



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

MARCUS VINÍCIUS OLIVEIRA

**EFEITO DO BIOFILME DENTAL CARIOGÊNICO NAS PROPRIEDADES DE
SUPERFÍCIE DE RESINAS COMPOSTAS MICRO E NANO-HÍBRIDAS IN SITU**

Teresina-PI/2026

MARCUS VINÍCIUS OLIVEIRA

**EFEITO DO BIOFILME DENTAL CARIOGÊNICO NAS PROPRIEDADES DE
SUPERFÍCIE DE RESINAS COMPOSTAS MICRO E NANO-HÍBRIDAS IN SITU**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal do Piauí como requisito para a obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Área de Concentração: Ciências Odontológicas

Linha de Pesquisa: Biociências e Materiais odontológicos

Orientador(a): Prof. Dr. Gláuber Campos Vale

Teresina-PI/2026

EFEITO DO BIOFILME DENTAL CARIOGÊNICO NAS PROPRIEDADES DE SUPERFÍCIE DE RESINAS COMPOSTAS MICRO E NANO-HÍBRIDAS IN SITU

COMISSÃO EXAMINADORA

1) Prof. Dr. Glauber Campos Vale

Titulação: Doutor em Odontologia - Cariologia

2) Prof. Dr. João Felipe Besegato

Titulação: Doutor em Ciências Odontológicas – Dentística

3) Prof. Dr. Darlon Martins Lima

Titulação: Doutor em Odontologia – Dentística

Suplente:

1) Profa. Dra. Mila Oliveira Santos Viana

Titulação: Doutora em Ciências Odontológicas – Clínicas Odontológicas

“Entrega o teu caminho ao senhor; confia nele, e ele tudo fará.”

Salmos 37:5

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus, em primeiro lugar, agradeço e dedico esta conquista, por sempre estar à frente dos meus passos, me guiando, aconselhando e abençoando. Por obra dele, todas as dúvidas que antes me cercavam sobre enfrentar esta jornada, caíram por terra. “Que seja feita a tua vontade”, assim minhas escolhas e decisões sempre foram e sempre serão tomadas. Ele é a minha base e minha rocha, onde meus pés se firmam e onde encontro apoio para enfrentar os desafios diários. Como eu poderia me imaginar chegar até aqui sem o teu auxílio, Senhor?

Aos meus familiares e amigos, que de alguma forma contribuíram para esta conquista, gratidão! Aos meus pais principalmente, Laura e José, agradeço por me ensinarem o valor dos estudos e da importância de carregar comigo princípios e valores fundamentais, como respeito, ética e tantos outros que não caberia aqui mencioná-los, mas que de alguma forma me tornaram quem sou. Obrigado por não medirem esforços para que eu tenha chegado até aqui. Sei que não foi fácil, mas vocês conseguiram!

Aos meus irmãos, Grazi, Giu e Júnior, agradeço por ter crescido com a certeza de que vocês sempre acreditaram no meu potencial e me incentivam a continuar firme no meu propósito. Essa conquista também é de vocês. Aos meus sobrinhos Bento, José e Maria Alice pelos momentos felizes e de descontração que me proporcionam.

À Sandra, minha companheira de vida e meu amor, que me ouve pacientemente falar de coisas que ela nem mesmo entende, oferecendo seu cuidado, apoio e incentivo. Ao nosso “filho pet” Dobby, que muitas vezes me tirou o foco, mas que com muito carinho me acompanhou durante boa parte da escrita deste trabalho, por horas a fio.

Pelas excelentes amizades que construí e pelo companheirismo, agradeço aos queridos amigos da 14ª turma. Vocês tornaram a caminhada leve durante estes dois anos de mestrado, onde seguimos juntos em uma convivência sem competições, e que com certeza nos fortaleceu.

Por todo o apoio técnico, agradeço ao André Filipe, do laboratório de Engenharia de Materiais do IFPI e à professora Mila, que como já disse para ela, é um anjo que contribuiu muito para a realização das minhas análises. Às empresas PHS do Brasil (Dental Tokuyama) e Ultradent, agradeço profundamente pela importante contribuição no fornecimento de materiais para a pesquisa.

Por fim, não poderia deixar de mencionar o meu querido orientador Gláuber, que não apenas me orientou de maneira exemplar, mas acolheu como orientando, proporcionando uma convivência leve e descontraída durante esses dois anos. Minha eterna gratidão por compreender a minha rotina, pelos ensinamentos, pela confiança que sempre teve e por sempre acreditar no meu potencial. Você é, sem dúvida, um exemplo de ser humano e de professor. Obrigado!

RESUMO

INTRODUÇÃO: As resinas compostas micro e nano-híbridas são amplamente empregadas na prática clínica, sendo consideradas de uso universal. No entanto, na presença do biofilme dental, estes materiais podem sofrer alterações em suas propriedades, diminuindo a sua longevidade. **OBJETIVO:** Avaliar o efeito do biofilme cariogênico *in situ* nas propriedades de superfície de diferentes resinas nano-híbridas e micro-híbridas. **MATERIAIS E MÉTODOS:** Foram confeccionados 40 corpos de prova de quatro resinas compostas disponíveis comercialmente (n=10): Estelite Ômega, Estelite Bianco, Palfique LX5 e Forma. Dez participantes (N=10) foram selecionados e utilizaram um dispositivo palatino com quatro poços, contendo um corpo de prova de cada material (4X2mm), durante sete dias, sob alto desafio cariogênico. Após este período o biofilme foi coletado, o peso seco (mg) determinado e as unidades formadoras de colônia contadas (UFCs). Dureza (HV) e rugosidade (μm) foram mensuradas com microdurômetro (indentador Vickers) e rugosímetro, respectivamente. A análise estatística foi realizada no software GraphPad Prism 11.0 adotando um limite de significância de 5% para todos os testes. **RESULTADOS:** A resina Forma apresentou maior rugosidade e maior dureza entre os compósitos avaliados, bem como maior acúmulo de biofilme e contagem de estreptococos e *Candida*. Rugosidade correlacionou-se positivamente com acúmulo de biofilme e com contagem de *Candida* e estreptococos. **CONCLUSÃO:** Resinas micro e nano-híbridas apresentaram comportamentos distintos frente ao desafio cariogênico do biofilme *in situ*, evidenciando que o desempenho dos materiais não depende apenas de propriedades mecânicas, mas também da interação com o biofilme.

PALAVRAS-CHAVE: Adesão bacteriana; Biofilme Dental; Desafio Cariogênico; Propriedades de Superfície; Resinas compostas; Rugosidade superficial; Microdureza

SUMÁRIO

REVISÃO DE LITERATURA	8
RESUMO.....	32
1. INTRODUÇÃO.....	33
2. MATERIAL E MÉTODOS	34
2.1. Seleção dos participantes e aspectos éticos	34
2.2. Desenho experimental	35
2.3. Preparo dos espécimes.....	37
2.4. Confeção do dispositivo palatino.....	38
2.5. Fase clínica.....	39
2.6. Coleta do biofilme e análise microbiológica	40
2.7. Mensuração do peso seco	40
2.8. Mensuração da rugosidade superficial.....	40
2.9. Mensuração da dureza de superfície.....	41
2.10. Análise estatística.....	41
3. RESULTADOS	41
4. DISCUSSÃO	43
5. CONCLUSÃO	48
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
7. APÊNDICES E ANEXOS.....	54

REVISÃO DA LITERATURA

Para a realização da busca de artigos, foi utilizada a base de dados *PubMed*, sem restrição para o ano de publicação, utilizando os operadores booleanos **AND** e **OR**, com as seguintes palavras-chave, pesquisadas de forma isolada e em combinação: “Composite Resin”, “Composites”, “Composite Resins”, “Resin Composite”, “Resin Composites”, “Nano-hybrid”, “Nanofilled”, “Micro-hybrid”, “Microhardness”, “Surface Roughness”, “Surface Properties”, “Biofilm accumulation” “Biofilm”, “Biofilm Formation”. Os artigos da seção “artigos similares” e “citados por” foram analisados para possível seleção.

Abd-Elfattah et al. (2026) avaliaram a estabilidade de cor, rugosidade de superfície e microdureza de resinas nanohíbridas fluidas após imersão em diferentes meios. As resinas avaliadas foram: dois compósitos nanohíbridos fluidos, Polofil NHT Flow (VOCO GmbH Cuxhaven, Alemanha) e G-aenial Universal Injectable (GC DENTAL PRODUCTS CORP, KASUGAI, AICHI, JAPÃO), e outra resina composta nano-híbrida convencional, Tetric N-Ceram (Ivoclar, Vivadent, AG, Schaan/Liechtenstein), como grupo controle. Os meios utilizados foram: saliva artificial, café, refrigerante e energético. Foram confeccionados um total de 150 espécimes, sendo 50 para cada material. Destes 50, dez espécimes foram destinados para cinco diferentes subgrupos, que corresponderam aos quatro meios de imersão + grupo controle (sem imersão). Os espécimes foram confeccionados utilizando um molde de teflon, medindo 10mm de diâmetro e 2mm de espessura. Para a fotoativação, um aparelho LED foi utilizado, sendo aplicado por 20s sobre os espécimes (SmartLite focus, Dentsply, USA) com 1.200 mW/cm² de irradiância. A saída de luz foi verificada usando um radiômetro (Bluephase Meter II, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein). Após cura, os corpos de prova foram polidos com kit sofex (Soflex, 3M ESPE). Os discos foram utilizados em ordem decrescente de granulação. Cada disco foi aplicado por 20s com peça de mão em baixa rotação a 5000rpm. Após este processo, realizaram a lavagem em água corrente por 10s para eliminação de partículas remanescentes. Um disco para cada espécime foi utilizado, para manutenção da uniformidade e prevenção de contaminação. Após polimento, foram acondicionados em água destilada a 37°C por 24h, após o que as mensurações iniciais foram tomadas. Os testes de microdureza e rugosidade dos subgrupos de

controle foram conduzidos. A topografia de superfície foi quantitativamente avaliada usando uma técnica óptica de não contato, utilizando um microscópio digital, conectado a um computador, com magnificação de 120x. Através das imagens, os dados foram também convertidos para médias de rugosidade (Ra) em micrômetros, utilizando um software. Quanto a microdureza um testador de dureza com indentador Vickers foi utilizado. (HVS-50, Laizhou Huayin Testing Instruments Co., Ltd., China). Os parâmetros de tempo e carga foram de 15s e 50g respectivamente. Três indentações por espécime foram realizadas. O comprimento diagonal das indentações foram calculados e transformados em valores de microdureza. O cálculo seguiu a seguinte equação: $HV = 1.854 P/d^2$, onde HV é a dureza Vickers em Kgf/mm², P é a carga em Kgf e d é o comprimento da diagonal da indentação em mm. Os autores observaram, quanto a rugosidade, que nenhuma das variáveis (tipo de resina ou tipo de meio) tiveram efeito significativo sobre ela. A resina com maior valor médio de rugosidade foi a resina Polofil NHT Flow, que mostrou maior tendência de aumento após imersão em energético (0,32). Para a microdureza, observou-se que houve diferença significativa entre as resinas utilizadas e entre os meios de imersão. No entanto, não houve interação significativa entre resinas e meios de imersão. Quanto aos subgrupos, não houve diferença estatisticamente significativa entre Polofil NHT Flow (73.56HV) e Tetric N-Ceram (73.42HV), enquanto elas diferiram significativamente da resina G-aenial Universal Injectable (70.74HV). Todas as resinas apresentaram significantes perdas na microdureza após imersão em todos os meios, em comparação aos subgrupos controle. Foram encontradas diferenças significativas após imersão em saliva artificial, entre as resinas G-aenial Universal Injectable (67.93HV) e Tetric N-Ceram (69.37HV), mas não entre elas e a resina Polofil NHT Flow. Para os grupos imersos em café e refrigerante, não houve diferenças. Após imersão em energético, não houve diferenças entre Polofil NHT Flow e Tetric N-Ceram, enquanto houve diferenças significativas entre elas e a resina G-aenial Universal Injectable. Assim, os autores concluíram que imersão em energético causou maior efeito na rugosidade da resina Polofil NHT Flow. Todas as resinas diminuíram em microdureza após imersão em todos os meios.

Basheer et al. (2025) realizaram um estudo com objetivo de comparar um compósito supra-nanoesférico e diferentes resinas compostas, imersas em diferentes bebidas. As propriedades avaliadas foram rugosidade superficial e adesão bacteriana.

Foram testadas quatro resinas compostas ao total, sendo elas: Tetric N-Ceram (Ivoclar Vivadent), Multichrome (Harvard Dental), Filtek Z350XT (3M ESPE) e Palfique LX5 (Tokuyama Dental Corporation). Um total de 144 espécimes foram confeccionados, sendo 36 por material, utilizando um molde de teflon (5 X 2mm). O aparelho fotoativador utilizado foi um aparelho LED (Mini LED, Satelec, France) com uma intensidade de 1.200 mW/cm² e comprimento de onda entre 400 e 500nm. Um aparelho radiômetro (Demetron Research) foi utilizado para calibrar a intensidade da luz. Para a etapa de polimento, foram utilizados discos sof-lex, em três passos, com as granulações média, fina e superfina por 15 segundos. Ao final, os espécimes foram lavados e secos por 10 segundos, e em seguida mantidos em água destilada a 37°C por 24h usando uma incubadora. 36 espécimes de cada material foram distribuídos aleatoriamente de acordo com o teste que foram realizados, como a seguir: para rugosidade 21 espécimes foram divididos de acordo com as soluções de imersão, em três subgrupos (n=7) para Monster, Gatorade e água deionizada como controle. Os grupos foram submetidos a 24 ciclos de imersão nas soluções citadas e em seguida em saliva artificial. No que diz respeito ao teste de biofilme, os 15 espécimes restantes de cada material foram subdivididos de acordo com a solução de imersão em três subgrupos (n=5) para monster, gatorade e água destilada como controle. O método de aferição de rugosidade utilizado foi a microscopia de força atômica. Os microrganismos utilizados foram cultivados em meio BHI e diluições seriadas foram realizadas, antes da etapa de plaqueamento. As unidades formadoras de colônia foram avaliadas 24h após incubação. Os resultados demonstraram que a resina Multichrome apresentou valores de rugosidade significativamente maiores do que Tetric N-Ceram e Palfique. Z350XT teve valor significativamente maior do que Palfique. Acerca das mensurações de rugosidade dos diferentes materiais nas diferentes bebidas, houve diferença significativa entre aqueles imersos em Monster e Gatorade. No que diz respeito a contagem de bactérias, houve diferença significativa entre os materiais, sendo o maior valor atribuído à resina Multichrome, seguido por Tetric N-Ceram, palfique LX5 e Z350 XT com o menor valor. A interação entre rugosidade e contagem bacteriana não foi estatisticamente significativa. Os autores concluíram que a resina supra-nano-esférica obteve o melhor desempenho nas diferentes bebidas, mantendo a integridade de superfície e tendo menores taxas de

adesão microbiana quando comparada às demais resinas. Ainda assim, todos os materiais apresentaram valores de rugosidade abaixo do crítico.

Bengal et al. (2024) realizaram um estudo onde foram comparadas rugosidade superficial e microdureza de compósitos bulk-fill e nano-híbridos após exposição a três diferentes bebidas em diferentes intervalos de tempo. Para a confecção dos espécimes, foram inseridos os materiais no interior de orifícios de um molde de teflon com diâmetro de 10mm e espessura de 2mm, seguido pela fotoativação por 40s (Bluephase, Ivoclar Vivadent Marketing Pvt. Ltd., Andheri West Mumbai, India), com intensidade de luz de 1200mW/cm². Um total de 120 discos foram confeccionados, sendo 60 discos da resina Tetric N-Ceram Bulk-fill (Ivoclar Vivadent Ivoclar Vivadent Marketing Pvt. Ltd. Haryana India) e 60 discos de Tetric N-Ceram nano-híbrida (Ivoclar Vivadent Ivoclar Vivadent Marketing Pvt. Ltd. Haryana India). Os corpos de prova foram polidos com kit de acabamento e polimento (Shofu Dental Corporation, San Marcos, CA, USA) e armazenados em saliva artificial a 100% de umidade por 24h a 37°C em incubadora. Três bebidas diferentes foram utilizadas como testes, sendo elas: chá, café e refrigerante, além do grupo controle de saliva artificial. 15 amostras dos dois materiais foram randomicamente divididas em quatro subgrupos de acordo com as bebidas. Cinco amostras de cada subgrupo foram divididas em diferentes intervalos de tempo (3, 6 e 12 meses). Antes da imersão nas bebidas, os valores de rugosidade e dureza de ambos os compósitos foram avaliados. A rugosidade superficial foi testada através do testador de rugosidade superficial e microdureza através do testador de dureza Vickers. No compósito Bulk-Fill, aumento significativo de rugosidade pós-exposição foi observado em todas as amostras, com exceção em saliva e no período de 3 meses em chá. No compósito nano-híbrido, aumento significativo na rugosidade pós-exposição foi observado em todas as amostras, exceto em 3 e 6 meses em saliva. Os dois compósitos mostraram diferenças significativas na mudança da rugosidade de superfície nas quatro exposições correspondentes a cada tempo. A mudança máxima na rugosidade foi observada no compósito nano-híbrido imersos em refrigerante por um período após 12 meses. Quanto a microdureza, redução significativa foi observada para o compósito bulk-fill em todas as amostras após exposição, exceto em 3 e 6 meses em saliva. Para o compósito nano-híbrido, houve redução significativa da dureza pós-exposição em todas as amostras, exceto em 3 meses para saliva. Houve diferença na média da alteração da microdureza entre

as duas resinas para chá, café e refrigerante, no período de 12 meses. A mudança máxima na dureza foi observada no compósito nano-híbrido imerso em refrigerante por um período após 12 meses. Assim, os autores concluíram que a resina bulk-fill teve melhor resistência para a rugosidade superficial e maior dureza, comparada a resina nano-híbrida. Bebidas acídicas afetaram as propriedades físicas de ambas após longos períodos.

