

Relação entre os ciclos de fotoativação e a adesão de biofilme em superfície de resina composta

Relationship between light curing and biofilm adhesion over composite resin surface

Relación entre los ciclos de fotoactivación y la adhesión del biopelícula sobre la superficie de resina compuesta

Recebido: 28/10/2022 | Revisado: 14/11/2022 | Aceitado: 16/11/2022 | Publicado: 22/11/2022

José Everton Menezes Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2969-5964>
Centro Universitário Tabosa de Almeida, Brasil
E-mail: everton11menezes@gmail.com

Jéssica Caetano da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9626-2253>
Centro Universitário Tabosa de Almeida, Brasil
E-mail: jcaetano16@hotmail.com

Larissa de Lima Rocha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1399-6797>
Centro Universitário Tabosa de Almeida, Brasil
E-mail: larissalrch@gmail.com

Lucas Renan Alves dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1300-8701>
Centro Universitário Tabosa de Almeida, Brasil
E-mail: 2018202412@app.asc.es.edu.br

Gualberto Segundo Agamez Montalvo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8561-8843>
Universidade Federal do Ceará, Brasil
E-mail: gsagamez@gmail.com

Patricia Lins Azevedo do Nascimento

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6335-0193>
Centro Universitário Tabosa de Almeida, Brasil
E-mail: patricianascimento@asc.es.edu.br

Cláudia Cristina Brainer de Oliveira Mota

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7909-5908>
Centro Universitário Tabosa de Almeida, Brasil
E-mail: claudiamota@asc.es.edu.br

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar o crescimento e a adesão de microrganismos sobre a superfície de resinas compostas expostas a diferentes ciclos de fotoativação. Foi realizado um estudo experimental laboratorial in vitro do tipo analítico de adesão de levedura e bactéria em superfície de resina composta (Opallis, FGM, Brasil) fotoativadas nos modos contínuo e chaveado (Optilight Max, Dabi Atlante, Brasil) com 1200 mW/cm² de densidade de potência. Foram confeccionados 80 discos de resina composta, divididos aleatoriamente de acordo com o meio de imersão (n=40): caldo TSB para bactéria, e caldo Sabouraud dextrose para levedura. As amostras fotoativadas no modo contínuo tiveram maior adesão de *Candida tropicalis* e de *Staphylococcus aureus*, todavia sem diferença estatisticamente significativa, de acordo com o teste exato de Fisher. Com base nos achados do presente estudo, não há diferenças de adesão de biofilme em superfície de restaurações em resina composta no tocante à variação dos ciclos de fotoativação; desta forma, o cirurgião-dentista tem a liberdade de optar pelo ciclo de cura que mais se adapte.

Palavras-chave: Resinas compostas; Biofilmes; Luzes de cura dentária.

Abstract

This study aimed to evaluate the growth and adhesion of microorganisms over the surface of composite resins exposed to different light curing cycles. An in vitro analytical laboratory experimental study of adhesion of yeast and bacteria over the surface of light cured composite resin (Opallis, FGM, Brazil) in continuous and switched modes was carried out (Optilight Max, Dabi Atlante, Brazil) with 1200 mW/cm² power density. Eighty composite resin discs were produced, randomly divided according to the immersion medium (n=40): TSB broth for bacteria, and Sabouraud dextrose broth for yeast. The samples light-cured in continuous mode had greater adhesion of *Candida tropicalis* and *Staphylococcus aureus*, although without statistically significant difference, according to Fisher's exact test. Based on the findings of the present study, there are no differences in biofilm adhesion on the surface of composite resin

restorations regarding the variation of light-curing cycles; in this way, the dental clinician is free to choose the curing cycle that best suits you.

Keywords: Composite resins; Biofilms; Curing lights dental.

