



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
MESTRADO EM ODONTOLOGIA



LUANA BARBIERI TRINTA

**IMPACTO DA MODELAGEM ADESIVA E DO TIPO DE LUVAS NAS
PROPRIEDADES MECÂNICAS DE UMA RESINA COMPOSTA: Um Estudo *In Vitro***

SÃO LUÍS
2025

LUANA BARBIERI TRINTA

**IMPACTO DA MODELAGEM ADESIVA E DO TIPO DE LUVA NAS
PROPRIEDADES MECÂNICAS DE UMA RESINA COMPOSTA: Um Estudo *In Vitro***

Dissertação de Mestrado, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, PPGO, da Universidade Federal do Maranhão, São Luís, como requisito para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Orientadora: Prof^ª. Dr^a. Andréa Dias Neves

Lago

Trinta, Luana

IMPACTO DA MODELAGEM ADESIVA E DO TIPO DE LUVA NAS
PROPRIEDADES MECÂNICAS DE UMA RESINA COMPOSTA: Um
Estudo *In Vitro* – São Luís, 2024

Nº f. 33

Orientador: Dra. Andrea Dias Neves Lago

Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Universidade Federal do Maranhão,
UFMA, 2024.

1. Palavras-Chave. Resina composta. Propriedades mecânicas. Luvas.

CDU XXX.XX – XXX

1.1.1.1.1.1

CDU 616.24

LUANA BARBIERI TRINTA

**IMPACTO DA MODELAGEM ADESIVA E DO TIPO DE LUVA NAS
PROPRIEDADES MECÂNICAS DE UMA RESINA COMPOSTA: Um Estudo *In Vitro***

A Comissão julgadora da Defesa do Trabalho Final de Mestrado em Odontologia, em sessão pública realizada no dia 20/01/2025, considerou a candidato(a):

☒ APROVADO

☐ REPROVADO

- 1) Examinador: Prof^a. Dr^a. Cristiane de Melo
- 2) Examinador: Prof. Dr. Tarcísio Jorge Leitão de Oliveira
- 3) Presidente (Orientador): Prof. Dra. Andréa Dias Neves Lago

*A minha mãe e ao meu irmão. Todo
esforço é por vocês. Nós, sempre.*

AGRADECIMENTOS

Começo meus agradecimentos citando as duas pessoas mais importantes da minha vida: minha mãe, Claudia Barbieri Trinta, e meu irmão, Jorge Victor Barbieri Almeida Trinta. Agradeço, mãe, por nunca exitar em investir em mim e nos meus sonhos. Por ter me proporcionado uma vida mais do que confortável e com acesso a um estudo de qualidade que hoje me permitiu lutar pelo título de Mestre. Agradeço por ser meu porto seguro, por me mostrar como ser um ser humano bom com todos que cruzem meu caminho. Espero ser um dia metade da mulher que és.

Agradeço, Victor, por ser meu melhor amigo, meu colo preferido nos momentos difíceis e a melhor companhia na alegria. Quando penso em inteligência e dedicação, penso em ti.

Sou grata, também, por todos os familiares que torcem por mim e celebram minhas conquistas. Obrigada dinda, primos, tias, avô e avó.

Agradeço ao meu incrível namorado, Fábio Bravim, por me incentivar a buscar sempre melhorar e ser o parceiro mais carinhoso e amoroso. Obrigada por abraçar todos os meus sonhos e por compartilhar a vida comigo.

Agradeço ao grupo de amigos fantástico que tenho, em especial Camila Espínola, Amélia Carvalho, Larissa de Cássia, Felipe Gomes e Jardel Santos. As meninas do So Mer Da, agradeço pelos quase 20 anos amizade. Nos acompanhamos desde a escola e hoje, meus olhos brilham em como a vida foi boa conosco e nos manteve juntas. A Lari, por ser a irmã que a graduação em Odontologia me deu e por compartilhar o nosso neurônico único (ele trabalhou muito nessa Dissertação). A Felipe e a Jardel, agradeço em especial por todo apoio e ajuda direta com esse trabalho. Eu não sei o que faria sem vocês para compartilhar os perrengues dessa jornada. Agradeço, também, ao Isidório e a Maria Luiza pela ajuda e quebras de galho.

Agradeço aos meus colegas de classe, Luiza, Flávia, Camilla, Eulla, Felipe, Handreza, Izis, Jessilene, Mayron, Vinícios, Luís Gustavo e Shirley por fazerem desses dois anos tão leves e divertidos!

E agradeço a minha orientadora, Profa. Dra. Andrea Lago, por ter me aceito e acolhido desde a Especialização até o Mestrado. A senhora é Luz por onde passa! Agradeço pela paciência, carinho e bom humor de sempre.

RESUMO

Os materiais restauradores, como a resina composta, são amplamente utilizados devido à sua estética, funcionalidade e preservação do remanescente dental. Suas propriedades incluem resistência, homogeneidade e fácil manipulação, mas suas propriedades podem ser comprometidas por contaminações durante a manipulação. O manuseio varia conforme as características do material, e o uso de adesivos como lubrificantes e/ou a manipulação digital podem impactar negativamente a longevidade das restaurações devido à formação de defeitos na interface adesiva. Este trabalho tem como objetivo avaliar a influência das propriedades físico-mecânicas de resinas compostas manipuladas com luvas de látex e sem látex e depois da modelagem com dois diferentes sistemas adesivos. Nove grupos foram avaliados: (G1) Grupo controle, (G2) Grupo adesivo convencional, (G3) Grupo adesivo universal, (G4) Grupo com luvas de látex, (G5) Grupo com luvas de látex + adesivo convencional, (G6) Grupo com luvas de látex + adesivo universal, (G7) Grupo com luvas nitrílicas, (G8) Grupo com luvas nitrílicas + adesivo convencional e (G9) Grupo com luvas nitrílicas + adesivo universal. Foram avaliados o Módulo de Elasticidade e Resistência à Flexão, Sorção em água e Microdureza. Os resultados revelaram que a manipulação com adesivos alterou significativamente as propriedades físico-químicas dos compósitos, com exceção dos testes de sorção e solubilidade, que não apresentaram variações estatísticas entre os grupos (). No teste de resistência à flexão, o grupo G9 (Nitrila + Adesivo Universal) apresentou o melhor desempenho mediano, enquanto o G3 (Adesivo Universal isolado) exibiu os menores valores. Quanto ao módulo de elasticidade, os grupos G6, G7 e G9 demonstraram maior rigidez, ao passo que o G2 apresentou a menor estabilidade. A microdureza Vickers foi severamente impactada negativamente nos grupos G2 e G3, evidenciando que o uso de adesivos como modeladores, independentemente da luva, reduz a dureza superficial. Conclui-se que a manipulação digital com luvas nitrílicas, especialmente quando associada ao adesivo universal, apresenta desempenho superior à manipulação com látex, cujos resíduos e sulfetos tendem a comprometer a polimerização e a resistência mecânica final da resina.

Palavras-chave: Resina composta. Propriedades mecânicas. Luvas. Adesivos dentinários.

