

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

Caroline Pisa Figueira

**Rugosidade, microdureza e resistência à flexão de resinas acrílicas
utilizadas para confecção de placas mio-relaxantes: estudo *in vitro***

Juiz de Fora
2023

Caroline Pisa Figueira

Rugosidade, microdureza e resistência à flexão de resinas acrílicas utilizadas para confecção de placas mio-relaxantes: estudo *in vitro*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito para obtenção do grau de Mestre. Área de concentração: Clínica Odontológica.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Salles Sotto-Maior

Juiz de Fora

2023

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Pisa Figueira, Caroline .

Rugosidade, microdureza e resistência à flexão de resinas acrílicas utilizadas para confecção de placas mio-relaxantes: estudo in vitro / Caroline Pisa Figueira. -- 2023.

25 p.

Orientador: Bruno Salles Sotto-Maior

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Odontologia. Programa de Pós-Graduação em Clínica Odontológica, 2023.

1. transtornos da articulação temporomandibular. 2. placas oclusais. 3. resinas acrílicas. 4. impressão em 3D. I. Salles Sotto-Maior, Bruno, orient. II. Título.

Caroline Pisa Figueira

Rugosidade, microdureza e resistência à flexão de resinas acrílicas u lizadas para confecção de placas miorreaxantes: estudo in vitro

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do tulo de Mestre em Odontologia. Área de concentração: Clínica Odontológica.

Aprovada em 29 de setembro de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Bruno Salles So o Maior - Orientador e Presidente da Banca Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF

Prof. Dr. Eduardo Machado Vilela - Membro tular interno Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF

Prof.^a Dr.^a Cecilia Pedroso Turssi - Membro tular externo Faculdade São Leopoldo Mandic - SLMANDIC

Juiz de Fora, 05/09/2023.



Documento assinado eletronicamente por **Bruno Salles So o Maior, Professor(a)**, em 29/09/2023, às 14:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo Machado Vilela, Professor(a)**, em 29/09/2023, às 14:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cecilia Pedroso Turssi, Usuário Externo**, em 29/09/2023, às 16:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

[novembro de 2020.](#)

https://sei.ufjf.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=1625975&infra_sistema=...
1/2 30/09/2023, 18:31 SEI/UFJF - 1453365 - PROPP 01.5: Termo de Aprovação



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Uf (www2.uf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1453365** e o código CRC **37D471EF**.

RESUMO: As propriedades mecânicas dos materiais utilizados nas placas mio-relaxantes são importantes para prevenir o acúmulo de biofilme, promover sua longevidade e, em última análise, garantir sua efetividade no tratamento das disfunções temporomandibulares. O objetivo deste estudo foi avaliar a rugosidade, microdureza e resistência à flexão das resinas acrílicas autopolimerizável, termopolimerizável e impressa tridimensionalmente para utilização na confecção de placas mio-relaxantes. Quarenta e cinco barras, 45 cubos e 45 discos foram divididos em 3 grupos ($n = 15$), de acordo com o tipo de resina acrílica utilizado em sua construção, com o intuito de avaliar sua resistência à flexão, microdureza Knoop e rugosidade, utilizando-se uma máquina de ensaio universal, um microdurômetro digital e um rugosímetro, respectivamente. Os dados foram submetidos a análise de variância a um critério ($p < 0,05$). A rugosidade, microdureza e resistência à flexão observadas para as resinas autopolimerizável, termopolimerizável e impressa tridimensionalmente foram $1,72 \mu\text{m}$, $22,1 \text{ Kg/mm}^2$ e $21,63 \text{ MPa}$; $1,52 \mu\text{m}$, $20,8 \text{ Kg/mm}^2$ e $14,79 \text{ MPa}$; e $1,57 \mu\text{m}$, $20,5 \text{ Kg/mm}^2$ e $17,86 \text{ MPa}$, respectivamente. Não houve diferenças significativas entre os materiais testados ($p > 0,05$). Concluiu-se que as resinas testadas apresentaram comportamentos mecânicos e rugosidades similares, dentro dos parâmetros esperados para utilização na confecção de placas mio-relaxantes.

Palavras-chaves: transtornos da articulação temporomandibular; placas oclusais; resinas acrílicas; impressão em 3D; testes de dureza; resistência à flexão.

