vantagens e desvantagens quando comparadas. Quando se refere as placas convencionais, podemos destacar que elas apresentam uma maior facilidade de confecção, com resultados favoráveis e conservadores, além do custo relativamente baixo com materiais e com o processo de fabricação. Entretanto, a confecção dessas placas necessita de destreza profissonal, estando sujeita a erros. Além de todos os passos serem relativamente mais demorados, quando comparado as de fluxo digital (Otavio et al., 2022).

As placas confeccionadas através do escaneamento intra-oral e impressas apresentam a vantagem de serem mais confortável na sua confecção para o paciente, capturar a imagem de dentes mau posicionados com maior facilidade e é mais preciso a sua polimerização, além não formarem monômeros residuais como as resinas acrílicas convencionais. Todavia, o valor da resina para impressão ainda é superior ao kit polímero e monômero das resinas acrílicas convencionais (Heba et al., 2023).

Desse modo, cabe a esta revisão uma análise minuciosa de pesquisas anteriores que investigam a utilização das placas oclusais impressas e convencionais afim de procurar compreender as principais diferenças entre as placas oclusais fabricadas pelo método digital e analógico, e se há quaisquer discrepâncias entre elas na indicação de diferentes casos clínicos.

Material e Métodos

A revisão da literatura é um passo inicial essencial para o desenvolvimento do conhecimento científico, pois, por meio desse processo, novas hipóteses podem emergir a partir das investigações

previamente realizadas em um campo específico da ciência. Dentro das diferentes abordagens de revisão, a *scoping review* (revisão de escopo) destaca-se por ser orientada por um protocolo de pesquisa que visa avaliar evidências emergentes, esclarecer conceitos e analisar a condução das pesquisas em um determinado domínio do conhecimento (Salvador et al., 2021).

Dentre as metodologias disponíveis para revisão de literatura, a *scoping review* se diferencia por sua capacidade de coletar informações amplas e focadas, sem distinções entre tipos de estudos e métodos utilizados. Para esta pesquisa, foi utilizado o modelo PICOT como fundamento para a seleção dos critérios, que inclui:

- *Patient* (Pacientes): Indivíduos que sofrem de bruxismo;
- *Intervention* (Intervenção): Uso de placas oclusais convencionais;
- *Comparison* (Comparação): Uso de placas oclusais impressas em 3D;
- *Outcome* (Desfecho): Investigação de eventuais discrepâncias na efetividade entre as placas confeccionadas pelos diferentes métodos;
- *Type* (Tipo de estudos): Estudos clínicos, laboratoriais, revisões de literatura e ensaios clínicos randomizados.

Com base nesses critérios, a questão central da investigação formulada foi: "Em pacientes bruxistas, as placas oclusais convencionais são mais eficazes que as impressas em 3D?"

A busca para identificação dos estudos foi realizada em plataformas eletrônicas, abrangendo MedLine (2018-2024) com 10 artigos, SciElo (2018-2024) com 0 artigos e Lilacs (2018-2024) com 8 artigos. Os descritores utilizados na pesquisa, elaborados a partir da indagação, foram: (((occlusal) AND (splints)) AND (printed)) AND (bruxism).

Além disso, a estratégia de busca foi ampliada por meio da consulta a bibliografias de revisões e estudos relevantes, além de revisões anteriores, referências cruzadas e buscas manuais periódicas nas plataformas. Essa abordagem garantiu uma coleta abrangente e rica de dados, essencial para a construção de um conhecimento sólido sobre o tema em questão.

Resultados e Discussão

Em estudos clínicos realizados por Bargellini et. al. (2024) observou-se pacientes bruxistas que se encontravam em acompanhamento odontológico com o uso das placas oclusais por fluxo analógico e digital. Desse modo, para avaliação, fez-se uso do exame de sinais eletromigráficos (EMG). O estudo apontou que as placas impressas em 3D parecem controlar melhor as contrações fásicas gerais ao longo dos três meses de observação. Pode-se inferir que as camadas de uma única resina dura devem reter melhor essas contrações, isto é, breves e rítmicas. Todavia, as placas tradicionalmente elaboradas devem, se possível, ser evitadas em caso de pacientes que apresentam um maior índice de contrações fásicas, pois seu uso aumenta os sinais EMG, específicos nos três primeiros meses de uso. Já em relação as contrações tônicas gerais tenderam a ser menores para as pacientes que usavam placas de fabricação tradicional, e essa tendência diminuiu mais ainda após três meses de uso, enquanto aumentou drasticamente para as pacientes que usavam as digitais. Nesse cenário, pacientes com níveis mais elevados de contrações fásicas gerais levaram mais tempo para se adaptar ao seu dispositivo se ele for fabricado tradicionalmente (com resinas com baixa resistência à flexão). Bem como aqueles que apresentam um nível maior de contrações tônicas, adaptaram-se melhor a essas enquanto com as impressas não.

