

JOÃO CARLOS SOARES SILVA

**Avaliação das propriedades mecânicas de resinas para base de dentaduras
confeccionadas pelo método convencional e CAD/CAM com diferentes tratamentos
de superfície**

CAMPO GRANDE – MS

2023

JOÃO CARLOS SOARES SILVA

**Avaliação das propriedades mecânicas de resinas para base de dentaduras
confeccionadas pelo método convencional e CAD/CAM com diferentes tratamentos
de superfície**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Odontologia da
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
– Cidade Universitária, para obtenção do
título de Bacharel em Odontologia.

Orientador: Prof. Me. Victor
Augusto Alves Bento.

CAMPO GRANDE – MS

2023

Resultado: _____

Campo Grande (MS) ___ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Victor Augusto Alves Bento.

Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à Deus pela saúde e por todas as bênçãos em minha vida.

Agradeço à minha família pela ajuda nos momentos mais difíceis, me mantendo de pé e sempre me apoiando. Por todo o esforço para não me deixar faltar nada, só eu sei o quanto vocês lutam para eu estar onde estou, obrigado por tudo que vocês já fizeram e ainda fazem por mim.

Agradeço em especial a minha namorada pela parceria nesta longa jornada. Houveram dias felizes, dias apreensivos, dias cansativos e cada dia valeu muito à pena. Obrigado pela paciência, compreensão e apoio em todos os momentos. Os dias são melhores com você. Obrigado por toda parceria de faculdade e de vida, para toda vida, obrigado por ser você.

À minha tia Lúcia e ao meu tio Herivelto por todo apoio e ajuda nesses anos todos de faculdade, desde o início confiaram em mim e me acolheram.

Aos meus primos, Luana e Jailson e a pequena Lara, desde o início me ajudaram, estiveram ao meu lado, torceram por mim e me acolheram recém-chegado em Campo Grande, obrigado por tudo.

Agradeço também ao Professor Me. Victor Augusto Alves Bento pela orientação, paciência e apoio durante todas as etapas do TCC. À professora Dr^a Luciana Mara Negrão por me apadrinhar e por toda ajuda.

Fica aqui o meu muito obrigado à cada professor que contribuiu para o meu aprendizado durante esses 5 anos de graduação.

SUMÁRIO

1. IMPLICAÇÃO CLÍNICA	9
2. INTRODUÇÃO	9
3. OBJETIVO	11
3.1 Objetivo geral:	11
3.2 Objetivo específico:	11
4. MATERIAIS E MÉTODOS	12
4.1 Materiais:	12
4.1.1 Resinas de dentadura:	12
4.1.2 Tratamento de Superfície:	12
4.2 Delineamento:	12
4.3 Dimensão das amostras:	13
4.4 Confeção das amostras:	13
4.4.1 Resina termicamente ativada:	13
4.4.2 Resinas do método CAD/CAM (Fresada e impressa 3D):	14
4.5 Tratamento de Superfície:	15
4.5.1 Polimento mecânico:	15
4.5.2 Glaze fotopolimerizável:	15
4.6 Testes mecânicos:	16
4.7 Análise Estatística	17
5. RESULTADOS	17
5.1 Microdureza	17
5.2 Resistência à flexão	18
5.3 Módulo de elasticidade	20
6. DISCUSSÃO	22
7. CONCLUSÃO	24

8. REFERÊNCIAS _____	25
9. LISTA DE TABELAS _____	28
10. LISTA DE FIGURAS _____	29
ANEXO – NORMAS DO PERIÓDICO _____	30

RESUMO

Silva JCS, Avaliação das propriedades mecânicas de resinas para base de dentaduras confeccionadas pelo método convencional e CAD/CAM com diferentes tratamentos de superfície – Campo Grande – MS 2023. [Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul]

Declaração do problema. A fabricação das dentaduras pelo método CAD/CAM seja por fresagem ou impressão 3D vêm sendo altamente estudado na odontologia, pois são métodos que vêm ganhando o mercado e sendo altamente utilizado pelos profissionais clínicos.

Objetivo. Avaliar as propriedades mecânicas de diferentes tipos de resinas acrílicas utilizadas para confecção da base de dentadura com diferentes tipos de tratamento de superfície.

Materiais e Métodos. Foram confeccionadas um total de 60 amostras, divididas entre os três grupos de resina (convencional, fresado e impresso 3D), subdivididas pelos dois subgrupos do tratamento de superfície (polimento mecânico e glaze fotopolimerizável), no qual foi realizado testes de microdureza superficial com um diamante Knoop, resistência à flexão e módulo de elasticidade por teste de 3 pontos em uma máquina de teste universal. Foi aplicado o teste de análise de variância ANOVA two-way com nível de significância de $p < 0,05$, considerando os fatores resina e tratamento de superfície.

Resultados. Todas as resinas apresentaram, significativamente, maiores valores com glaze fotopolimerizável quando comparado ao polimento ($P < 0,001$). A resina impressa 3D apresentou significativamente os menores valores na resistência à flexão e módulo de elasticidade ($p < 0,05$).

Conclusão. A resina para base de dentadura fresada apresentou as melhores propriedades mecânicas tanto com polimento quanto com glaze fotopolimerizável.

Palavras-chaves: Prótese Dentária; Dentadura; PMMA; CAD/CAM; Avaliação das propriedades mecânicas.

ABSTRACT

Silva JCS, Evaluation of the mechanical properties of resins for denture bases manufactured using the conventional method and CAD/CAM with different surface treatments – Campo Grande – MS 2023. [Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul]

Problem statement: The manufacture of dentures using the CAD/CAM method, whether by milling or 3D printing, is highly trained in dentistry, as these are methods that have been conquering the market and are highly used by clinical professionals. Goal. Evaluate the mechanical properties of different types of acrylic resins used to make denture bases with different types of surface treatments.