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar el crecimiento y adhesión de microorganismos sobre la superficie de resinas compuestas expuestas a diferentes ciclos de fotoactivación. Se realizó un estudio experimental de laboratorio in vitro del tipo analítico de adhesión de levaduras y bacterias sobre la superficie de resina compuesta (Opallis, FGM, Brasil) fotoactivadas en modo continuo y conmutado (Optilight Max, Dabi Atlante, Brasil) con 1200 mW/cm² de densidad de potencia. Se fabricaron 80 discos de resina compuesta, divididos aleatoriamente según el medio de inmersión (n=40): caldo TSB para bacterias y caldo Sabouraud dextrosa para levaduras. Las muestras fotopolimerizadas en modo continuo presentaron mayor adherencia de *Candida tropicalis* y *Staphylococcus aureus*, pero sin diferencia estadísticamente significativa, según la prueba exacta de Fisher. Con base en los hallazgos del presente estudio, no existen diferencias en la adhesión del biofilm en la superficie de las restauraciones de resina compuesta con respecto a la variación de los ciclos de fotopolimerización; de esta forma, el odontólogo es libre de elegir el ciclo de cicatrización que más le convenga.

Palabras clave: Resinas compuestas; Biopelículas; Luces de curación dental.

1. Introdução

As resinas compostas são amplamente utilizadas na prática clínica odontológica para restauração da estrutura perdida por cáries e defeitos dentais, alcançando resultados estéticos e funcionais. Diferem-se umas das outras de acordo com o tipo, tamanho, quantidade de partículas de carga e tipo de matriz orgânica. As variações de tamanho das partículas inorgânicas classificam os compósitos em macroparticulados, microparticulados e nanoparticulados (Unsal, & Karaman, 2021). O aprimoramento das resinas compostas trouxe melhoria às propriedades mecânicas, aumentando a resistência à abrasão e à compressão destes materiais, bem como uma baixa contração de polimerização (Rombaldo et al., 2021; Borges et al., 2021).

Um fator crucial para assegurar a qualidade do procedimento restaurador é o grau de conversão das resinas compostas, que pode ser influenciado pelas características dos compósitos, como a composição química da matriz, concentração do fotoiniciador, tipo, tamanho e quantidade das partículas de carga, cor e grau de translucidez/opacidade e por fatores relacionados com a luz de ativação. A polimerização adequada maximiza as propriedades físicas, mecânicas e biológicas determinantes para o sucesso clínico do tratamento restaurador (Cruz et al., 2021; Lima, & Carnevale, 2019). O processo de fotoativação promove a conversão dos monômeros em polímeros, e se inicia através da sensibilização pela luz de uma molécula fotopolimerizadora, geralmente a canforoquinona, por meio da absorção de fótons irradiados pela luz visível dentro da faixa espectral entre 450 nm e 500 nm, promovendo a mudança do estado viscoso para sólido da resina composta (Matumoto et al., 2018). No entanto, ainda há algumas limitações nos ciclos de fotoativação das resinas, que podem implicar no insucesso do resultado esperado. Falhas no processo de fotoativação podem causar problemas na resistência mecânica ao desgaste em regiões de contato oclusal direto sobre o material restaurador. Isso ocorre devido à redução do grau de conversão de monômeros em polímeros, comprometendo o desempenho clínico da resina composta. Além disso, a contração de polimerização acarreta microinfiltração da restauração, levando ao manchamento e desenvolvimento de biofilmes bacterianos, sendo esta a principal causa de trocas de restaurações (Pereira et al., 2014).

A contração de polimerização durante a cura do material restaurador é um dos fatores mais importantes para se obter uma vedação da interface dente-compósito; outro fator é a extensão da polimerização, principalmente em locais de difícil acesso, como na margem gengival das restaurações classe II. A cura insuficiente desse material leva à degradação precoce da matriz orgânica quando em contato com o meio aquoso, causando instabilidade da matriz polimérica e deixando espaços abertos para a retenção de placa. Muitas das falhas não documentadas de compósitos posteriores são atribuídas ao processo falho da cura do material durante a sua inserção (Ferracane, 2017). Dentre as técnicas de fotoativação, destacam-se a contínua e a chaveada, que diferem entre si quanto ao tempo de emissão e interrupção do feixe luminoso – implicando em diferenças

quanto ao aquecimento do dente (Velo et al., 2019; Silva et al., 2017; Souza et al., 2017).

