



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

Kauanne Coelho Pacheco

**INFLUÊNCIA DO MÉTODO DE MANUFATURA NA RESISTÊNCIA À FLEXÃO DE
POLÍMEROS UTILIZADOS NA CONFECÇÃO DE PRÓTESES TOTAIS:
ESTUDO *IN VITRO***

Florianópolis
2023

Kauanne Coelho Pacheco

**INFLUÊNCIA DO MÉTODO DE MANUFATURA NA RESISTÊNCIA À FLEXÃO DE
POLÍMEROS UTILIZADOS NA CONFECÇÃO DE PRÓTESES TOTAIS:
ESTUDO *IN VITRO***

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Odontologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Cirurgiã-Dentista.

Orientador: Prof. Dr. Luis André Mendonça Mezzomo

Coorientador: Me. Rangel Lidani

Florianópolis

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Pacheco, Kauanne Coelho
INFLUÊNCIA DO MÉTODO DE MANUFATURA NA RESISTÊNCIA À
FLEXÃO DE POLÍMEROS UTILIZADOS NA CONFECÇÃO DE PRÓTESES
TOTAIS: ESTUDO IN VITRO / Kauanne Coelho Pacheco ;
orientadora, Luis André Mendonça Mezzomo, coorientador,
Rangel Lidani, 2023.
64 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências
da Saúde, Graduação em Odontologia, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Odontologia. 2. Próteses totais. 3. Resistência à flexão. 4. Manufatura assistida por computador. 5. Impressão 3D. I. Mezzomo, Luis André Mendonça. II. Lidani, Rangel . III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Odontologia. IV. Título.

Kauanne Coelho Pacheco

**INFLUÊNCIA DO MÉTODO DE MANUFATURA NA RESISTÊNCIA À FLEXÃO DE
POLÍMEROS UTILIZADOS NA CONFECÇÃO DE PRÓTESES TOTAIS:
ESTUDO *IN VITRO***

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Cirurgiã Dentista e aprovado em sua forma final pelo Curso de Odontologia

Florianópolis, 15 de novembro de 2023.



Prof^a Glaucia Santos Zimmermann, Dr^a

Banca examinadora



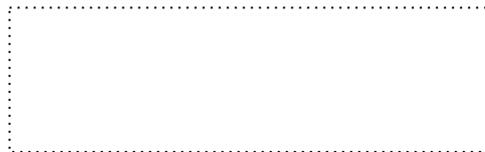
Prof^o. Luis André Mendonça Mezzomo, Dr.

Orientador



Prof^o Danny Omar Mendonza Marin, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina



Maria Clara da Silveira Lisboa

Universidade Federal de Santa Catarina

*Dedico este trabalho aos meus avós **Gelci** e **Jaime**, por serem minha base e os meus maiores incentivadores.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu orientador **Mezzomo** por ter prontamente me dado a oportunidade e incentivado a entrar no mundo da pesquisa científica e ao meu co-orientador **Rangel** por me guiar, brilhantemente, durante a elaboração deste trabalho. Espero um dia alcançar o nível de excelência e dedicação de vocês.

Agradeço aos meus amigos: **Luiza, Bárbara, Camila, Lucas, Weslim, Juan, Vicente e Urbano**, por transformarem minhas lágrimas em risos e minhas angústias em soluções. Ir para faculdade era o melhor momento do meu dia e eu devo isso a vocês.

Agradeço a minha dupla **Hellen**, por junto comigo ter enfrentado uma clínica após a outra e aos pacientes por terem confiado de olhos fechados em nossos cuidados, especialmente o **Fernando** que nos acompanhou do início ao fim e a quem tenho um carinho enorme.

Agradeço a toda equipe docente, sobretudo aos meus professores **Danny e Nelson** por quem tenho grande admiração. Vocês me fazem lembrar, todos os dias, o porquê de eu ter escolhido o caminho do mestrado e o exemplo de profissional que eu quero ser.

Agradeço ao amor da minha vida **Julian**, por ser sempre carinhoso e compreensivo. Tenho orgulho de dividir a vida, e logo a profissão, com você.

Por fim, agradeço a minha **família** por me dar colo e segurar minha mão quando preciso, sem vocês eu não estaria aqui hoje, essa conquista é nossa.

RESUMO

Objetivo: O objetivo foi avaliar e comparar a influência do método de fabricação nas propriedades mecânicas de polímeros para próteses totais. **Materiais e Métodos:** A amostra (n=110) foi composta por 5 grupos (n=22) de polímeros utilizados por 4 diferentes métodos de fabricação: Compressão (Diamond®; Grupo DD), Injeção (IvoBase® High Impact; Grupo IB), Subtrativo (Ivotion® Base; Grupo IV) e Aditivo (P Pro® e Cosmos Denture®; Grupos PP e CD, respectivamente). A confecção dos corpos de prova e a realização dos ensaios laboratoriais seguiram as orientações dos fabricantes e normas estabelecidas na ISO 20795-1:2013 (65x10x3,3mm). O teste de carga de três pontos foi realizado em máquina de ensaios universal (INSTRON® EMIC 23-5S). O teste estatístico Kruskal-Wallis e correção de Bonferroni foram realizados para comparações múltiplas entre grupos no software IBM SPSS Statistics (v26.0; IBM Corp) sob nível de significância de 5%. **Resultados:** Foram encontrados valores estatisticamente maiores ($p < 0,001$) tanto para resinas de injeção (IB) quanto para um polímero utilizado no método aditivo (P Pro®). A resina impressa Cosmos Denture® apresentou os piores resultados para resistência à flexão, enquanto a resina fresada para módulo de flexão. A resina de compressão apresentou resultados clinicamente aceitáveis, porém com grande variabilidade. **Conclusão:** Concluiu-se que as propriedades mecânicas das resinas utilizadas na fabricação de próteses totais estavam relacionadas tanto ao método de fabricação quanto ao material de produção.

Palavras-chave: Próteses totais; Resina acrílica; Impressão 3D; Manufatura assistida por computador; Resistência à flexão.

ABSTRACT

Objective: The objective was to evaluate and compare the influence of the manufacturing method on the mechanical properties of polymers for complete dentures. **Materials and Methods:** The sample (n=110) was composed of 5 groups (n=22) of polymers used by 4 different manufacturing methods: Compression (Diamond®; Group DD), Injection (IvoBase® High Impact; Group IB), Subtractive (Ivotion® Base; Group IV) and Additive (P Pro® and Cosmos Denture®; Groups PP and CD, respectively). The preparation of the test specimens and laboratory tests followed the manufacturers' guidelines and definitions established in ISO 20795-1:2013 (65x10x3.3mm). The three-point load test was carried out on a universal testing machine (INSTRON® EMIC 23-5S). The Kruskal-Wallis statistical test and Bonferroni correction were performed for multiple group comparisons using IBM SPSS Statistics software (v26.0; IBM Corp) at a significance level of 5%. **Results:** Statistically higher values ($p < 0.001$) were found both in the analyzes for injection resins (IB) and for a polymer used in the additive method (P Pro®). The Cosmos Denture® printed resin showed the poorest results for flexural strength while the milled resin for flexural modulus. Compression resin showed clinically acceptable results but with significant variability. **Conclusion:** It was concluded that the mechanical properties of resins used in the manufacture of complete dentures were related to both the manufacturing method and the production material.

Keywords: Dentures; Acrylic Resin; 3D Printing; Computer-Aided Manufacturing; Flexural Strength.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Prótese Total fresada a partir de um bloco de PMMA pré-polimerizado (Ivotion®, Ivoclar Vivadent®).....	23
Figura 2. Base de prótese total produzida por manufatura aditiva (DentaFab®).	25

Do artigo:

Figure 1. PMMA block (Ivotion® Base Pink-V, Ivoclar Vivadent® AG, Liechtenstein) milled to the dimensions established in the design software.	43
Figure 2. Specimens polymerized using the conventional compression technique (Diamond D®, Keystone®, USA).	43
Figure 3. Specimens polymerized in the conventional injection technique (IvoBase® High Impact, Ivoclar Vivadent® AG, Liechtenstein).	44
Figure 4. Specimen being subjected to the 3-point flexural strength test on a universal testing machine (Instron® EMIC 23-5S).	44
Figure 5. Fractured specimens representative of each sample group after the 3-point flexural strength test.	45

LISTA DE TABELAS

Do artigo:

Table 1. Materials used to carry out the in vitro study with their respective identification group, manufacturer, classification and manufacturing technique. 34

Table 2. Mean and standard deviation (SD) for each group of tested material and results of interactions between groups (p-value). 38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Do Português:

PMMA	Polimetilmetacrilato
MMA	Metacrilato de Metila
QVRSB	Qualidade de Vida Relacionado a Saúde Bucal
PT	Prótese Total
m/s	Metros por segundo
VAS	Escala Visual Analógica
MPa	Mega Pascal
mm	Milímetros
ZrO ₂ NPs	Nanopartículas de Zircônia
N	Newtons
LEBm/UFSC	Laboratório de Engenharia Biomecânica da Universidade Federal de Santa Catarina

Do inglês:

OHIP	Oral Health Impact Profile
CAI	Computer-Aided Imaging
CAD	Computer-Aided Design
CAM	Computer-Aided Manufacturing
STL	Standard Tessellation Language
PLY	Polygon File Format

LISTA DE SÍMBOLOS

®	Marca registrada
l	Distância entre os centros dos suportes metálicos
b	Largura
h	Espessura
E	Módulo Flexural
d	Deflexão Máxima
™	Trade Mark
σ	Resistência a Flexão
F	Força Máxima

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 EDENTULISMO	16
2.2 PRÓTESES TOTAIS MUCOSSUPORTADAS	16
2.3 PRÓTESES IMPLANTOSSUPORTADAS.....	17
2.4 MÉTODO CONVENCIONAL DE FABRICAÇÃO DE PRÓTESES TOTAIS	19
2.5 FLUXO DIGITAL EM PRÓTESE TOTAL.....	20
2.5.1 CAI (Computer-Aided Imaging) – Aquisição de Imagens	21
2.5.2 CAD (Computer-Aided Desing) – Desenho Virtual das Restaurações	22
2.5.3 CAM (Computer-Aided Manufacturing) – Fabricação das Restaurações..	22
2.5.3.1 <i>Manufatura Subtrativa – Fresagem</i>	22
2.5.3.2 <i>Manufatura Aditiva – Impressão 3D.....</i>	24
2.6 PROPRIEDADES MECÂNICAS EM PRÓTESE TOTAL.....	25
3 OBJETIVOS	29
3.1 OBJETIVO GERAL	29
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	29
4 ARTIGO CIENTÍFICO.....	30
CONCLUSÃO	47
REFERÊNCIAS	48
APÊNDICE A – GUIDELINES JOURNAL OF PROSTHODONTICS	53
ANEXO A – ATA DE APRESENTAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO.....	65

1 INTRODUÇÃO

O polimetilmetacrilato (PMMA) é um polímero sintético comumente utilizado na fabricação de próteses, principalmente por possuir propriedades ideais para uso na odontologia, como: resistência à degradação na cavidade oral, biocompatibilidade, estética e simplicidade do processo de fabricação (Zafar, 2020). Apesar das inúmeras vantagens, a resina de PMMA convencional ainda apresenta algumas limitações nas propriedades mecânicas, levando à propagação de trincas, microporosidades e eventualmente fratura da prótese, principalmente por não suportar as forças oclusais da mastigação ou uma queda acidental (Fouda *et al.*, 2022). Existem muitos estudos sobre a deterioração físico-química das propriedades superficiais e resistência à flexão do PMMA devido à absorção de água, um solvente complexo que possui forte interação com o polímero, apresentando efeito dissolutivo e plastificante ao material, além de interferir na estabilidade de cor das próteses feitas em PMMA (Regis *et al.*, 2009).

A reação de polimerização a partir da junção do polímero e monômero (pó e líquido) causa a liberação de monômero residual de metacrilato de metila (MMA), afetando a sua estabilidade dimensional, assim como suas propriedades mecânicas e características de superfície que promovem a adesão de bactérias orais, como *Candida Albicans* (Awad; Jassim, 2012). A liberação do MMA também já foi relacionada a reações alérgicas com sintomas como sensação de queimação, estomatite, edema e ulceração da mucosa oral (Lee; Kim; Kim, 2003). Estas características são frequentemente relacionadas ao PMMA polimerizado em ambiente laboratorial, onde é suscetível a falhas derivadas de alterações das condições ideais de temperatura e pressão e da mão de obra humana.

Paralelo à contínua utilização do PMMA convencionalmente polimerizado, o avanço das tecnologias digitais, sobretudo na aquisição de imagens, aperfeiçoou o planejamento e fabricação de próteses totais convencionais e implanto-retidas (Bidra *et al.*, 2013; Harris *et al.*, 2017; Hassan *et al.*, 2017; Lewis *et al.*, 2015). Este avanço inclui o desenho, em ambiente virtual (Computer-Aided Design), e a manufatura assistida por computador (Computer-Aided Manufacturing), com a manufatura subtrativa (fresagem) ou aditiva (impressão 3D) de próteses dentárias. Como principal vantagem dos métodos digitais, a diminuição no tempo de fabricação das próteses

possibilita a redução da ocorrência de erros tradicionalmente relacionados aos métodos analógicos (Prpić *et al.*, 2020).