Materials and methods: A total of 60 samples were made, divided between the three resin groups (conventional, milled and 3D printed), subdivided by the two surface treatment subgroups (mechanical polishing and light-cured enamel), in which surface microhardness tests were carried out with a Knoop diamond, flexural strength and modulus of elasticity by 3-point test on a universal testing machine. The two-way ANOVA analysis of variance test was applied with a significance level of $p < 0.05$, considering the factors resin and surface treatment.

Results: All resins presented significantly higher values with light-cured enamel when compared to polishing ($P < 0.001$). The 3D printed resin presented significantly lower values in flexural strength and elastic modulus ($p < 0.05$).

Conclusion: The milled denture base resin showed the best mechanical properties with both polishing and light-curing enamel.

Keywords: Dental Prosthesis; Denture; PMMA; CAD/CAM; Assessment of mechanical properties.

1. IMPLICAÇÃO CLÍNICA

A fabricação das dentaduras pelo método CAD/CAM seja por fresagem ou impressão 3D vêm sendo altamente estudado na odontologia, pois são métodos que vêm ganhando o mercado e sendo altamente utilizado pelos profissionais clínicos. Apesar desse grande avanço tecnológico e mercantil, são poucos os estudos sobre o tema, impossibilitando, até o momento, uma concretização dos reais benefícios ou impactos que esses tipos de dentaduras podem causar como tratamento dos pacientes edêntulos, tornando necessários pesquisas analisando suas propriedades, principalmente, com diferentes métodos de tratamentos superficiais.

2. INTRODUÇÃO

O polimetilmetacrilato (PMMA) é o polímero acrílico mais utilizado na fabricação das bases de dentadura por apresentar estética aceitável, fácil manuseio, biocompatibilidade e baixo custo.¹ O método convencional utilizado para fabricação das dentaduras é realizado pela polimerização induzida por calor, sendo pelo método convencional (banho-maria) ou processada por micro-ondas.^{1,2} No entanto, com a introdução da tecnologia de desenho auxiliado por computador/fabricação auxiliada por computador (CAD/CAM) na odontologia, possibilidades de fabricação de dentaduras pelo processo de fresagem e impressão 3D se tornaram possíveis.³

As dentaduras fabricadas pelo método CAD/CAM foram introduzidas com o objetivo de reduzir o tempo clínico, facilitar a duplicação de próteses, otimizar a precisão dimensional e melhorar suas propriedades.^{3,4} O método de fresagem utiliza de blocos de resina acrílica condensadas sob alta pressão e calor, onde o processo de polimerização ocorre em condições padronizadas, objetivando reduzir a porosidade, enquanto que o método de impressão 3D utiliza de resina líquida, no qual a confecção da prótese ocorre

pela deposição de camadas da resina, sendo simultaneamente fotopolimerizadas por luz ultravioleta, apresentando menor tempo e desperdício de material.^{3,5,6}

O biofilme aderido na dentadura apresenta associação com doenças sistêmicas, como endocardite infecciosa e pneumonia aspirativa, apresentando como uma das principais causas de morbimortalidade, sendo um fator de grande importância em pacientes imunocomprometidos.⁷⁻⁹ Diante desses fatores, o tratamento de superfície na dentadura se torna crítico, sendo possível o polimento mecânico, tradicionalmente usado, e o revestimento com glazes resinosos fotopolimerizáveis, sendo apresentado pelo estudo de Kraemer Fernandez et al. (2020) o uso dos glazes Palaseal®, Optiglaze® e Biscovers®, utilizados em resinas de próteses fixas provisórias, como método de tratamento de superfície das resinas de dentaduras com objetivo de uma superfície menos porosa, demonstrando uma redução significativa da rugosidade de superfície, no entanto, não há evidências sobre seus efeitos nas propriedades mecânicas das dentaduras.¹⁰

As propriedades mecânicas das resinas para base de dentadura são regulamentes testadas pelos testes de microdureza superficial, resistência à flexão e módulo de elasticidade.¹¹ A dureza do material determina sua resistência ao desgaste, sendo que próteses feitas com material de baixa dureza podem ser danificadas pela escovação mecânica, causando retenção de placa e pigmentações, diminuindo a vida útil das próteses.^{12,13} As dentaduras devem apresentar alta resistência à flexão e alto módulo de elasticidade, pois durante a mastigação são submetidas a repetidas forças de flexão que induzem tensões internas na resina acrílica, e conseqüentemente, ao longo do tempo causam falha por fadiga.^{14,15} Dessa forma, a alta resistência diminuirá as chances de propagação de trincas e fissuras, evitando fraturas, enquanto que o alto módulo de elasticidade diminuirá as chances de deformação plástica.¹⁴ Próteses dentárias capazes de

sustentar maior flexão em combinação com alta resistência ao carregamento cíclico podem ser menos sujeitas a falha clínica.¹⁵

3. OBJETIVO

3.1 Objetivo geral:

O objetivo do presente estudo é avaliar, através de um estudo in vitro, as propriedades mecânicas de diferentes tipos de resinas acrílicas utilizadas para confecção da base de dentadura com diferentes tipos de tratamento de superfície. A hipótese nula desse estudo é que não haverá diferenças significativas entre os tipos de resinas e em relação ao tipo de tratamento.

3.2 Objetivo específico:

1- Avaliar as propriedades mecânicas de resinas para base de dentadura termicamente ativada (método “banho-maria”) com polimento versus glazefotopolimerizável.