A cavidade oral é um ambiente complexo, de alta umidade, temperatura moderada e grande quantidade de nutrientes que favorecem a formação de microrganismos diferenciados e biofilmes microbianos. Os biofilmes orais se aderem às superfícies dos dentes e dos materiais dentários na cavidade oral. As superfícies dos materiais expostas às condições bucais podem influenciar o recobrimento da película, a adesão bacteriana inicial e a formação do biofilme, devido às suas características físicas e químicas específicas. A topografia irregular, o baixo grau de conversão dos monômeros em polímeros e as superfícies rugosas do material restaurador fornecem uma interface favorável para a colonização bacteriana que pode desenvolver patologias como a cárie secundária, doenças periodontais e endodônticas (Hao et al., 2018).

Diante do exposto, o presente estudo propõe analisar, in vitro, a influência de diferentes ciclos de fotoativação na adesão de biofilme na superfície de resinas compostas restauradoras.

2. Metodologia

Foi realizado um estudo experimental laboratorial in vitro do tipo analítico (Pereira et al., 2018), buscando responder à pergunta: os ciclos de fotoativação influenciam o crescimento e adesão de cultura de biofilme na superfície de resinas compostas?

As variáveis independentes foram a colonização microbiana nas superfícies das resinas e os ciclos de fotoativação. As variáveis dependentes, por sua vez, foram o crescimento e adesão de microrganismos e a superfície de resina composta.

Foi utilizada a resina composta Opallis (FGM, Brasil). Trata-se de um compósito nanohíbrido de média viscosidade e uso universal, com tamanho médio de partículas da ordem de 0,5 µm. Seus componentes ativos são monômeros de Bis-GMA (Bis-Fenol A di-Glicidil Metacrilato), BisEMA (Bis-Fenol A di-Glicidil Metacrilato etoxilado), TEGDMA (Trietileno glicol dimetacrilato), UDMA (Uretano dimetacrilato), canforquinona, co-iniciador e silano; a matriz inorgânica, por sua vez, é constituída por vidro de bário-alumino silicato silanizado, pigmentos e sílicas.

A amostra foi composta por 80 discos de resina composta, subdivididos aleatoriamente em oito grupos (n=10), conforme descrição na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição dos grupos experimentais.

Grupo	Ciclo de fotoativação	Meio de cultura	Microrganismo
G1	Modo contínuo (n=40)	Caldo Triptona Soja (TSB)	Controle* (n=10)
G2			<i>Staphylococcus aureus</i> (n=10)
G3		Caldo Sabouraud Dextrose (SD)	Controle* (n=10)
G4			<i>Candida tropicalis</i> (n=10)
G5	Modo chaveado (n=40)	Caldo Triptona Soja (TSB)	Controle* (n=10)
G6			<i>Staphylococcus aureus</i> (n=10)
G7		Caldo Sabouraud Dextrose (SD)	Controle* (n=10)
G8			<i>Candida tropicalis</i> (n=10)

*Grupos controle: imersão em caldo estéril, sem microrganismos. Fonte: Autores.

