

UNIVERSIDADE DE UBERABA
MESTRADO ACADÊMICO EM ODONTOLOGIA
CAMILA SOARES SANTOS

**COMPARAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DA RESINA
IMPRESSA EM 3D PARA BASE DE PRÓTESE E DO
POLIMETILMETACRILATO CONVENCIONAL ANTES E APÓS EXPOSIÇÃO
AO FUMO**

UBERABA-MG

2024

CAMILA SOARES SANTOS

**COMPARAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DA RESINA
IMPRESSA EM 3D PARA BASE DE PRÓTESE E DO
POLIMETILMETACRILATO CONVENCIONAL ANTES E APÓS EXPOSIÇÃO
AO FUMO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia - Mestrado Acadêmico da Universidade de Uberaba, como requisito para obtenção do título de Mestre em Odontologia, na Área de Concentração em Clínica Odontológica Integrada.

Orientadora: Profa. Dra. Denise Tornavoi de Castro.

UBERABA-MG

2024

Catálogo elaborado pelo Setor de Referência da Biblioteca Central UNIUBE

Santos, Camila Soares.
S59c Comparação das propriedades físico-mecânicas da resina impressa em 3D para base de prótese e do polimetilmetacrilato convencional antes e após exposição ao fumo / Camila Soares Santos. – Uberaba, 2024.
45 f. : il., color.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de Uberaba. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Área de Concentração em Clínica Odontológica Integrada.
Orientadora: Profª. Dra. Denise Tornavoi de Castro.

1. Prótese dentária. 2. Cor na odontologia. 3. Polimetilmetacrilato. 4. Impressão tridimensional. I. Castro, Denise Tornavoi de. II. Universidade de Uberaba. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Área de Concentração em Clínica Odontológica Integrada. III. Título.

CDD 617.69

CAMILA SOARES SANTOS

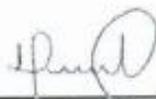
COMPARAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DA RESINA IMPRESSA EM 3D PARA BASE DE PRÓTESE E DO POLIMETILMETACRILATO CONVENCIONAL ANTES E APÓS EXPOSIÇÃO AO FUMO

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Odontologia do Programa de Pós-Graduação em Odontologia - Mestrado da Universidade de Uberaba.

Área de concentração: Clínica Odontológica Integrada

Aprovado (a) em: 31/07/2024

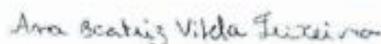
BANCA EXAMINADORA:



Profª. Drª. Denise Tornavoi de Castro
Orientadora
Universidade de Uberaba



Profª. Drª. Ana Paula Ayres Oliveira
Universidade de Uberaba



Profª. Drª. Ana Beatriz Vilela Teixeira
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

DEDICATÓRIA

Dedico essa conquista primeiramente a Deus por tornar meu sonho realidade, por me abençoar durante todo esse trajeto, por ter me permitido saúde e determinação para não desanimar, conseguindo ultrapassar todos os obstáculos durante o mestrado.

Dedico também a minha família, que nunca mediu esforços para me ver bem e feliz. Ao meu pai, João, que com sua humildade sempre se dispôs a ajudar no que fosse preciso para a realização deste sonho. A minha saudosa mãe, Lúcia, que infelizmente não está mais entre nós, mas sempre me incentivou nas horas difíceis, de desânimo e cansaço e que apesar de todas as dificuldades sempre me fortaleceu com muito carinho e amor, e que hoje com o mestrado concluído tenho certeza que está comemorando e mandando energia positiva do céu.

Dedico as minhas irmãs, Carol e Carla por todos os conselhos úteis, bem como palavras motivacionais e puxões de orelhas e por sempre acreditarem em meus sonhos, incentivando a buscar mais e mais conhecimentos. Nada desse sonho seria possível sem vocês.

Dedico ao meu namorado, Carlos Afonso, por estar comigo em todos os momentos me apoiando e impulsionando a ir atrás dos meus objetivos

Dedico a Denise Tornavoi de Castro por ter me dado a oportunidade de ser sua orientada, por ser uma professora tão dedicada e prestativa, por ter desempenhado tal função com dedicação, amizade e responsabilidade. Ela que está comigo desde o primeiro período da faculdade, até a finalização do mestrado. Meus sinceros agradecimentos.

Vocês desempenharam um papel significativo no meu crescimento profissional e pessoal, e serão recompensados com a minha eterna gratidão. Meu muito obrigada a todos vocês, essa vitória é nossa!!

AGRADECIMENTOS

À Universidade de Uberaba (UNIUBE), representada pelo Reitor Dr. Marcelo Palmério, pela contribuição em minha formação profissional, desde a graduação ao mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão do auxílio financeiro sob a forma de PROSUP/BOLSA.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG-PIBIC) e ao Programa de Apoio à Pesquisa (PAPE-UNIUBE) pela concessão de auxílio financeiro para o desenvolvimento do projeto.

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade de Uberaba, na pessoa do coordenador Prof. Dr. César Penazzo Lepri, pela oportunidade oferecida e pelo excelente trabalho executado.

À Profa. Dra. Denise Tornavoi de Castro, pela dedicação, esforço e parceria de sempre, desde a graduação ao mestrado. Meus sinceros agradecimentos a você que não mediu esforços para a conclusão deste lindo trabalho. Serei eternamente grata a você!

Ao técnico Sr. Antônio da Universidade de Uberaba, que auxiliou na confecção do equipamento simulador de fumo, fundamental para a realização deste trabalho. Muito obrigada por todo apoio.

Ao graduando em Odontologia Heitor Monteiro Mundim Cunha da Universidade de Uberaba, pela disponibilidade e ajuda em parte dos trabalhos laboratoriais. Te desejo muito sucesso.

À Flávia Michele da Silva, sempre disposta a ajudar, meu muito obrigada.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

Muito Obrigada!

RESUMO

O objetivo deste trabalho, *in vitro*, foi comparar as propriedades físicas e mecânicas de resinas utilizadas para a confecção de bases de próteses totais antes e após exposição ao fumo. Foram confeccionadas 50 amostras, sendo 30 retangulares (65 x 10 x 3,3 mm) e 20 quadrangulares (10 x 10 x 2 mm) de uma resina termicamente ativada convencional/polimetilmetacrilato (PMMA) e de uma resina para impressão em 3D. As amostras foram divididas em 2 grupos, de acordo com o tipo de fumo: Cigarro convencional e cigarro de palha e foram expostas a 20 cigarros por dia, 10 minutos cada, totalizando 200 minutos diários. Esse processo foi repetido diariamente por 21 dias. As medidas de cor foram obtidas por meio de um espectrofotômetro portátil. Para a análise da dureza e da rugosidade superficial foi utilizado um microdurômetro e um rugosímetro portátil, respectivamente. A resistência à flexão foi avaliada em máquina universal de ensaios mecânicos e a molhabilidade em goniômetro, pelo método da gota séssil. Os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) bidirecional e pós teste de Bonferroni ($\alpha=5\%$). O PMMA sofreu maior alteração de cor após exposição ao cigarro de palha em relação ao convencional ($p<0,001$), porém, se comparado de forma independente, sofreu menor alteração em relação a resina impressa em 3D ($p<0,001$). A cor da resina impressa foi influenciada por ambos tipos de fumo com valores de ΔE semelhantes ($p=0,601$). A rugosidade inicial das duas resinas foi semelhante ($p=0,111$) e aumentou após exposição ao cigarro de palha ($p<0,001$). Em relação à molhabilidade, inicialmente a resina impressa apresentou menor hidrofobicidade que o PMMA ($p=0,009$). Ambos tipos de fumo tornaram a superfície do PMMA mais hidrofílica ($p<0,05$). O mesmo foi observado para a impressa após exposição ao cigarro convencional ($p=0,001$). A dureza inicial das resinas foi semelhante ($p=0,671$), assim como a resistência à flexão ($p=0,067$). No geral, a exposição aos diferentes tipos de fumo reduziu os valores de dureza superficial ($p<0,05$). Houve redução da resistência à flexão do PMMA após a exposição ao cigarro de palha ($p=0,016$). Nota-se correlação moderada e positiva entre rugosidade e alteração de cor ($r=0,402$). Conclui-se que a resina impressa em 3D exibiu dureza, rugosidade superficial e resistência à flexão semelhante ao PMMA, além de uma superfície menos hidrofóbica, mas foi mais susceptível a alteração de cor após exposição ao tabagismo. O cigarro de palha aumentou a rugosidade de ambas resinas,

reduziu a dureza da resina impressa e a resistência à flexão do PMMA. O cigarro convencional reduziu a dureza de ambas resinas. Os dois tipos de fumo tornaram a superfície do PMMA mais hidrofílica. O mesmo foi observado para a resina impressa exposta ao cigarro convencional. Portanto, o hábito de fumar parece influenciar nas propriedades da superfície das resinas. O grau de impacto depende do tipo de fumo e do tipo de material de base da prótese.

Palavras-chave: Cor; Fumaça; Impressão tridimensional; Molhabilidade; Polimetilmetacrilato; Prótese dentária; Resistência à Flexão; Rugosidade.

