

DANIELLE DA SILVA SANTOS

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES DE PLACAS PARA BRUXISMO
DOS MÉTODOS CONVENCIONAIS E TECNOLOGIA CAD/CAM APÓS
DESAFIO EROSIVO**

Campo Grande

2025

DANIELLE DA SILVA SANTOS

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES DE PLACAS PARA BRUXISMO
DOS MÉTODOS CONVENCIONAIS E TECNOLOGIA CAD/CAM APÓS
DESAFIO EROSIVO**

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

Orientadora: Prof.^a Dra. Daisilene Baena
Castillo

Campo Grande

2025

Danielle da Silva Santos

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES DE PLACAS PARA BRUXISMO DOS
MÉTODOS CONVENCIONAIS E TECNOLOGIA CAD/CAM APÓS DESAFIO
EROSIVO**

Resultado: _____

Campo Grande (MS) _____ **de** _____ **de** _____

BANCA EXAMINADORA

Orientadora Prof.^a Dra. Daisilene Baena Castillo

Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Avaliadora Prof.^a Dra. Alessandra Pucci Mantelli Galhardo

Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Avaliador Prof. Me. Luiz Massaharu Yassumoto

Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, cujo esforços tornaram possível a realização deste sonho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser a base de toda a minha força, por me abençoar com saúde, coragem e perseverança para chegar até aqui. A Ele, que me guiou em cada passo, que acalmou meu coração nos momentos de incerteza e me sustentou quando pensei em desistir.

A Nossa Senhora Aparecida, minha amada padroeira, a quem sou profundamente devota, agradece por interceder por mim, por me acolher sob seu manto de amor e por me dar serenidade e fé para seguir em frente mesmo diante das dificuldades.

À minha mãe, Márcia, que é o meu maior exemplo de amor, coragem, determinação e força. Mãe, nada disso seria possível sem o seu apoio incondicional, suas palavras de incentivo e sua presença constante. Obrigada por acreditar em mim mesmo quando eu duvidei, por me dar força nos momentos em que o cansaço falava mais alto e por me ensinar que o amor supera qualquer obstáculo. Este trabalho é tão seu quanto meu.

Ao meu pai, Pedro, agradeço com todo carinho pelo esforço, dedicação e por nunca medir sacrifícios para que eu pudesse chegar até aqui. Sua confiança em mim e seu exemplo de responsabilidade e trabalho me inspiram todos os dias.

Ao meu irmão, Thiago que sempre foi meu parceiro de vida, obrigada por estar comigo em todas as fases, compartilhando alegrias, desafios e conquistas.

Ao meu namorado, Fábio expresso minha mais profunda gratidão. Obrigada pelo amor, pela paciência, pelo apoio e por estar ao meu lado em todos os momentos, celebrando minhas conquistas e me acolhendo nos momentos difíceis. Sua presença foi meu porto seguro, e seu amor, meu combustível para continuar.

À minha tia Mari e minha prima Maria Luiza que com amor e gratidão sempre torceram por mim com entusiasmo e carinho. Seu apoio e suas palavras de incentivo me motivaram a seguir firme, mesmo quando tudo parecia difícil.

À minha querida orientadora, Daisilene Castillo, minha sincera gratidão pela paciência, compreensão e dedicação em cada etapa deste trabalho. Obrigada por acreditar no meu potencial e por conduzir este processo com sabedoria, incentivo e generosidade.

À minha parceira de pesquisa, Eduarda pela dedicação, paciência e colaboração constante durante o desenvolvimento deste trabalho. Seu comprometimento e companheirismo tornaram este processo mais agradável e leve.

À minha querida amiga Laura, meu agradecimento especial pela ajuda inestimável, pela amizade verdadeira e por estar sempre disposta a me ouvir, me apoiar e me motivar.

E, por fim, aos meus amigos, Ketelyn, Giovanna, Sofia, Lucas, João, Mayara, Shiley e Mochi que tornaram os dias na faculdade mais alegres e cheios de boas lembranças. Cada risada, conversa e gestos de apoio foram fundamentais para que esta caminhada fosse mais doce e humana. A cada um de vocês, o meu muito obrigado. Este sonho se torna realidade porque, de alguma forma, cada um contribuiu com seu amor, fé, amizade e apoio.

“A persistência é o caminho do êxito.”

Charles Chaplin

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição das resinas que foram utilizadas	15
Tabela 2. Resultado do teste ANOVA duas vias para os dados de rugosidade	23
Tabela 3. Resultado ANOVA duas vias para os dados de rugosidade	24

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma do delineamento da pesquisa	15
Figura 2: Confeccção dos corpos de prova em resina acrílica autopolimerizável	17
Figura 3: Confeccção dos corpos de prova em resina acrílica termopolimerizável	18
Figura 4: A. Máquina Ministar S- Scheu Dental®. B. Confeccção das amostras em resina acrílica dura/soft	18
Figura 5: A. Blocos de resina acrílica fresada. B. Bastões de resina acrílica impressa 3D	19
Figura 6: Cortadora de precisão Buehler IsoMet® 1000	19
Figura 7: Todos os espécimes do estudo	19
Figura 8: Kit para polimento de resina acrílica	20
Figura 09: A. Ácido Clorídrico 5%. B. Estufa. C. Amostras imersas em HCL	21
Figura 10: A. Rugosímetro Compacto SJ-410® - Mitutoyo Corporation. B. Corpo de prova estabilizado em base de silicone de adição para a medição	22
Figura 11: Média $\pm$ desvio padrão dos valores de rugosidade	23
Figura 12: Média $\pm$ desvio padrão dos valores de dureza	25

RESUMO

SANTOS DS. Avaliação das propriedades de placas para bruxismo dos métodos convencionais e tecnologia CAD/CAM após desafio erosivo. Campo Grande 2025. [Trabalho de Conclusão de Curso-Universidade Federal de Mato Grosso do Sul]

Declaração clínica: O estilo de vida acelerado e o estresse têm contribuído para o aumento do bruxismo, caracterizado pelo apertamento ou ranger dos dentes. Com isso, cresce o uso de placas oclusais noturnas. Diante desse cenário, é essencial que o cirurgião-dentista conheça as propriedades das placas interoclusais, destacando-se aquelas produzidas pelo sistema digital CAD/CAM, uma tecnologia incorporada à prática clínica.

Objetivo: avaliar as propriedades de superfície (rugosidade e microdureza) de resinas utilizadas na confecção de placas interoclusais dos métodos convencionais (termopolimerizável, autopolimerizável e mista) e CAD/CAM (fresada e impresso 3D) em diferentes tempos de envelhecimento, por desafio erosivo.

Materiais e métodos: Trata-se de uma pesquisa experimental laboratorial, em que 50 amostras foram confeccionadas em diferentes materiais: resina termopolimerizável, autopolimerizável, mista, fresada e impressa em 3D (n=10), compondo 5 grupos. As amostras foram submetidas à imersão em solução de ácido clorídrico a 5% (pH 2,0) para simular o envelhecimento, com análises de rugosidade e microdureza realizadas nos tempos T0 (tempo inicial), T1(45 h) e T2(91 h). Os dados foram analisados por ANOVA de duas vias ($p<0,05$) e teste de Tukey.

