

## RESSALVA

Atendendo solicitação do autor, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 26/02/2028.



**UNESP - Universidade Estadual Paulista**  
**“Júlio de Mesquita Filho”**  
**Faculdade de Odontologia de Araraquara**



**Larianne de Sousa Moisés**

**Adesão e formação de biofilmes misto de *Candida albicans* e *Staphylococcus aureus* sensível a meticilina (MSSA) em uma resina para base protética obtida por diferentes parâmetros de impressão 3D**

**Araraquara**

**2026**



**UNESP - Universidade Estadual Paulista**  
**“Júlio de Mesquita Filho”**  
**Faculdade de Odontologia de Araraquara**



**Larianne de Sousa Moisés**

**Adesão e formação de biofilmes misto de *Candida albicans* e *Staphylococcus aureus* sensível a meticilina (MSSA) em uma resina para base protética obtida por diferentes parâmetros de impressão 3D**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara para obtenção do título de Mestre em Odontologia, na Área de Reabilitação Oral

**Orientadora: Ana Carolina Pero**

**Araraquara**

**2026**

M714a

Moisés, Larianne de Sousa

Adesão e formação de biofilmes misto de *Candida albicans* e *Staphylococcus aureus* sensível a metilina (MSSA) em uma resina para base protética obtida por diferentes parâmetros de impressão 3D / Larianne de Sousa Moisés. -- Araraquara, 2026  
53 p. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Odontologia, Araraquara

Orientadora: Ana Carolina Pero

1. Impressão tridimensional. 2. Bases dentária. 3. Biofilmes.  
I. Título.

**Larianne de Sousa Moisés**

**Adesão e formação de biofilmes misto de *Candida albicans* e *Staphylococcus aureus* sensível a meticilina (MSSA) em uma resina para base protética obtida por diferentes parâmetros de impressão 3D**

**Comissão julgadora**

**Dissertação para obtenção do grau de mestre em Odontologia**

Presidente orientadora: Profa. Dra. Ana Carolina Pero

2º Examinadora: Profa. Dra. Ana Paula Terossi de Godoi

3º Examinadora: Profa. Dra Carina Toda

Araraquara, 26 de fevereiro de 2026.

## **DADOS CURRICULARES**

**Larianne de Sousa Moisés**

NASCIMENTO: 06/02/1996 – João Pessoa – Paraíba

FILIAÇÃO: José Moisés Filho  
Lúcia Maria de Sousa Moisés

2018-2024 Graduação pela Universidade Federal da Paraíba- UFPB

2019-2024 Bolsista CNPq/CAPES/PIBIC/PIVIC pelo projeto de iniciação científica na disciplina de Prótese Parcial Removível e Saúde Coletiva da Universidade Federal da Paraíba-UFPB.

Monitoria em Anatomia Topográfica e Microbiologia Oral pela Universidade Federal da Paraíba- UFPB.

2024 - Especialização em Saúde Pública pela Faculdade Brasileira de Ensino Pesquisa e Extensão – FABEX

2024-2025 Estágio docência na disciplina de Prótese Total I e II na Faculdade de Odontologia de Araraquara- FOAR.

2025 – Especialização em Radiologia e Imaginologia Odontológica pela Faculdade Metropolitana de Franca - FAMEF

2025 Profa. na disciplina de Materiais e Equipamentos Odontológicos no curso da Escola Técnica e Profissionalizante de Araraquara - CEPROARA, Araraquara- SP

## **Dedico este trabalho**

**À Deus**, por guiar meus passos e me dar a força para continuar, mesmo quando os caminhos pareciam difíceis.

**Aos meus pais, José Moisés e Lúcia**, meu alicerce e abrigo seguro. Vocês me ensinaram com amor e sacrifício, e hoje compartilho com vocês a realização deste sonho.