ABSTRACT

The aim of this *in vitro* study was to compare the physical and mechanical properties of resins used to make complete denture bases before and after exposure to smoke. Fifty samples were made, 30 rectangular (65 x 10 x 3.3 mm) and 20 quadrangular (10 x 10 x 2 mm) of a conventional heat-cured acrylic/polymethyl methacrylate (PMMA) resin and a 3D printing resin. The samples were divided into 2 groups according to the type of smoke: conventional and straw cigarette and were exposed to 20 cigarettes a day, 10 minutes each, totalling 200 minutes a day. This process was repeated daily for 21 days. Color measurements were taken using a portable spectrophotometer. A microhardness and a portable roughness tester were used to analyze surface hardness and roughness, respectively. Flexural strength was assessed on a universal mechanical testing machine and wettability on a goniometer using the sessile drop method. The data was submitted to two-way analysis of variance (ANOVA) and Bonferroni's post-test ($\alpha=5\%$). PMMA showed more color change after exposure to straw cigarettes than the conventional resin ($p<0.001$), but when compared independently it showed less change than the 3D printed resin ($p<0.001$). The color of the printed resin was influenced by both types of smoke with similar ΔE values ($p=0.601$). The initial roughness of the two resins was similar ($p=0.111$) and increased after exposure to straw cigarettes ($p<0.001$). In terms of wettability, initially printed resin showed less hydrophobicity than PMMA ($p=0.009$). Both types of smoke made the surface of PMMA more hydrophilic ($p<0.05$). The same was observed for that printed after exposure to conventional cigarettes ($p=0.001$). The initial hardness of the resins was similar ($p=0.671$), as was the flexural strength ($p=0.067$). Overall, exposure to the different types of smoke reduced surface hardness values ($p<0.05$). There was a reduction in the flexural strength of PMMA after exposure to straw cigarettes ($p=0.016$). Moderate positive correlation is noted between roughness and color change ($r=0.402$). It was concluded that the 3D printed resin exhibited similar hardness, surface roughness and flexural strength to PMMA, as well as a less hydrophobic surface, but was more susceptible to color change after exposure to smoking. Straw cigarettes increased the roughness of both resins, reduced the hardness of the printed resin and the flexural strength of PMMA. Conventional smoking reduced the hardness of both resins. Both types of smoke made the PMMA surface more hydrophilic. The same was

observed for the printed resin exposed to conventional cigarettes. Smoking therefore appears to affect the surface properties of the resins. The degree of effect depends on the type of smoke and the type of prosthetic base material.

Keywords: Color; Smoke; Three-dimensional impression; Wettability; Polymethylmethacrylate; Dental prosthesis; Flexural strength; Roughness.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo Geral	16
2.2 Objetivo Específico	16
3. MATERIAIS E MÉTODOS	17
3.1 Delineamento Experimental	18
3.2 Confeção dos corpos de prova em resina acrílica termopolimerizável	18
3.3 Confeção dos corpos de prova em resina impressa	19
3.4 Exposição dos corpos de prova a fumaça do cigarro convencional e do cigarro de palha	20
3.5 Avaliação dos efeitos adversos	21
3.5.1 Alteração de cor	21
3.5.2 Rugosidade de superfície	23
3.5.3 Dureza superficial	23
3.5.4 Resistência à Flexão	24
3.5.5 Molhabilidade	24
3.5.6 Análise estatística dos dados	25
4. RESULTADOS	26
4.1 Alteração de cor	27
4.2 Rugosidade superficial	30
4.3 Dureza superficial	31
4.4 Resistência a flexão	31
4.5 Molhabilidade	32
4.6 Correlação de Pearson	33
5. DISCUSSÃO	34
6. CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

Apesar das medidas preventivas voltadas aos cuidados com a saúde bucal, muitos indivíduos ainda experimentam a perda total ou parcial da dentição ao longo da vida (VILELA TEIXEIRA e DOS REIS, 2023). O *American College of Prosthodontists* forneceu evidências que validam a necessidade atual e futura de próteses dentárias (CHHABRA *et al.*, 2022).

As próteses totais têm sido historicamente o tratamento padrão para pacientes desdentados completos, estando os materiais e as técnicas de processamento em constante evolução (MASRI *et al.*, 2020; GAD *et al.*, 2022). A resina acrílica/polimetilmetacrilato (PMMA) é utilizada há mais de 50 anos na fabricação de próteses, sendo até hoje o material mais empregado, devido ao fácil processamento e reparo, baixo custo, estética, biocompatibilidade e satisfação do paciente (ÇAKMAK *et al.*, 2022; VILELA TEIXEIRA e DOS REIS, 2023). Apesar das inúmeras modificações para melhorar suas propriedades físicas e mecânicas, a resina acrílica está longe de ser um material ideal para próteses (FIGUERÔA *et al.*, 2018; ÇAKMAK *et al.*, 2022). O PMMA apresenta algumas desvantagens que podem levar a erros, incluindo um processo de fabricação em várias etapas, longo tempo clínico, contração de polimerização, baixa resistência mecânica, porosidade e alto acúmulo de biofilme (TOTU *et al.*, 2017; HERPEL *et al.*, 2021; VILELA TEIXEIRA e DOS REIS, 2023).

Diante disso, há a necessidade de mais pesquisas e descobertas para fornecer um material mais vantajoso (FIGUERÔA *et al.*, 2018; ÇAKMAK *et al.*, 2022). Aperfeiçoamentos recentes em ciência e tecnologia forneceram métodos digitais para a produção de base de prótese, incluindo design/fabricação assistida por computador (CAD/CAM) e impressão tridimensional (3D) (STANSBURY e IDACAVAGE, 2016; ALP, MURAT e YILMAZ, 2018; PRPIĆ *et al.*, 2020).

A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) afirmou em 2017, que “os próximos cinco a dez anos provavelmente verão a impressão 3D suplantar muito (talvez até a maioria) a usinagem de peças” (HERPEL *et al.*, 2021). Diante dessa previsão, é provável que os procedimentos de impressão 3D de última geração sejam avaliados em muitos estudos futuros na área odontológica (ANADIOTI *et al.*, 2020).

A impressão tridimensional (3D), usando a manufatura aditiva, surgiu em 1983, quando Charles Hull imprimiu o primeiro objeto (ALTARAZI *et al.*, 2022; VILELA TEIXEIRA e DOS REIS, 2023). Esta técnica tem prosperado na odontologia com uma ampla gama de aplicações, como guias cirúrgicos, próteses unitárias, bases de próteses e implantes (PEREA-LOWERY *et al.*, 2021). A literatura relata um alto potencial da impressão 3D para modernizar e agilizar a fabricação de próteses totais (ANADIOTI *et al.*, 2020).

Em princípio, a abordagem aditiva é considerada vantajosa porque gera menos resíduos e não requer o consumo de brocas, resultando em custos mais baixos e maior produtividade, em comparação com a manufatura subtrativa (BARAZANCHI *et al.*, 2017; AL-DWAIRI; EBRAHIM e BABA, 2022). A impressão 3D pode ser realizada com o uso de várias tecnologias. Devido à sua resolução superior, precisão, cura rápida e baixo custo, o processamento digital de luz (DLP) é uma das tecnologias mais utilizadas (HAN e CHO, 2018; PEREA-LOWERY *et al.*, 2021).

As resinas imprimíveis consistem em monômeros líquidos fotossensíveis, como uretano dimetacrilato (UDMA) e trietilenoglicol dimetacrilato (TEGDMA), oligômeros, fotoiniciadores, partículas de carga, pigmentos e aditivos (PEREA-LOWERY *et al.*, 2021; ALSANDI *et al.*, 2021). Quando esses monômeros são expostos a uma fonte de luz adequada, inicia-se uma reação de polimerização de radicais livres. Nesse processo, as ligações C=C alifáticas terminais são quebradas e convertidas em ligações covalentes C-C primárias entre os monômeros de metacrilato, fazendo com que o material mude do estado fluido para o estado sólido (PIANELLI *et al.*, 1999). Normalmente, os componentes impressos são submetidos a um procedimento de pós-cura em um forno ultravioleta (UV) para obter reticulação adicional dos grupos químicos não reagidos do monômero e melhorar as propriedades mecânicas (BAYARSAIKHAN *et al.*, 2021).

As resinas de base de prótese são expostas a vários fatores intrínsecos e extrínsecos na cavidade oral, os quais podem afetar as suas propriedades (AYAZ e ALADAĞ, 2023). O tabagismo é reportado como um problema de saúde pública pela Organização Mundial de Saúde afetando mais de 1,3 mil milhões de pessoas.

Cigarros industrializados são normalmente consumidos em todo o mundo embora políticas públicas tenham sido aplicadas para reduzir o hábito de fumar, tais como o

aumento do preço desses produtos. Houve um aumento também do consumo de cigarros artesanais (JACKSON *et al.*, 2018). É questionado que a sua utilização oferece menos riscos para a saúde, uma vez que muitos acreditam que tem menos aditivos, tornando-os menos prejudiciais quando comparados aos cigarros convencionais. No entanto, esses produtos possuem em sua composição, componentes carcinogênicos, níveis elevados de aditivos de monóxido de carbono, alcatrão, e superiores níveis de nicotina, o que cria maior dependência (MOODIE e O'DONNELL, 2022).