Foram confeccionados discos de resina composta com 5 mm de diâmetro e 2 mm de espessura, a partir de uma matriz de teflon pré-fabricada. Para tal, a resina composta foi inserida no interior da matriz, e uma tira de poliéster posicionada na superfície e comprimida com uma lâmina de vidro para nivelar a superfície do corpo de prova e remover os excessos de resina. A tira de poliéster teve por finalidade, ainda prevenir a formação de bolhas na superfície do material e bloquear o contato do

oxigênio do ambiente com a resina no momento da reação de cura, assegurando maior grau de conversão. Foi respeitado o tempo de fotoativação recomendado pelo fabricante da resina composta. A unidade fotoativadora foi o LED de alta potência (Optilight Max, Gnatus, Brasil), que emite radiação nas faixas de 440 nm a 480 nm, com irradiância de 1.200 mW/cm². Foram empregados dois tipos de ciclos de ativação, modo contínuo (n=40) e modo chaveado (n=40).

As amostras foram armazenadas à temperatura ambiente, imersas em água destilada e ao abrigo da luz por um período de 24h, para permitir a expansão higroscópica; em seguida foram submetidas aos procedimentos de acabamento e polimento, com uso sequencial de lixas d'água (3M, São Paulo, SP, Brasil) em ordem decrescente de granulação (600, 800, 1200), sob refrigeração constante, durante 1 minuto para cada lixa. Uma vez finalizado o polimento, os espécimes foram banhados em uma cuba ultrassônica (Ultrasonic Cleaner, Cristófoli Equipamentos de Biossegurança LTDA, Brasil) por um período de 15 minutos, e novamente armazenados em água destilada ao abrigo da luz sob as mesmas condições já descritas, objetivando a remoção dos resíduos de granulação das lixas e a redução do choque do monômero residual na efetividade celular.

Para a contaminação das amostras, os grupos foram submetidos em momentos distintos à inoculação de microrganismos, fazendo uso de uma bactéria (*Staphylococcus aureus*, ATCC 25923) e uma levedura (*Candida tropicalis*, URM 6947), ambas doadas pelo Laboratório de Biofotônica e Materiais Aplicados em Odontologia da ASCES-UNITA.

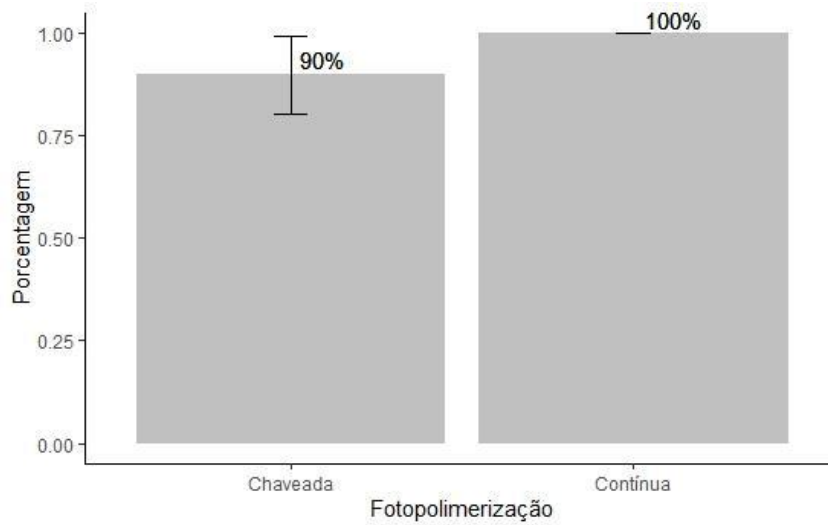
Após a estandardização dos inóculos a 108 UFC/mL, proporcional a 0,5 da escala de Mac Farland, as amostras foram esterilizadas em luz ultravioleta e acondicionadas individualmente em tubos Falcon contendo 5 mL de caldo Sabouraud Dextrose (SD) para a levedura e caldo Triptona Soja (TSB) para a bactéria, e inoculados com os microrganismos. Esses tubos foram incubados por 48 horas para a levedura a 35° C e 24 horas para a bactéria, a 37° C. Passado esse tempo, as amostras foram retiradas, e colocadas em outro tubo falcon contendo 2 mL de caldo SD para a levedura e caldo TSB para a bactéria para o grupo controle; já para os inóculos, foram 1990 µL de caldo SD para a levedura e caldo TSB para a bactéria e 10 µL de inóculo de levedura para bactéria respectivamente. Depois foram retiradas, lavadas com 10 mL de água destilada estéril, e então colocados outra vez em caldo SD e TSB, respectivamente, e agitados por 10 segundos. Frações do caldo (10 µL) foram retiradas do tubo e pipetadas em meio de cultura sólido Agar Mueller Hinton, incubadas em placas de Petri a 37 °C por 24 horas ou 48 horas. Em seguida, procedeu-se à contagem das Unidades Formadoras de Colônia por mililitro (UFC/mL). Os ensaios foram executados com 10 amostras para cada grupo.