Resultados: Todas as resinas apresentaram alterações significativas após o envelhecimento ácido; entretanto, as placas do tipo fresada, exibiram menor (aumento) de rugosidade e menor (redução) de microdureza, indicando maior resistência e estabilidade superficial. Já as resinas autopolimerizável e mista demonstraram maior susceptibilidade à degradação química.

Conclusão: A resina fresada mostrou maior resistência e estabilidade em ambiente ácido, enquanto as resinas convencionais apresentaram maior degradação e menor durabilidade em condições erosivas.

Palavras-chave: Bruxismo, Placa oclusal, CAD/CAM, Refluxo gastroesofágico, Rugosidade superficial.

ABSTRACT

SANTOS DS. Evaluation of the properties of bruxism splints made by conventional methods and CAD/CAM technology after erosive challenge. Campo Grande 2025. [Trabalho de Conclusão de Curso-Universidade Federal de Mato Grosso do Sul]

Clinical statement: Fast-paced lifestyles and stress have contributed to an increase in bruxism, characterized by clenching or grinding of the teeth. As a result, the use of nighttime occlusal splints is growing. Given this scenario, it is essential that dentists understand the properties of interocclusal splints, particularly those produced by the CAD/CAM digital system, a technology incorporated into clinical practice.

Objective: To evaluate the surface properties (roughness and microhardness) of resins used in the manufacture of interocclusal splints using conventional methods (thermopolymerizable, self-polymerizable, and mixed) and CAD/CAM (milled and 3D printed) at different aging times, using an erosive challenge.

Materials and methods: This is a laboratory experimental study in which 50 samples were made from different materials: thermopolymerizable, self-polymerizable, mixed, milled, and 3D printed resins (n=10), comprising 5 groups. The samples were immersed in a 5% hydrochloric acid solution (pH 2.0) to simulate aging, with roughness and microhardness analyses performed at times T0 (initial time), T1 (45 h), and T2 (91 h). The data were analyzed by two-way ANOVA ($p < 0.05$) and Tukey's test.

Results: All resins showed significant changes after acid aging; however, the milled plates exhibited less (increase) in roughness and less (reduction) in microhardness, indicating greater resistance and surface stability. The self-curing and mixed resins showed greater susceptibility to chemical degradation.

Conclusion: The milled resin showed greater resistance and stability in an acidic environment, while the conventional resins showed greater degradation and lower durability under erosive conditions.

Keywords: Bruxism, Occlusal splint, CAD/CAM, Gastroesophageal reflux, Surface roughness.

SUMÁRIO

1. IMPLICAÇÃO CLÍNICA	12
2. INTRODUÇÃO	13
3. MATERIAIS E MÉTODOS	15
3.1 Tipo de Estudo	15
3.2 Delineamento	15
3.3 Materiais	15
3.4 Confeção das amostras	16
3.5 Polimento das amostras	20
3.6 Envelhecimento por desafio erosivo	20
3.7 Teste de rugosidade	21
3.8 Teste de microdureza	22
3.9 Análise Estatística	22
4. RESULTADOS	23
5. DISCUSSÃO	26
6. CONCLUSÃO	29
7. REFERÊNCIAS	30
ANEXO A - Normas da Revista	33
ANEXO B - Parecer sobre o Projeto de Pesquisa	34

Este trabalho de conclusão de curso foi redigido segundo as normas para submissão de manuscritos pela revista: “The Journal of Prosthetic Dentistry”. As normas de formatação estão apresentadas no Anexo, assim como no site: <https://www.elsevier.com/journals/journal-of-prosthetic-dentistry/0022-3913/guide-for-authors>.

1. IMPLICAÇÃO CLÍNICA

Vivendo em um ritmo acelerado e com tempo cada vez mais limitado para as atividades diárias, é comum que o estresse e a ansiedade estejam presentes na rotina de muitas pessoas. Esses fatores psicológicos podem desencadear hábitos parafuncionais, como o apertamento ou o ranger dos dentes durante o sono (bruxismo). Consequentemente, observa-se um aumento no uso de placas oclusais noturnas. Nesse contexto, é fundamental que o cirurgião-dentista esteja ciente das propriedades de superfície das placas interoclusais, com destaque para aquelas confeccionadas por meio do sistema digital CAD/CAM.

2. INTRODUÇÃO

O bruxismo é um comportamento motor, que além do apertamento e ranger dos dentes, também envolve tensionamento e protrusão mandibular. Esses movimentos frequentes podem contribuir para o aumento da fadiga muscular e da dor¹. O bruxismo manifesta-se de duas formas distintas: o bruxismo de vigília, que ocorre durante o dia, e o bruxismo do sono, que ocorre durante o período noturno².

Na Odontologia, o bruxismo controlado através do uso de placas oclusais. Esses dispositivos intraorais removíveis recobrem as superfícies dentárias, modificando as relações espaciais entre a mandíbula e a maxila, de modo a promover contatos oclusais estáveis. Seu principal objetivo é reduzir a hiperatividade muscular, estabilizar a posição mandibular e reproduzir condições ideais de oclusão. As placas oclusais podem ser confeccionadas tanto pelo método laboratorial convencional quanto por meio do fluxo digital^{3,4}.

Recentemente, o número de pacientes com doença do refluxo gastroesofágico (DRGE) ou transtornos alimentares (bulimia nervosa e/ou anorexia) tem aumentado significativamente e, conseqüentemente, a exposição de materiais restauradores ao pH ácido tem se tornado um cenário frequente. Esse é um tema de suma importância para discussão na Odontologia, pois a DRGE é caracterizada por regurgitação de ácido gástrico do estômago para o esôfago ou cavidade oral rotineiramente^{5,6}.

Pacientes com DRGE que apresentam restaurações cerâmicas tendem a sofrer desgaste erosivo por meio de lixiviação seletiva de íons alcalinos, comprometendo as propriedades da peça protética e acarretando a falhas mecânicas, biológicas e estéticas⁷. O ácido gástrico apresenta pH extremamente baixo (< 2,0), composto principalmente por ácido clorídrico (HCl), e, por isso, sua capacidade erosiva e potencial de dano são significativamente maiores do que os ácidos dietéticos⁸. Assim, o nível de pH e o tempo de exposição das cerâmicas odontológicas ao HCl tendem a enfraquecer sua durabilidade química e suas propriedades^{9,10}.

Para a confecção das placas de bruxismo em pacientes com distúrbios temporomandibulares (DTM), o método mais utilizado é o convencional, no qual o paciente é moldado, obtém-se um modelo e a placa é confeccionada em mufla com resina termopolimerizável ou com termoplastificação de placa de resina acrílica. Depois, é reembasada diretamente na boca do paciente com resina autopolimerizável, conhecida popularmente como “placa social”^{11,12}. Outra placa também bastante utilizada é chamada de

placa mista, confeccionada pelo método da termoplastificação, com dupla camada (lado duro: copoliéster e o lado macio: poliuretano) de 3 mm de espessura, adaptadas ao aparelho à vácuo¹³.