**À minha irmã, Larissa**. Ser sua irmã me enche de orgulho e gratidão.

**Ao Lucas, meu companheiro**, que me apoia nos dias de cansaço e me ajuda a transformar desafios em conquistas. Com você, a jornada se torna mais leve, mais alegre e cheia de cor.

## AGRADECIMENTOS

**À Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”,** pela chance valiosa de desenvolver este mestrado e crescer como pesquisadora.

**À minha orientadora, Profa. Dra. Ana Carolina Pero,** cuja orientação iluminou cada etapa deste percurso. Obrigada por acreditar no meu potencial e me permitir voar mais alto.

**À minha amiga Júlia Jerez,** presença firme nos momentos mais desafiadores, seu apoio fez toda a diferença.

Ao meu grupo de pesquisa, **Hamile Viotto, Sabrina Coelho, João Queiroz, Laura Falconi, Giovanna Bueno, Lucas Portela, Raphael Souza e Danny Mendoza,** agradeço pela parceria constante, pela união e por tornarem a rotina de trabalho mais leve e colaborativa.

**À Ana Cesnik, Juliana Cerini e Talita Marconi,** pesquisadoras que admiro profundamente. Guardarei sempre o carinho e o aprendizado que recebi de vocês.

**Aos professores João N. Arioli Filho e Ana Paula T. de Godoi,** minha sincera gratidão pelas contribuições contínuas ao meu amadurecimento acadêmico.

**Aos professores da banca,** pela generosidade em aceitar o convite e por dedicarem seu tempo e conhecimento ao aperfeiçoamento deste estudo.

**Aos professores do departamento de Materiais Odontológicos e Prótese Dentária,** agradeço pela entrega diária ao ensino, pela paciência e por compartilharem seus saberes com tanta dedicação.

**A FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo** (Processo nº 2024/01694-0, Processo nº 2022/14657-0) pelo apoio financeiro essencial para realização dessa pesquisa.

“A vida era aquilo — seca, dura, difícil. Mas havia de melhorar.”  
Graciliano Ramos\*

---

\*Ramos G. Vidas secas. São Paulo: Companhia das Letras; 2019.

Moisés LS. Adesão e formação de biofilmes misto de *Candida albicans* e *Staphylococcus aureus* sensível a metilicina (MSSA) em uma resina para base protética obtida por diferentes parâmetros de impressão 3D [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2026.

## RESUMO

O comportamento biológico de biofilmes em resinas impressas deve ser investigado para compreender sua virulência e orientar estratégias preventivas em saúde oral. Objetivo: Avaliar a adesão e a formação de biofilmes mistos de *Candida albicans* e *Staphylococcus aureus* sensível à metilicina (MSSA) na superfície de uma resina base para prótese dentária impressa em 3D, bem como suas propriedades de superfície, variando os ângulos de impressão (0°, 45° ou 90°) e diferentes sistemas de impressão (DLP, Digital Light Processing e LCD Liquid Crystal Display). Metodologia: Foram confeccionados 18 discos por grupo (10 × 1,2 mm) de uma resina base para prótese (priZma 3D Bio Denture) em cada ângulo, utilizando duas impressoras 3D (LCD e DLP). A rugosidade média de superfície dos discos foi medida usando um perfilômetro digital e expressa em Ra (µm). Para a análise de energia livre de superfície (SE), foram realizadas medições de ângulo de contato usando um tensiômetro. A formação do biofilme foi induzida utilizando inóculos de *C. albicans* e MSSA, com os discos de resina incubados a 37 °C por 90 minutos e 48 horas. A viabilidade celular foi avaliada por contagem de unidades formadoras de colônia (UFC/mL), e a atividade metabólica foi analisada pelo ensaio de XTT (absorbância). As contagens microbianas e os resultados do XTT foram analisados por ANOVA trifatorial (tipo de impressora, ângulo de impressão, tempo de incubação), a rugosidade de superfície por ANOVA bifatorial (tipo de impressora e ângulo), com teste post hoc de Tukey HSD e nível de significância de 0,05. Resultados: Para MSSA e para o ensaio de XTT, o tempo foi o único fator significativo ( $p < 0,001$  e  $p = 0,006$ , respectivamente), enquanto os demais fatores e interações não foram estatisticamente significativos ( $p > 0,05$ ). A rugosidade de superfície foi significativamente influenciada pelo tipo de impressora 3D e pelo ângulo de impressão ( $p < 0,001$ ), bem como pela interação entre esses fatores ( $p = 0,027$ ). A impressora LCD produziu superfícies mais lisas nos ângulos de 0° e 90°, enquanto a 45° os valores foram comparáveis aos da impressora DLP. A impressora DLP não apresentou variações significativas de rugosidade entre os ângulos testados. Os grupos LCD apresentaram valores de SE menores do que os grupos DLP. Conclusão: Os resultados indicam que o sistema LCD apresenta melhor desempenho na redução da rugosidade de superfície nos ângulos de 0° e 90°. Além disso, os fatores analisados não influenciaram significativamente a adesão microbiana ou a formação de biofilmes mistos.