Mondal et al., (2024) avaliaram o impacto de bactérias orais e seus metabólitos na degradação de compósitos nano-particulados e micro-híbridos. Foram avaliados compósitos de duas marcas comerciais (3M Filtek supreme ultra-universal e BISCO Aelite). A confecção de corpos de prova cilíndricos foi realizada através da inserção do material em um anel de fibra de carbo-epóxi, seguido por polimerização utilizando um aparelho com potência de 1600mW/cm². Os espécimes tinham 6,3 mm de diâmetro e 4mm de espessura e foram incubados em um reator de Biofilme CDC (Biosurface) com diferentes bactérias, em uma temperatura semelhante a temperatura humana (37°C), por 150 dias. Em resumo, as análises foram realizadas após incubação em 3 meios aquosos, contendo: Meio I: bactérias cariogênicas (S. Mutans) e não-cariogênicas (S. Sanguinis), cultivadas com sacarose ou glicose; Meio II: misturas abióticas de saliva artificial, sacarose, glicose e produtos de fermentação em proporções conhecidas produzidas por esses microrganismos; Meio III: misturas abióticas de saliva artificial e esterase, uma enzima extracelular comum. Após as análises, observaram que a resistência dos compósitos nano-particulados diminuiu em todos os três tipos de incubações. Em relação aos compósitos micro-híbridos, a resistência diminuiu significativamente apenas em meios bióticos. Ambos os tipos de resina sofreram diminuição de resistência em meios bióticos, contendo substâncias cariogênicas ou não, além daquela induzida por misturas abióticas contendo produtos de fermentação ou apenas esterase. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas relativas à resistência dos compósitos nas condições bióticas testadas. Os autores concluíram que o crescimento de streptococos cariogênicos e não cariogênicos propiciam um ambiente que afeta e diminui a resistência mecânicas dos compósitos comerciais testados.

Vargas et al., (2024) realizaram um estudo in vitro avaliando a influência de diferentes protocolos de acabamento na microdureza, rugosidade e estabilidade de

cor de um compósito nanoparticulado. Foram confeccionados 37 espécimes em forma de discos (8x2mm) utilizando a resina Z350XT (3M), aplicada em incremento único em um molde de politetrafluoroetileno e fotoativada com aparelho fotopolimerizador (Valo, Ultradent) no modo padrão (irradiância 1000mW/cm²). Os espécimes foram divididos em 3 grupos experimentais (n=11) e um grupo para análise por microscopia eletrônica de varredura (n=4). As amostras foram lixadas com lixa de carbeto de silício para padronização da rugosidade superficial inicial, e em seguida limpas em cuba ultrassônica por 10 minutos. Os espécimes foram randomizados para alocação em 3 grupos paralelos, que incluíram: G1 (Pontas diamantadas de granulação fina) + Extra fina); G2 (Brocas multilaminadas 18 lâminas + 30 lâminas) e G3 (Discos abrasivos em sequência grosso e médio- Soflex-3M). Os instrumentos foram utilizados sob leve pressão manual e sob irrigação, não sendo utilizados mais que cinco vezes nos espécimes. Ao final todos os grupos receberam polimento com borrachas de granulação finas e extrafinas em baixa rotação, sob refrigeração, por 20 segundos. Os corpos de prova foram imersos em café por 7 dias, e em seguida repolidos com os mesmos instrumentos citados. A microdureza Knoop (50g por 15 segundos) foi testada após polimento, após armazenamento em café e após repolimento. A rugosidade foi testada antes, após polimento, após armazenamento em café e após repolimento (carga estática de 5N a uma velocidade de 0,05mm/s). Um espectrofotômetro mensurou a cor das amostras. Os autores observaram que não houve diferença após polimento para a microdureza. A microdureza diminuiu e a rugosidade aumentou após armazenamento em café, independentemente do tipo de protocolo de acabamento adotado. Assim, concluiu-se que diferentes tipos de protocolos podem afetar as propriedades da resina, após armazenamento em café e os discos abrasivos promoveram menor rugosidade e mudança de cor, além de maior brilho. Além disso, o repolimento restaurou os valores de microdureza e rugosidade próximos ao obtido após polimento inicial, apesar do mesmo não ter sido observado no parâmetro cor.

Shou et al., (2023) avaliaram o efeito do bio-envelhecimento nas propriedades mecânicas, nas mudanças na formação de biofilme e mudanças no balanço micro ecológico da placa dental antes e após o processo de bio-envelhecimento por 30 dias. Os materiais utilizados foram resinas compostas contendo diferentes tipos de partículas, sendo elas resinas micro-híbridas (Filtek Z250, 3M ESPE, Irvine, CA, USA),

nano-híbridas (Filtek Z250XT, 3M ESPE, Irvine, CA, USA), nanoparticuladas (Filtek Z350XT, 3M ESPE, Irvine, CA, USA) e nanoflow (Flowable Restorative, 3M ESPE, Irvine, CA, USA). Para a confecção dos espécimes, foram utilizados moldes metálicos com diâmetro de 10mm e espessura de 1mm (preparo de discos para o estudo in vitro) e moldes de 25mm x 2mm x 2mm de aço inoxidável (preparo de barras para testes mecânicos). Além destes, outros discos de 4mm X 4mm X 2mm foram confeccionados para o estudo in situ. Para a obtenção dos espécimes, o material foi inserido no interior dos moldes, e em seguida coberto por uma placa de vidro, para proporcionar o extravasamento de excessos e obtenção de superfície mais lisa e regular. O aparelho fotoativador utilizado foi o VALO (Ultradent Products, South Jordan, UT, USA). Após a remoção dos moldes, o excesso de material de cada espécime foi cuidadosamente removido. Os espécimes destinados à análise microbiológica foram esterilizados com óxido de etileno antes dos testes. Para a etapa de bio-envelhecimento com cultura de microrganismos salivares, a saliva de 10 voluntários foi coletada, após 12h da última escovação e 2h após ingestão de bebida ou comida. Os doadores seguiram os seguintes critérios de inclusão: ausência de doença sistêmica; ausência de dentes faltantes, destruídos ou restaurados; ausência de periodontite; não tabagistas; participantes sem uso de antibióticos nos últimos 3 meses. A saliva coletada foi misturada em uma proporção de volume 1:50 com meio McBain e incubada anaerobicamente a 37°C com dióxido de carbono a 5% durante a noite e posteriormente diluída para obtenção de uma suspensão de microrganismos salivares. Após esterilização, os discos para testes com microrganismos foram colocados em placas de 24 poços, e as barras em placas de 6 poços. Para o envelhecimento, 1.5mL/4mL de suspensão foi adicionada nas placas de 24 e de 6 poços e incubadas anaerobicamente a 37°C com 5% de dióxido de carbono por 30 dias. Após este processo, o biofilme foi removido com vibração ultrassônica e os espécimes secos para realização dos testes. Foram realizadas capturas de imagens da superfície dos corpos de prova com auxílio de microscopia eletrônica de varredura. Para avaliação das propriedades de superfície, foi utilizada a microscopia de força atômica. Além disso, testes de resistência flexural, módulo de elasticidade, sorção e solubilidade de água e testes de colorimetria foram realizados. Para a mensuração da dureza de superfície, um testador de dureza com ponta Vickers foi utilizado. O ângulo dos dois lados opostos do indentador foi 136° e a carga utilizada 98 N por 15s. Cinco

mensurações foram realizadas em diferentes pontos. O comprimento diagonal de cada indentação foi mensurada por microscópio metalográfico invertido para calcular o valor médio. A dureza Vickers (HV) foi calculada de acordo com a seguinte fórmula: $HV = 1.854 \frac{P}{(2a)^2}$, onde HV: Dureza (MPa), P: carga do indentador e 2a: comprimento da diagonal da indentação (mm). Seis amostras foram testadas para cada grupo, respectivamente. Outros fatores avaliados incluíram a avaliação da produção de ácido láctico pelas bactérias in vitro, bem como a atividade metabólica do biofilme salivar. Análise por fluorescência foi realizada para avaliação de microrganismos vivos e mortos e o sequenciamento genético do biofilme também foi realizado. A fase in situ envolveu a confecção de um dispositivo palatino, com 6 orifícios para inclusão dos corpos de prova, e que permitiam a entrada de saliva e formação de biofilme e protegendo de interferências mecânicas. Os autores observaram que após os 30 dias, os valores de rugosidade aumentaram, mas sem diferença estatística. Quando comparados os quatro compósitos após 30 dias, as resinas micro-híbridas exibiram as superfícies mais polidas, seguida pelas nano-híbridas e nanoparticuladas, enquanto a nanoflow mostrou maior rugosidade. No que diz respeito a microdureza, a nanoflow apresentou menor dureza entre todos os grupos. Após o envelhecimento, uma significativa diminuição de dureza foi observada apenas no grupo das resinas nanoparticuladas. Todas as resinas apresentaram valores de dureza HV entre 70 e 80, com exceção do grupo nanoflow (HV aproximadamente 40). Assim, os autores concluem que as propriedades de diferentes compósitos com diferentes tipos de partículas permanecem relativamente estáveis após 30 dias de envelhecimento, a exceção do compósito de consistência fluida.

Escamilla-Gómez et al., (2022) realizaram um estudo, com o objetivo de avaliar a associação entre a degradação de superfície e a formação de biofilme de *S. Mutans* em dois compósitos híbridos e nano-híbridos. Foram confeccionados no total, 220 discos de resina, sendo 180 destes com diâmetro de 4,0mm e espessura de 3mm e 40 com diâmetro de 12mm e espessura de 3mm em um molde de resina acrílica. Os discos de maior diâmetro destinaram-se para análise da formação de biofilme. Os espécimes foram armazenados em diferentes líquidos simuladores dos desafios ácido orais, como ácido gástrico artificial, refrigerante de cola, suco de laranja, saliva artificial e água destilada. O intervalo de aplicação foi de 15 minutos por dia, durante 7, 15 e 30 dias. Após 30 dias de armazenamento, a rugosidade superficial foi analisada e os

discos foram colocados em um reator de biofilme inoculado com *S. Mutans* para avaliar a formação de biofilme superficial. A microdureza foi mensurada através de um testador de dureza Vickers e a rugosidade foi avaliada utilizando um microscópio de força atômica. Os resultados mostraram valores mais baixos para rugosidade superficial e microdureza para compósitos híbridos armazenados em ácido gástrico artificial, seguidos por amostras imersas em refrigerante de cola e suco de laranja, quando comparado aos compósitos nano-híbridos. O ácido gástrico foi o líquido que causou maior degradação superficial, e permitiu maior formação de biomassa de *S. Mutans* em ambos os compósitos. Assim, os autores concluem que a degradação destes compósitos se correlacionou com o pH do líquido, enquanto a formação de biofilme de *S. Mutans* correlacionou-se com o aumento da rugosidade superficial dos compósitos.

Kurt et al., (2021), avaliaram as propriedades de superfície e formação de biofilme em duas resinas micro e nano-híbridas após imersão em diferentes bebidas. Para as análises, utilizaram um total de 232 discos, de 8mm de diâmetro e 2mm de espessura. Os espécimes foram polidos seguindo um protocolo padrão, usando discos de óxido de alumínio (Soflex, 3M). Microscopia eletrônica de varredura foi realizada antes e após a formação do biofilme. Os espécimes foram alocados de forma randomizada em 4 grupos: grupo controle; imersão em chá, imersão em café; imersão em coca-cola. Os espécimes foram imersos nas bebidas por 12 dias, o que equivale a um ano de consumo de bebida. Após esta imersão, os espécimes foram lavados com água deionizada por 10s e secos antes das mensurações. Os autores observaram que os espécimes de resinas micro-híbridas tiveram maior rugosidade superficial e maior formação de biofilme cariogênico do que os nano-híbridos após a imersão nos diferentes líquidos.

Bilgili et al., (2020), realizaram um estudo com o objetivo de avaliar e comparar a adesão de *S. Mutans* e *S. Mitis* e as propriedades de superfície de resinas bulk-fill de duas diferentes marcas e um grupo controle, composto por um vidro. Os corpos de prova foram confeccionados utilizando um modelo de teflon (10 x 10 x 1mm) coberto com uma tira de poliéster. O material inserido foi pressionado com o auxílio de uma placa de vidro, e cada face do espécime foi polimerizada por 40 segundos. Todos os espécimes, com exceção do grupo controle, foram submetidos aos procedimentos de

acabamento e polimento com discos sof-lex e discos espirais de polimento, sendo lavados com água destilada e secos com jato de ar por 5 segundos entre cada etapa. Após o polimento, a rugosidade superficial de cada corpo de prova foi medida, utilizando um perfilômetro de superfície. Quanto a parte microbiológica, 20 amostras de cada grupo de materiais foi preparada para avaliação da adesão microbiana, sendo essas amostras divididas em 2 subgrupos (S. Mutans e S. Mitis). Os espécimes foram imersos em saliva artificial contendo os 2 tipos de microrganismos e incubados. Os autores observaram não haver diferenças entre os compósitos, no que se refere a rugosidade superficial, sendo que o grupo controle (vidro), apresentou a menor rugosidade superficial. Não foram observadas diferenças entre os grupos, quanto a adesão de S. Mutans. Não houve relação entre rugosidade e adesão de S. Mutans e S. Mitis.

Flausino et al., (2014) realizaram um estudo, com o objetivo de avaliar o efeito dos parâmetros de rugosidade e hidrofobicidade do material restaurador utilizado para restaurar lesões cervicais não cariosas na formação de biofilme. Quatro materiais restauradores foram investigados: cimento de ionômero de vidro convencional (KF, Ketac Fill Plus, 3M ESPE), cimento de ionômero de vidro modificado por resina (VT, Vitremer, 3M ESPE), cimento de ionômero de vidro modificado por resina nanoparticulado (KN, Ketac Nano, 3M ESPE) e resina composta nanoparticulada (FZ, Filtek Z350 XT, 3M ESPE). Foram preparados quarenta corpos de prova de disco de cada material, divididos em quatro grupos. Cinco amostras foram utilizadas para análise de parâmetros topográficos utilizando perfilometria 3D. O biofilme coletado de um indivíduo de 24 anos foi cultivado em ágar de infusão de cérebro e coração modificado sob condições aeróbicas a 37 ° C por 24 horas. Cada disco de teste foi imerso em 200 µL de suspensão de biofilme (n = 10) e incubado por 24 horas a 37 °C. O biofilme foi avaliado após 24 horas de formação em cada disco foi corado com fluoresceína a 1% usando microscopia confocal de varredura a laser. Diferenças significativas foram encontradas nos parâmetros de amplitude relacionados (Sa e Sq, FZ = KN > VT > KF). KN apresentou a maior hidrofobicidade. FZ e KN apresentaram menor espessura e biovolume de biofilme quando comparados com VT e KF. Todos os parâmetros topográficos foram significativamente correlacionados com a formação de biofilme. FZ e KN, material com nanopartículas apresentou melhor desempenho relacionado aos parâmetros topográficos e formação de biofilme.

Padovani et al., (2014) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar os efeitos da biodegradação in situ nas características de superfície de diferentes materiais restauradores. Ao todo, cinco materiais foram avaliados, sendo eles: vidro cerâmico IPS e.max (EM; Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), resina composta Filtek Supreme (FS; 3M ESPE, St Paul, MN, USA), cimento de ionômero de vidro modificado por resina Vitremer (VI; 3M ESPE, St Paul, MN, USA), cimento de ionômero de vidro Ketac Molar Easymix (KM; 3M ESPE, St Paul, MN, USA) e amálgama de prata Amalgam GS-80 (AM; SDI, Victoria, Australia). 50 espécimes de cada material foram confeccionados de acordo com as recomendações do fabricante, utilizando anéis metálicos (4mm de diâmetro; 1.5 mm de espessura). Filtek Supreme (FS) e Vitremer (VI) foram ativados por 40s com fotoativador com intensidade acima de 750mW/cm² (Elipar Trilight, 3M ESPE, St Paul, MN, USA), verificada por um medidor de fotoativação. Todos os materiais foram acondicionados a 37°C em umidade relativa de 100% por 24h. Cada espécime foi submetido a uma etapa de polimento. Para FS e VI e KM, foram utilizados discos sof-lex (3M ESPE, St Paul, MN, USA). A rugosidade superficial foi mensurada através do aparelho medidor de rugosidade (Surfcorder SE 1700, Kosaka Corp, Tokyo, Japan) que percorreu a superfície dos corpos de prova a uma velocidade constante de 0.5mm/s com carga de 0.7mN. A média da rugosidade (μm) foi obtida por três mensurações sucessivas em diferentes ângulos (0°, 45°, and 90°). Para a mensuração da microdureza, foi utilizado um testador de dureza (Shimatzu, Tokyo, Japan), utilizando um indentador Vickers, com carga de 500g para cerâmica e 200g para resinas compostas e demais materiais. Cinco medidas foram obtidas em cada espécime, para o cálculo do valor médio. A dureza foi mensurada antes e após a biodegradação. A fase in situ envolveu a produção de 15 dispositivos palatinos, após moldagem com alginato e obtenção de modelos com gesso tipo III. O dispositivo foi confeccionado com resina acrílica, contendo 5 poços de 2.5mm de profundidade (um poço para cada material). Uma malha foi colocada sobre os orifícios para proporcionar pelo menos 1mm de espaço para acúmulo de biofilme. Instruções orais e escritas foram dadas aos voluntários antes de receberem o dispositivo. Não houve restrição de dieta, apenas recomendação para remoção do aparelho durante as refeições e antes de ingerir bebida ou comida, mantendo os aparelhos em caixas plásticas dadas pelos pesquisadores. O desafio cariogênico se deu através da aplicação de uma gota de

solução de sacarose a 20%, extraoralmente em cada espécime (10x/dia), nos horários de 8:00, 9:30, 11:00, 12:30, 14:00, 15:30, 17:00, 18:30, 20:00 e 21:30h. Após a aplicação, os participantes foram orientados a esperar um período de cinco minutos para secagem da sacarose, antes da reinserção no palato. Após 7 dias, os espécimes foram removidos, lavados em banho ultrassônico por 10 minutos e as análises foram realizadas. Os autores observaram que todos os materiais mostraram aumento da rugosidade após interação com biofilme. Amálgama foi o material mais rugoso entre os demais. Após biodegradação, FS e VI apresentaram rugosidade intermediária e sem diferença estatística com os outros materiais. Antes da biodegradação, houve diferença significativa entre os materiais no que diz respeito a dureza, sendo o amálgama com os maiores valores de dureza. Entretanto, FS e EM (e-max) não apresentaram diferenças significativas entre os períodos. Após a biodegradação, a dureza foi a seguinte: EM>AM>FS>=KM>VI. Os autores concluíram que a influência do acúmulo de biofilme in situ em diferentes materiais é um evento material-dependente. Todos mudaram após a biodegradação. Todos os materiais estéticos apresentaram maior rugosidade e ionômeros e amálgama maior dureza.