Com o avanço das tecnologias digitais, houve a introdução do sistema CAD/CAM (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing) na Odontologia. Esse processo de confecção permite maior rapidez e precisão na fabricação das placas, devido ao uso de equipamentos como o scanner intraoral, que faz a medição óptica do formato e superfície dos dentes e gengiva, permitindo a reprodução fiel dos tecidos bucais¹⁴.

Essa tecnologia favorece o controle de falhas que são mais comuns em moldagens convencionais, como distorções, bolhas, rasgamentos e indistinção dos tecidos moles. Além disso, por ser um processo mais limpo e rápido, reduz o desconforto do paciente e o desperdício de materiais, proporcionando maior previsibilidade clínica^{15,16}.

A tecnologia CAD/CAM permite a confecção das placas oclusais por dois métodos distintos: subtrativo (fresagem) ou aditivo (impressão 3D). O método subtrativo utiliza blocos de resina acrílica condensados sob alta pressão e calor, nos quais o processo de polimerização ocorre em condições padronizadas, o que reduz a porosidade e aumenta a resistência^{17,18}.

Já o método aditivo (impressão 3D) utiliza resina líquida, na qual a confecção ocorre pela deposição de camadas sucessivas que são simultaneamente fotopolimerizadas por luz ultravioleta, resultando em menor tempo de trabalho e desperdício de material^{16,17}.

Diversos estudos comparativos têm demonstrado que as placas confeccionadas por meio do fluxo digital apresentam melhor adaptação, estabilidade dimensional e acabamento superficial, quando comparadas às convencionais, além de reduzirem o tempo clínico e técnico necessário para confecção e ajustes^{14,16,17}.

Entretanto, ainda há poucas evidências científicas sobre o comportamento dessas resinas após exposição prolongada a ambientes ácidos, especialmente em pacientes com refluxo gastroesofágico, em que há contato constante com soluções de baixo pH^{18,19}.

O objetivo deste estudo é avaliar as propriedades de superfície (rugosidade e microdureza) de resinas utilizadas na confecção de placas interoclusais dos métodos convencionais (termopolimerizável, autopolimerizável e mista) e CAD/CAM (fresado e impresso 3D) em diferentes tempos de envelhecimento por desafio erosivo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Tipo de Estudo

Este estudo *in vitro* foi realizado na Faodo (Faculdade de Odontologia) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, coordenado pela Prof.^a Dra. Daisilene Baena Castillo e Danielle da Silva Santos, no período de outubro de 2024 a novembro de 2025, não havendo necessidade de submissão ao Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade. Aprovado pelo SIGPROJ com o Protocolo C6OE8.130624.

3.2 Delineamento

Um total de 50 amostras foi confeccionado nas dimensões de 10 mm de diâmetro por 2 mm de espessura, sendo divididas conforme o material utilizado: resina termopolimerizável; autopolimerizável; mista; fresada e impressa 3D (n=10). Foram avaliadas a rugosidade superficial e a microdureza de superfície, em três momentos de envelhecimento por desafio erosivo: T0, tempo inicial; T1, 45 horas; T2, 91 horas. (Figura 1).

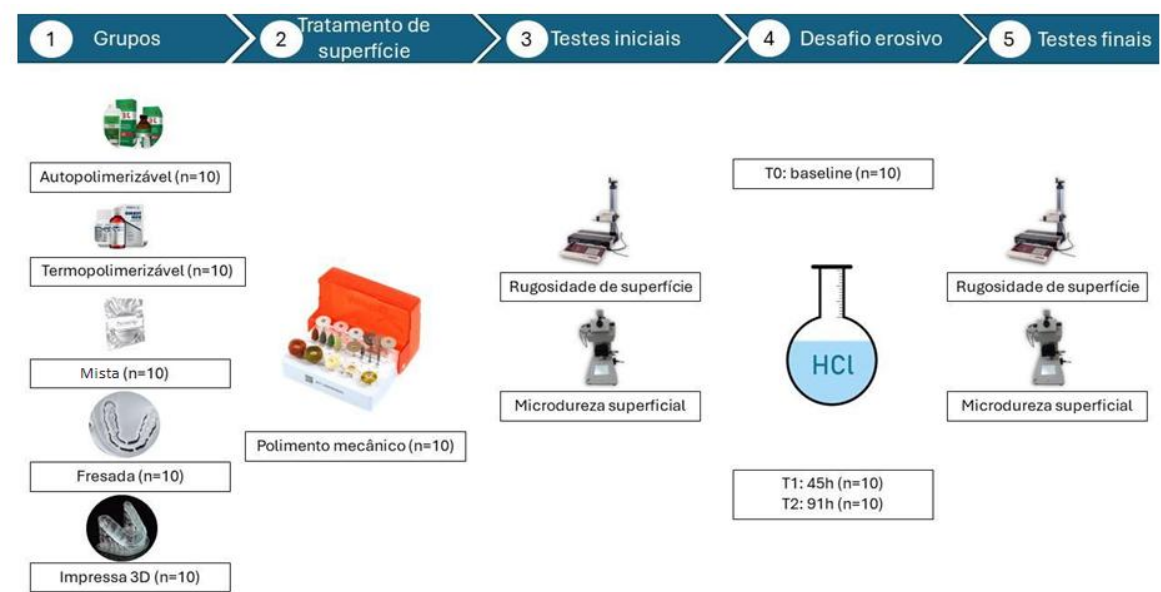


Figura 1: Delineamento da pesquisa.

3.3 Materiais

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

TIPO	NOME E MARCA	COMPOSIÇÃO	PROPORÇÃO
------	--------------	------------	-----------

Autopolimerizável	JET - Clássico®	Acetona, ácido cianídrico e álcool metílico	2.5 partes polímero x 1 do líquido
Termopolimerizável	Termo Dural-Frantins®	Pó: polimetacrilato, peróxido de benzoila e pigmentos biocompatíveis Líquido: metilmetacrilato	14g x 6.5 ml
Mista	Erkoloc PRO -	Parte rígida polietileno de	1.5 mm – macia
	Erko Dent®	alta densidade; parte macia poliuretano	1.5 mm – rígida
Impressa 3D	PriZma 3D Bio Splint – Makertech Labs®	Metacrilato de uretano, fotoiniciadores(CQ), preenchantos, aditivos e agentes estabilizadores	20g/unidade
Fresada	Evolux PMMA clear transparente – Blue Dent®	PMMA- (Polymethylmetacrylate Polymer), dimetacrilato etilenoglicol (EGDMA), gluoescence pigmentos, orgânicos	Bloco 100x89mm

3.4 Confeção das amostras

Para a confecção das amostras do grupo convencional (figura 2), 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 termopolimerizável foi manuseada conforme a indicação do fabricante e inserida nos moldes (figura 3), 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. Após as amostras foram polimerizadas em banho-maria por 60 minutos em água fervente (100°C).

