



QUALIS
A2



ADESÃO DE CANDIDA ALBICANS EM POLIMETILMETACRILATO (PMMA) E POLIOXIMETILENO (POM) PARA SISTEMA CAD/CAM¹

ADHESION OF CANDIDA ALBICANS TO POLYMETHYL METHACRYLATE (PMMA) AND POLYOXYMETHYLENE (POM) FOR CAD/CAM SYSTEMS

Thalisson Miranda PIRES
Universidade Federal do Ceará (UFC)
E-mail: Thalisson.mirandapires@gmail.com
ORCID: <http://orcid.org/0009-0003-3684-9612>

Matheus Vieira NASCIMENTO
Universidade Federal do Ceará (UFC)
E-mail: matheusvieira003@gmail.com
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0132-0543>

Matheus Loíky Sampaio de SOUZA
Universidade Federal do Ceará (UFC)
E-mail: maatheusloiky@gmail.com
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5461-2753>

Davi Valentim OLIVEIRA
Universidade Federal do Ceará (UFC)
E-mail: dr.davivalentim@gmail.com
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5044-8968>

Amanda de Menezes PORTO
Universidade Federal do Ceará (UFC)
E-mail: amandaporto@alu.ufc.br
ORCID: <http://orcid.org/0009-0002-5787-0106>

Anna Letícia Nogueira GOMES
Universidade Federal do Ceará (UFC)
E-mail: annaleticia.com@hotmail.com
ORCID: <http://orcid.org/0009-0003-0288-0873>

Caio Melo de AQUINO
Universidade Federal do Ceará (UFC)
E-mail: caiomeloq@alu.ufc.br
ORCID: <http://orcid.org/0009-0009-3276-8341>

Karina Matthes de Freitas PONTES
Universidade Federal do Ceará (UFC)
E-mail: karinapontes@ufc.br
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7071-5886>

¹ COMO CITAR: (ABNT): PIRES, T. M.; NASCIMENTO, M. V.; SOUZA, M. L. S.; OLIVEIRA, D. V.; PORTO, A. M.; GOMES, A. L. N.; AQUINO, C. M. Adesão de Candida Albicans em Polimetilmetacrilato (PMMA) e Polioximetileno (POM) para Sistema CAD/CAM. *JNT Facit Business and Technology Journal*. Qualis A2. ISSN: 2526-4281, Mês de Março de 2026 - Ed. 72. VOL. 02. Págs. 148-161. Disponível: <http://revistas.faculdadefacit.edu.br>. Acesso em: __/__/__.

RESUMO

O polioximetileno (POM) é um polímero ainda com pouca utilização na odontologia, mas estudos vêm apontando propriedades interessantes para seu uso na área da prótese dentária, como tenacidade à fratura, resistência à fadiga, flexibilidade e resiliência. A literatura também sugere que o POM é um material mais hidrofóbico que o polimetilmetacrilato (PMMA), o que pode ser promissor para a diminuição da adesão de microrganismos em sua superfície, porém estudos sobre a adesão microbiana a esse material são escassos. Desse modo, este trabalho teve como objetivo, verificar a capacidade de adesão e formação de biofilme de *Candida albicans* (*C. albicans*) em espécimes de POM e PMMA para sistemas CAD/CAM, com diferentes acabamentos de superfície. Foram produzidos 20 espécimes de cada material, distribuídos aleatoriamente em grupos, de acordo com o acabamento, em lixas de 600 ou 1200 de granulometria (n=10). Em seguida, foram esterilizados e imersos em inóculo contendo 1×10^6 UFC/mL de *C. albicans* e incubados a 37°C por 72 horas, sob agitação orbital. Na sequência, os espécimes foram lavados e colocados em tubo de ensaio com 2 mL de nova solução salina estéril, sendo sonicados por 20 minutos e agitados em vórtex por 1 minuto, para remoção das células aderidas. Em seguida, a suspensão passou por diluição seriada até a concentração 1×10^{-2} , 45 µL de cada diluição foram semeados em Ágar Sabouraud e incubados overnight a 37°C, para a contabilização do número de UFC/mL. Os dados foram analisados pelos testes ANOVA de um critério, adotando-se um nível de significância $p < 0,05$. Espécimes do POM lixado na granulação de 600 (Grupo B) apresentou adesão significativamente maior quando comparada aos outros grupos. Não houve diferenças entre os demais grupos. Com isso, conclui-se que o grau de lisura da superfície exerceu alguma influência na adesão e formação de biofilme de *C. albicans* no grupo B.