2- Avaliar as propriedades mecânicas de resinas para base de dentadura fresada (método CAD/CAM) com polimento versus glaze fotopolimerizável.

3- Avaliar as propriedades mecânicas de resinas para base de dentadura impressa 3D (método CAD/CAM) com polimento versus glaze fotopolimerizável.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Materiais:

4.1.1 Resinas de dentadura:

Tabela 1. Descrição das resinas que serão utilizadas neste estudo.

GRUPOS	MATERIAL	MARCA	PROPORÇÃO	MÉTODO DE CONFECCÃO
G1	Resina termicamente ativada	Clássico ®	14g pó para 6,5ml monômero	60' banho-maria
G2	Resina Preensada em disco	Blue Dent ®	Disco prensado	Fresadora
G3	Resina líquida	Smart Dent ®	Resina líquida	Impressora 3D

G, Grupo.

4.1.2 Tratamento de Superfície:

Tabela 2. Descrição do tratamento de superfície que serão utilizados neste estudo.

SUBGRUPOS	MATERIAL	MARCA
S1	Lixas de polimento mecânico	Buehler ®
S2	Glaze fotopolimerizavel	Palaseal ®

S, Subgrupo.

4.2 Delineamento:

Foram confeccionadas um total de 60 amostras, divididas entre os três grupos de resina (n=20), subdivididas pelos dois subgrupos do tratamento de superfície (n=10), no qual foi realizado testes de microdureza superficial, resistência à flexão e módulo de elasticidade (Figura 1).

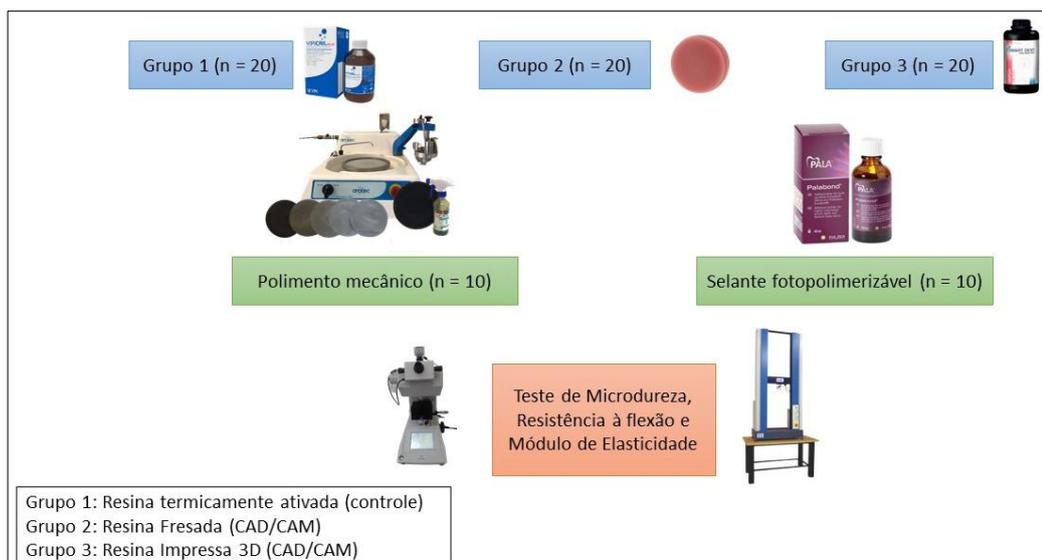


Fig. 1: Fluxograma do delineamento do estudo

4.3 Dimensão das amostras:

As amostras para os três tipos de resinas foram confeccionadas no formato retangular nas dimensões de 15x5x3,3mm (Figura 2), conforme as especificações da norma ISO 20795-1: 2013 e trabalhos da literatura.^{1,5,14, 16,15}

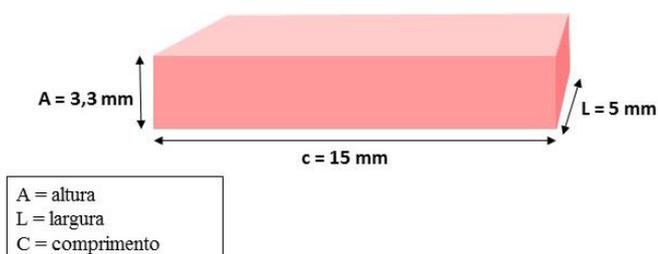


Fig. 2: Esquema representativo das amostras para o teste de microdureza, resistência à flexão e módulo de elasticidade

4.4 Confeção das amostras:

4.4.1 Resina termicamente ativada:

Para a confecção das amostras do grupo convencional, moldes de metal vazados nas dimensões das amostras foram incluídos em muflas de plástico (Vipi – STG Ltda) posicionadas entre placas de vidro sobre gesso especial tipo IV (Durone, Dentsply Ltda). A resina do método convencional rosa médio (VipiCril Plus) foram manuseadas conforme a indicação do fabricante (Tabela 1) e inseridas nos moldes, sendo mantidos sob carga

14,71 kN durante 2 minutos em uma prensa hidráulica (Maxx 1; Essence Dental) e mantidas em bancada por 30 minutos. As amostras foram polimerizadas em banho-maria por 60 minutos em água fervente (100°C), após a polimerização, irregularidades de bordas e excessos de resinas foram removidos com uma broca maxicut (Vicking), conforme trabalhos da literatura.^{1,5,14,15,17}