A resina autopolimerizável foi manuseada conforme a indicação do fabricante e inserida nos moldes, sendo mantidos sob carga 14,71 kN durante 2 minutos em uma prensa hidráulica (Maxx 1; Essence Dental) e removidas após sua presa final.

As amostras do tipo mista (Figura 4.B) foram confeccionadas a partir de placas de 3,0 mm (1,5 mm macia e 1,5 mm rígida), foi feita a prensagem na máquina Ministar S – Scheu Dental® (Figura 4.A), após 140 segundos de aquecimento e sob pressão de 4,0 bares. Após o resfriamento, as peças foram recortadas e receberam acréscimo de resina autopolimerizável (JET – Clássico®) até atingirem 10 mm de diâmetro e 3 mm de espessura.



Figura 2: Confeção dos corpos de prova de resina acrílica autopolimerizável.



Figura 3: Confeção dos corpos de prova de resina acrílica termopolimerizável.

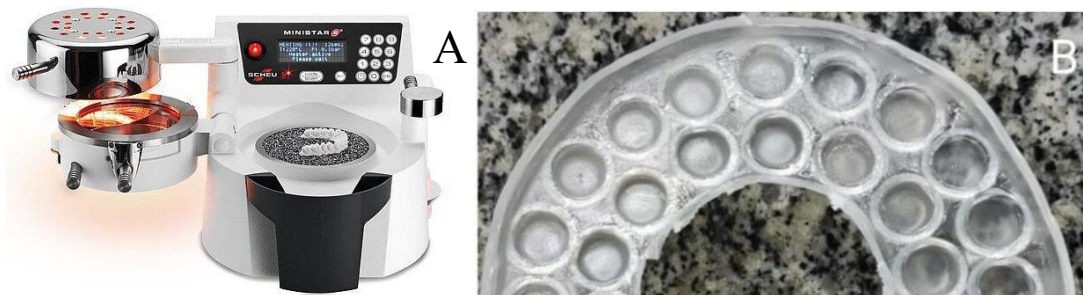


Figura 4: A. Máquina Ministar S- Scheu Dental®. B. Confeção das amostras de resina acrílica mista.

As amostras confeccionadas pelo método fresado e impresso 3D, primeiramente, foram projetadas em um software CAD (Exocad®; Exocad GmbH), de acordo com as dimensões das amostras. Os arquivos de linguagem de mosaico padrão CAD foram enviados para o software CAM da fresadora e da impressora 3D. Blocos de resinas transparentes foram fresados em uma fresadora de 5 eixos (SilaMill 5R®; SILADENT) para obtenção das amostras fresadas (figura 5.A).

Uma resina líquida cor transparente foi utilizada em uma impressora estereolitográfica com tecnologia de processamento digital de luz (MoonRay Model S®; VertySystem) para obtenção das amostras impressas 3D (figura 5.B). Após a confecção, os bastões foram fixados em uma cortadora de precisão (Buehler IsoMet 1000®, Precision Saw), equipada com sistema de corte pendular por gravidade (Figura 6) e disco diamantado de 0,3 mm de espessura (Buehler®). Por meio desse processo, foram obtidos pequenos discos com 3,5 mm de espessura e 10 mm de diâmetro, resultando em total de 10 amostras.

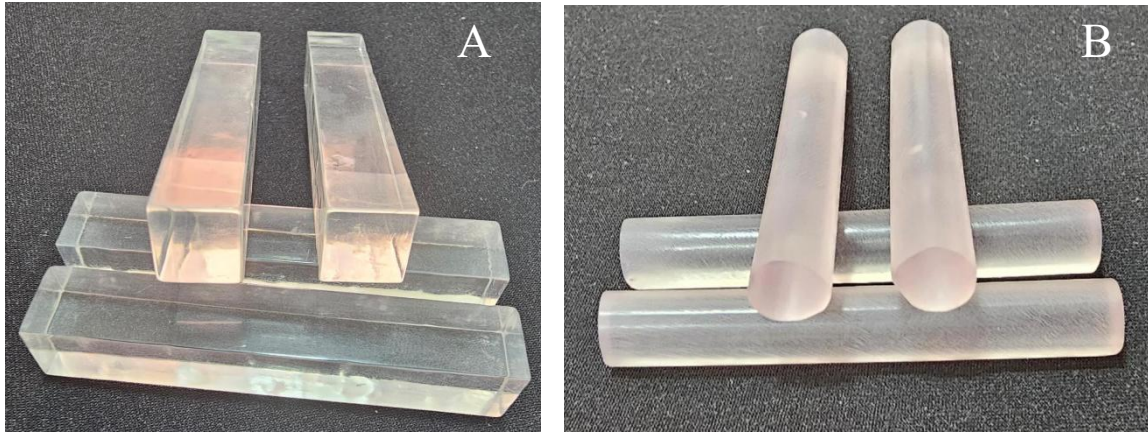


Figura 5: A. Blocos de resina acrílica fresada. B. Bastões de resina acrílica impressa 3D.



Figura 6: Cortadora de precisão Buehler IsoMet 1000®.

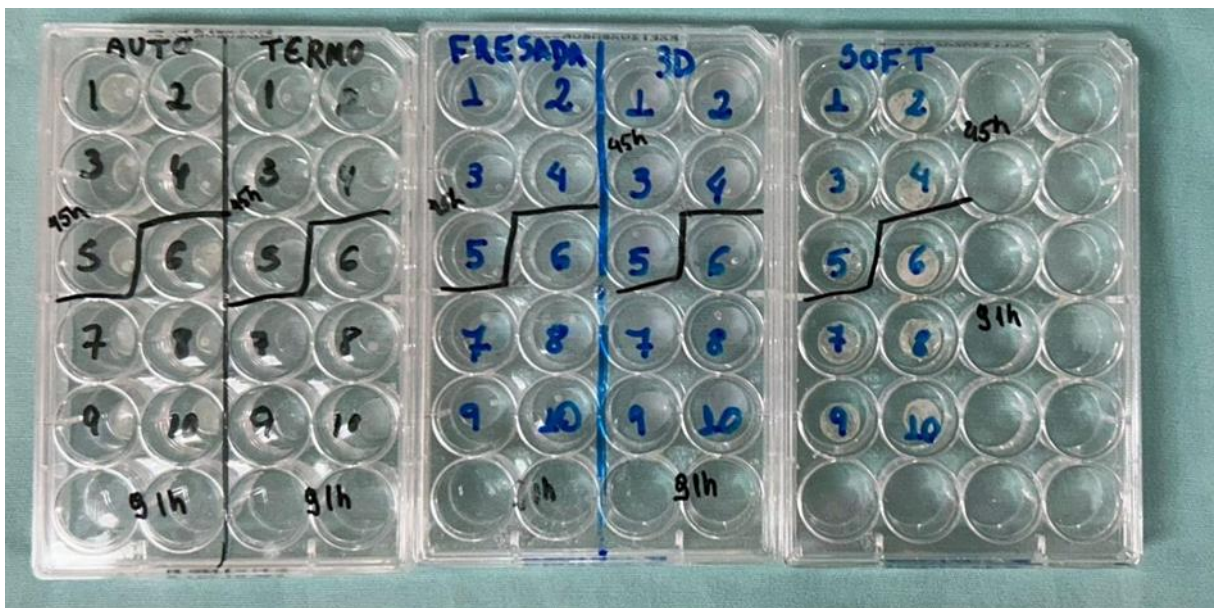


Figura 7: Todos os espécimes deste estudo.