Palavras-chave: Polímeros. Microbiologia. Prótese dentária. *Candida albicans*.

ABSTRACT

Polyoxymethylene (POM) is a polymer still with limited use in dentistry, but studies have been pointing to interesting properties for its application in the field of dental prosthetics, such as fracture toughness, fatigue resistance, flexibility, and resilience. The literature also suggests that POM is a more hydrophobic material than polymethylmethacrylate (PMMA), which may be promising for reducing microbial adhesion on its surface; however, studies on microbial adhesion to this material are

scarce. Therefore, this study aimed to assess the adhesion capacity and biofilm formation of *Candida albicans* (*C. albicans*) on POM and PMMA specimens for CAD/CAM systems, with different surface finishes. Twenty specimens of each material were produced and randomly distributed into groups according to the finishing treatment, using 600 or 1200 grit sandpaper (n=10). They were then sterilized and immersed in an inoculum containing 1×10^6 CFU/mL of *C. albicans* and incubated at 37°C for 72 hours under orbital shaking. Subsequently, the specimens were washed and placed in test tubes with 2 mL of fresh sterile saline solution, then sonicated for 20 minutes and vortexed for 1 minute to remove adherent cells. The resulting suspension underwent serial dilution to a concentration of 1×10^{-2} , and 45 μ L of each dilution were plated onto Sabouraud Agar and incubated overnight at 37°C for CFU/mL counting. Data were analyzed using one-way ANOVA, adopting a significance level of $p < 0.05$. POM specimens sanded with 600 grit (Group B) showed significantly greater adhesion compared to the other groups. No differences were found among the remaining groups. Therefore, it can be concluded that the degree of surface smoothness had some influence on the adhesion and biofilm formation of *C. albicans* in Group B.

Keywords: Polymers. Microbiology. Dental prosthetics. *Candida albicans*.

INTRODUÇÃO

Nos países com maior desenvolvimento socioeconômico, a avaliação dos indicadores epidemiológicos relacionados ao edentulismo evidencia uma demanda contínua por reabilitações protéticas individualizadas (Martin *et al*, 2019). Nesse contexto, os materiais empregados na confecção das próteses devem apresentar adequada biocompatibilidade, ausência de efeitos irritativos, resistência ao desgaste, desempenho mecânico satisfatório, incluindo propriedades como resiliência e elasticidade, além da capacidade de dificultar a adesão e a colonização do biofilme oral, que constitui um fator relevante para o sucesso clínico a longo prazo (Alhotan *et al*, 2021; Chuchulska *et al*, 2024; Martin *et al*, 2019). Com isso, diversos materiais têm sido empregados para confecção de próteses parciais ou totais, removíveis ou sobre implantes (Arslan *et al*, 2025; Chuchulska *et al*, 2024).

O polimetilmetacrilato (PMMA), uma resina autopolimerizável, é amplamente utilizado na prática clínica odontológica, sendo um dos principais materiais empregados na confecção de próteses e sua ampla aplicação está relacionada ao baixo custo, à facilidade de preparo e manipulação por métodos convencionais (Alhotan *et*

al, 2021; Günther; Kommerein; Hahnel, 2020; Martins; Kock; Fedatto, 2024). Além disso, trata-se de um polímero sintético cujas propriedades são valorizadas na odontologia, como biocompatibilidade, coloração satisfatória, estabilidade mecânica e capacidade de adesão às estruturas dentárias, características que favorecem sua utilização em diferentes componentes protéticos, porém essas propriedades podem ser influenciadas pelas etapas de processamento e manuseio convencional do material (Arslan *et al*, 2025; Martins; Kock; Fedatto, 2024; Murat *et al*, 2018).

Apesar de sua popularidade, o PMMA ainda não pode ser considerado um material ideal, uma vez que apresenta limitações relacionadas às suas propriedades físicas e mecânicas, pois, entre os principais problemas, destacam-se a presença de monômero residual, retração volumétrica, fraturas, porosidade, rugosidade superficial e baixa dureza, fatores que comprometem a durabilidade, a estética e favorecem a adesão microbiana no meio intraoral, sendo algumas dessas características advindas da manufatura convencional (Alhotan *et al*, 2021; Arslan *et al*, 2025).