Novos materiais passaram a ser desenvolvidos para a manufatura assistida por computador de próteses totais (convencionais e implanto-retidas). Este tipo de manufatura ainda é predominantemente baseada na fresagem de um bloco de PMMA pré-polimerizado em forma de disco que minimiza as tensões de polimerização (Srinivasan *et al.*, 2017). Isso deve-se à pré-polimerização sob alta temperatura e pressão em ambiente industrial controlado, um processo que favorece a formação de cadeias poliméricas mais longas levando a um maior grau de conversão de monômero e menores valores de MMA, bem como menor índice de porosidade (Ayman, 2017). Muitos estudos na literatura já comprovam que isso garante o aprimoramento das propriedades mecânicas do PMMA, defendendo o seu emprego na confecção de próteses dentárias.

Apesar das vantagens apresentadas, a manufatura subtrativa é criticada pelo desperdício de material e elevado custo envolvido. Por isso, ultimamente, métodos aditivos assistidos por computador de fabricação de próteses dentárias com resinas líquidas vêm sendo aplicados, demandando menos tempo, reduzindo o desperdício de material e resultando em um tratamento economicamente mais favorável (Schweiger *et al.*, 2018). No entanto, atualmente o seu emprego em próteses totais é defendido apenas com um papel provisório, devido ao pouco conhecimento que se têm do seu comportamento mecânico. Dada a ampla aplicação da manufatura aditiva, do constante aprimoramento de resinas líquidas para impressão 3D e da escassez de estudos que investiguem suas propriedades mecânicas, o objetivo deste trabalho é avaliar o efeito do processo de manufatura sobre as propriedades mecânicas de polímeros utilizados na fabricação de próteses totais convencionais e implanto-retidas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 EDENTULISMO

Conforme os resultados principais da Pesquisa Nacional de Saúde Bucal (2010), no Brasil, na faixa etária de 65 a 74 anos, 63,1% dos examinados são usuários de ao menos uma prótese total e 15,4% necessitam de reabilitação com prótese total nos dois maxilares (Ministério da Saúde, 2011). Dentre as principais causas da perda dentária estão a doença periodontal e a cárie dentária. Contudo, processos não biológicos podem estar envolvidos, como procedimentos odontológicos e fatores culturais relacionados sobretudo à condição socioeconômica (Felton, 2009).

A perda dentária total causa um considerável comprometimento na qualidade de vida relacionada à saúde bucal (QVRSB). As consequências do edentulismo englobam características funcionais (diminuição da capacidade mastigatória e prejuízo da fala), biológicas (efeito negativo sob a nutrição), anatômicas (perda de volume dos maxilares e do suporte dos tecidos) e psicológicas (declínio da satisfação e autoestima). Há quem relacione, inclusive, os efeitos do edentulismo à instalação ou progressão de quadros clínicos de depressão e/ou estresse crônico (Bennadi; Reddy, 2013). Para Müller e Schimmel (2010) a perda dentária pode ser compensada parcialmente por meios protéticos que, quando bem confeccionados, ajudam a melhorar a QVRBS do paciente e reestabelecer as funções perdidas, diminuindo a morbidade e apoiando o envelhecimento bem-sucedido.

2.2 PRÓTESES TOTAIS MUCOSSUPOORTADAS

Buscando contornar as deficiências nutricionais e psicossociais consequentes da perda dentária, a confecção e a instalação de próteses totais removíveis mucossuportadas são amplamente empregadas há décadas, devolvendo aos pacientes edêntulos a função, a estética, a nutrição, e restabelecendo aspectos sociais e emocionais (Bajoria; Saldanha; Shenoy, 2012).

Em um estudo clínico realizado por Ellis, Pelekis e Thomason (2007), examinou-se a satisfação e os impactos relacionados à saúde bucal na qualidade de vida de 40 pacientes que receberam um novo tratamento com prótese total (PT) maxilar e mandibular, convencional ou duplicada. Os autores avaliaram a satisfação

e QVRSB através de questionários subjetivos - a escala visual analógica de 100 mm e OHIP-20 (*Oral Health Impact Profile*), respectivamente. Ambos os questionários foram realizados antes do tratamento e um mês depois da entrega das novas próteses. Houve melhoras estatisticamente significativas ($p > 0,05$) para as variáveis limitação funcional, incapacidade física e psicológica em todos os pacientes, assim como uma potencialização da satisfação geral em ambos os grupos. Independente da técnica utilizada, a reabilitação com PTs foi responsável por um impacto positivo na QVRSB e no grau de satisfação de pacientes edêntulos totais.

Bajoria, Saldanha e Shenoy (2012) avaliaram a satisfação geral, eficiência mastigatória e a QVRSB de 30 indivíduos edêntulos que receberam PTs convencionais. Em avaliações realizadas 2 meses após a instalação, os níveis de satisfação e mastigação aumentaram significativamente ($p < 0,05$), melhorando consequentemente a QVRSB. Para os autores, aqueles indivíduos insatisfeitos com o edentulismo apresentaram melhora estatisticamente significativa após o recebimento de PTs convencionais.

2.3 PRÓTESES IMPLANTOSSUPOSTADAS

Atualmente, a maioria dos pacientes edêntulos expressam uma boa satisfação em relação às suas próteses totais; entretanto, desconforto frente à adaptação e alguns problemas funcionais como deficiência mastigatória e fonética ainda são mencionados, principalmente com suas PTs inferiores (El Osta *et al.*, 2017).

Embora as pesquisas de saúde bucal em adultos sugiram que os níveis de perda total de dentes estão diminuindo, a transição para o edentulismo está ocorrendo mais tarde na vida dos pacientes devido ao aumento da expectativa de vida e aos altos níveis de doenças dentárias na população de meia-idade e idosos. Os problemas relatados por pacientes edêntulos continuarão a desafiar os cirurgiões dentistas e o advento dos implantes como estabilizadores das próteses dentais pode levar a eliminação de algumas dessas limitações das próteses convencionais (Allen *et al.*, 2001). Assim, o Consenso de McGill (Feine *et al.*, 2002) e, posteriormente, a Declaração de York (Thomason *et al.*, 2009) estabeleceram a colocação de dois implantes para a retenção de overdentures mandibulares como a abordagem terapêutica de primeira escolha em pacientes edêntulos totais na mandíbula.

Em um estudo de acompanhamento, Van der Bilt *et al.* (2010) quantificaram a força máxima de mordida e o desempenho mastigatório dez anos após o tratamento com implantes retendo *overdentures* mandibulares e compararam os resultados com os dados obtidos no tratamento inicial. Constatou-se que a força máxima de mordida com implantes dobrou, de 162 para 341N em relação aos pacientes sem retenção de implante e que após o tratamento com implantes, os participantes precisaram apenas da metade do número de ciclos mastigatórios para obter o mesmo resultado. Dez anos depois, essas melhoras ainda estavam presentes, indicando que os pacientes podem se beneficiar do tratamento com implantes em um longo período.

Os benefícios dos implantes sobre a capacidade mastigatória da população edêntula já eram mencionados por Fontijn-Tekamp *et al.* (2000), em que a força de mordida dos pacientes com próteses implantossuportadas foi estatisticamente superior à dos com próteses mucossuportadas. Os autores sugerem que isso se deve à maior estabilidade das próteses dada pela retenção dos implantes, mas, também, porque a força de mordida na amostra com próteses mucossuportadas é limitada devido a compressão da mucosa, deslocamento da prótese e sensação dolorosa gerada. Contudo, a ausência de ligamento periodontal com estruturas sensoriais com a função de limitar a aplicação de força caracteriza um sinal de alerta à integridade das estruturas que compõem todo o sistema estomatognático.

Zembic e Wismeijer (2014), em um estudo clínico através do questionário OHIP compararam os resultados relatados por 21 pacientes edêntulos na maxila que receberam tratamento com prótese convencional e posterior prótese implantossuportada. No total, 42 implantes foram inseridos na região anterior da maxila. A satisfação foi comparada à de próteses convencionais já utilizadas pelos pacientes antes do estudo; 2 meses após a inserção de novas próteses convencionais e 2 meses após a inserção das próteses implantossuportadas. A terapia com implantes apresentou aumento significativo ($p < 0,05$) em comparação com dentaduras mucossuportadas, antigas e novas, em todas as dimensões do OHIP, incluindo satisfação geral, capacidade para falar, conforto, estética e estabilidade. Os autores sugerem que próteses maxilares retidas por dois implantes fornecem melhorias significativas a curto prazo em relação às próteses convencionais.

Uma revisão sistemática da literatura compilou e avaliou o resultado de cinco estudos (441 pacientes e 228 implantes no total) que tenham relatado a avaliação da satisfação do paciente entre *overdentures* convencionais e implantossuportadas

usando o questionário OHIP. Os resultados mostraram uma diferença estatisticamente significativa nas pontuações totais a favor do grupo *overdentures* implantossuportadas em comparação com o grupo convencional, salientando um impacto positivo para desconforto psicológico ($p=0,05$), limitação funcional ($p<0,002$), incapacidade física ($p<00001$), psicológica ($p<0,00001$) e social ($p<0,05$), sem diferença estatística apenas para dor física. Concluiu-se que as *overdentures* suportadas por implantes têm um desempenho melhor do que as próteses totais convencionais na melhoria de vários domínios da qualidade de vida de pacientes edêntulos (Sivaramakrishnan; Sridharan, 2016).

2.4 MÉTODO CONVENCIONAL DE FABRICAÇÃO DE PRÓTESES TOTAIS

Em essência, a fabricação de PTs pelo método convencional consiste em montar os dentes em um modelo de cera e posteriormente substituí-la por um material de revestimento permanente. Ao longo dos anos esse processo vem sofrendo aperfeiçoamentos, mas o sistema ainda tende a ser trabalhoso e sujeito a erros de processamento (McCord, J. F., 2009).

Em um estudo *in vitro* avaliou-se se a técnica de processamento, de alguma forma, influenciava na superfície das bases de dentaduras acrílicas. A amostra era composta por quatro grupos ($n=15$): Grupo 1 foi submetido à técnica de processamento convencional usando resina acrílica termopolimerizável Trevlon (Dentsply®, Dreiech, Alemanha); Grupo 2 de processamento por injeção usando resina acrílica autopolimerizável PalaXpress (Heraeus Kulzer®, Wehrheim, Alemanha); Grupo 3 de processamento convencional usando resina acrílica termopolimerizável Paladon 65 (Heraeus Kulzer®, Wehrheim, Alemanha); e Grupo 4 usando a mesma resina acrílica Paladon 65 (Heraeus Kulzer®, Wehrheim, Alemanha) mas com processamento por injeção. O estudo demonstrou que as bases de dentaduras processadas via técnica de injeção apresentaram uma superfície mais lisa do que aquelas processadas por meio de uma técnica convencional, assim como os dados de rugosidade superficial obtidos para PalaXpress e Paladon 65 (processados por injeção) foram significativamente melhores em comparação com Trevlon (McCord, J. F., 2009 *apud* El-Khartia, 2007).

Os autores Regis *et al.* (2013) compararam em seu estudo clínico um método simplificado de fabricação de próteses totais com um protocolo convencional em

termos de qualidade de vida relacionada à saúde bucal (QVRSB), satisfação do paciente e qualidade da prótese. Quarenta e dois pacientes edêntulos que solicitaram tratamento com próteses totais foram alocados aleatoriamente em dois grupos de estudo. O Grupo S recebeu próteses fabricadas por um método simplificado, e o Grupo C recebeu próteses fabricadas de forma convencional. Antes das intervenções e após três e seis meses de inserção, a QVRSB e a satisfação do paciente foram analisadas por instrumentos específicos. Um protesista avaliou a qualidade das próteses três meses após a entrega. Os grupos não apresentaram diferença na QVRSB, na qualidade da prótese e na satisfação geral. Foram encontradas diferenças na satisfação do paciente com alguns aspectos das próteses após 3 meses (S > C), mas foram insignificantes aos 6 meses. Concluiu-se que o método simplificado é capaz de produzir próteses de qualidade comparável às produzidas pelo método convencional, influenciando a QVRSB e a satisfação do paciente de forma semelhante.

2.5 FLUXO DIGITAL EM PRÓTESE TOTAL

O uso de próteses totais fabricadas por computador está mudando os paradigmas para a produção de próteses totais, diferindo-se do método convencional porque simplifica o trabalho do laboratório, permite a arquivabilidade e fácil repetição da manufatura quando necessário, e demanda menos consultas com o cirurgião dentista (Infante *et al.*, 2014).

Motivados pelas limitações de técnicas e materiais existentes no mercado, os fabricantes começaram a desenvolver materiais alternativos para próteses, considerando estética, união, biocompatibilidade e distribuição de estresse. Bilgin *et al.* (2015) demonstraram que, devido às novas tecnologias, os pacientes precisam passar menos tempo em consultório e fazer menos visitas.

Anadioti *et al.* (2020) realizaram uma revisão narrativa com o objetivo investigar o que se tem na literatura sobre PTs impressas tridimensionalmente em termos de novos biomateriais, técnicas de fabricação e fluxo de trabalho, desempenho clínico e satisfação do paciente. Após análise de vinte e um artigos, os autores concluíram que estudos iniciais sobre próteses digitais mostraram desempenho clínico promissor em curto prazo, resultados positivos relacionados ao paciente e custo-benefício razoável. Além de que, a manufatura aditiva tem potencial para modernizar e agilizar as

técnicas, materiais e fluxos de trabalho de fabricação de próteses dentárias. No entanto, mais pesquisas sobre materiais e impressoras existentes/em desenvolvimento são necessárias para permitir o avanço e aumentar sua aplicação em próteses totais removíveis.