Para além dos fatores de risco para a saúde geral, o fumo é um agente potente para alterar as propriedades dos materiais utilizados para confeccionar próteses (SINGH, AGARWAL e LAHORI, 2019; SMEW, YILDIRIM e GUVEN, 2022). Embora os efeitos do fumo nas propriedades de acrílicos convencionais tenham sido investigados e relatados, ainda são escassos os estudos publicados sobre os efeitos do tabagismo nas propriedades físico-mecânicas de bases de próteses produzidas a partir de materiais impressos em 3D. Assim, esse estudo se propôs a comparar as propriedades físicas e mecânicas de uma resina impressa em 3D para base de prótese e do polimetilmetacrilato convencional antes e após exposição ao fumo do cigarro convencional e do cigarro de palha. A hipótese nula é que não existe diferença entre as propriedades físicas e mecânicas de ambas resinas, nem mesmo influência dos diferentes tipos de fumo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho, *in vitro*, foi comparar as propriedades físicas e mecânicas das resinas utilizadas para a confecção de bases de próteses totais antes e após exposição ao fumo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Comparar as propriedades físico-mecânicas de uma resina impressa em 3D para base de prótese e do polimetilmetacrilato convencional termopolimerizável (PMMA);
- ✓ Avaliar os efeitos promovidos pelo fumo do cigarro convencional e do cigarro de palha nas seguintes propriedades de uma resina impressa em 3D para base de prótese e do polimetilmetacrilato convencional termopolimerizável:
 - Alteração de cor;
 - Rugosidade de superfície;
 - Dureza superficial;
 - Resistência à flexão;
 - Molhabilidade.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Delineamento Experimental

Foram confeccionados 50 espécimes de resina termicamente ativada convencional (Clássico Artigos Odontológicos, Campo Limpo Paulista, SP, Brasil) e 50 de resina para impressão 3D (Prizma –Biodenture, Makertech Labs - Resinas para Impressoras 3D, Tatuí, SP, Brasil). A seguir os mesmos foram divididos em dois grupos de acordo com o tipo de fumo: Cigarro convencional (Marlboro Red, Phillip Morris Brasil Indústria e Comércio, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil) e cigarro de palha (Palheiros Piracanjuba, Piracanjuba, GO, Brasil). As variáveis quantitativas avaliadas foram: rugosidade superficial (μm), dureza superficial (Knoop – HK), molhabilidade (ângulo de contato), resistência à flexão (MPa) e cor (ΔE , ΔL , Δa e Δb).

3.2 Confeção dos corpos de prova em resina acrílica termopolimerizável

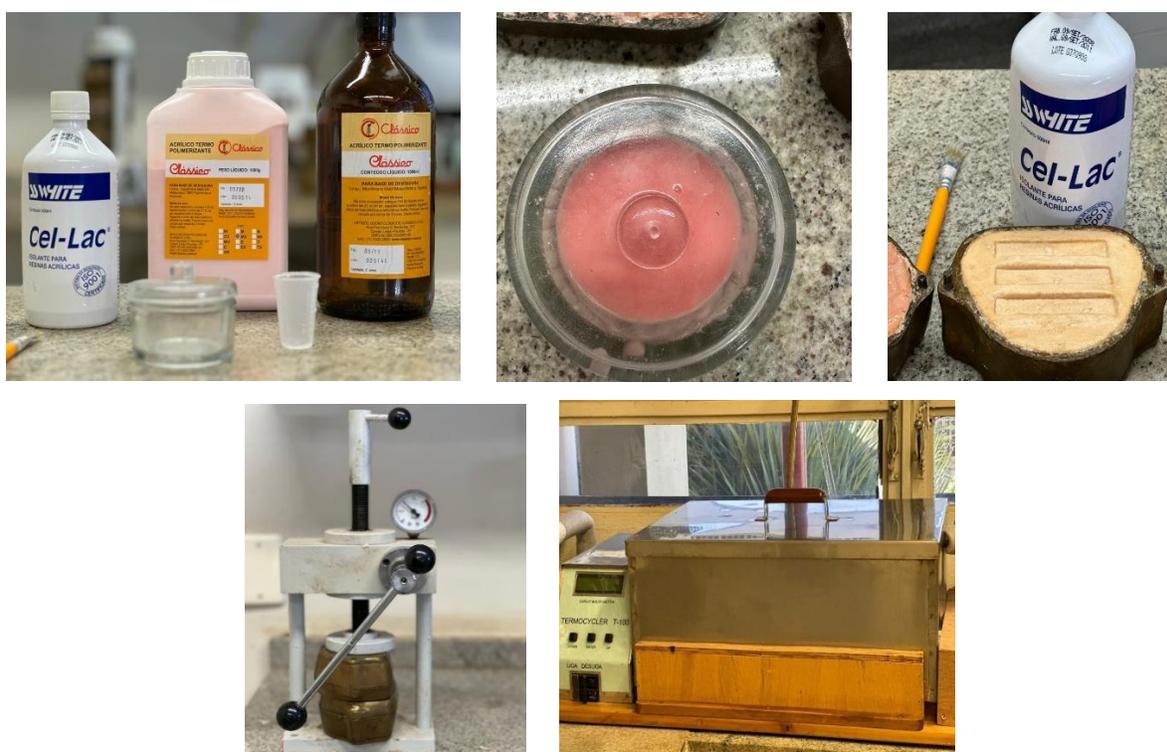
Foram obtidos 50 corpos de prova, sendo 20 quadrangulares (10 x 10 x 2 mm) para os ensaios de dureza, rugosidade, molhamento e cor e 30 retangulares (65 x 10 x 3,3 mm) para o ensaio de resistência a flexão.

Para isso, matrizes metálicas foram incluídas em gesso pedra tipo III (Gesso Rio, Orlando, Antônio Bussioli ME, Rio Claro, SP, Brasil), em muflas metálicas convencionais (Jon, São Paulo, SP, Brasil). Para que a superfície do gesso apresentasse lisura e ausência de bolhas, foi utilizado um vibrador odontológico (VH Softline, VHMidas Dental products Ltda, Araraquara, SP, Brasil). Após a presa do gesso, as muflas foram separadas e as matrizes metálicas removidas dos moldes. Foi realizado o isolamento do gesso com Cel-Lac (SSWhite, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e em seguida a resina para base de prótese foi manipulada de acordo com as instruções do fabricante utilizando a proporção entre pó e líquido de 3:1, em volume. Na fase plástica, foi acondicionada nos moldes por meio do uso de uma espátula número 24 (Duflex, SSWhite, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e com uma prensa de bancada (Prensa Hidráulica Protecni, Protecni Equip. Med. Araraquara, SP, Brasil), foi realizada a prensagem com carga inicial de 500 kgf e final de 1000 kgf, durante 60 minutos. Posteriormente foi realizada a polimerização em uma polimerizadora eletrônica (Termocycler T100, Ribeirão Preto, SP, Brasil) com imersão em água a 73°C por 90 minutos, seguido por um período de fervura à 100°C por 30 minutos.

Após a polimerização, as muflas foram mantidas em temperatura ambiente por 12 horas para o seu resfriamento e demuflagem dos espécimes. Os excessos de resina dos corpos de prova foram removidos com fresas (Maxi –Cut; Malleifer AS, Ballaigues, Switzerland).

O polimento foi realizado com lixas d'água (granulações 400, 600, 800 e 1200) e, em seguida, com Branco de espanha (Asfer) e um disco de feltro. As dimensões dos corpos de prova foram verificadas por meio de paquímetro digital (Absolute, Mitutoyo Corporation, Tokyo Kapao).

Figura 1. Etapas da confecção dos corpos de prova em resina acrílica termopolimerizável



3.3 Confecção dos corpos de prova em resina impressa

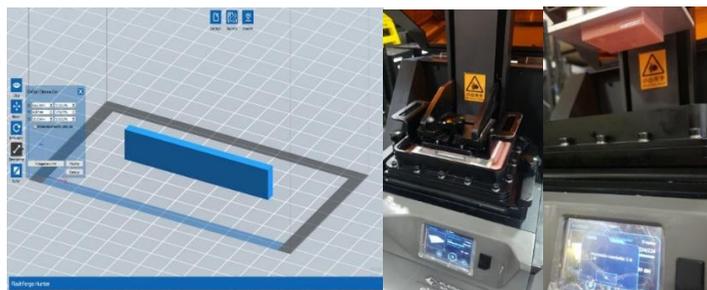
Foram obtidos 50 corpos de prova, sendo 20 quadrangulares (10 x 10 x 2 mm) para os ensaios de dureza, rugosidade, molhamento e cor e 30 retangulares (65 x 10 x 3,3 mm) para o ensaio de resistência a flexão.

Os corpos de prova em resina Prizma Biodenture (Makertech, Tatuí, SP, Brasil) foram obtidos por meio de impressão 3D (impressora Flashforge Hunter 3D Printer, Zhejiang, China) utilizando o processamento digital de luz – Digital Light Processing (DLP). Este mecanismo possibilita a cura camada por camada de um polímero líquido. Os dados

referentes ao tamanho das amostras foram inseridos no *software* FlashDLPrint de *Design Assistido por Computador* (CAD) e processados para se obter um desenho virtual do corpo de prova.

O desenho concluído foi importado para o *software* da impressora. A impressora contém um reservatório destinado à resina líquida, um projetor de luz com resolução Full HD com 1080 pixels e um mecanismo de elevação no eixo Z. Após obtenção dos corpos de prova impressos foram realizados os procedimentos de pós-processamento, incluindo a limpeza dos espécimes com álcool isopropílico por 5 minutos e pós-cura por 10 minutos em luz ultravioleta. O polimento foi realizado conforme relatado para a resina acrílica termopolimerizável.