Paralelamente, o avanço da odontologia digital trouxe novos materiais e métodos de fabricação como alternativas ao convencional, especialmente por meio da tecnologia CAD/CAM, que tem mostrado benefícios importantes, como a redução da quantidade de monômero residual e da porosidade, quando produzida por meio de fresagem, além de oferecer maior precisão e padronização na confecção das próteses (Chuchulska *et al*, 2024; Vulović *et al*, 2023). Dessa forma, os materiais de base produzidos por CAD/CAM surgem como uma evolução significativa em relação aos métodos tradicionais, superando as limitações do PMMA convencional e melhorando a longevidade clínica das reabilitações protéticas (Murat *et al*, 2018).

Por sua vez, o polioximetileno (POM) tem se destacado como um material alternativo promissor na odontologia, especialmente por apresentar coloração compatível com a estética dentária e por ser considerado promissor para confecção de estruturas para próteses parciais removíveis (PPRs) (Günther; Kommerein; Hahnel, 2020; Schierz *et al*, 2021; Vulović *et al*, 2023). Suas propriedades mecânicas são bastante favoráveis, incluindo elevada resistência flexural, rigidez, dureza, alta biocompatibilidade, estabilidade dimensional, resistência ao impacto, estabilidade química e sua natureza hidrofóbica, que, possivelmente, minimizaria a adesão de microrganismos hidrofílicos (Chuchulska *et al*, 2024; Schierz *et al*, 2021).

Além disso, do ponto de vista clínico, a redução da adesão de microrganismos às superfícies protéticas é especialmente relevante em reabilitações extensas, como as próteses tipo protocolo sobre implantes, que apresentam áreas de difícil acesso à

higienização. Considerando que a maioria dos usuários desse tipo de reabilitação é composta por indivíduos idosos, os quais podem apresentar limitações motoras que dificultam a correta higienização, somadas ao custo elevado e à eficácia limitada dos produtos específicos para limpeza de próteses, torna-se desejável o desenvolvimento de materiais com menor potencial de adesão microbiana, contribuindo para a manutenção da saúde dos tecidos peri-protéticos e para a longevidade clínica das reabilitações (Pontes *et al*, 2022).

Nesse mesmo contexto, a não adesão microbiana é importante, visto que a estomatite protética, condição inflamatória da mucosa oral com prevalência mundial estimada entre 20% e 67% em usuários de próteses totais ou parciais, está associada à colonização fúngica por espécies do gênero *Candida*, que afetam as áreas da mucosa em contato direto com a base protética (Perić *et al*, 2024). A porosidade decorrente dos métodos convencionais de fabricação favorece a adesão de patógenos orais, como *Candida albicans* (*C. albicans*), possibilitando a formação de biofilmes resistentes à remoção mecânica, o que reforça a importância da prevenção da colonização microbiana em detrimento de sua eliminação. Assim, a redução da rugosidade superficial e a escolha de materiais com menor potencial de adesão microbiana tornam-se estratégias relevantes para a manutenção da saúde e para a longevidade clínica das reabilitações (Martin *et al*, 2021; Pontes *et al*, 2022).

Apesar das propriedades favoráveis e do crescente interesse em novos polímeros, ainda há escassez de estudos que investiguem o comportamento do polioximetileno (POM) em comparação ao polimetilmetacrilato (PMMA), especialmente quanto à formação e adesão de biofilmes microbianos.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi verificar a capacidade de adesão e formação de biofilme de *C. albicans* em espécimes de POM e PMMA para sistemas CAD/CAM, com diferentes acabamentos de superfície.

MATERIAIS E MÉTODOS

Delineamento Experimental

Trata-se de um estudo experimental *in vitro*, que analisou a adesão de *C. albicans* em superfícies de espécimes confeccionadas em POM e PMMA para sistemas CAD/CAM, submetidas a diferentes protocolos de acabamento e polimento por meio de análise microbiológica. Foram confeccionados espécimes de POM e PMMA. Em seguida, os espécimes de cada material foram aleatoriamente distribuídos, por meio

de sorteio, em 2 grupos (n=10), de acordo com o acabamento de superfície que receberam:

- Grupo A - 10 espécimes de POM lixados em granulações de 600 e 1200 (3M 401Q®).
- Grupo B - 10 espécimes de POM lixados na granulação de 600 (3M 401Q®).
- Grupo C - 10 espécimes de PMMA lixados nas granulações de 600 e 1200 (3M 401Q®).
- Grupo D - 10 espécimes de PMMA lixados na granulação de 600 (3M 401Q®).