Os dados foram tabulados no software Microsoft Excel (Microsoft Office 365), e a análise estatística foi realizada no software SPSS 13.0 (Statistical Package for the Social Sciences). O teste exato de Fisher foi usado para determinar a diferença entre os grupos. A significância estatística entre os grupos foi considerada como $p < 0,05$.

3. Resultados

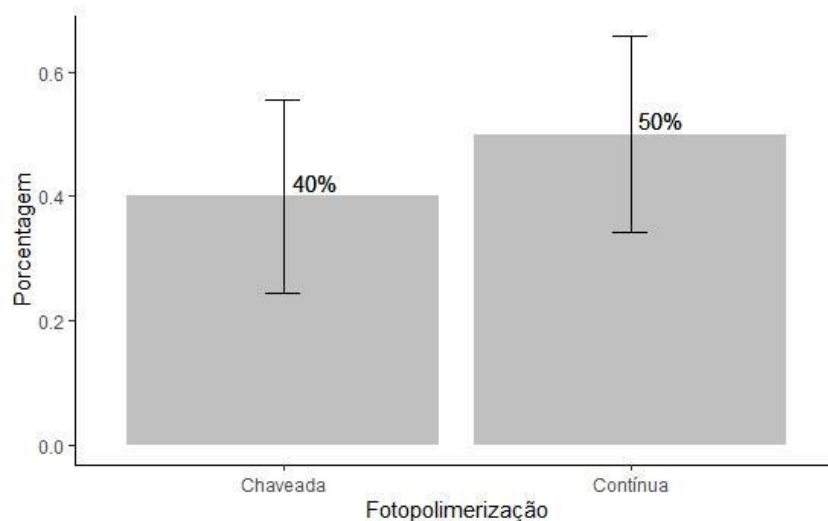
O crescimento de *Staphylococcus aureus* e de *Candida tropicalis*, segundo o método de fotoativação, são apresentados nas Figuras 1 e 2, respectivamente.

Figura 1 - Porcentagem de placas com crescimento de *Staphylococcus aureus* segundo a fotopolimerização.



Fonte: Autores.

Figura 2 - Porcentagem de placas com crescimento de *Candida tropicalis* segundo a fotopolimerização.



Fonte: Autores.

Conforme pode ser visto na Figura 1, o grupo fotoativado no modo contínuo apresentou maior crescimento de microrganismos que o grupo fotoativado no modo chaveado, todavia sem diferença estatisticamente significativa segundo o teste exato de Fisher ($p = 1,0000$). A Figura 2, por sua vez, mostra que houve menor crescimento da levedura nas amostras fotoativadas no modo chaveado, entretanto, o teste exato de Fisher mostrou que não houve diferença significativa entre os grupos testados ($p = 1,0000$).

4. Discussão

As resinas compostas fotoativadas foram introduzidas na odontologia nas décadas passadas, e são os materiais de primeira escolha para restaurações diretas pela evolução de suas propriedades, como cor, brilho, lisura superficial, translucidez e opacidade que viabilizam a reconstrução estética das estruturas dentais (Maass et al., 2020). Inicialmente, o material restaurador era fotoativado por luz ultravioleta, entretanto, por causa dos efeitos nocivos da radiação, este tipo de fotoativação entrou em desuso. Posteriormente foi substituído por fontes de luz visível como diodos emissores de luz (LED) na faixa do

azul do espectro visível da radiação (Ferracane, 2017; Gadonski et al., 2018).

