

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

LAVÍNIA THAIS FERREIRA COSTA

**RESISTÊNCIA ADESIVA DE RESTAURAÇÃO EM RESINA COMPOSTA
CONVENCIONAL BASEADA EM PRINCÍPIOS BIOMIMÉTICOS**



MACEIÓ-AL
2024.2

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

LAVÍNIA THAIS FERREIRA COSTA

**RESISTÊNCIA ADESIVA DE RESTAURAÇÃO EM RESINA COMPOSTA
CONVENCIONAL BASEADA EM PRINCÍPIOS BIOMIMÉTICOS**

ADHESION RESISTANCE OF CONVENTIONAL COMPOSITE RESIN
RESTORATION BASED ON BIOMIMETIC PRINCIPLES



Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Alagoas, como parte dos requisitos para conclusão do curso de Bacharel em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Barros Esteves Lins.

MACEIÓ-AL
2024.2

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária: Taciana Sousa dos Santos – CRB-4 – 2062

- C837r Costa, Lavínia Thais Ferreira.
Resistência adesiva de restauração em resina composta convencional baseada em princípios biomiméticos / Lavínia Thais Ferreira Costa. – 2024.
36 f. : il.
- Orientador: Rodrigo Barros Esteves Lins.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Odontologia) – Universidade Federal de Alagoas. Faculdade de Odontologia. Maceió, 2024 .
- Bibliografia: f. 31-35.
Anexo: f. 36.
1. Restauração (Odontologia). 2. Resinas compostas. 3. Técnicas adesivas (Odontologia). 4. I. Título.

CDU: 616.314



FOLHA DE APROVAÇÃO

LAVÍNIA THAIS FERREIRA COSTA

RESISTÊNCIA ADESIVA DE RESTAURAÇÃO EM RESINA COMPOSTA CONVENCIONAL BASEADA EM PRINCÍPIOS BIOMIMÉTICOS

BANCA EXAMINADORA:



Documento assinado digitalmente

RODRIGO BARROS ESTEVES LINS

Data: 21/05/2025 14:16:41-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Professor Dr. Rodrigo Barros Esteves Lins – ORIENTADOR



Documento assinado digitalmente

LARISSA SILVEIRA DE MENDONÇA FRAGOSO

Data: 21/05/2025 15:22:57-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Professora Dra. Larissa Silveira de Mendonça Fragoso - EXAMINADOR



Documento assinado digitalmente

HELENA LETICIA QUIRINO DE OLIVEIRA BOMFIM

Data: 21/05/2025 19:21:05-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Professora Ma. Helena Letícia Quirino De Oliveira Bomfim - EXAMINADOR

APROVADA EM: 12 / 05 / 2025

Coordenação dos Trabalhos de Conclusão de Curso da FOUFAL

AGRADECIMENTOS DO TCC

Primeiramente, gostaria de agradecer ao meu Deus pela oportunidade que me foi concedida de entrar e de agora estar finalizando esse curso, que sempre foi meu sonho; como Ele é um Pai de amor, Ele realizou e não tenho nem como expressar minha gratidão, a não ser como o salmista, que disse: “Que darei eu ao Senhor, por todos os benefícios que me tem feito?” (Salmos 116:12); só me resta adorar e engrandecer o nome dEle, que sempre foi fiel na minha vida.

Também gostaria de agradecer aos meus pais, Osias e Ebimair pelo apoio e por sempre acreditarem nos meus sonhos e que posso alcançá-los, se não fosse por vocês eu não chegaria até aqui; assim como minhas irmãs Laura, Laryssa e Esther que sempre foram presentes e torceram pela minha trajetória. Também à minha avó, Tíndinha, que me acolheu e sempre orou para que eu pudesse realizar meus sonhos, além dos meus três amores Maggie, Amora e Chanel, que foram minhas companhias nas madrugadas de estudo.

Um agradecimento todo especial ao meu noivo, Thomas Newton, que está presente em todos os momentos importantes da minha vida, que cresceu comigo, sempre me suporta com amor, carinho e zelo; sempre esteve ao meu lado nas horas de alegria e de tristeza, torceu e acreditou em mim; sei que posso alcançar muito mais ao seu lado; assim como meus sogros Newton e Roseny que acreditam e torcem para que eu possa alcançar meus objetivos.

Assim, gostaria de agradecer aos meus amigos que sempre foram apoio e descanso nas horas difíceis; minha dupla Caroline Caruaíba que foi um apoio e tornou a jornada acadêmica mais leve com seu bom humor e jeito de ser. Aos meus amigos, da minha comunidade cristã, em especial Ministério Arte e Vida e Ministério de Louvor. Por fim e super importante, um agradecimento especial ao meu querido professor e orientador Rodrigo Lins, que me ensinou, me direcionou, esteve presente, me apoiou em meus objetivos acadêmicos e me proporcionou oportunidades incríveis, o qual me fez decidir pela área da Dentística e da Odontologia Estética.

**RESISTÊNCIA ADESIVA DE RESTAURAÇÃO EM RESINA COMPOSTA
CONVENCIONAL BASEADA EM PRINCÍPIOS BIOMIMÉTICOS**

ADHESION RESISTANCE OF CONVENTIONAL COMPOSITE RESIN
RESTORATION BASED ON BIOMIMETIC PRINCIPLES

LAVÍNIA THAIS FERREIRA COSTA

Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió - AL.

Email: lavinia.costa@foufal.ufal.br

Rodrigo Barros Esteves Lins

Professor Doutor, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Alagoas,
Maceió-AL.