Preparação dos Espécimes

Foram confeccionados 20 espécimes de POM (Bioplass, São Carlos, Brasil) e 20 de PMMA (Evolux, Neuler, Alemanha), com dimensões 15 mm x 10 mm x 3 mm, usando uma cortadeira de precisão (Isomet-Buehler LTD, Illinois, EUA) com velocidade de 150 rpm. Os cortes foram feitos com um disco diamantado (04003 BRA - 100mm x 0,30mm x 12,7mm) resfriado em água. Ambos os materiais são próprios para sistemas CAD/CAM de fresagem. O acabamento dos espécimes foi realizado em polidora elétrica rotativa (Aropol 2V; Arotec Ind Com; Cotia, Brasil), em baixa rotação (150 rpm), sob resfriamento a água, com lixas d'água de granulação 600 e 1200 (T223; Saint-Gobain do Brasil Prod. Ind. e para Constr. Ltda.; Guarulhos, Brasil), a fim de padronizar.

As amostras foram higienizadas previamente em cuba ultrassônica por 10 minutos com mistura de detergente neutro e água destilada, em seguida foi realizada a lavagem de cada espécime com água destilada para remover quaisquer contaminantes e resíduos da superfície e em seguida foram acomodados em uma placa de 24 poços e postos em uma dessecadora por um período de 24h para remoção de toda umidade. Os espécimes foram acondicionados em envelopes do tipo grau cirúrgico e esterilizados por meio do plasma de peróxido de hidrogênio (Sterrad 100S, Advanced Sterelization Products 33 Technology Drive-Irvine, CA, EUA).

Análise da Rugosidade de Superfície

A rugosidade de superfície (R_a , μm) dos espécimes foi medida por meio de um perfilômetro de contato (Hommel Tester T1000, Hommelwerke GmbH; Villingen-Schwenningen, Germany), com resolução vertical de 0,01 μm (precisão de R_a) e equipado com uma ponta de diamante (5 μm de raio), movendo-se por um caminho retilíneo de 4,8 mm por 10 segundos, com uma carga constante de 4 mN e uma

velocidade de ponta de 0,5 mm/s. O valor médio de três leituras na área central de cada espécime, com uma distância incremental de 1 mm entre cada linha de varredura, foi definido como a rugosidade de superfície do espécime.

Formação do Biofilme

Utilizando um swab estéril, uma placa com ágar Sabouraud dextrose (Kasvi, São José dos Pinhais, Brasil) foi inoculada com uma unidade formadora de colônia (UFC) de *C. albicans* (ATCC 120231) retirada de uma placa de estoque e incubada a 37°C por 18h.

Após a confecção da placa experimental, foram coletadas unidades formadoras de colônia (UFCs) para preparo de uma suspensão em tubo Falcon de 50 mL contendo solução salina (SS) estéril a 0,85%. Utilizou-se, então, um tubo de vidro com SS estéril 0,85% como leitura “blank” no espectrofotômetro, enquanto outro tubo de vidro, contendo a suspensão de *C. albicans* retirada do tubo Falcon, foi submetido à leitura espectrofotométrica até alcançar uma densidade óptica (DO) de 0,1, correspondente a aproximadamente $5,5 \times 10^6$ UFC/mL. Caso a leitura não atingisse a DO desejada, mais UFCs eram adicionadas à suspensão do tubo Falcon até que a concentração fosse ajustada adequadamente.

Cinco amostras de cada grupo foram colocadas em uma placa de 24 poços (K24, Kasvi, São José dos Pinhais, Brasil) com uma pinça metálica estéril. Em seguida, 1,5 mL da suspensão de *C. albicans* foram pipetados nos poços contendo as amostras. A placa de 24 poços foi envolvida em papel alumínio, e colocada em uma agitadora orbital a 300 rpm (MA562/KVT, Marconi Ltda, Piracicaba, Brasil) a 37°C por 2 horas (Murat *et al.*, 2019). Após o tempo de adesão, as amostras foram lavadas com solução salina (SS) para remoção das células não aderidas e, em seguida, transferidas para uma nova placa de 24 poços (K24, Kasvi, São José dos Pinhais, Brasil). Cada poço foi preenchido com 2 mL de ágar caldo e as placas foram incubadas em agitador orbital a 300 rpm (MA562/KVT, Marconi Ltda, Piracicaba, Brasil) a 37 °C por 72 horas para a formação do biofilme. O meio foi renovado a cada 24 horas até completar o período total de incubação.