ABSTRACT: The mechanical properties of the materials used in interocclusal splints are important to prevent the accumulation of biofilm, promote splint longevity and, ultimately, ensure effectiveness of the splint in treating temporomandibular disorders. The aim of this study was to evaluate the roughness, microhardness and flexural strength of self-cured, heat-cured and three-dimensionally printed acrylic resins used to construct interocclusal splints. Forty-five bars, 45 cubes, and 45 disks were divided into 3 groups (n = 15), according to the type of acrylic resin used to make them, to evaluate their flexural strength, Knoop microhardness, and roughness, using a universal testing machine, a digital microhardness tester, and a surface roughness tester, respectively. One-way analysis of variance was used to analyse the data ($p < 0.05$). The roughness, microhardness, and flexural strength observed for the self-cured, heat-cured, and 3D-printed resins were 1.72 μm , 22.1 Kg/mm^2 , and 21.63 MPa; 1.52 μm , 20.8 Kg/mm^2 , and 14.79 MPa; and 1.57 μm , 20.5 Kg/mm^2 , and 17.86 MPa, respectively. There were no significant differences between the materials tested ($p > 0.05$). It was concluded that the tested resins had similar mechanical behavior and roughness, within the parameters expected for use in the construction of interocclusal splints.

Keywords: temporomandibular joint disorders; occlusal splints; acrylic resins; 3D printing; hardness tests; flexural strength.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 PROPOSIÇÃO	11
3 MATERIAIS E MÉTODOS	12
3.1 PREPARO DAS AMOSTRAS	12
3.2 RESISTÊNCIA À FLEXÃO	13
3.3 MICRODUREZA KNOOP	14
3.4 TESTE DE RUGOSIDADE.....	15
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	16
4 RESULTADOS.....	17
5 DISCUSSÃO.....	18
6 CONCLUSÃO.....	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

1 INTRODUÇÃO

As disfunções temporomandibulares (DTMs) são definidas como um subgrupo das dores craniofaciais, e envolvem as articulações temporomandibulares (ATMs), os músculos da mastigação e a estrutura musculoesquelética. Podem ser subdivididas em disfunções articulares ou musculares (KALLADKA et. al., 2021). As DTMs podem ser agravadas pelas atividades parafuncionais tais como o bruxismo excêntrico, caracterizado pelo ranger dos dentes, e o bruxismo cêntrico, caracterizado pelo apertar excessivo dos dentes fora da atividade funcional normal (MANFREDINI; LOBBEZOO, 2012). As DTMs afetam de 15% a 20% dos pacientes adultos entre 20 e 40 anos, com uma maior incidência entre as mulheres (WÄNMAN; MARKLUND, 2020). Embora os números geralmente variem devido a diferentes formas de diagnóstico, o bruxismo afeta entre 8% e 31% da população em geral, o bruxismo acordado afeta 24% da população adulta e o bruxismo noturno afeta 16% dessa população (RILEY et. Al., 2020).

Como as DTMs apresentam etiologia multifatorial, várias estratégias terapêuticas são preconizadas para o seu manejo, incluindo a fisioterapia, a neuroestimulação elétrica, a laserterapia, terapias farmacológicas e a utilização de dispositivos interocclusais. O emprego dos dispositivos interocclusais removíveis - ou placas mio-relaxantes - é o tratamento conservador mais aplicado para o manejo das DTMs (GIL-MARTÍNEZ et al., 2018).

Os dispositivos interocclusais convencionais são normalmente produzidos com a resina acrílica, cujo componente principal é o polimetilmetacrilato (PMMA). Esse material pode ser polimerizado por meio da luz, do calor ou então autopolimerizar-se (XIE, 2019). As resinas acrílicas autopolimerizáveis e termopolimerizáveis à base de PMMA há muito são considerados os materiais padrão para a fabricação de placas oclusais devido à sua facilidade de manuseio, restauração e reembasamento. No entanto, apresentam desvantagens relacionadas a baixa estabilidade de cor, contração de polimerização, propriedades

mecânicas, tempo e temperatura de polimerização e, no caso de fotopolimerização, a intensidade de luz e o tempo de cura (TAŞIN; ISMATULLAEV, 2022). A conversão incompleta de monômeros acarreta um risco potencial de liberação de monômeros residuais não ligados, aditivos e outros produtos da reação (NIK et. Al., 2014; BURAL et. Al., 2011). Os efeitos dessa liberação citados na literatura incluem resposta imune ao material, parestesia nas pontas dos dedos, toxicidade pulmonar, necrose do tecido pulmonar, dermatite de contato e estomatite. O potencial genotóxico do PMMA não foi ainda completamente estabelecido, e vários estudos que o investigaram destacaram a necessidade de se realizarem novas pesquisas (TOPAJICHE et. Al., 2015). Entretanto, de acordo com PREMARAJ et al. (2014), monômeros residuais podem ter efeitos tóxicos em sistemas biológicos, potencialmente induzindo distúrbios do ciclo celular, apoptose e até mesmo mutagênese ou carcinogênese.