ABSTRACT

Restorative materials, such as composite resins, are widely used due to their esthetics, functionality, and preservation of dental structure. Their properties include strength, homogeneity, and ease of handling; however, these characteristics can be compromised by contamination during manipulation. Handling techniques vary according to the material's features, and the use of adhesives as lubricants and/or digital modeling can negatively impact the longevity of restorations due to the formation of defects at the adhesive interface. This study aimed to evaluate the influence of physical-mechanical properties of composite resins manipulated with latex and latex-free gloves, followed by modeling with two different adhesive systems. Nine groups were evaluated: (G1) Control group, (G2) Conventional adhesive group, (G3) Universal adhesive group, (G4) Latex gloves group, (G5) Latex gloves + conventional adhesive group, (G6) Latex gloves + universal adhesive group, (G7) Nitrile gloves group, (G8) Nitrile gloves + conventional adhesive group, and (G9) Nitrile gloves + universal adhesive group. Flexural strength, elastic modulus, water sorption, and Vickers microhardness were assessed. The results revealed that manipulation with adhesives significantly altered the physicochemical properties of the composites, except for water sorption and solubility tests, which showed no statistical variations among groups (). In the flexural strength test, group G9 (Nitrile + Universal Adhesive) showed the best median performance, while G3 (Universal Adhesive alone) exhibited the lowest values. Regarding the elastic modulus, groups G6, G7 and G9 demonstrated higher stiffness, whereas G2 presented the lowest stability. Vickers microhardness was severely negatively impacted in groups G2 and G3, evidencing that the use of adhesives as modelers, regardless of the glove type, reduces surface hardness. It is concluded that digital manipulation with nitrile gloves, especially when associated with universal adhesive, presents superior performance compared to latex manipulation, whose residues and sulfides tend to compromise the polymerization and the final mechanical strength of the resin.

Keywords: Composite resin. Mechanical properties. Gloves. Dental adhesives.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	06
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	08
2.1 Resinas compostas	08
2.1.1 Manipulação digital de resinas compostas com luvas com e sem pó	09
2.2 Sistemas adesivos	09
2.2.1 Sistemas adesivos convencionais	09
2.2.2 Sistemas adesivos autocondicionantes	10
2.2.3 Sistemas adesivos universais	11
2.2.4 Manipulação de resinas compostas com adesivos	11
2.3 Análise das características dos materiais	11
2.3.1 Teste de Flexão e Módulo de Elasticidade	12
2.3.2 Teste de Sorção em água	12
2.3.4 Teste de Microdureza	13
3 CAPÍTULO 1	14
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
5 REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

Materiais restauradores, como a resina composta, são frequentemente aplicados na prática clínica dos cirurgiões-dentistas. Isso se deve à sua capacidade de proporcionar resultados estéticos e funcionais satisfatórios, além de garantir boa longevidade e preservar o remanescente dental saudável, uma vez que adere tanto ao esmalte quanto à dentina por meio de sistemas adesivos, em dentes anteriores e posteriores (Damasceno *et al.*, 2020; Rabelo *et al.*, 2020).

Esses compósitos apresentam diversas propriedades desejáveis, incluindo resistência à compressão, dureza, resistência à abrasão, homogeneidade, translucidez, coeficiente de expansão térmica linear semelhante ao da estrutura dental, e facilidade de manipulação e inserção (Burity *et al.*, 2023).

Os testes *in vitro* desempenham um papel essencial na avaliação da qualidade e durabilidade das resinas compostas empregadas na odontologia, orientando a escolha de materiais capazes de proporcionar restaurações estéticas e funcionais ao longo do tempo (Mesquita, 2024).

O teste de flexão avalia a resistência do material à deformação quando submetido a uma força perpendicular, sendo crucial para determinar o desempenho das resinas frente às tensões geradas durante a mastigação. Complementarmente, o módulo de elasticidade mede a rigidez e a capacidade do material de retornar à forma original após a deformação (Rabelo *et al.*, 2020; Souza *et al.*, 2024).

O teste de sorção em água examina a absorção de água pelas resinas compostas, fator determinante para prever alterações dimensionais que podem comprometer tanto a funcionalidade quanto a estética das restaurações. Esse teste é realizado por meio da imersão das amostras em um meio aquoso, com valores menores de absorção indicando maior estabilidade do material (Santos *et al.*, 2022; Hernandez *et al.*, 2023).

Por fim, o teste de microdureza avalia a qualidade da fotoativação das resinas, determinando sua dureza superficial e resistência à deformação plástica. Métodos como os testes de Vickers e Knoop permitem mensurar a dureza em diferentes condições, fornecendo dados importantes para a análise do desempenho do material (Rombaldo *et al.*, 2021; Mesquita, 2024).

No entanto, ao realizar restaurações com resina composta, o cirurgião-dentista deve estar atento às diferentes formas de contaminação do material durante a inserção na

cavidade, uma vez que essas contaminações podem comprometer seu desempenho a longo prazo (Schroeder *et al.*, 2019).

O manuseio da resina composta varia não apenas conforme a preferência pessoal do cirurgião-dentista, mas também em função das características físico-químicas do material. Resinas compostas com baixa fluidez são frequentemente manipuladas com luvas antes da inserção na cavidade, ou com espátula ou microaplicador descartável embebido em adesivo, a fim de reduzir a tensão superficial (Araujo *et al.*, 2018; Bauer *et al.*, 2022).

Adicionalmente, a utilização de sistemas adesivos como lubrificantes para melhorar a fluidez das resinas pode comprometer a longevidade das restaurações, ao reduzir as propriedades físicas e mecânicas da interface adesiva. Isso ocorre devido à criação de pequenos defeitos e à propagação de rachaduras pré-existentes entre os incrementos aplicados (Ñaupari-Villasante *et al.*, 2019; Bauer *et al.*, 2022).

Diante do exposto, nota-se a necessidade de estudos que comparem os efeitos do manuseio com luvas de látex e com luvas sem látex nas propriedades dos compósitos, assim como os efeitos de diferentes métodos de modelagem desses materiais. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as propriedades físico-mecânicas de uma resina composta manipulada com e sem o uso de luvas, e com ou sem a utilização de sistema adesivo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Resinas compostas

Os compósitos odontológicos, como a resina composta, são constituídos por uma matriz polimérica formada por monômeros mono, di ou tri-funcionais, além de partículas de carga inorgânicas (vidros radiopacos que aumentam as propriedades mecânicas), agentes de união (silano), pigmentos, aditivos, radiopacificadores, estabilizadores de cor e agentes fotoiniciadores, como a canforoquinona (Souza *et al.*, 2018; Lorenzo *et al.*, 2020; Lemos, 2022; Burity *et al.*, 2023; Lopes *et al.*, 2023).

Entre os monômeros mais utilizados nas resinas compostas fotoativadas, destacam-se o Bis-GMA e o TEGDMA, ou combinações de Bis-GMA, UEDMA e TEGDMA na matriz orgânica (Lopes *et al.*, 2023). No que tange à matriz inorgânica, sua presença é determinante para as propriedades físicas e mecânicas do compósito, pois quanto maior a quantidade de partículas de carga, menor é o coeficiente de expansão térmica e a contração de polimerização (Lemos, 2022).

As resinas compostas são classificadas conforme as características das partículas de carga, como composição, formato, quantidade e, especialmente, tamanho, uma vez que este parâmetro influencia diretamente a lisura superficial e, conseqüentemente, a estética final da restauração (Damasceno *et al.*, 2020). De forma decrescente, elas podem ser categorizadas em: (1) macropartículas, (2) microparticuladas, (3) híbridas, (4) nanoparticuladas e (5) nanohíbridas (Lopes *et al.*, 2023).