Avaliação Microbiológica

Para realizar a contagem UFCs os espécimes, após o período de formação do biofilme, as amostras foram lavadas com SS para remoção das células não aderidas e, em seguida, transferidas para tubos de vidro de 15 mL contendo 2 mL de SS. Os tubos foram submetidos a banho ultrassônico por 20 minutos e posteriormente agitados

em vórtex por 1 minuto, com a finalidade de desprender as células aderidas ao substrato (Lefebvre *et al*, 2001). Após a remoção do biofilme, alíquotas de 100 µL da suspensão obtida foram submetidas a diluições seriadas até a concentração de 1×10^{-2} , sendo então semeados 45 µL de cada diluição em placas contendo ágar Sabouraud, as quais foram incubadas a 37 °C por 24 horas. A quantificação microbiana foi realizada a partir do número médio de colônias obtidas nas placas, e os resultados foram expressos em UFC/mL. O experimento foi conduzido em duplicata.

Cálculo Amostral

Em estudo anterior, com metodologia similar, Martin *et al.* (2021) avaliaram a adesão de biofilme dinâmico de *C. albicans* após 24 horas de incubação em superfícies confeccionadas com o polímero Aril-cetona (AKP) e com cobalto-cromo (Co-Cr). Os autores observaram contagens médias de $2,2 \pm 0,5 \times 10^6$ UFC/mL para o AKP e $4,3 \pm 1,5 \times 10^6$ UFC/mL para o Co-Cr, evidenciando uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p < 0,05$). A partir da diferença entre as médias e dos respectivos desvios-padrão relatados, adotando-se $\alpha = 0,05$ e $1-\beta = 0,9$, os dados foram inseridos no software BioEstat 5.3 (Instituto Mamirauá, Tefé, AM, Brasil), o qual indicou a necessidade mínima de sete amostras por grupo experimental.

Análise dos Dados

Os dados de UFC/mL referentes à adesão de *C. albicans* foram inicialmente submetidos à avaliação dos pressupostos de normalidade e homogeneidade das variâncias, utilizando os testes de Shapiro–Wilk e Levene, respectivamente.

Embora o teste de Shapiro–Wilk tenha indicado normalidade não violada ($p > 0,05$), o teste de Levene revelou violação da homogeneidade das variâncias ($p < 0,05$). Diante disso, optou-se pela utilização de uma análise não paramétrica.

Assim, foi aplicado o teste de Kruskal–Wallis para comparação entre os grupos independentes, seguido do teste post hoc de Games–Howell, apropriado para variâncias heterogêneas. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software Jamovi (versão 2.4).

RESULTADOS

Com os resultados obtidos, foi elaborada um quadro com a estatística descritiva, contendo informações de média, mediana e desvio-padrão, além dos valores mínimos e máximos identificados (Quadro 1).

Quadro 1: Estatística descritiva (UFC/mL).

Grupo	n	Omisso	Média	Mediana	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
A	10	0	108	93,0	61,3	21	197
B	10	0	176	185,5	47,4	91	228
C	10	0	103	98,5	45,4	51	183
D	10	0	118	122,5	20,8	89	156

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para a expressão logarítmica desses dados, a partir das médias de UFC/mL contadas, verificou-se que o grupo A apresentou $2,4 \times 10^5$ UFC/mL, o grupo B $3,91 \times 10^5$ UFC/mL, o grupo C $2,29 \times 10^5$ UFC/mL e o grupo D $2,62 \times 10^5$ UFC/mL.

O teste de Shapiro-Wilk indicou que a normalidade dos dados não foi violada ($p = 0,821$), enquanto o teste de Levene demonstrou violação da homogeneidade das variâncias ($p = 0,016$), conforme mostra a Quadro 2.

Quadro 2: Avaliação de pressupostos – Shapiro-Wilk e Levene.

Variável	W	p-valor	Interpretação		
Adesão de <i>C. albicans</i>	0,984	0,821	Normalidade não violada ($p > 0,05$)		
Variável	F	gl ₁	gl ₂	p-valor	Interpretação
Adesão de <i>C. albicans</i>	3,95	3	36	0,016	Violação da homogeneidade ($p < 0,05$)

Fonte: Elaborado pelos autores. Legenda: W = xxx; F = xxx; gl₁ = xxx; gl₂ = xxx.

Diante desse resultado, foi aplicada a análise não paramétrica de Kruskal-Wallis, consoante Quadro 3.