Além disso, alguns dos componentes não reagidos podem permanecer dentro da rede tridimensional da cadeia polimérica do material e acelerar os processos de degradação de suas propriedades mecânicas em decorrência da interação química do material com a saliva (YOURTEE et. al., 2001) e com enzimas bacterianas, ou em decorrência da hidrólise (FERRACANE, 2006). Essas interações podem levar a alterações das propriedades mecânicas do material, tais como a redução do seu módulo de elasticidade e de sua dureza.

A utilização crescente de técnicas digitais subtrativas, tais como a fresagem de blocos de materiais diversos, e aditivas, tais como a impressão tridimensional (3D), tem sido proposta como uma alternativa à utilização de técnicas convencionais de transformação. As vantagens da técnica aditiva em 3D incluem menor custo e maior rapidez no processo de produção, menor desconforto para o paciente e menor emissão de materiais tóxicos ao meio ambiente (ARAGÓN et al., 2016). Além disso, os dispositivos interoclusais impressos tridimensionalmente podem ser produzidos com a utilização de resinas biocompatíveis e com uma grande economia de material devido à natureza aditiva do processo, que envolve o incremento de material em camadas e, com isso, a prevenção de desperdício (VASQUES; LAGANÁ, 2018).

Entretanto, a literatura relata que as propriedades mecânicas das resinas utilizadas nesse tipo de processo produtivo ainda são inferiores às das resinas acrílicas convencionais (DELLA BONA et. Al., 2021).

A compreensão das propriedades mecânicas dos materiais utilizados nos dispositivos interoclusais é importante para o tratamento de DTMs, particularmente para casos que envolvem a parafunção, tais como o bruxismo.

2 PROPOSIÇÃO

O objetivo do presente estudo foi avaliar a rugosidade, microdureza e a resistência à flexão das resinas acrílicas autopolimerizável, termopolimerizável e impressa tridimensionalmente utilizadas para a confecção de placas mio-relaxantes. A hipótese nula foi de que o processo de fabricação não influenciaria as propriedades mecânicas desses materiais resinosos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 PREPARO DOS ESPÉCIMES

Três resinas acrílicas foram testadas no estudo: uma resina acrílica incolor autopolimerizável (JET; Artigos Odontológicos Clássico, Campo Limpo Paulista, SP, Brasil), uma resina acrílica incolor termopolimerizável (JET; Artigos Odontológicos Clássico), e uma resina acrílica incolor impressa tridimensionalmente (Prizma 3D Bio Splint; Makertech Labs, Tatuí, SP, Brasil). Quarenta e cinco barras medindo 25 x 2 x 2 mm foram divididas em 3 grupos ($n = 15$), de acordo com o material utilizado para fabricá-las, com o intuito de avaliar sua resistência à flexão. Da mesma forma, 45 cubos medindo 5 x 5 x 5 mm foram confeccionados para avaliar a microdureza Knoop, e 45 discos medindo 10 mm de diâmetro por 1 mm de espessura foram confeccionados para avaliar a rugosidade (Figura 1).

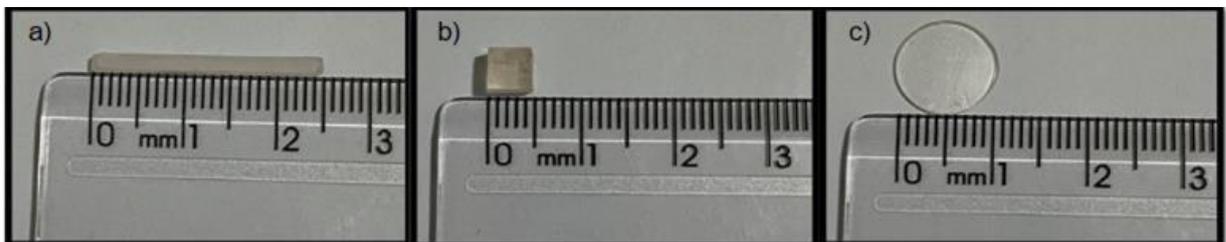


Figura 1. Características dos espécimes das resinas acrílicas testadas. (a) Barra com dimensões de 25 x 2 x 2 mm para a avaliação da resistência à flexão; (b) cubo com dimensões de 5 x 5 x 5 mm para a avaliação da microdureza Knoop; (c) disco com 10 mm de diâmetro por 1 mm de espessura para a avaliação da rugosidade.