3.5 Polimento das amostras

Todas as amostras foram padronizadas com sequência de polimento utilizado na clínica para resina acrílica do kit American Burrs: Escova Scott; borrachas abrasivas (grossa/cinza, média/verde e fina/amarela); escova pelo de cabra; disco de feltro com pasta diamantada universal de 0,5 micrômetros (figura 8).



Figura 8: Kit de polimento de resina acrílica.

3.6 Envelhecimento por desafio erosivo

Para o desafio erosivo, as amostras foram armazenadas em água destilada em uma estufa (Equipamentos Científicos; Cienlab) a $37^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 48h, antes dos primeiros testes, sendo este tempo considerado T0.

Após as análises iniciais todas as amostras foram imersas em HCl 5% ($\text{pH} = 2,0$) (figuras 9.A., 9.B. e 9.C.) mantidas em estufa a $37^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 45h (T1) e 91h (T2). O desafio erosivo, nas condições apresentada, representa a cada 45h, um envelhecimento de seis meses clínicos da resina acrílica^{20,21}.



Figura 09: A. Ácido Clorídrico 5%. B. Estufa. C. Amostras imersas em HCL.

3.7 Teste de rugosidade

A rugosidade de superfície foi analisada por meio de perfilometria de contato, utilizando um perfilômetro de rugosidade de superfície SJ-401[®] (Mitutoyo, Kanagawa, Japão), com diamante de 2 mm de diâmetro (figura 10 A). As configurações foram definidas em $\lambda = 0,08$ mm do comprimento de onda de corte e 0,25 mm de comprimento transversal, a uma velocidade de 0,05 mm/s para as características de rugosidade de superfície (Ra e Rt). Ra é a rugosidade média que é determinada pela média aritmética dos valores absolutos das ordenadas do perfil de rugosidade e Rt é a profundidade da rugosidade que representa a altura máxima de pico no perfil medido.

Foram realizadas três medições em cada amostra no momento do teste, sendo a média dessas medições definida como o valor de rugosidade (figura 10B).

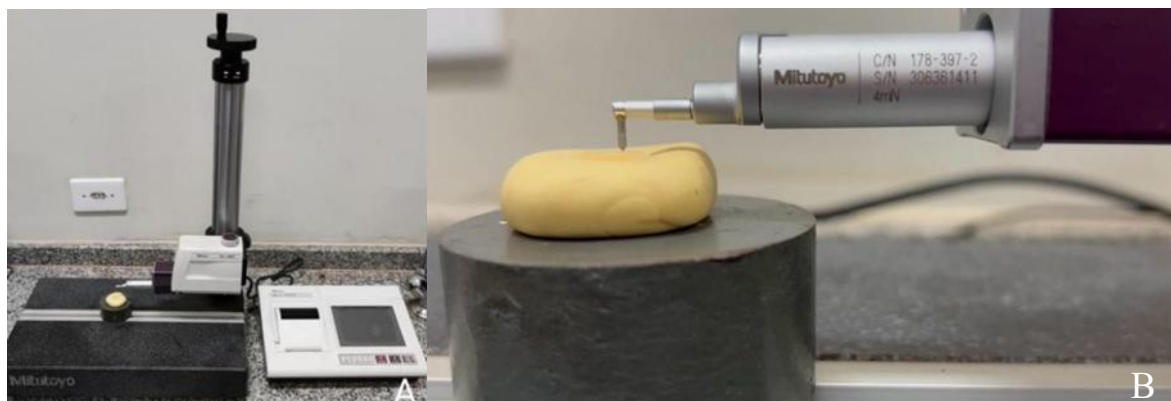


Figura 10: A. Rugosímetro Compacto SJ-410®- (Mitutoyo Corporation). B. Corpo de prova estabilizado em base de silicone de adição para a medição.

3.8 Teste de microdureza

A microdureza superficial foi avaliada com um microdurômetro HMV-2T® (Shimadzu Corp), equipado com um diamante Knoop disponibilizado pela Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual Paulista- UNESP, de acordo com as diretrizes da ASTM E384 -11¹⁸.

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 (V.A.A.B.) mediu a maior diagonal de cada marcação. A média das 3 medições foi definida como o valor de microdureza (KNH, Kgf/mm^2) da amostra.

3.9 Análise Estatística

Os conjuntos de dados da rugosidade e microdureza das resinas foram tabulados e analisados no software estatístico Jamovi 2.7.3. Foi aplicado o teste de ANOVA de duas vias, com nível de significância de $p < 0,05$, considerando os fatores grupo e tempo. Em casos de diferença significativa foi aplicado o teste de Tukey para comparações Post Hoc ($p < 0,05$).

4. RESULTADOS

4.1 Rugosidade

O teste ANOVA de duas vias demonstrou haver diferença significativa nos fatores resina (F: 368,9; $p < 0,001$), tempo (F: 153,1; $p < 0,001$) e resina versus tempo (F:19,4; $p < 0,001$), conforme apresentado na Tabela 2.

ANOVA - Resultado

	Soma de Quadrados	gl	Quadrado médio	F	p
Resina	0.7446	4	0.18615	368.9	<.001
Tempo	0.1546	2	0.07728	153.1	<.001
Resina * Tempo	0.0783	8	0.00979	19.4	<.001
Resíduos	0.0681	135	5.05e-4		

Tabela 2: Resultado ANOVA duas vias para os dados de rugosidade.

O teste de comparações Post Hoc demonstrou que em relação aos grupos, independentemente do tempo, as resinas termopolimerizável e fresada apresentaram significativamente os menores valores de rugosidade ($p < 0,001$), não havendo diferenças significativas entre elas ($p = 0,059$).

Em relação ao tempo, as resinas autopolimerizável, mista e impressas 3D apresentaram um aumento significativo da rugosidade no tempo T2 em relação ao tempo T0 ($p > 0,001$), sendo o maior valor apresentado pela resina impressa 3D ($0,25 \pm 0,03$). No entanto não houve diferença significativa entre as três resinas ($p > 0,05$), conforme apresentado na figura 11.