4.4.2 Resinas do método CAD/CAM (Fresada e impressa 3D):

As amostras confeccionadas pelo método fresado e impresso 3D, primeiramente, foram projetadas em um software CAD (Exocad; Exocad GmbH). Os arquivos de linguagem de mosaico padrão CAD foram enviados para o software CAM da fresadora e da impressora 3D. Blocos de PMMA rosa médio (BlueDent Ltd.) foram fresados em uma fresadora de 5 eixos (SilaMill 5R; SILADENT) para obtenção das amostras fresadas, enquanto uma resina líquida de PMMA rosa médio (SmartDent Ltd.) foi utilizada em uma impressora estereolitográfica com tecnologia de processamento digital de luz (MoonRay Model S; VertySystem) para obtenção das amostras impressas 3D. As amostras foram fresadas e impressas em blocos nas dimensões 64 x 10 x 30 mm. Os blocos foram fixados em uma cortadora metalográfica (Buehler) de precisão com sistema de corte pendular por gravidade (Figura 3), com utilização de um disco de corte diamantado 0,3 mm de espessura (Buehler) para obtenção de medidas 15x 5 x 3,3 mm, conforme trabalhos da literatura.^{5,14,15}



Fig. 3: Cortadora metalográfica de precisão com sistema de corte pendular por gravidade.

4.5 Tratamento de Superfície:

4.5.1 Polimento mecânico:

As amostras foram submetidas a um acabamento e polimento padronizado, usando discos de lixas na seguinte sequência de granulação: #200; #600; #1000 (Carbamet; Buehler); e #800; #1200 (Microcut; Buehler), acoplados em máquina de polimento automático (AutoMet 250; Buehler) sob irrigação de água constante em 300 rpm durante 30 segundos em cada face. Após o acabamento com lixas, as amostras foram polidas com solução policristalina diamantada (MetaDi, Supreme; Buehler) passado em todas as faces planas e aplicado por 5 segundos em um disco de feltro acoplado na máquina de polimento automático em 300 rpm. Em seguida, os espécimes foram limpos por ultrassom (UltraSonic Cleane; UNIQUE) por 5 minutos para remoção de resíduos. As medidas 15x5x3,3mm foram confirmadas com paquímetro digital com resolução de 0,01 mm (Digimatic; Mitutoyo South American Ltd.) em 5 pontos, conforme trabalhos da literatura.^{5,14,15,17}

4.5.2 Glaze fotopolimerizável:

As amostras do subgrupo de glaze resinoso foram submetidas a um acabamento com disco de lixa #200 (Carbamet; Buehler) para padronização das medidas 15x5x3,3mm que foram confirmadas com paquímetro digital com resolução de 0,01 mm (Digimatic; Mitutoyo South American Ltd.) em 5 pontos. Em seguida, foi utilizado o glaze resinoso Palaseal® (Pala) que foi aplicado com auxílio de um pincel pelo de marta (Tigre®) por toda a superfície da amostra e fotopolimerizado por 20 segundos com fotopolimerizador Bluephase N® (Ivoclar, vivadent), conforme trabalhos da literatura.¹⁰

4.6 Testes mecânicos:

A microdureza superficial foi avaliada com um microdurômetro (HMV-2T; Shimadzu Corp) equipado com um diamante Knoop, de acordo com as diretrizes da ASTM E384 -11.¹⁸ Três marcações foram realizadas em cada amostra com distâncias de 500 μm com uma carga vertical estática de 0,24N por 10 segundos. Um único operador mediu a maior diagonal de cada marcação, e a média das 3 medições foi definida como o valor de microdureza (KNH, Kgf/mm²) da amostra.¹⁹

A resistência à flexão e o módulo de elasticidade foram testados através de um teste de flexão de 3 pontos em uma máquina de teste universal (EMIC, São José dos Pinhais, SP, Brasil), de acordo com as diretrizes da ISO 20795-1:(2013)16 para polímeros de base de dentadura. As amostras foram posicionadas em vigas de suporte circulares com vão de 50 mm de comprimento. Uma célula de carga de 100 kg/F foi utilizada para aplicação de carga constante no centro da amostra a uma velocidade de cruzeta de 5 mm/min até a fratura. O momento da fratura foi designado como o momento em que a carga aplicada caiu a zero. Os dados foram registrados por meio de um programa de software (Tesc; Intermetric Ltd). A resistência à flexão e o módulo de elasticidade foram então calculados a partir das seguintes equações:

(1)

$$\text{Resistência à Flexão (Mpa)} = 3Fl/2bh^2$$

(2)

$$\text{Módulo de elasticidade (Mpa)} = Fl^3/4bh^3d$$

onde F é a carga máxima, l é a distância entre os apoios, b é a largura, h é a altura, e d é a deflexão.^{15,17}

4.7 Análise Estatística

Os conjuntos de dados foram analisados com o software estatístico SigmaPlot 14.5. As medidas contínuas com valores de média e desvio padrão para todos os grupos e testes foram computados. Foi aplicado o teste de análise de variância ANOVA two-way com nível de significância de $p < 0,05$, considerando os fatores resina e tratamento de superfície. Em casos de um valor P significativo, as comparações de pares foram feitas usando Tukey-Teste de comparação múltipla de Kramer para comparar a média do grupo controle com os grupos de intervenção, também como dentro de grupos de intervenção, conforme trabalhos da literatura.^{1,5,14,15,17}

5. RESULTADOS

5.1 Microdureza

A ANOVA two-way considerando os fatores resina e tratamento, mostrou que o fator tratamento ($F=122,261$; $P<0,001$) e a interação resina e tratamento ($F=3,529$; $P=0,036$) afetaram significativamente a microdureza (Tabela 3).