Figura 2. Etapas da impressão dos corpos de prova



3.4 Exposição dos corpos de prova à fumaça do cigarro convencional e do cigarro de palha

As amostras foram expostas à fumaça do cigarro convencional (Marlboro Red, Phillip Morris Brasil Indústria e Comércio, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil) e à fumaça do cigarro de palha (Palheiros Piracanjuba, Piracanjuba, GO, Brasil) (Tabela 1).

Tabela 1. Composição dos cigarros utilizados no estudo

Tipo e Marca	Composição
Cigarro branco (Marlboro)	Mistura de tabacos, açúcares, adesivos, agentes aglutinantes, agentes de combustão, melhorantes, auxiliar de processo, papel de cigarro, preservantes, tintas e umectantes
Cigarro de palha (Piracanjuba)	Fumo de corda e palha de milho

As amostras foram inseridas em um recipiente de vidro ligado a um compressor de ar. O funcionamento do equipamento se deu após acender o cigarro preso ao orifício.

A pressão do ar foi ajustada para que cada cigarro fosse queimado durante 10 minutos. As amostras foram expostas a 20 cigarros, durante 10 minutos cada, totalizando 200 minutos diários. Após as exposições diárias, os espécimes foram lavados sob água corrente. Esse processo foi repetido diariamente por 21 dias. Todos os espécimes foram mantidos em água destilada à 37°C durante o tempo restante.

Figura 3. Dispositivo utilizado para simulação do fumo



3.5 Avaliação dos efeitos adversos

3.5.1 Alteração de cor

Para as leituras de cor, foi utilizado o Espectrofotômetro de Cor Portátil – Modelo SP 62S (Espectrofotômetro de Geometria Esférica, D/8°, XRITE Incorporated, USA, 11/2012). O equipamento fornece os valores L^* , a^* e b^* , recomendados pela CIE (Comission Internationale de L'Eclairage). Os eixos a^* e b^* representam a dimensão da tonalidade ou cor e o eixo L^* representa a luminosidade do objeto.

Os corpos de prova foram removidos dos recipientes com água destilada, secos e posicionados em um fundo branco. A face de leitura foi identificada para padronização. O equipamento foi calibrado antes da leitura de cada grupo. Foram registrados os valores L^* , a^* e b^* de cada amostra ($n=10$), obtendo dessa forma, os valores iniciais de cor (baseline). Todas as leituras foram realizadas por um único operador calibrado em ambiente com temperatura (21°C) e iluminação padronizados.

Finalizado o período de exposição à fumaça, foram realizadas as leituras finais de cor. Os resultados das medições (antes e após os testes) foram utilizados para cálculo da alteração de cor, denominada Delta E (ΔE).

O ΔE foi calculado a partir da fórmula:

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$$

Onde:

ΔE = alteração de cor

ΔL = diferença na luminosidade (L^*), sendo que $\Delta L = L^*_{\text{final}} - L^*_{\text{inicial}}$

Δa = diferença no eixo a^* (vermelho – verde), sendo que $\Delta a = a^*_{\text{final}} - a^*_{\text{inicial}}$

Δb = diferença no eixo b^* (amarelo – azul), sendo que $\Delta b = b^*_{\text{final}} - b^*_{\text{inicial}}$

Para realização da avaliação da estabilidade de cor, os valores de (ΔE), foram relacionados aos seguintes parâmetros visando estabelecer os limites de aceitabilidade clínica das alterações (ALVIM *et al.*, 2022).

- $\Delta E < 1$ – Alteração de cor não detectada pelo olho humano;
- $\Delta E \leq 3,3$ – Alteração detectada pelo olho humano, porém considerada aceitável;
- $\Delta E > 3,3$ – Alteração de cor detectada pelo olho humana e considerada clinicamente inaceitável.

Figura 4. Análise da cor das amostras em espectrofotômetro de cor portátil



3.5.2 Rugosidade de superfície

A rugosidade de superfície (μm) foi mensurada antes e após a exposição ao fumo, com o auxílio de rugosímetro de superfície (Surftest SJ-201P, Mitutoyo Corporation, Tokio, Japão). Para cada corpo de prova ($n=10$), foram realizadas três leituras de 4,0 mm de comprimento e valor de “cut-off” de 0,8 mm, com velocidade de 0,5mm/s.

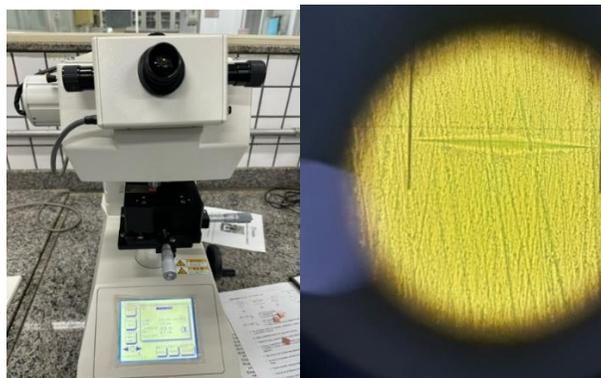
Figura 5. Análise da rugosidade superficial das amostras em rugosímetro



3.5.3 Dureza superficial

A dureza superficial foi mensurada antes e após a exposição ao fumo por meio do Microdurômetro (Shimadzu HMV-2000, Japão). Foram realizadas 3 medições aleatoriamente equidistantes em cada espécime ($n=10$) por meio de um penetrador tipo *Knoop* com carga de 25 gf por 10 segundos. As indentações foram medidas através de duas marcas nos vértices do losango formado em uma imagem com aumento de 40x, determinando o comprimento da diagonal maior e, por conseguinte, os resultados de dureza *Knoop* por meio do cálculo automático feito pelo software do equipamento.

Figura 6. Análise da dureza superficial das amostras em microdurômetro

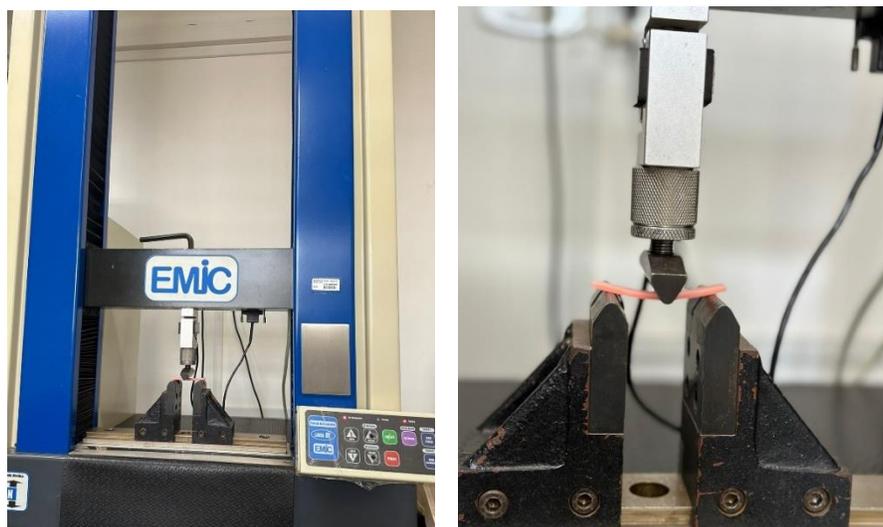


3.5.4 Resistência à Flexão

A resistência à flexão dos corpos de prova (n=10) foi avaliada em Máquina Universal de Ensaio Mecânicos (DL 2000-EMIC, São José dos Pinhais –PR, Brasil). Para isso, os mesmos foram posicionados sobre dois apoios paralelos entre si, localizados a 50 mm um do outro, e força de flexão aplicada no centro por uma ponta ligada a uma célula de carga de 50 Kgf, à velocidade de 5 mm/min. O ensaio seguiu a norma ISO 20795-1:2008 para padronização de teste de flexão.

O cálculo da flexão máxima do corpo de prova (MPa) imediatamente antes da ruptura foi realizado por meio da curva tensão x deformação obtida na máquina de ensaios mecânicos.

Figura 7. Análise da resistência à flexão das amostras em máquina universal de ensaios mecânicos

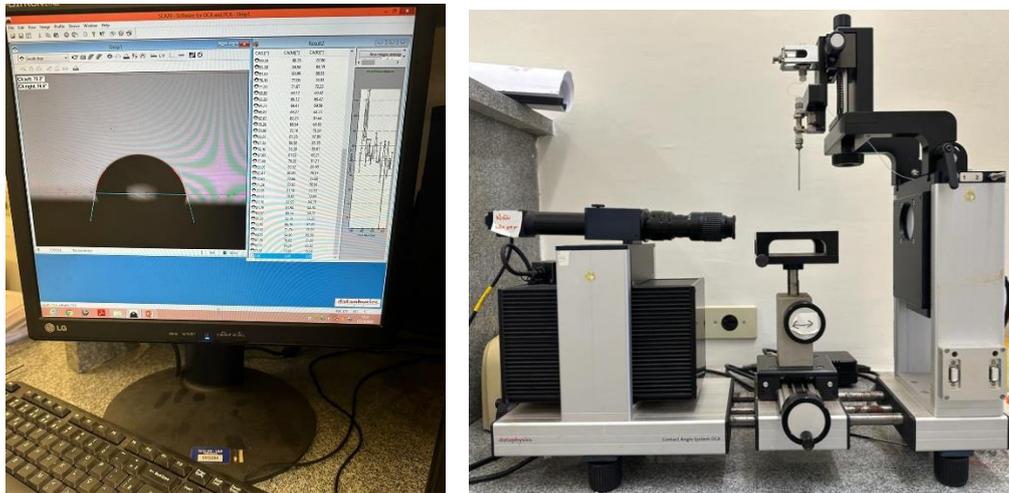


3.5.5 Molhabilidade

A molhabilidade foi avaliada no equipamento goniômetro (CAM200, KSV Instruments Ltd., Helsinque, Finlândia) por meio da medida do ângulo de contato da superfície dos corpos de prova (n=10) com a água usando o método de gota séssil. Para cada corpo de prova uma média de três medidas foi realizada com gotas de água deionizada contendo volume aproximado de 4 μ L (Milipore). Foram aguardados 60 segundos para a estabilização parcial da gota de água em contato com o substrato para obter uma medida, conforme variação do ângulo médio (Θ). A medida do ângulo de contato foi calculada pela média do ângulo formado do lado esquerdo e direito da gota, a partir das imagens adquiridas

com auxílio do software CAM 200 Contact Angle Measurement System. Durante a realização dos ensaios, a temperatura foi mantida a 24°C e a umidade relativa do ar no ambiente de 62%.