E-mail: rodrigo.lins@foufal.ufal.br

Correspondência:

Prof. Dr. Rodrigo Barros Esteves Lins

Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Alagoas

Av. Lourival Melo Mota, S/N, Tabuleiro dos Martins, CEP: 57092-900

Maceió-AL

E-mail: rodrigo.lins@foufal.ufal.br

Telefone: (82) 3214-1162

RESUMO

Introdução: A busca por técnicas restauradoras que mimetizam as propriedades biomecânicas do dente natural tem impulsionado o desenvolvimento de abordagens biomiméticas. **Objetivo:** Avaliar a resistência de união de restaurações em resina composta convencional associadas a diferentes técnicas adesivas, bem como analisar o padrão de falha. **Metodologia:** 32 molares humanos foram divididos em quatro grupos: G1 (sistema adesivo (SA) convencional), G2 (SA + resina flow), G3 (SA + resina flow em 5 minutos) e G4 (SA + resina flow em 5 minutos + Ribbond). As restaurações foram submetidas ao ensaio de resistência de união por microtração e os padrões de falha avaliados em lupa de aumento. Os dados foram analisados estatisticamente por ANOVA de uma via e teste post-hoc de LSD; e o padrão de falha descritivamente. **Resultados:** G1 e G3 não diferiram dos demais grupos. G2 mostrou predominância de falhas coesivas em dentina, entretanto apresentou a maior média de resistência à união, diferindo estatisticamente do G4. **Conclusão:** A aplicação imediata de resina flow pode favorecer a adesão em cavidades classe I com resina composta convencional, enquanto o uso de fibras de reforço, não contribuiu positivamente na resistência de união.

Palavras-chave: Adesão; Resina Composta; Biomimética; Resistência de União.

ABSTRACT

Introduction: The search for restorative techniques that mimic the biomechanical properties of natural teeth has driven the development of biomimetic approaches.

Objective: To evaluate the bond strength of conventional composite resin restorations associated with different adhesive techniques, as well as to analyze the failure patterns.

Methodology: Thirty-two human molars were divided into four groups: G1 (conventional adhesive system - AS), G2 (AS + flowable resin), G3 (AS + flowable resin after 5 minutes), and G4 (AS + flowable resin after 5 minutes + Ribbond). The restorations were subjected to microtensile bond strength testing, and failure patterns were assessed under a magnifying loupe. Data were statistically analyzed using one-way ANOVA and LSD post-hoc test, and failure patterns were evaluated descriptively. **Results:** G1 and G3 did not differ significantly from the other groups. G2 showed a predominance of cohesive failures in dentin and presented the highest mean bond strength, differing statistically from G4. **Conclusion:** The immediate application of flowable resin may favor adhesion in Class I cavities restored with conventional composite resin, while the use of reinforcing fibers did not positively contribute to bond strength.

Keywords: Adhesion; Composite Resin; Biomimetics; Bond Strength.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Materiais odontológicos utilizados.....	17
Quadro 2 - Divisão dos grupos de tratamento restauradores.....	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média e desvio-padrão da resistência de união nos diferentes grupos de tratamento.....	23
Tabela 2 - Número absoluto e frequência percentual do tipo de falha nos diferentes grupos de tratamento.....	25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. METODOLOGIA.....	16
2.1 Delineamento Experimental.....	16
2.1.1 Reforço adicional à camada híbrida em três níveis:.....	16
2.1.2 A variável resposta considerada:.....	16
2.2 Seleção dos Dentes.....	16
2.3 Preparo das Amostras.....	18
2.4 Randomização e Divisão dos Grupos Experimentais.....	19
2.5 Ensaio de Resistência de União por Microtração.....	21
2.6 Análise do Padrão de falha.....	22
2.7 Análise Estatística.....	22
3. RESULTADOS.....	23
3.1 Resistência de União.....	23
3.2 Padrão de Falha.....	24
4. DISCUSSÃO.....	26
5. CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS.....	31
ANEXOS.....	36

1. INTRODUÇÃO

A odontologia restauradora teve avanços significativos nas últimas décadas, principalmente impulsionados pelo desenvolvimento da era adesiva, o qual transformou a interação dos materiais restauradores com o substrato dentário (MOUFTI; ALGHAMDI, 2022). Antes da introdução dos sistemas adesivos, a fixação dos materiais restauradores baseava-se em mecanismos de retenção mecânica, como observado no uso da amálgama de prata e dos cimentos convencionais (KHURSHID et al., 2021). Diante disso, as resinas compostas se tornaram os materiais restauradores diretos de escolha devido às suas propriedades mecânicas satisfatórias, capacidade de adesão ao esmalte e à dentina, além da possibilidade de mimetizar as características ópticas do dente natural (MENEZES-SILVA et al., 2022).

Assim, a evolução dos sistemas adesivos foi crucial para o sucesso clínico das restaurações em resina composta, pois, inicialmente, os adesivos exigiam múltiplas etapas de aplicação, como o condicionamento ácido do esmalte e da dentina, seguido da aplicação de primer e do agente adesivo (NIKAIDO; TAGAMI, 2019). Dessa maneira, os sistemas adesivos de condicionamento ácido total utilizam ácido fosfórico para remover a smear layer e desmineralizar a superfície dental, favorecendo o molhamento do adesivo e proporcionando alta adesão ao esmalte, porém essa técnica pode aumentar a sensibilidade pós-operatória na dentina devido ao possível colapso das fibrilas colágenas (MOUFTI; ALGHAMDI, 2022). Com o avanço da tecnologia, surgiram sistemas adesivos simplificados, como os autocondicionantes, que reduziram o número de etapas clínicas e o tempo operatório, de forma a tornar o procedimento mais previsível e eficiente, já que

incorporam a *smear layer* na camada híbrida, o qual torna a técnica adesiva menos propensa à sensibilidade pós operatória, sendo portanto, mais conservadora. Entretanto, sua adesão ao esmalte é inferior, sendo recomendado o condicionamento seletivo, no qual o ácido fosfórico é aplicado apenas ao esmalte para otimizar a adesão (FUENTES et al., 2020; VAN MEERBEEK et al., 2020; SARTORI et al., 2021).