Quadro 3: Análise não paramétrica – Kruskal-Wallis.

Variável	χ^2	gl	p	Interpretação
Adesão de <i>C. albicans</i>	10,8	3	0,013	Diferenças significativas entre os grupos ($p < 0,05$)

Fonte: Elaborado pelos autores. Legenda: $\chi^2 = xxx$; gl = xxx.

O teste de Kruskal-Wallis revelou diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($\chi^2 = 10,8$; gl = 3; $p = 0,013$). Para identificar entre quais grupos ocorreram essas diferenças, aplicou-se o teste *post hoc* de Games-Howell (Quadro 4), apropriado para variâncias heterogêneas. Os resultados mostraram que o grupo B apresentou valores de contagem significativamente maiores de *C. albicans* quando comparado aos grupos C ($p = 0,013$) e D ($p = 0,019$). Não foram observadas diferenças significativas entre os demais grupos ($p > 0,05$).

Quadro 4: Teste de post-hoc.

Grupos		A	B	C	D
A	Diferença média	-	-67,9	4,70	-10,6
	p-valor	-	0,058	0,997	0,953
B	Diferença média		-	72,6	57,3
	p-valor		-	0,013	0,019
C	Diferença média			-	-15,3
	p-valor			-	0,769
D	Diferença média				-
	p-valor				-

Fonte: Elaborado pelos autores. Interpretação dos dados: O grupo B apresentou contagem de *C. albicans* significativamente maior quando comparada aos outros grupos. Não houve correlação entre os outros grupos.

DISCUSSÃO

O presente estudo avaliou a adesão do biofilme de *C. albicans* em superfícies de espécimes fabricados em POM e PMMA para sistemas CAD/CAM, submetidas a diferentes protocolos de acabamento de superfície. Os resultados mostraram que o grupo B (POM lixado apenas em 600) apresentou contagem significativamente maior que os grupos C e D (PMMA), indicando que a rugosidade superficial pode ter apresentado um papel determinante na adesão fúngica, e que o tipo de material, embora influente, não atuou como fator isolado.

Takabayashi *et al.* (2010), trouxe como uma de suas comparações no seu estudo a sorção de água em bases de prótese fabricadas em POM, PMMA e outros polímeros, obtendo o resultado de 10 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ para os espécimes de POM e 28 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ para os espécimes de PMMA. Essa hidrofobicidade do POM é descrita na literatura e, teoricamente, poderia reduzir a adesão microbiana ao diminuir a afinidade entre as células de *Candida* e a superfície do material (Chuchulska *et al*, 2024; Schierz *et al*, 2021). No entanto, os resultados deste estudo demonstram que essa característica físico-química os espécimes de POM não foi suficiente para compensar o aumento da rugosidade superficial. O grupo B apresentou rugosidade média de 0,23 μm , valor dentro da faixa crítica ($R_a > 0,2 \mu\text{m}$) associada ao aumento da adesão fúngica (Perić *et al*, 2024; Arslan *et al*, 2025; Murat *et al*, 2018), o que explica seu desempenho inferior, apesar das propriedades hidrofóbicas.

Isso mostra que a hidrofobicidade do material pode influenciar, mas não supera a importância da topografia de sua superfície. Em materiais poliméricos, a rugosidade frequentemente constitui o fator mais relevante durante a fase inicial de adesão, pois superfícies irregulares fornecem microambientes protegidos e favorecem o aprisionamento de células, isso está em consonância com os achados de

Arslan *et al.* (2025) e Günther *et al.* (2020), que apontam a rugosidade como um dos principais determinantes da formação de biofilmes em bases protéticas.

Além dos fatores relacionados à hidrofobicidade, as propriedades mecânicas intrínsecas dos materiais, como a dureza, também podem influenciar o comportamento da superfície após os procedimentos de acabamento e, conseqüentemente, a adesão microbiana. Estudos que avaliaram a dureza superficial por meio de ensaios de microdureza Vickers demonstraram que os espécimes de PMMA apresenta valores médios de dureza em torno de $17,3 \pm 0,49$ HV quando não modificado (Alhotan *et al.*, 2021), enquanto os espécimes de POM apresenta valores semelhantes, variando aproximadamente entre $18,23 \pm 0,90$ HV (Kraus *et al.*, 2010). Esses resultados indicam que, embora ambos os materiais apresentem dureza comparável na mesma escala de medição, diferenças sutis em suas propriedades mecânicas e estruturais podem influenciar a resposta ao desgaste abrasivo durante o acabamento superficial, refletindo diretamente nos valores finais de rugosidade obtidos.