Os padrões de cera (em forma de disco, barra ou cubo) confeccionados para a produção dos espécimes de resina acrílica termopolimerizável foram inclusos numa mufla. As superfícies internas da mufla foram isoladas com vaselina em pasta, e sua base foi preenchida com gesso tipo IV (Yamay Comércio e Indústria de Produtos Odontológicos, Atibaia, SP, Brasil). Em seguida, a mufla foi mantida em uma prensa hidráulica por uma hora para evitar distorções e eliminar o excesso de gesso. Após aguardar a presa do gesso, conforme as instruções do fabricante, a mufla foi reaberta, o padrão de cera foi removido e o espaço produzido no gesso foi preenchido com a resina acrílica termopolimerizável, previamente manipulada conforme as instruções do fabricante. A mufla foi então novamente fechada e mantida

em uma prensa hidráulica por uma hora. Posteriormente, a mufla foi levada para uma máquina termopolimerizadora, mantida a 73°C por 30 minutos e depois a 100°C por mais 30 minutos.

Similarmente, os padrões de cera confeccionados para a produção dos espécimes de resina acrílica autopolimerizável foram submetidos ao mesmo processo, com exceção da etapa de termopolimerização. Após a presa do gesso, a mufla foi reaberta, o padrão de cera, removido, e o espaço produzido no gesso foi preenchido com a resina acrílica autopolimerizável, previamente manipulada conforme as instruções do fabricante. A mufla foi então novamente fechada e mantida em uma prensa hidráulica em temperatura ambiente por uma hora.

Os espécimes impressos em 3D foram projetados utilizando-se um software de projeto assistido por computador (Chitubox Basic; CBD-Tech, Shenzhen, Guangdong, China), de acordo com as dimensões selecionadas. Um arquivo específico para impressora (formato STL) foi gerado pelo software e enviado para a impressora 3D (Anycubic Photon Mono; Talmax Produtos para Prótese Odontológica, Curitiba, PR, Brasil). Após a impressão, os espécimes foram lavados em álcool isopropílico e mantidos em repouso por 10 minutos para se aguardar a etapa de “pós-cura”, estabelecido para garantir a polimerização completa do material e, com isso, melhorar suas propriedades mecânicas.

Todos os espécimes foram submetidos a um processo de acabamento e polimento mecânico num equipamento polidor (Jal Vieira Equipamentos e Materiais para Prótese, São Paulo, SP, Brasil), utilizando-se discos de feltro e pedra-pomes extrafina (Asfer Indústria Química, São Caetano do Sul, SP, Brasil).

3.2 RESISTÊNCIA À FLEXÃO

As barras confeccionadas com os três materiais testados foram posicionadas em um dispositivo de teste de flexão de três pontos (ISO 4049), e este foi posicionado numa máquina de ensaio universal (DL-1000; EMIC Equipamentos e Sistemas, São José dos Pinhais, PR, Brasil). O ensaio foi realizado a uma velocidade de 1,0 mm/min (Figura 2), e os valores em Mpa observados no momento da fratura dos espécimes foram tabulados e posteriormente submetidos à análise estatística.

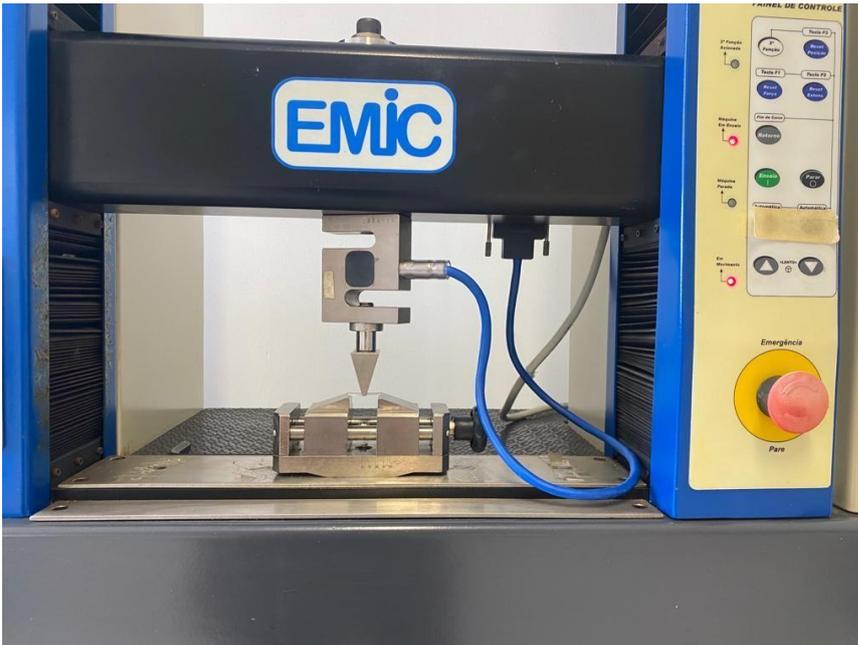


Figura 2. Avaliação da resistência à flexão das resinas acrílicas testadas. Espécime em barra com dimensões de 25 x 2 x 2 mm sendo submetido ao teste de flexão de três pontos (ISO 4049) em uma máquina de ensaio universal à velocidade de 1,0 mm/min.