Algumas limitações inerentes ao material ainda representam desafios clínicos, sendo a contração e a tensão de polimerização os principais fatores que comprometem a longevidade das restaurações (BOYER et al., 2019). A contração de polimerização ocorre devido à conversão dos monômeros em polímeros durante a fotoativação, o qual promove uma redução de volume do material restaurador. Essa diminuição pode variar entre 1% e 5%, dependendo da composição da resina e das condições de polimerização (TAUBÖCK; ATTIN, 2019). Como consequência dessa contração, forças são geradas na interface adesiva, que pode comprometer a adaptação marginal da restauração e resultar em falhas como microinfiltração, aumento da sensibilidade pós-operatória, movimentação de cúspides e até a sua falha (Zorzin et al., 2021; Lins et al., 2019). A tensão de polimerização está diretamente associada à taxa de conversão dos monômeros e à rigidez final do polímero formado. Quanto maior a taxa de polimerização e menor a capacidade da resina de dissipar tensões, maior será a força gerada sobre as paredes cavitárias (Boaro et al., 2019). Diversos fatores influenciam a magnitude dessas tensões, incluindo o tipo de resina composta, a intensidade e o modo de fotoativação, além da configuração cavitária (Alshali et al., 2019). Cavidades com um fator C elevado (relação entre superfícies aderidas e não aderidas) estão mais propensas ao

desenvolvimento de tensões excessivas, o que pode levar a falhas marginais e favorecer a infiltração bacteriana (Pereira-Cenci et al., 2020).

Por isso, a resina composta fluida (*flowable composite*) tem sido amplamente empregada como material coadjuvante em restaurações diretas, devido às suas propriedades reológicas e à sua capacidade de adaptação ao substrato dentário (SABBAGH et al., 2020). Caracteriza-se por apresentar menor viscosidade em comparação às resinas compostas convencionais, o que possibilita uma maior fluidez e um adequado escoamento sobre superfícies irregulares, favorecendo a adaptação marginal e a redução de defeitos na interface adesiva (Wagner et al., 2021). Entre as principais indicações da resina composta fluida, destaca-se seu uso como camada intermediária em restaurações com resinas compostas convencionais (ILIE; HICKEL, 2020, p. 530). Essa abordagem tem sido sugerida como estratégia para reduzir as tensões geradas pela contração de polimerização, uma vez que materiais de menor módulo de elasticidade, como as resinas fluidas, apresentam maior capacidade de dissipação de tensões (Garcia et al., 2020), além disso, a sua aplicação em camada fina pode otimizar a infiltração e a penetração em irregularidades cavitárias, e forma a contribuir para o selamento da interface adesiva e minimizando riscos de microinfiltração (Celik et al., 2021). Entretanto, apesar dos benefícios proporcionados pelo uso da resina composta fluida, algumas limitações devem ser consideradas, pois devido ao seu menor conteúdo de carga inorgânica, esses materiais apresentam menor resistência mecânica e maior susceptibilidade ao desgaste quando comparados às resinas compostas convencionais (Wagner et al., 2021).

Contudo, com os avanços dos estudos, surgiram no mercado as resinas compostas fluidas com alta concentração de carga inorgânica, também conhecidas como resinas "heavy flow", que apresentam uma inovação importante na odontologia restauradora contemporânea, já que esse tipo de resina foi desenvolvido para superar as limitações das resinas fluidas tradicionais, de modo a oferecer melhor desempenho mecânico, maior resistência ao desgaste e menor contração de polimerização, enquanto preserva a fluidez que favorece a adaptação às paredes cavitárias (GAROUSHI et al., 2020). Um exemplo desse avanço é a GrandioSO Heavy Flow (VOCO), que possui cerca de 83,5% de carga em peso, valor que se aproxima do conteúdo de carga encontrado em resinas compostas convencionais. A alta concentração de partículas promove maior rigidez e resistência, o que permite seu uso em diversas indicações clínicas, como restaurações diretas em dentes posteriores, selamento de áreas cervicais não cariosas, forramentos cavitários, reparos em restaurações indiretas e selamento de fissuras. De acordo com Khurshid et al. (2021), esse tipo de resina também se mostra vantajoso do ponto de vista biomimético, por oferecer melhor adaptação marginal e comportamento biomecânico semelhante ao dos tecidos dentários naturais.

Atrelado a isso, o uso de fibras de reforço tem sido proposto como uma estratégia eficaz para minimizar os efeitos deletérios dessa contração, promovendo uma distribuição mais equilibrada das tensões e aumentando a resistência mecânica da restauração (Göllner et al., 2021). As fibras de reforço, como as de vidro, possuem propriedades mecânicas vantajosas, que se destacam pela elevada resistência à tração e apresentam um módulo de elasticidade compatível com a estrutura dentária, que quando incorporadas à resina composta, tais fibras atuam como uma matriz secundária, que auxiliam na dissipação das tensões geradas

durante a polimerização e reduzem a propagação de trincas, contribuindo para a integridade e durabilidade da restauração (Garoushi; Vallittu, 2021). A aplicação das fibras pode ser feita de diferentes maneiras, incluindo sua incorporação na resina composta fluida, a inserção entre camadas incrementais ou o uso como estrutura de reforço em restaurações extensas; porém, para garantir o desempenho adequado das fibras de reforço, é essencial seguir protocolos específicos de manipulação, incluindo a correta impregnação das fibras com o sistema adesivo e a adequada integração com a resina composta (JOKSTAD, 2019).

Estas técnicas adesivas são baseadas em abordagens biomiméticas, que se caracterizam pela reprodução das propriedades naturais dos tecidos dentários com o objetivo de restabelecer a função e a estética do dente, de forma conservadora e eficaz. Esse princípio norteia o desenvolvimento de materiais e técnicas restauradoras que procuram replicar as características biomecânicas, estruturais e ópticas dos dentes naturais, possibilitando uma reabilitação que preserve a integridade e respeite o comportamento biomecânico do remanescente dentário (MAGNE; DOUGLASS, 1999). Dentre as abordagens na biomimética, destaca-se a técnica de estratificação de resinas compostas, na qual são combinadas diferentes opacidades e níveis de translucidez para reproduzir com fidelidade a complexidade óptica do esmalte e da dentina naturais (Dietschi; Krejci, 2020); como também, a adoção de técnicas adesivas minimamente invasivas contribui para a máxima preservação da estrutura dentária sadia, minimizando a necessidade de desgastes excessivos e promovendo maior longevidade das restaurações (MENEZES-SILVA et al., 2020). Dessa forma, observa-se a aplicabilidade clínica dos novos materiais restauradores, associada ao aprimoramento das técnicas de inserção e adaptação na cavidade, possibilitando uma abordagem restauradora mais conservadora e

contribuindo para a longevidade das restaurações, especialmente diante das limitações inerentes aos materiais resinosos (KHURSHID et al., 2021). Além disso, a adoção de técnicas restauradoras fundamentadas na odontologia biomimética representa um aspecto relevante a ser investigado em estudos laboratoriais, com o objetivo de validar essa filosofia em relação aos diferentes materiais resinosos disponíveis.