Com a rápida evolução do CAD/CAM houve um impacto dramático em todas as áreas da Odontologia, especialmente na Prótese Dentária. Estes sistemas são compostos por três partes principais: (1) uma de aquisição de dados (CAI - *Computer-Aided Imaging*); (2) uma para projetar e planejar o desenho em um programa de computador (CAD - *Computer-Aided Design*); e (3) uma para produzir o que foi planejado na etapa CAD, tornando o projeto virtual em objeto físico (CAM - *Computer-Aided Manufacturing*) (Alghazzawi, 2016).

2.5.1 CAI (*Computer-Aided Imaging*) – *Aquisição de Imagens*

A precisão de cada sistema CAD/CAM está diretamente relacionada com a definição durante a etapa de aquisição de dados tridimensionais. Essas etapas podem variar dependendo dos sistemas CAD utilizados e devem ser minimizadas em quantidade para otimizar o processo de fabricação. O sistema de aquisição de dados pode ser indireto, onde o molde ou o modelo de gesso são digitalizados, ou direto, que utiliza imagens tiradas diretamente da boca com escâners intraorais. Os benefícios desta nova técnica incluem a eliminação do desconforto que os pacientes experimentam com moldeiras convencionais, eliminação de etapas laboratoriais como o vazamento do molde com gesso, menor geração de resíduos e o fato de as imagens digitais poderem ser facilmente armazenadas por tempo indeterminado (Galhano; Pellizzer; Mazaro, 2012).

Lee e Gallucci (2013), em um estudo piloto com 30 estudantes de Odontologia do segundo ano, avaliaram a eficiência, dificuldade e preferência do operador de moldagens digitais em comparação com uma moldagem convencional para a confecção de uma restauração protética implantossuportada. A eficiência de ambas as técnicas de moldagem foi avaliada medindo-se o tempo de preparação, trabalho e recaptura/digitalização (m/s) e o número de recapturas/redigitalizações. Já a percepção dos participantes sobre o nível de dificuldade para ambas as impressões foi avaliada com um questionário de escala visual analógica (VAS). O tempo total médio de tratamento foi de 24:42 m/s para moldagens convencionais e 12:29 m/s para

as moldagens digitais ($p < 0,001$). O tempo médio de preparo foi de 4:42 m/s para as moldagens convencionais e 3:35 m/s para as moldagens digitais ($p < 0,001$). Na escala VAS, os participantes marcaram um nível médio de dificuldade de 43,12 ($\pm 18,46$) para a técnica de moldagem convencional e 30,63 ($\pm 17,57$) para a técnica de moldagem digital ($p = 0,006$). Sessenta por cento dos participantes preferiram a impressão digital, 7% a técnica de impressão convencional e 33% qualquer uma das técnicas.

2.5.2 CAD (Computer-Aided Design) – Desenho Virtual das Restaurações

Os dados da aquisição de imagens e do projeto das restaurações devem ser armazenados em um arquivo no formato *Standard Tessellation Language* (STL) ou *Polygon File Format* (PLY). Um programa de computador com ferramentas específicas é fornecido pelos desenvolvedores para o projeto de vários tipos de restaurações dentárias, vários projetos podem ser implementados, assim como várias morfologias dentárias estão disponíveis em suas próprias bibliotecas digitais internas (Alghazzawi, 2016).

2.5.3 CAM (Computer-Aided Manufacturing) – Fabricação das Restaurações

Esta é a última fase do fluxo digital em Odontologia. Envolve a produção de uma restauração a partir do modelo CAD em uma peça física que passa por um processamento, acabamento e polimento antes de ser instalada na boca do paciente. Os métodos de fabricação podem ser divididos em dois principais tipos: manufatura subtrativa e manufatura aditiva ou impressão 3D (Alghazzawi, 2016).

2.5.3.1 Manufatura Subtrativa – Fresagem

O método de fresagem é processado pela subtração, através de brocas, de um bloco de um determinado material - titânio, zircônia, cera, cobalto-cromo e PMMA pré-polimerizado industrialmente (Figura 1). Na fabricação de próteses, a precisão é a questão mais importante, mas o encolhimento do material durante a polimerização tem sido inevitável desde a introdução do polímero na fabricação de bases de próteses totais. Para a precisão da fabricação da prótese digital é necessário verificar o

tamanho geral e a adaptação da superfície do entalhe: uma desadaptação da prótese pode ser ocasionada com a fresagem de algumas regiões por brocas inadequadas que não respeitam as angulações do entalhe (Lee *et al.*, 2019).



Figura 1. Prótese Total fresada a partir de um bloco de PMMA pré-polymerizado (Ivotion[®], Ivoclar Vivadent[®]).

Fonte: CREODENT (Disponível em: <https://creodontal.com/solution/ivotion-monolithic-denture-system/>)

Steinmassl *et al.* (2018) relataram que todos os sistemas de próteses CAD/CAM têm alguns problemas na reprodução da área anterior e lateral da borda da prótese total, e que o maior desafio no método de fresagem pode ser a reprodução de regiões anguladas. Porém, o estudo de Goodacre *et al.* (2016) mostrou que, ainda assim, o método de fresagem obteve menor desadaptação do que o método de manufatura convencional por injeção.

Ainda no que se diz às vantagens do método subtrativo, os sistemas de fresagem CAD/CAM tiveram maior adaptação com os tecidos de portadores de próteses do que os métodos de moldagem por compressão em um estudo realizado por Steinmassl *et al.* (2018).

2.5.3.2 Manufatura Aditiva – Impressão 3D

Desde a introdução da odontologia digital, o método subtrativo tem sido o método mais popular; no entanto, o método aditivo superou algumas das deficiências encontradas no método subtrativo. A impressão 3D é considerada econômica por fabricar bases de próteses em tempo apropriado e utilizando medição precisa da resina líquida (Figura 2), ou seja, sem desperdício de material.

Gad *et al.* (2022) avaliaram a sorção de água, solubilidade e translucidez de resinas de base para dentaduras impressas em 3D (NextDent, FormLabs e Asiga), comparando-as com resinas termopolimerizáveis e avaliaram seu desempenho sob os efeitos do ciclo térmico. Um total de 80 espécimes de disco de acrílico foram usados no estudo, categorizados em quatro grupos (n=10); em um grupo, as amostras foram fabricadas convencionalmente com um processo de termopolimerização (controle), enquanto os outros três grupos foram fabricados digitalmente a partir de diferentes resinas impressas em 3D (NextDent, FormLabs e Asiga). Todos os espécimes foram submetidos a 5000 ciclos térmicos e, em seguida, as medidas foram repetidas usando o mesmo método (T2). Concluiu-se que as três resinas impressas em 3D investigadas apresentaram valores elevados de sorção de água e solubilidade e que a translucidez das resinas impressas em 3D foi baixa em comparação com o grupo controle de resinas termopolimerizadas antes do ciclo térmico; no entanto, a translucidez do NextDent foi comparável à da resina de base de dentadura polimerizada a quente. A diminuição na translucidez pode ser devida ao efeito da sorção de água, ou também a presença de cargas que têm índices de refração diferentes, o valor da translucidez diminuiu à medida que a quantidade de carga aumenta. A estética das resinas impressas em 3D ainda é questionável, e são necessárias investigações adicionais nos parâmetros de impressão, que podem afetar as propriedades físicas das resinas impressas, como orientações de impressão, espessura das camadas de impressão, intensidade da luz, tempo e temperaturas de pós-cura, e/ou modificações das resinas impressas.



Figura 2. Base de prótese total produzida por manufatura aditiva (DentaFab®).
Fonte: DentaFab® (Disponível em: <https://dentafab.com/en/digital-dentures/>)

2.6 PROPRIEDADES MECÂNICAS EM PRÓTESE TOTAL

Em um estudo laboratorial, Ayman (2017) avaliou a resistência à flexão, módulo flexural, dureza de superfície e estimou a quantidade de monômero residual em blocos de PMMA pré-polimerizados (Polident®) (n=35) do sistema CAD/CAM para base de próteses e de uma resina termicamente ativada (Vertex RS®) (n=35). O bloco de PMMA apresentou resultados significativamente melhores para resistência à flexão, módulo flexural e dureza de superfície ($p < 0,001$). A taxa de monômero residual foi estimada utilizando cromatografia gasosa, detectando maior liberação de monômero residual ($p < 0,001$) para o grupo de resina termicamente ativada. Com bases nesses resultados, o autor concluiu que as resinas pré-polimerizadas do sistema CAD/CAM se apresentam como uma alternativa clinicamente favorável para a confecção de próteses totais, com melhorias nas propriedades mecânicas e biológicas.

Pacquet *et al.* (2018) incluíram três resinas da Ivoclar® Vivadent em seu estudo: a resina PMMA de compressão convencional termicamente ativada Probase® Hot

(PRO), o disco CAD/CAM Ivobase[®] CAD (CAD) e a resina de alto impacto Ivocap[®] (CAP) destinado à moldagem por injeção. Testes de resistência à flexão de três pontos, assim como resistência à fratura e a dureza Vickers foram realizados. Os resultados mostraram que para resistência máxima à flexão, PRO (97,31 MPa) foi mais forte que CAD (87,98 MPa) e CAP (79,35 MPa), assim como o CAD apresentou dureza semelhante ao PRO e alta tenacidade à fratura. Os autores concluíram que as propriedades mecânicas da resina para bases de próteses CAD/CAM combinam resistência à fratura de alto impacto e melhor resistência à flexão e dureza.

Aguirre *et al.* (2019) compararam a resistência à flexão e o módulo flexural de dois métodos convencionais de fabricação com um método digital: compressão (Lucitone 199[®], Denstply Sirona, EUA), injeção (SR Ivocap[®] High Impact, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) e fresada por CAD/CAM (Vertex PMMA, AvaDent[®]; Global Dental Science LLC, EUA). Dez espécimes retangulares (de acordo com ISO 20795-1; 64×10×3,3mm) de cada material de base de prótese pré-polimerizada foram fabricadas e armazenadas em água por uma semana. A resistência à flexão foi medida usando um teste de flexão de três pontos até a falha. Os resultados mostraram que a resistência à flexão do grupo moldado por compressão foi significativamente maior do que a do grupo moldado por injeção ($p < 0,001$) e o módulo flexural do grupo CAD-CAM foi significativamente maior que o dos outros 2 grupos ($p < 0,001$). Concluiu-se então que a resina fresada CAD-CAM exibiu maior resistência à flexão do que os dois métodos de processamento convencionais e que a resina moldada por injeção apresentou deformação pronunciada antes da fratura com um módulo flexural inferior, enquanto as resinas CAD-CAM fresadas e as resinas moldadas por compressão fraturaram com mínima ou nenhuma deformação plástica.

Em outro estudo laboratorial, Prpić *et al.* (2020) compararam as propriedades mecânicas (resistência à flexão e dureza superficial) de 160 espécimes retangulares que foram fabricadas a partir de três resinas termicamente polimerizadas convencionais (ProBase[®] Hot, Paladon[®] 65 e Interacryl[®] Hot); três CAD/CAM (IvoBase[®] CAD, Interdent[®] CC disc PMMA e Polident[®] CAD/CAM disc), um impresso em 3D (NextDent[®] Base) e um material de poliamida (Vertex[®] ThermoSens) para fabricação de bases de dentaduras. Em contraste ao estudo de Pacquet *et al.*, os resultados deste estudo concordam com os de Aguirre *et al.*, onde os materiais CAD/CAM apresentaram maiores valores de resistência à flexão do que os materiais de base de prótese moldados por compressão. Uma vez que os blocos CAD/CAM

PMMA são feitos sob altas condições de calor e pressão com resina acrílica condensada e com mínima contração, há menos porosidade e monômeros livres; portanto, maiores valores de resistência à flexão dos materiais CAD/CAM podem ser esperados.

Devido ao baixo desempenho mecânico, Alshaikh *et al.*, (2022) em seu estudo laboratorial incorporaram nanopartículas de zircônia (ZrO₂NPs) em diferentes resinas impressas em 3D, e seus efeitos na resistência à flexão, módulo de elasticidade, resistência ao impacto, dureza e rugosidade da superfície foram avaliados. Um total de 286 espécimes foram fabricadas e divididas de acordo com os materiais em três grupos: resina termopolimerizável como grupo controle e duas resinas impressas em 3D (NextDent e ASIGA) que foram modificadas com 0,5%, 1%, 3% e 5% em peso de ZrO₂NPs. A resistência à flexão e o módulo de elasticidade, resistência ao impacto, dureza e rugosidade da superfície foram medidas usando o teste de flexão de três pontos, teste de impacto Charpy, teste de dureza Vickers e um perfilômetro, respectivamente. Os resultados mostraram que, em comparação com a resina termopolimerizável, as impressas em 3D não modificadas apresentaram uma diminuição significativa em todas as propriedades testadas ($p < 0,001$), exceto a rugosidade da superfície ($p = 0,11$). Já a adição de ZrO₂NPs às resinas impressas em 3D mostrou um aumento significativo na resistência à flexão, resistência ao impacto e dureza ($p < 0,05$), enquanto não apresentou diferenças significativas na rugosidade da superfície e no módulo de elasticidade ($p > 0,05$). O estudo demonstrou que as resinas impressas em 3D não modificadas apresentaram um comportamento mecânico inferior quando comparadas à resina acrílica termopolimerizada, enquanto a adição de ZrO₂NPs melhorou as propriedades das resinas impressas em 3D.