**Palavras – chave:** Impressão tridimensional; Bases dentária; Biofilmes.

Moisés LS. Adhesion and formation of mixed biofilms of *Candida albicans* and methicillin-sensitive *Staphylococcus aureus* (MSSA) on a 3D-printed denture base resin under different printing parameters [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2026.

## **ABSTRACT**

The biological behavior of biofilms on printed resins must be investigated to understand their virulence and guide preventive strategies in oral health. Objective: To evaluate the adhesion and formation of mixed biofilms of *Candida albicans* and methicillin-sensitive *Staphylococcus aureus* (MSSA) on the surface of a 3D-printed denture base resin, as well as its surface properties, by varying printing angles (0°, 45°, or 90°) and different printing systems (DLP – Digital Light Processing, and LCD – Liquid Crystal Display). Methods: Eighteen discs per group (10 × 1.2 mm) of a denture base resin (priZma 3D Bio Denture) were fabricated at each angle using two 3D printers (LCD and DLP). Mean surface roughness was measured using a digital profilometer and expressed as Ra (µm). Surface free energy (SE) was determined using contact angle measurements with a tensiometer. Biofilm formation was induced using inocula of *C. albicans* and MSSA, with the resin discs incubated at 37 °C for 90 minutes and 48 hours. Cell viability was assessed by colony-forming unit counts (CFU/mL), and metabolic activity was analyzed using the XTT assay (absorbance). Microbial counts and XTT results were analyzed by three-way ANOVA (printer type, printing angle, incubation time), and surface roughness by two-way ANOVA (printer type and angle), followed by Tukey's HSD test with a significance level of 0.05. Results: For MSSA and for the XTT assay, time was the only significant factor ( $p < 0.001$  and  $p = 0.006$ , respectively), whereas all other factors and interactions were not statistically significant ( $p > 0.05$ ). Surface roughness was significantly influenced by the 3D printer type and printing angle ( $p < 0.001$ ), as well as by the interaction between these factors ( $p = 0.027$ ). The LCD printer produced smoother surfaces at 0° and 90°, while at 45° the values were comparable to those of the DLP printer. The DLP printer showed no significant roughness variations among the angles tested. The LCD groups exhibited lower SE values compared with the DLP groups. Conclusion: The results indicate that the LCD system performs better in reducing surface roughness at 0° and 90°. Moreover, the factors analyzed did not significantly influence microbial adhesion or mixed biofilm formation.