Com isso, a resposta ao acabamento superficial variou de acordo com o material. Embora os espécimes de POM e PMMA tenham sido submetidos aos mesmos protocolos de lixamento, observaram-se diferenças na rugosidade final entre os polímeros. Os grupos lixados até a granulação 1200 (A – POM e C – PMMA) apresentaram valores semelhantes de rugosidade superficial (0,07 e 0,08, respectivamente), enquanto os grupos lixados até a granulação 600 (B – POM e D – PMMA) exibiram valores mais divergentes (0,23 e 0,12, respectivamente) confirmando que a composição química e a resistência mecânica influenciam a interação da superfície com o abrasivo. Essa diferença também reflete que o tipo de material influencia indiretamente a adesão ao determinar a rugosidade alcançada, reforçando que material e acabamento não podem ser analisados separadamente.

Por outro lado, os grupos em PMMA (C e D) apresentaram menor adesão quando comparados ao grupo de espécimes de POM (B), mesmo sendo um material tradicionalmente mais suscetível à colonização fúngica. Isso pode ser explicado pela natureza do PMMA para sistemas de fresagem CAD/CAM, que apresenta menor porosidade e maior lisura inicial devido ao processo de pré-polimerização industrial (Murat *et al.*, 2019; Vulović *et al.*, 2023). Assim, apesar de o PMMA ser considerado menos hidrofóbico que o POM, a rugosidade final mais baixa compensou essa característica, resultando em menor adesão.

Além disso, Martin *et al.* (2021) conduziram um estudo *in vitro* no qual foi avaliada a adesão de *C. albicans* em superfícies de espécimes fabricadas em POM, AKP,

PMMA e CoCr (cobalto-cromo), fabricados de maneira convencional, ao longo de 24 horas. Os resultados demonstraram que, após esse período de incubação, os espécimes de POM apresentaram a formação de um biofilme contendo $2,4 \pm 1,2 \times 10^6$ UFC/mL de *C. albicans*, enquanto os espécimes de PMMA apresentaram menor colonização fúngica, com $1,8 \pm 0,63 \times 10^6$ UFC/mL. Em comparação, no presente estudo, após 72 horas de incubação, o grupo A apresentou $2,4 \times 10^5$ UFC/mL, o grupo B $3,91 \times 10^5$ UFC/mL, o grupo C $2,29 \times 10^5$ UFC/mL e o grupo D $2,62 \times 10^5$ UFC/mL, evidenciando valores inferiores aos observados por Martin *et al.* (2021), porém com comportamento semelhante entre os materiais avaliados, uma vez que os espécimes de PMMA também apresentaram menor adesão fúngica quando comparado ao grupo B (POM lixado a 600).

Em síntese, apesar das limitações deste estudo *in vitro*, os resultados mostraram que a adesão de *C. albicans* não dependeu exclusivamente do tipo de material ou exclusivamente da rugosidade, mas da interação entre ambos. Os espécimes de POM apresentam vantagens estruturais e hidrofóbicas importantes, mas essas propriedades não se traduzem automaticamente em menor colonização fúngica sem um acabamento superficial adequado. Os espécimes de PMMA fabricados em CAD/CAM, por sua vez, mostrou desempenho na não adesão de material microbiológico satisfatório devido à sua lisura final, mesmo sendo um material menos hidrofóbico. Futuros estudos, correlacionando estatisticamente rugosidade de superfície, ângulo de contato (ou energia de superfície) e colonização microbiana, deverão ser conduzidos para reforçar os presentes achados.

CONCLUSÃO

O estudo demonstrou que a adesão de *C. albicans* em superfícies de espécimes fabricados em POM e PMMA para sistemas CAD/CAM é determinada pela interação entre o tipo de material e a rugosidade superficial. Embora o POM apresente propriedades hidrofóbicas favoráveis relatadas na literatura, a rugosidade mais elevada comprometeu seu desempenho microbiológico. Por outro lado, os espécimes de PMMA, apesar de menos hidrofóbico, apresentou menor adesão devido à sua lisura final decorrente do processo de acabamento. Entretanto, cabe mencionar que após lixamento até a granulação 1200, os espécimes de POM alcançou valores semelhantes aos observados para os espécimes de PMMA. Dessa forma, a eficácia na prevenção da colonização fúngica depende mais do acabamento superficial adequado do que exclusivamente do tipo de material. Protocolos de polimento que reduzam a

rugosidade abaixo do limite crítico são essenciais para garantir segurança microbiológica em próteses poliméricas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Prof. Dr. Eduardo Mukai pelo fornecimento de materiais essenciais para a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALHOTAN, A *et al.* Flexural strength and hardness of filler-reinforced PMMA targeted for denture base application. **Materials**, v. 14, n. 10, p. 2659, 2021. DOI: 10.3390/ma14102659. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1944/14/10/2659>.