3.3 MICRODUREZA KNOOP

Os cubos confeccionadas com os três materiais testados foram submetidos a um teste de dureza utilizando-se um microdurômetro digital (HMV; Shimadzu, Kyoto, Japão) com penetrador tipo Knoop, aplicando-se uma carga estática de 25 g por 5 s (Figura 3). A medida da maior diagonal da edentação produzida foi anotada e convertida em um valor de dureza Knoop (KHN) de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{KHN} = 14.229 \times P / l^2,$$

em que P = carga aplicada (25 g / 5 s) e l = comprimento da maior diagonal da penetração (μm). As leituras realizadas em Kg/mm^2 referentes aos espécimes foram tabuladas e posteriormente submetidos à análise estatística.

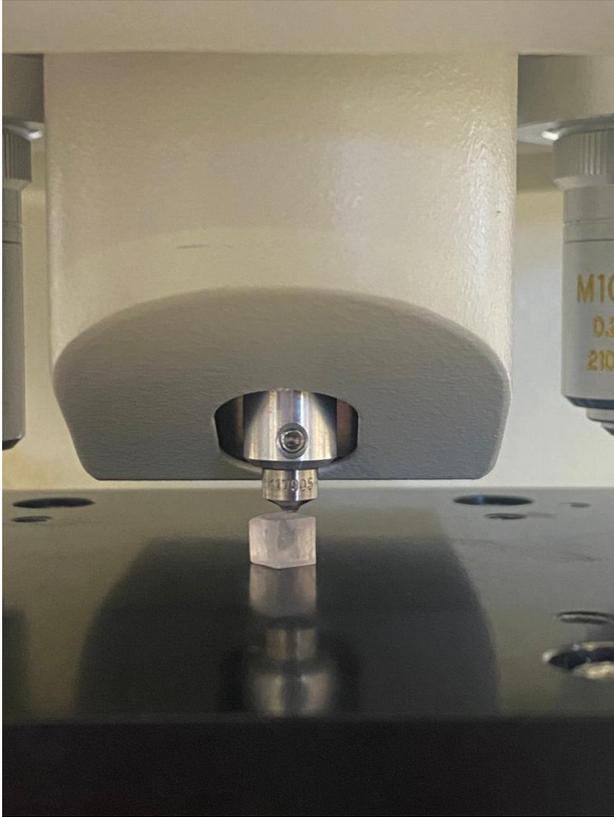


Figura 3. Avaliação da microdureza das resinas acrílicas testadas. Espécime em cubo com dimensões de 5 x 5 x 5 mm sendo submetido ao teste de microdureza utilizando-se um microdurômetro digital com penetrador tipo Knoop, aplicando-se uma carga estática de 25 g por 5 s.

3.4 TESTE DE RUGOSIDADE

Os discos confeccionados com os três materiais testados foram submetidos ao teste de rugosidade utilizando-se um rugosímetro (RP-100; Instrutherm Instrumentos de Medição, São Paulo, SP, Brasil) para registrar as variações de sua textura superficial. Cada espécime foi posicionado no suporte apropriado para que o dispositivo pudesse percorrer a superfície e realizar a leitura (Figura 4). Foram realizadas três medições em cada espécime, e a média aritmética dos valores obtidos foi considerada o valor representativo do espécime. Os valores de rugosidade média (Ra) em micrômetros (μm) foram tabuladas e posteriormente submetidos à análise estatística.



Figura 4. Avaliação da rugosidade superficial das resinas acrílicas testadas. Espécime em disco com 10 mm de diâmetro por 1 mm de espessura sendo submetido ao teste de rugosidade utilizando-se um rugosímetro para registrar as variações de sua textura superficial (2 leituras).

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Após constatar-se sua aderência à distribuição normal e à homocedasticidade, os dados de rugosidade média (Ra), microdureza Knoop e resistência à flexão de três pontos foram submetidos à análise de variância a um critério. Os cálculos estatísticos foram realizados utilizando-se o programa SPSS 23 (SPSS, Chicago, IL, EUA), e o nível de significância adotado foi de 5%.