Tabela 3. ANOVA two-way com medidas repetidas para microdureza.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Resina	2	0,441	0,221	0,535	0,589
Tratamento	1	50,417	50,417	122,261	<0,001*
Resina x Tratamento	2	2,910	1,455	3,529	0,036*
Residual	54	22,268	0,412		
Total	59	76,036	1,289		

* diferença significativa ($p < 0,05$).

Ao analisar comparação múltipla de pares (teste de Tukey), independentemente do tratamento de superfície, as resinas não apresentaram diferenças significativas ($P<0,05$), apesar disso a resina impressa 3D apresentou o menor valor com polimento e o

maior valor com o glaze. Todas as resinas apresentaram, significativamente, maiores valores com glaze quando comparado ao polimento ($P < 0,001$) (Tabela 4 e Figura 4).

Tabela 4. Média \pm desvio padrão da microdureza de acordo com a resina e tratamento de superfície.

Material	Microdureza	
	Tempo de envelhecimento (Média \pm DP)	
	Polimento	Glaze
Convencional, resina Clássico	15,81 \pm 0,33Aa	17,19 \pm 0,47Ab
Fresado, resina Blue Dent	15,85 \pm 0,55Aa	17,54 \pm 0,68Ab
Impresso 3D, resina Smart Dent	15,45 \pm 0,29Aa	17,88 \pm 1,01Ab

Letras maiúsculas diferentes em colunas e letras minúsculas diferentes em linhas apresentam diferença significativa ($p < 0,05$).

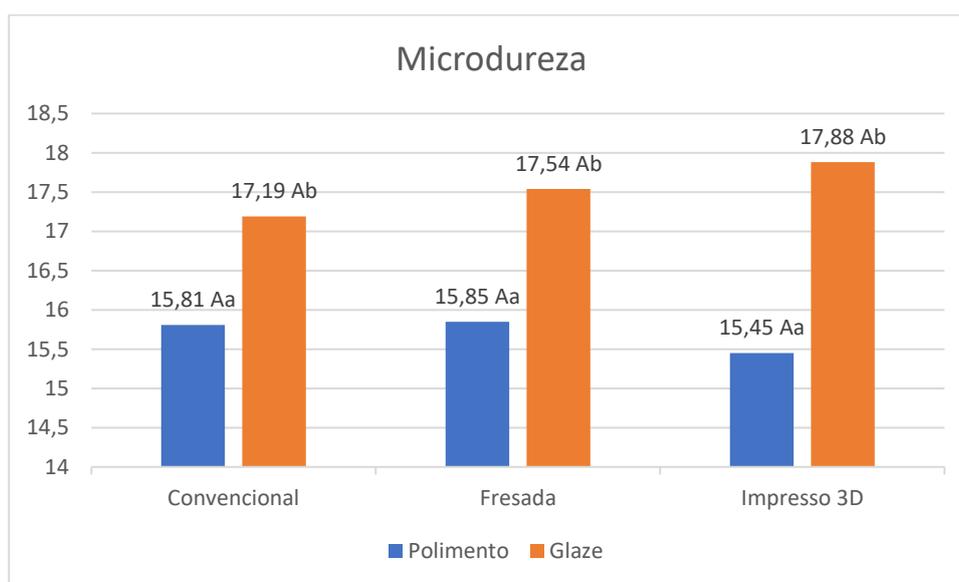


Fig. 4: Gráfico de Microdureza.

5.2 Resistência à flexão

A ANOVA two-way considerando os fatores resina e tratamento, mostrou que os fatores resina ($F=12,850$; $P < 0,001$), tratamento ($F=40,722$; $P < 0,001$) e a interação resina e tratamento ($F=10,772$; $P < 0,001$) afetaram significativamente a resistência à flexão (Tabela 5).

Tabela 5. ANOVA two-way com medidas repetidas para resistência à flexão.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Resina	2	274,353	137,177	12,850	<0,001*
Tratamento	1	434,704	434,704	40,722	<0,001*
Resina x Tratamento	2	229,981	114,991	10,772	<0,001*
Residual	54	576,450	10,675		
Total	59	1515,489	25,686		

* diferença significativa ($p < 0,05$).

Ao analisar comparação múltipla de pares (teste de Tukey), a resina impressa 3D com polimento apresentou, significativamente, os menores valores ($P < 0,001$), enquanto as resinas com glaze não apresentaram diferenças significativas entre si ($p > 0,05$). Todas as resinas apresentaram maiores valores com o glaze, sendo significativo nas resinas convencional ($P = 0,02$) e impresso 3D ($P < 0,001$) (Tabela 6 e Figura 5).

Tabela 6. Média \pm desvio padrão da resistência à flexão de acordo com a resina e tratamento de superfície.

Material	Resistência à Flexão	
	Tempo de envelhecimento (Média \pm DP)	
	Polimento	Glaze
Convencional, resina Clássico	138,45 \pm 2,86Aa	141,92 \pm 3,57Ab
Fresado, resina Blue Dent	139,71 \pm 3,12Aa	141,56 \pm 2,50Aa
Impresso 3D, resina Smart Dent	130,47 \pm 2,71Ba	141,31 \pm 3,64Ab

Letras maiúsculas diferentes em colunas e letras minúsculas diferentes em linhas apresentam diferença significativa ($p < 0,05$).