**Keywords:** Printing, three-dimensional; Dental prosthesis; Biofilms.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 PROPOSIÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Objetivos Específicos .....</b>	<b>13</b>
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>14</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODO .....</b>	<b>21</b>
<b>4.1 Confeção dos espécimes.....</b>	<b>21</b>
<b>4.2 Caracterização da rugosidade dos espécimes.....</b>	<b>22</b>
<b>4.3 Avaliação da energia livre de superfície.....</b>	<b>22</b>
<b>4.4 Análises quantitativas microbiológicas.....</b>	<b>23</b>
<b>4.5 Formação de biofilme.....</b>	<b>23</b>
<b>4.6 Contagem de unidades formadoras de colônias.....</b>	<b>25</b>
<b>4.7 Avaliação do metabolismo celular (ensaio de XTT) .....</b>	<b>25</b>
<b>4.8 Análises qualitativas microbiológicas.....</b>	<b>26</b>
<b>4.9 Análise dos dados.....</b>	<b>26</b>
<b>5 RESULTADO .....</b>	<b>27</b>
<b>6 DISCUSSÃO .....</b>	<b>33</b>
<b>7 CONCLUSÃO .....</b>	<b>38</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>39</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>43</b>

## 1 INTRODUÇÃO

*Candida albicans*, um fungo comensal, é a espécie mais prevalente na candidíase oral<sup>1</sup>. Um dos fatores atribuídos à sua virulência é a capacidade de interagir com outros microrganismos no ambiente oral<sup>2</sup>. *Staphylococcus aureus* (MSSA), uma bactéria Gram-positiva também frequentemente encontrada na candidíase oral, é particularmente significativa devido à sua alta virulência e capacidade de desenvolver resistência a terapias medicamentosas<sup>3</sup>.

O *Staphylococcus aureus* pode ser classificado em duas principais variantes clínicas: o MRSA (*methicillin-resistant Staphylococcus aureus*) e o MSSA (*methicillin-susceptible Staphylococcus aureus*). A principal diferença entre eles está na resistência aos antibióticos  $\beta$ -lactâmicos, sendo o MRSA portador do gene *mecA*, que confere resistência e dificulta o tratamento. Clinicamente, infecções por MRSA estão frequentemente associadas a maior tempo de internação, custos elevados e, em alguns casos, maior mortalidade, especialmente devido ao atraso na terapia adequada e à limitação de opções terapêuticas<sup>4</sup>. Estudos anteriores indicam que a interação entre *C. albicans* e *S. aureus* em infecções polimicrobianas aumenta a gravidade das doenças<sup>5</sup>, como a estomatite protética<sup>6</sup>, e eleva o risco de desenvolvimento de infecções sistêmicas difíceis de tratar<sup>7</sup>.

Além disso, a relação sinérgica entre essas duas espécies dentro dos biofilmes potencializa a adesão microbiana, a complexidade estrutural e a tolerância a agentes antifúngicos e antibacterianos. Esse comportamento cooperativo não só dificulta as estratégias de erradicação como também contribui para infecções persistentes e falhas terapêuticas em ambientes clínicos<sup>8</sup>. Os mecanismos de adesão microbiana às superfícies de próteses estão associados a propriedades superficiais, como a rugosidade e as interações eletrostáticas representadas por forças hidrofóbicas.<sup>9</sup> Devido ao comportamento anisotrópico das resinas impressas em 3D, condições específicas de impressão, como a espessura da camada, o tempo de pós-polimerização e o ângulo de impressão, podem influenciar as propriedades superficiais do material resultante, tais como rugosidade, energia superficial e hidrofobicidade/hidrofilicidade, afetando assim a adesão e formação do biofilme<sup>10-15</sup>.

A tecnologia CAD-CAM (projeto assistido por computador e fabricação assistida por computador) revolucionou a produção de próteses dentárias. Em comparação com métodos tradicionais, as técnicas digitais permitem um planejamento mais rápido de

próteses totais e reduzem a dependência da experiência do clínico<sup>16</sup>. O uso de uma abordagem combinada, integrando a tecnologia de impressão 3D com métodos convencionais de processamento, tem se mostrado prática, pois reduz custos e minimiza a sensibilidade técnica, aumentando assim a eficiência geral da fabricação das próteses<sup>17</sup>. Estudos anteriores demonstraram que a retenção e estabilidade das próteses totais impressas em 3D são comparáveis às das próteses fabricadas convencionalmente<sup>18-20</sup>.