A fotoativação permite a cura e a reticulação das cadeias de polímeros, essencial para longevidade clínica da resina composta. Alguns estudos (Silva et al., 2017; Hao et al., 2018) enfatizaram que quando há falhas na fotopolimerização, as resinas sofrem alto grau de degradação da matriz orgânica, levando à perda no desempenho mecânico e biológico. Em adição, a literatura reporta que as deficiências decorrentes da contração de polimerização das resinas compostas ainda persistem (Souza et al., 2018). A contração é um processo físico inerente à reação de cura, e causa tensão na interface dente-restauração que pode levar à microinfiltração marginal de fluidos orais e microrganismos. A reação de cura das resinas compostas ocorre através da conversão de monômeros em polímeros, um processo denominado fotopolimerização. A fotoativação acontece quando substâncias fotoiniciadoras absorvem energia em determinado comprimento de onda e ativam este processo. A canforoquinona e o óxido de trimetilbenzeno-difenilfosfina, conhecido como TPO, são associados para que, após a fotoiniciação, o material não fique com uma coloração amarelada (Rombaldo et al., 2021; Matumoto et al., 2018).

Uma fotoativação insuficiente culmina com microinfiltração marginal nas restaurações e acúmulo de biofilme nas superfícies expostas ao meio bucal. O enriquecimento de espécies bacterianas acidúricas e acidogênicas e as taxas de monômeros não curados podem ser fatores determinantes para a facilitar a formação de lacunas com a penetração bacteriana nas resinas. Um dos parâmetros mais importantes que influenciam a cura ideal é a exposição à radiação, entregando energia suficiente para ser absorvida pela restauração, fazendo com que a cura dependa do grau de conversão, este variando de 50% a 70%, com melhores propriedades mecânicas, maior estabilidade e maior durabilidade (Maktabi et al., 2021; Rombaldo et al., 2021; Matumoto et al., 2018).

A fotopolimerização completa e eficaz das resinas compostas é um dos fatores mais importantes para o sucesso em restaurações. Existem no mercado odontológico diversos modelos de aparelhos fotopolimerizadores, desde os mais simples à base de luz halógena, até os sistemas de LEDs (diodo emissor de luz) com alta potência e emissão de múltiplos comprimentos de onda. Esses aparelhos se diferenciam pelo tipo de fonte de luz utilizada, pela variação de comprimentos de onda emitidos, tipo de pulso e intensidade de luz (Barbon et al., 2015; Guimarães et al., 2018).

No ciclo de fotoativação convencional, ou por emissão de luz contínua, a intensidade de luz emitida é mantida constante sobre o material restaurador do começo ao fim, usando a potência máxima do fotopolimerizador por mais tempo. Essa ação induz uma rápida reação de polimerização, com menor fase pré-gel e uma tensão maior na interface dente restauração, o que pode comprometer o selamento marginal (Velo et al., 2019; Silva et al., 2017; Souza et al., 2017).

Pesquisas sobre os ciclos de fotoativação demonstraram que a técnica chaveada (também chamada pulsada), promove vantagens, como a redução das tensões providas da contração, quando comparada à técnica contínua de irradiação, aquela sem intervalo entre as aplicações de luz. Após o primeiro pulso de energia luminosa, é dado um intervalo sem ativação de luz para que se tenha um maior escoamento de forças internas geradas no interior da resina. Esta fase, denominada fase pré-gel, em que o material consegue dissipar as forças internas geradas, é evidenciada nesse intervalo de tempo e, somente após esse momento, é então dado um novo pulso de luz (Silva et al., 2017).