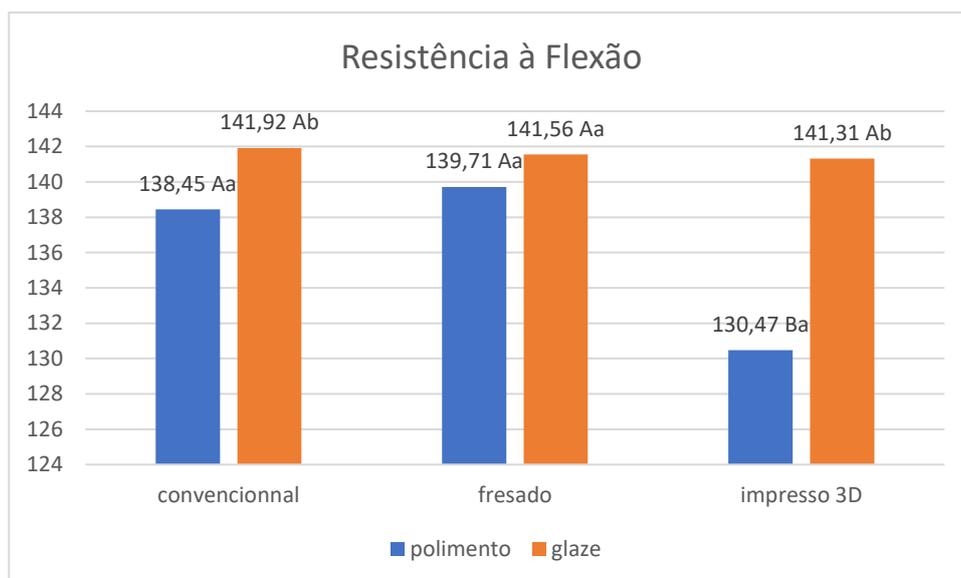


Fig. 5: Gráfico de Resistência à Flexão.

5.3 Módulo de elasticidade

A ANOVA two-way considerando os fatores resina e tratamento, mostrou que os fatores resina ($F=15,8492$; $P<0,001$), tratamento ($F=11,800$; $P=0,001$) e a interação resina e tratamento ($F=4,645$; $P=0,014$) afetaram significativamente o módulo de elasticidade (Tabela 7).

Tabela 7. ANOVA two-way com medidas repetidas para módulo de elasticidade.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Resina	2	21939,473	10969,737	15,492	<0,001*
Tratamento	1	8355,580	8355,580	11,800	0,001*
Resina x Tratamento	2	6577,546	3288,773	4,645	0,014*
Residual	54	38236,952	708,092		
Total	59	75109,551	1273,043		

* diferença significativa ($p < 0,05$).

Ao analisar comparação múltipla de pares (teste de Tukey), a resina fresada apresentou significativamente o maior valor com polimento ($P<0,05$), enquanto com glaze também apresentou o maior valor, no entanto não teve diferença significativa a resina fresada ($P=0,56$). Todas as resinas apresentaram os maiores valores com glaze,

apresentando diferença significativa na resina impressa 3D ($P < 0,001$) (Tabela 8 e Figura 6).

Tabela 8. Média \pm desvio padrão do módulo de elasticidade e acordo com a resina e tratamento de superfície.

Material	Módulo de Elasticidade	
	Tempo de envelhecimento (Média \pm DP)	
	Polimento	Glaze
Convencional, resina Clássico	757,21 \pm 17,73Aa	758,55 \pm 17,39Aa
Fresado, resina Blue Dent	795,30 \pm 28,18Ba	813,11 \pm 32,31Ba
Impresso 3D, resina Smart Dent	749,22 \pm 22,93Aa	800,87 \pm 29,01Bb

Letras maiúsculas diferentes em colunas e letras minúsculas diferentes em linhas apresentam diferença significativa ($p < 0,05$).

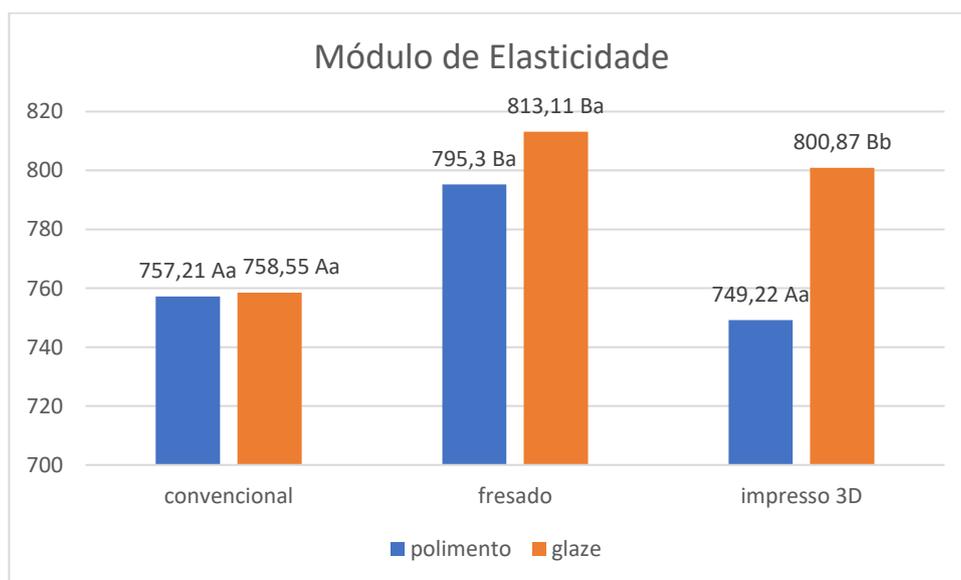


Fig. 6: Gráfico de Módulo de Elasticidade.

6. DISCUSSÃO

Os resultados da ANOVA two-way apresentado neste estudo rejeitam a hipótese nula, pois de acordo com os resultados obtidos pelas propriedades mecânicas foi encontrado diferenças significativas entre os diferentes tipos de resina na resistência à flexão e módulo de elasticidade e entre o glaze fotopolimerizável com o polimento mecânico em todas as propriedades avaliadas, demonstrando uma melhoria das propriedades mecânicas das dentaduras com a aplicação do glaze.