Os sistemas de impressão 3D para resinas fotopolimerizáveis, incluindo aqueles usados em odontologia, compreendem a estereolitografia (SLA), o processamento digital de luz (DLP) e o sistema de display de cristal líquido (LCD). A diferença básica entre esses sistemas está no tipo de fonte de luz e no método seletivo de iluminação empregado. Na impressão 3D por SLA, um feixe de laser (150–300  $\mu\text{m}$ ) cura a resina ao escanear cada camada usando um sistema de galvanômetro, oferecendo alta precisão e excelente acabamento superficial. Contudo, o processo é relativamente lento, pois o laser deve escanear toda a superfície camada por camada. Em contraste, o sistema DLP cura uma camada inteira simultaneamente usando dispositivos digitais de micromirrors (DMD), o que permite velocidades de impressão maiores<sup>21-23</sup>. Uma das principais limitações do sistema DLP é que a resolução de impressão depende da densidade dos micromirrors que formam o DMD e do tamanho da superfície projetada.

A evolução mais recente na tecnologia de impressão 3D é o sistema LCD, que revolucionou a manufatura aditiva devido ao custo reduzido das impressoras, alta velocidade de impressão e compatibilidade com as mesmas resinas usadas no processo DLP<sup>23</sup>. Em vez de utilizar micromirrors para projetar a luz sobre toda a plataforma, as impressoras LCD empregam um display de cristal líquido no qual cada pixel funciona como uma pequena janela que bloqueia ou permite a passagem da luz. Esse sistema também pode filtrar a luz ajustando individualmente a intensidade de cada pixel, alcançando qualidade superficial comparável à do SLA. Entretanto, ainda se conhece pouco sobre as propriedades das resinas curadas usando sistemas LCD<sup>24</sup>.

Embora as resinas impressas em 3D apresentem comportamento anisotrópico, influenciado principalmente pelo ângulo de impressão, suas propriedades mecânicas variam de acordo com a direção das forças aplicadas em relação às camadas impressas<sup>12</sup>. Além do desempenho mecânico, o ângulo de impressão também

influencia o comportamento biológico desses materiais, afetando a formação de biofilme e a citotoxicidade<sup>25</sup>.

As bases de prótese confeccionadas em resina acrílica são consideradas ambientes propícios à proliferação de microrganismos orais e à formação de biofilme microbiano, devido à facilidade com que as células microbianas aderem às irregularidades e porosidade da superfície da prótese<sup>17</sup>. A colonização microbiana da superfície protética ocorre por meio da adesão de microrganismos tanto à base da prótese quanto à mucosa bucal, podendo desencadear uma resposta inflamatória crônica conhecida como estomatite protética<sup>26</sup>.

A hipótese nula postula que a viabilidade dos microrganismos na superfície da resina permanece inalterada independentemente do ângulo de impressão e do sistema de impressão, seja qual for o tempo de incubação (90 minutos ou 48 horas). Além disso, presume-se que o ângulo e o sistema de impressão não exercem influência significativa na rugosidade superficial ou na energia superficial do material de resina testado.

Portanto, o objetivo deste estudo é avaliar a adesão e a formação de biofilmes mistos de *C. albicans* e *S. aureus* sensível à meticilina (MSSA) na superfície de uma resina base para prótese dentária impressa em 3D e suas propriedades de superfície, variando os ângulos (0°, 45° ou 90°) e os sistemas de impressão (DLP e LCD).

## 7 CONCLUSÃO

Considerando as limitações deste estudo in vitro, pode-se concluir que os ângulos e os sistemas de impressão não afetaram significativamente a adesão microbiana ou a formação de biofilmes mistos na resina base de prótese, apesar do aumento da rugosidade de superfície a 45° para ambos os sistemas (DLP e LCD). Assim, o sistema LCD representa uma alternativa eficiente e economicamente viável para a manufatura aditiva de bases de próteses.