O desenvolvimento de novas estratégias para fortalecer a estrutura e a função de um substrato dentário comprometido permanece um desafio clínico, sendo esse o princípio fundamental da odontologia biomimética (QASIM et al., 2020). Assim, técnicas adesivas alternativas, como o uso de sistemas adesivos autocondicionantes, a aplicação de resina composta de baixa viscosidade e elevada concentração de carga, conhecida como a técnica *resin coating*, e a incorporação de fibras de reforço em cavidades extensas, têm sido propostas como abordagens para melhorar a resistência estrutural de dentes biomecanicamente enfraquecidos (Macedo et al., 2019; Miletic et al., 2021). Dessa maneira, a presente pesquisa *in vitro* fundamenta-se no conceito biomimético, buscando avaliar o desempenho dessas estratégias restauradoras, o qual tem o objetivo avaliar a resistência de união e o padrão de falha da resina composta convencional associada a um sistema adesivo convencional de três passos, quando submetida a diferentes abordagens biomiméticas em dentes humanos, de maneira a analisar a resistência de união imediata de restaurações em resina composta convencional utilizando distintas técnicas restauradoras biomiméticas; e identificar e caracterizar o padrão de falha das diferentes abordagens adesivas fundamentadas em princípios biomiméticos.

2. METODOLOGIA

2.1 Delineamento Experimental

As unidades experimentais consistiram em cavidades classe I preparadas em molares de dentes humanos hígidos (n=32). Os fatores em estudo foram:

2.1.1 Reforço adicional à camada híbrida em três níveis:

- Aplicação imediata de resina composta flow;
- Aplicação de resina composta flow com espera de 5 minutos;
- Utilização de fibra de reforço.

2.1.2 A variável resposta considerada:

- Resistência de união por microtração (μm);
- Padrão de falha.

2.2 Seleção dos Dentes

Foram utilizados trinta e dois molares humanos, extraídos em ambiente universitário (Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Alagoas) ou em consultórios particulares localizados na cidade de Maceió, por indicação prévia de cirurgiões-dentistas não relacionados com esta pesquisa. Os dentes foram doados de forma anônima e armazenados em frascos não identificados pelos pesquisadores cadastrados no estudo. A coleta foi realizada conforme aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas (CAAE: 66898423.7.0000.5013).

Para a seleção dos dentes, foram considerados apenas terceiros molares hígidos e com rizogênese completa. Como critérios de exclusão, foram descartados dentes que apresentassem:

- Restaurações prévias de qualquer material;
- Lesões de cárie ativas ou inativas, em qualquer estágio de desenvolvimento;
- falhas, trincas, hipoplasias;
- Amelogênese ou dentinogênese imperfeita;
- Outras alterações dos tecidos dentais duros.

Após a coleta, os dentes foram limpos por meio de raspagem manual com cureta periodontal McCall 13-14 (Duflex, SS White) para remoção de debris orgânicos, seguida de polimento com taça de borracha (KG Sorensen) e pedra-pomes (SS White) com água. Posteriormente, os dentes foram armazenados em solução de timol (Labsynth) a 4°C por até três meses (Sebold et al., 2021). Os materiais, os fabricantes e a composição dos materiais utilizados no estudo estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1. Materiais odontológicos utilizados.

Material	Fabricante	Composição
Resina composta (Opallis)	FGM, Joinville, SC, Brasil	Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, TEGDMA, sílica, canforquinona
Resina composta flow (GrandioSO Heavy Flow)	VOCO, Cuxhaven, Alemanha	Bis-GMA, Trietilen Glicol Dimetacrilato (TEGDMA), Bis-EMA, 83% de partículas de cerâmica de vidro e dióxido de silício

Ácido fosfórico 35%	Ultradent, Products Inc., South Jordan, UT, EUA	Ácido fosfórico 35%, espessante
Sistema adesivo convencional (Optibond FL)	Kerr Corporation, Orange, CA, EUA	Primer: álcool etílico, água e resina dimetacrilato alquil. Bond: Hidroxietil metacrilato (HEMA), trifluoreto de itérbio, metacrilato de trimetoxissililpropilo, hidroxipropanodiol bismetacrilato, óxidos de vidro, fluossilicatos alcalinos
Fita de contenção e reforço (Ribbond)	Oraltech	Polietileno

Fonte: Própria

2.3 Preparo das Amostras

Cada dente teve sua estrutura radicular removida por meio de seccionamento com disco de alta concentração de diamante (Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, EUA) em cortadeira de alta precisão, sob irrigação constante, a aproximadamente 2 mm abaixo da junção cimento-esmalte. Posteriormente, as faces oclusais dos dentes foram planificadas em máquina de polimento (Arotec S. A. Indústria e Comércio, Cotia, SP, Brasil) utilizando-se lixas de carbeto de silício de granulações sequenciais (#400, #800 e #1200, 3M, Sumaré, SP, Brasil).

As cavidades classe I foram confeccionadas utilizando pontas diamantadas esféricas (#1016, KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) em alta rotação para o desgaste do esmalte, e brocas do tipo carbide (#56L, KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) em baixa rotação para o desgaste da dentina, sob irrigação constante. As cavidades

foram padronizadas com dimensões de 5 mm no sentido mésio-distal, 4 mm vestibulo-lingual e 4 mm de profundidade, além de apresentarem ângulo cavossuperficial em esmalte. As dimensões foram verificadas com paquímetro digital (MTX, Guarulhos, SP, Brasil) (Nikaido et al., 2002).

2.4 Randomização e Divisão dos Grupos Experimentais

O grupo 1 foi considerado o grupo controle, sendo submetido ao protocolo restaurador recomendado pelo fabricante; já os grupos 2 a 4 tiveram suas abordagens restauradoras baseadas em critérios biomiméticos. Para todos os grupos, a resina composta convencional (Opallis, FGM) foi inserida em dois incrementos horizontais de 2 mm e fotopolimerizada por 20 segundos (Valo, Ultradent, South Jordan, UT, EUA).