Figura 8. Análise da molhabilidade utilizando o goniômetro



3.5.6 Análise estatística dos dados

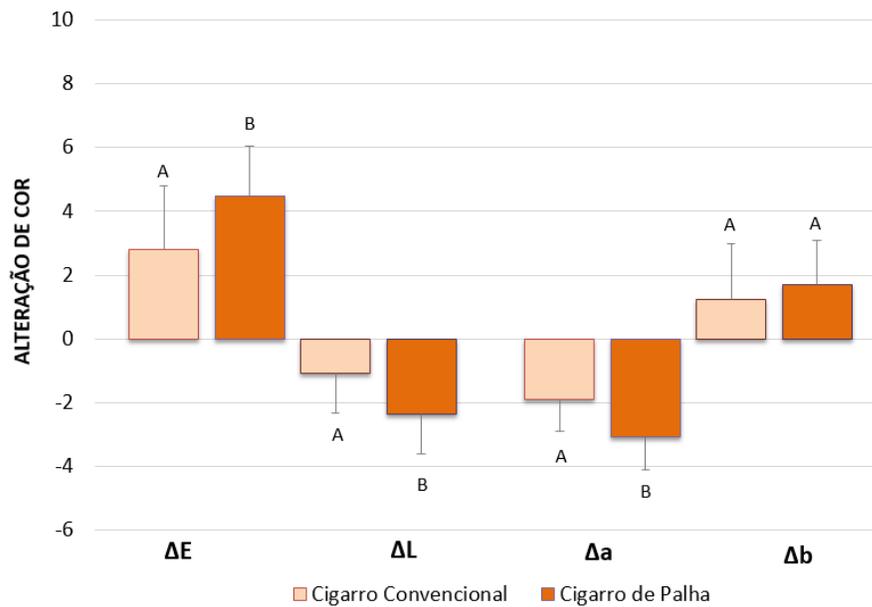
Primeiramente, observou-se que os dados apresentaram distribuição normal (Kolmogorov- Smirnov) e homogênea (Levene). Após isso, os mesmos foram avaliados no software SPSS versão 22.0 por análise de variância (ANOVA) bidirecional e pós teste de Bonferroni ($\alpha=5\%$).

4 RESULTADOS

4.1 Alteração de cor

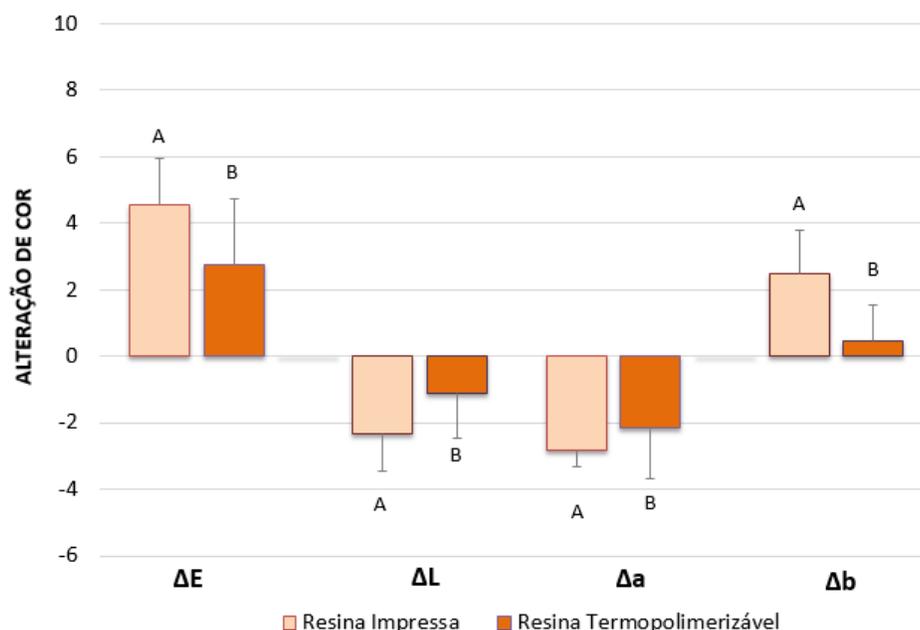
Comparando-se os diferentes tipos de fumo de forma independente, nota-se que o cigarro de palha proporcionou maiores valores de ΔE ($p=0,001$), ΔL ($p=0,001$) e Δa ($p<0,001$) comparado ao cigarro convencional. Não houve diferença no Δb ($p=0,240$) (Figura 9).

Figura 9. Média e desvio padrão do ΔE , ΔL , Δa , Δb das amostras considerando o fator tipo de fumo independentemente. *Letras diferentes indicam diferença estatística ($P < 0.05$)



Ao comparar as resinas, de forma independente, nota-se que a resina impressa apresentou maiores valores de ΔE ($p<0,001$), ΔL ($p=0,001$), Δa ($p=0,012$) e Δb ($p<0,001$), em relação a resina termopolimerizável (Figura 10).

Figura 10. Média e desvio padrão do ΔE , ΔL , Δa , Δb das amostras considerando o fator tipo de resina de forma independentemente. *Letras diferentes indicam diferença estatística ($P < 0.05$)



A Tabela 2 mostra os valores de ΔE das amostras considerando a interação tipo de fumo x tipo de resina.

O cigarro de palha promoveu maiores valores de ΔE , ou seja, na diferença total de cor da resina termopolimerizável ($p < 0,001$) em relação ao cigarro convencional, com valores superiores a 3,3, valor este considerado como o limite aceitável ao olho humano. Para a resina impressa, ambos tipos de fumo promoveram valores de ΔE semelhantes ($p = 0,601$), com alteração de cor acima desse limite.

Tabela 2. Média e desvio padrão do ΔE das resinas antes (T0) e após a exposição aos diferentes tipos de fumo (T1)

Resina	Cigarro Convencional	Cigarro de Palha
Termopolimerizável	1,22±0,25Aa	4,24±1,89Ba
Impressa	4,40±1,63Ab	4,72±1,18Aa

Letras maiúsculas semelhantes indicam similaridade estatística entre as colunas. Letras minúsculas semelhantes indicam similaridade estatística entre linhas.

Os dois tipos de fumo promoveram escurecimento das amostras, com valores negativos de luminosidade. Entretanto, para a resina termopolimerizável, essa alteração foi mais evidente após a exposição ao cigarro de palha ($p=0,001$). Para a resina impressa, ambos tipos de fumo promoveram valores de ΔL semelhantes ($p=0,109$).

Tabela 3. Média e desvio padrão do ΔL , das resinas antes (T0) e após a exposição aos diferentes tipos de fumo (T1)

Resina	Cigarro Convencional	Cigarro de Palha
Termopolimerizável	-0,25±0,23Aa	-2,01±1,43Ba
Impressa	-1,93±1,23Ab	-2,71±0,96Aa

Letras maiúsculas semelhantes indicam similaridade estatística entre as colunas. Letras minúsculas semelhantes indicam similaridade estatística entre linhas.

Ambos tipos de fumo, promoveram uma tendência das amostras para uma cor menos avermelhada, com valores de Δa negativos, como observa-se na Tabela 4. Assim como observado nas outras variáveis, o cigarro de palha promoveu maior alteração do que o cigarro convencional na resina termopolimerizável ($p<0,001$). Para a resina impressa, os dois tipos de fumo promoveram valores de Δa semelhantes ($p=0,809$).

Tabela 4. Média e desvio padrão do Δa , das resinas antes (T0) e após a exposição aos diferentes tipos de fumo (T1)

Resina	Cigarro Convencional	Cigarro de Palha
Termopolimerizável	-1,01±0,51Aa	-3,28±1,37Ba
Impressa	-2,78±0,45Ab	-2,87±0,57Aa

Letras maiúsculas semelhantes indicam similaridade estatística entre as colunas. Letras minúsculas semelhantes indicam similaridade estatística entre linhas.

A exposição das resinas a ambos tipos de fumo, promoveu uma coloração mais amarelada o que se nota por meio dos valores positivos de Δb observados na Tabela 5. Não houve diferença no Δb promovido pelos diferentes cigarros, porém observa-se que a resina

impresa apresentou maiores valores em relação à termopolimerizável tanto após a exposição ao cigarro convencional ($p < 0,001$) quanto após a exposição ao de palha ($p = 0,006$).