Barbosa et al., (2012), em um estudo in situ, avaliaram alterações de microdureza superficial de compósitos e materiais ionoméricos, sob influência do biofilme e desafio cariogênico. O estudo foi do tipo cruzado, duplo-cego e boca dividida. 10 participantes utilizaram um dispositivo palatino, que continha placas de dentes bovino restauradas com resinas compostas micro-híbridas (Z250) ou ionômero de vidro modificado por resina (Vitremer). O estudo compreendeu 2 fases de 14 dias, um para cada material restaurador. Em um lado do dispositivo, o biofilme foi acumulado sob uma tela plástica, enquanto no lado oposto foi realizada uma escovação regular 3 vezes ao dia com dentífrico fluoretado contendo 1100 mg F/g como NaF. Para simular o desafio cariogênico, uma solução de sacarose a 20% foi utilizada, sendo aplicada extra-oralmente em uma frequência de 10 vezes ao dia em cada placa dentária restaurada. A microdureza Knoop foi utilizada para calcular a porcentagem de perda de dureza superficial (%SHL). Ambos os materiais apresentaram redução da microdureza superficial após o período in situ. As médias para %SHL foram: I – Ionômero sem acúmulo de biofilme = 8,9 e com acúmulo de biofilme = 25,6; II – Resina composta sem acúmulo de biofilme = 14,7 e com acúmulo de biofilme = 17,0. Os autores observaram que o processo de degradação ocorreu

para ambos os materiais, porém com maior importância nos materiais ionoméricos. As alterações de superfície dos materiais restauradores influenciam no acúmulo de biofilme e compromete as características estéticas.

Beyth et al., (2008), realizaram um estudo objetivando analisar a interação entre compósitos e biofilmes, considerando na sua hipótese que o biofilme causa mudanças na superfície das resinas. Os biofilmes utilizados foram compostos por *S. Mutans*, e foram testados em 3 tipos de resinas compostas. Para as análises de rugosidade foram confeccionados 45 discos, sendo 15 de cada tipo de resina, e então submetidos a exposição ao biofilme em diferentes intervalos. Para esta avaliação, foi utilizado o microscópio de força atômica. Para as medidas de microdureza foram utilizados sete discos feito de cada um dos compósitos, usando um molde de teflon (6mm de diâmetro, 3mm de espessura). Sete discos adicionais para cada resina composta foram mantidos em condições estéreis e serviram como controle. Para avaliação de microdureza, as medidas de dureza de Vicker foram obtidas utilizando uma carga de 0,98 N. A carga apropriada foi aplicada por 10 segundos e o tamanho da indentação foi registrado 10 segundos depois. Uma ponta de diamante Vickers foi usada para fazer indentações em três posições em cada amostra. Sob um microscópio óptico, cada indentação foi medida diagonalmente de uma borda da impressão em forma de diamante até a outra borda, através de cada uma das diagonais. Os dados foram calculados para fornecer o comprimento diagonal médio para cada material e o valor de dureza Vickers associado a cada material foi calculado. Os resultados mostraram que o crescimento de *S. mutans* em resinas compostas aumenta a rugosidade superficial sem afetar a microdureza. Esta mudança na integridade da superfície pode aumentar ainda mais o acúmulo de biofilme.

Fúcio et al. (2008) em um estudo in vitro avaliaram a influência da exposição de materiais restauradores estéticos a um biofilme monoespécie (*S. Mutans*), sendo eles: uma resina de vidro cerâmico; resina composta; cimento ionomérico modificador por resina e cimento de ionômero de vidro convencional. No estudo, foram confeccionados 25 corpos de prova de quatro materiais diferentes, usando anéis metálicos (10mm de diâmetro e 2mm de espessura), tiras de poliéster e lâmina de vidro para pressão do material no molde, seguido por fotoativação com aparelho fotoativador (Elipar, 3M). Os procedimentos foram realizados em condições estéreis,

como manipulação com instrumentais estéreis e em fluxo laminar. Os corpos de prova não foram polidos para evitar contaminação, com exceção dos discos de material cerâmico, que foram polidos com lixa de granulação 1200µm, seguida por banho ultrassônico e autoglaze. Cinco espécimes de cada material foram alocados nos grupos um e dois, e 15 no grupo três. No grupo 1 a dureza foi mensurada após a manipulação inicial. No grupo 2, os espécimes foram acondicionados em meio BHI, suplementado com 1% de sacarose, sem inoculação de microrganismos. O grupo três foi acondicionado neste meio, após adesão inicial de *S. Mutans* na superfície dos discos. Os grupos foram armazenados a 37°C por 30 dias. Após este período, os espécimes foram ultrassonicados por 10 minutos e secos. Para mensuração de rugosidade, a média obtida de três pontos no centro dos espécimes foi realizada, em direções distintas (Surfcorder SE1700, Kosaka Corp., Tokyo). Para teste de dureza, foi utilizada a ponta Vickers em um testador de dureza (Shimatzu, Tokyo, Japan), com carga de 200g para compósito e ionômeros e 500g para cerâmica, com tempo de 15s. A fórmula utilizada baseou-se nas dimensões das indentações, seguindo a seguinte fórmula: $VHN = 0.1854 \times P/D^2$, onde o P é a carga (N), D é a medida diagonal da indentação (mm). Cinco leituras foram realizadas em cada espécime para este parâmetro, e o valor médio foi expresso. Os autores observaram que o material cerâmico e a resina composta não apresentaram diferenças significativas, nos três grupos, para os parâmetros de rugosidade e dureza. O material ionomérico modificado por resina apresentou maior rugosidade e menor dureza no terceiro grupo (biofilme), em comparação aos dois grupos iniciais. Os dois materiais ionoméricos apresentaram maior susceptibilidade a ação do tempo e do biofilme.

Ono et al., (2007) realizaram um estudo, onde objetivaram avaliar as propriedades de superfície de 3 resinas diferentes em relação a adesão e crescimento de *S. Mutans*. Os espécimes foram confeccionados utilizando moldes de metal (4,5 x 4,5 x 1,5) e assim foram polimerizados durante 30 segundos. Os espécimes foram divididos em 2 grupos, sendo um grupo polido com lixas de SiC (carbeto de silício) e outro com uma pasta de polimento, ambos os grupos com aplicação sob irrigação. Os valores de rugosidade superficial foram determinados utilizando um microscópio confocal de varredura a laser. Os biofilmes foram cultivados por 20h em cada espécime e depois submetidos a agitação em vórtice seguida de medição dos biofilmes retidos. Superfícies com biofilmes retidos também foram analisadas por

microscopia eletrônica de varredura. Quanto a rugosidade superficial, os três tipos de resina não apresentaram diferenças, quando o método de polimento foi o mesmo. Os autores observaram que a composição da resina e o polimento afeta fortemente a adesão bacteriana. O polimento das resinas não fez com que todas elas fossem igualmente resistentes à formação de biofilme

Quadro resumo dos artigos utilizados na revisão de literatura

Autor/ano de publicação/País	Título	Objetivo	Metodologia	Resultados
Abd-Elfattah et al. 2026/Egito	Effect of immersion in different media on the color stability, surface roughness, and microhardness of flowable nanohybrid resin composites	Avaliar a estabilidade da cor, a rugosidade da superfície e a microdureza de compósitos de resina nanohíbrida fluida após imersão em diferentes meios.	Foram utilizadas as resinas compostas Polofil NHT Flow (VOCO GmbH), G-aenial Universal Injectable (GC DENTAL PRODUCTS CORP) e Tetric N-Ceram (Ivoclar Vivadent). De cada resina composta testada, foram confeccionados 50 espécimes em formato de disco (10 mm de diâmetro × 2 mm de espessura). Cada grupo foi categorizado em cinco subgrupos de acordo com o meio de imersão (n = 10): (1) controle (sem imersão), (2) saliva artificial, (3) café, (4) refrigerante de cola e (5) bebida energética. Foram avaliadas a estabilidade da cor, a rugosidade superficial e a microdureza. Os dados foram analisados por meio de ANOVA de duas vias, teste post-hoc de Tukey e teste de correlação de Pearson (p < 0,05).	Em relação à alteração de cor, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre as resinas compostas quanto à saliva artificial (p = 0,78), café (p = 0,93) e refrigerante de cola (p = 0,09), enquanto houve diferença significativa entre elas quanto à bebida energética (p < 0,05). O maior valor médio de rugosidade superficial foi registrado com o Polofil NHT Flow, que apresentou aumento na rugosidade superficial após imersão em bebida energética (0,32 ± 0,06 µm) em comparação ao subgrupo controle (0,22 ± 0,08 µm). Para todas as resinas compostas, houve reduções significativas na microdureza com todos os meios de imersão em comparação aos subgrupos controle (p < 0,05).
Basheer et al. 2025/ Arábia Saudita	Beverage-Induced Surface Changes in Biomimetic Dental Resin Composite: AFM and Bacterial Analysis	Este estudo investigou o material compósito com carga supra-nanosférica em comparação com diferentes materiais de resina composta imersos em diferentes bebidas. O estudo avaliou a rugosidade da superfície e a	Um total de 144 espécimes foram confeccionados utilizando moldes de Teflon com diferentes materiais compósitos. Oitenta e quatro espécimes foram utilizados para o teste de rugosidade superficial, utilizando quatro diferentes materiais compósitos de resina: Tetric N-Ceram (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), Multichrome (Harvard Dental, Alemanha), Filtek Z350 XT (3M ESPE, Minnesota, Estados Unidos) e Palfique LX5 (Tokuyama Dental Corporation, Taitō-Ku, Tóquio, Japão; n=21). Estes espécimes foram posteriormente subdivididos em três subgrupos de acordo com a solução de imersão (n=7): Monster, Gatorade e água deionizada, que	A comparação entre os grupos mostrou uma diferença significativa entre os diferentes materiais compósitos (p<0,05), com o Multichrome apresentando os maiores valores de rugosidade. Além disso, houve uma diferença significativa entre todos os materiais compósitos em diferentes bebidas, com o Palfique LX5 apresentando os menores valores médios de rugosidade (Ra). A rugosidade superficial média de todos os materiais estudados, no entanto, permaneceu abaixo do valor crítico de Ra de 0,2 µm. Quanto à contagem bacteriana, houve uma diferença significativa entre os diferentes materiais em diferentes

		subsequente adesão de bactérias.	serviu como grupo controle. Os valores de rugosidade superficial foram avaliados por microscopia de força atômica (AFM). Em seguida, para o teste de biofilme, a contagem bacteriana foi realizada nos 60 espécimes de compósito restantes, provenientes dos quatro materiais compósitos testados (n=15), que foram subdivididos aleatoriamente em três subgrupos (n=5) com base nas soluções de imersão.	bebidas (p<0,05), com o Z350 XT e o Palfique LX5 apresentando a menor contagem bacteriana.
Bengal et al. 2024/India	Bulk-fill and Nanohybrid Composite after Exposure to Different Beverages at Various Time Intervals – An In vitro Study	O objetivo deste estudo foi comparar a rugosidade superficial e a microdureza de resinas compostas bulk-fill e nanohíbridas após exposição a três bebidas diferentes em intervalos de tempo distintos.	Neste estudo, foram confeccionados 60 discos de resina composta, tanto bulk-fill quanto nanohíbrida, com dimensões de 10 mm × 2 mm. Ambas as resinas foram divididas aleatoriamente em quatro subgrupos, ou seja, 15 amostras para cada uma das seguintes bebidas: saliva artificial, chá, café e refrigerantes. Esses subgrupos foram então subdivididos em cinco amostras para cada intervalo de tempo. Os discos de resina composta foram imersos nas bebidas por 4 minutos, durante 24 horas, por 7, 15 e 30 dias. Todas as amostras foram avaliadas quanto à rugosidade superficial e microdureza antes e depois da imersão.	Ambas as resinas compostas apresentaram um aumento significativo na rugosidade superficial em todas as bebidas, com a maior alteração observada na resina composta nanohíbrida imersa em refrigerantes. Além disso, a microdureza de ambos os compósitos diminuiu significativamente em todas as bebidas, com a maior alteração na microdureza observada na resina composta nanohíbrida imersa em refrigerantes.
Mondal et al. 2024/EUA	Dental composite biodeterioration in the presence of oral Streptococci and extracellular metabolic products	Avaliar o impacto de ambientes influenciados por microrganismos clinicamente relevantes, na degradação dos compósitos nano-particulados e micro-híbridos	A resistência de dois compósitos dentários comerciais foi medida após incubação em meios aquosos contendo: i) bactérias cariogênicas (<i>Streptococcus mutans</i>) e não cariogênicas (<i>Streptococcus sanguinis</i>) cultivadas em sacarose ou glicose, ii) misturas abióticas de saliva artificial e produtos da fermentação de sacarose e glicose (ácidos graxos voláteis e etanol) em proporções conhecidas por serem produzidas por esses microrganismos e iii) misturas abióticas de saliva	A resistência do compósito FIL nano-preenchido diminuiu nos três tipos de incubação, enquanto a resistência do compósito AEL micro-híbrido diminuiu significativamente apenas nas incubações bióticas. A resistência de ambos os compósitos diminuiu de forma estatisticamente significativa em todas as incubações bióticas contendo bactérias cariogênicas e não cariogênicas, além da redução induzida por misturas abióticas de produtos de fermentação ou por esterase isoladamente. Por fim, não houve diferenças estatisticamente significativas na redução da

			artificial e esterase, uma enzima extracelular oral comum.	resistência do compósito entre as condições bióticas testadas.
Vargas et al. 2024/Brasil	Influence of different finishing, aging with coffee, and repolishing protocols on the properties of nanoparticle composite resins	O estudo analisou a microdureza, rugosidade, estabilidade de cor e brilho de uma resina nanoparticulada com diferentes protocolos de acabamento, envelhecimento com café e repolimento.	As amostras de resina nanoparticulada foram divididas em três grupos de protocolo de acabamento: brocas diamantadas (F e FF), brocas de carboneto de tungstênio com múltiplas arestas de corte (18 e 30 arestas) e discos abrasivos grossos e médios (Soflex - 3M). Todos os protocolos utilizaram pontas de borracha espirais (F e FF) para o polimento. Foram analisados a microdureza Knoop (KHN), a rugosidade (Ra), as alterações de cor (ΔE_{00} e YI) e o brilho (GU). A microscopia eletrônica de varredura forneceu imagens das resinas e dos instrumentos de acabamento e polimento.	A dureza KHN da resina ($p < 0,001$) diminuiu, enquanto Ra ($p < 0,001$), ΔE_{00} ($p < 0,001$) e YI ($p < 0,001$) aumentaram após o envelhecimento com café, independentemente do protocolo de acabamento. Os discos abrasivos apresentaram menores alterações de cor, YI e Ra, e maior GU. O repolimento restaurou KHN e Ra, mas não ΔE_{00} ($p > 0,05$) e YI ($p > 0,05$).
Shou et al. 2023/China	Effects of Bio-Aging on Mechanical Properties and Microbial Behavior of Different Resin Composites	Este estudo investigou os efeitos do bioenvelhecimento induzido por biofilme salivar nas propriedades mecânicas e no comportamento microbiano de compósitos com diferentes tipos de cargas.	Compósitos microhíbridos, nanohíbridos, nanoparticulados e nanoparticulados fluidos foram submetidos a bioenvelhecimento com biofilme salivar por 30 dias. A morfologia superficial, a rugosidade, as propriedades mecânicas e estéticas foram determinadas. Um modelo de biofilme salivar de 48 horas foi utilizado para avaliar o comportamento microbiano de diferentes compósitos in vitro. A atividade metabólica do biofilme, a produção de ácido láctico e a coloração de bactérias vivas/mortas foram testadas. Seis voluntários foram selecionados para usar dispositivos intraorais com placas de compósito por 24 horas, e os biofilmes foram coletados e analisados por meio do sequenciamento de rRNA 16S para avaliar a formação do biofilme sobre esses materiais in situ.	Embora tenha havido uma tendência de aumento, a rugosidade superficial, a reabsorção de água e a solubilidade do material não apresentaram alterações significativas para todos os grupos após o bioenvelhecimento ($p > 0,05$). Não houve alterações significativas no módulo de elasticidade em todos os grupos após o envelhecimento ($p > 0,05$). No entanto, observou-se uma diminuição na resistência à flexão em todos os grupos ($p < 0,05$), exceto no grupo compósito nanoflow ($p > 0,05$). A dureza Vickers permaneceu estável em todos os grupos após o envelhecimento ($p > 0,05$), exceto no grupo nanofilled ($p < 0,05$). O compósito nanoflow apresentou alterações de cor distintas em comparação com o grupo micro-híbrido após o envelhecimento ($p < 0,05$). A atividade metabólica do biofilme e a produção de ácido láctico in vitro aumentaram ligeiramente após o bioenvelhecimento em todos os grupos, mas sem significância estatística ($p > 0,05$). O índice de