Os primeiros compósitos desenvolvidos foram os de macropartículas, que apresentavam partículas de aproximadamente 50 µm de diâmetro. Apesar de oferecerem boa resistência às tensões, apresentavam dificuldades quanto ao polimento e à manutenção do brilho. Para mitigar esses problemas, as resinas microparticuladas foram desenvolvidas, com partículas de carga menores (cerca de 40 nm), permitindo melhor polimento, porém com resistência mecânica inferior (Damasceno *et al.*, 2020).

As resinas microhíbridas, por sua vez, são compostas por partículas de vidro de bário, lítio ou zircônia, com tamanho igual ou inferior a 1,0 µm, oferecendo boas propriedades mecânicas e polimento satisfatório (Rabelo *et al.*, 2020). Já as nanohíbridas são uma combinação de micropartículas e nanopartículas, variando entre 0,04 a 3,0 µm. Essas resinas não só proporcionam excelente polimento e manutenção do brilho, mas também alta resistência à flexão, tração e compressão, devido à elevada concentração

volumétrica de partículas de carga e pré-polímeros de menor tamanho (Damasceno *et al.*, 2020; Schroeder *et al.*, 2019).

2.1.1 Manipulação digital de resinas compostas com luvas com e sem pó

O estudo de Martins *et al.* (2015) revelou que a manipulação digital de resinas compostas com luvas contaminadas por pó afeta diretamente o desempenho mecânico e a resistência de união das camadas incrementais, devido à presença de detritos orgânicos e inorgânicos, bem como à formação de porosidades no compósito. Contudo, os autores sugerem que a limpeza das luvas com etanol pode ser suficiente para mitigar esses efeitos negativos.

Ñaupari-Villasante *et al.* (2019) conduziram outro estudo *in vitro* para avaliar a microdureza das resinas compostas Filtek™ Z350XT (3M ESPE) e Herculite Précis® (Kerr) quando manipuladas com luvas de látex contaminadas com pó, saliva humana e álcool. Os resultados indicaram que a manipulação digital diminui significativamente a microdureza, principalmente quando as luvas de látex com pó foram usadas no caso da Filtek™ Z350XT, e quando as luvas de látex sem pó foram contaminadas com saliva no caso da Herculite Précis®.

Os autores reforçam que a manipulação digital de resinas compostas deve ser evitada, sendo ainda mais prejudicial quando feita com luvas de látex com pó. No entanto, não há consenso na literatura sobre se os sulfetos liberados pelas luvas de látex podem reagir quimicamente com a resina composta da mesma forma que inibem a polimerização em materiais à base de polivinil siloxanos (Ñaupari-Villasante *et al.*, 2019).

2.2 Sistemas adesivos

Os sistemas adesivos têm a função de promover a adesão entre a resina composta e o esmalte/dentina (Gaviolli *et al.*, 2021), sendo classificados em: (1) convencionais, (2) autocondicionantes e (3) universais (Froehlich *et al.*, 2021).

2.2.1 Sistemas adesivos convencionais

Os adesivos convencionais, ou “*etch-and-rinse*”, requerem preparo prévio da interface dental com ácido, para desmineralizar o esmalte e a dentina antes da aplicação do adesivo. Esses sistemas podem ser de dois ou três passos clínicos: ácido seguido de primer e adesivo no mesmo frasco, ou ácido, primer e adesivo em frascos separados, respectivamente (Duarte; Paes, 2020; Froehlich *et al.*, 2021).

O primer modifica a superfície dentinária, tornando-a hidrofóbica e mais rugosa, o que aumenta a energia superficial e, consequentemente, facilita a adesão ao garantir que o adesivo consiga aderir à superfície ao aumentar a molhabilidade, escoamento superficial e penetração do mesmo (Garcilazo-Gómez *et al.*, 2019). O adesivo, por sua vez, é um fluido denso que penetra na rede de colágeno exposta, formando uma camada híbrida e criando ligações químicas e mecânicas que favorecem a polimerização da resina composta (Duarte; Paes, 2020).

O condicionamento ácido no esmalte gera microporosidades preenchidas pelos monômeros resinosos presentes no adesivo, formando *tags* resinosos. Já na dentina, a adesão é mais desafiadora, devido à sua composição orgânica e à umidade nos túbulos dentinários, além da *smear layer* (camada formada por bactérias, sangue e saliva durante o preparo cavitário) (Froehlich *et al.*, 2021).

O sistema adesivo convencional de três passos é considerado o padrão-ouro para adesão. No entanto, há desafios técnicos, como o excesso de tempo durante o condicionamento ácido, o colapso de colágeno durante a secagem e o controle da umidade, o que faz com que sua aplicação clínica seja menos difundida, pois muitos cirurgiões-dentistas relatam dificuldades técnicas (Duarte; Paes, 2020; Froehlich *et al.*, 2021).

2.2.2 Sistemas adesivos autocondicionantes

Os sistemas adesivos autocondicionantes, ou "*self-etching*", não necessitam de condicionamento ácido prévio, pois o primer já contém monômeros ácidos que desmineralizam e infiltram o adesivo simultaneamente, formando a camada híbrida de imediato (Duarte; Paes, 2020; Froehlich *et al.*, 2021).

Esse tipo de adesivo pode ser aplicado em um ou dois passos. No sistema de dois passos, o agente condicionador e o primer estão no mesmo frasco, enquanto o adesivo é aplicado separadamente. No sistema de um passo (*all-in-one*), todos os componentes estão no mesmo frasco (Duarte; Paes, 2020; Froehlich *et al.*, 2021).

A adesão na dentina depende da acidez do primer, que pode ser classificada como ultraleve ($\text{pH} \geq 2,5$), leve ($\text{pH} \approx 2,0$) ou moderada ($\text{pH} \approx 1,5$). Primers com baixo pH tendem a gerar ligações de melhor qualidade, enquanto primers ultraleves, de pH mais elevado, apresentam baixa capacidade de desmineralização e adesão (Duarte; Paes, 2020; Froehlich *et al.*, 2021).

2.2.3 Sistemas adesivos universais

Os adesivos conhecidos como “universais” ou “multimodo” podem ser aplicados através de 3 técnicas: (1) condicionamento ácido e enxágue, (2) condicionamento ácido seletivo do esmalte ou (3) autocondicionamento; o que dá ao cirurgião-dentista o poder de escolha a depender da situação clínica que encontrar (Gaviolli *et al.*, 2021).

Sua composição é mais complexa que os demais sistemas adesivos, pois mistura monômeros hidrófilos e hidrofóbicos. Em dentina, apresenta resultados satisfatórios de resistência de união em dentina previamente condicionada ou não; enquanto em esmalte, devido ao seu pH ser maior ou igual a 2, o condicionamento é insatisfatório (Lorenzetti *et al.*, 2019, Duarte; Paes, 2020)

2.2.4 Manipulação de resinas compostas com adesivos

Araujo *et al.* (2018), em seu estudo *in vitro*, demonstraram que a modelagem de uma resina composta de baixa viscosidade com adesivo universal reduziu a suscetibilidade da mesma à coloração por bebidas quando expostas à termociclagem. A explicação para este desfecho, de acordo com as hipóteses dos autores, seria que tal modelagem reduz a presença de defeitos (como bolsas de ar e/ou zonas não compactadas) na maior parte do compósito.