Em pesquisa clínica, realizada por Apresyan et. Al. (2022), avaliou em 70 pacientes com bruxismo a discrepância entre as placas oclusais de 2 diferentes tipos de materiais para impressão 3D, o tratamento foi monitorado por meio de EMG dos músculos e tomografia da ATM após 3, 6 e 12 meses. Com isso, apontou-se que a gravidade da hipertonicidade muscular mastigatória diminuiu ao final de 3 meses de tratamento com os posicionadores oclusais. Após 12 meses de uso, a diminuição do tônos muscular foi insignificante. Assim, é lícito postular que as placas oclusais são um dos pilares do tratamento para o bruxismo, sendo um tratamento obrigatório para esses pacientes. Além de comprovar a eficácia das placas impressas em 3D (Bargellini et al., 2024).

Nesse contexto, mesmo apresentando resultados favoráveis, os estudos clínicos apontaram que as placas fabricadas pelo método digital apresentam propriedades mecânicas mais flexíveis. Contudo, Perea-Lowery et. Al (Perea-Lowery et al., 2023) apontou - através de testes de flexão, elasticidade, tenacidade e outros - que há relevantes diferenças entre os diversos materiais utilizados

na confecção de placas estabilizadoras impressas. Assim, torna-se lícito postular que a seleção do material adequado para o paciente é um alicerce do planejamento, podendo este variar suas propriedades mecânicas dependendo do fabricante, com isso, deve-se atentar a eleição de uma placa mais ou menos flexível (podendo seguir conforme suas indicações a partir da avaliação de EMG para diagnóstico de contrações fásicas (material impresso aponta-se mais favorável) ou tônicas (material convencional mostra-se mais adequado) (Bargellini et al., 2024).

Mesmo apresentando a possibilidade da utilização de placas oclusais fabricadas digitalmente de maiores graus de resistência, em testes comparando um tipo de material de resina impressa com um de convencional, estas apresentaram uma resistência a flexão menor, porém demonstrando valores de dureza superficial mais elevados e mais consistentes, sendo um ponto favorável para o tratamento do bruxismo (Prpic et. Al, 2019). Além disso, deve-se salientar que nas investigações realizadas por Neto et al. (2022), através de testes de resistência flexural realizada pelo mesmo método de Perea-Lowery et al. (2023) de três pontos, e o teste de termo ciclagem, a resina impressa empregada neste estudo apresentou desempenho insatisfatório, principalmente quando submetida ao último. Bem como os ensaios laboratoriais realizados por Alp, Murat e Yilmaz (2019), onde se avaliou corpos de prova submetidos a 10.000 termo ciclos (5 a 55°C). Avaliou-se também por flexão de três pontos os corpos de prova, afim da análise da resistência. Nesse contexto, bem como o artigo anterior, a resina impressa demonstrou maior resistência à flexão, consequentemente com uma menor taxa de dureza superficial, em comparação à resina convencional.

Em contrapartida, quando se trata do estudo mais recente de Prpic et. Al, (2023), que compara também os diferentes tipos de materiais para placas oclusais, mostram que os fresados possuem as mais altas taxas de resistência a fratura e dureza superficial e embora o material convencional tenha apresentado maiores valores em relação ao impresso, “não houve alterações estatisticamente significativas entre esses dois materiais”. Isso poderia indicar que as discrepâncias entre os materiais impressos e convencionais tem decrescido gradativamente mais, sendo uma possibilidade para isso o avanço tecnológico dos fabricantes das resinas utilizadas para confecção.

Nesse âmbito, 10 voluntários foram submetidos a outra pesquisa clínica realizada por Lin et, Al (2023) afim de averiguar a precisão e desempenho básico dos dispositivos oclusais fabricados por fluxo convencional e digital, onde mostrou que estes apresentam uma classificação do contato oclusal significativamente maior que a convencional. Além disso, avaliou-se o índice de desempenho básico, que também foi ligeiramente maior em relação àqueles. Ou seja, as placas de estabilização fabricadas com fluxo de trabalho digital apresentaram uma melhor acurácia do que as fabricadas convencionalmente em termos de contato oclusal, desempenho básico e precisão de ajuste. Sendo mais um ponto relevantemente favorável no planejamento do tratamento ideal.