Zeidan *et al.* (2023) também compararam a resistência à flexão de seis resinas utilizadas em base para próteses, uma termopolimerizada convencional (Vertex[®]), duas CAD-CAM fresadas (AvaDent[®] e Polident[®]), duas impressas em 3D (Harz[®] e NextDent[®]) e uma poliamida flexível (Polyamide[®]). Foram construídos 60 corpos de prova (65×10×3mm) divididos em seis grupos ($n = 10$), de acordo com o tipo de manufatura. Os resultados da ANOVA de uma via mostraram diferenças significativas nas resistências à flexão entre as resinas testadas ($p < 0,001$). As resinas fresadas obtiveram valores de resistência à flexão significativamente maiores do que os outros grupos ($p < 0,001$) e foram seguidas por Vertex[®] e NextDent[®], enquanto Polyamide[®] e Harz[®] tiveram os menores valores. As resinas Polyamide[®] e Harz[®] para bases de

próteses apresentaram valores significativamente mais baixos de resistência à flexão do que as resinas convencionais para bases de próteses ($p < 0,001$).

Alharethi (2023), em seu estudo laboratorial, conduziu uma análise comparativa da rugosidade superficial e da resistência à flexão de resinas para base de PTs fabricadas por manufatura aditiva, em comparação com resinas fresadas por computador (CAD-CAM). O estudo envolveu a preparação de 66 amostras distribuídas em três grupos: Grupo A e Grupo B impressas em 3D e o Grupo C, composto por peças fresadas CAD-CAM. Através de medições de rugosidade superficial por meio de perfilometria e testes de resistência à flexão, os resultados indicaram que as resinas CAD-CAM apresentaram uma resistência à flexão superior em comparação com as resinas impressas em 3D. Além disso, não foram encontradas diferenças significativas na rugosidade superficial entre as resinas impressas em 3D com diferentes orientações de manufatura. Este estudo realçou a importância de considerar o método de fabricação ao selecionar materiais para bases de PTs e sugere que as resinas fresadas por CAD-CAM podem oferecer vantagens em termos de propriedades mecânicas. Também destaca que a orientação da placa de construção parece ter um impacto limitado na rugosidade superficial das resinas impressas em 3D, o que pode ser relevante para a escolha de técnicas de impressão adequadas em diferentes contextos clínicos.

Fouda *et al.* (2023) obtiveram em seu estudo resultados que vão ao encontro daqueles encontrados por Zeidan *et al.* (2023). Os autores compararam a resistência à flexão, o módulo de elasticidade e a dureza da superfície de 120 espécimes fabricadas a partir de resina acrílica termopolimerizada (HP[®]), resina fresada (Avadent[®] e Ivocad[®]) e resina impressa em 3D (ASIGA[®], FormLabs[®] e NextDent[®]). As resinas fresadas apresentaram valores significativamente mais altos para resistência à flexão, módulo de elasticidade e dureza superficial, seguidas por HP[®] e, em seguida, resinas impressas em 3D ($p < 0,001$). O estudo concluiu que as resinas fresadas CAD-CAM apresentaram maiores propriedades de flexão e dureza em comparação com resina acrílica termopolimerizada e resinas impressas em 3D.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

- Comparar o efeito do método de manufatura nas propriedades mecânicas de polímeros utilizados para a confecção de próteses totais.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar a resistência à flexão de 3 pontos de polímeros utilizados por diferentes métodos de manufatura na confecção de próteses totais;
- Comparar o módulo flexural de polímeros utilizados por diferentes métodos de manufatura na confecção de próteses totais.

4 ARTIGO CIENTÍFICO

Este trabalho foi escrito na forma de artigo científico e preparado de acordo com as normas para submissão ao periódico *Journal of Prosthodontics* (Qualis A1; Fator de Impacto 3.485).

Article Type: Research Article

**INFLUENCE OF THE MANUFACTURING PROCESS ON THE MECHANICAL
PROPERTIES OF POLYMERS USED FOR THE FABRICATION OF COMPLETE
DENTURE: AN *IN VITRO* STUDY**

Running title: Flexural strength of polymers for dentures

Kauanne Coelho Pacheco¹, Rangel Lidani², Luis André Mezzomo³

Authors

¹ Undergraduate Student. Department of Dentistry, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, Brazil.

² Graduate Student. Department of Dentistry, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, Brazil.

³ Adjunct Professor. Department of Dentistry, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, Brazil.

Conflict of Interest Declaration:

The authors declare no conflict of interest.

Correspondence Address:

Rangel Lidani

Health Sciences Center – Department of Dentistry; Federal University of Santa Catarina, Campus

Universitário - Caixa Postal 476 – Trindade, Florianópolis (SC), Brazil; Zip code: 88040-900;

Tel: +55 (49) 98850-2987; e-mail: rangellidani.odontologia@gmail.com

ABSTRACT

Aim: The aim of this study was to compare the influence of the manufacturing method on the flexural strength and flexural modulus of polymers used for complete dentures.

Materials and Methods: The sample comprised 5 groups (n=22) of polymers used by 4 different manufacturing methods: Compression (Diamond D[®]), Injection (IvoBase[®] High Impact), Subtractive (Ivotion[®] Base Pink-V) and Additive (P Pro[®] and Cosmos Denture[®]). The fabrication of the specimens and the execution of the laboratory tests followed the manufacturers' recommendations and definitions of the ISO 20795-1:2013 (65x10x3,3mm). The three-point loading test was performed on a universal testing machine (INSTRON[®] EMIC 23-5S), and both flexural strength and flexural module were assessed. The Kruskal-Wallis statistical test and Bonferroni correction were used for multiple comparisons between groups under a significance level of 5%.

Results: Statistically higher values ($p < 0.001$) were found in both analyzes for the injected- (IvoBase[®] High Impact) and an additively manufactured (PPro[®]) polymer. The CD[®] printed polymer showed the worst results for flexural strength and milled resin for flexural modulus. The compression resin showed clinically acceptable results, but with great variability.

Conclusion: It was concluded that the mechanical properties of the polymers used in the manufacturing of complete dentures were related to both the manufacturing method and the material itself.

Keywords: Denture bases; Acrylic Resin; 3D Printing; CAD-CAM; Flexural Strength; Flexural Strength.

INTRODUCTION

Complete dentures have been successfully used as a prosthetic treatment for edentulism for decades. This treatment restores the masticatory function, aesthetics, phonetics, and quality of life for completely edentulous patients (Müller and Schimmel, 2010). The different types of complete dentures play a central role in the success of the treatment, as many patients suffer from masticatory insufficiency, gastrointestinal problems, and nutritional deficiencies due to instability and lack of retention, primarily affecting mandibular mucosal-supported dentures (Gerritsen et al., 2010).

Consequently, the use of implant-supported complete dentures has become more often, offering a more reliable and predictable solution for restoring the aesthetic, functional, nutritional, and social parameters of these patients (McGill, 2009; York, 2013).

Due to the greater prosthetic stability provided by implants, bite force is also increased when compared to conventional removable dentures (Van der Bilt et al., 2010; Fontijn-Tekamp et al., 2000). As a result, there is an increased demand for restorative materials with mechanical properties that can endure this stress and have long-term durability (Bilgin et al., 2015). To date, the PMMA (polymethyl methacrylate) seems to be the material that has better addressed these biological, mechanical, and optical prerequisites (Zafar, 2020). Furthermore, there is a need to change the clinical protocol from numerous visits to suit the routine of the contemporary population (Infante et al., 2014). In this regard, the use of digital tools and techniques promises to contribute to these demands through the development of new manufacturing methods and restorative materials (Anadioti et al, 2020).

The digital subtractive manufacturing method uses the same PMMA from the conventional methods to fabricate complete dentures (Srinivasan et al., 2017). However, the polymerization process is carried out at an industrial level with a controlled environment of temperature and atmospheric pressure, ensuring the best of its properties (Ayman, 2017). Many studies in the literature have already demonstrated the superiority of its mechanical properties compared to conventional methods. However, the significant waste of material and the high production costs have created the need for a more sustainable and cost-effective method (Schweiger et al., 2018).

The additive manufacturing method emerged from this necessity, as well as the ability to produce unlimited shapes of restorations (Anadioti, E. et al., 2018). It utilizes photosensitive liquid resins that are deposited and polymerized in overlapping layers. The mechanical properties of these resins are still under development and investigation but, currently, there are evidence that suggest their use only for temporary prostheses. However, the addition of extra compounds in the formulation of these liquid resins promises to enhance their mechanical properties (Gad et al., 2022). Therefore, the aim of this study is to compare the mechanical properties of different polymers used by different manufacturing methods to fabricate conventional and implant-supported complete dentures. The null hypothesis to be tested is that there is

no difference between the mechanical properties of polymers used by different manufacturing methods in the production of complete dentures.

MATERIALS AND METHODS

The following materials were used for the fabrication of test specimens and evaluation of their mechanical properties: 2 thermopolymerizable PMMA (compression and injection), 1 pre-polymerized PMMA disc for milling, 2 photopolymerizable resins for 3D printing (oligomer and ceramic-reinforced oligomers). In Table 1, the list of materials, types, manufacturers, and manufacturing techniques used for this research are summarized:

Table 1. Materials used to carry out the in vitro study with their respective identification group, manufacturer, classification and manufacturing method.

Material	Group	Manufacturer	Type	Method
Diamond D [®]	DD (<i>n</i> = 22)	Keystone [®] , USA	PMMA	Compression (Conventional)
IvoBase [®] High Impact	IB (<i>n</i> = 22)	Ivoclar Vivadent [®] AG, Liechtenstein	PMMA	Injection (Conventional)
Ivotion [®] Base Pink-V	IV (<i>n</i> = 22)	Ivoclar Vivadent [®] , Liechtenstein	PMMA	Subtractive (Digital)
Cosmos Denture [®]	CD (<i>n</i> = 22)	Yll [®] Biomaterials, Brazil	Oligomers	Additive (Digital)
P Pro [®]	PP (<i>n</i> = 22)	Straumann Group [®] , Switzerland	Oligomers with ceramic filler	Additive (Digital)

The specimens were obtained in accordance with the standards established in ISO-20795:2013 (3.3x10x64mm ± 0.02mm) which define the parameters of polymers and copolymers used for the fabrication of complete dentures, as well as the tests and their guidelines to validate the results. The sample size calculation was carried out based on a previously published study (Al-Dwairi et al. 2023), with the G*Power software version 3.1.9.4 (Universitat Düsseldorf, Germany). The calculation was performed assuming that the effect size for the difference between the five different resins (Diamond[®], IvoBase[®] High Impact, Ivotion[®] Base Pink-V, Cosmos Denture[®]

and P Pro®) would be at least 0.4 (large effect according to Cohen, 201325). In addition to the effect size ($f = 0.4$), the following parameters were considered for the calculation: alpha of 0.05 and test power of 0.8 (80%) to analyze the difference between 5 groups. Therefore, to detect a statistically significant difference, 18 (n) specimens would be needed for each group. Considering possible losses during test execution, the sample n was increased to 22 for each group.

Fabrication of the Additively Manufactured Samples

A project was created in the CAD (Computer-Aided Design) software Meshmixer® (Autodesk Inc., USA) with the dimensions stipulated by ISO20795:2013, plus 0.2mm considering probable distortions in the manufacturing process and losses in the final finishing and phases of polishing. The resulting “.stl” file was exported to two CAM (Computer-Aided Manufacturing) production units (FlashForge Hunter® 3D Printed and Straumann CARES® P Series) calibrated for printing with the resins following print calibration standards and printing techniques. washing and post-polymerization determined by each of its manufacturers (P Pro® and Cosmos Denture®, respectively). After washing and post-curing, the specimens ($n=22$) were finished with a sequence of sandpaper (3M 360, Wetordry™, Brazil) of decreasing grain size (30 μ m, 18 μ m and 15 μ m) and polishing with a felt disc (American Burrs®, Brazil) and compound polishing paste (Opal L N. 520-001, Renfert®, Germany). Dimensions were checked at 3 points along the axis with a digital caliper (Mitutoyo®, Japan), tolerating variations of up to ± 0.02 mm.

Fabrication of the Subtractively Manufactured Samples

The same “.stl” file was exported to a subtractive manufacturing CAM unit (PrograMill PM5, Ivoclar Vivadent® AG, Liechtenstein) for the fabrication of the subtractively manufactured specimens. Three Ivotion® Base PMMA discs (Ivoclar Vivadent® AG, Liechtenstein) were used to prepare the samples ($n=22$) (figure1). The specimens were detached from the blocks and finished with tungsten carbide acrylic burs (American Burrs®, Brazil). The finishing and polishing steps were identical to those adopted for the 3D printed resin groups.

Fabrication of the Conventionally Compressed Samples

Three master samples virtually designed in the Meshmixer® (Autodesk Inc., USA) software were printed with dimensions increased by 0.2mm and were used to create molds in super hard type IV plaster (Dentona®, Germany). After crystallization of the plaster, the models were replaced by heat-activated resin (Diamond D®, Keystone®, USA) manually manipulated according to the manufacturer's recommendations, as well as its microwave polymerization process (figure 2). The finishing and polishing steps were identical to those adopted for the 3D printed resin groups.