Bauer *et al.* (2022) obtiveram resultados similares em seu estudo com luvas de látex com pó, sistema adesivo convencional de três etapas (3M/ESPE) e resina composta microhíbrida (Filtek Z250 XT, sugerindo que a modelagem do compósito com adesivo favorece suas propriedades físico-químicas e que a utilização dos adesivos entre as camadas incrementais não afete na translucidez e estabilidade de cor (propriedades estéticas) da resina composta. Os autores encontraram, ainda, os piores resultados no grupo em que a resina composta foi manipulada com luvas de látex com pó.

2.3 Análise das características dos materiais

Os testes realizados *in vitro* são essenciais para avaliar a qualidade e a durabilidade estética das resinas compostas empregadas na odontologia. Por meio dessas análises, é possível fornecer subsídios tanto para fabricantes quanto para dentistas na seleção das resinas compostas mais adequadas a cada situação clínica, visando a obtenção de restaurações que se integrem de forma harmoniosa aos dentes naturais e mantenham suas características estéticas e funcionais ao longo do tempo (Mesquita, 2024).

2.3.1 Teste de Flexão e Módulo de Elasticidade

A flexão é uma propriedade mecânica que reflete a capacidade do material de resistir à deformação ou curvatura quando submetido a uma força ou carga aplicada de maneira perpendicular. No contexto das resinas compostas utilizadas em odontologia, essa propriedade é crucial para avaliar a resistência do material às forças mastigatórias e outras tensões aplicadas durante a função normal dos dentes (Rabelo *et al.*, 2020, Suarez *et al.*, 2021, Vermudt, 2022).

Sua mensuração é realizada por meio de testes que aplicam uma carga sobre uma amostra do material em um ponto determinado. Os resultados são expressos em unidades de pressão, geralmente em megapascals (MPa), fornecendo subsídios importantes para que os dentistas selecionem o tipo mais adequado de resina composta para diferentes situações clínicas (Souza *et al.*, 2024).

O módulo de elasticidade, por sua vez, descreve a rigidez do material e sua capacidade de retornar à forma original após a aplicação de uma força externa. Trata-se de uma medida da relação entre tensão e deformação elástica de um material. No caso das resinas compostas, o módulo de elasticidade é essencial para determinar o grau de rigidez e a capacidade do material de resistir à deformação sob tensão. Essa propriedade é expressa em unidades de pressão, geralmente em gigapascals (GPa) (Nascimento, 2021, Souza *et al.*, 2024).

2.3.2 Teste de Sorção em água

A sorção em água é um teste realizado em resinas compostas para avaliar sua capacidade de absorver água ao longo do tempo, um fator crítico no desempenho clínico desses materiais. A exposição contínua à saliva e a outros fluidos bucais pode comprometer as propriedades mecânicas e estéticas das restaurações dentárias confeccionadas com resinas compostas, tornando esse teste essencial na análise de sua durabilidade (Santos *et al.*, 2022, Alves; Vasconcelos; Vasconcelos, 2023, Hernandez *et al.*, 2023).

A absorção de água pelas resinas compostas resulta em alterações nas características físicas do material, incluindo aumento de volume e expansão. Essas mudanças dimensionais podem gerar problemas clínicos indesejáveis, como infiltração marginal — caracterizada pela formação de espaços entre a restauração e o dente — e manchamento da superfície restaurada (Alves; Vasconcelos; Vasconcelos, 2023, Hernandez *et al.*, 2023).

O teste de sorção em água é realizado por meio da imersão de amostras da resina composta em um meio aquoso, geralmente água destilada, durante um período determinado. As amostras são periodicamente retiradas, secas superficialmente e pesadas para monitorar o ganho de peso causado pela absorção de água. Os resultados são expressos em microgramas de água absorvida por milímetro cúbico de resina ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$), sendo que valores mais baixos indicam maior estabilidade dimensional do material ao longo do tempo (Santos *et al.*, 2022, Vermudt, 2022).

2.3.3 Teste de Microdureza

O teste de microdureza avalia a qualidade da fotoativação do compósito através da dureza da superfície, verificando sua capacidade de resistir à deformação plástica por penetração (Rombaldo *et al.*, 2021, Mesquita, 2024).

A dureza pode ser mensurada através dos testes de Vickers e Knoop. A microdureza de Vickers é utilizada para medir áreas pequenas e materiais duros, através de um indentador de diamante em forma de pirâmide de base quadrada, com um ângulo de 136 graus entre as faces opostas, para indentar a amostra. A média é calculada a partir das medidas tiradas das diagonais da indentação deixada na superfície do material, e esse valor é calculado juntamente com a área da superfície inclinada (Mesquista, 2024). Já a microdureza de Knoop é utilizada para medir áreas pequenas e materiais frágeis (Rombaldo *et al.*, 2021)

3 CAPÍTULO 1

Impacto da modelagem adesiva e do tipo de luva nas propriedades mecânicas de uma resina composta: Um Estudo *In Vitro*

Luana Barbieri Trinta¹, Jardel dos Santos Silva², Maria Luízae Moraes Rego Moreira³,
Isidório Alexandre do Nascimento Neto³, Andréa Dias Neves Lago⁴

1 Universidade Federal do Maranhão, Programa de Pós Graduação em Odontologia, Mestrado,

2 Universidade Federal do Maranhão, Programa de Pós Graduação em Odontologia, Doutorado,

3 – Universidade Federal do Maranhão, Graduação, 4 – Universidade Federal do Maranhão,

Departamento de Odontologia I

(A ser submetido na revista *Materials*)

The aim of this study was to evaluate the physicochemical properties of a composite resin manipulated with and without gloves, and with or without the use of an adhesive system. experimental study comprising nine groups was conducted to verify the influence of different adhesives and glove types on the mechanical properties of a composite resin. The properties evaluated included flexural strength, elastic modulus, water sorption, and microhardness. Data were compared across groups using Bartlett's test, one-way ANOVA, or Kruskal-Wallis. Regarding flexural strength, groups manipulated with gloves (latex/nitrile) and universal adhesive showed the best results, while the conventional adhesive exhibited inferior performance. For the elastic modulus, significant differences were found between groups, highlighting the stability of the universal adhesive. Water sorption and solubility showed no significant differences; however, the low statistical power suggests the need for further studies. Concerning translucency and color stability, groups showed minimal variation at 24 hours, with more pronounced differences at 7 days. Finally, for microhardness, groups using universal adhesive stood out, whereas the conventional adhesive showed lower performance. The study concluded that the manipulation of composites with adhesives, especially conventional ones, and powdered gloves resulted in significant alterations to their physicochemical properties; therefore, this practice should be avoided.

Keywords: Composite resin; Mechanical properties; Gloves; Dentin adhesives.

1. Introduction

Restorative materials, such as composite resins, are frequently used in clinical dental practice due to their ability to provide satisfactory aesthetic and functional outcomes, ensuring longevity while preserving healthy tooth structure. These materials

achieve adhesion to both enamel and dentin through adhesive systems in both anterior and posterior teeth [1,2]. Such resin composites consist of a polymeric matrix formed by mono-, di-, or tri-functional monomers, inorganic filler particles (radiopaque glasses that enhance mechanical properties), coupling agents (silane), pigments, additives, radiopacifiers, color stabilizers, and photoinitiating agents, such as camphoroquinone [3-7].