## REFERÊNCIAS\*

1. Akpan A, Morgan R. Oral candidiasis. *Postgrad Med J*. 2002; 78(922): 455-9.
2. Chandra J, Mukherjee PK, Leidich SD, Faddoul FF, Hoyer LL, Douglas LJ et al. Antifungal resistance of candidal biofilms formed on denture acrylic in vitro. *J Dent Res*. 2001; 80(3): 903-8.
3. Nair N, Biswas R, Götz F, Biswas L. Impact of *Staphylococcus aureus* on pathogenesis in polymicrobial infections. *Infect Immun*. 2014; 82(6): 2162-9.
4. Rozgonyi F, Kocsis E, Kristóf K, Nagy K. Is MRSA more virulent than MSSA?. *Clin Microbiol Infect*. 2007; 13(9):843-5.
5. Morales DK, Hogan DA. *Candida albicans* interactions with bacteria in the context of human health and disease. *PLoS Pathog*. 2010; 6(4): e1000886.
6. Sánchez-Vargas LO, Estrada-Barraza D, Pozos-Guillen AJ, Rivas-Caceres R. Biofilm formation by oral clinical isolates of *Candida* species. *Arch Oral Biol*. 2013; 58(10): 1318-26.
7. Li H, Zhang C, Liu P, Liu W, Gao Y, Sun S. In vitro interactions between fluconazole and minocycline against mixed cultures of *Candida albicans* and *Staphylococcus aureus*. *J Microbiol Immunol Infect*. 2015; 48(6): 655-61.
8. Ponde NO, Lortal L, Ramage G, Naglik JR, Richardson JP. *Candida albicans* biofilms and polymicrobial interactions. *Crit Rev Microbiol*. 2021; 47(1): 91-111.
9. De Foggi CC, Machado AL, Zamperini CA, Fernandes D, Wady AF, Vergani CE. Effect of surface roughness on the hydrophobicity of a denture-base acrylic resin and *Candida albicans* colonization. *J Investig Clin Dent*. 2016; 7(2): 141-8.
10. Lee HE, Alauddin MS, Mohd Ghazali MI, Said Z, Mohamad Zol S. Effect of different vat polymerization techniques on mechanical and biological properties of 3D-printed denture base. *Polymers (Basel)*. 2023; 15(6): 1463.
11. Hada T, Kanazawa M, Iwaki M, Arakida T, Soeda Y, Katheng A, Otake R, Minakuchi S. Effect of printing direction on the accuracy of 3D-printed dentures using stereolithography technology. *Materials (Basel)*. 2020; 13(15): 3405.
12. Altarazi A, Haider J, Alhotan A, Silikas N, Devlin H. Assessing the physical and mechanical properties of 3D printed acrylic material for denture base application. *Dent Mater*. 2022; 38(12): 1841-54.

---

\* De acordo com o Guia de Trabalhos Acadêmicos da FOAr, adaptado das Normas Vancouver. Disponível no site da Biblioteca: <http://www.foar.unesp.br/Home/Biblioteca/guia-de-normalizacao-atualizado.pdf>