Tabela 5. Média e desvio padrão do Δb das resinas antes (T0) e após a exposição aos diferentes tipos de fumo (T1)

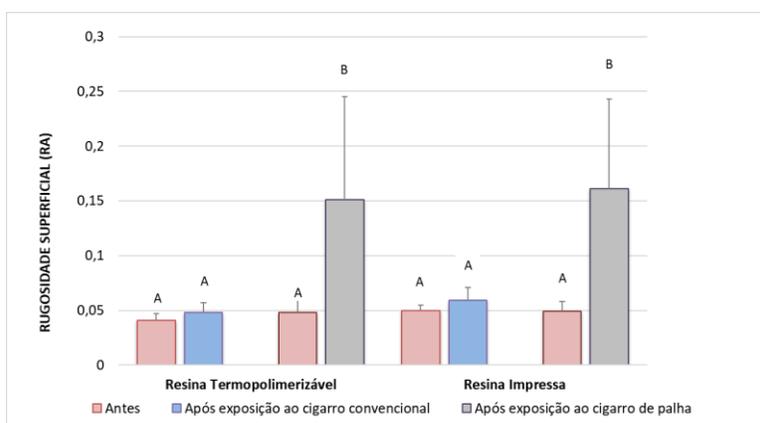
Resina	Cigarro Convencional	Cigarro de Palha
Termopolimerizável	0,002±0,46Aa	0,89±1,40Aa
Impressa	2,46±1,71Ab	2,48±0,84Ab

Letras maiúsculas semelhantes indicam similaridade estatística entre as colunas. Letras minúsculas semelhantes indicam similaridade estatística entre linhas.

4.2 Rugosidade Superficial

A rugosidade inicial das resinas foi semelhante ($p = 0,111$). O cigarro convencional não alterou a rugosidade superficial da resina termopolimerizável ($p = 0,729$) e da resina impressa ($p = 0,657$). Por outro lado, o cigarro de palha promoveu um aumento da rugosidade superficial de ambas resinas ($p < 0,001$) (Figura 11).

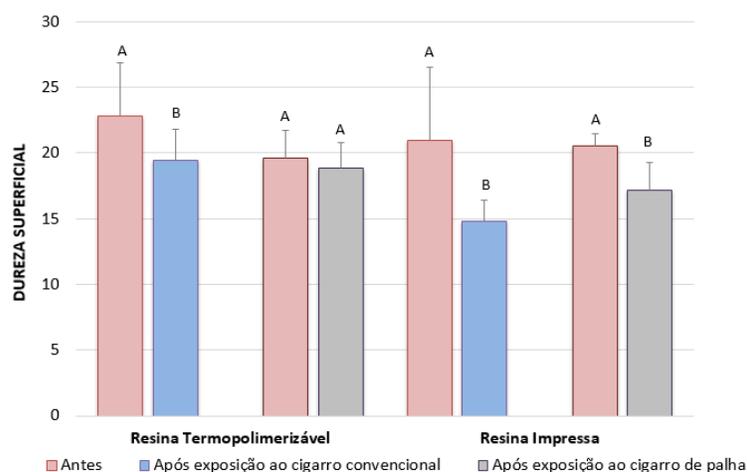
Figura 11. Média e desvio padrão da rugosidade superficial (RA) das resinas após exposição aos diferentes tipos de fumo. *Letras diferentes indicam diferença estatística ($P < 0,05$)



4.3 Dureza Superficial

A dureza inicial das resinas foi semelhante ($p=0,671$). No geral, houve redução desta propriedade após a exposição aos diferentes tipos de fumo ($p<0,05$), exceto da dureza da resina termopolimerizável após exposição ao cigarro de palha ($p=0,549$) (Figura 12).

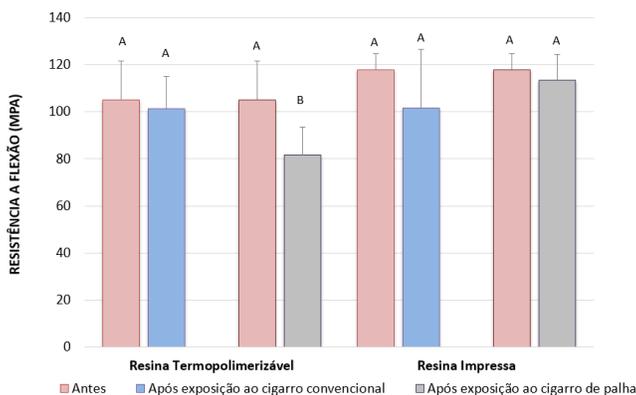
Figura 12. Média e desvio padrão da dureza superficial (HK) das resinas após exposição aos diferentes tipos de fumo. *Letras diferentes indicam diferença estatística ($P < 0.05$)



4.4 Resistência à Flexão

A resistência à flexão inicial das resinas foi semelhante ($p=0,067$). No geral, esta propriedade não foi afetada após a exposição aos diferentes tipos de fumo ($p>0,05$), exceto a resistência da resina termopolimerizável que reduziu após a exposição ao cigarro de palha ($p=0,016$) (Figura 13).

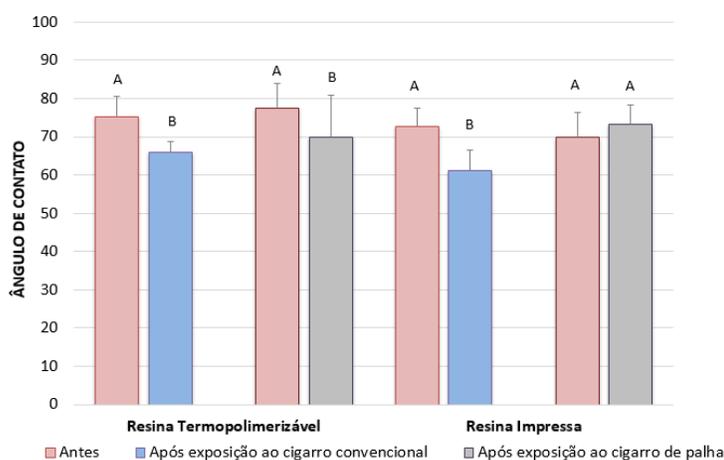
Figura 13. Média e desvio padrão da resistência à flexão (MPa) das resinas após exposição aos diferentes tipos de fumo. *Letras diferentes indicam diferença estatística ($P < 0.05$)

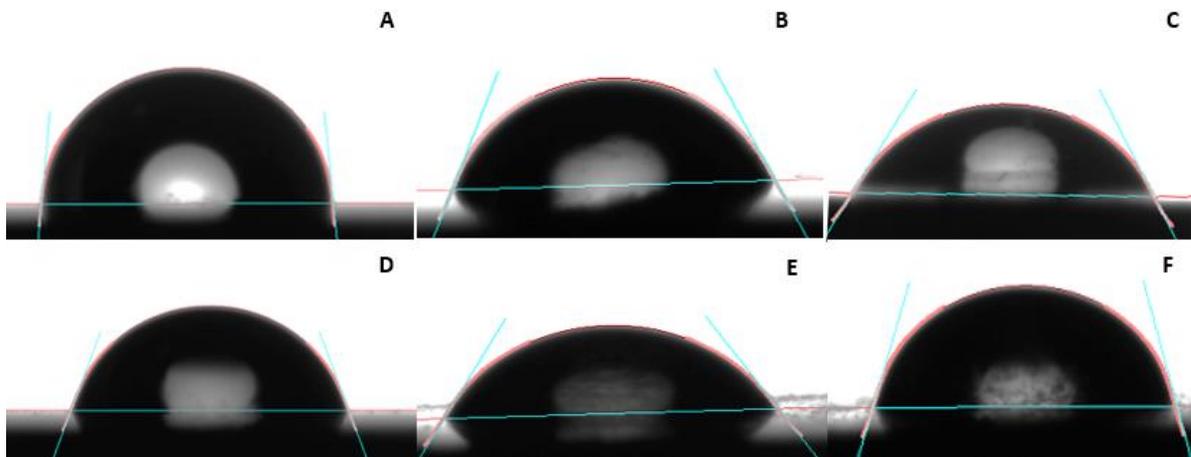


4.5 Molhabilidade

Inicialmente, a resina impressa apresentou menor hidrofobicidade que a termopolimerizável ($p=0,009$). Ambos tipos de fumo tornaram a superfície da resina termopolimerizável mais hidrofílica ($p<0,05$). O mesmo foi observado para a impressa exposta ao cigarro convencional ($p=0,001$) (Figura 14).

Figura 14. Média e desvio padrão do ângulo de contato (Θ) das resinas após exposição aos diferentes tipos de fumo e imagens representativas. *Letras diferentes indicam diferença estatística ($P < 0.05$): A) resina termopolimerizável inicial; B) resina termopolimerizável após exposição ao cigarro convencional; C) resina termopolimerizável após exposição ao cigarro de palha; D) resina impressa inicial; E) resina impressa após exposição ao cigarro convencional; F) resina impressa após exposição ao cigarro de palha.





4.6 Correlação de Pearson

O coeficiente de correlação de Pearson (r) mostrou que existe uma correlação moderada e positiva entre rugosidade superficial e alteração de cor (ΔE) ($r = 0,402$). Uma correlação positiva indica que o aumento de uma variável provoca um aumento na outra. Não houve correlação entre os demais fatores. Os índices considerados para indicar a força de correlação entre as variáveis foram: $> 0,70$ é correlação forte; entre $0,30$ e $0,70$ é correlação moderada; $< 0,30$ é correlação fraca; igual ou próximo de 0 - sem correlação (PARDI *et al.*, 2024).