Among the monomers most used in light-cured composite resins are Bis-GMA and TEGDMA, or combinations of Bis-GMA, UDMA, and TEGDMA within the organic matrix [7]. Regarding the inorganic matrix, its presence is decisive for the physical and mechanical properties of the composite; a higher filler loading results in a lower coefficient of thermal expansion and reduced polymerization shrinkage [6]. These composites exhibit several desirable properties, including compressive strength, hardness, abrasion resistance, homogeneity, translucency, a linear coefficient of thermal expansion similar to that of the tooth structure, and ease of handling and insertion [4]. However, when performing composite restorations, the clinician must be alert to various forms of material contamination during insertion into the cavity, as such contaminants can compromise long-term performance [8].

The handling of composite resin varies not only according to the clinician's personal preference but also depending on the material's physicochemical characteristics. Low-flowability composites are often manipulated with gloves before insertion into the cavity, or with a spatula or disposable micro-applicator dipped in adhesive to reduce surface tension [9,10]. Furthermore, using adhesive systems as lubricants to improve resin flowability may compromise restoration longevity by impairing the physical and mechanical properties of the adhesive interface. This occurs due to the creation of micro-defects and the propagation of pre-existing cracks between the applied increments [10,11].

Given the above, there is a clear need for studies comparing the effects of handling with latex and latex-free gloves on composite properties, as well as the effects of different modeling methods. The experimental hypothesis tested in this study was that digital manipulation of composites using different types of gloves results in differences in properties, regardless of the adhesive used. The null hypothesis proposes that there is no change in the physicochemical properties of the composites after manipulation with adhesives (universal or conventional) and/or gloves (latex or nitrile). Therefore, the objective of this study was to evaluate the physicochemical properties of a composite

resin manipulated with and without the use of gloves, and with or without the use of an adhesive system.

2. Materials and Methods

2.1. Study Design

The present work is an experimental *in vitro* study.

Specimen preparation was based on the methodology by Bauer et al. (2022), consisting of three composite resin increments (Filtek Z250, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) inserted into metallic molds for each test. The experimental groups were divided (Flowchart 1) based on the handling technique used to manipulate the material within the stainless steel molds. These groups were subdivided into two categories: latex gloves and nitrile gloves, both for dental procedures. The analysis groups were organized as follows:

- **Control Group (CG):** Each composite resin increment was inserted into the mold using a metallic spatula (#3201, Millenium, Indaiatuba, SP, Brazil) without the use of adhesives or contact with gloved hands. Between each specimen preparation, the spatula was cleaned with 70% alcohol and dried with absorbent paper.
- **Conventional Adhesive Group (G2):** Each increment was inserted with a clean metallic spatula and modeled using a microbrush (Aplik, Angelus, Londrina, PR, Brazil) soaked in a conventional adhesive (OptiBond FL, Kerr, Orange, CA, USA), using a new microbrush for each preparation.
- **Universal Adhesive Group (G3):** Each increment was inserted with a clean metallic spatula and modeled using a microbrush soaked in a universal adhesive (Ambar Universal, FGM, Joinville, SC, Brazil), using a new microbrush for each preparation.
- **Latex Glove Group (G4):** Each increment was manually modeled for 10 seconds using latex gloves (Supermax Premium Quality, Supermax Glove Manufacturing, Selangor, Malaysia) and inserted into the mold with a metallic spatula, using a new pair of gloves for each specimen.
- **Latex Glove + Conventional Adhesive Group (G5):** A combination of Groups 2 and 4; each increment was manually modeled with latex gloves for 10 seconds, inserted into the mold, and further modeled with a microbrush soaked in conventional adhesive.

- **Latex Glove + Universal Adhesive Group (G6):** A combination of Groups 3 and 4; each increment was manually modeled with latex gloves for 10 seconds, inserted into the mold, and modeled with a microbrush soaked in universal adhesive.
- **Nitrile Glove Group (G7):** Each increment was manually modeled for 10 seconds using nitrile gloves (Medix, Curitiba, PR, Brazil) and inserted into the mold with a metallic spatula, using a new pair of gloves for each specimen.
- **Nitrile Glove + Conventional Adhesive Group (G8):** A combination of Groups 2 and 7; each increment was manually modeled with nitrile gloves for 10 seconds, inserted into the mold, and modeled with a microbrush soaked in conventional adhesive.
- **Nitrile Glove + Universal Adhesive Group (G9):** A combination of Groups 3 and 7; each increment was manually modeled with nitrile gloves for 10 seconds, inserted into the mold, and modeled with a microbrush soaked in universal adhesive.

2.2. Flexural Strength and Elastic Modulus

The methodology was based on the study by Bauer *et al.* (2022).

A total of 90 bar-shaped specimens (n=10) were prepared with dimensions of 25 mm×2 mm×2 mm. The specimens were light-cured at three points with a 10 mm distance between the light source and the sample, totaling 120 s of light exposure per specimen. The bars were stored in distilled water at 37°C for 24 hours and subsequently subjected to a three-point bending test.

The specimens were tested using a universal testing machine (Instron 4411, Instron Inc., Canton, MA, USA) at a crosshead speed of 1 mm/min with a 50 N load cell. The flexural strength (σ) and elastic modulus (E), expressed in MPa, were calculated using the following formulas:

$$\sigma = 3FL/2bh^2$$

$$E = FL^3 / 4hb^3d$$

Where: F is the maximum load recorded at the point of fracture (N); L is the span between the supports (mm); b is the width of the specimen (mm); h is the height (thickness) of the specimen (mm); d is the deflection of the beam (mm).

2.3. Water Sorption and Solubility

The methodology was based on the study by Bauer *et al.* (2022).

To evaluate the water sorption and solubility of the adhesive systems, a total of 45 disc-shaped specimens (n=5) were prepared using a light-body polyvinyl siloxane mold (Honigum-Mono, DMG Chemisch-Pharmazeutische Fabrik GmbH, Hamburg, Germany) with dimensions of 5 mm in diameter and 1 mm in height. The materials were dispensed into the molds and light-cured (Radii-cal, SDI, Bayswater, Victoria, Australia) for 1 minute (1200 mW/cm² ±10%) on both the top and bottom surfaces. Immediately after light-curing, the specimens were stored in a desiccator containing silica gel.

The specimens were weighed every 24 hours using a calibrated analytical balance until the mass variation was less than 0.2 mg (m₁). The thickness and diameter of the samples were measured with an electronic digital caliper (Promat, [City, State, Brazil]) to determine their volume (V) in mm³. The specimens were then placed individually in 1 mL of deionized water and weighed daily for 7 consecutive days (m₂). Subsequently, the samples were dried in a desiccator containing silica gel and weighed daily until a new constant mass was obtained (m₃). The values for water sorption (W_{sp}) and solubility (W_{sl}), expressed in µg/mm³, were calculated using the following formulas:

$$W_{sp} = (m_2 - m_3) / V$$

$$W_{sl} = (m_1 - m_3) / V$$

2.4. Vickers Microhardness (VHN)

The methodology was based on the study by Bayraktar *et al.* (2022).