A capacidade de resistência à desgastes e ranhuras das resinas para base de dentaduras é avaliada por meio de testes de microdureza superficial.¹¹ Resinas para base de dentaduras devem apresentar a dureza de Knoop com valores maiores de 15 Kgf/mm² para que promova maior resistência à abrasão pela escovação e, conseqüentemente redução da adesão de microorganismos.²⁰ Os resultados desse estudo demonstraram que o uso do glaze fotopolimerizável aumentou significativamente as propriedades de dureza do material. Isso se deve ao glaze atuar preenchendo as microfissuras e microdefeitos das superfícies, proporcionando uma superfície regular, homogênea e mais lisa, além disso, promove uma fina camada na superfície da resina que aumenta em 17,3% da sua carga.^{10,22}

A resistência à flexão expressa a capacidade do material em resistir a fraturas, seja ela por forças de cisalhamento durante a mastigação, hábitos de parafunção ou por impactos durante quedas.¹⁴ Neste estudo, o tratamento de superfície com glaze para as resinas convencional e impressa 3D apresentaram os maiores valores, sendo que, a resina impressa 3D apresentou o menor valor com polimento, já com o glaze apresentou grande aumento, se igualando as outras resinas. Esses resultados corroboram com o estudo de Prpić et al (2020) que demonstraram que as resinas impressas 3D apresentam menor resistência à flexão que as resinas convencionais e fresadas, sendo isso relacionado ao seu

próprio método de confecção que não é fabricado sob grande calor e pressão, assim aumentando o número de monômeros superficiais e maiores chances de bolhas.¹²

As próteses durante a mastigação ou hábitos ou movimentos parafuncionais tende a sofrer deformação ou fratura, sendo o módulo de elasticidade determinante para essa condição. Quanto maior o módulo de elasticidade do material menor será sua deformação e, conseqüentemente maior será a probabilidade de fratura.²⁴ Por outro lado, o baixo valor do módulo de elasticidade favorece a deformações que muitas vezes podem ser irreversíveis. Os resultados desse estudo demonstram a resina impressa 3D apresentou os menores valores, tanto com polimento quanto glaze. Assim a resina impressa 3D apresenta ter uma maior deformação plástica em comparação as outras resinas, o que conseqüentemente pode causar, clinicamente, alterações de dimensões, levando a alterações oclusais e perda de retenção.^{19,23}

O tratamento de superfície com o glaze fotopolimerizável visa melhorar algumas propriedades das resinas utilizadas para base de dentaduras, resultando em maior resistência mecânica. O estudo se limita por seu design in vitro, onde os materiais são submetidos a testes simulando condições orais de trabalho. Sugere-se a realização de estudos futuros para avaliação das propriedades ópticas, de superfície, microbiológicas e mecânicas ao longo do tempo de resinas utilizadas para base de dentadura, além disso, avaliações clínicas para avaliação de conforto, estética e satisfação dos pacientes frente a esses tratamentos de superfície.

7. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos neste estudo em vitro, conclui-se que:

A resina para base de dentadura fresada apresentou as melhores propriedades mecânicas tanto com polimento quanto com glaze fotopolimerizável.

O uso do glaze fotopolimerizável melhorou consideravelmente as propriedades mecânicas das resinas para base de dentadura, principalmente a resina de impressão 3D.

8. REFERÊNCIAS

1. Singh S, Palaskar JN, Mittal S. Comparative evaluation of surface porosities in conventional heat polymerized acrylic resin cured by water bath and microwave energy with microwavable acrylic resin cured by microwave energy. *Contemp Clin Dent* 2013;4:147-51.
2. Anusavice KJ, Shen C, Rawls R. Phillips' science of dental materials 12th ed. Philadelphia: Elsevier; 2012.
3. van Noort R. The future of dental devices is digital. *Dent Mater* 2012;28:3-12.
4. Bidra AS, Taylor TD, Agar JR. Computer-aided technology for fabricating complete dentures: systematic review of historical background, current status, and future perspectives. *J Prosthet Dent* 2013;109:361-6.
5. Al-Dwairi ZN, Tahboub KY, Baba NZ, Goodacre CJ. A Comparison of the flexural and impact strengths and flexural modulus of CAD/CAM and conventional heat-cured polymethyl methacrylate (PMMA). *J Prosthodont* 2020;29:341-9.
6. Steinmassl PA, Klaunzer F, Steinmassl O, Dumfahrt H, Grunert I. Evaluation of currently available CAD/CAM denture systems. *Int J Prosthodont* 2017;30:116–22.
7. Altieri KT, Sanitá PV, Machado AL, Giampaolo ET, Pavarina AC, Jorge JH, Vergani CE. Eradication of a mature methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) biofilm from acrylic surfaces. *Braz Dent J*. 2013 Sep-Oct;24(5):487-91.
8. Coco BJ, Bagg J, Cross LJ, Jose A, Cross J, Ramage G. Mixed *Candida albicans* and *Candida glabrata* populations associated with the pathogenesis of denture stomatitis. *Oral Microbiol Immunol*. 2008 Oct;23(5):377-83.
9. Gleiznys A, Zdanavičienė E, Žilinskas J. *Candida albicans* importance to denture wearers. A literature review. *Stomatologija*. 2015;17(2):54-66.
10. Kraemer Fernandez P, Unkovskiy A, Benkendorff V, Klink A, Spintzyk S. Surface Characteristics of Milled and 3D Printed Denture Base Materials Following Polishing and Coating: An In-Vitro Study. *Materials (Basel)*. 2020 Jul 24;13(15):3305.
11. Ayaz EA, Bagis B, Turgut S: Effects of thermal cycling on surface roughness, hardness and flexural strength of polymethylmethacrylate and polyamide denture base resins. *J Appl Biomater Funct Mater* 2015;13:280-6.