				diversidade de Shannon dos biofilmes in situ diminuiu após o envelhecimento ($p < 0,05$), enquanto nenhuma diferença significativa foi observada na composição de espécies em nível de gênero em todos os grupos ($p > 0,05$). Resinas Compósitos com cargas de diferentes tamanhos apresentaram desempenho mecânico relativamente estável e comportamento antimicrobiano preservado, tanto in vitro quanto in situ, após 30 dias de bioenvelhecimento.
Escamilla-Gómez et al. 2022/México	Surface degradation and biofilm formation on hybrid and nanohybrid composites after immersion in different liquids	Avaliar a associação entre a degradação de superfície e a formação de biofilme de <i>S. Mutans</i> em compósitos híbridos e nanohíbridos, armazenados em diferentes líquidos simuladores dos desafios ácido orais	Para avaliar a microdureza e a micromorfologia da superfície, discos de hemácias híbridas e nanohíbridas foram armazenados em ácido gástrico artificial, refrigerante de cola, suco de laranja, saliva artificial e água destilada por três intervalos de 15 minutos por dia, durante 7, 15 e 30 dias. Após 30 dias de armazenamento, a rugosidade da superfície foi analisada e os discos de hemácias foram colocados em um biorreator de biofilme inoculado com <i>S. mutans</i> para avaliar a formação de biofilme na superfície.	Em comparação com as resinas nanohíbridas, os valores de rugosidade e microdureza superficial foram significativamente menores ($P < 0,05$) para os compósitos híbridos armazenados em ácido gástrico artificial, seguidos pelos espécimes armazenados em refrigerante de cola e suco de laranja. O ácido gástrico artificial causou maior degradação superficial, o que aumentou a biomassa de <i>S. mutans</i> na superfície de ambos os tipos de compósito.
Kurt et al. 2021/Turquia	Effect of different beverages on surface properties and cariogenic biofilm formation of composite resin materials	Este estudo in vitro teve como objetivo avaliar as propriedades de superfície e a formação de biofilme cariogênico em RCs microhíbridas e nanohíbridas após imersão em diferentes bebidas.	Os efeitos de quatro bebidas (água destilada – controle, chá, café e refrigerante de cola) sobre duas RCs (microhíbrida e nanohíbrida) foram avaliados. As alterações nas propriedades de superfície foram avaliadas para cada grupo utilizando-se a medição da rugosidade superficial ($n = 10$), microscopia eletrônica de varredura (MEV) ($n = 4$) e análise por espectroscopia de raios X por dispersão de energia (EDX) ($n = 5$). A formação de biofilme de <i>Streptococcus mutans</i> in vitro nas amostras de cada grupo foi determinada utilizando-se microscopia	O RC microhíbrido apresentou maior rugosidade superficial ($p = 0,014$) e formação de biofilme cariogênico ($p = 0,040$). Os valores de rugosidade superficial ($F = 0,733$, $p = 0,536$) e formação de biofilme cariogênico ($F = 1,685$, $p = 0,181$) não foram afetados pelas bebidas. No entanto, de acordo com as medições qualitativas de MEV e EDX, esses parâmetros variaram dependendo dos grupos de bebidas. Não foi encontrada correlação entre a rugosidade superficial e a formação de biofilme cariogênico ($r = 0,135$, $p = 0,287$).

			confocal de varredura a laser e análise por MEV (n = 14).	
Bilgili et al. 2020/Turquia	Surface properties and bacterial adhesion of bulk-fill composite resins	O objetivo do presente estudo foi avaliar a adesão de Streptococcus mutans e Streptococcus mitis e as propriedades superficiais relacionadas em resinas compostas bulk-fill.	Quatro novas resinas compostas bulk-fill com diferentes composições foram utilizadas: Sonic Fill-2 (KSF), Filtek BulkFill (FBF), Admira Fusion X-tra (AFX), Beautifil Bulk Restorative (SBB) e um grupo controle (vidro). Após o procedimento padronizado de polimento superficial, as propriedades superficiais das amostras de resina composta foram avaliadas por meio de medidas de rugosidade superficial (RS) com perfilômetro, análises de hidrofobicidade e energia livre superficial (ELS), análises elementares e topográficas por MEV-EDS. Para avaliar a adesão bacteriana, as amostras de resina composta foram imersas em saliva artificial e mucina para o desenvolvimento da película adquirida. Após 1 hora de imersão, a suspensão bacteriana foi adicionada às amostras revestidas com película, as quais foram incubadas a 37 °C em atmosfera de 5% de CO ₂ por 24 horas. A contagem de bactérias aderidas foi determinada como x10 ⁸ UFC/ml. A adesão bacteriana também foi investigada usando microscopia confocal de varredura a laser.	Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os compósitos de preenchimento em massa em termos de rugosidade superficial, enquanto o vidro apresentou os menores valores de Ra. Os menores valores de ângulo de contato foram encontrados no grupo controle e no Sonic Fill-2, enquanto os maiores valores de SFE foram observados nesses materiais. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre as contagens de S. mutans. Para a adesão de S. mitis, o maior valor foi encontrado no Sonic Fill-2 e não foram observadas diferenças significativas entre os outros grupos.
Flausino et al. 2014/ Brasil	Biofilm formation on different materials for tooth restoration: analysis of surface characteristics	Avaliar o efeito dos parâmetros de rugosidade e hidrofobicidade do material restaurador utilizado para restaurar lesões cervicais não cariosas na formação de biofilme	Quatro materiais restauradores foram investigados: cimento de ionômero de vidro convencional (KF, Ketac Fill Plus, 3M ESPE), cimento de ionômero de vidro modificado por resina (VT, Vitremer, 3M ESPE), cimento de ionômero de vidro modificado por resina nanofilado (KN, Ketac Nano, 3M ESPE) e resina composta nanofilada (FZ, Filtek Z350 XT, 3M ESPE). Quarenta espécimes em forma de disco foram preparados para cada material, divididos em quatro grupos. Cinco amostras foram utilizadas para	A correlação de Pearson foi utilizada para comparar os parâmetros topográficos com a formação do biofilme. Diferenças significativas foram encontradas nos parâmetros de amplitude relacionados (Sa e Sq, FZ = KN[VT[KF]). O KN apresentou a maior hidrofobicidade. FZ e KN apresentaram a menor espessura e biovolume de biofilme quando comparados com VT e KF. Todos os parâmetros topográficos apresentaram correlação significativa com a formação do biofilme.

			análise dos parâmetros topográficos por meio de perfilometria 3D. Os parâmetros de amplitude (Sa e Sq), o parâmetro espacial (Sds) e o parâmetro híbrido (Ssc) foram extraídos da área utilizando um raio de corte de 0,25 mm. A hidrofobicidade foi determinada pela medição do ângulo de contato da água deionizada na superfície. O biofilme coletado de um indivíduo de 24 anos foi cultivado em ágar infusão cérebro-coração modificado, em condições aeróbicas a 37 °C, por 24 horas. Cada disco de teste foi imerso em 200 µL de suspensão de biofilme (n = 10) e incubado por 24 horas a 37 °C. O biofilme foi avaliado após 24 horas de formação em cada disco, após coloração com fluoresceína a 1%, utilizando microscopia confocal de varredura a laser.	
Padovani et al. 2014/Brasil	In Situ Surface Biodegradation of Restorative Materials	avaliar as características superficiais de materiais restauradores (rugosidade, dureza, alterações químicas por espectroscopia de energia dispersiva [EDX] e microscopia eletrônica de varredura [MEV]) submetidos à biodegradação in situ.	Quinze discos de cada material (IPS e.max [EM], Filtek Supreme [FS], Vitremer [VI], Ketac Molar Easymix [KM] e Amálgama GS-80 [AM]) foram fabricados em um molde metálico (4,0 mm × 1,5 mm). Em seguida, foram avaliadas a rugosidade, a dureza, a MEV e a EDX. Quinze voluntários saudáveis utilizaram um dispositivo palatino contendo um disco de cada material restaurador durante sete dias. Após a biodegradação, a rugosidade, a dureza, a MEV e a EDX foram avaliadas novamente.	Todos os materiais restauradores estéticos apresentaram um aumento significativo na rugosidade após a biodegradação. Antes da biodegradação, observaram-se diferenças significativas na dureza entre os materiais: EM, AM, FS, KM e VI. Após a biodegradação, a dureza foi significativamente alterada entre os materiais estudados: EM, AM, FS = KM e VI, juntamente com um aumento significativo na dureza para AM, KM e VI. As imagens de MEV indicaram degradação na superfície de todos os materiais, mostrando porosidades, fissuras e rugosidade. Além disso, após a biodegradação, o FS apresentou a presença de Cl, K e Ca na superfície, enquanto o F não estava presente nas superfícies de VI e KM. EM e AM não apresentaram alterações em sua composição química após a biodegradação. Concluiu-se que o acúmulo de biofilme dental in situ

				em diferentes materiais restauradores é um parâmetro dependente do material.após a biodegradação.
Barbosa et al. 2012/Brasil	Effect of cariogenic biofilm challenge on the surface hardness of direct restorative materials in situ	A presença de biofilme cariogênico pode resultar na degradação da superfície de materiais restauradores compósitos e ionoméricos. Assim, este estudo avaliou in situ as alterações na microdureza superficial desses materiais sob acúmulo de biofilme e desafio cariogênico.	Em um estudo cruzado, duplo-cego e com desenho de boca dividida, 10 voluntários usaram dispositivos intraorais palatinos contendo placas de esmalte bovino restauradas com resina composta (RC – Z250) ou ionômero de vidro modificado por resina (IVMR – Vitremer). Duas fases de 14 dias foram realizadas, uma para cada material restaurador. Em um lado do dispositivo, o biofilme foi permitido acumular-se sob uma malha plástica, enquanto no lado oposto, a escovação regular foi realizada 3 vezes ao dia com um creme dental contendo 1100 mg F/g como NaF. Uma solução de sacarose a 20% foi aplicada extraoralmente 10 vezes ao dia em cada placa dental restaurada. A microdureza Knoop foi utilizada para calcular a porcentagem de perda de dureza superficial (%PDS).	Todos os materiais apresentaram diminuição na dureza superficial após o período in situ. Os materiais restauradores apresentaram as seguintes médias de %PDS: RMGI sem acúmulo de biofilme = 8,9 e com acúmulo de biofilme = 25,6, CR sem acúmulo de biofilme = 14,7 e com acúmulo de biofilme = 17,0.
Beyth et al. 2008/Israel	Streptococcus mutans biofilm changes surface-topography of resin composites	O objetivo deste estudo foi testar a hipótese de que a interação entre bactérias e a superfície da resina composta causa alterações na topografia da superfície.	Discos de resina composta foram polimerizados entre duas lâminas de vidro. Células de Streptococcus mutans foram colocadas em contato com os discos e cultivadas neles por 1 dia, 1 semana ou 1 mês. Os discos foram analisados por microscopia de força atômica. Amostras de resina composta envelhecidas por um mês foram analisadas quanto a alterações na microdureza e no crescimento bacteriano.	A análise por microscopia de força atômica revelou um aumento dependente do tempo na rugosidade média quadrática (RMS) ($p < 0,0001$). O crescimento de S. mutans foi acelerado após o contato direto com a superfície das resinas compostas envelhecidas, sem alterações na microdureza.
Fúcio et al. 2008/Brasil	The influence of 30-day-old Streptococcus mutans biofilm on	Avaliar os efeitos da interação entre o biofilme de Streptococcus mutans e os materiais	Foram testados os materiais Empress 2 (E2), Filtek Supreme (FS), Vitremer (V) e Ketac Molar Easymix (KM). Vinte e cinco discos de cada material foram confeccionados e divididos em três grupos de armazenamento: (1) 100% de umidade relativa (n =	Os valores de rugosidade superficial e dureza obtidos das amostras E2 e FS não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos 1, 2 e 3, nem entre as amostras imediatas e as de 30 dias de cada material. No entanto, as amostras do grupo 3, V

	the surface of esthetic restorative materials—An in vitro study	restauradores na rugosidade superficial, dureza e morfologia dos materiais testados	5); (2) meio de cultura (BHI e 1% de sacarose) (n = 5); (3) meio de cultura com biofilme de <i>S. mutans</i> (n = 15). Antes do armazenamento, as medidas de dureza foram obtidas imediatamente nas amostras do grupo 1. Após 30 dias de armazenamento, as amostras foram limpas para obtenção dos valores de rugosidade superficial e dureza, além da análise morfológica por microscopia eletrônica de varredura.	e KM, apresentaram médias de rugosidade superficial estatisticamente superiores às dos demais grupos. As amostras do grupo 1, V e KM, também apresentaram valores de dureza superiores aos das amostras imediatas. As amostras do grupo 3, V, apresentaram valores de dureza inferiores aos dos demais grupos. As micrografias eletrônicas de varredura mostraram um aumento na degradação superficial do grupo 1 para o grupo 3 para FS, V e KM.
Ono et al. 2007/Japão	Surface Properties of resin composite materials relative to biofilm formation	Avaliar as propriedades de superfície de 3 resinas diferentes em relação a adesão e crescimento de <i>S. Mutans</i>	As amostras foram preparadas com Clearfil AP-X, Grandio e Reactmer Paste, e cada material foi dividido em dois grupos: (1) superfície lixada com lixa de silicone de granulação 800 (SiC#800); ou (2) superfície polida com pasta de diamante de até 1 µm (DP1 µm). Os biofilmes foram cultivados na superfície de cada amostra por 20 horas e, em seguida, submetidos à agitação em vórtex, seguida da medição dos biofilmes retidos. As superfícies com biofilmes retidos também foram inspecionadas por microscopia eletrônica de varredura (MEV).	Diferenças significativas foram detectadas na rugosidade superficial (Ra) entre as duas condições de polimento para todos os materiais. A quantidade de biofilme retido foi significativamente menor ($p < 0,05$) no Clearfil AP-X DP 1 µm do que no Clearfil AP-X SiC#800. Com a pasta Reactmer, as superfícies apresentaram a menor quantidade de biofilme retido, mas não houve diferenças significativas entre as duas condições de polimento. Em conclusão, o polimento não tornou todos os compósitos de resina igualmente resistentes à formação de biofilme.

**ARTIGO FORMATADO DE ACORDO COM AS NORMAS DO PERIÓDICO
JOURNAL OF ESTHETIC AND RESTORATIVE DENTISTRY (ISSN ONLINE:
1708-8240)**

**Efeito do Biofilme Dental Cariogênico nas Propriedades De Superfície de
Resinas Compostas Micro e Nano-Híbridas In Situ**

Marcus Vinícius Oliveira¹, Gláuber Campos Vale²

¹Aluno de Pós-Graduação - Programa de Pós-graduação em Odontologia, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí, Brasil.

²Professor Doutor - Programa de Pós-graduação em Odontologia, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí, Brasil.

Endereço para correspondência:

Prof. Dr. Gláuber Campos Vale

Campus Universitário Ministro Petrônio Portella – Bloco 5 – Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Bairro Ininga / CEP: 64049-550 Teresina - Piauí – Brasil

Fone: (86) 3237-1517/ e-mail: glauber@ufpi.edu.br

Declaração de Conflito de Interesses: Os autores não possuem qualquer interesse financeiro nas empresas cujos materiais estão incluídos neste artigo.

Agradecimentos: Ao Instituto Federal do Piauí (IFPI), pela realização dos testes de microdureza e rugosidade; aos voluntários da pesquisa pela valiosa contribuição, e às empresas PHS do Brasil (Tokuyama Dental) e Ultradent Products pela disponibilização de materiais para o estudo.

Resumo

Objetivo: Na presença do biofilme dental, as resinas compostas podem sofrer alterações em suas propriedades, reduzindo sua longevidade. Assim, este estudo avaliou o efeito do biofilme cariogênico *in situ* nas propriedades de superfície de resinas micro e nano-híbridas. **Materiais e Métodos:** Quatro resinas compostas foram analisadas: Estelite Ômega, Estelite Bianco, Palfique LX5 e Forma. Dez participantes (N=10) utilizaram dispositivo palatino com quatro poços, contendo corpos de prova (4×2 mm), por sete dias, sob alto desafio cariogênico. Após esse período, o biofilme foi coletado, determinou-se o peso seco e realizaram-se contagens de unidades formadoras de colônia. Dureza Vickers e rugosidade foram avaliadas por microdurômetro e rugosímetro, respectivamente. A análise estatística foi conduzida no GraphPad Prism 11.0, com nível de significância de 5%. **Resultados:** A resina Forma apresentou maior rugosidade, dureza, acúmulo de biofilme e maiores contagens de estreptococos e *Candida* em comparação aos demais materiais. A rugosidade correlacionou-se positivamente com acúmulo de biofilme e com contagens microbianas. **Conclusão:** Resinas Micro e nano-híbridas apresentaram comportamentos distintos sob efeito cariogênico do biofilme *in situ*, evidenciando que o desempenho dos materiais não depende apenas de propriedades mecânicas, mas também da interação com o biofilme.

Significado clínico: Resinas compostas com menor rugosidade superficial apresentam menor potencial de acúmulo de biofilme e colonização por microrganismos cariogênicos. Assim, a seleção de materiais restauradores deve considerar não apenas suas propriedades mecânicas, mas também seu comportamento superficial, visando maior longevidade clínica das restaurações e redução do risco de cárie secundária.

Palavras-Chave: Adesão bacteriana; Biofilme Dental; Desafio Cariogênico; Propriedades de Superfície; Resinas compostas; Rugosidade superficial; Microdureza

1. INTRODUÇÃO

As resinas compostas micro-híbridas e nano-híbridas, surgiram entre as décadas de 1990 e 2000, como resultado de um longo processo evolutivo na composição destes materiais (Ferracane, 2024). O aprimoramento de suas propriedades mecânicas possibilitou sua ampla aplicação clínica, tanto em regiões anteriores quanto posteriores (Montagner et al., 2018). As propriedades destes materiais estão diretamente relacionadas à sua composição (Yu et al., 2024; Ferracane et al., 2014; Del Rio e Johnston et al., 2023; Venz e Dickens, 1991), sendo fortemente influenciadas pelas características das partículas de carga, como formato, tamanho e distribuição (Elfakhri et al., 2022; Wang et al., 2018). A fase inorgânica exerce papel predominante, contribuindo significativamente para propriedades como dureza, resistência à abrasão e resistência à fratura, quando comparada à fase orgânica (Alsharif et al., 2024; Turssi et al., 2005; Okada et al., 2001).