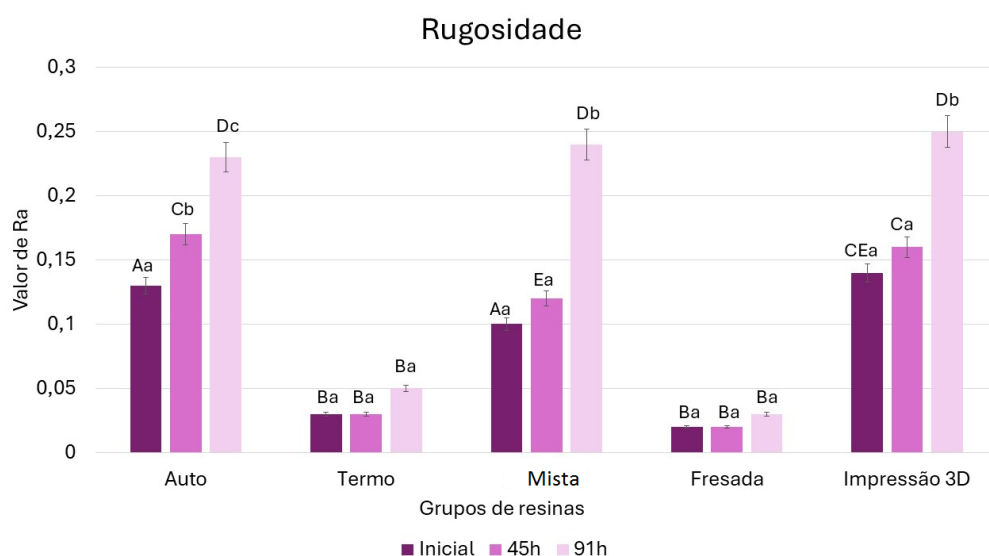


Figura 11: Média $\pm$ desvio padrão dos valores de rugosidade. Letras maiúsculas diferentes apresentam diferenças significativas entre os grupos. Letras minúsculas diferentes apresentam diferenças significativas entre os tempos.

4.2 Microdureza

O teste ANOVA de duas vias apresentou diferença significativa nos fatores Resina (F:80,80; $p < 0,001$), Tempo (F: 43,56; $p < 0,001$) e Resina versus Tempo (F: 6,08; $p < 0,001$), conforme apresentado na Tabela 3.

ANOVA - Resultado

	Soma de Quadrados	gl	Quadrado médio	F	p
Resina	1012	4	252.93	80.80	<.001
Tempo	273	2	136.36	43.56	<.001
Resina * Tempo	152	8	19.04	6.08	<.001
Resíduos	423	135	3.13		

Tabela 3: Resultado ANOVA duas vias para os dados de microdureza.

O teste de comparações Post Hoc demonstrou que em relação aos grupos, a resina mista apresentou significativamente o menor valor de dureza, sendo o menor valor no tempo T2 ($9,64 \pm 1,09$). No entanto, não apresentou diferença significativa ao longo do tempo ($p > 0,05$).

Em relação ao tempo, a resina autopolimerizável foi a única que reduziu a dureza significativamente ao longo do tempo entre T0: $18,3 \pm 1,40$ versus T2: $10,7 \pm 2,81$ ($p < 0,001$). No tempo T2, as resinas autopolimerizável e mista foram as que apresentaram os menores valores de dureza, não havendo diferenças significativas entre elas ($p = 0,98$), conforme apresentado na figura 12.

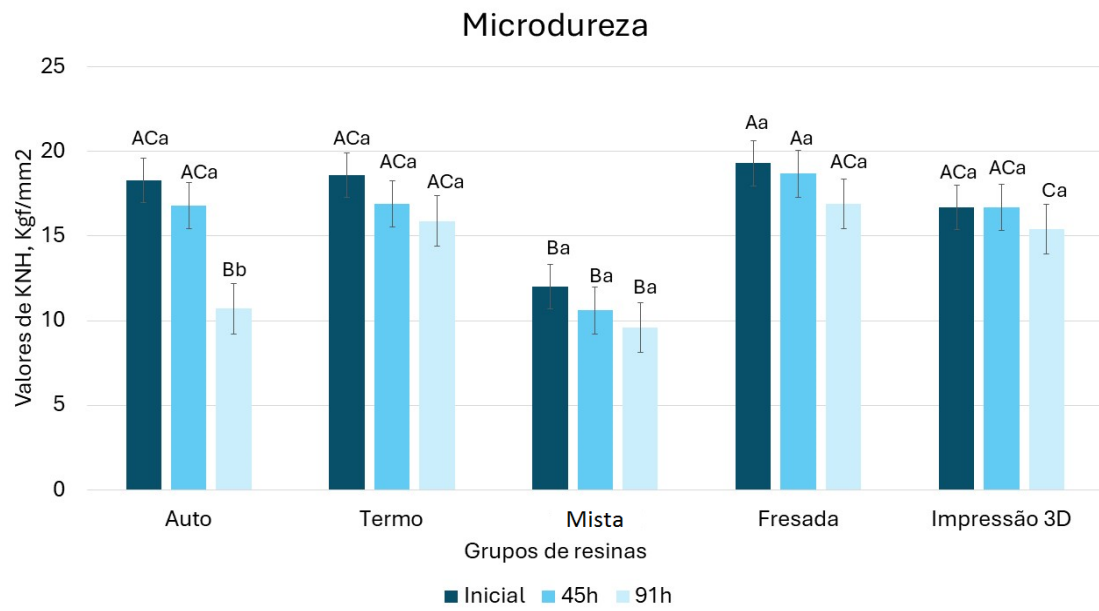


Figura 12: Média $\pm$ desvio padrão dos valores de dureza. Letras maiúsculas diferentes apresentam diferenças significativas entre os grupos. Letras minúsculas diferentes apresentam diferenças significativas entre os tempos.

5. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste estudo permitiram observar que as placas confeccionadas pelo método digital (CAD/CAM) apresentaram melhor desempenho quanto à resistência superficial e estabilidade após o desafio erosivo, quando comparadas às placas produzidas pelo método convencional em resina termopolimerizável. Dispositivos produzidos por tecnologias aditivas ou subtrativas apresentam maior uniformidade estrutural e menor porosidade, refletindo diretamente na durabilidade clínica ¹⁴.

A diferença observada entre os métodos de confecção pode ser explicada pela forma como ocorre o processo de polimerização. Enquanto a resina convencional sofre variações de pressão e temperatura durante a moldagem, as placas digitais são fabricadas a partir de blocos pré-polimerizados industrialmente, garantindo maior controle sobre a densidade do material e, conseqüentemente, maior resistência à deformação e à ação de agentes químicos. Essa característica justifica o fato de as amostras digitais apresentarem menor perda de microdureza após a exposição ao ácido clorídrico ^{17,18}.

O ambiente ácido, reproduzido por meio do desafio erosivo com solução de HCl, é reconhecido como um fator de degradação significativo para materiais odontológicos, principalmente em pacientes portadores de refluxo gastroesofágico (DRGE). O refluxo provoca exposição constante da cavidade oral a baixos valores de pH, o que contribui para a dissolução de íons e desgaste das estruturas dentárias e protéticas. No presente trabalho, essa simulação mostrou-se eficaz para avaliar o comportamento dos materiais, frente às condições clínicas de acidez ^{5,6}.