4 RESULTADOS

Não houve diferenças significativas entre as resinas acrílicas autopolimerizável, termopolimerizável e impressa tridimensionalmente quanto aos valores de rugosidade média ($p = 0,202$), microdureza Knoop ($p = 0,199$) e resistência à flexão de três pontos ($p = 0,566$), como mostrado na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios e desvios padrão de rugosidade média, microdureza Knoop e resistência à flexão de três pontos das resinas acrílicas autopolimerizável, termopolimerizável e impressa tridimensionalmente utilizadas para a confecção de placas mio-relaxantes.

Resina acrílica	Rugosidade (μm)	Microdureza (Kg/mm^2)	Resistência à flexão (MPa)
Autopolimerizável	1,72 (0,31) ^A	22,1 (2,1) ^A	21,63 (16,50) ^A
Termopolimerizável	1,52 (0,31) ^A	20,8 (3,0) ^A	14,79 (14,64) ^A
Impressa em 3D	1,57 (0,32) ^A	20,5 (2,6) ^A	17,86 (14,00) ^A

5 DISCUSSÃO

A dureza do material indica sua capacidade de resistir ao desgaste durante a função mastigatória e durante a parafunção (MURAKAMI et. Al., 2013). Pacientes com parafunção apresentam forças de mordida de alta intensidade, que podem chegar a 785 N; daí a importância de o material utilizado na placa interoclusal ser capaz de resistir a esse nível de estresse. Nesse sentido, o presente estudo *in vitro* teve como objetivo avaliar a resistência à flexão, rugosidade e microdureza de três tipos de resina acrílica – autopolimerizável, termopolimerizável e impressa tridimensionalmente – utilizados para a confecção de placas mio-relaxantes.

Não se identificaram diferenças significativas entre os materiais nos testes aqui aplicados; portanto, a hipótese nula não foi rejeitada. Assim, os três materiais testados apresentaram comportamentos mecânicos e rugosidades similares, dentro dos parâmetros esperados para utilização na confecção de placas mio-relaxantes. Esses resultados contrastam com os encontrados por BERLI et al. (2020), que observaram que as placas prensadas e fresadas foram mais resistentes do que as placas impressas tridimensionalmente. Os estudos de AL-QARNI; GAD (2022) e CHHABRA et al. (2022) também encontraram valores de resistência à flexão menores para as resinas utilizadas em impressão 3D do que para as resinas prensadas de acordo com a técnica convencional.

A técnica convencional baseia-se em confeccionar manualmente as placas estabilizadoras de resina acrílica. Nela, a estrutura das placas é construída em cera e posteriormente prensada utilizando-se resina termopolimerizável ou resina autopolimerizável, diretamente no modelo. Ambos os sistemas dependem da habilidade do técnico para obter resultados satisfatórios. Dessa forma, as variações associadas aos operadores e técnicos laboratoriais são inevitáveis. AL-DWAIRI et al. (2020) aplicaram um teste de flexão de três pontos a uma base acrílica para investigar o seu potencial de sucesso na cavidade oral sob uma alta carga funcional (mastigação) e parafuncional (DTM). Nele, os espécimes foram submetidos a uma carga compressiva até sua fratura a uma velocidade de 5,0 mm/min. A análise dos valores de resistência à flexão e módulo de elasticidade registrados mostrou que os espécimes polimerizados termicamente tiveram um desempenho melhor do que aqueles feitos com resina impressa. Os estudos de AYMAN (2017), ARSLAN et al. (2018), AGUIRRE et al. (2020) e IWAKI et al. (2020) utilizaram a mesma metodologia,

porém não encontraram diferenças significativas entre as resinas termicamente polimerizadas convencionais e as impressas, resultados que corroboram os dados encontrados no presente estudo.

A inclinação da impressão tridimensional, também conhecida como “ângulo de inclinação” ou “ângulo de suporte”, é a orientação das camadas da resina produzida durante o processo de impressão e tem influência sobre a qualidade e resistência do objeto impresso em 3D. Essa consideração é particularmente relevante ao imprimir-se uma placa interoclusal, com suas partes finas e saliências. Em um estudo que comparou a dureza e capacidade de polimento de vários materiais utilizados na confecção de placas oclusais, GRYMAK et al. (2022) encontraram valores de dureza e módulo de elasticidade significativamente maiores para as placas oclusais impressas em 3D fabricadas com um ângulo de inclinação de 45°, mesmo ângulo utilizado pela impressora em nosso estudo. Esse resultado foi confirmado por HADA et al. (2020), que não observaram diferenças significativas entre as placas impressas em 3D fabricadas a 45° e as placas prensadas quanto aos valores de dureza, sugerindo que as placas interoclusais impressas devem ser realizadas utilizando-se esse ângulo de inclinação para melhorar a distribuição de tensões. A inclinação de 45° otimiza a orientação das fibras da resina durante o processo de polimerização, aumentando sua resistência mecânica em determinadas direções (HADA et al., 2020).