Além dos fatores intrínsecos ao material, as propriedades mecânicas (Barbosa et al., 2012) e de superfície das resinas podem ser modificadas pelo acúmulo de biofilme dental (Beyth et al., 2008; Nedeljkovic et al., 2017), comprometendo a longevidade do material (Busscher et al., 2010). Os produtos metabólicos produzidos por esse biofilme, podem intensificar a degradação hidrolítica da matriz polimérica, promovendo lixiviação de partículas de carga e monômeros residuais (Spencer et al., 2014; Zhang et al., 2017). Esse processo resulta na formação de irregularidades superficiais que favorecem o acúmulo adicional de biofilme e o desenvolvimento de cárie secundária (Ono et al., 2007; Cazzaniga et al., 2015; Klein et al., 2015). Nesse contexto, compósitos contendo partículas de carga em escala nanométrica têm sido associados a menor acúmulo de biofilme em estudos *in vitro* (Ionescu et al., 2015; Pereira et al., 2011), possivelmente devido à maior homogeneidade superficial proporcionada por essas partículas (Marghalani, 2010).

Estudos que avaliam propriedades de resinas compostas frequentemente utilizam modelos *in vitro*, nos quais os espécimes são expostos a biofilmes mono ou multiespécie, imersos em soluções contendo açúcares ou que simulam desafios cariogênicos de forma geral, para posterior análise de

propriedades (Abd-Elfattah et al., 2026; Basheer et al., 2025; Tozo-Burgos et al., 2025; Bengal et al., 2024; Mondal et al., 2024; Vargas et al., 2024; Shou et al., 2023; Escamilla-Gómez et al., 2022; Kurt et al., 2021; Bilgili et al., 2020; Flausino et al., 2014; Beyth et al., 2008; Fúcio et al., 2008; Ono et al., 2007). Embora esses modelos sejam fundamentais para o controle experimental e compreensão de mecanismos específicos, os modelos *in situ*, permitem uma simulação mais fiel das condições da cavidade oral, proporcionando melhor compreensão da dinâmica de formação do biofilme e de seus efeitos sobre os materiais restauradores (Shou et al., 2023; Tomás et al., 2018; Padovani et al., 2014; Barbosa et al., 2012).

Diante da escassez de estudos que avaliem comparativamente as propriedades de superfície de diferentes resinas compostas, incluindo materiais mais recentemente introduzidos no mercado, torna-se relevante a realização de investigações que considerem condições clínicas simuladas. Assim, o presente estudo tem como objetivo avaliar o acúmulo de biofilme, a microdureza e a rugosidade superficial de quatro resinas compostas disponíveis comercialmente, utilizando um modelo *in situ* de biofilme submetido a um alto desafio cariogênico. As hipóteses testadas neste estudo foram as seguintes: resinas micro-híbridas e nano-híbridas diferem entre si na composição microbiana e acúmulo de biofilme (1), rugosidade superficial (2) e microdureza (3), após desafio cariogênico *in situ*; a rugosidade superficial correlaciona-se com o acúmulo de biofilme e adesão de estreptococos, lactobacilos e *Candida* (4).

2. MATERIAL E MÉTODO

2.1. Seleção dos participantes e aspectos éticos

Dez participantes (5 homens e 5 mulheres, idade média 19 ± 3 anos) foram incluídos no estudo. O tamanho da amostra foi determinado com base em estudo piloto prévio, usando o mesmo protocolo experimental. Os parâmetros considerados incluíram quatro tipos de resina, um desvio padrão estimado da dureza de 6,0 HV e uma diferença mínima detectável na dureza de 10 HV entre os grupos, um erro alfa de 5% e um erro beta de 20%. O tamanho da amostra calculado foi de 9 participantes; prevendo uma possível desistência, foi acrescido 1 participante e o tamanho final da amostra foi definido em 10. Estes foram

incluídos se apresentassem boas condições de saúde oral e sistêmica, concordassem em assinar o termo de consentimento livre e esclarecido e estivessem dispostos a seguir o regime do estudo. Foram excluídos os participantes tabagistas, que fizeram o uso de antibiótico nos últimos dois meses, e que utilizavam algum tipo de prótese ou aparelhos ortodônticos (Shou et al., 2023; Padovani et al., 2014; Barbosa et al., 2012).

O presente estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Piauí, sob o parecer nº 7.530.640. Os participantes foram esclarecidos sobre os objetivos do estudo e, ao final, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

2.2. Desenho experimental

Foi realizado um estudo experimental *in situ* duplo-cego. O estudo consistiu em uma fase experimental de sete dias, na qual os participantes utilizaram um dispositivo palatino removível contendo um bloco de cada uma das quatro resinas compostas disponíveis comercialmente, sendo elas: Estelite Ômega, cor EA2; Estelite Branco, cor W4 e Palfique LX5, cor WE (Tokuyama Dental Corporation, Tóquio, Japão) e Forma, cor WE (Ultradent Products, Utah, Estados Unidos). Os dados dos materiais utilizados estão na Tabela 1. O desafio cariogênico foi realizado com a aplicação de uma gota de sacarose a 20%, oito vezes ao dia, e os participantes realizaram três escovações diárias do dispositivo palatino com um dentífrico sem fluoreto (Padovani et al., 2014). Ao final da fase experimental, os blocos foram cuidadosamente removidos e o biofilme formado sobre suas superfícies foi coletado para determinação da composição microbiológica e do peso seco. Posteriormente os corpos de prova seguiram para análise de rugosidade superficial e microdureza. Um fluxograma do experimento é apresentado na Figura 1.

Tabela 1 – Resinas compostas e composição segundo o fabricante

Material	Classificação	Matriz orgânica	Sistema de partículas/tamanho	Conteúdo de carga	Fabricante
Estelite Omega Lote: 247E04	Micro-híbrida	Bis-GMA, TEGDMA, Canforoquinona (RAP)	Sílica-zircônia esférica/~200 nm	~82% peso / ~71% vol.	Tokuyama Dental, Tóquio,, Japão
Estelite Bianco Lote: 001EZ4	Micro-híbrida	Bis-GMA, TEGDMA, Canforoquinona (RAP)	Sílica-zircônia esférica/~200 nm	~82% peso / ~71% vol.	Tokuyama Dental, Tóquio, Japão
Palfique LX5 Lote: 306B45	Micro-híbrida	Bis-GMA, TEGDMA, Canforoquina (RAP)	Sílica-zircônia esférica/~200 nm	~82% peso / ~71% vol.	Tokuyama Dental, Tóquio, Japão
Forma Lote: D0OR0	Nanohíbrida	Bis-GMA, Bis- EMA, UDMA, TEGDMA	Sílica-Zircônia, trifluoreto de itérbio e vidro bário/~100 nm – 10 µm	~78% peso / ~66% a 72% vol.	Ultradent Products, South Jordan, UT, USA

Fonte: Ficha técnica dos fabricantes

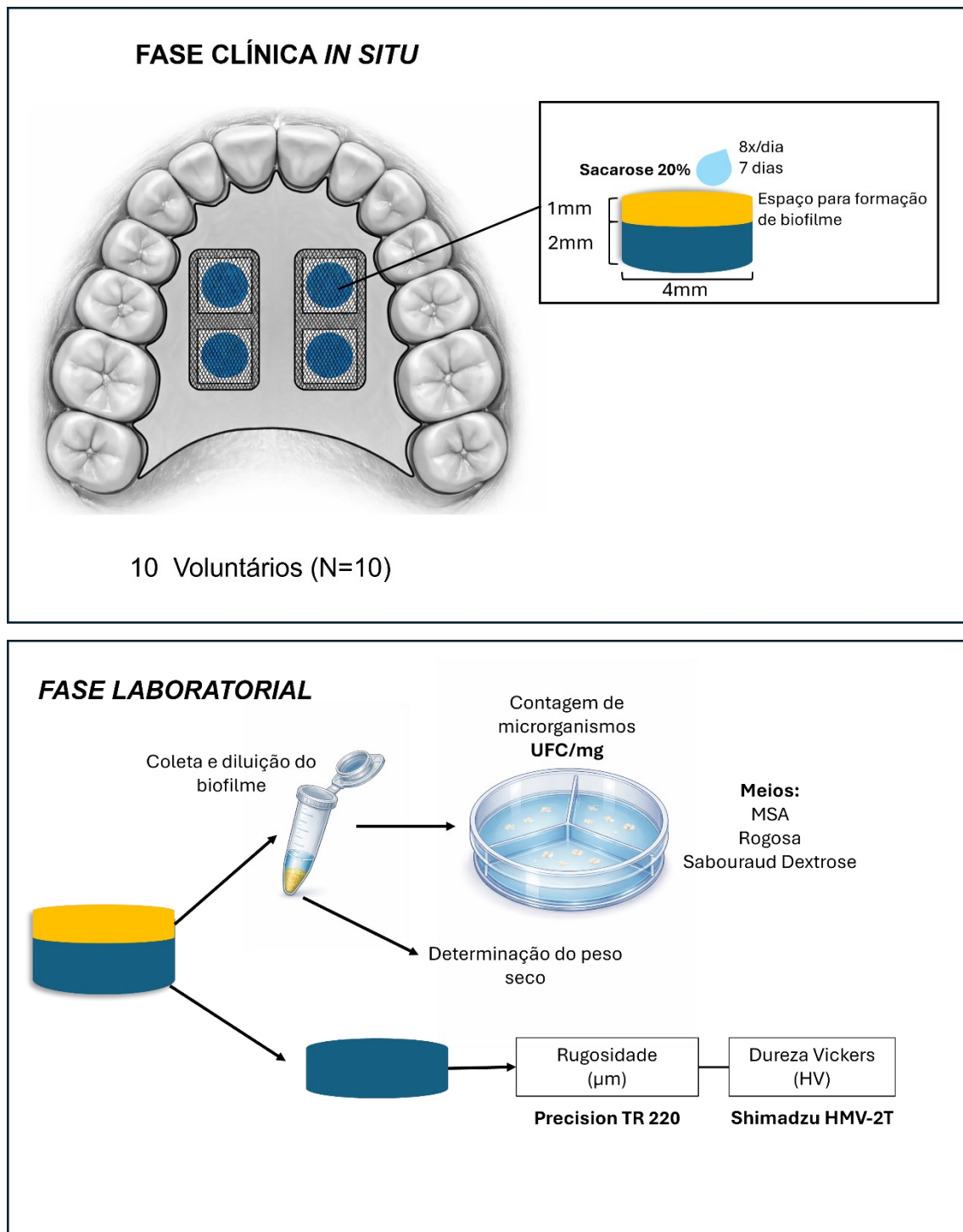


Figura 1. Fluxograma do experimento.

2.3. Preparo dos espécimes

Espécimes em forma de disco de quatro resinas compostas (Estelite Ômega, Estelite Bianco, Palfique LX5 e Forma) foram preparados por um único operador e obtidos a partir da inserção do material em incremento único, com auxílio de uma espátula de inserção, em um molde de teflon estéril, tendo ao

final 4mm de diâmetro e 2mm de espessura (Shou et al., 2023). Após a inserção do compósito, este foi coberto por uma tira de poliéster (Quimidrol, Santa Catarina, Brasil) e uma lâmina de vidro, visando melhor planificação da superfície e remoção de excessos de material por pressão. (Kurt et al., 2021; Flausino et al., 2014).

Para a fotoativação dos compósitos, foi utilizado um aparelho fotopolimerizador (Valo Grand, Ultradent Products Inc, Utah, Estados Unidos), no modo de fotoativação de alta irradiância (1600 mW/cm^2), com tempo de aplicação de 20s. A irradiância foi mensurada por um radiômetro (Demetron LED Radiometer 910,726; Kerr Corporation, Middleton, Wisconsin) (Vargas et al., 2024). Após este processo, os corpos de prova foram submetidos a um protocolo de acabamento padronizado, que envolveu o uso de uma sequência de discos de acabamento de 4 granulações (Soflex; 3M ESPE, St. Paul, Minnesota), que variam de grossa a superfina. Os discos foram utilizados por no máximo cinco vezes, em baixa rotação e com pressão manual controlada, durante 15 segundos (Vargas et al., 2024; Basheer et al., 2025). Para o polimento, foram utilizados dois polidores espirais diamantados em duas fases (EVE Diacomp Plus; EVE Rotary Grinding and Polishing Instruments, Keltern, Alemanha), sendo o espiral de cor rosa para a fase de pré-polimento e o espiral cinza para a fase de brilho final, usados sob irrigação e conforme as orientações do fabricante (Adaptado de Kurt et al., 2021). Todos os corpos de prova passaram por um processo de ultrassonicação em água destilada por 10 minutos para remoção de debris e em seguida secos ao ar por 5 segundos (Escamilla-Gómez et al., 2022). Os espécimes foram irradiados com luz ultravioleta por 2.5 minutos (150s) (Moufti et al., 2023) para esterilização, sem que houvesse prejuízo às propriedades mecânicas ou de superfície. Todos os espécimes foram confeccionados em ambiente laboratorial com temperatura controlada ($26 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$).

2.4. Confeção do dispositivo palatino

Para confecção dos dispositivos palatinos, iniciou-se com o isolamento dos modelos com isolante para modelos Cel-Lac® (SS White Artigos Dentários Ltda., Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e após esta etapa foram aplicadas camadas de resina acrílica transparente, embebida pelo líquido acrílico autopolimerizável

(VIPI Indústria Comércio Exportação e Importação de Produtos Odontológicos Ltda., Pirassununga, SP, Brasil). Para a criação das cavidades de inserção dos corpos de prova, foram inseridos sobre a primeira camada de acrílico, blocos quadrados pré-confeccionados de silicone de condensação, de dimensões de 4,5mm X 4,5mm X 2,5mm. Após a inserção da resina acrílica sobre toda a região em torno dos blocos, no palato e ameias, e passado o tempo de polimerização do material, foram realizadas as etapas de remoção dos blocos de silicone e em seguida acabamento e polimento dos dispositivos. A etapa final envolveu a instalação dos corpos de prova nos devidos poços do dispositivo, sendo fixados em cera 7. Por fim, estes poços foram cobertos por uma tela plástica com um recesso de 1 mm, a fim de permitir a retenção do biofilme, a livre entrada de saliva e sacarose sobre os corpos de prova, bem como evitar a deglutição em caso de soltura (Hara, 2003, Guedes, *et al.* 2019; Padovani et al., 2014).

2.5. Fase clínica

Um kit contendo o dispositivo palatino com os espécimes das resinas, solução de sacarose a 20%, creme dental sem flúor e escova de dentes macia foi montado e entregue aos participantes. Na tampa da caixa para armazenamento do dispositivo havia o registro dos horários para aplicação da sacarose. Um documento com todas as orientações de uso do dispositivo foi entregue aos participantes, os quais permaneceram em uso do aparelho por 7 dias, de forma ininterrupta. Não houve restrições quanto à dieta dos voluntários. A única recomendação foi remover o dispositivo durante as refeições e antes da ingestão de qualquer bebida ou alimento, mantendo os dispositivos orais úmidos em caixas plásticas fornecidas pelos pesquisadores. Os voluntários foram instruídos a realizar higiene bucal três vezes ao dia com um dentífrico não-fluoretado e, nesses momentos, os dispositivos palatinos também eram escovados. Uma gota de sacarose foi aplicada em cada poço do dispositivo oito vezes ao dia, nos seguintes horários: 08:30, 10:00, 11:30, 14:00, 15:30, 17:00, 18:30, 20:00 (Esteves-Oliveira et al., 2022; Padovani et al., 2014; Barbosa et al., 2012; Sousa et al., 2009). Um grupo de Whatsapp foi criado com o intuito de informar aos participantes sobre os horários de aplicação da sacarose.

2.6. Coleta do biofilme e análise microbiológica

O biofilme dental foi coletado da superfície dos espécimes com auxílio de uma espátula estéril e inserido em tubos eppendorf, com posterior inserção de 1ml de solução salina (NaCl 0,9%) e em seguida homogeneizados em um agitador de tubos tipo vórtex por 30 segundos (Bilgili et al., 2020). 100 µL dessa suspensão foram submetidos a diluições seriadas na proporção de 10^{-1} a 10^{-6} vezes, em Eppendorf contendo 900 µL de solução salina, e em seguida inoculados em triplicata em meio MSA (Mitis Salivarius Agar) para contagem de estreptococos totais, ágar Rogosa para contagem de lactobacilos totais e ASD (Ágar Sabouraud Dextrose) para contagem de *Candida*. Em seguida, as placas foram levadas a estufa a 37°C por 24h para crescimento, sendo as placas contendo o meio Rogosa e MSA, incubadas em jaras de microaerofilia. Após 24h, as unidades formadoras de colônias (UFCs) foram contadas manualmente e os resultados expressos em UFC/mL (Esteves-Oliveira et al., 2022; Banerjee et al., 2024).

2.7. Mensuração do peso seco

Para a determinação do peso seco, foi realizada a pesagem prévia dos microtubos eppendorf devidamente identificados, em balança analítica de precisão. 500µL da suspensão obtida da coleta do biofilme sem diluição foram centrifugadas e o sobrenadante descartado. Os sedimentos do biofilme foram secos em estufa a 37°C por 24 horas e então os microtubos novamente pesados em balança de precisão. Os valores foram expressos em mg. (Banerjee et al., 2024; Azeredo et al., 2017)

2.8. Mensuração da Rugosidade superficial

Para a determinação da rugosidade superficial, foi utilizado um rugosímetro TR 220 (Precision, TIME Group, Beijing, China), o qual possui uma ponta diamantada (sensibilidade V500) que percorreu a superfície do espécime, calculando uma medida a cada 0,250mm, totalizando 1,250mm (cinco medidas), a uma velocidade de 0,100mm/s. Em cada espécime, foram realizadas três mensurações e, ao final, calculada uma média desses valores (Ra) em micrômetros (µm) (Padovani et al., 2014).