Apesar de ambos os grupos apresentarem aumento da rugosidade superficial após a imersão ácida, o grupo CAD/CAM demonstrou uma variação menos acentuada. Esse resultado sugere que a compactação e o grau de polimerização do material digital são fatores determinantes na sua resistência à degradação química. As resinas industrializadas sofrem menor amolecimento quando expostas a soluções erosivas, devido à menor quantidade de monômeros residuais e à sua estrutura mais homogênea ¹⁸.

As placas produzidas digitalmente requerem menor intervenção manual, o que evita irregularidades superficiais e falhas de lisura, frequentemente observadas nas placas convencionais. O controle digital da espessura e o uso de blocos pré-fabricados proporcionam

acabamento mais estável e resistência superior ao desgaste abrasivo, refletindo na manutenção da superfície lisa e na menor retenção de biofilme ¹⁶.

Esses resultados reforçam que o fluxo digital representa uma alternativa segura e precisa na confecção de placas oclusais. Além disso, o uso de tecnologias como o scanner intraoral e o fresamento computadorizado, reduz o tempo clínico, elimina erros de moldagem e aumenta a previsibilidade do tratamento ¹⁴.

Por outro lado, deve-se considerar que o custo dos equipamentos e materiais digitais ainda representa uma limitação para sua adoção em todas as realidades clínicas. Em contrapartida, o método convencional continua sendo amplamente utilizado devido à facilidade de execução e menor investimento inicial, sendo uma alternativa viável quando os cuidados de confecção e polimento são devidamente seguidos.

Os resultados deste trabalho também se relacionam com aspectos clínicos do bruxismo e sua etiologia multifatorial. Estudos recentes mostraram que o distúrbio pode estar associado a fatores neurológicos, psicológicos e gastrointestinais, como a DRGE. Essa associação é relevante, pois o refluxo ao alterar o pH da cavidade oral, pode potencializar o desgaste das superfícies oclusais e das próprias placas protetoras, tornando ainda mais importante a escolha de materiais com maior resistência química ^{22,5}.

A relevância dos resultados obtidos neste estudo também pode ser discutida sob a ótica da função muscular e da biomecânica mandibular. Um estudo demonstra que a espessura vertical das placas oclusais exerce influência direta sobre a atividade eletromiográfica dos músculos mastigatórios durante o sono, sendo que pequenas variações no ajuste podem alterar significativamente o padrão de contração e o nível de relaxamento muscular. Esse dado reforça que, além das propriedades físicas do material, o desenho e a precisão dimensional da placa influenciam na eficácia terapêutica em pacientes com bruxismo do sono ²³.

Uma pesquisa recente reforça a superioridade do sistema digital quanto à precisão e ao conforto do paciente. Em um ensaio clínico randomizado, verificaram que pacientes tratados com placas produzidas por CAD/CAM relataram maior satisfação, melhor adaptação e menor sensibilidade muscular quando comparados às placas convencionais. Esse achado reforça que a tecnologia digital não apenas otimiza o processo de confecção, mas também influencia positivamente os resultados terapêuticos e a qualidade de vida do paciente ²⁴.

A literatura também mostra que o uso de placas estabilizadoras digitais pode impactar a atividade muscular mastigatória e a qualidade do sono. O bruxismo do sono está associado a episódios de microdespertar e aumento da atividade eletromiográfica, o que pode ser atenuado pelo uso de dispositivos oclusais que promovem um posicionamento mandibular equilibrado²⁵. Esses resultados convergem com os achados que descreveram os mecanismos neurobiológicos do bruxismo, destacando o papel das vias dopaminérgicas e do controle motor central, fatores que explicam a resposta positiva dos pacientes ao uso de placas que reduzem a hiperatividade muscular²⁶.

Em um estudo clínico paralelo e randomizado, placas CAD/CAM e convencionais foram comparadas em pacientes com DTM, constatando que o grupo tratado com a tecnologia digital apresentou maior redução da dor muscular e melhora da amplitude mandibular. Esses achados fortalecem os resultados laboratoriais deste trabalho, sugerindo que a qualidade de polimerização e a precisão dimensional obtidas no processo digital estão diretamente relacionadas ao desempenho clínico observado²⁷.

Sob essa perspectiva, o presente estudo contribui ao demonstrar que as placas CAD/CAM, além de apresentarem melhor estabilidade física frente a desafios erosivos, também oferecem potencial benefício clínico, ao manterem a integridade estrutural em condições que simulam a cavidade oral de pacientes com refluxo gastroesofágico. O uso de dispositivos adequados é um dos pilares do manejo do bruxismo e das disfunções temporomandibulares, principalmente quando associados a terapias de controle do estresse e técnicas comportamentais²⁸.

Vale ressaltar que as pesquisas laboratoriais, como a realizada neste estudo, oferecem importantes subsídios para a prática clínica, mas não substituem os ensaios *in vivo* de longa duração. Fatores como temperatura oral, fluxo salivar, mastigação e variações individuais de pH podem alterar os resultados obtidos em condições controladas de laboratório^{16,18}. Estudos clínicos são necessários para validar esses achados e definir protocolos padronizados de avaliação de resistência e rugosidade em placas oclusais.

6. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos e das limitações encontradas, as conclusões a seguir foram alcançadas:

1. A resina fresada demonstrou desempenho superior em resistência e estabilidade superficial, frente ao desafio erosivo ácido, indicando que o processo industrial de polimerização e fresagem resultam em materiais mais homogêneos e duráveis.
2. As placas convencionais do tipo autopolimerizável e mista apresentaram maior susceptibilidade à degradação química e mecânica, o que pode comprometer sua longevidade clínica em pacientes expostos a ambientes ácidos, como aqueles com DRGE.

7. REFERÊNCIAS

1. VERHOEFF, Merel C. et al. Atualização das definições de bruxismo: Relatório de uma reunião de consenso internacional. *Journal of oral rehabilitation*, v. 52, n. 9, p. 1335–1342, 2025.
3. OLIVEIRA, Maria Eduarda Silveira Guilherme de; FRIGGI, Silvia Linard Marcelino; SHITSUKA, Caleb. Placa oclusal associada às terapias auxiliares para o controle da sintomatologia dolorosa do paciente bruxômano. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 14, p. e131101421751, 2021.
4. BERTOLDO, Ludimila Honorato et al. Placa Oclusal Confeccionada no Fluxo Digital como Auxiliar no Tratamento de Disfunção Temporomandibular – Relato de Caso. *Archives of Health Investigation*, v. 13, n. 6, p. 1929–1934, 2024.
5. MENGATTO, C. et al. Association between sleep bruxism and gastroesophageal reflux disease. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, v. 110, p. 349–355, 2013.
6. LI, Y. et al. Association between bruxism and symptomatic gastroesophageal reflux disease: a case-control study. *Journal of Dentistry*, v. 79, p. 45–52, 2018.
7. HARRYPARSAD, A. et al. The effects of hydrochloric acid on all-ceramic restorative materials: an in-vitro study. *SADJ: journal of the South African Dental Association = tydskrif van die Suid-Afrikaanse Tandheelkundige Vereniging*, v. 69, n. 3, p. 106–111, 1 abr. 2014.
8. ALNASSER, M. et al. Effect of acidic pH on surface roughness of esthetic dental materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, v. 122, n. 6, p. 567.e1–567.e8, 1 dez. 2019.
9. BACKER, A. D. et al. Effects of Simulated Gastric Juice on CAD/CAM Resin Composites- Morphological and Mechanical Evaluations. *Journal of Prosthodontics*, v. 26, n. 5, p. 424–431, 18 dez. 2015.
10. WILLERS, A. E. et al. Effect of erosive and abrasive challenges on the glaze layer applied to ceramic materials. *Journal of esthetic and restorative dentistry*, v. 32, n. 8, p. 815–822, 22 ago. 2020.