Quanto à técnica adesiva, todos os grupos receberam o sistema adesivo convencional de três passos (Optibond FL). O condicionamento foi realizado com ácido fosfórico a 35% por 15 segundos no substrato dentinário e por 30 segundos no esmalte, seguido de lavagem abundante por pelo menos 60 segundos. A secagem foi feita de forma intensa no esmalte e, na dentina, com papel absorvente, a fim de manter o substrato dentinário úmido. Em seguida, o primer foi aplicado de forma ativa na dentina por 30 segundos, volatilizado por 5 segundos, e, posteriormente, o adesivo foi aplicado de forma ativa no esmalte e na dentina, seguido de volatilização pelo mesmo tempo e fotoativação, conforme as recomendações do fabricante.

Nos grupos submetidos a técnicas baseadas em princípios biomiméticos, os protocolos foram estabelecidos da seguinte forma: para o grupo G2, foi aplicada uma camada de resina composta flow com espessura de 0,5 mm imediatamente após a aplicação do sistema adesivo (Ozel; Soyman, 2009). Esse incremento foi fotoativado imediatamente pelo tempo recomendado pelo fabricante, e, em seguida,

procedeu-se com a inserção da resina composta convencional. Já no grupo G3, o protocolo foi semelhante ao do grupo G2; contudo, após a aplicação da resina flow, aguardou-se um tempo de 5 minutos antes da fotoativação (Fukeygawa et al., 2006) e, posteriormente, realizou-se a inserção da resina composta convencional. Por fim, para o grupo G4, foi adotado o mesmo protocolo do grupo G3, porém, posicionou-se uma fibra de reforço (Ribbond, Oraltech) com 4 mm de comprimento no primeiro incremento de resina flow voltado para a parede pulpar, antes da continuidade do protocolo restaurador convencional (Ozel; Soyman, 2009).

Todos os dentes restaurados foram armazenados em ambiente com 100% de umidade a 37°C por 24 horas, para, posteriormente, serem submetidos aos métodos de avaliação. As 32 amostras foram aleatoriamente distribuídas em quatro grupos de tratamentos restauradores, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2. Divisão dos grupos de tratamento restauradores.

Grupo	Sistema adesivo	Estratégia adesiva adicional
G1 (Controle)	Resina composta convencional (Opallis)	Convencional (Optibond FL)
G2	Resina composta convencional (Opallis)	Convencional (Optibond FL) + Resina composta flow (GrandioSO Heavy Flow)
G3	Resina composta convencional (Opallis)	Convencional (Optibond FL) + Resina composta flow (GrandioSO Heavy Flow) + 5 min de espera
G4	Resina composta convencional (Opallis)	Convencional (Optibond FL) + Resina composta flow (GrandioSO Heavy Flow) + 5 min de espera + Fibra de reforço

Fonte: Própria

2.5 Ensaio de Resistência de União por Microtração

Após 24 horas de armazenamento, os dentes restaurados foram seccionados em direção perpendicular à área de união, gerando espécimes em forma de paralelepípedo com 1 mm² de área transversal. Os espécimes foram fixados em dispositivos para microtração com cola à base de cianoacrilato e testados em máquina de ensaio universal (EZ Test, Shimadzu, Kyoto, Japão) a uma velocidade de 1 mm/min até a falha. Os valores foram convertidos para MPa pela fórmula: $RU = C \times 9,80665/A$ (Sebold et al., 2021).

2.6 Análise do Padrão de falha

Os espécimes fraturados foram analisados sob lupa de magnificação (Kasvi, São José dos Pinhais, PR, Brasil) e classificados em sete tipos de falhas (Santi et al., 2024), sendo elas: falha tipo I (falha coesiva em resina composta); tipo II (falha adesiva entre resina composta e adesivo); tipo III (falha adesiva entre superfície dentinária e adesivo); tipo IV (falha mista: exposição de superfície dentinária, adesivo e resina composta na mesma superfície); tipo V (falha coesiva no sistema adesivo); tipo VI (falha coesiva na camada híbrida); tipo VII (falha coesiva em dentina). Para que padrão de falha não seja considerado misto, 70% ou mais do tipo de padrão específico deve estar presente na superfície avaliada (Santi et al., 2024).

2.7 Análise Estatística

Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk a fim de se verificar a normalidade dos dados. Em seguida, foi realizado o teste estatístico ANOVA 1-fator e *post-hoc* de LSD ($\alpha=5\%$). O padrão de falha foi avaliado de forma descritiva.

3. RESULTADOS

3.1 Resistência de União

A Tabela 1 apresenta a média e o desvio-padrão dos valores de resistência de união (MPa) para os diferentes grupos experimentais. O teste estatístico indicou diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p < 0,05$). O grupo G2 apresentou a maior média de resistência de união, diferindo estatisticamente do G4 ($p = 0,03$), o qual apresentou o menor valor. Os grupos G1 e G3 apresentaram valores de resistência de união semelhantes estatisticamente aos demais grupos (G2 e G4) ($p > 0,05$).

Tabela 1. Média e desvio-padrão da resistência de união nos diferentes grupos de tratamento.

Tabela 1. Média e desvio-padrão da resistência de união nos diferentes grupos de tratamento.

	Resistência de união (MPa)
G1	33,23 (5,8) AB
G2	44,76 (7,7) A
G3	40,85 (14,8) AB
G4	31,58 (12,0) B

Letras diferentes entre si indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) de acordo com ANOVA de uma via com post-hoc LSD.

Fonte: Própria

3.2 Padrão de Falha

A Tabela 2 apresenta o número absoluto e a frequência percentual dos tipos de falha observados em cada grupo experimental, considerando o total de falhas dentro de cada grupo como 100%. O padrão de falha variou entre os grupos, evidenciando diferenças no comportamento das interfaces adesivas de acordo com a técnica restauradora utilizada.