A avaliação da rugosidade de superfície das placas é importante porque, no meio intraoral, os materiais ásperos tendem a reter biofilmes (SRINIVASAN et al., 2018), e as resinas de PMMA fabricadas convencionalmente têm altos valores de rugosidade. Altos níveis de monômeros residuais contribuem para aumentar a rugosidade da superfície das peças produzidas com PMMA. Nesse sentido, os métodos de polimerização utilizados podem ter um impacto sobre o comportamento dessa variável (STEINMASSL et al., 2017). As superfícies mais rugosas tendem a oferecer mais pontos de ancoragem para que as bactérias possam aderir à superfície, multiplicar-se e formar um biofilme bacteriano, potencialmente levando à inflamação gengival, doença periodontal e cárie dentária (HUETTIG et al., 2017). Além disso, superfícies rugosas podem fornecer nichos protegidos para a formação desses biofilmes, tornando-os mais resistentes à remoção mecânica.

No presente estudo, foi realizado um polimento manual com o objetivo de simular uma situação clínica habitual em que se confeccionam placas intraorais. O

padrão de polimento assim obtido nos três materiais testados pareceu ser satisfatório, a saber, apresentando valores de rugosidades variando de 1,52 a 1,72 μm . Entretanto, é importante considerar que, além de ser um estudo *in vitro* – portanto incapaz de refletir com fidelidade as condições adversas do meio bucal *in vivo* –, os materiais foram testados imediatamente após sua confecção, sem serem submetidos a nenhum processo de envelhecimento simulado. Além disso, os materiais foram testados na forma de espécimes homogêneos e com morfologia simplificada, portanto sem a complexidade tridimensional de uma placa interoclusal verdadeira.

Assim, estudos futuros são necessários para avaliar o comportamento da rugosidade, resistência à flexão e microdureza das resinas acrílicas testados no presente estudo, tanto após submetê-las a um processo de envelhecimento simulado, quanto por meio da aplicação de uma metodologia que permita que placas interoclusais verdadeiras sejam analisadas durante sua função *in vivo*.

6 CONCLUSÃO

Não houve diferenças significativas entre as resinas acrílicas autopolimerizável, termopolimerizável e impressa tridimensionalmente quanto às variáveis resistência à flexão, microdureza Knoop e rugosidade. Concluiu-se que os materiais testados apresentaram comportamento mecânico e rugosidade similares, dentro dos parâmetros considerados aceitáveis para utilização na confecção de placas mio-relaxantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE, B. C. et al. Flexural strength of denture base acrylic resins processed by conventional and CAD-CAM methods. **The journal of prosthetic dentistry**, v. 123, n. 4, p. 641-646, 2020.
- AL-DWAIRI, Z. N. A comparison of the flexural and impact strengths and flexural modulus of CAD/CAM and conventional heat-cured polymethyl methacrylate (PMMA): Mechanical properties of CAD/CAM PMMA. **Journal of prosthodontics: official journal of the American College of Prosthodontists**, v. 29, n. 4, p. 341-349, 2020.
- AL-QARNI, F. D.; GAD, M. M. Printing accuracy and flexural properties of different 3D-printed denture base resins. **Materials**, v. 15, n. 7, p. 2410, 2022.
- ARAGÓN, M. L. C. et al. Validity and reliability of intraoral scanners compared to conventional gypsum models measurements: a systematic review. **European journal of orthodontics**, v. 38, n. 4, p. 429-434, 2016.
- ARSLAN, M. et al. Evaluation of flexural strength and surface properties of prepolymerized CAD/CAM PMMA-based polymers used for digital 3D complete dentures. **International journal of computerized dentistry**, v. 21, n. 1, p. 31-40, 2018.
- AYMAN, A.-D. The residual monomer content and mechanical properties of CAD/CAM resins used in the fabrication of complete dentures as compared to heat cured resins. *Electronic physician*. p. 4766-4772, 2017.
- BERLI, C. et al. Comparing the mechanical properties of pressed, milled, and 3D-printed resins for occlusal devices. **The journal of prosthetic dentistry**, v. 124, n. 6, p. 780-786, 2020.
- BURAL, C. Effect of post-polymerization heat-treatments on degree of conversion, leaching residual MMA and in vitro cytotoxicity of autopolymerizing acrylic repair resin. *Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials*, v. 27, p. 1135-1143, 2011.
- CHHABRA, M. et al. Flexural strength and impact strength of heat-cured acrylic and 3D printed denture base resins- A comparative in vitro study. **Journal of oral biology and craniofacial research**, v. 12, n. 1, p. 1-3, 2022.
- DELLA BONA, A. et al. 3D printing restorative materials using a stereolithographic technique: a systematic review. **Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials**, v. 37, n. 2, p. 336-350, 2021.
- FERRACANE, J. L. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials*, v. 22, p. 211-222, 2006.
- GIL-MARTINEZ, A. et al. Management of pain in patients with temporomandibular disorder (TMD): challenges and solutions. **Journal of pain research**, v. 11, p. 571-587, 2018.
- GRYMAK, A. et al. Wear behavior of occlusal splint materials manufactured by various methods: A systematic review. **Journal of prosthodontics: official journal of the American College of Prosthodontists**, v. 31, n. 6, p. 472-487, 2022.
- HADA, T. et al. Effect of printing direction on the accuracy of 3D-printed dentures using stereolithography technology. **Materials**, v. 13, n. 15, p. 3405, 2020.