Prior to the microhardness analysis, 90 specimens (n=10) were immersed in distilled water for 24 hours. The test was performed using a microhardness tester (Wilson Wolpert Micro-Vickers 401MVD, Wilson Wolpert Instruments, Aachen, Germany). A load of 200 g (1.96 N) was applied for 10 seconds. Each specimen was placed in the tester individually, and three diamond pyramid-shaped indentations were performed.

The Vickers microhardness was calculated using the following formula:

$$\text{VHN} = 1,854 \text{ P} / \text{d}^2 \quad (5)$$

Where P is the applied load (kgf); d is the mean diagonal length of the indentation (mm).

The final microhardness value for each specimen was recorded as the average of the three indentations. The intra-observer and inter-observer correlation coefficient values ranged from 0.951 to 0.982 and 0.950 to 0.982, respectively; both 95% confidence intervals were statistically significant ($p < 0.001$).

2.5. Statistical Analysis

Statistical analysis was conducted using GraphPad Prism software, version 10.4.2 (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, USA). Descriptive measures included the median, 25th percentile, and 75th percentile. Box plots and line graphs were used to present the results. The normality of the distribution of continuous variables was assessed using the Shapiro-Wilk test, while the homogeneity of variances was evaluated using Bartlett's test. For group comparisons, one-way ANOVA followed by Tukey's post hoc test, or the Kruskal-Wallis test followed by Dunn's post hoc test, was applied, depending on whether statistical assumptions were met. The significance level adopted for all analyses was 5% ($p < 0.05$).

3. Results

3.1. Flexural strength and elastic modulus

Figure 1 presents the comparative analysis among the experimental groups regarding flexural strength and elastic modulus. For flexural strength, statistically significant differences were observed between the groups ($P = 0.007$). Group G9 showed the highest median value (10.440 MPa), followed by G5 (8.031 MPa) and G8 (7.337 MPa). In contrast, Group G3 exhibited the lowest median value (4.358 MPa). Multiple comparison analysis indicated that G3 differed significantly from G5 and G9.

Regarding the elastic modulus, statistically significant differences were also found among the groups ($P < 0.001$). Groups G6, G7, and G9 showed the highest median values, close to 980 GPa, whereas Group G2 had the lowest median (510 GPa). The multiple comparison test revealed that Group G2 had significantly lower elastic modulus values compared to Groups G1, G4, G6, G7, and G9, suggesting lower stiffness in G2. Descriptive details are provided in Table S1.

3.2. Moisture Sorption and Solubility

Figure 2 shows the comparative analysis of water sorption and solubility among the groups. For water sorption, no statistically significant differences were found between the groups ($P = 0.429$). Similarly, solubility did not present statistically significant differences among the groups ($P = 0.978$). Descriptive statistics are provided in Table S2.

3.3. Microhardness

Figure 3 presents the comparative analysis of Vickers microhardness values among the study groups. A statistically significant difference in microhardness was observed between groups ($P < 0.001$). G4 exhibited the highest median microhardness value (80.37), followed closely by G9, G6, and G1, these groups generally showed the greatest resistance to indentation. In contrast, G3 recorded the lowest median value (15.93), indicating the least hardness among all groups. According to the multiple comparison test, G4 had significantly higher value than G2, G3, G5, and G8. G2 and G3 were significantly lower than most other groups. These findings suggest that microhardness varied notably among the materials tested (Table S3).

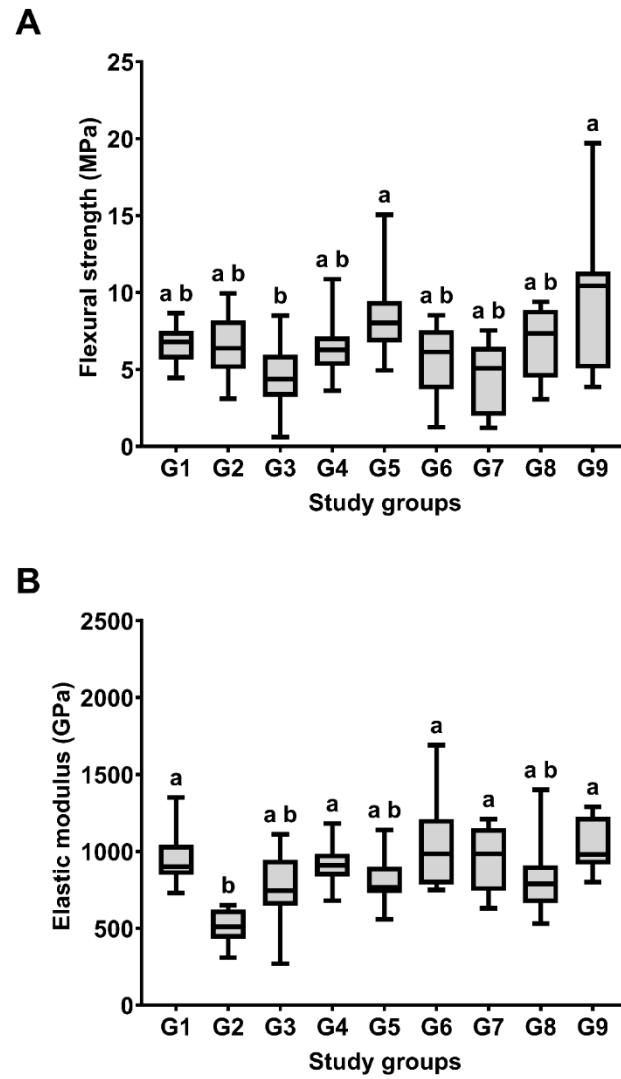


Figure 1. Box plots illustrating the median, interquartile range, minimum, and maximum values for the comparative analysis of flexural strength (A) and elastic modulus (B) among the study groups. Different lowercase letters indicate statistically significant differences between groups based on the multiple comparison test ($P < 0.05$).

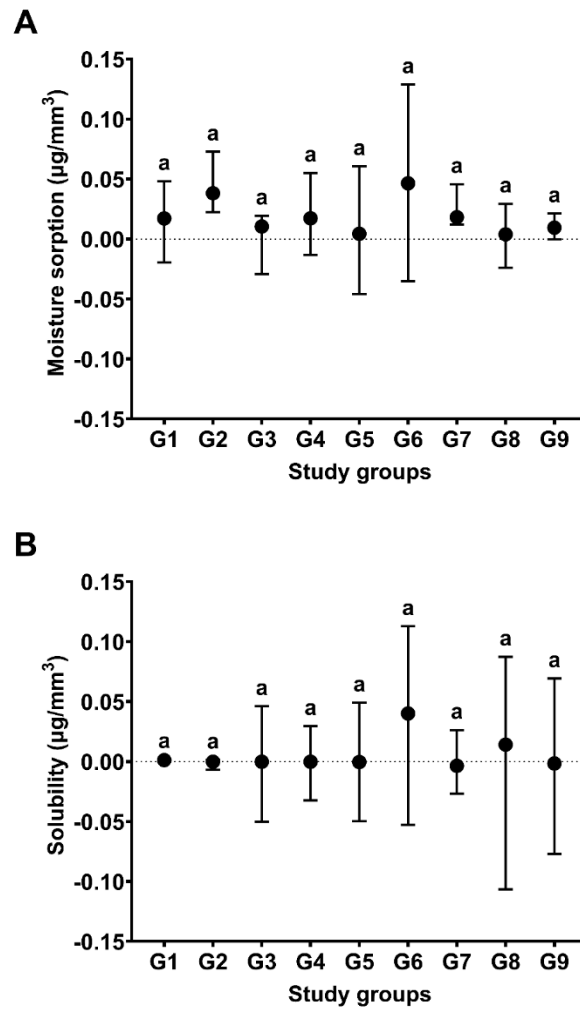


Figure 2. Median (points) and interquartile range (whiskers) plots showing the comparative analysis of moisture sorption (A) and solubility (B) among the study groups. Identical lowercase letters indicate no statistically significant difference between groups ($P > 0.05$).