No que tange a respeito da biocompatibilidade das resinas para impressão 3D e as resina convencionais utilizadas nas placas oclusais, um estudo realizado por Guerrero-Gironés et Al. (2022) realizou diferentes testes biológicos, incluindo ensaios para avaliar a atividade metabólica celular, ensaios de migração celular, coloração do citoesqueleto celular, apoptose celular, geração de espécies reativas de oxigênio intracelulares e microscopia eletrônica de varredura afim de avaliar Fibroblastos gengivais humanos (FGH) que foram isolados de tecidos gengivais para averiguar seu comportamento quando exposta aos diferentes materiais de resinas. O estudo demonstrou que as resinas impressas em 3D e as resinas convencionais apresentam biocompatibilidade semelhante, com exceção de apenas um material para impressão que foi mais citotóxico nos FGH, devido que esse material reduz significativamente a atividade metabólica dos fibroblastos, enquanto a análise por microscopia eletrônica de varredura (MEV) mostrou quase nenhuma célula aderida em sua superfície.

Ademais, foi realizada uma revisão sistemática por Benli et. Al (2023), afim de revisar estudos sobre diversos materiais de placas oclusais e descrever suas propriedades mecânicas e químicas. Para isso, foram realizadas buscas em bases de dados científicos para estudos, limitando-os de 1° de janeiro de 2012 até 1° de dezembro de 2022. Os resultados obtidos apontaram comprovam que os materiais das placas oclusais à base de Resina Convencional apresentaram os maiores valores em termos de dureza, resistência ao desgaste, resistência à flexão, módulo de flexão, módulo de flexão e tenacidade à fratura. O grupo de materiais com maior sorção de água e solubilidade em água foi o

das placas impressas em 3D. Além disso, o menor grau de conversão de dupla ligação também foi observado neste grupo de materiais.

Conclusão

Os estudos apresentados pelos investigadores em diferentes pesquisas clínicas e laboratoriais oferecem um panorama diversificado sobre a eficácia e propriedades das placas oclusais, tanto fabricadas por métodos convencionais quanto por impressão 3D, no manejo do bruxismo. Estas investigações sugerem uma complexidade na escolha do material ideal, baseada nas características individuais do bruxismo de cada paciente.

1. Eficácia na Modulação das Contrações Musculares:

As placas impressas em 3D demonstraram um controle superior das contrações fásicas gerais nos pacientes, possivelmente devido à uniformidade e propriedades mecânicas específicas dos materiais utilizados. Já as placas convencionai mostraram ser mais efetivas na redução das contrações tônicas gerais, sugerindo que a flexibilidade menor pode ser benéfica para alguns tipos de atividade muscular.

2. Impacto a Longo Prazo e Adaptação dos Pacientes:

Após um acompanhamento prolongado (até 12 meses), observou-se em ambos tipos de placas que os benefícios em termos de redução da hipertonicidade muscular tendem a diminuir, indicando a necessidade de avaliações contínuas e possíveis ajustes no tratamento.

3. Propriedades Mecânicas dos Materiais:

Estudos laboratoriais apontaram diferenças significativas entre os materiais impressos em 3D e convencionais, com as impressões 3D frequentemente mostrando maior resistência à flexão, mas uma dureza superficial inconsistente e maior taxa de desgaste ao longo do tempo. A escolha do material deve, portanto, levar em conta o tipo de contração predominante no paciente (fásica ou tônica), assim como a duração pretendida do uso da placa.

4. Biocompatibilidade:

A maioria dos materiais testados mostrou boa biocompatibilidade, com exceção de alguns materiais impressos em 3D que apresentaram efeitos citotóxicos em testes específicos. Isso sublinha a importância de testes de biocompatibilidade rigorosos antes da seleção do material para uso clínico.

5. Precisão e Desempenho dos Dispositivos:

Os dispositivos fabricados digitalmente exibiram melhor precisão de ajuste e desempenho oclusal em comparação com os métodos convencionais, o que pode contribuir para uma melhor experiência do paciente e eficácia do tratamento.

6. Considerações sobre Longevidade e Desempenho Material:

Revisões sistemáticas indicam que os materiais convencionais ainda apresentam superiores propriedades mecânicas e de durabilidade comparados aos impressos em 3D, sugerindo que para tratamentos de longo prazo, os materiais convencionais podem ser mais adequados.

Enquanto as placas oclusais impressas em 3D apresentam vantagens notáveis em termos de controle de contrações específicas e precisão de ajuste, elas podem não ser a melhor escolha para todos os pacientes, especialmente para aqueles em tratamentos a longo prazo devido às limitações em termos de resistência mecânica e durabilidade. A escolha do material e método de fabricação deve ser cuidadosamente considerada, levando em conta as necessidades específicas do paciente, o tipo de bruxismo e a frequência de uso. Ademais, é essencial continuar a pesquisa para melhorar tanto a qualidade dos materiais quanto as técnicas de fabricação, visando otimizar os resultados do tratamento para pacientes com bruxismo.

Agradecimentos

Agradeço ao Programa de Iniciação Científica pela chancela e apoio na execução deste projeto. O suporte institucional foi fundamental para o desenvolvimento desta pesquisa, que contribuiu significativamente para o entendimento das diferentes abordagens terapêuticas no manejo do bruxismo. A importância dessa investigação reside na busca por soluções eficazes que melhorem a qualidade de vida dos pacientes, promovendo um avanço no conhecimento científico na área da odontologia.