HUETTIG, F. et al. Polishability and wear resistance of splint material for oral appliances produced with conventional, subtractive, and additive manufacturing. **Journal of the mechanical behavior of biomedical materials**, v. 75, p. 175-179, 2017.

IWAKI, M. et al. Mechanical properties of a polymethyl methacrylate block for CAD/CAM dentures. **Journal of oral science**, v. 62, n. 4, p. 420-422, 2020.

KALLADKA, M.; YOUNG, A.; KHAN, J. Myofascial pain in temporomandibular disorders: Updates on etiopathogenesis and management. **Journal of bodywork and movement therapies**, v. 28, p. 104-113, 2021.

MANFREDINI, D.; LOBBEZOO, F. Sleep bruxism and temporomandibular disorders: A scoping review of the literature. **Journal of dentistry**, v. 111, n. 103711, p. 103711, 2021.

MURAKAMI, N. et al. Effect of high-pressure polymerization on mechanical properties of PMMA denture base resin. **Journal of the mechanical behavior of biomedical materials**, v. 20, p. 98-104, 2013.

NIK, T. H. et al. Comparison of residual monomer loss from cold-cure orthodontic acrylic resins processed by different polymerization techniques. **Journal of orthodontics**, v. 41, n. 1, p. 30-37, 2014.

PREMARAJ, T. et al. Oral epithelial cell reaction after exposure to Invisalign plastic material. **American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics**, v. 145, n. 1, p. 64-71, 2014.

RILEY, P. et al. Oral splints for temporomandibular disorder or bruxism: a systematic review. **British dental journal**, v. 228, n. 3, p. 191-197, 2020.

SRINIVASAN, M. et al. CAD/CAM milled complete removable dental prostheses: An in vitro evaluation of biocompatibility, mechanical properties, and surface roughness. **Dental materials journal**, v. 37, n. 4, p. 526-533, 2018.

STEINMASSL, P.-A. et al. Do CAD/CAM dentures really release less monomer than conventional dentures? **Clinical oral investigations**, v. 21, n. 5, p. 1697-1705, 2017.

TAŞIN, S.; ISMATULLAEV, A. Comparative evaluation of the effect of thermocycling on the mechanical properties of conventionally polymerized, CAD-CAM milled, and 3D-printed interim materials. **The journal of prosthetic dentistry**, v. 127, n. 1, p. 173.e1-173.e8, 2022.

TOPAJICHE, S. S. et al. Genotoxic Effect of Methyl Methacrylate and Nickelcobalt-Chromium in Dental Lab Technicians: A Micronuclei and Cytomorphometric Study of Buccal Mucosal Cells. **Toxicology international**, v. 22, n. 2, p. 46, 2015.

VASQUES, M. T.; LAGANÁ, D. C. Accuracy and Internal Fit of 3D printed Occlusal Splint, according to the printing position: A technique report. **Clinical and Laboratorial Research in Dentistry**, 2018.

WÄNMAN, A.; MARKLUND, S. Treatment outcome of supervised exercise, home exercise and bite splint therapy, respectively, in patients with symptomatic disc displacement with reduction: A randomised clinical trial. **Journal of oral rehabilitation**, v. 47, n. 2, p. 143-149, 2020.

XIE Q. F. Present situation and future of occlusal splint in treatment of oral diseases. **Zhonghua kou qiang yi xue za zhi [Chinese journal of stomatology]**, v. 54, n. 8, p. 515-521, 2019.

YOURTEE, D. M. et al. The stability of methacrylate biomaterials when enzyme challenged: kinetic and systematic evaluations. **Journal of biomedical materials research**, v. 57, n. 4, p. 522-531, 2001.