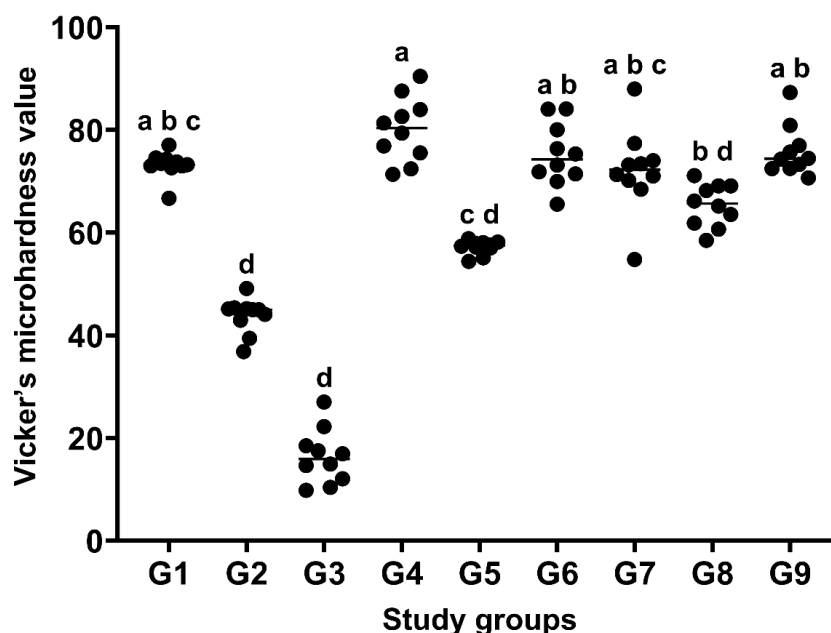


Figure 3. Comparative analysis of Vickers microhardness values among the study groups. Each dot represents an individual sample value. Different lowercase letters indicate statistically significant differences between groups based on the multiple comparison test ($P < 0.05$).

4. Discussion

The null hypothesis was rejected, as different methods of composite resin manipulation significantly influenced specific mechanical properties. The findings of this study indicate that manipulating composites with adhesives resulted in significant alterations to their physicochemical properties. A comparison between groups treated with universal adhesive and those treated with conventional adhesive revealed that the former showed superior results in most tests; however, water sorption and solubility tests showed no significant differences, even considering the contamination from latex gloves.

The chemical composition of universal adhesives includes hydrophilic and hydrophobic monomers, such as 10-MDP (10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate), which is responsible for promoting a strong bond between the composite and the resin [12,13]. Flexural analysis demonstrated that G3 presented the worst results compared to the Control Group. This finding suggests that the universal adhesive could induce deformation in the composite resin.

The handling of resin composites with gloves may alter the photopolymerization process, as they come into contact with cornstarch powder or sulfides released by latex

gloves [14]. An *in vitro* study evaluating the manipulation of Filtek™ Z350XT (3M ESPE) and Herculite Précis® (Kerr) resins with powder-contaminated gloves [11] demonstrated that sulfides alter the surface microhardness of resin composites. In contrast, nitrile gloves are composed of a synthetic polymer (nitrile) formed by combining acrylonitrile, butadiene, carboxylic acid, and aluminum sulfate [15].

Regarding flexural strength, significant differences were observed between groups ($p=0.007$), notably for group G9, which presented the highest median, and group G3, which exhibited the lowest value. The inferiority of G3 compared to G5 and G9 suggests that the isolated application of universal adhesive as a modeling agent may negatively interfere with the mechanical behavior of the composite. Previous studies indicate that using adhesives as modeling liquids can modify the superficial organic matrix of the composite, promoting changes at the incremental interface and potentially influencing the structural integrity of the material after polymerization [9,10]. Although universal adhesives contain functional monomers like 10-MDP associated with chemical stability and interaction with dental substrates [13], their direct application onto the composite may alter the ratio between the organic matrix and inorganic filler in the surface layer, justifying the observed reduction in certain mechanical properties. Further studies are required to correlate the composition of universal adhesives with nitrile gloves.

In bulk-fill resins (Filtek One Bulk Fill and Opus Bulk Fill) manipulated with latex and nitrile gloves prior to light-curing, microhardness tests demonstrated that resins handled only with a spatula showed significantly higher surface microhardness compared to those manipulated with gloves [16]. Another study on bulk-fill resins [17] presented similar findings. According to the authors, the reason latex glove manipulation decreases mechanical properties is due to the physical barrier formed by powder particles deposited on the composites, directly interfering with the curing process.

Regarding the elastic modulus, highly significant differences were observed between groups ($p<0.001$). Group G2 presented the lowest values, differing statistically from multiple groups, suggesting a reduction in material stiffness when conventional adhesive was used as a modeling agent. Bauer *et al.* [10] reported that the incorporation of conventional adhesive may modify the physicochemical properties of the composite resin, possibly due to an increase in the organic fraction on the manipulated surface. Since the elastic modulus is directly related to the proportion and integrity of the inorganic phase, surface alterations resulting from adhesive application may compromise the

overall stiffness of the material. Conversely, groups G4 and G7 demonstrated that manipulation with gloves alone, without adhesive interference, does not appear to affect the composite resin.

However, a study by Martins *et al.* [18] investigating composites manipulated with powder-contaminated gloves revealed that this contaminant directly affects the bond strength of the incremental layer. The authors recommended that digital manipulation could be performed provided the gloves were cleaned with ethanol to remove powder residues and other contaminants. In the present study, although groups manipulated exclusively with gloves did not show significantly inferior performance in all tests, the variability observed between experimental combinations suggests that the interaction between glove type and adhesive use can influence the final behavior of the composite. Nitrile gloves, due to their synthetic composition, do not contain natural latex proteins or cornstarch powder, factors previously associated with interference on the surface of dental materials [11,15]. Nevertheless, current findings do not allow for the establishment of a direct causal relationship, indicating the need for additional investigations.

Regarding water sorption and solubility, no statistically significant differences were identified ($p=0.429$ and $p=0.978$, respectively). These results suggest that the experimental handling conditions were not sufficient to measurably alter the hydric stability of the composite under the evaluated conditions. Bauer *et al.* [10] reported that adhesive modeling could influence physicochemical properties; however, the impact on sorption and solubility may depend on the thickness of the modified layer and the extent of adhesive incorporation into the composite matrix. Furthermore, the small sample size for this analysis ($n=5$) may have limited the statistical power to detect subtle differences.