O grupo G1 apresentou uma distribuição relativamente equilibrada entre os tipos de falha, com predominância de falhas do tipo IV (35%) e VII (25%), indicando presença considerável de fraturas mistas e coesivas em resina composta. O grupo G2, que obteve a maior média de resistência de união, apresentou maior frequência de falhas do tipo VII (40%), seguidas dos tipos II (20%) e IV (20%), sugerindo uma maior resistência da interface adesiva e maior envolvimento da resina composta nas fraturas. No grupo G3, observou-se maior prevalência das falhas tipo IV (31,58%) e I (21,05%), com menor ocorrência de falhas adesivas. Já o grupo G4 apresentou maior frequência de falhas do tipo II (31,11%) e tipo I (20%), associadas a falhas adesivas e coesivas em dentina, respectivamente, o que corrobora com os baixos valores de resistência de união encontrados nesse grupo.

Tabela 2. Número absoluto e frequência percentual do tipo de falha nos diferentes grupos de tratamento.

Tabela 2. Número absoluto e frequência (%) do tipo de falha nos diferentes grupos de tratamento.

	Tipo de falha						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
G1	2 (10)	3(15)	2(10)	7(35)	1(5)	0(0)	5(25)
G2	1 (2,86)	7(20)	4(11,43)	7(20)	2(5,71)	0(0)	14(40)
G3	4(21,05)	0(0)	2(10,53)	6(31,58)	3(15,79)	0(0)	4(21,05)
G4	9(20)	14(31,11)	2(4,44)	13(28,89)	4(8,89)	0(0)	3(6,67)

Fonte: Própria

4. DISCUSSÃO

Apesar dos avanços significativos na Odontologia Restauradora, a adesão entre os materiais restauradores e os tecidos dentários ainda representa um dos principais desafios clínicos. A formação de uma união durável e eficiente entre o adesivo e a estrutura dentária, especialmente a dentina, com sua complexidade anatômica e histológica, é influenciada por diversos fatores, como a umidade do substrato, a composição química dos sistemas adesivos, o grau de conversão dos monômeros, a técnica de aplicação, além de tensões geradas pela contração de polimerização durante a fotoativação (KURARAY et al., 2020; KHURSHID et al., 2021; TAUBÖCK; ATTIN, 2019; ZORZIN et al., 2021). Entretanto, os resultados obtidos no presente estudo demonstram que essas dificuldades podem ser minimizadas, uma vez que os métodos empregados foram eficazes na dissipação das tensões de polimerização e na promoção de um selamento marginal adequado, de maneira a diferir com a visão tradicional de que a adesão à dentina representa um obstáculo insuperável, indicando que a escolha criteriosa de materiais e técnicas pode resultar em desempenho adesivo previsível e clinicamente viável.

Diante do exposto, no Grupo 2 a técnica restauradora consistiu na aplicação imediata de uma camada de resina composta flow sobre a dentina, seguida da inserção da resina composta convencional. Assim, os resultados demonstraram que o Grupo 2 apresentou maior valor médio de resistência de união em relação ao G4. Esse desempenho sugere que a aplicação imediata da resina flow pode favorecer o escoamento e a formação de uma interface adesiva eficiente, promovendo a dissipação das tensões geradas pela polimerização e contribuindo para uma união mais estável, conforme apontado também por estudos recentes (ILIE et al., 2021; TAUBÖCK et al., 2019), o qual seus achados reforçam o potencial clínico dessa

abordagem como alternativa viável para o reforço imediato da camada híbrida sem necessidade de etapas adicionais.

Dentre tais alternativas, a fita de fibra de polietileno (Ribbond) representa uma solução restauradora moderna, baseada nos princípios de reforço estrutural, pois é um material composto por fibras de polietileno entrelaçadas, biocompatíveis, tratadas com plasma para melhorar sua adesão à matriz resinosa (MILETIC et al., 2021). Suas principais indicações clínicas incluem o reforço de restaurações diretas extensas em dentes posteriores, contenções pós-trauma, confecção de próteses provisórias, reforço de próteses fixas adesivas e estabilização periodontal (MACHADO et al., 2021; YAZICI et al., 2020). Entre suas propriedades destacam-se a elevada resistência à tração, flexibilidade e um módulo de elasticidade semelhante ao da dentina, o que favorece a dissipação das tensões geradas durante a polimerização e a função mastigatória (MILETIC et al., 2021). Além disso, sua estrutura entrelaçada evita a propagação de trincas e atua como uma “rede de segurança” interna ao material restaurador, aumentando a longevidade da restauração, especialmente em cavidades de alto fator C (YAZICI et al., 2020).

Todavia, a fita de fibra de polietileno como estratégia de reforço adicional à interface adesiva (G4) apresentou os menores valores de resistência de união por microtração entre os grupos avaliados. Apesar da proposta biomimética ser de promover uma melhor dissipação de tensões e reforço mecânico da estrutura restaurada, os resultados obtidos neste estudo indicam que a aplicação da fibra não favoreceu a adesão imediata em cavidades classe I. Esse desempenho inferior pode estar relacionado à dificuldade de completa impregnação da fibra com a resina composta ou à possível interferência física da fita na formação ideal da camada

híbrida, comprometendo a continuidade e a coesão da interface adesiva (Garoushi et al., 2020; Miletic et al., 2021). Embora a literatura aponte benefícios da fibra de polietileno em casos clínicos com grandes perdas estruturais ou em dentes posteriores submetidos a altos níveis de carga, os dados deste estudo sugerem que, em situações de restaurações diretas simples, como cavidades classe I, essa técnica pode não oferecer vantagens imediatas em termos de resistência adesiva.

Uma das abordagens investigadas no presente estudo foi a aplicação da resina composta flow após um tempo de espera de cinco minutos (*delay*), com o objetivo de simular a interação dinâmica do adesivo com a umidade presente na dentina. Essa técnica tem sido explorada por pesquisadores como Sebold et al. (2021), que demonstraram que o adiamento da inserção do material restaurador pode favorecer a adaptação da interface adesiva ao ambiente úmido, sem comprometer a resistência de união. O tempo de espera permite uma difusão mais completa dos monômeros do sistema adesivo na matriz colágena exposta da dentina, promovendo uma formação mais estável da camada híbrida. Os resultados observados indicam que a técnica de delay não comprometeu a resistência adesiva, apresentando inclusive padrões de falha mais favoráveis, sugerindo ser uma alternativa viável dentro das estratégias restauradoras biomiméticas.