Fabrication of the Conventionally Injected Samples

The same master samples virtually designed in the Meshmixer® (Autodesk Inc., USA) with dimensions increased by 0.2 mm were exported to a milling unit (PrograMill PM5, Ivoclar Vivadent® AG, Liechtenstein) for milling into wax blocks (ProArt CAD® Wax, Ivoclar Vivadent® AG, Liechtenstein). The resulting wax models were embedded in super hard IV plaster (Dentona®, Germany) and melted with hot water to create space for the injection of PMMA IvoBase® High Impact (Ivoclar Vivadent® AG, Liechtenstein) through the Ivobase® Injector System (figure 3). Six units of IvoBase® High Impact were necessary to prepare the samples (n=22). The finishing and polishing steps were identical to those adopted for the 3D printed resin groups.

3-Point Bending Resistance Test

The 3-point bending test was used to measure the final flexural strength and flexural modulus of the sample. A universal testing machine (Instron® EMIC 23-5S) from the Biomechanical Engineering Laboratory of the Federal University of Santa Catarina (LEBm/UFSC) was used (figure 4). The distance between the two central points of the metallic pillars was adjusted to 50mm and a load cell was applied to the central point of each specimen with an increasing load from 0MPa and a constant displacement speed of 5mm/min until the specimen fractured (figure 5). The maximum load supported by the specimen was recorded in Newtons and the flexural resistance calculated in megapascals (MPa) using the formula:

$$\sigma = \frac{3Fl}{(2bh^2)}$$

where σ is the flexural strength (MPa), F is the maximum load supported by the specimen (N), l is the distance between the centers of the metallic supports (50mm), b is the width of the specimen (± 10 mm) and h is the specimen thickness (± 3.3 mm). From the load-deflection curve, the flexural modulus was calculated for each specimen with the following formula:

$$E = \frac{F_1 l^3}{4bh^3d}$$

where E is the flexural modulus (MPa), F_1 is the maximum load in N supported by the specimen, l is the distance between the centers of the metallic supports (50mm), b is the width of the specimen (± 10 mm), h is the thickness of the specimen (± 3.3 mm) and d is the maximum deflection during the test.

Statistical Analysis

The final flexural strength and flexural modulus values were calculated for each specimen and tabulated. Kruskal-Wallis independent samples test was performed to compare the flexural strength and flexural modulus values between the 5 groups (DD, IB, IV, CD and PP). Multiple comparisons were made using the Bonferroni correction. The IBM SPSS Statistics software (v26.0; IBM Corp) was used and the significance level adopted was 5% ($p < 0.05$).

RESULTS

Statistically significant differences were found for flexural strength ($\chi^2=77.567$; $p < 0.001$) and flexural modulus ($\chi^2=95.685$; $p < 0.001$) (Table 2). The conventional injected (IB) and printed (PP) resins presented significantly higher flexural strength and flexural modulus mean values than the other groups. The Cosmos Denture® printed resin (CD) showed significantly lower mean values than other resins for flexural strength. Lower flexural modulus mean values were found for printed CD and milled Ivotion® (IV) resins.

Table 2. Mean and standard deviations (SD) of flexural strength and flexural module for each group of tested material and results of interactions between groups (p-value).

Material	<i>n</i>	Flexural Strength (Mean ± SD)	Flexural Module (Mean ± SD)
Diamond D [®] (DD)	22	92.2 ± 5.3 ^a	2573.2 ± 211.2 ^{bc}
IvoBase [®] High Impact (IB)	22	108.4 ± 8.0 ^c	3081.9 ± 233.0 ^{cd}
Ivotion [®] Base Pink-V (IV)	22	90.7 ± 3.4 ^a	2437.0 ± 192.9 ^{ab}
Cosmos Denture [®] (CD)	22	51.4 ± 16.2 ^b	1516.9 ± 596.8 ^a
PPro Straumann [®] (PP)	22	98.7 ± 12.0 ^{ac}	5601.9 ± 552.5 ^d
p-value		p<0.001	p<0.001

SD: standard deviation.

DISCUSSION

This in vitro study investigated the final flexural strength and flexural modulus of specimens made with polymers used for the fabrication of complete denture by different manufacturing methods, based on a 3-point flexural test with parameters adjusted in accordance with ISO 20795- 1:2013. Statistically significant differences for flexural strength and flexural modulus were observed between resins from all manufacturing groups (Compression, Injection, Milling and 3D Printing) and the null hypothesis of this study was fully rejected.

With the recent advent of digital manufacturing in Dentistry, few studies have investigated the mechanical properties of the polymers used by this flow in the manufacture of complete dentures. At most, they suggest that pre-polymerized PMMA discs for subtractive digital manufacturing present the best mechanical results (Aymad et al., 2017; Al-Dwairi et al., 2022; Aymad et al., 2023; Fouda et al., 2023; Zeidan et al., 2023; Naji Ahmad Alharethi, 2023). Furthermore, despite being scarce in the literature, studies that also investigated 3D printed resins for the same purpose attest to their inferiority and suggest this as a limitation for their use in definitive prosthesis.

Our results, however, differ from all studies published to date by finding higher and statistically significant mean values of flexural strength and flexural modulus in a conventionally injected resin and a 3D printed resin, with no statistical difference between them. In addition to reinforcing the potential for using digital additive manufacturing in Dentistry, it defends the improvement that conventional

manufacturing methods are undergoing. Among all the resins tested in this study, only one printed resin (CD) was not approved for clinical use, according to ISO 20795-1:2013, as it did not present a minimum flexural strength of 65MPa. On the other hand, all the others were certified as suitable for clinical use (DD, IB, IV and PP).

Flexural strength represents the greatest bending stress experienced by a material until it fractures (ISO 20795-1:2013). A high value of this property is necessary to avoid catastrophic failures under load, which is fundamental to the success of a complete denture that undergoes repeated flexures in function over several years (Aguirre et al., 2019). It is already confirmed in the literature that 63% of complete dentures fracture within 3 years of their lifespan, especially maxillary prostheses (Darbar et al., 1994). Therefore, it is extremely important that, in addition to high resistance to final flexure, the resins are highly resistant to plastic deformation (flexural modulus) while in function, as microscopic cracks in areas of stress concentration under continuous load unite into a growing crack that weakens the material.

Unique in the literature, this in vitro study presents a polymer used in the additive manufacturing (PP) as having the best results for flexural strength (98.7MPa) and flexural modulus (5601.9MPa) tests, defending its clinical application for the fabrication of temporary full arch prostheses. To date, we are not aware of another study that presents results similar to this. All studies available in the literature, despite defending 3D technology, attribute the worst levels of flexural strength and flexural modulus to printed resins. They explain that this is due to the internal structural characteristics of the material as they showed lower conversion of monomers into double bonds, even during the first polymerization stage of the liquid resin (Zeidan et al., 2022; Al-Dwairi et al., 2022; Naji Ahmad Alharethi, 2023). This theory can be partially applied to our results, as a group of printed resin (CD: 51.4MPa) actually presented the worst and even reprehensible mechanical results (<65MPa) according to ISO 20795-1:2013. However, currently, the incorporation of substances capable of mechanically improving 3D printed resins has been evaluated, such as the incorporation of ceramic filler particles, and this may justify the best results found with the PP group resin in this study.

The flexural strength of milled PMMA varies among the studies published to date, but they are always superior to or equal to the strength of conventionally heat-activated polymers (Steinsma et al., 2018; Aymad et al., 2023; Prpic et al., 2020). In contrast, our study provides data showing the superiority of the conventional injected

resin (IB: 108.4MPa) in terms of flexural strength compared to the milled block (IV: 90.7MPa) ($p < 0.05$). The literature justifies the often superiority of milled blocks by mentioning their manufacturing process in an industrial environment with excellent control of temperature, humidity and pressure, which guarantees greater conversion of monomers into polymers and the creation of longer and more resistant polymer chains. Furthermore, conventional manufacturing is often related to greater incorporation of bubbles and a higher rate of residual monomer, inherent to the manual technical process in dental laboratories. However, the injection method evaluated in this study (IvoBase[®] High Impact, Ivoclar Vivadent[®]) assigns the injection process to a machine with automated temperature and pressure control that promotes polymerization in a favorable environment. This advantage over the CAD/CAM block attributed to injectable resins also extends to the best cost-benefit ratio.

The flexural modulus of a material is related to its ability to resist plastic deformation when subjected to stress. Taken to the clinical environment, high levels of this property are important to avoid cracks and/or micro-cracks during the use of a complete denture, which weaken and reduce the resistance of the material in the face of a catastrophic event. In the present study, the injection resin (IB) and 3D printing (PP) groups also presented the highest indices for flexural modulus (3081.9MPa and 5601.9MPa, respectively). The lowest flexural modulus indexes were attributed to resin from subtractive manufacturing (IV: 2437MPa) and additive manufacturing (CD: 1516.9MPa). Despite presenting an index approved by ISO 20795-1:2013, the significantly lower result of the milled resin for conventional groups (DD and IB) and additive (PP) contrasts with the results reported by the vast majority of studies published so far (Aguirre et al., 2019; Prpic et al., 2020; Fouda et al., 2023; Zeidan et al., 2023). It is suggested that the evaluation of the mechanical properties of a material should not be based solely on measuring its residual monomer rate, since the degree of conversion during the industrial polymerization of a PMMA block is higher compared to polymerization in an environment laboratory. Our results encourage studies that evaluate the addition of particles to improve conventional and 3D printed resins, as these are less expensive, more sustainable and more accessible methodologies for the vast majority of clinicians and patients.

Among the limitations of this study are the failure to achieve normal results distribution, due to the variability of the results obtained among the 22 specimens of the compressed (DD) group. The compression manufacturing control group presented

satisfactory results according to ISO20795-1:2013, in addition to statistically equal flexural strength and statistically superior flexural modulus to the results of milled resin. However, its high variability of results demonstrated the sensitivity of its production process. Additional analysis with scanning electron microscopy could explore differences, similarities and explain variability among the causes of failures. Furthermore, the lack of evaluations in an oral clinical environment or in dynamic mechanical laboratory tests that would test the behavior of different materials in the face of fatigue resulting from many years of chewing is also a limitation of this study. Therefore, the need for additional evaluations of the mechanical properties of the polymers used by the different manufacturing methods currently available on the market for the manufacture of complete dentures is suggested.

Due to constant technological evolution and the high investment in improving materials for dental use, laboratory technicians and clinical professionals always need to condition the choice of resin based on a joint assessment between manufacturing technique and production material.

CONCLUSION

Based on the findings of this laboratory test, the differences found between manufacturing groups and between polymers within the same group suggest that the mechanical properties of polymers used for the fabrication of complete dentures are influenced by both the manufacturing method and the material of choice. 3D printing resins modified by adding filler present promising results for clinical use. Further studies for evaluation with dynamic tests and in clinical settings, as well as microscopic evaluation of the fracture pattern, are strongly recommended.

REFERENCES

1. Aguirre BC, et al. Flexural strength of denture base acrylic resins processed by conventional and CAD-CAM methods.
2. Al-Dwairi ZN, Al Haj Ibrahim AA, Baba NZ. A Comparison of the Surface and Mechanical Properties of 3D Printable Denture-Base Resin Material and

- Conventional Polymethylmethacrylate (PMMA). *Journal of Prosthodontics: Official Journal of the American College of Prosthodontists*. 2023;32(1):40-48. DOI: 10.1111/jopr.13491.
3. Alharethi NA. Evaluation of the Influence of Build Orientation on the Surface Roughness and Flexural Strength of 3D-Printed Denture Base Resin and Its Comparison with CAD-CAM Milled Denture Base Resin. *European Journal of Dentistry*. DOI: 10.1055/s-0043-1768972.
 4. Anadioti E, et al. 3D printed complete removable dental prostheses: a narrative review. *BMC Oral Health BioMed Central Ltd*. 1 de dezembro de 2020.
 5. Anadioti, E., Kane, B., & Soulas, E. (2018). *Current and Emerging Applications of 3D Printing in Restorative Dentistry*. *Current Oral Health Reports*, 5(2), 133–139. doi:10.1007/s40496-018-0181-3
 6. Ayman AA-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*. 2017;9(7):4766-4772.
 7. Bilgin MS, et al. Fabricating Complete Dentures with CAD/CAM and RP Technologies. *Journal of Prosthodontics*. 2015;24(7):576-579.
 8. Darbar UR, Huggett R, Harrison A. Denture fracture - a survey. *British Dental Journal*. 1994;176(9):342-345. DOI: 10.1038/sj.bdj.4808449.
 9. Fontijn-Tekamp FA, et al. Biting and chewing in overdentures, full dentures, and natural dentitions. *Journal of Dental Research*. 2000;79(7):1519-1524.
 10. Fouda SM, et al. Flexural Properties and Hardness of CAD-CAM Denture Base Materials. *Journal of Prosthodontics: Official Journal of the American College of Prosthodontists*. 2023;32(4):318-324. DOI: 10.1111/jopr.13535.
 11. Gad M. M. et al., Water Sorption, Solubility, and Translucency of 3D-Printed Denture Base Resins. *Dentistry Journal*. 2022; 10(3):42. DOI: 10.3390/dj10030042.
 12. Gerritsen AE, et al. Tooth loss and oral health-related quality of life: a systematic review and meta-analysis. *Health and Quality of Life Outcomes*. 2010. DOI: 10.1186/1477-7525-8-126.
 13. Infante L, et al. Fabricating complete dentures with CAD/CAM technology. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2014;111(5):351-355.