Schneider et al (2016) avaliaram diferentes tipos de resina composta e diferentes técnicas de polimerização, observando a qualidade de polimerização das resinas compostas e concluíram que a eficácia da polimerização na superfície das resinas compostas testadas não foi afetada pelos diferentes modos de polimerização.

No presente estudo, não se observou diferença quanto à adesão de biofilme sobre a superfície das amostras de resina composta, independente do ciclo de fotoativação – o que poderia ser justificado pelos resultados de Schneider de colaboradores. Dessa forma, o cirurgião dentista fica livre para escolher qual ciclo de fotoativação usar. Por outro lado, cabe ressaltar que outros fatores devem ser considerados na escolha do ciclo de fotoativação, como o aumento de temperatura da cama pulpar. O aumento do tempo de exposição ao LED parece ser o fator com maior probabilidade de causar dano tecidual,

sendo um dos outros aspectos que o cirurgião dentista deve levar em consideração no momento de fotoativar a resina composta (Mouhat et al., 2021; Mouhat et al., 2017).

5. Considerações Finais

Os resultados do presente estudo demonstraram que não houve diferença de adesão de biofilme na superfície das amostras de resina composta, independente do ciclo de fotoativação empregado.

Estudos posteriores são necessários para correlacionar estes achados com o grau de conversão de polímeros e propagação de calor no interior da resina composta durante a fotoativação. Outrossim, pode-se considerar a inclusão de outros microrganismos.