Em se tratando de uma pesquisa laboratorial e dos diferentes tipos de técnicas restauradoras, o presente estudo apresenta algumas limitações, que incluem o próprio estudo *in vitro*, uma vez o ambiente laboratorial não reflete o comportamento clínico real das restaurações; o número limitado de amostras reduzem a generalização dos resultados, uma vez que se a amostragem fosse maior, poderia oferecer dados mais precisos estatisticamente; a restrição de um

único tipo de sistema adesivo e resina composta, já que foi usada somente a Resina Composta Convencional Opallis da FGM, na cor A3, além do sistema Optibond FL Primer + Adesivo - Kerr, que pode restringir a aplicabilidade dos resultados a outros materiais disponíveis no mercado; a avaliação da resistência de união imediata, pois não houve a avaliação da resistência ao longo do tempo, sob condições contínuas, que poderiam apresentar variações não abordadas neste estudo.

5. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo permitiram concluir que as diferentes abordagens restauradoras baseadas em princípios biomiméticos influenciam diretamente a resistência de união entre o substrato dentário e o material restaurador. Além disso, o uso de resina composta flow após a aplicação do sistema adesivo convencional de três passos pode favorecer um aumento na performance adesiva em restauração classe I com resina composta convencional.

REFERÊNCIAS

ALSHALI, R. Z. et al. Influence of cavity design and light-curing method on polymerization shrinkage stress and strain in resin-based composite restorations. **Dental Materials**, [S.l.], v. 35, n. 12, p. 1674–1681, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2019.08.104>. Acesso em: 05 mar. 2025.

BOARO, L. C. C. et al. How different curing intensities and modes affect the polymerization stress and the degree of conversion of bulk-fill composites. **Journal of Dentistry**, [S.l.], v. 85, p. 20–29, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2019.04.002>. Acesso em: 07 mar. 2025.

BOYER, D. B.; CHAN, K. C.; TORNEY, D. L. Adhesive properties and polymerization shrinkage of composite resins. **Journal of Dental Research**, [S.l.], v. 58, n. 5, p. 1902–1910, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/00220345790580050701>. Acesso em: 07 mar. 2025.

DIETSCHI, D.; KREJCI, I. Biomimetic restorative dentistry: an updated guide for clinical practice. **Quintessence International**, [S.l.], v. 51, n. 8, p. 646–657, 2020. Acesso em: 05 mar. 2025.

FUENTES, V. et al. Current adhesive systems in restorative dentistry: A review. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, [S.l.], v. 12, n. 6, p. e602–e609, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.4317/jced.56872>. Acesso em: 10 mar. 2025.

FUKEGAWA, D. et al. Chemical interaction of phosphoric acid with hydroxyapatite. **Journal of Dentistry**, v. 34, n. 5, p. 467–471, 2006. DOI: 10.1016/j.jdent.2005.09.007. Acesso em: 20 fev. 2025.

GAROUSHI, S.; VALLITTU, P. K. Fiber-reinforced composites in fixed partial dentures. **Dental Materials**, [S.l.], v. 37, n. 2, p. 223–236, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2020.11.007>. Acesso em: 10 mar. 2025.

GAROUSHI, S. et al. Clinical performance and durability of flowable composites in posterior teeth: A review and meta-analysis. **Journal of Dentistry**, [S.l.], v. 103, p. 103497, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2020.103497>. Acesso em: 05 abr. 2025.

GÖLLNER, M. et al. Influence of polyethylene fiber reinforcement on marginal integrity and load-bearing capacity of direct composite restorations. **Clinical Oral Investigations**, [S.l.], v. 25, p. 1515–1523, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03429-1>. Acesso em: 05 abr. 2025.

ILIE, N.; HICKEL, R. Resin composite restorative materials. **Dental Clinics of North America**, [S.l.], v. 64, n. 3, p. 525–539, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cden.2020.03.002>. Acesso em: 15 abr. 2025.

ILIE, N.; STÄDLER, P.; HICKEL, R. Polymerization kinetics and polymerization shrinkage of flowable composites. **Clinical Oral Investigations**, [S.l.], v. 25, p. 269–278, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03530-3>. Acesso em: 20 mar. 2025.

JOKSTAD, A. Fibre-reinforced dental materials: A review. **European Journal of Oral Sciences**, [S.l.], v. 127, n. S1, p. 74–84, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/eos.12601>. Acesso em: 20 fev. 2025.

KHURSHID, Z. et al. Advances in adhesive restorative dentistry: Role of nanotechnology, resin composites, and future perspectives. **Materials**, [S.l.], v. 14, n. 12, p. 1–20, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ma14123315>. Acesso em: 05 mar. 2025.

KHURSHID, Z. et al. Resin-based dental composites: an insight into current developments, mechanical properties, and clinical performance. **Materials**, [S.l.], v. 14, n. 7, p. 1787, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ma14071787>. Acesso em: 10 abr. 2025.

KURARAY NORITAKE DENTAL INC. Performance of dental adhesives in dentin bonding: Current knowledge and future prospects. **International Dental Journal**, [S.l.], v. 70, p. 163–174, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/idj.12537>. Acesso em: 20 fev. 2025.

MACHADO, J. P. et al. Application of polyethylene fiber (Ribbond) in restorative dentistry: a clinical and laboratory overview. **Brazilian Dental Science**, [S.l.], v. 24, n. 3, p. 1–9, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/bds.2021.v24i3.2644>. Acesso em: 05 mar. 2025.

MAGNE, P.; DOUGLASS, W. H. Optimum esthetics and biomechanics in anterior restorations: the biomimetic approach. **Quintessence International**, [S.l.], v. 30, n. 1, p. 5–12, 1999. Acesso em: 20 fev. 2025.

MENEZES-SILVA, R. et al. Clinical performance of resin composite restorations: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Dentistry**, [S.l.], v. 122, p. 104127, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2022.104127>. Acesso em: 07 mar. 2025.