2.9. Mensuração da dureza de superfície

A dureza de superfície foi determinada com auxílio de um microdurômetro HMV - 2T (Shimadzu, Kyoto, Japão) pela realização de três indentações com ponta Vickers, com distância de 100µm entre si e com uma carga de 50gf por 5 segundos em diferentes regiões das amostras. O resultado foi expresso em HV (Hardness Vickers) (Adaptado de Escamilla-Gómez et al., 2022).

2.10. Análise estatística

As premissas de homogeneidade de variâncias e de normalidade dos resíduos foram verificadas para as variáveis-resposta. Os dados de peso seco, dureza e rugosidade apresentaram distribuição normal. Os dados de contagem de estreptococos, lactobacilos e *Candida* no biofilme foram transformados em log10 e apresentaram distribuição normal. Esse conjunto de dados foi analisado por meio de ANOVA, seguida do teste pós-hoc de Tukey para comparação entre os materiais. Testes de correlação de Pearson e Spearman foram realizados entre a variável rugosidade e as variáveis peso seco, estreptococos e *Candida*. O nível de significância foi fixado em 5%, e o software GraphPad Prism 11.0 foi utilizado para a realização das análises estatísticas.

3. Resultados

Tabela 02. Média (DP) da dureza (HV), rugosidade (µm) e peso seco do biofilme (mg) de acordo com as resinas compostas avaliadas (n=10).

Variáveis	Resinas Compostas			
	Omega	Bianco	Palfique	Forma
Microdureza (HV)	72,81 (7,48) ab	70,66 (6,25) a	79,25 (5,44) b	95,93 (7,83) c
Rugosidade (µm)	0,17 (0,05) a	0,17 (0,09) a	0,27 (0,05) b	0,34 (0,06) c
Peso seco (mg)	2,38 (0,90) a	1,94 (0,87) a	3,14 (1,15) a	5,87 (3,13) b

Letras distintas indicam diferença estatística entre os materiais (ANOVA, p < 0,05).

Os resultados das propriedades de superfície das resinas compostas, incluindo microdureza e rugosidade, estão apresentados na Tabela 2. A resina Forma apresentou a maior dureza entre os compósitos avaliados ($p < 0,05$), enquanto as resinas Estelite Ômega e Estelite Bianco apresentaram os menores valores de dureza, sem diferença estatisticamente significativa entre si ($p > 0,05$). A resina Palfique LX5 apresentou valores intermediários de dureza, diferindo de Estelite Bianco, mas não de Estelite Ômega. Em relação à rugosidade, as resinas Estelite Ômega e Estelite Bianco apresentaram os menores valores, sem diferença estatística entre si ($p > 0,05$). Em seguida, observaram-se valores mais elevados para as resinas Palfique LX5 e Forma, que diferiram estatisticamente entre si e em relação aos demais materiais ($p < 0,05$). O peso seco do biofilme formado sobre os blocos de resina também está apresentado na tabela. Os resultados demonstraram que o maior peso de biofilme foi observado na resina Forma ($p < 0,05$), enquanto os demais materiais não diferiram estatisticamente entre si ($p > 0,05$).

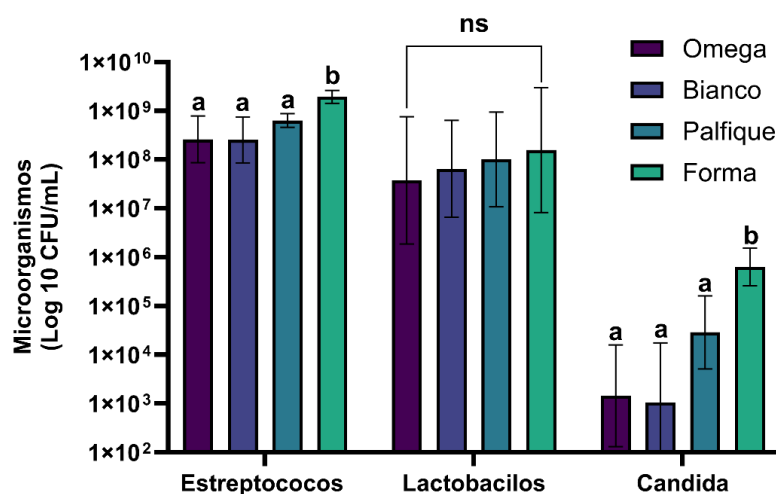


Figura 2. Média da contagem de estreptococos, lactobacilos e *Candida* (Log10 UFC/ml) no biofilme de acordo com as resinas compostas (n=10). Letras distintas indicam diferença entre os grupos ($p < 0,05$), ns indica ausência de diferença entre os grupos. As barras verticais indicam o desvio padrão.

A Figura 2 apresenta a contagem dos microrganismos no biofilme *in situ* formado sobre as resinas. A contagem de estreptococos totais foi maior na resina Forma em comparação aos demais materiais ($p < 0,05$), que não diferiram entre si ($p > 0,05$). Para a contagem de lactobacilos totais, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os compósitos ($p > 0,05$). Resultados semelhantes aos observados para os estreptococos foram

verificados para *Candida*, com maior contagem na resina Forma em relação aos demais materiais, que também não apresentaram diferenças entre si ($p < 0,05$).

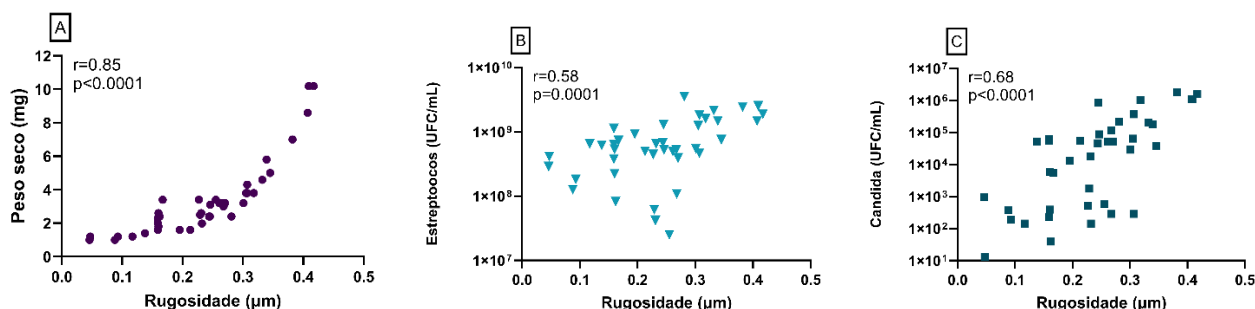


Figura 3. Correlação de Pearson (A) e de Spearman (B e C) entre rugosidade e peso seco do biofilme, contagem de estreptococos e de *Candida* respectivamente.

A Figura 3 apresenta as correlações significativas observadas entre a rugosidade e as variáveis peso seco do biofilme, estreptococos totais e *Candida*. A correlação de Pearson entre a rugosidade e o peso seco do biofilme (A) foi positiva e forte ($p < 0,001$; $r = 0,85$). As correlações de Spearman entre a rugosidade e a contagem de estreptococos totais (B) e de *Candida* (C) também foram positivas, porém de magnitude moderada ($p < 0,05$; $r = 0,58$ e $r = 0,68$, respectivamente).

4. Discussão

O presente estudo, conduzido sob um modelo *in situ* de acúmulo de biofilme associado a desafio cariogênico, demonstrou que as resinas compostas avaliadas apresentaram diferenças significativas nas propriedades de superfície, particularmente em relação à microdureza e rugosidade. Até o momento, não há relatos na literatura que tenham investigado essas propriedades especificamente para as resinas analisadas, utilizando metodologia *in situ* sob condições de alto desafio cariogênico, apesar de se tratar de materiais amplamente disponíveis comercialmente e frequentemente utilizados na prática clínica. Os modelos *in situ* permitem simular, de forma mais fiel as condições da cavidade oral, fornecendo informações com maior relevância clínica em períodos relativamente curtos. No entanto, a maior parte dos estudos disponíveis na literatura emprega modelos *in vitro*, nos quais os espécimes são expostos a biofilmes bacterianos (Mondal et al., 2024; Shou et al., 2023; Bilgili et al., 2020; Flausino et al., 2014; Beyth et al., 2008; Fúcio et al., 2008; Ono et al., 2007) ou imersos em soluções

que simulam desafios ácidos, com posterior avaliação das propriedades dos materiais (Abd-Elfattah et al., 2026; Basheer et al., 2025; Bengal et al., 2024; Escamilla-Gómez et al., 2022; Kurt et al., 2021).

A microdureza constitui um parâmetro fundamental para avaliar a interação entre a superfície dos materiais restauradores e o ambiente oral, apresentando correlação consistente com propriedades como resistência à compressão e à abrasão (Okada et al., 2001). A resina Forma apresentou os maiores valores de microdureza neste estudo, aceitando parcialmente a hipótese testada para esta propriedade, uma vez que foram detectadas diferenças neste sentido, entre um compósito da classe dos micro-híbridos, em relação aos dois outros representantes. O resultado corrobora os achados de um estudo que observou desempenho superior na dureza de resinas nano-híbridas em comparação às híbridas (Escamilla-Gómez et al., 2022). Esta propriedade está diretamente relacionada às características das partículas de carga, incluindo tamanho, morfologia e propriedades de superfície, as quais influenciam a eficiência de adesão à matriz orgânica (Elfakhri et al., 2022). Além disso, resinas com distribuição polidispersa de partículas, como a Forma, tendem a apresentar maior microdureza e resistência flexural quando comparadas a sistemas monodispersos (Wang et al., 2018).

Outro fator relevante refere-se à composição orgânica do material. A presença de UDMA (uretano dimetacrilato) como monômero estrutural na resina Forma tem sido associada a maiores valores de dureza (Del Río e Johnston, 2023), além de apresentar menor suscetibilidade à degradação hidrolítica quando comparado ao Bis-GMA (Venz e Dickers, 1991). No presente estudo, não foram observadas alterações significativas na microdureza das resinas após o período experimental, resultado semelhante ao descrito em um estudo prévio (Barbosa et al., 2012), mesmo sob condições de acúmulo de biofilme e elevado desafio cariogênico *in situ*. Por outro lado, um estudo mais recente indicou que, embora a resina Forma possa apresentar valores iniciais de microdureza inferiores a compósitos micro-híbridos e nanoparticulados após desafio ácido, ela demonstra maior estabilidade ao longo do tempo nesse parâmetro (Tozo-Burgos et al., 2025).

No que se refere à rugosidade superficial, a hipótese testada também foi parcialmente aceita, onde a resina nano-híbrida Forma apresentou os maiores valores, seguido por Palfique LX5, enquanto as resinas Estelite Ômega e Estelite Bianco apresentaram os menores, se comportando de maneira semelhante. Resultados semelhantes têm sido relatados na literatura, nos quais compósitos nano-híbridos exibiram maiores valores médios de rugosidade quando comparados a compósitos híbridos (Escamilla-Gómez et al., 2022) e micro-híbridos (Basheer et al., 2025). A literatura estabelece que valores de rugosidade superficial iguais ou inferiores a 0,2 μm são considerados críticos para minimizar o acúmulo de biofilme (Bollen et al., 1997). No presente estudo, apenas os compósitos micro-híbridos Estelite Ômega e Estelite Bianco apresentaram valores abaixo desse limiar. A rugosidade superficial é influenciada por múltiplos fatores, incluindo o ambiente de exposição, sendo que condições com menor pH estão associadas a maiores valores de rugosidade (Escamilla-Gómez et al., 2022), o que pode favorecer o acúmulo de biofilme (Beyth et al., 2008). Adicionalmente, estudos *in vitro* demonstram que compósitos com partículas menores, esféricas e monodispersas tendem a apresentar superfícies mais lisas em comparação àqueles com partículas maiores e de morfologia irregular (Marghalani, 2010).

De maneira geral, as propriedades de superfície dos compósitos estão intimamente relacionadas tanto ao protocolo de acabamento e polimento quanto à sua composição. Embora o polimento reduza a rugosidade inicial, ele não confere resistência uniforme à adesão bacteriana entre diferentes materiais (Ono et al., 2007). Fatores composicionais, como o tipo, tamanho e concentração das partículas de carga, a natureza dos monômeros da matriz resinosa e as características do agente de união entre a fase orgânica e inorgânica, desempenham papel determinante no comportamento superficial dos compósitos (Ferracane et al., 2014; Escamilla-Gómez et al., 2022). No caso da resina Forma, os maiores valores de rugosidade observados podem estar associados, em parte, à presença de UDMA (uretano dimetacrilato) em sua composição. A degradação desse monômero sob a ação de microrganismos cariogênicos, como *Streptococcus mutans*, pode gerar subprodutos, como uretano metacrilato (UMA) e uretano, os quais têm sido relacionados ao aumento

da biomassa microbiana em estágios iniciais de formação do biofilme, bem como à regulação de genes associados à cariogenicidade (Yu et al., 2024). Um aspecto interessante observado, é que apesar das resinas micro-híbridas pertencerem ao mesmo fabricante, Palfique não obteve desempenho semelhante na rugosidade em comparação aos dois outros compósitos micro-híbridos.

Para o acúmulo de biofilme e a contagem de bactérias, foram utilizados dois métodos de mensuração descritos na literatura: o método físico, por meio da determinação do peso seco e o método microbiológico, baseado na contagem de unidades formadoras de colônia (UFC). Embora o peso seco seja menos frequentemente empregado, trata-se de uma abordagem de fácil execução e complementar à contagem microbiológica, permitindo a quantificação da biomassa total do biofilme (Azeredo et al., 2017). Nesse contexto, a hipótese testada para estas variáveis foi parcialmente aceita, onde resina nano-híbrida Forma apresentou os maiores valores de peso seco, indicando maior acúmulo de biofilme em comparação aos demais materiais avaliados, o que pode estar relacionado à maior rugosidade superficial observada nesse compósito. Em contrapartida, os compósitos micro-híbridos obtiveram melhor desempenho e comportamento semelhante.

A resina Forma também apresentou maior contagem de estreptococos e *Candida*. Os estreptococos são reconhecidos como colonizadores iniciais do biofilme dental, sendo capazes de sintetizar polissacarídeos extracelulares que contribuem para a estrutura e o aumento da biomassa do biofilme (Klein et al., 2015). Além disso, esses microrganismos estabelecem interações sinérgicas com fungos do gênero *Candida*, favorecendo a estabilidade e a virulência do biofilme (Regis et al., 2025). Um estudo observou comportamentos semelhantes no aumento discreto da biomassa de biofilme formado *in situ* sobre diferentes compósitos, não encontrando diferenças significativas entre os materiais (Shou et al., 2023). De forma complementar, outro estudo (Basheer et al., 2025) relatou maior contagem microbiana em compósitos nano-híbridos e nanoparticulados quando comparados a compósitos micro-híbridos. Entretanto, observa-se que materiais classificados dentro de uma mesma categoria quanto ao tipo de partícula podem apresentar comportamentos distintos em relação à adesão

microbiana. Esse achado sugere que o tamanho e a classificação das partículas de carga, isoladamente, não são suficientes para predizer o comportamento clínico dos compósitos, sendo necessário considerar outros fatores composicionais e estruturais específicos de cada material

As hipóteses testadas para as diferentes correlações foram aceitas e o teste para correlação entre rugosidade e contagem de lactobacilos, não foi executado, considerando a indiferença na contagem deste microrganismo entre todos os materiais. Assim, foram encontradas correlações positivas entre a rugosidade superficial e o acúmulo de biofilme, mensurado por peso seco, bem como com a contagem de estreptococos e *Candida*. Esses achados indicam que superfícies mais rugosas favorecem a adesão e o crescimento desses microrganismos, os quais desempenham papel relevante na colonização inicial do biofilme oral e estabelecem interações sinérgicas que contribuem para sua maturação e estabilidade (Regis et al., 2025).

Estudos *in vitro* demonstram que a ação de biofilmes monoespécie de *Streptococcus mutans* pode aumentar a rugosidade de compósitos, em magnitude dependente da composição do material (Escamilla-Gómez et al., 2022; Beyth et al., 2008). Entretanto, esse efeito nem sempre é observado em biofilmes multiespécie, sugerindo que a atividade cariogênica de *S. mutans*, possivelmente mediada pela produção de enzimas como esterases, esteja diretamente relacionada às alterações de superfície nesses modelos simplificados, como apontado por um estudo que não observou associação entre alterações na rugosidade superficial e o acúmulo de biofilme (Neljkovic et al., 2017), divergindo dos resultados encontrados no presente estudo. Essa discrepância pode ser atribuída às diferenças nos modelos experimentais utilizados, especialmente no que se refere à complexidade microbiológica. Em biofilmes multiespécie, o comportamento metabólico de *S. mutans* pode ser modulado pela interação com outros microrganismos, levando à atenuação de sua atividade cariogênica (Yang et al., 2011) e à modulação da expressão de fatores de virulência (Wen et al., 2010). Dessa forma, a atividade microbiana e seus efeitos sobre as propriedades de superfície dos materiais restauradores podem variar substancialmente de acordo com o ambiente experimental, o que pode explicar as diferenças observadas entre os estudos.