Referências Bibliográficas

ALP, G.; MURAT, S.; YILMAZ, B. Comparison of flexural strength of different CAD/CAM PMMA-based polymers. **Journal of Prosthodontics**, v. 28, n. 2, p. e491-e495, 2019. doi: 10.1111/jopr.12755.

APRESYAN, S. V.; STEPANOV, A. G.; GADZHIEV, M. A.; BORODINA, I. D.; HEIGETYAN, A. V. Clinical efficacy of occlusive splints manufactured by computer modeling and volumetric printing in patients with bruxism: research results and a clinical case. **Russian Journal of Dentistry**, v. 26, n. 3, p. 199-211, 2022. doi: 10.17816/1728-2802-2022-26-3-199-211.

ATTANASIO, R. Nocturnal bruxism and its clinical management. **Dental Clinics of North America**, v. 35, n. 1, p. 245-252, 1991.

BARGELLINI, A.; MANNARI, E.; CUGLIARI, G.; DEREGIBUS, A.; CASTROFLORIO, T.; ES SEBAR, L.; et al. Short-term effects of 3D-printed occlusal splints and conventional splints on sleep bruxism activity: EMG–ECG night recordings of a sample of young adults. **Journal of Clinical Medicine**, v. 13, n. 3, p. 776, 2024. doi: 10.3390/jcm1303077.

BENLI, M.; AL-HAJ HUSAIN, N.; OZCAN, M. Mechanical and chemical characterization of contemporary occlusal splint materials fabricated with different methods: a systematic review. **Clinical Oral Investigations**, v. 27, n. 12, p. 7115-7141, 2023. doi: 10.1007/s00784-023-05360-0.

GUERRERO-GIRONÉS, J.; LÓPEZ-GARCÍA, S.; PECCI-LLORET, M. R.; PECCI-LLORET, M. P.; RODRÍGUEZ LOZANO, F. J.; GARCÍA-BERNAL, D. In vitro biocompatibility testing of 3D printing and conventional resins for occlusal devices. **Journal of Dentistry**, v. 123, 2022. doi: 10.1016/j.jdent.2022.10416.

LIN, R.; YAN, Y. Q.; SUN, J.; YU, C. H. A comparison of the accuracy between a digital fabrication workflow and a conventional fabrication workflow for occlusal appliances: a pilot study. **International Journal of Prosthodontics**, v. 36, n. 4, p. 501-507, 2023. doi: 10.11607/ijp.7947.

NETO, O.; ALMEIDA, R.; MAZARO, J.; ZAVANELLI, A. Flexural resistance of 3D printing resin compared to conventional acrylic resins employed to build occlusal bite splints. **Revista de Odontologia da UNESP**, v. 52, 2022. doi: 10.1590/1807-2577.00623.

PEREA-LOWERY, L.; GIBREEL, M.; GAROUSHI, S.; VALLITTU, P.; LASSILA, L. Evaluation of flexible three-dimensionally printed occlusal splint materials: an in vitro study. **Dental Materials**, v. 39, n. 10, p. 957-963, 2023. ISSN 0109-5641. doi: 10.1016/j.dental.2023.08.178.

POLMANN, H.; RÉUS, J. C.; MASSIGNAN, C.; SERRA-NEGRA, J. M.; DICK, B. D.; FLORES-MIR, C.; et al. Association between sleep bruxism and stress symptoms in adults: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 48, n. 5, p. 621-631, 2021. doi: 10.1111/joor.13142.

PRPIC, V.; SLACANIN, I.; SCHAUPERL, 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. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 121, n. 6, p. 955-959, 2019. doi: 10.1016/j.prosdent.2018.09.022.

PRPIC, V.; SPEHAR, F.; STAJDOHAR, D.; BJELICA, R.; CIMIC, S.; PAR, M. Mechanical properties of 3D-printed occlusal splint materials. **Dentistry Journal (Basel)**, 18 Aug 2023. doi: 10.3390/dj11080199.

SALVADOR, P. T. C. O.; ALVES, K. Y. A.; DA COSTA, T. D.; LOPES, R. H.; VERÍSSIMO E OLIVEIRA, L.; RODRIGUES, C. C. F. M. Contribuições da scoping review na produção da área da saúde: reflexões e perspectivas. **Revista de Enfermagem Digital, Cuidado e Promoção da**

Saúde, v. 6, p. 1-8, 2021. DOI: 10.5935/2446-5682.20210058.

THORPY, Michael J. Classification of sleep disorders. **Neurotherapeutics: the journal of the American Society for Experimental NeuroTherapeutics**, v. 9, n. 4, p. 687-701, 2012. doi: 10.1007/s13311-012-0145-6.