12. Prpić V, Schauerl Z, Čatić A, Dulčić N, Čimić S. Comparison of mechanical properties of 3D-Printed, CAD/CAM, and conventional denture base materials. *J Prosthodont*. 2020;29:524-8.
13. Ayman AD. The residual monomer content and mechanical properties of CAD\CAM resins used in the fabrication of complete dentures as compared to heat cured resins. *Electron Physician*. 2017;9:4766-72.
14. Ajaj-Alkordy NM, Alsaadi MH. Elastic modulus and flexural strength comparisons of high-impact and traditional denture base acrylic resins. *Saudi Dent J* 2014;26:15-8.
15. Diaz-Arnold AM, Vargas MA, Shaull KL, Laffoon JE, Qian F. Flexural and fatigue strengths of denture base resin. *J Prosthet Dent* 2008;100:47-51.
16. Europeans Standards. EN ISO 20795-1:2013: Denture base polymers. (<https://www.en-standard.eu/bs-en-iso-20795-1-2013-dentistry-base-polymers-denture-base-polymers/>).
17. Peracini, A., Machado Andrade, I., Oliveira, V. C., Macedo, A. P., Silva-Lovato, C. H., Oliveira Pagnano, V., Watanabe, E., & Oliveira Paranhos, H. F. (2017). Antimicrobial action and long-term effect of overnight denture cleansers. *American journal of dentistry*, 30(2), 101–108.
18. American Society for Testing Materials. ASTM E384 -11 Standard Test Method for Knoop and Vickers Hardness of Materials. ASTM International; 9 16:10:03 EDT 2012. (<https://www.astm.org/e0384-11.html>).
19. Melo CBF, Feitosa MD, Maia SDB, Barreto JO, Peixoto RF, Regis RR. Effect of a continuous mechanical polishing protocol on the color stainability, microhardness, mass, and surface roughness of denture base acrylic resin. *J Prosthet Dent* 2021;126:796-802.
20. Miessi AC, Goiato MC, Ribeiro PP, Santos DM, Pesqueira AA, Haddad MF. Avaliação da microdureza superficial de quatro diferentes resinas acrílicas para base de dentadura. *Cienc Odontol Bras* 2007 out./dez.; 10 (4): 49 - 54.
21. Çakmak G, Subaşı MG, Yilmaz B. Effect of thermocycling on the surface properties of resin- matrix CAD-CAM ceramics after different surface treatments. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2021;117:104401.

22. Aguirre BC, Chen JH, Kontogiorgos ED, Murchison DF, Nagy WW. Flexural strength of denture base acrylic resins processed by conventional and CAD-CAM methods. *J Prosthet Dent* 2020;123:641-6.
23. Gomes, T., Gomes, F. L., Mello, J. A. S. D., & Castro Junior, O. V. D. (1999). Técnica de reparo em prótese total fraturada. *Rev. odontol. Univ. St. Amaro*, 59-61.

9. LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição das resinas que serão utilizadas neste estudo.	12
Tabela 2. Descrição do tratamento de superfície que serão utilizados neste estudo.....	12
Tabela 3. ANOVA two-way com medidas repetidas para microdureza.....	17
Tabela 4. Média \pm desvio padrão da microdureza de acordo com a resina e tratamento de superfície.....	18
Tabela 5. ANOVA two-way com medidas repetidas para resistência à flexão.	19
Tabela 6. Média \pm desvio padrão da resistência à flexão de acordo com a resina e tratamento de superfície.....	19
Tabela 7. ANOVA two-way com medidas repetidas para módulo de elasticidade.	20
Tabela 8. Média \pm desvio padrão do módulo de elasticidade e acordo com a resina e tratamento de superfície.	21

10. LISTA DE FIGURAS

Fig. 1: Fluxograma do delineamento do estudo	13
Fig. 2: Esquema representativo das amostras para o teste de microdureza, resistência à flexão e módulo de elasticidade	13
Fig. 3: Cortadora metalográfica de precisão com sistema de corte pendular por gravidade.	15
Fig. 4: Gráfico de Microdureza.	18
Fig. 5: Gráfico de Resistência à Flexão.....	20
Fig. 6: Gráfico de Módulo de Elasticidade.	21

ANEXO – NORMAS DO PERIÓDICO

NORMAS DO PERIÓDICO AO QUAL FOI SUBMETIDO O TCC

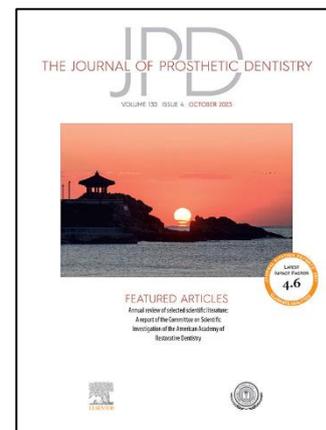
Periódico de escolha para submissão: Journal of Prosthetic Dentistry

Qualis Capes: A1

Fator de Impacto: 4.6

Normas para submissão estão disponíveis no link:

<https://www.elsevier.com/journals/journal-of-prosthetic-dentistry/0022-3913/guide-for-authors>



Editor: Stephen F. Rosenstiel, Columbus, Ohio.

Editorial Office