Do ponto de vista clínico, os resultados do presente estudo reforçam que a escolha do material restaurador não deve se basear exclusivamente em propriedades mecânicas iniciais, mas também em seu comportamento frente ao biofilme, uma vez que alterações superficiais podem impactar negativamente a longevidade das restaurações e favorecer o desenvolvimento de cárie secundária. Entretanto, algumas limitações devem ser consideradas. Apesar do modelo *in situ* representar de forma mais fiel o ambiente oral em comparação aos modelos *in vitro*, ele ainda não reproduz integralmente a complexidade clínica, incluindo variáveis como fluxo salivar individual, dieta real dos participantes e forças mastigatórias. Além disso, o período experimental relativamente curto pode não refletir completamente os efeitos cumulativos da degradação a longo prazo. Diante disso, estudos futuros devem considerar períodos experimentais mais prolongados, a inclusão de análises químicas da degradação da matriz resinosa e a investigação de diferentes perfis microbiológicos, incluindo abordagens baseadas em microbioma.

5. Conclusão

A resina composta nano-híbrida Forma apresentou maior contagem de bactérias, principalmente estreptococos e *Candida*, bem como maior acúmulo de biofilme, rugosidade, mas também apresentou maior microdureza. As resinas compostas micro-híbridas apresentaram menor rugosidade superficial, mantendo-se abaixo do limiar crítico para acúmulo de biofilme. Observou-se associação positiva entre rugosidade superficial e acúmulo de biofilme, incluindo contagem de estreptococos e *Candida*, indicando que características de superfície desempenham papel relevante na colonização microbiana.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abd-Elfattah HY, Elawsya ME, ElEmbaby AE. Effect of immersion in different media on the color stability, surface roughness, and microhardness of flowable nanohybrid resin composites. *BMC Oral Health*. 2026 Jan 12;26(1):252. doi: 10.1186/s12903-025-07555-1. PMID: 41527103; PMCID: PMC12879416.
2. Alsharif S, Alhareb A, Abudalazez A. Components of dental resin composites: a literature review. *Alq J Med Appl Sci*. 2024;7(3):427–440.
3. Azeredo J, Azevedo NF, Briandet R, Cerca N, Coenye T, Costa AR, Desvaux M, Di Bonaventura G, Hébraud M, Jaglic Z, Kačániová M, Knøchel S, Lourenço A, Mergulhão F, Meyer RL, Nychas G, Simões M, Tresse O, Sternberg C. Critical review on biofilm methods. *Crit Rev Microbiol*. 2017 May;43(3):313-351. doi: 10.1080/1040841X.2016.1208146. Epub 2016 Nov 21. PMID: 27868469.
4. Banerjee A, Stockbridge RB, Tenuta LMA. Measurement and analysis of microbial fluoride resistance in dental biofilm models. *Methods Enzymol*. 2024;696:155-174. doi: 10.1016/bs.mie.2023.12.018. Epub 2024 Feb 2. PMID: 38658078; PMCID: PMC12261990.
5. Barbosa RPS, Pereira-Cenci T, Silva WM, Coelho-de-Souza FH, Demarco FF, Cenci MS. Effect of cariogenic biofilm challenge on the surface hardness of direct restorative materials in situ. *Journal of Dentistry*. 2012 May;40(5):359–63.
6. Barve D, Dave PN, Gulve MN, Meera Sahib MA, Naz F, Shahabe SA. Effect of Commonly Consumed Beverages on Microhardness of Two Types of Composites. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2020 Nov-Dec;13(6):663-667. doi: 10.5005/jp-journals-10005-1854. PMID: 33976493; PMCID: PMC8060943.
7. Basheer RR, Hamza NK. Beverage-Induced Surface Changes in Biomimetic Dental Resin Composite: AFM and Bacterial Analysis. *Eur J Dent*. 2025 Oct;19(4):956-965. doi: 10.1055/s-0044-1792009. Epub 2024 Dec 30. PMID: 39750513; PMCID: PMC12494455.
8. Bengal S, Badole GP, Shenoi PR, Kubde R, Shahu S. Evaluation of Surface Roughness and Microhardness of Bulk-fill and Nanohybrid Composite after Exposure to Different Beverages at Various Time Intervals - An In vitro Study. *Ann Afr Med*. 2024 Jul 1;23(3):466-473. doi: 10.4103/aam.aam_157_23. Epub 2024 Jul 20. PMID: 39034574; PMCID: PMC11364335.
9. Beyth N, Bahir R, Matalon S, Domb AJ, Weiss EI. Streptococcus mutans biofilm changes surface-topography of resin composites. *Dental Materials*. 2008 Jun;24(6):732–6.
10. Bilgili D, DüNDAR A, Barutçugil C, Tayfun D, Özyurt OK. Surface properties and bacterial adhesion of bulk-fill composite resins. *Journal of Dentistry*. 2020 Apr 1;95:103317–7.

11. Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater.* 1997 Jul;13(4):258-69. doi: 10.1016/s0109-5641(97)80038-3. PMID: 11696906.
12. Busscher HJ, Rinastiti M, Siswomihardjo W, van der Mei HC. Biofilm Formation on Dental Restorative and Implant Materials. *Journal of Dental Research.* 2010 May 6;89(7):657–65.
13. Cazzaniga G, Ottobelli M, Ionescu A, Garcia-Godoy F, Brambilla E. Surface properties of resin-based composite materials and biofilm formation: A review of the current literature. *Am J Dent.* 2015 Dec;28(6):311-20. PMID: 26846036.
14. Leyva Del Rio D, Johnston WM. Effect of monomer composition and filler fraction on surface microhardness and depth of cure of experimental resin composites. *Eur J Oral Sci.* 2023 Jun;131(3):e12933. doi: 10.1111/eos.12933. Epub 2023 Apr 30. PMID: 37121780.
15. Elfakhri F, Alkahtani RN, Li C, Khaliq J. Influence of filler characteristics on the performance of dental composites: a comprehensive review. *Ceramics International.* 2022;48(19):27280-27294. doi:10.1016/j.ceramint.2022.06.314
16. Escamilla-Gómez G, Sánchez-Vargas O, Escobar-García DM, Amaury Pozos-Guillén, Zavala-Alonso NV, Gutiérrez-Sánchez M, et al. Surface degradation and biofilm formation on hybrid and nanohybrid composites after immersion in different liquids. *Journal of Oral Science.* 2022 Jan 1;64(4):263–70.
17. Esteves-Oliveira M, Passos VF, Russi TMAZC, Fernandes ARR, Terto CNN, Mendonça JS, Campus G, Wierichs RJ, Meyer-Lueckel H, Lima JPM. Randomized in situ evaluation of surface polishing protocols on the caries-protective effect of resin Infiltrant. *Sci Rep.* 2022 Nov 30;12(1):20648. doi: 10.1038/s41598-022-25091-8. PMID: 36450787; PMCID: PMC9712577.
18. Ferracane JL. A Historical Perspective on Dental Composite Restorative Materials. *Journal of functional biomaterials.* 2024 Jun 25;15(7):173–3.
19. Ferracane JL, Pfeifer CS, Hilton TJ. Microstructural Features of Current Resin Composite Materials. *Current Oral Health Reports.* 2014 Sep 14;1(4):205–12.
20. Flausino JS, Barbosa P, Carvalho VF, Denildo Magalhães, Silva, Costa HL, et al. Biofilm formation on different materials for tooth restoration: analysis of surface characteristics. *Journal of Materials Science.* 2014 Jun 26;49(19):6820–9.
21. Fúcio SB, Carvalho FG, Sobrinho LC, Sinhoreti MA, Puppim-Rontani RM. The influence of 30-day-old *Streptococcus mutans* biofilm on the surface of esthetic restorative materials--an in vitro study. *J Dent.* 2008 Oct;36(10):833-9. doi: 10.1016/j.jdent.2008.06.002. Epub 2008 Jul 14. PMID: 18621456.

22. Guedes APA, Oliveira-Reis B, Catelan A, Suzuki TYU, Briso ALF, Santos PHD. Mechanical and surface properties analysis of restorative materials submitted to erosive challenges *in situ*. Eur J Dent. 2018 Oct-Dec;12(4):559-565. doi: 10.4103/ejd.ejd_188_18. PMID: 30369803; PMCID: PMC6178688.
23. Hara AT, Queiroz CS, Paes Leme AF, Serra MC, Cury JA. Caries progression and inhibition in human and bovine root dentine *in situ*. Caries Res. 2003 Sep-Oct;37(5):339-44. doi: 10.1159/000072165. PMID: 12925824.
24. Ionescu AC, Brambilla E. Bioreactors: how to study biofilms *in vitro*. In: Ionescu AC, Hahnel S, editors. Oral biofilms and modern dental materials: advances toward bioactivity. Cham: Springer; 2021. p. 37-54.
25. Klein MI, Hwang G, Santos PH, et al. Streptococcus mutans-derived extracellular matrix in cariogenic oral biofilms. Front Cell Infect Microbiol. 2015;5:10. doi: 10.3389/fcimb.2015.00010
26. Kurt AA, Özyurt E, Topcuoglu N. Effect of different beverages on surface properties and cariogenic biofilm formation of composite resin materials. 2021 Jun 9;84(12):2936–46.
27. Marghalani HY. Effect of filler particles on surface roughness of experimental composite series. J Appl Oral Sci. 2010 Jan-Feb;18(1):59-67. doi: 10.1590/s1678-77572010000100011. PMID: 20379683; PMCID: PMC5349034.
28. Matias Regis, W. F., Ruliglésio Rocha, F., Araújo Lima, R., Panariello, B., Duarte, S., da Cunha Costa, A., Nogueira Brilhante, R. S., & Azevedo Rodrigues, L. K. (2025). Insights Into the Role of Streptococcus mutans and Candida albicans in Dental Biofilm Formation and Cariogenicity: A Literature Review. Cureus, 17(6), e86159. <https://doi.org/10.7759/cureus.86159>
29. Mondal K, Rockne KJ, Drummond JL, O'Brien EP, Chen CC, Hanley L. Dental composite biodeterioration in the presence of oral Streptococci and extracellular metabolic products. Journal of dentistry [Internet]. 2024 Mar;142:104861. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38278316/>
30. Montagner AF, Sande FH van de, Müller C, Cenci MS, Susin AH. Survival, Reasons for Failure and Clinical Characteristics of Anterior/Posterior Composites: 8-Year Findings. Brazilian Dental Journal [Internet]. 2018 Dec;29(6):547–54. Available from: <https://www.scielo.br/j/bdj/a/VyQTGp5BpHzn8yGvDGzZBPQ/?lang=en&format=pdf>
31. Moufti MA, Hamad M, Al Shawa A, Mardini A, Ghebeh S. Efficacy and design requirements of UV light cabinets for disinfection of exchangeable non-sterilizable "dental objects". Sci Rep. 2023 Nov 13;13(1):19755. doi: 10.1038/s41598-023-45481-w. PMID: 37957167; PMCID: PMC10643671.

32. Nedeljkovic I, De Munck J, Ungureanu AA, Slomka V, Bartic C, Vananroye A, Clasen C, Teughels W, Van Meerbeek B, Van Landuyt KL. Biofilm-induced changes to the composite surface. *J Dent*. 2017 Aug;63:36-43. doi: 10.1016/j.jdent.2017.05.015. Epub 2017 May 26. PMID: 28554609.
33. Okada K, Tosaki S, Hirota K, Hume WR. Surface hardness change of restorative filling materials stored in saliva. *Dent Mater*. 2001 Jan;17(1):34-9. doi: 10.1016/s0109-5641(00)00053-1. PMID: 11124411.
34. Ono M, Nikaido T, Ikeda M, Imai S, Hanada N, Tagami J, et al. Surface Properties of Resin Composite Materials Relative to Biofilm Formation. *Dental Materials Journal*. 2007 Jan 1;26(5):613–2
35. Padovani G, Fúcio S, Ambrosano G, Sinhorette M, Puppini-Rontani R. In situ surface biodegradation of restorative materials. *Oper Dent*. 2014 Jul-Aug;39(4):349-60. doi: 10.2341/13-089-C. Epub 2014 Feb 20. PMID: 24555699.
36. Pereira CA, Eskelson E, Cavalli V, Liporoni PC, Jorge AO, do Rego MA. *Streptococcus mutans* biofilm adhesion on composite resin surfaces after different finishing and polishing techniques. *Oper Dent*. 2011 May-Jun;36(3):311-7. doi: 10.2341/10-285-L. Epub 2011 Jul 8. PMID: 21740238.
37. Y, Deng L, Huang X, Peng X, Zhou X, Wang Z, Huang Y, Yang B, Wang H, Zhang M, Cheng L. Effects of Bio-Aging on Mechanical Properties and Microbial Behavior of Different Resin Composites. *Biomolecules*. 2023 Jul 14;13(7):1125. doi: 10.3390/biom13071125. PMID: 37509161; PMCID: PMC10377581.
38. Spencer P, Ye Q, Misra A, Goncalves SE, Laurence JS. Proteins, pathogens, and failure at the composite-tooth interface. *J Dent Res*. 2014 Dec;93(12):1243-9. doi: 10.1177/0022034514550039. Epub 2014 Sep 4. PMID: 25190266; PMCID: PMC4237635.
39. RP, Zanin IC, Lima JP, Vasconcelos SM, Melo MA, Beltrão HC, Rodrigues LK. In situ effects of restorative materials on dental biofilm and enamel demineralisation. *J Dent*. 2009 Jan;37(1):44-51. doi: 10.1016/j.jdent.2008.08.009. Epub 2008 Nov 20. PMID: 19026481.
40. Tomás I, Prada-López I, Quintas V, Carreira MJ, Simón-Soro Á, Mira A, Balsa-Castro C. In situ substrate-formed biofilms using IDODS mimic supragingival tooth-formed biofilms. *J Oral Microbiol*. 2018 Aug 1;10(1):1495975. doi: 10.1080/20002297.2018.1495975. PMID: 30181819; PMCID: PMC6116702.
41. Tozo-Burgos JG, Escalante-Otárola W, Sánchez-Tito M. Erosive Resistance of High-Translucency Resin Composites: New Insights for Esthetic Dentistry. *J Clin Exp Dent*. 2025 Nov 30;17(12):e1508-e1516. doi: 10.4317/jced.63433. PMID: 41567308; PMCID: PMC12817352.
42. Turssi C, Ferracane J, Vogel K. Filler features and their effects on wear and degree of conversion of particulate dental resin composites. *Biomaterials*

[Internet]. 2005 Aug [cited 2019 Nov 30];26(24):4932–7. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142961205000529>

43. Vargas RP, Machado AC, da Silva GR, Miranda AS, Campolina MG, Santos-Filho PC, Menezes MS. Influence of different finishing, aging with coffee, and repolishing protocols on the properties of nanoparticle composite resins. *J Clin Exp Dent*. 2024 Jun 1;16(6):e724-e732. doi: 10.4317/jced.61653. PMID: 39130361; PMCID: PMC11310979.

44. Venz S, Dickens B. NIR-spectroscopic investigation of water sorption characteristics of dental resins and composites. *J Biomed Mater Res*. 1991 Oct;25(10):1231-48. doi: 10.1002/jbm.820251005. PMID: 1812117.

45. Wang R, Habib E, Zhu XX. Evaluation of the filler packing structures in dental resin composites: From theory to practice. *Dent Mater*. 2018 Jul;34(7):1014-1023. doi: 10.1016/j.dental.2018.03.022. Epub 2018 Apr 16. PMID: 29673709.

46. Wen ZT, Yates D, Ahn SJ, Burne RA. Biofilm formation and virulence expression by *Streptococcus mutans* are altered when grown in dual-species model. *BMC Microbiol*. 2010 Apr 14;10:111. doi: 10.1186/1471-2180-10-111. PMID: 20398271; PMCID: PMC2867949.

47. Yang L, Liu Y, Wu H, Hóiby N, Molin S, Song ZJ. Current understanding of multi-species biofilms. *Int J Oral Sci*. 2011 Apr;3(2):74-81. doi: 10.4248/IJOS11027. PMID: 21485311; PMCID: PMC3469880.

48. Yu Y, Guo X, Chen J, Zhao Y, Song J, Alshawwa H, Zou X, Zhao H, Zhang Z. Biodegradation of Urethane Dimethacrylate-based materials (CAD/CAM resin-ceramic composites) and its effect on the adhesion and proliferation of *Streptococcus mutans*. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2024 Feb;150:106280. doi: 10.1016/j.jmbbm.2023.106280. Epub 2023 Nov 30. PMID: 38043260.

49. Zhang N, Ma Y, Weir MD, Xu HHK, Bai Y, Melo MAS. Current Insights into the Modulation of Oral Bacterial Degradation of Dental Polymeric Restorative Materials. *Materials (Basel)*. 2017 May 6;10(5):507. doi: 10.3390/ma10050507. PMID: 28772863; PMCID: PMC5459043.

7. APÊNDICES/ ANEXOS

7.1. APÊNDICE I (PRESS-RELEASE)

Você sabia que o material das restaurações dentárias pode influenciar o acúmulo de placa bacteriana?

Marcus Vinícius Oliveira - Aluno do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da UFPI (PPGO-UFPI) Glauber Campos Vale - Professor do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da UFPI (PPGO- UFPI).

Pesquisadores da Universidade Federal do Piauí (UFPI) investigaram como diferentes resinas compostas usadas para restaurações dentárias se comportam na boca, especialmente em relação ao acúmulo de placa bacteriana, também chamada de biofilme dental. Foram estudadas quatro resinas amplamente usadas pelos dentistas e consideradas estéticas.

O estudo analisou características importantes desses materiais, como a resistência e a textura da superfície. Os resultados mostraram que pequenas diferenças na composição das resinas podem fazer com que algumas sejam mais lisas, enquanto outras apresentam uma superfície mais “áspera”. E isso faz diferença: superfícies mais rugosas tendem a favorecer o acúmulo de bactérias, o que pode aumentar o risco de novos problemas, como a cárie ao redor da restauração.

Segundo os pesquisadores, isso não significa que as restaurações não sejam seguras, mas reforça a importância da higiene bucal adequada, da escolha correta do material pelo dentista e dos procedimentos de polimento das restaurações. Embora a pesquisa tenha sido realizada em condições que simulam o ambiente da boca (estudo in situ), novos estudos clínicos devem ser realizados para confirmar esses achados. A expectativa é que, no futuro, esses avanços ajudem a aumentar a durabilidade das restaurações e a melhorar a saúde bucal da população.