11. ZUIM, P. R. J., Garcia, A. R., Costa, P. S., Turcio, K. H. L., & Zaze, C. A. (2008). Como fazer placas interoclusais? Alguns aspectos a se considerar. *Rev. Odontol. Araçatuba (Impr.)*, 40-45.
12. ALMEIDA, Nathalia C.; FREITAS, João P.; FERREIRA, Cássia R. Influência da técnica de confecção na adaptação das placas oclusais. *Revista Brasileira de Odontologia Clínica*, v. 22, n. 2, p. 47–54, 2021.
13. EL-HOMOSSANY, Mahmoud El-Moutassim Bellah; ABDALLAH, Hebatallah Tarek. Avaliação de diferentes tipos de terapia com placas oclusais no tratamento da dor miofascial. *Revista Odontológica Egípcia*, v. 2 de abril (Prótese Fixa, Materiais Dentários, Odontologia Conservadora e Endodontia), p. 1405-1420, 2018.
14. BERNTSEN, C. et al. Clinical comparison of conventional and additive manufactured stabilization splints. *Acta Biomaterialia Odontologica Scandinavica*, v. 4, n. 1, p. 81–89, 2018.
15. OLIVEIRA, Juliana M. de. A influência do fluxo digital na confecção de dispositivos interoclusais: revisão de literatura. *Revista Científica de Odontologia Contemporânea*, v. 6, n. 1, p. 22–31, 2023.
16. GRZYMAK, A. et al. Wear behavior of occlusal splint materials manufactured by various methods: a systematic review. *Journal of Prosthodontics*, v. 31, n. 1, p. 1–15, 2021.
17. GRZYMAK, A. et al. Comparison of hardness and polishability of various occlusal splint materials. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, v. 115, 104270, 2021.
18. BENLI, M. et al. Surface roughness and wear behavior of occlusal splint materials made of contemporary and high-performance polymers. *Odontology*, v. 108, p. 240–250, 2020.
19. ABAD-CORONEL, C. et al. Análise comparativa entre placas oclusais acrílicas convencionais, fresadas em CAD/CAM e impressas em CAD/CAM 3D. *Materials*, v. 16, n. 18, 6269, 2023
20. Güntekin N, Kızılırmak B. The evaluation of shear bond strength of denture teeth to CAD/CAM dentures acrylic after aging in gastric acid. *Heliyon*. 2025 Jan 13;11(2):e41930.
21. Kizilirmak B, Tunçdemir AR. The effect of gastric acid on the bonding of 3D printed and CAD/CAM denture acrylics to denture teeth. *Sci Rep*. 2025; 15:16648.

22. MANFREDINI, D.; AHLBERG, J.; LOBBEZOO, F. Bruxism definition: past, present, and future what should a prosthodontist know? *Journal of Prosthetic Dentistry*, 2021.
23. ABEKURA, H. et al. The initial effects of occlusal splint vertical thickness on the nocturnal EMG activities of masticatory muscles in subjects with a bruxism habit. *International Journal of Prosthodontics*, v. 21, p. 116–120, 2008.
24. ALGABRI, R. et al. Effect of computer-aided design/computer-assisted manufacture versus conventional occlusal splints on the management of temporomandibular disorders: a systematic review and meta-analysis. *International Dental & Medical Journal of Advanced Research*, v. 3, p. 1–9, 2017.
25. CARRA, M. C. et al. Prevalence and risk factors of sleep bruxism and wake-time tooth clenching in a 7- to 17-year-old population. *European Journal of Oral Sciences*, v. 119, n. 5, p. 386–394, 2011.
26. LAVIGNE, G. J.; KATO, T.; KOLTA, A.; SESSLE, B. J. Neurobiological mechanisms involved in sleep bruxism. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, v. 14, p. 30–46, 2003.
27. PHO, J. D.; HÜNING, S. V.; GROSSI, M. L. Parallel randomized controlled clinical trial in patients with temporomandibular disorders treated with a CAD/CAM versus a conventional stabilization splint. *International Journal of Prosthodontics*, v. 29, n. 4, p. 340–350, 2016.
28. KLASSER, G. D.; GREENE, C. S.; LAVIGNE, G. J. Oral appliances and the management of sleep bruxism in adults: a century of clinical applications and search for mechanisms. *International Journal of Prosthodontics*, v. 23, n. 5, 2010.

ANEXO A – NORMAS DA REVISTA

NORMAS DA REVISTA AO QUAL FOI SUBMETIDO O TCC



Periódico de escolha para submissão: The Journal of Prosthetic Dentistry

Qualis Capes: A1

Fator de Impacto: 4.3

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

ANEXO B- PARECER SOBRE O PROJETO DE PESQUISA



Serviço Público Federal
Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



RESOLUÇÃO Nº 462-CAS/FAODO/UFMS, DE 20 DE MAIO DE 2024.

O PRESIDENTE DO CONSELHO DE FACULDADE DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, no uso de suas atribuições legais e, nos termos do inciso XVI do art. 10 do Regimento Geral desta Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, do inciso XVI do art. 6º do Regimento Interno das Unidades da Administração Setorial da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, resolve, **ad referendum**:

Manifestar-se favoravelmente à realização da proposta de Projeto de Pesquisa intitulada "Avaliação das propriedades de superfície e microbiológica de materiais para placas interoclusais dos métodos convencionais, fresadas CAD/CAM e impresso 3D em envelhecimento por termociclagem e desafio erosivo: Um estudo in vitro", objeto do Sigproj: KZ0MC.280324, sob a Coordenação da Docente DAISILENE BAENA CASTILLO, com início em 10/06/2024 e duração de 12 meses.

FÁBIO NAKAO ARASHIRO

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Fabio Nakao Arashiro, Presidente de Conselho**, em 20/05/2024, às 08:40, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4857348** e o código CRC **5AD6AE9C**.

CONSELHO DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA

Av Costa e Silva, s/nº - Cidade Universitária

Fone:

CEP 79070-900 - Campo Grande - MS

Referência: Processo nº 23104.000153/2020-46

SEI nº 4857348