14. Prpić V, et al. Comparison of Mechanical Properties of 3D-Printed, CAD/CAM, and Conventional Denture Base Materials. *Journal of Prosthodontics*. 2020;29(6):524-528.
15. Steinmassl PA, et al. Do CAD/CAM dentures really release less monomer than conventional dentures? *Clinical Oral Investigations*. 2017;21(5):1697-1705.
16. Thomason JM, et al. Mandibular two implant-supported overdentures as the first choice standard of care for edentulous patients - The York consensus statement. *British Dental Journal*. 2009;207(4):185-186.
17. Van Der Bilt A, et al. Mandibular implant-supported overdentures and oral function. *Clinical Oral Implants Research*. 2010;21(11):1209-1213.
18. Zafar MS. Prosthodontic applications of polymethyl methacrylate (PMMA): An update. *Polymers MDPI AG*. 1 de outubro de 2020.
19. Zeidan AAE, et al. Evaluation of the Effect of Different Construction Techniques of CAD-CAM Milled, 3D-Printed, and Polyamide Denture Base Resins on Flexural Strength: An In Vitro Comparative Study. *Journal of Prosthodontics: Official Journal of the American College of Prosthodontists*. 2023;32(1):77-82. DOI: 10.1111/jopr.13514.

FIGURES

Figure 1- PMMA block (Ivotion® Base Pink-V, Ivoclar Vivadent® AG, Liechtenstein) milled to the dimensions established in the design software.

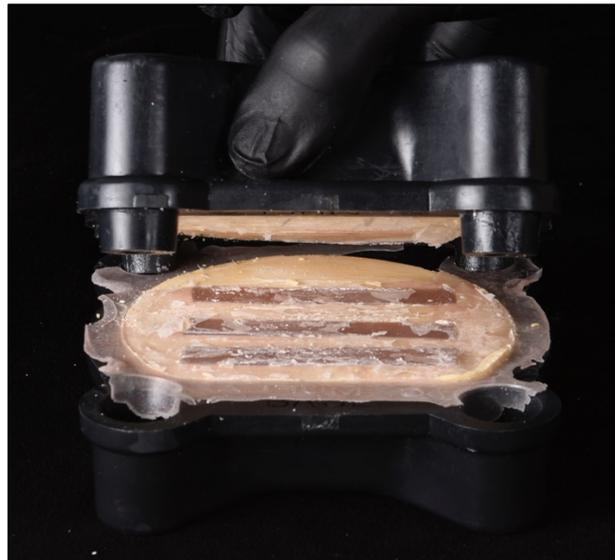


Figure 2- Specimens polymerized using the conventional compression technique (Diamond D®, Keystone®, USA).

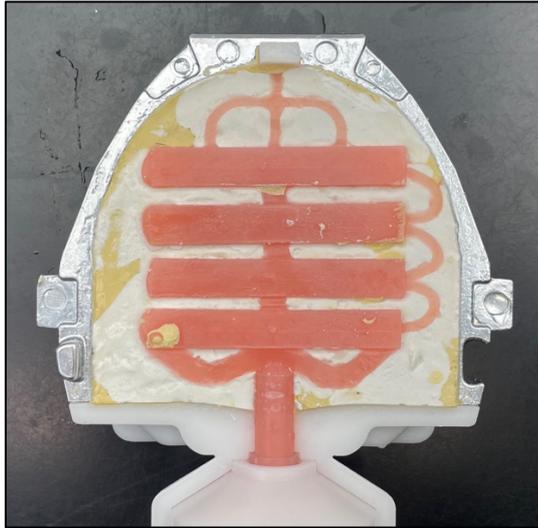


Figure 3- Specimens polymerized in the conventional injection technique (IvoBase[®] High Impact, Ivoclar Vivadent[®] AG, Liechtenstein).



Figure 4- Specimen being subjected to the 3-point flexural strength test on a universal testing machine (Instron[®] EMIC 23-5S).

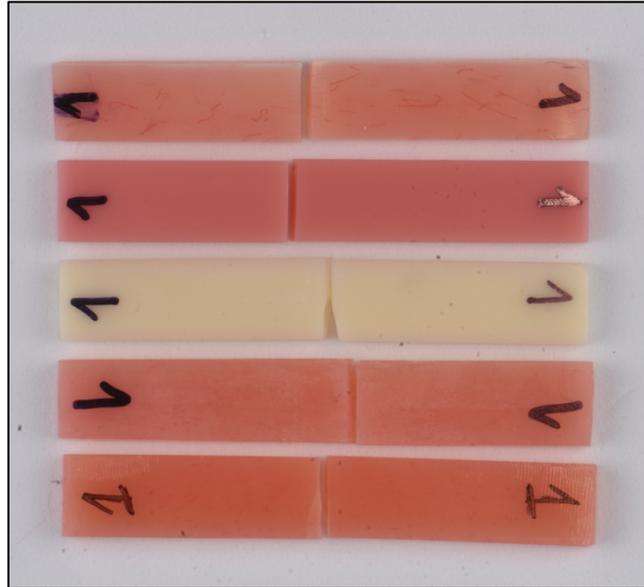


Figure 5- Fractured specimens representative of each sample group after the 3-point flexural strength test.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados deste estudo *in vitro*, as diferenças encontradas entre os grupos de manufatura e entre polímeros do mesmo tipo de manufatura sugerem que as propriedades mecânicas das resinas utilizadas para a confecção de próteses totais são influenciadas tanto pelo método de fabricação quanto pelo material escolhido. Resinas de impressão 3D reforçadas apresentam resultados promissores para uso clínico. Estudos adicionais para avaliação com testes dinâmicos e em ambiente clínico, bem como avaliação microscópica do padrão de fratura são fortemente recomendados.

REFERÊNCIAS

- 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.
- ALGHAZZAWI, T. F. Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. **Journal of Prosthodontic Research**, v. 60, n. 2, p. 72-84, 2016.
- ALHARETHI, N. A. Evaluation of the Influence of Build Orientation on the Surface Roughness and Flexural Strength of 3D-Printed Denture Base Resin and Its Comparison with CAD-CAM Milled Denture Base Resin. **European Journal of Dentistry**, 2023.
- ALLEN, P. F.; MCMILLAN, A. S.; WALSHAW, D. A patient-based assessment of implant-stabilized and conventional complete dentures. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 85, n. 2, p. 141-147, 2001.
- ANADIOTI, E. *et al.* 3D printed complete removable dental prostheses: a narrative review. **BMC Oral Health**, v. 20, n. 1, p. 343, 2020.
- ALSHAIKH, A. A. *et al.* 3D-Printed Nanocomposite Denture-Base Resins: Effect of ZrO₂ Nanoparticles on the Mechanical and Surface Properties In Vitro. **Nanomaterials**, v. 12, n. 14, p. 2451, 2022.
- AWAD, A. K.; JASSIM, R. K. The effect of plasma on transverse strength, surface roughness and Candida adhesion of two types of acrylic denture base materials (Heat cure and light cure). **J Bagh Coll Dentistry**, v. 24, p. 10-17, 2012.
- 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**, v. 9, n. 7, p. 4766-4772, 2017.
- BAJORIA, A. A.; SALDANHA, S.; SHENOY, V. K. Evaluation of satisfaction with masticatory efficiency of new conventional complete dentures in edentulous patients - a survey. **Gerodontology**, v. 29, n. 3, p. 231-238, 2012.

BENNADI, D.; REDDY, C. V. K. Oral health related quality of life. **Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry**, v. 3, n. 1, p. 1-6, 2013.

BIDRA, A. S.; TAYLOR, T. D.; AGAR, J. R. Computer-aided technology for fabricating complete dentures: systematic review of historical background, current status, and future perspectives. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 109, n. 6, p. 361-366, 2013.

BILGIN, M. S. *et al.* Fabricating Complete Dentures with CAD/CAM and RP Technologies. **Journal of Prosthodontics**, v. 24, n. 7, p. 576-579, 2015.

EL OSTA, N. *et al.* Impact of implant-supported prostheses on nutritional status and oral health perception in edentulous patients. **Clinical Nutrition ESPEN**, v. 18, p. 49-54, 2017.

ELLIS, J. S.; PELEKIS, N. D.; THOMASON, J. M. Conventional rehabilitation of edentulous patients: The impact on oral health-related quality of life and patient satisfaction. **Journal of Prosthodontics**, v. 16, n. 1, p. 37-42, 2007.

FEINE, J. S. *et al.* The McGill Consensus Statement on Overdentures. **The International Journal of Prosthodontics**, v. 15, n. 4, p. 413-4, 2002.

FELTON, D. A. Edentulism and comorbid factors. **Journal of Prosthodontics**, v. 18, n. 2, p. 88-96, 2009.

FONTIJN-TEKAMP, F. A. *et al.* Biting and chewing in overdentures, full dentures, and natural dentitions. **Journal of Dental Research**, v. 79, n. 7, p. 1519-1524, 2000.

FOUDA, S. M. *et al.* Flexural Properties, Impact Strength, and Hardness of Nanodiamond-Modified PMMA Denture Base Resin. **International Journal of Biomaterials**, v. 2022, p. 1-10, 2022.

FOUDA, S. M. *et al.* Flexural Properties and Hardness of CAD-CAM Denture Base Materials. **Journal of Prosthodontics: Official Journal of the American College of Prosthodontists**, v. 32, n. 4, p. 318-324, 2023.

GAD M. M. *et al.*, Water Sorption, Solubility, and Translucency of 3D-Printed Denture Base Resins. **Dentistry Journal**, v.10, n. p-42, 2022.

GALHANO, G. A. P.; PELLIZZER, E. P.; MAZARO, J. V. Q. Optical impression systems for CAD-CAM restorations. **Journal of Craniofacial Surgery**, v. 23, n. 6, p. 575-579, 2012.

GOODACRE, B. J.; GOODACRE, C. J.; BABA, N. Z.; KATTADIYIL, M. T. Comparison of denture base adaptation between CAD-CAM and conventional fabrication techniques. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 116, n. 2, p. 249-256, 2016.

INFANTE, L. *et al.* Fabricating complete dentures with CAD/CAM technology. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 111, n. 5, p. 351-355, 2014.

LEE, H.; KIM, C.; KIM, Y. The level of residual monomer in injection molded denture base materials. **J Korean Acad Prosthodont**, v. 41, n. 3, p. 360-368, 2003.

LEE, S. *et al.* Comparing accuracy of denture bases fabricated by injection molding, CAD/CAM milling, and rapid prototyping method. **Journal of Advanced Prosthodontics**, v. 11, n. 1, p. 55-64, 2019.

LEE, S. J.; GALLUCCI, G. O. Digital vs. conventional implant impressions: Efficiency outcomes. **Clinical Oral Implants Research**, v. 24, n. 1, p. 111-115, 2013.

MCCORD, J. F. Contemporary techniques for denture fabrication. **Journal of Prosthodontics**, v. 18, n. 2, p. 106-111, 2009.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, B. Resultados Principais. **Pesquisa Nacional de Saúde Bucal**, p. 22-23, 2011.

MÜLLER, F.; SCHIMMEL, M. Tooth loss and dental prostheses in the oldest old. **European Geriatric Medicine**, v. 1, n. 4, p. 239-243, 2010.

PACQUET, W. *et al.* Mechanical Properties of CAD/CAM Denture Base Resins. **The International Journal of Prosthodontics**, v. 32, n. 1, p. 104-106, 2018.

PRPIĆ, V. *et al.* Comparison of Mechanical Properties of 3D-Printed, CAD/CAM, and Conventional Denture Base Materials. **Journal of Prosthodontics**, v. 29, n. 6, p. 524-528, 2020.

REGIS, R. R. *et al.* Effects of ethanol on the surface and bulk properties of a microwave-processed PMMA denture base resin. **Journal of Prosthodontics**, v. 18, n. 6, p. 489-495, 2009.

REGIS, R. R. *et al.* A randomised trial of a simplified method for complete denture fabrication: patient perception and quality. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 40, n. 7, 535-545, 2013.

SCHWEIGER, J. *et al.* Systematics and concepts for the digital production of complete dentures: risks and opportunities. **International Journal of Computerized Dentistry**, v. 21, n. 1, p. 41-56, 2018.

SIVARAMAKRISHNAN, G.; SRIDHARAN, K. Comparison of implant supported mandibular overdentures and conventional dentures on quality of life: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled studies. **Australian Dental Journal**, v. 61, n. 4, p. 482-488, 2016.

SRINIVASAN, M. *et al.* CAD/CAM milled removable complete dentures: an in vitro evaluation of trueness. **Clinical Oral Investigations**, v. 21, n. 6, p. 2007-2019, 2017.

STEINMASSL, O. *et al.* CAD/CAM produces dentures with improved fit. **Clinical Oral Investigations**, v. 22, p. 2829-2835, 2018.

THOMASON, J. M. *et al.* Mandibular two implant-supported overdentures as the first choice standard of care for edentulous patients - The york consensus statement. **British Dental Journal**, v. 207, n. 4, p. 185-186, 2009.

VAN DER BILT, A. *et al.* Mandibular implant-supported overdentures and oral function. **Clinical Oral Implants Research**, v. 21, n. 11, p. 1209-1213, 2010.