13. Unkovskiy A, Bui PH, Schille C, Geis-Gerstorfer J, Huettig F, Spintzyk S. Objects build orientation, positioning, and curing influence dimensional accuracy and flexural properties of stereolithographically printed resin. *Dent Mater.* 2018; 34(12): e324-33.
14. Al-Dulaijan YA, Alsulaimi L, Alotaibi R, Alboainain A, Alalawi H, Alshehri S, Khan SQ, Alsaloum M, AlRumaih HS, Alhumaidan AA, Gad MM. Comparative evaluation of surface roughness and hardness of 3D printed resins. *Materials (Basel).* 2022; 15(19): 6822.
15. Goodacre BJ, Goodacre CJ. Additive manufacturing for complete denture fabrication: a narrative review. *J Prosthodont.* 2022; 31(S1): 47-51.
16. Alghazzawi TF. Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. *J Prosthodont Res.* 2016; 60(2): 72-84.
17. Nam NE, Shin SH, Lim JH, Shim JS, Kim JE. Effects of artificial tooth brushing and hydrothermal aging on the mechanical properties and color stability of dental 3D printed and CAD/CAM materials. *Materials (Basel).* 2021; 14(20): 6207.
18. Jafarpour D, Feine JS, Morris M, de Souza RF. Patient-Reported Outcomes and Clinical Performance of CAD/CAM Removable Dentures: A Scoping Review. *Int J Prosthodont.* 2024; 37(5).
19. Thu KM, Molinero-Mourelle P, Yeung AW, Abou-Ayash S, Lam WY. Which clinical and laboratory procedures should be used to fabricate digital complete dentures? A systematic review. *J Prosthet Dent.* 2024; 132(5): 922-38.
20. Alharbi N, Wismeijer D, Osman RB. Additive Manufacturing Techniques in Prosthodontics: Where Do We Currently Stand? A Critical Review. *Int J Prosthodont.* 2017; 30(5).
21. Aati S, Akram Z, Shrestha B, Patel J, Shih B, Shearston K, Ngo H, Fawzy A. Effect of post-curing light exposure time on the physico-mechanical properties and cytotoxicity of 3D-printed denture base material. *Dent Mater.* 2022; 38(1): 57-67.
22. Chen H, Cheng DH, Huang SC, Lin YM. Comparison of flexural properties and cytotoxicity of interim materials printed from mono-LCD and DLP 3D printers. *J Prosthet Dent.* 2021; 126(5): 703-8.
23. Turanoglu OF, Talay Cevlik E, Vural C. Investigation of adhesion status of *Candida* species to the surface of resin materials produced at different angles with additive manufacturing. *BMC Oral Health.* 2024; 24(1): 738.
24. da Silva MD, do Carmo Viotto HE, Moisés LD, Coelho SR, de Souza RF, Pero AC. Stainability of 3D-printed resins for denture base and artificial teeth. *BMC Oral Health.* 2025; 25(1): 1-9.

25. Radford D, Challacombe SJ, Walter JD. Denture plaque and adherence of *Candida albicans* to denture-base materials in vivo and in vitro. *Crit Rev Oral Biol Med*. 1999; 10(1): 99-116.
26. Shim JS, Kim JE, Jeong SH, Choi YJ, Ryu JJ. Printing accuracy, mechanical properties, surface characteristics, and microbial adhesion of 3D-printed resins with various printing orientations. *J Prosthet Dent*. 2020; 124(4): 468-75.
27. Duret F, Preston JD. CAD/CAM imaging in dentistry. *Curr Opin Dent*. 1991; 1(2): 150-4.
28. Rautemaa R, Ramage G. Oral candidosis-clinical challenges of a biofilm disease. *Crit Rev Microbiol*. 2011; 37(4): 328–36.
29. Gulati M, Nobile CJ. *Candida albicans* biofilms: development, regulation, and molecular mechanisms. *Microbes Infect*. 2016; 18(5): 310-21.
30. Todd OA, Fidel Jr PL, Harro JM, Hilliard JJ, Tkaczyk C, Sellman BR, Noverr MC, Peters BM. *Candida albicans* augments *Staphylococcus aureus* virulence by engaging the *Staphylococcal agr* quorum sensing system. *MBio*. 2019; 10(3):10-128.
31. Eichelberger KR, Cassat JE. Metabolic adaptations during *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans* co-infection. *Front Immunol*. 2021; 12:797550.
32. Yacob N, Ahmad NA, Safii SH, Yunus N, Razak FA. Is microbial adhesion affected by the build orientation of a 3-dimensionally printed denture base resin?. *J Prosthet Dent*. 2023; 130(1): 131-e1.
33. International Organization for Standardization. ISO 1567: denture base polymers. 2nd ed. Geneva: The Organization; 1998.
34. Jorge JH, Giampaolo ET, Vergani CE, Pavarina AC, Machado AL, Carlos IZ. Effect of microwave postpolymerization treatment and of storage time in water on the cytotoxicity of denture base and reline acrylic resins. *Quintessence Int*. 2009; 40(10):e93-100.
35. Gadelmawla ES, Koura MM, Maksoud TMA, Elewa IM, Soliman HH. Roughness parameters. *J Mater Process Technol*. 2002;123(1):133–45.
36. Janssen D, De Palma R, Verlaak S, Heremans P, Dehaen W. Static solvent contact angle measurements, surface free energy and wettability determination of various self-assembled monolayers on silicon dioxide. *Thin solid films*. 2006 Dec 5;515(4):1433-8.
37. Nunes TS, SILVA MD, Coelho SR, Viotto HE, Pero AC. Effectiveness of disinfectant solutions associated or not with brushing on the biofilm control of a 3D printed-denture base resin. *Journal of Applied Oral Science*. 2023 ; 31: e20230104.