Referências

- Barbon, F. J., Perin, L., Di Domênico, B. P., Pancotte, L., Ghiggi, P., & Calza, J. V. (2016). Interferência da distância de fotopolimerização na intensidade da luz emitida pelos fotopolimerizadores à luz led. *Journal of Oral Investigations*, 4(1), 4-8.
- Borges, M. G., Silva, G. R., Neves, F. T., Soares, C. J., Faria-e-Silva, A. L., Carvalho, R. F., & Menezes, M. S. (2021). Inibição de oxigênio de compósitos de superfície e sua correlação com grau de conversão e estabilidade de cor. *Revista Brasileira de Odontologia*, 32, 91-97.
- Cruz, G. A. C., Bezerra, R. B., & Pereira, T. M. D. S. (2021). Harmonização estética de dentes ântero-superiores com resina composta: relato de caso clínico. *RGO-Revista Gaúcha de Odontologia*, 69.
- Ferracane J. L. (2017). Models of Caries Formation around Dental Composite Restorations. *Journal of dental research*, 96(4), 364–371.
- Gadonski, A. P., Feiber, M., Almeida, L. D., Naufel, F. S., & Schmitt, V. L. (2018). Avaliação do efeito cromático em resinas compostas nanoparticuladas submetidas a solução café. *Revista de Odontologia da UNESP*, 47, 137-142.
- Guimarães, G. F., Marcelino, E., Cesariano, I., Vicente, F. B., Grandini, C. R., & Simões, R. P. (2018). Minimization of polymerization shrinkage effects on composite resins by the control of irradiance during the photoactivation process. *J. Appl. Oral Sci.*, 26. <<https://doi.org/10.1590/1678-7757-2017-0528>>
- Hao, Y., Huang, X., Zhou, X., Li, M., Ren, B., Peng, X., & Cheng, L. (2018). Influence of Dental Prosthesis and Restorative Materials Interface on Oral Biofilms. *International journal of molecular sciences*, 19(10), 3157.
- Lima, T. C. C. & Carnevale, F. (2019). Redução de diastema utilizando resina composta direta: relato de caso. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Odontologia) - Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos, 2019.
- Maktabi, H., Ibrahim, M.S., Balhaddad, AA, Alkhubaizi, Q., Garcia, IM, Collares, FM, Strassler, H., Fugolin, A., Pfeifer, CS, & Melo, M. (2021). A fotopolimerização inadequada de compósitos de bulkfill leva a mudanças na superfície e aumenta o crescimento de biofilme de *S. mutans* como um caminho para maior risco de cárie recorrente em restaurações. *Revista de Odontologia*, 9 (8), 83.
- Maass, J. B., Ferreira, L. S., Moreira A. G., Santos C. S., & Lima, G. S. (2020). Avaliação do efeito da termociclagem nas propriedades ópticas e na rugosidade superficial de duas resinas compostas comerciais. *Revista Odontológica do Brasil Central*, 29(88).
- Matumoto, M. S., Mendonça, M. J., Busato, P. D. M. R., Laurindo, B. M., & Camilotti, V. (2018). A influência de três técnicas de fotoativação na sorção e solubilidade de diferentes resinas compostas. *Revista de Odontologia da UNESP*, 47, 395-399.
- Mouhat, M., Mercer, J., Stangvaltaite, L., & Örtengren, U. (2017). Light-curing units used in dentistry: factors associated with heat development-potential risk for patients. *Clinical oral investigations*, 21(5), 1687–1696. <https://doi.org/10.1007/s00784-016-1962-5>
- Mouhat, M., Stangvaltaite, L., Mercer, J., Nilsen, B. W., & Örtengren, U. (2021). Light-curing units used in dentistry: Effect of their characteristics on temperature development in teeth. *Dental materials journal*, 40(5), 1177–1188.
- Pereira A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. UFSM.
- Pereira, J. C., Netto, C. A., & Gonçalves, S. A. (2014). Dentística: uma abordagem multidisciplinar. Artes Médicas Editora.
- Rombaldo, A. C. C. M., Pozzobon, L., Mendonça, M. J., & Camilotti, V. (2021). Como os fotopolimerizadores podem afetar a microdureza da resina composta? *Revista Uningá*, 58, eUJ3963-eUJ3963.
- Schneider, A. C. Mendonça, M. J. Rodrigues R. B. Busato, P. M. R. & Camilotti, V. (2016). Influência de três modos de fotopolimerização sobre a microdureza de três resinas compostas. *Polímeros [online]*. v. 26, n. spe pp. 37-42. <<https://doi.org/10.1590/0104-1428.1855>>. Epub 19 Jan 2016. ISSN 1678-5169. <https://doi.org/10.1590/0104-1428.1855>.
- Silva, J. D. S., Bandeira, A. C. F. M., Cunha, M. L., Magalhães, A. P. R., Freitas, G. C., & Lopes, L. G. (2017). Forças de contração de polimerização em resinas compostas constituídas com novas matrizes orgânicas e fotoativadas por diferentes técnicas. *Revista Odontológica do Brasil Central*, 26(79).
- Souza, A. L. M. D., Magalhães, T. C., Lopes, A. G., Carlo, H. L., Santos, R. L. D., & Carlo, F. G. D. C. (2018). Qual material possui maior longevidade em molares decíduos: resina composta ou cimento de ionômero de vidro?-revisão sistemática da literatura. *HU rev*, 115-122.

Souza, M. B. A., Oliveira, O., Moda, M. D., Santos, P. H., Briso, A. L. F., & Fagundes, T. C. (2017). OPPg o32-Influência de diferentes tipos de fotopolimerizadores e fotoiniciadores na microdureza e cor de resinas compostas. *Archives of Health Investigation*, 6.

Unsal, K. A., & Karaman, E. (2022). Effect of Additional Light Curing on Colour Stability of Composite Resins. *International dental journal*, 72(3), 346–352.

Velo, M. M. D. A. C., Wang, L., Furuse, A. Y., Brianezzi, L. F. D. F., Scotti, C. K., Zabeu, G. S., & Mondelli, RFL (2019). Influência da fotoativação modulada na tensão de retração e no grau de conversão de compósitos bulk-fill. *Revista Brasileira de Odontologia*, 30 , 592-598.