ZAFAR, M. S. Prosthodontic applications of polymethyl methacrylate (PMMA): An update. **Polymers**, v. 12, p. 1-35, 2020.

ZEIDAN, A. A. E. *et al.* Evaluation of the Effect of Different Construction Techniques of CAD-CAM Milled, 3D-Printed, and Polyamide Denture Base Resins on Flexural Strength: An In Vitro Comparative Study. **Journal of Prosthodontics**, v. 32, n. 1, p. 77-82, 2023.

ZEMBIC, A.; WISMEIJER, D. Patient-reported outcomes of maxillary implant-supported overdentures compared with conventional dentures. **Clinical Oral Implants Research**, v. 25, n. 4, p. 441-450, 2014.

APÉNDICE A – GUIDELINES JOURNAL OF PROSTHODONTICS

JOURNAL OF
PROSTHODONTICS
Implant, Esthetic, and Reconstructive Dentistry

ACP
AMERICAN COLLEGE OF
PROSTHODONTISTS
Your smile.
Our specialty!

HOME

ABOUT

CONTRIBUTE

BROWSE

Author Guidelines

Journal of Prosthodontics Instructions for Contributors

The *Journal of Prosthodontics* promotes the advanced study, science, and practice of prosthodontics, implant, esthetic, and reconstructive dentistry. It is the official journal of the American College of Prosthodontists, the association that represents the dental specialty of prosthodontics. The *Journal of Prosthodontics* serves both researchers and practicing clinicians by providing a forum for the presentation and discussion of evidence-based prosthodontic research, treatment concepts, techniques, and procedures. The objective of the *Journal of Prosthodontics* is to facilitate the effective worldwide transmission of new and innovative prosthodontic-related research and knowledge. The journal publishes original scientific articles presenting information that is new and relevant to prosthodontics. Additionally, it publishes reports of innovative techniques and clinical treatments, systematic reviews of topics of interest to the field of prosthodontics, reviews of new instrumentation and products, new uses for existing material, digital technology advances related to prosthodontics, instructive clinical reports, editorials, and announcements of importance to the prosthodontic community.

Sections

1. [Submission and Peer Review Process](#)
2. [Article Types](#)
3. [After Acceptance](#)

1. Submission and Peer Review Process

Once the submission materials have been prepared in accordance with the Author Guidelines, manuscripts should be submitted online at <https://wiley.atyponrex.com/journal/JOPR>.

For help with submissions, please contact: ryehl@prosthodontics.org

Use double-spacing throughout, including title pages, abstract, text, acknowledgments, and references. Tables and figures should be placed at the end of the manuscript, following the reference list. Please refer to the Glossary of Prosthodontic Terms (9th Edition, *J Prosthet Dent* 2017;117:E1-E105, <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.12.001>) and the Glossary of Digital Terms (2nd Edition, *J Prosthodont* 2021; 30: 172-181, <https://doi.org/10.1111/jopr.13439>).

This journal does not charge submission fees.

Article Preparation Support

Submissions must be in English and conform to the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals. The complete document appears is available here:

<https://www.icmje.org/icmje-recommendations.pdf>

Wiley Editing Services offers expert help with English Language Editing, as well as translation, manuscript formatting, figure illustration, figure formatting, and graphical abstract design – so you can submit your manuscript with confidence.

Also, check out our resources for **Preparing Your Article** for general guidance about writing and preparing your manuscript. Please note that while this service (which is paid for by the author) will greatly improve the readability of your paper, it does not guarantee acceptance or preference of your paper by the journal.

Open Access

This journal is a subscription journal that offers an Open Access option. You'll have the option to make your article open access after acceptance, which will be subject to an APC unless a waiver applies. Read more about **APCs** [here](#).

Preprint Policy

Please find the Wiley preprint policy [here](#).

This journal does articles previously published on preprint servers.

Registered Reports

See the **Registered Reports Author Guidelines** for full details.

Data Sharing and Data Availability

This journal encourages data sharing. Review **Wiley's Data Sharing policy** where you will be able to see and select the data availability statement that is right for your submission.

Data Citation

Please review **Wiley's Data Citation policy**.

Data Protection

By submitting a manuscript to or reviewing for this publication, your name, email address, and affiliation, and other contact details the publication might require, will be used for the regular operations of the publication. Please review **Wiley's Data Protection Policy** to learn more.

Funding

You should list all funding sources in the Acknowledgments section. You are responsible for the accuracy of their funder designation. If in doubt, please check the [Open Funder Registry](#) for the correct nomenclature.

Authorship

All listed authors should have contributed to the manuscript substantially and have agreed to the final submitted version. Review [editorial standards](#) and scroll down for a description of authorship criteria.

Author Pronouns

Authors may now include their personal pronouns in the author bylines of their published articles and on Wiley Online Library. Authors will never be required to include their pronouns; it will always be optional for the author. Authors can include their pronouns in their manuscript upon submission and can add, edit, or remove their pronouns at any stage upon request. Submitting/corresponding authors should never add, edit, or remove a coauthor's pronouns without that coauthor's consent. Where post-publication changes to pronouns are required, these can be made without a correction notice to the paper, following Wiley's Name Change Policy to protect the author's privacy. Terms which fall outside of the scope of personal pronouns (e.g. proper or improper nouns), are currently not supported.

ORCID

This journal encourages ORCID. Please refer to [Wiley's resources on ORCID](#).

Reproduction of Copyright Material

If excerpts from copyrighted works owned by third parties are included, credit must be shown in the contribution. It is your responsibility to also obtain written permission for reproduction from the copyright owners. For more information visit [Wiley's Copyright Terms & Conditions FAQ](#).

The corresponding author is responsible for obtaining written permission to reproduce the material "in print and other media" from the publisher of the original source, and for supplying Wiley with that permission upon submission.

Title Page

The title page should contain:

- i. A brief informative title containing the major key words. The title should not contain abbreviations (see [Wiley's best practice SEO tips](#));
- ii. A short running title of less than 40 characters;
- iii. The full names of the authors; authors' degrees and honorifics (i.e., DDS, MSc, PhD, FACP, etc.); a valid email address for each author
- iv. The author's institutional affiliations where the work was conducted, with a footnote for the author's present address if different from where the work was conducted;

- v. Acknowledgments.
- vi. If the work has previously been presented, please include the following, the name, place, and date of meeting(s)
- vii. If any author has a conflict of interest, it should be reported. These include, for example, patent, ownership, employment, stock ownership, consultancies, or speaker's fee

Main Text File

Journal of Prosthodontics operates a double-anonymized peer review process. Please ensure that all identifying information such as author names and affiliations, acknowledgements or explicit mentions of author institution in the text are replaced with an 'X' for review.

The main text file should be in Word or PDF format.

Your main document file should include:

- A short informative title containing the major key words. The title should not contain abbreviations;
- Abstract structured (Purpose/materials and methods/results/conclusion) or unstructured (Case Reports and Techniques);
- Up to seven keywords;
- Main body: formatted as introduction, materials & methods, results, discussion, conclusion;
- References;
- Tables (each table complete with title and footnotes);
- Figure legends: At initial submission, figures can be included in the manuscript or can be submitted in separate files. Should your manuscript reach revision stage, figures and tables must be provided as separate files (see below).

This journal uses Vancouver reference style. Review your [reference style guidelines](#) prior to submission.

Figures and Supporting Information

Figures, supporting information, and appendices should be supplied as separate files. You should review the [basic figure requirements](#) for manuscripts for peer review, as well as the more detailed post-acceptance figure requirements. View [Wiley's FAQs](#) on supporting information.

Peer Review

This journal operates under a double-anonymized . Except where otherwise stated, manuscripts are peer reviewed by at least two anonymous reviewers. Papers will only be sent to review if the Editor-in-Chief determines that the paper meets the appropriate quality and relevance requirements.

In-house submissions, i.e. papers authored by Editors or Editorial Board members of the title, will be sent to Editors unaffiliated with the author or institution and monitored carefully to ensure there is no peer review bias.

Wiley's policy on the confidentiality of the review process is [available here](#).

Reviewers can choose to remain anonymous unless they would like to sign their report.

Appeals and Complaints

Authors may appeal an editorial decision if they feel that the decision to reject was based on either a significant misunderstanding of a core aspect of the manuscript, a failure to understand how the manuscript advances the literature or concerns regarding the manuscript-handling process. Differences in opinion regarding the novelty or significance of the reported findings are not considered as grounds for appeal. To raise an appeal, please contact the journal by email, quoting your manuscript ID number and explaining your rationale for the appeal. The editor's decision following an appeal consideration is final.

To raise a complaint regarding editorial staff, policy or process please contact the journal in the first instance. If you believe further support outside the journal's management is necessary, please refer to Wiley's Best Practice Guidelines on Research Integrity and Publishing Ethics.

Guidelines on Publishing and Research Ethics in Journal Articles

The journal requires that you include in the manuscript details of IRB approvals, ethical treatment of human and animal research participants, and gathering of informed consent, as appropriate. You will be expected to declare all conflicts of interest, or none, on submission. Please review Wiley's policies surrounding [human studies](#), [animal studies](#), [clinical trial registration](#), [biosecurity](#), and [research reporting guidelines](#).

This journal follows the core practices of the [Committee on Publication Ethics \(COPE\)](#) and handles cases of research and publication misconduct accordingly (<https://publicationethics.org/core-practices>).

This journal uses iThenticate's CrossCheck software to detect instances of overlapping and similar text in submitted manuscripts. Read [Wiley's Top 10 Publishing Ethics Tips for Authors](#) and [Wiley's Publication Ethics Guidelines](#).

Author Contributions

For all articles, the journal mandates the CRediT (Contribution Roles Taxonomy)—more information is available on our [Author Services](#) site.

2. Article Types

Article Type	Description	Word Limit	Abstract / Structure	Other Requirements
Research Articles	Present original research, in vivo or in vitro	10 pages	Structured: Purpose, Materials and Methods, Results, Conclusions	References: No limit Figures and Tables: 8

Clinical Reports	Report of the presentation, treatment, and follow-up of an individual patient	10 pages	Non-structured	References: 30 Figures and Tables: 10
Technique Articles	Describes a solution to a particular technical problem in clinical dentistry, in a step-by-step format	10 pages	Non-structured	References: 20 Figures and Tables: 10
Letters to the Editor	Report original data, discuss published articles, or present hypotheses	4 pages	None required	References: 15 Figures and Tables: 2
Reviews	Systematic reviews preferred, contact the editor prior to submitting a non-systematic review	10 pages	Structured: Purpose/ Methods/ Results/ Conclusions	References: No limit Figures and Tables: 7

Title Page. To facilitate the masked review process, include a title page giving only the title of the manuscript and not identifying authorship. Authors' names should not appear on any manuscript page or in revision where track changes are being used.

Abstract. The second page should carry an abstract of no more than 250 words (150 for Brief Communications) consisting of four paragraphs, labeled Purpose, Materials and Methods, Results, and Conclusions. These sections should describe the problem being addressed in the study, how the study was performed, the salient results (without statistical tests), and what the authors conclude from the results.

Key Words. Below the abstract, provide, and identify as such, three to 10 key words or short phrases that will assist indexers in cross-indexing your article. At least three terms from the medical subject headings (MeSH) list of Index Medicus should be used. The use of MeSH headings greatly facilitates the identification of your article by online search engines and improves the likelihood that interested readers can retrieve your article. Assistance in locating MeSH headings is provided at: <http://www.nlm.nih.gov/mesh/MBrowser.html>

Text. Divide text of scientific articles into sections labeled: Introduction, Materials and Methods, Results, and Conclusions. For other types of articles, consult recent issues of the JOPR for further guidance. All acronyms must be spelled out when they first appear in the text.

Introduction. This section should include a description of the problem that inspired the study and what distinguishes it from previous research that investigated the same problem; a brief discussion of relevant published material that addressed the same problem or that documents methodology used

Methods. This section describes materials or subjects used and the methods selected to evaluate them, including information about the overall design, the nature of the sample studied, sample size, the type of interventions (or treatments) applied to the individual elements in the sample, and the principal outcome measure. Statistical methodology and rationale for sample size determination must be included in this section. Please note: All human subject research (including surveys) must include a statement of ethical or institutional review board approval. **Statistical methodology and rationale for sample size determination must be included in this section.**

Results. Present results in logical sequence in the text, tables, and illustrations. Do not repeat in the text all the data in the tables or figures; rather emphasize or summarize only important observations. When reporting results of statistical tests, actual p values must be reported.

Discussion. Organize the discussion as follows: 1) Briefly summarize the most important findings, emphasizing what new knowledge is provided from this study. If the study was hypothesis driven, clearly state whether the results support or do not support the hypothesis. Do not repeat in detail data given in the Results section. 2) Compare the study findings with the extant relevant literature, drawing attention to salient differences and note the implications of the findings within that context. 3) Discuss the study's limitations and how these could impact interpretation.

Conclusions. Includes only a brief and succinct summary of the findings. Conclusions should be written in paragraph form, not as a numbered list.

Acknowledgments. Acknowledge only persons who have made substantive contributions to the study. Obtain written permission from persons acknowledged by name, because readers may infer their endorsement of the data and conclusions. A description of sources of funding, financial disclosure, and the role of sponsors must be included in this section.