ARSLAN, E *et al.* Evaluation of the effect of new generation denture base materials aged in artificial saliva at different pH levels on surface roughness and *Candida albicans* adhesion. **BMC Oral Health**, v. 25, n. 1, p. 356, 2025. DOI: 10.1186/s12903-025-05700-4. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40055754/>.

CHUCHULSKA, B *et al.* Comparative Analysis of the Mechanical Properties and Biocompatibility between CAD/CAM and Conventional Polymers Applied in Prosthetic Dentistry. **Polymers**, v. 16, n. 7, p. 877, 2024. DOI: 10.3390/polym16070877 Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4360/16/7/877>.

GÜNTHER, E.; KOMMEREIN, N.; HAHNEL, S. Biofilms on polymeric materials for the fabrication of removable dentures. **Dtsch Zahnärztl Z Int**, v. 2, n. 4, p. 142-151, 2020. DOI: 10.3238/dzz-int.2020.0142-0151 Disponível em: <https://www.quintessence-publishing.com/gbr/en/article/3667871/dzz-international/2020/04/biofilms-on-polymeric-materials-for-the-fabrication-of-removable-dentures>.

KRAUS, J *et al.* Evaluation of alternative polymer bracket materials. **American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics**, v. 137, n. 3, p. 362-367, 2010. DOI: 10.1016/j.ajodo.2008.12.020 Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20197173/>.

LEFEBVRE, C *et al.* Effects of triclosan on the cytotoxicity and fungal growth on a soft denture liner. **The Journal of prosthetic dentistry**, v. 85, n. 4, p. 352-356, 2001. DOI: 10.1067/mpr.2001.115249 Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11319532/>.

MARTIN, C *et al.* In vitro biofilm formation on aryl ketone polymer (AKP), a new denture material, compared with that on three traditional dental denture materials. **International Journal of Dentistry**, v. 2021, n. 1, p. 4713510, 2021. DOI: 10.1155/2021/4713510 Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34737774/>.

MARTINS, E; KOCK, P; FEDATTO, P. Polimetilmetacrilato (PMMA) na prática clínica: Revisão integrativa sobre abordagens estéticas, complicações e aspectos

regulatórios. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 13, n. 6, pág. E9013646046-e9013646046, 2024. DOI: 10.33448/rsd-v13i6.46046 Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/46046>.

MURAT, S *et al.* In vitro evaluation of adhesion of *Candida albicans* on CAD/CAM PMMA-based polymers. **Journal of Prosthodontics**, v. 28, n. 2, p. e873-e879, 2019. DOI: 10.1111/jopr.12942 Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29962017/>

PERIĆ, M *et al.* A systematic review of denture stomatitis: Predisposing factors, clinical features, etiology, and global *Candida* spp. distribution. **Journal of Fungi**, v. 10, n. 5, p. 328, 2024. DOI: 10.3390/jof10050328 Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38786683/>.

PONTES, K *et al.* Clinical study of the biofilm of implant-supported complete dentures in healthy patients. **Gerodontology**, v. 39, n. 2, p. 148-160, 2022. DOI: 10.1111/ger.12547 Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33660315/>.

SCHIERZ, O *et al.* Polyoxymethylene as material for removable partial dentures – A literature review and illustrating case report. **Journal of Clinical Medicine**, v. 10, n. 7, p. 1458, 2021. DOI: 10.3390/jcm10071458. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33918124/>.

TAKABAYASHI, Y. Characteristics of denture thermoplastic resins for non-metal clasp dentures. **Dental materials journal**, v. 29, n. 4, p. 353-361, 2010. DOI: 10.4012/dmj.2009-114 Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20644329/>.

VULOVIĆ, S *et al.* Biofilm Formation on the Surfaces of CAD/CAM Dental Polymers. **Polymers**, v. 15, n. 9, p. 2140, 2023. DOI: 10.3390/polym15092140. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4360/15/9/2140>.