7.2. APÊNDICE II (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar do estudo conduzido por Marcus Vinícius Oliveira, sob orientação do Prof. Dr. Gláuber Campos Vale.

Título da Pesquisa:

“Efeito do Biofilme Cariogênico nas Propriedades de Resinas Compostas Micro e Nano-híbridas *In Situ*”

Objetivo da Pesquisa

Avaliar acúmulo de biofilme, microdureza e rugosidade de diferentes resinas nano-híbridas e micro-híbridas, utilizando um modelo de biofilme *in situ*.

Procedimentos

- Gotejar a solução de sacarose nos horários marcados na caixinha do aparelho;
- Pingar uma gota da solução em cada bloquinho do aparelho, esperar 5 minutos e então colocá-lo de volta na boca;
- O aparelho deve ser utilizado durante todo o dia e à noite, só remover da boca durante as refeições ou quando for ingerir algum alimento ou bebida, inclusive água;
- Fora da boca, o aparelho deve ser deixado no porta-aparelho com gaze umedecida em água;
- Escovar os dentes 3 vezes ao dia. Escovar também o aparelho, mas não a telinha, porém a espuma da escovação do aparelho deverá ser levemente levada sobre a telinha com a escova;
- Não utilizar bochechos, fio dental com flúor, clorexidina, alimentos que possam ser fonte de flúor (chá preto e chá verde);

- Usar uma nova solução após 3-4 dias.

Critérios de inclusão

O critério de seleção de voluntários consiste em: boas condições de saúde oral e sistêmica, concordância em assinar o termo de consentimento livre e esclarecido e estivessem dispostos a seguir o regime do estudo. Não serão incluídos os participantes tabagistas, que fizeram o uso de antibiótico nos últimos dois meses, e que utilizam algum tipo de prótese ou aparelhos ortodônticos. Os voluntários não devem apresentar cárie ativa ou doença periodontal.

Desconfortos e Riscos

Não haverá risco direto. Poderá haver um leve desconforto dos voluntários em relação ao tempo sem escovação com creme dental convencional, e o aparelho pode gerar desconforto na fonação.

Benefícios

Os participantes serão examinados quanto às condições de saúde bucal, e, se necessário, serão encaminhados para o serviço de atendimento odontológico, nas clínicas de graduação da UFPI.

Forma de acompanhamento e assistência

Os pesquisadores envolvidos na pesquisa estarão à disposição dos voluntários para minimizar qualquer transtorno e para esclarecer qualquer dúvida também durante o experimento.

Garantia de esclarecimento

O voluntário tem garantia de que receberá resposta ou esclarecimento de qualquer dúvida quanto aos procedimentos, riscos, benefícios e outros assuntos relacionados à pesquisa ainda que isso possa afetar a vontade do indivíduo em

continuar participando. Qualquer dúvida ou problema, por favor, comunicar-nos com a maior brevidade possível.

Contato: (86) 995150312 – Marcus Vinícius, marcusvinicius@ufpi.edu.br

Formas de indenização

Não há danos previsíveis decorrentes desta pesquisa.

Garantia de sigilo

Os pesquisadores asseguram a sua privacidade quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa.

Liberdade para se recusar em participar da pesquisa

A decisão de fazer parte desta pesquisa é voluntária. O voluntário pode escolher se quer ou não participar, assim como poderá desistir de participar a qualquer momento.

SUA ASSINATURA INDICA QUE VOCÊ DECIDIU PARTICIPAR DA PESQUISA COMO VOLUNTÁRIO E QUE LEU E ENTENDEU TODAS AS INFORMAÇÕES ACIMA EXPLICADAS.

Nome do voluntário

Documento: _____

Assinatura do voluntário

7.3. ANEXO I

Normas do Periódico Journal of Esthetic and Restorative Dentistry

FORMATTING YOUR SUBMISSION

Manuscript Types Accepted

Original Research Articles are related to laboratory research or clinical research.

Clinical Technique Articles describe significant achievements and improvements in clinical practice such as comprehensive interdisciplinary dental treatment, introduction of new technology or practical approaches to recognized clinical challenges. They should conform to the highest scientific and clinical practice standards with supporting references where indicated.

Case Reports must represent new or novel approaches to dealing with specific clinical problems. Proper qualifying and/or disclaiming statements should be included if inadequate research is available to validate the techniques being presented. The words “Case Report” should not appear in the title.

Review Articles may be submitted independently or invited by the Editor and include systematic literature reviews of topics related to esthetic and restorative dentistry, as well as more general, comprehensive reviews or updates of a given topic.

Preprint policy

Please find the Wiley preprint policy [here](#).

This journal accepts articles previously published on preprint servers.

Journal of Esthetic and Restorative Dentistry will consider for review articles previously available as preprints. Authors may also post the submitted version of a manuscript to a preprint server at any time. Authors are requested to update any pre-publication versions with a link to the final published article.

Journal of Esthetic and Restorative Dentistry now offers Free Format submission for a simplified and streamlined submission process.

Manuscripts can be uploaded either as a single document (containing the main text, tables and figures), or with figures and tables provided as separate files. Should your manuscript reach revision stage, figures and tables must be provided as separate files. The main manuscript file can be submitted in Microsoft Word (.doc or .docx).

Your main document file should include:

1. A short informative title containing the major key words. The title should not contain abbreviations
2. The full names of the authors with institutional affiliations where the work was conducted, with a footnote for the author's present address if different from where the work was conducted;
3. Acknowledgments;
4. Abstract structured (intro/methods/results/conclusion) or unstructured
5. Up to seven keywords;
6. Main body: formatted as introduction, materials & methods, results, discussion, conclusion
7. References;
8. Tables (each table complete with title and footnotes);
9. Figures (limited to 25): Figure legends must be added beneath each individual image during upload AND as a complete list in the text.

If you are invited to revise your manuscript after peer review, the journal will also request the revised manuscript to be formatted according to journal requirements as described below.

Abstract

A structured abstract of no more than 200 words must be provided for each article. Footnotes, references, and abbreviations are not used in the abstract.

For original research articles, the abstract should include the following headings and sections: (1) Objective. This section includes a statement of the problem and the purpose of the study, (2) Materials and Methods. This section should include

materials, methods and statistical analyses employed in the study. (3) Results. (4) Conclusions.

For clinical technique articles and case reports, the abstract should include the following headings and sections: (1) Objective. This section includes a statement of the problem and a general description of the topic or treatment to be addressed. (2) Clinical Considerations. This section should include a brief description of the clinical materials and techniques employed. (3) Conclusions.

For systematic literature review articles, the abstract should include the following headings and sections: (1) Objective. This section should include a statement of the topic to be reviewed and a description of the search strategy of relevant literature (search terms and databases), (2) Materials and Methods. This section should contain inclusion criteria (language, type of studies i.e. randomized controlled trial or other, duration of studies and chosen endpoints). (3) Results. This section should include evaluation of papers and level of evidence. (4) Conclusions.

For general review articles the abstract should include the following headings and sections: (1) Objective. This section should include a statement of the topic to be reviewed. (2) Overview. This section should include a brief summary of the findings of the review. (3) Conclusions.

In addition to Abstracts, all papers should include the following:

Clinical Significance

In a few sentences, please indicate the clinical importance and implications of the research or clinical technique discussed, and if applicable, its relevance to esthetic dentistry.

Keywords

Add at least five keywords that reflect the primary content of the paper.

Title Page

The title page must include all authors' full names, academic degrees, and institutional affiliations and locations. If the manuscript was originally presented as part of a meeting or conference, please include the appropriate name, date, and location. Sources of support in the form of grants, equipment, products, and/or drugs must be disclosed. A corresponding author must be designated and full details of the correspondent's address provided: name, address, telephone

and fax numbers, and e-mail address. Unless specified otherwise, the corresponding author's address also will be used for reprint requests.

Disclosure Statement and Acknowledgements (on Title Page)

Please provide any information you wish to include acknowledging contributions from individuals such as for statistical support, lab work, etc. It is imperative that you provide a disclosure statement if you have any financial interest in any of the companies whose products or devices are included in the paper. If no financial interest exists, the following statement must be used: "The authors do not have any financial interest in the companies whose materials are included in this article."

Main Text

Clinical and laboratory/fundamental research papers

Well written and properly structured research hypotheses are the central core of every section of a research manuscript. All research should be hypothesis-driven and clinical and laboratory research manuscripts must state proper research hypotheses, based on the pre-existing knowledge and scientific background supplied in the Introduction. The research hypothesis does not have to be assumed to be correct – it is perfectly acceptable if the research hypotheses are invalidated, as long as the authors provide substantive preliminary rationale for initiating the test, and subsequent information identifying factors that influenced the outcome. The null hypothesis should not be the framework of a paper based on the scientific method. Null hypotheses are applicable only when the collected data are structured for statistical analysis.

Introduction: Provide sufficient background and listing of pre-existing knowledge (references) that support the anticipated outcome of the work. As a general rule, no new references should be introduced past this section. The only exception are references used in supporting Materials and Methods. Do not use author names in the paper: instead of, e.g., Smith et al. reported..., use One study (or similar) reported that ____.³⁴

(where 34 corresponds to the reference by Smith et al.)

State the purpose of your research. This portion should be presented as a paragraph on its own. Within this paragraph, describe the major experimental factors, parameters being measured, and experimental control.

Lastly, clearly state the research hypotheses, labeled as such, and provide a numerical listing of each hypothesis. This listing is key to the paper. The same

sequence of hypothesis testing will be used to structure the Materials and Methods, Results, Discussion, and the Conclusions sections.

Materials and Methods: Follow the sequence of the listing of the research hypotheses in describing parameter testing. The detail level in this section should be such that someone experienced in the art and science of those methods could easily reproduce the same experiment in their laboratory.

Describe methods of statistical analysis and provide justification of sample size from pilot testing. The pre-set level of a Type 1 statistical error (the alpha) should be mentioned here as well. Usually, testing is performed at a pre-set alpha of 0.05, meaning that a significant difference exists with 95% confidence.

Note: Do not use Co., Corp. GmbH, Inc., ®, ©, ™, and similar in manuscripts.

Results: Present the results of the findings in the same sequence as the experimental parameters described in the Materials and Methods. If parametric statistical methods were used, provide the initial normality and equivalence of variation results. If those tests are not passed, indicate such and also provide what non-parametric analyses was used instead.

Present the data only once – in either tabular or graphical format. Using either method, provide an embedded coding system to identify groups that were identified as statistically not different if appropriate. Indicate the significance level of each major experimental factor, as well as any interaction terms (p-values).

Discussion: Without repeating the purpose of the research, start this section with addressing individual research hypotheses, ideally in separate, sequential paragraphs. Start with a sentence indicating if the experimental data upheld or invalidated the corresponding research hypothesis. After that, compare and contrast the current findings related to this hypothesis with work performed by others in the field (references from the Introduction). Provide insights as to why or why not similar information was found.

After addressing individual research hypotheses, put together the knowledge gained from these findings into one coherent theme. Discuss the clinical/research significance of the findings or the significance of this new knowledge over that in the existing literature. This is where the author is allowed to speculate for the first and only time.

Provide a paragraph on the study limitations. Applying the research findings outside of the experimental design needs to be taken with caution. Lastly, provide

insight as to what types of research need to be done as a consequence of the new knowledge found in the current project.

Conclusions should contain no speculative statements – only the facts as they are limited to what the data reveal about the tested research hypotheses, following their order. It is good to preclude the listing of conclusions with “Within the limitations of this current study, it was concluded that:”

1. Address Research Hypothesis #1
2. Address Research Hypothesis #2
3. and so on.

Do not use conditional/modal auxiliary verbs such as can, could, may, might, must, shall, should, will, would (It was concluded, not It can be concluded). Avoid interpretation and/or comparison of study results with literature findings and do not use abbreviations and acronyms in the conclusion section.

References

References should be numbered consecutively in the order in which they are first mentioned in the text, and listed at the end of the text in numeric, not alphabetic, order. Identify references in text, tables, and legends by Arabic numerals in superscript. References cited only in tables or figure legends should be numbered subsequent to the numbering of references cited in the text. Unpublished sources, such as manuscripts in preparation and personal communications, are not acceptable as references. Only sources cited in the text should appear in the reference list. List all authors when four or fewer; when more than four, list the first three and add "et al."

How to Format Citations

Journal Articles:

Donnelly PV, Miller C, Ciardullo T, et al. Occlusion and its role in esthetics. J Esthet Restor Dent., 1996; 8(2):111-118

Books:

Hickey JC, Zarb GA. Boucher's prosthodontic treatment for edentulous patients. 9th ed. St. Louis (MO): CV Mosby; 1985.

Tables

Type or print out each table with double spacing on a separate page. Ensure that each table is cited in the text, number tables consecutively in the order of their first citation in the text, and provide a brief title for each. Give each column a brief, descriptive heading. No table should contain data that could be included in the text in several sentences.

Figure Legends

Please include on a separate page all figure and/or illustration legends. This page should be clearly marked. Figure legends must be numbered to correspond with the figures and typed or printed on a separate page. Symbols, arrows, or letters used to identify parts of the illustration must be explained clearly in the legend. If a figure has been previously published, the legend must acknowledge the original source.

Figures and Illustrations

Images must be submitted as individual files, in either TIF or EPS format, as indicated below.

COLOR photographs should be saved as TIF files in CMYK at a minimum of 12.5 cm (5 in.) in width at 300 dpi.

BLACK AND WHITE photographs should be saved as TIF files in grayscale at a minimum of 12.5 cm (5 in.) in width at 300 dpi.

Line drawings should be prepared in Microsoft Word or PowerPoint, or in Adobe Illustrator without embedded images from other sources. Existing line drawings should be scanned at 1,200 dpi at a minimum of 12.5 cm (5 in.) in width and saved as EPS files.

All images must be labeled clearly in consecutive order with the figure number and part. Photomicrographs must feature internal scale markers. Symbols, arrows, or letters used in these should contrast with the background. Original magnification must be provided.

We strongly recommend you stick to a 25-figure limit, please contact us if you believe your article is an exception. Figure reproduction cannot improve on the quality of the originals. It does not correct the exposure, sharpen the focus, or improve the contrast of the original print. Any special instructions about sizing, placement, or color should be clearly noted. Electronic submissions are not returned to the authors.

Guidelines for Cover Submissions

If you would like artwork related to your manuscript to be considered to appear on the cover of the journal, you will be able to indicate which image files should be considered in the system at the time of submission.

Miscellaneous Formatting Guidelines

Product trade names cited in the text must be accompanied by a generic term, and followed by the manufacturer, city, and state/country in parentheses.

References in the text and figure legends to teeth illustrated in a figure should be identified by name (eg, upper right central incisor), not by number.

The manuscripts submitted to the journal must be written in appropriate English. It is the author's responsibility to ensure this by either having sufficient English language skills or by obtaining the services of an English-as-second-language expert.

Please note that the term “esthetic” should be used in manuscripts as opposed to the alternative spelling “aesthetic.”

The same general headings and sections should be used in the articles as used in the abstract.

PERMISSIONS

Written permission must be obtained for material that has been published in copyrighted material; this includes tables, figures, and quoted text that exceeds 150 words.

Photographs of People

The Journal of Esthetic and Restorative Dentistry follows current HIPAA guidelines for the protection of patient/subject privacy. If an individual pictured in a digital image or photograph can be identified, his or her permission is required to publish the image. The journal may not collect consent forms under HIPPA guidelines, however authors are expected to be able to present a signed consent form if asked. Authors must have patient authorization for images, or else the image/photo must be altered such that the individual cannot be identified (black bars over eyes, etc).

Manipulation of Digital Photos

Authors should be aware that the Journal considers digital images to be data. Hence, digital images submitted should contain the same data as the original image captured. Any manipulation using graphical software should be identified in either the Disclosure and Acknowledgements section or the caption of the photo itself. Identification of manipulation should include both the name of the software and the techniques used to enhance or change the graphic in any way. Such a disclaimer ensures that the methods are repeatable and ensures the scientific integrity of the work.

No specific feature within an image may be enhanced, obscured, moved, removed, or introduced. The grouping of images from different SEMS, different teeth, or the mouths of different patients must be made explicit by the arrangement of the figure (i.e., by using dividing lines) and in the text of the figure legend. Adjustments of brightness, contrast, or color balance are acceptable if they are applied to the whole image and as long as they do not obscure, eliminate, or misrepresent any information present in the original, including backgrounds.

The removal of artifacts or any non-integral data held in the image is not allowed. For instance, removal of papillae or "cleaning up" of saliva bubbles is not allowed.

Cases of deliberate misrepresentation of data will result in rejection of a manuscript, or if the misrepresentation is discovered after a manuscript's acceptance, revocation of acceptance, and the incident will be reported to the corresponding author's home institution or funding agency.

PLAGIARISM PREVENTION

All papers will be subject to examination with the iThenticate Professional Plagiarism Prevention program (www.ithenticate.com) prior to publication to look

for plagiarism and unintentional duplication of wording from other sources. It is important to ensure that the papers are fully original in content to protect both the author and the journal. If the paper is found to include block segments of words or sentences that clearly come from another source or sources, the author will be asked to re-write the section and/or reference the material appropriately. If excessively large portions are found to have been copied verbatim, the paper may be subject to rejection.

Refer and Transfer Program

Wiley believes that no valuable research should go unshared. This journal participates in Wiley's Refer & Transfer program. If your manuscript is not accepted, you may receive a recommendation to transfer your manuscript to another suitable Wiley journal, either through a referral from the journal's editor or through our Transfer Desk Assistant.

Article Preparation Support

Wiley Editing Services offers expert help with English Language Editing, as well as translation, manuscript formatting, figure illustration, figure formatting, and graphical abstract design – so you can submit your manuscript with confidence.

Also, check out our resources for [Preparing Your Article](#) for general guidance about writing and preparing your manuscript.