5 DISCUSSÃO

A hipótese nula estabelecida no presente estudo foi rejeitada, pois houve diferença em algumas propriedades da resina impressa em 3D quando comparada à resina termopolimerizável convencional, bem como influência da exposição aos dois tipos de fumo.

As resinas acrílicas são suscetíveis a alterações de cor que podem ser causadas intrinsecamente por fatores relacionados ao envelhecimento ou alterações estruturais decorrentes da variação de temperatura e presença de umidade, bem como extrinsecamente por corantes provenientes de alimentos, métodos de higiene e tabagismo (AYAZ E ALADAĞ *et al.*, 2023).

O tabaco pode ser consumido pelos usuários de diferentes maneiras dentre elas por meio dos cigarros industrializados que são utilizados mundialmente e contém substâncias tóxicas, como monóxido de carbono, dióxido de carbono, nicotina, amônia, níquel, arsênico e metais pesados (ALVIM *et al.*, 2022). Os cigarros de palha são enrolados à mão e não possuem filtro. O tabaco é enrolado em uma casca de milho que lembra um canudo e as pessoas têm a falsa ideia de que são menos prejudiciais (GRILO *et al.*, 2023). No entanto, estudos realizados descobriram que a exposição à fumaça do cigarro de palha causa danos semelhantes aos de qualquer outro cigarro (THIRUPATHI *et al.*, 2020; CAMARA *et al.*, 2020).

Estudos avaliaram mudanças nos parâmetros das próteses totais devido aos efeitos de certas bebidas e do fumo (BITENCOURT *et al.*, 2020; PAPATHANASIOU *et al.*, 2022), mas estudos sobre os efeitos de diferentes produtos de tabaco em bases de próteses recentemente introduzidas são escassos.

No presente estudo, as amostras de resina impressa apresentaram valores de ΔE clinicamente inaceitáveis após exposição a ambos tipos de fumaça ($\Delta E > 3,3$). Já as amostras da resina termopolimerizável, apresentaram valores de ΔE acima desse limite apenas após a exposição ao cigarro de palha. A coordenada L^* representa a luminosidade, que é essencial na análise dos resultados, uma vez que qualquer perda de luminosidade é prejudicial à estabilidade da cor e ao sucesso clínico do material (SAMRA *et al.*, 2008). Foi observado um escurecimento das amostras de ambas resinas, porém para a resina termopolimerizável, essa alteração foi mais evidente após a exposição ao cigarro de palha enquanto que para a resina impressa, ambos tipos de fumo promoveram valores de ΔL elevados. Foi observada

também uma tendência das amostras para as cores verde e amarela, representadas pelos eixos a^* e b^* , respectivamente, sendo a variação mais evidente para a resina impressa assim como observado nos demais eixos.

Gruber *et al.*, 2021 avaliaram a estabilidade de cor de resinas obtidas pelas técnicas subtrativa e aditiva em comparação à resina convencional para bases de próteses, após imersão em café, vinho tinto e termociclagem e observaram que as resinas impressas em 3D apresentaram maiores alterações de cor em comparação às demais. Os autores atribuem os resultados à alguns fatores, dentre eles a sorção de água e a deterioração da superfície (BERLI *et al.*, 1994; IMIRZALIOGLU *et al.*, 2010; DIETSCHI *et al.*, 2020). A deterioração da superfície é inversamente proporcional ao teor de carga e as resinas impressas geralmente contêm partículas de carga inorgânica reduzidas, afim de manter uma baixa viscosidade para facilitar o fluxo do material durante o processo de fabricação e o polimento (KESSLER *et al.*, 2019). A sedimentação das partículas de carga durante o armazenamento também pode contribuir para este efeito, pois camadas heterogêneas de partículas de carga durante a impressão podem causar polimerização inadequada, aumentando a deterioração da superfície (KESSLER *et al.*, 2019). Esse fator pode ter sido a causa do aumento das alterações de cor observado nos grupos de resina impressa em 3D após a exposição a ambos tipos de fumo. No entanto, estas suposições devem ser recebidas com cautela até que futuros estudos específicos as comprovem.

As superfícies lisas das próteses ajudam a reduzir a retenção de biofilme (AL-FOUZAN; AL-MEJRAD e ALBARRAG, 2019; CHOI *et al.*, 2020). Estudos demonstraram que uma rugosidade superficial (R_a) de $0,2 \mu\text{m}$ é clinicamente aceitável (KUL; ALADAĞ e YESILDAL R, 2016; BOURLIDI *et al.*, 2016). Portanto, o acabamento e o polimento da superfície externa das próteses dentárias são obrigatórios para reduzir a rugosidade superficial. No presente estudo, as médias iniciais de rugosidade superficial da resina impressa em 3D ($0,049 \pm 0,007$) e da resina termopolimerizável ($0,045 \pm 0,011$) foram semelhantes, podendo sugerir a mesma capacidade de polimento de ambos materiais protéticos. Entretanto, a exposição ao cigarro de palha promoveu alteração significativa na rugosidade superficial de ambas resinas. Embora os valores tenham ficado abaixo do limite aceitável, foi observada uma correlação positiva entre rugosidade e alteração de cor, ou seja, quanto maior a rugosidade, maior a alteração de cor. O ensaio de molhabilidade mostrou

que, inicialmente, a resina convencional apresentou maior ângulo de contato (maior hidrofobicidade) do que a resina impressa em 3D, corroborando com POKER *et al.*, 2024. Assim, pode-se sugerir uma menor adesão de micro-organismos à resina convencional em comparação com os materiais impressos em 3D. Entretanto, ambos tipos de fumo tornaram a superfície da resina termopolimerizável mais hidrofílica. O mesmo foi observado para a impressa com o cigarro convencional ($p=0,001$), não havendo correlação dessa propriedade com a rugosidade e estabilidade de cor.

A dureza é uma medida da resistência do material à deformação plástica causada por indentação mecânica ou abrasão (AL-DWAIRI *et al.*, 2019; PRPIĆ *et al.*, 2020). Materiais de baixa dureza superficial podem ser danificados pela escovação mecânica, resultando em retenção de biofilme e manchamento, e menor vida útil (PRPIĆ *et al.*, 2020; AJAY *et al.*, 2020). Embora estudos (GAD *et al.* 2022, e PRPIĆ *et al.* 2022; AL-DWAIRI *et al.*, 2023) relatem que resinas impressas em 3D apresentem menor dureza superficial em comparação ao grupo convencionalmente polimerizado por calor devido à estrutura interna, no presente estudo, ambas resinas apresentaram valores de dureza superficial semelhantes. Esta propriedade foi influenciada pelo fumo, visto que no geral, houve redução nos valores de dureza, exceto para a resina termopolimerizável após exposição ao cigarro de palha.

A resistência à flexão é uma medição coletiva das tensões de compressão, tração e cisalhamento dos materiais (AL-DWAIRI *et al.*, 2023). Embora estudos demonstrem que grupos impressos em 3D apresentam valores de resistência à flexão mais baixos quando comparados ao PMMA polimerizado termicamente (PEREA-LOWERY *et al.* 2021; AL-DWAIRI *et al.*, 2023 e PRPIĆ *et al.*, 2022), nossos resultados demonstraram resistência à flexão inicial semelhante de ambas resinas, corroborando com os estudos de SONAM *et al.*, 2021 e FIORE *et al.*, 2022. No geral esta propriedade não foi afetada pelo fumo, exceto a resistência da resina termopolimerizável que reduziu após a exposição ao cigarro de palha ($p=0,016$), mas permaneceu atendendo aos requisitos da ISO (65 MPa).

Estudar as diferentes marcas de resinas disponíveis comercialmente seria difícil, sendo esta uma limitação metodológica deste estudo. Outra limitação inerente a este estudo está relacionada a dificuldade de simular as condições do ambiente oral. Apesar disso, os resultados deste estudo fornecem evidências valiosas relacionadas às propriedades da resina impressa em 3D comparativamente a resina convencional termopolimerizável, bem como da

influência de diferentes tipos de fumo, que podem ser úteis para na tomada de decisões do profissional e orientações ao paciente.

6 CONCLUSÃO

Conclui-se que a resina impressa em 3D exibiu dureza, rugosidade superficial e resistência à flexão semelhante ao PMMA, além de uma superfície menos hidrofóbica, mas foi mais susceptível a alteração de cor após exposição ao tabagismo. O cigarro de palha aumentou a rugosidade de ambas resinas, reduziu a dureza da resina impressa e a resistência à flexão do PMMA. O cigarro convencional reduziu a dureza de ambas resinas. Os dois tipos de fumo tornaram a superfície do PMMA mais hidrofílica. O mesmo foi observado para a resina impressa exposta ao cigarro convencional. Portanto, o hábito de fumar parece influenciar nas propriedades da superfície das resinas. O grau de impacto depende do tipo de fumo e do tipo de material de base da prótese.

REFERÊNCIAS

AL-DWAIRI ZN, AL HAJ EBRAHIM 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**. v.32, n.1, p.40-48, 2023.

AL-DWAIRI ZN, *et al.* A comparison of the surface properties of CAD/CAM and conventional polymethylmethacrylate (PMMA). **Journal of Prosthodontics**, v. 28, n.4, p.452-457, 2019.