Conflicts of Interest. Include this section as part of Acknowledgements, but only if the authors have personal financial interests related to the subject matters discussed in the manuscript. Otherwise indicate that there were no conflicts of interest.

Footnotes and Appendices. Except in tables and figures, footnotes should not be used. Appendices will be placed on the JOPR website by Wiley after consultation with the editor. Appendices should be submitted as separate files and labeled "Supplemental Material for Review".

References. References for research manuscripts are in general limited to no more than 30; for brief communications please limit to ten or fewer. The author(s) must verify cited references against the original documents. JOPR uses the "Vancouver" and information can be found at the Uniform Requirements page and well as some examples at (http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html).

Identify references in text, tables, and legends by Arabic numerals using superscript formatting; number consecutively in the order in which they are first mentioned in the text. Avoid using abstracts as references. Abstracts not published in the periodical literature (e.g., printed only in an annual meeting program) may be cited only as written communications in parentheses in the text. "Unpublished observations" and "personal communications" may not be used as references, although references to written, not oral, communications may be inserted (in parentheses) in the text. For papers accepted but not yet published; designate the journal and add "in press." Information from manuscripts submitted but not yet accepted should be cited in the text as "unpublished observations" (in parentheses). Acceptable forms of references are based on an ANSI standard style adapted by the National Library of Medicine and authors are encouraged to refer to the examples of reference styles provided in the Uniform Requirements. Systematic reviews do not have a specific limitation on number of references.

Tables. Submit each table as a separate document. Number tables with an Arabic numeral consecutively and supply a brief title for each. Explain in footnotes all nonstandard abbreviations used in each table.

Illustrations and Legends. Submit the required number of complete sets of figures. Figures should be of a high standard and if necessary, professionally drawn. Label each figure indicating the number of the figure. Cite each figure in the text in consecutive order. Type legends for illustrations using double spacing, starting on a separate page, with Arabic numerals corresponding to the illustrations. When symbols, arrows, numbers, or letters are used to identify parts of the illustrations, identify, and explain each one clearly in the legend. Explain the internal scale and identify the method of staining in photomicrographs.

Photographs of People. The *Journal of Prosthodontics* follows current HIPAA guidelines for the protection of patient/subject privacy. If an individual pictured in a digital image or photograph can be identified, his or her permission is required to publish the image. The corresponding author may submit a letter signed by the patient authorizing *Journal of Prosthodontics* to publish the image/photo. Or, a form provided by the *Journal of Prosthodontics* (available [here](#) or by clicking the "instructions and Forms" link in Manuscript Central) may be downloaded for your use. The approval must be received by the Editorial Office prior to final acceptance of the manuscript for publication. Otherwise, the image/photo must be altered such that the individual cannot be identified (black bars over eyes, tattoos, scars, etc.). The *Journal of Prosthodontics* will not publish patient photographs that will in any way allow the patient to be identified unless the patient has given their express consent.

Cover Letter

A cover letter should be submitted with [the manuscript](#). It should include (1) information on prior or duplicate publication or submission elsewhere of any part of the work as defined in the Uniform Requirements; (2) a statement of financial or other relationships that might lead to a conflict of interest; (3) a statement that the manuscript has been read and approved by all the authors, that the requirements for authorship have been met, and that each author believes that the manuscript represents honest work; and (4) the name of the corresponding author who is responsible for communicating with the other authors about revisions and final approval of the proofs.

Manuscript Submitted Previously to Another Journal

If a manuscript recently underwent peer review by another journal, authors should disclose this information in the cover letter. They should include either the previous critique or a cover letter with the new submission that explains how the authors have modified the manuscript to address the previous (outside) critique.

Review and Action

Manuscripts are acknowledged upon receipt, reviewed by the editorial staff, and if they meet minimal publication criteria, are sent to the Editor for review. The Editor will either reject the manuscript quickly or assign an Associate Editor to manage peer review. In most cases, at least two outside referees will complete anonymous reviews.

Accepted manuscripts are examined and editorial revisions likely will be made to add clarity and to conform to the JOPR style. Authors will be sent proofs prior to publication. Upon acceptance, papers become the permanent property of the JOPR and may not be reproduced by any means, in whole or in

part, without the written consent of the editor.

Peer Reviewer Nominations

The editor selects the reviewers for each submission and encourages recommendations for reviewers from submitting authors. Thus, during the submission process, authors may nominate up to 4 external referees to review their manuscript (please provide at least their name, title, and email address). The best reviewers are authors of publications on which your research builds and which you cite. Peer reviewers must have a publishing track in the area the manuscript deals with. When suggesting peer reviewers, conflicts of interests should be avoided, that is, suggested referees should not:

- be from the same department or (ideally) the same university;
- have been a research supervisor or graduate student of one of the authors within the past five years;
- have collaborated with one of the authors within the past five years or have plans to collaborate in the immediate future;
- be employees of non-academic organizations with which one of the authors has collaborated within the past five years; or
- be in any other kind of potential conflict of interest situation (e.g., personal, financial).

We ask applicants not to contact suggested referees in advance. The editor reserves the right to send the manuscript to other referees.

Reporting Guidelines for Specific Study Designs

Authors are strongly encouraged to consult best practice guidelines relevant for their research design. Research reports frequently omit important information and delays the review.

Randomized Controlled Clinical Trials (RCTs) are highly encouraged and should be reported in accordance with the CONSORT statement (<http://www.consort-statement.org/>).

A diagram illustrating the flow of participants through the trial is required (<http://www.consort-statement.org/index.aspx?o=1077>). Please complete and include the CONSORT checklist with the submission.

In accordance with recommendations from the ICMJE (Uniform Requirements) it is strongly recommended that RCTs be registered in a WHO accredited trial registry (this is mandatory for industry sponsored trials). Please mention the International Standard Randomized Controlled Trial Number (ISRCTN) (or a comparable trial identifier) at the end of the abstract (in brackets), as well as when you first mention the acronym of a RCT in the manuscript.

Observational Research Designs (e.g., cohort, case-control, and cross-sections) should comport with the STROBE guidelines for reporting observational studies (<http://www.strobe-statement.org/>)

Systematic Reviews and Meta Analysis should follow the PRISMA guidelines (<https://prisma-statement.org/>)

Guidance on the Reporting of Race and Ethnicity

Authors should consult this guidance for manuscripts addressing issues of race and ethnicity. <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2783090>

3. After Acceptance

Early View

The Journal is part of the Wiley Early View service. Articles are published on a regular basis online in advance of their appearance in a print issue. These articles are fully peer reviewed, edited, and complete—they only lack page numbers and volume/issue details—and are considered fully published from the date they first appear online. This date is shown with the article in the online table of contents. Because Early View articles are considered fully complete, please bear in mind that changes cannot be made to an article after the online publication date even if it is still yet to appear in print. The articles are available as full text HTML or PDF and can be cited as references by using their Digital Object Identifier (DOI) numbers. For more information on DOIs, please see <http://www.doi.org/faq.html>.

To view all the articles currently available, please visit the journal homepage ([/journal/1532849](#)). Upon print publication, the article will be removed from the Early View area and will appear instead in the relevant online issue, complete with page numbers and volume/issue details. No other changes will be made.

The implementation of Early View for JOPR represents our commitment to publishing articles as soon as possible for readers, reducing time to publication considerably without sacrificing quality or completeness.

Author Name Change Policy

In cases where authors wish to change their name following publication, Wiley will update and republish the paper and redeliver the updated metadata to indexing services. Our editorial and production teams will use discretion in recognizing that name changes may be of a sensitive and private nature for various reasons including (but not limited to) alignment with gender identity, or as a result of marriage, divorce, or religious conversion. Accordingly, to protect the author's privacy, we will not publish a correction notice to the paper, and we will not notify co-authors of the change. Authors should contact the journal's Editorial Office with their name change request.

Correction to Authorship

In accordance with Wiley's [Best Practice Guidelines on Research Integrity and Publishing Ethics](#) and the [Committee on Publication Ethics'](#) guidance, *Journal of Prosthodontics* will allow authors to correct authorship on a submitted, accepted, or published article if a valid reason exists to do so. All authors – including those to be added or removed – must agree to any proposed change. To request a change to the author list, please complete the [Request for Changes to a Journal Article Author List Form](#) and contact either the journal's editorial or production office, depending on the status of the article. Authorship changes will not be considered without a fully completed Author Change form. [Correcting the authorship is different from changing an author's name; the relevant policy for that can be found in [Wiley's Best Practice Guidelines](#) under "Author name changes after publication."]

NIH Policy

Wiley supports authors by posting the accepted version of articles by NIH grant-holders to PubMed

Central. The accepted version is the version that incorporates all amendments made during peer review, but prior to the publisher's copy-editing and typesetting. This accepted version will be made publicly available 12 months after publication in the journal. The NIH mandate applies to all articles based on research that has been wholly or partially funded by the NIH and that are accepted for publication on or after April 7, 2008. For more information about the NIH's Public Access Policy, visit <http://publicaccess.nih.gov>.

Wiley also offers its **Open Access and Funded Access** services. Upon payment of the Open Access or Funded Access fee, we will deposit the published version of the article into PubMed Central, with public availability in PubMed Central and on the journal's website immediately upon publication.

Copyright

If your paper is accepted, the author identified as the formal corresponding author for the paper will receive an email prompting them to login into Author Services; where via the Wiley Author Licensing Service (WALS) they will be able to complete the license agreement on behalf of all authors on the paper.

For authors signing the Copyright Assignment Form

If the Open Access option is not selected the corresponding author will be presented with the copyright form to sign. The terms and conditions of the copyright form can be previewed [here](#).

Terms and Conditions

Please do not complete this PDF until you are prompted to login into Author Services as described above.

Note to Contributors on Deposit of Accepted Version

Funder arrangements

Certain funders, including the NIH, members of the Research Councils UK (RCUK) and Wellcome Trust require deposit of the Accepted Version in a repository after an embargo period. Details of funding arrangements are set out at the following website: <http://www.wiley.com/go/funderstatement>. Please contact the Journal production editor if you have additional funding requirements, ajosphins@wiley.com.

Copyright Issues

JOPR encourages the posting of manuscripts resulting from NIH-funded research to PubMed Central (www.pubmedcentral.nih.gov) to promote public access to critical research findings. Authors whose manuscripts are accepted for publication in JOPR may post the final, edited version of the manuscript as soon as the printed journal version is distributed.

Wiley Author Services

When an accepted article is received by Wiley's production team, the corresponding author will receive an email asking them to login or register with **Wiley Author Services**. You will be asked to sign a publication license at this point as well as pay for any applicable APCs.

Copyright & Licensing

WALS + standard CTA/ELA and/or Open Access for hybrid titles

You may choose to publish under the terms of the journal's standard copyright agreement, or Open Access under the terms of a Creative Commons License.

Standard [re-use and licensing rights](#) vary by journal. Note that [certain funders](#) mandate a particular type of CC license be used. This journal uses the CC-BY/CC-BY-NC/CC-BY-NC-ND [Creative Commons License](#).

Self-Archiving Definitions and Policies: Note that the journal's standard copyright agreement allows for [self-archiving](#) of different versions of the article under specific conditions.

Proofs

Authors will receive an e-mail notification with a link and instructions for accessing HTML page proofs online/with their proofs included as a pdf. Authors should also make sure that any renumbered tables, figures, or references match text citations and that figure legends correspond with text citations and actual figures. Proofs must be returned within 48 hours of receipt of the email.

Article Promotion Support

[Wiley Editing Services](#) offers professional video, design, and writing services to create shareable video abstracts, infographics, conference posters, lay summaries, and research news stories for your research – so you can help your research get the attention it deserves.

ANEXO A – ATA DE APRESENTAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
CURSO DE ODONTOLOGIA
DISCIPLINA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ODONTOLOGIA

ATA DE APRESENTAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos 07 dias do mês de novembro de 2023, às 15:00 horas, em sessão pública no (a) Auditório APUFSC, na presença da Banca Examinadora presidida pelo Professor Luis André Mendonça Mezzomo

e pelos examinadores:

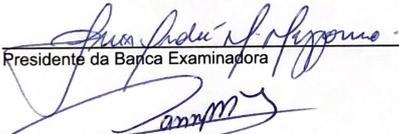
1 – Prof. Dr. Danny Omar Mendonza Marin

2 – Maria Clara Lisboa,

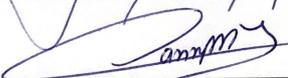
o aluno Kauanne Coelho Pacheco

apresentou o Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação intitulado: Influência do método de manufatura na resistência à flexão de polímeros utilizados na confecção de próteses totais: estudo *in vitro*

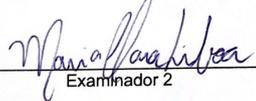
como requisito curricular indispensável à aprovação na Disciplina de Defesa do TCC e a integralização do Curso de Graduação em Odontologia. A Banca Examinadora, após reunião em sessão reservada, deliberou e decidiu pela APROVAÇÃO COM NOTA MÁXIMA do referido Trabalho de Conclusão do Curso, divulgando o resultado formalmente ao aluno e aos demais presentes, e eu, na qualidade de presidente da Banca, lavrei a presente ata que será assinada por mim, pelos demais componentes da Banca Examinadora e pelo aluno orientando.



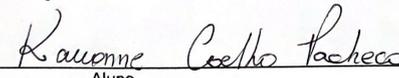
Presidente da Banca Examinadora



Examinador 1



Examinador 2



Aluno