MENEZES-SILVA, R. et al. Minimal intervention dentistry and adhesive restorations: concepts, techniques and clinical considerations. **Operative Dentistry**, [S.l.], v. 45, n.

2, p. 167–175, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.2341/19-089-LIT>. Acesso em: 20 fev. 2025.

MILETIC, I. et al. Reinforcement of endodontically treated teeth with fiber-reinforced composites: A review of the current literature. **Applied Sciences**, [S.l.], v. 11, n. 7, p. 3108, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app11073108>. Acesso em: 05 mar. 2025.

MONDELLI, J. et al. **Fundamentos de dentística operatória**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018. Acesso em: 10 abr. 2025.

MOUFTI, M. A.; ALGHAMDI, A. S. Technological advancements in dentistry: a review of recent innovations and future perspectives. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, [S.l.], v. 14, n. 1, p. e10–e16, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.4317/jced.58329>. Acesso em: 20 fev. 2025.

NIKAIDO, T. et al. Bond strengths of four adhesive systems to occlusal enamel and dentin. **Operative Dentistry**, [S.l.], v. 27, n. 5, p. 438–444, 2002. Acesso em: 07 mar. 2025.

NIKAIDO, T.; TAGAMI, J. Current adhesive systems: A review of adhesive interface and durability. **Dental Materials Journal**, [S.l.], v. 38, n. 1, p. 48–56, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.4012/dmj.2018-110>. Acesso em: 05 mar. 2025.

OZEL, Y.; SOYMAN, M. The effect of a flowable resin lining on microleakage and internal voids in Class II composite restorations. **Operative Dentistry**, v. 34, n. 6, p. 729–735, 2009. DOI: 10.2341/08-071-L. Acesso em: 20 fev. 2025

PEREIRA-CENCI, T. et al. Influence of cavity configuration and filling technique on microleakage of resin composite restorations. **Clinical Oral Investigations**, [S.l.], v. 24, p. 1549–1556, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00784-019-03016-z>. Acesso em: 20 fev. 2025.

QASIM, T. et al. Biomimetic restorative materials and techniques for minimally invasive dentistry. **Dental Materials Journal**, [S.l.], v. 39, n. 1, p. 1–12, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.4012/dmj.2019-053>. Acesso em: 07 mar. 2025.

SABBAGH, J. et al. Flowable resin composites: a review of recent advances. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, [S.l.], v. 32, n. 2, p. 190–202, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jerd.12527>. Acesso em: 10 abr. 2025.

SEBOLD, M. et al. Effect of different storage media on dentin bond strength: a laboratory study. **Dental Materials Journal**, [S.l.], v. 40, n. 2, p. 300–307, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.4012/dmj.2020-071>. Acesso em: 10 abr. 2025.

SEBOLD, M. et al. Influence of delayed placement of composite on bond strength and nanoleakage of universal adhesive systems. **Journal of Applied Oral Science**, [S.l.], v. 29, e20200784, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-7757-2020-0784>. Acesso em: 07 mar. 2025.

SANTI, L. L. et al. Classification of failure modes in microtensile bond strength testing of dental materials: a standardized approach. **Journal of Adhesive Dentistry**, [S.l.], v. 26, n. 1, p. 25–33, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3290/j.jad.b4210429>. Acesso em: 10 abr. 2025.

TAUBÖCK, T. T.; ATTIN, T. Polymerization shrinkage and shrinkage stress of resin-based restorative materials: A review of literature. **Journal of Functional Biomaterials**, [S.l.], v. 10, n. 3, p. 1–16, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/jfb10030030>. Acesso em: 20 fev. 2025.

TAUBÖCK, T. T.; ATTIN, T.; BUCHALLA, W. Influence of light-curing protocols on polymerization shrinkage stress of bulk-fill composites. **Dental Materials Journal**, [S.l.], v. 38, n. 3, p. 453–460, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.4012/dmj.2018-051>. Acesso em: 20 mar. 2025.

VAN MEERBEEK, B. et al. Evolution of adhesive dentistry: Where are we today? Where are we heading? **Journal of Adhesive Dentistry**, [S.l.], v. 22, n. 2, p. 91–103, 2020. Acesso em: 20 mar. 2025.

WAGNER, A. et al. Flowable resin composites: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Dentistry**, [S.l.], v. 91, p. 103257, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2019.103257>. Acesso em: 10 mar. 2025.

WEI, W. et al. Current status of fiber-reinforced composites in restorative dentistry: A review. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, [S.l.], v. 13, n. 3, p. 211–219, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.4317/jced.58029>. Acesso em: 10 mar. 2025.

WU, X. et al. Effectiveness of fiber-reinforced composite restorations in terms of post-operative sensitivity and bond strength. **Journal of Adhesive Dentistry**, [S.l.], v. 23, n. 5, p. 389–398, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3290/j.jad.b4210925>. Acesso em: 10 abr. 2025.

YAMADA, R. et al. Bond strength of fiber-reinforced composites to dentin and enamel: A systematic review. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**,

[S.l.], v. 13, n. 5, p. 448–456, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.4317/jced.59129>. Acesso em: 20 fev. 2025.

YANG, J. et al. Biomimetic composite materials in restorative dentistry: A review. **Journal of Materials Science: Materials in Medicine**, [S.l.], v. 32, n. 9, p. 1–12, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10856-021-06562-2>. Acesso em: 07 mar. 2025.

YU, S. et al. Effects of different curing techniques on the properties of flowable composite resins. **Journal of Prosthetic Dentistry**, [S.l.], v. 123, n. 6, p. 826–832, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2019.07.011>. Acesso em: 05 mar. 2025.

ANEXOS

Anexo 1. Comprovante de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALAGOAS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação adesiva de diferentes abordagens restauradoras baseadas em princípios biomiméticos

Pesquisador: RODRIGO BARROS ESTEVES LINS

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 66898423.7.0000.5013

Instituição Proponente: Faculdade de Odontologia

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.993.295

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

MACEIO, 10 de Abril de 2023

Assinado por:

Thaysa Barbosa Cavalcante Brandão
(Coordenador(a))