AL-FOUZAN AF, AL-MEJRAD LA, ALBARRAG AM. Adherence of Candida to complete denture surfaces in vitro: a comparison of conventional and CAD/CAM complete dentures. **Journal of Advanced Prosthodontics**. v.9, n.5,p.402-408, 2017.

AJAY R, *et al.* Effect of novel cycloaliphatic comonomer on surface roughness and surface hardness of heat-cure denture base resin. **Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences**. v.12, n.1, p.67-72, 2020.

ALSANDI Q,*et al.* Evaluation of Mechanical and Physical Properties of Light and Heat Polymerized UDMA for DLP 3D Printer. **Sensors (Basel)**. v.21, n.10, p.3331, 2021.

ALTARAZI, *et al.* Assessing the physical and mechanical properties of 3D printed acrylic material for denture base application. **Dental Materials**, v.38, n.12, p.1841-1854, 2022.

ALVIM GC, *et al.* Effect of conventional and rolled cigarette smoke on the colour of artificial teeth and effectiveness of hygiene protocols in removing pigmentation - An *in vitro* study. **Indian Journal of Dental Research**. v.33, n.4, p.419-424, 2022.

ANADIOTI E,*et al.* 3D printed complete removable dental prostheses: a narrative review. **BMC Oral Health**. V. 20, n.1, p.343, 2020.

AYAZ EA, ALADAĞ SÜ. Effect of cigarette smoke and denture cleansers on the surface properties and color stability of CAD-CAM and conventional denture base resins. **Dental Materials Journal**, v.42, n.2, p.167-176, 2023.

BARAZANCHI A, *et al.* Additive Technology: Update on Current Materials and Applications in Dentistry. **The International Journal of Prosthodontic**. v.26, n. 2, p.156-163, 2017.

BAYARSAIKHAN E, *et al.* Effects of Postcuring Temperature on the Mechanical Properties and Biocompatibility of Three-Dimensional Printed Dental Resin Material. **Polymers (Basel)**. v.13, n.8, p.1180, 2021.

BERLI C, *et al.* Comparing the mechanical properties of pressed, milled, and 3D-printed resins for occlusal devices. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v.124, n.6, p.780-786, 2020.

- BITENCOURT SB, et al. Effect of acidic beverages on surface roughness and color stability of artificial teeth and acrylic resin. **Journal of Advanced Prosthodontics**. v.12, n.2, p.55-60, 2020.
- BOURLIDI S, et al. Effect of different initial finishes and Parylene coating thickness on the surface properties of coated PMMA. **Journal of Prosthetic Dentistry**. v. 115, n.3 p.363-370, 2016.
- CAMARA FDM, *et al.* Yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) extract inhibits hand-rolled cornhusk cigarette smoke-induced oxidative pulmonary damage. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v.92, p.20191141, 2020.
- ÇAKMAK G *et al.* Effect of Thermal Cycling on the Flexural Strength and Hardness of New-Generation Denture Base Materials. **The International Journal of Prosthodontic**, v.32, n.1, p.81-86, 2023.
- CHHABRA M, NANDITHA KUMAR M, RAGHAVENDRASWAMY KN, THIPPESWAMY HM. Flexural strength and impact strength of heat-cured acrylic and 3D printed denture base resins- A comparative in vitro study. **Journal of Oral Biology and Craniofacial Research**. v.12, n.1, p.1-3, 2022.
- CHOI JJ, *et al.* Evaluation of surface roughness, hardness and elastic modulus of nanoparticle containing light-polymerized denture glaze materials. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**. v.103, p.103601, 2020.
- DIETSCHI D, *et al.* Comparison of the color stability of ten new-generation composites: an in vitro study. **Dental Materials Journal**. v.10, n.6, p.353-362, 1994.
- FIGUERÔA RMS, *et al.* Porosity, water sorption and solubility of denture base acrylic resins polymerized conventionally or in microwave. **Journal of Applied Oral Science**, v. 26, p. e20170383, 2018.
- FIORE A.D., *et al.* Comparison of the flexural and surface properties of milled, 3D-printed, and heat polymerized PMMA resins for denture bases: An in vitro study. **Journal of Prosthodontics Research**. v.66, n.3, p.502-508, 2022.
- GAD MM; *et al.* Strength and Surface Properties of a 3D-Printed Denture Base Polymer. **The International Journal of Prosthodontic**, v.31, n.5, p.412-418, 2022.
- GRILO G, et al. Straw cigarette branding: misleading descriptors and a new Marlboro man. **Tobacco Control**. v.32, n.4, p.513-516, 2021.
- GRUBER S, *et al.* CAD/CAM Complete Denture Resins: An In Vitro Evaluation of Color Stability. **Journal of Prosthodontics**. v.30, n.5 p.430-439, 2021.

HAN H, CHO S. Fabrication of Conducting Polyacrylate Resin Solution with Polyaniline Nanofiber and Graphene for Conductive 3D Printing Application. **Polymers (Basel)**, v.10, n.9, p.1003. 2018.

HERPEL C, *et al.* Accuracy of 3D printing compared with milling — A multi-center analysis of try-in dentures. **Journal Of Dentistry**, v.110, p.103681, 2021.

IMIRZALIOGLU P, *et al.* Color stability of denture acrylic resins and a soft lining material against tea, coffee, and nicotine. **Journal of Prosthodontics**. v.19, n.2, p.118-124, 2010.

JACKSON SE, *et al.* Roll-your-own cigarette use and smoking cessation behaviour: a cross-sectional population study in England. **BMJ Open**, v.8, n.12, p.025370, 2018.

KESSLER A, *et al.* Three-body wear of 3D printed temporary materials. **Dental Materials Journal**. v.35, n.12, p.1805-1812, 2019.

KUL E, ALADAĞ LI, YESILDAL R. Evaluation of thermal conductivity and flexural strength properties of poly (methyl methacrylate) denture base material reinforced with different fillers. **Journal of Prosthetic Dentistry**. v.116, n.5, p.803-810, 2016.

MASRI G, *et al.* Adaptation of Complete Denture Base Fabricated by Conventional, Milling, and 3-D Printing Techniques: An *In Vitro* Study. **The Journal of Contemporary Dental Practice**, v.21, n.4, p.367-371, 2020.

MOODIE C, O'DONNELL R. Reasons for Using Roll-Your-Own Tobacco and Perceptions of Health-Promoting Pack Inserts: A Focus Group Study with Roll-Your-Own Tobacco Smokers in Scotland. **Nicotine e Tobacco Research**. v.24, n.12, p.1937-1944, 2022.

PAPATHANASIOU I, *et al.* Effect of Staining Solutions on Color Stability, Gloss and Surface Roughness of Removable Partial Dental Prosthetic Polymers. **Journal of Prosthodontics**. v.31, n.1, p. 65-71, 2022.

PARDI M, *et al.* Correlation between fluoride release, surface hardness and diametral tensile strength of restorative glass ionomer cements. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**. v.16, n.5, p.e610-5, 2024.

PEREA-LOWERY L, *et al.* 3D-Printed vs. Heat-Polymerizing and Autopolymerizing Denture Base Acrylic Resins. **Materials (Basel)**, v.14, n.19, p.5781. 2021.

PIANELLI C, *et al.* The micro-Raman spectroscopy, a useful tool to determine the degree of conversion of light-activated composite resins. **Journal of Biomedical Materials Research**, v.48, n.5, p.675-81, 1999.

POKER BC, *et al.* Evaluation of surface roughness, wettability and adhesion of multispecies biofilm on 3D-printed resins for the base and teeth of complete dentures. **Journal of Applied Oral Science**. v.32, p.20230326, 2024.

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

SINGH G, AGARWAL A, LAHORI M. Effect of cigarette smoke on the surface roughness of two different denture base materials: An *in vitro* study. **The Journal of Indian Prosthodontic Society**, v.19, n.1, p.42-48, 2019.

SMEW AAM, YILDIRIM G, GUVEN MC. Effect of cigarette smoking on the color stability and surface roughness of two different denture base materials. **Journal of the American Dental Association**, v.35, n.1, p.25-29, 2022.

SAMRA AP, *et al.* Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. **Brazilian Oral Research**. v.22, n.3, p.205-210, 2008.

SONAM D., *et al.* Comparative evaluation of impact and flexural strength of 3D printed, CAD/CAM milled and heat activated polymethyl methacrylate resins—An *in vitro* study. **International Journal of Scientific Research**. v.10, p.194-202, 2021.

STANSBURY JW, IDACAVAGE MJ. 3D printing with polymers: Challenges among expanding options and opportunities. **Dental Materials Journal**, v.32, n.1, p. 54-56, 2016.

THIRUPATHI A, *et al.* Physical exercise-mediated changes in redox profile contribute to muscle remodeling after passive hand-rolled cornhusk cigarette smoke exposure. **Frontiers in Physiology**, v.11, p.590962, 2020.

TOTU EE, *et al.* Poly(methyl methacrylate) with TiO₂ nanoparticles inclusion for stereolithographic complete denture manufacturing - the future in dental care for elderly edentulous patients? **Journal of Dentistry**. v.59, p.68-77, 2017.

VILELA TEIXEIRA AB, DOS REIS AC. Influence of parameters and characteristics of complete denture bases fabricated by 3D printing on evaluated properties: a scoping review. **The International Journal of Prosthodontic**, v.36, n.5, p.620-29, 2023.