38. Paleari AG, Marra J, Pero AC, Rodriguez LS, Ruvolo-Filho A, Compagnoni MA. Efeito da incorporação de metacrilato de 2-terc-butilaminoetila na resistência à flexão de uma resina acrílica para base de prótese. *J Appl Oral Sci.* 2011; 19(3): 195-9.
39. Rodriguez LS, Paleari AG, Giro G, de Oliveira Junior NM, Pero AC, Compagnoni MA. Caracterização química e resistência à flexão de uma resina acrílica para base de prótese com monômero 2-terc-butilaminoetil metacrilato. *J Prosthodont.* 2013; 22(4): 292-7.
40. Song F, Koo H, Ren D. Effects of material properties on bacterial adhesion and biofilm formation. *J Dent Res.* 2015; 94(8): 1027-34.
41. Minagi S, Miyake Y, Inagaki K, Tsuru H, Suginaka H. Hydrophobic interaction in *Candida albicans* and *Candida tropicalis* adherence to various denture base resin materials. *Infect Immun.* 1985; 47(1): 11- 4.
42. Gad MM, Abualsaud R, Khan SQ. Hydrophobicity of denture base resins: a systematic review and meta-analysis. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2022; 12(2): 139-59.
43. Revilla-León M, Meyers MJ, Zandinejad A, Özcan M. A review on chemical composition, mechanical properties, and manufacturing workflow of additively manufactured current polymers for interim dental restorations. *J Esthet Restor Dent.* 2019; 31(1): 51-7.
44. Pereira-Cenci T, Cury AA, Cenci MS, Rodrigues-Garcia RC. In vitro *Candida* colonization on acrylic resins and denture liners: influence of surface free energy, roughness, saliva, and adhering bacteria. *Int J Prosthodont.* 2007; 20(3): 308-10.
45. Dutra D, Pereira G, Kantorski KZ, Valandro LF, Zanatta FB. Does finishing and polishing of restorative materials affect bacterial adhesion and biofilm formation? A systematic review. *Oper Dent.* 2018; 43(1): E37-E52.
46. Zissis AJ, Polyzois GL, Yannikakis SA, Harrison A. Roughness of denture materials: a comparative study. *Int J Prosthodont.* 2000; 13(2).
47. Uppuluri P, Chaturvedi AK, Srinivasan A, Banerjee M, Ramasubramaniam AK, Köhler JR, Kadosh D, Lopez-Ribot JL. Dispersion as an important step in the *Candida albicans* biofilm developmental cycle. *PLoS pathogens.* 2010; 6(3): e1000828.
48. Zinelis S, Panayi N, Polychronis G, Papageorgiou SN, Eliades T. Comparative analysis of mechanical properties of orthodontic aligners produced by different contemporary 3D printers. *Orthod Craniofac Res.* 2022; 25(3): 336-41.