Microhardness showed significant differences between groups ($p<0.001$), with G4 presenting the highest median value, while G3 showed the lowest performance. The sharp reduction in microhardness in groups involving the use of adhesives, especially G2 and G3, is consistent with previous findings indicating that the application of adhesives as modeling agents can alter surface polymerization [10]. Microhardness is directly related to the degree of conversion and the crosslink density of the polymer matrix; thus, the presence of an additional layer rich in low-molecular-weight monomers may result in a surface structure less resistant to indentation. Studies with bulk-fill resins manipulated with gloves also demonstrated reduced microhardness when surface contamination occurred before light-curing [16,17], reinforcing that surface interferences can impact mechanical strength.

Median						6.1			
	.792	.380	.358	.264	.031	39	.069	.337	0.440
25% Percentile						3.7			
	.652	.036	.216	.235	.762	21	.992	.477	.071
75% Percentile						7.5			
	.501	.181	.952	.140	.450	46	.458	.863	1.360
Multiple comparison			b		b		a		b
Elastic modulus									
									0.001
Median						985			
	00.0	10.0	45.0	10.0	65.0	.0	85.0	90.0	80.0
25% Percentile						787			
	47.5	32.5	47.5	37.5	30.0	.5	45.0	65.0	15.0
75% Percentile						121			
	043.0	22.5	45.0	85.0	00.0	0.0	150.0	10.0	47.5
Multiple comparison	b	b		b		ab	b	b	

Different lowercase letters indicate statistically significant differences between groups according to the multiple comparison test ($P < 0.05$).

Table S2. Comparative analysis of moisture sorption and solubility among the study groups.

	C									P
Variables	1	2	3	4	5	6	7	8	9	value
Moisture sorption										0.429
Median			0							
	.017	.038	.010	.017	.004	.046	.018	.004	.009	
25% Percentile			0							
	0.019	.022	0.029	0.013	0.046	0.035	.012	0.024	.000	
75% Percentile			0							
	.048	.073	.019	.055	.061	.129	.046	.029	.021	
Multiple comparison			a							
Solubility										0.978
Median			0							
	.001	.000	.000	.000	.000	.040	0.004	.014	0.002	
25% Percentile			-							
	.001	0.007	0.050	0.032	0.050	0.053	0.027	0.107	0.077	
75% Percentile			0							
	.002	.001	.046	.029	.049	.113	.026	.087	.069	

Multiple
comparison

a

Identical lowercase letters indicate no statistically significant difference between groups ($P > 0.05$).

Table S3. Comparative analysis of Vicker's microhardness values among study groups.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	P value
Microhardness										< 0.001
Median	3.37	5.00	5.93	0.37	7.47	4.25	2.25	5.67	4.38	
25% Percentile	2.91	2.06	1.66	4.76	6.55	1.07	9.73	1.57	2.49	
75% Percentile	4.37	5.24	9.40	4.87	8.07	1.03	4.87	9.10	7.95	
Multiple comparison	bc				d	b	bc	d	b	

Author Contributions: Conceptualization, L.B.T, J.S.S and A.D.N.L.; methodology, M.L.M.R.M and I.A.N.N; investigation, L.B.T; statistical analysis, V.P.R.; writing—original draft preparation, LBT; writing—review and editing, L.B.T and A.D.N.L; supervision, A.D.N.L; funding acquisition, L.B.T. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: Fundação de Amparo a Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão [BM-07081/23].

Conflicts of Interest: Authors declare no conflicts of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses, or interpretation of data; in the writing of the manuscript; or in the decision to publish the results.

References

1. Damasceno RF, Carneiro MF, Brandão AMS, & Carvalho MS (2020) Efeito da saturação de cor na profundidade de polimerização de resina composta nanohíbrida *Revista Eletrônica Acervo Saúde* 12(10) e2875.

2. Rabelo ZH, Silva JL, Castro AM, & Lima AF (2020) A influência da irradiância dos fotopolimerizadores nas propriedades mecânicas da resina composta microhíbrida *Revista Eletrônica Acervo Saúde* 12(11) e4542.
3. Souza FI, Santos PH, & Bertoz AP (2018) Fatores determinantes da alteração e estabilidade de cor em resina composta: Revisão de Literatura *Arquivo Brasileiro de Odontologia* 14(2) 48-53.
4. Burity EKT, Gomes AS, & Santos FG (2023) Alteração de cor das restaurações com resina composta *Revista Eletrônica Acervo Saúde* 23(1) e12166.
5. Lorenzo M, Tanaka JL, & Castilho JC (2020) Influência da polimerização na estabilidade de cor de resinas compostas *Journal of Research in Dentistry* 8(6) 63-66.
6. Lemos MC (2022) Propriedades mecânicas de resinas compostas diretas e de blocos CAD/CAM de resina: Revisão sistemática *Dissertação de Mestrado, Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra* 1-47.
7. Lopes PC, Souza MG, & Ferreira AC (2023) Influência das propriedades dos fotopolimerizadores na polimerização da resina composta: revisão de literatura narrativa *Research, Society and Development* 12(8) e5912842875.
8. Schroeder TR, Santos PH, & Bertoz AP (2019) Factors affecting the color stability and staining of esthetic restorations *Odontology* 107(4) 507-512.
9. Araujo FS, Silva JM, & Barceleiro MO (2018) Effects of adhesive used as modeling liquid on the stability of the color and opacity of composites *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 30(5) 427-433.
10. Bauer J, Souza S, Carvalho C, & Loguercio AD (2022) Physicochemical, mechanical, and esthetic properties of the composite resin manipulated with glove powder and adhesive as a modeling liquid *Materials* 15(21) 7791.
11. Naupari-Villasante R, Mazur S, & Loguercio AD (2019) Effect of the manual manipulation of composite resin with latex gloves *Journal of Oral Research* 8(8) 310-315.
12. Lorenzetti CC, Porto TS, & Tanaka JL (2019) Influência de tratamento dentinário com EDTA sobre a resistência de união de sistemas adesivos autocondicionantes *Revista de Odontologia da UNESP* 48(1) e20190007.
13. Brkanović S, Ivanišević A, Miletić I, & Zeljezic D (2023) Comparison of different universal adhesive systems on dentin bond strength *Materials* 16(4) 1530.
14. Carrillo-Marcos A, Castro-Ramirez L, & Rodriguez-Vilchez J (2022) The microhardness and surface roughness assessment of bulk-fill resin composites treated with and without the application of an oxygen-inhibited layer and a polishing system: an in vitro study *Polymers* 14(15) 3053.
15. Delgado AJ & Amaya SP (2018) The influence of nitrile gloves on the setting behavior of polyvinyl siloxane putty impression materials *The European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry* 26(1) 40–45.
16. Berto-Inga J, Carrillo-Marcos A, & Castro-Ramirez L (2023) Surface microhardness of bulk-fill resin composites handled with gloves *International Dental Journal* 73(3) 489-495.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os achados deste estudo *in vitro* demonstram que os protocolos de manipulação da resina composta influenciam significativamente seu desempenho mecânico. A utilização de sistemas adesivos como líquidos de modelagem, especialmente os adesivos convencionais, promoveu redução na resistência à flexão, no módulo de elasticidade e na microdureza. Por outro lado, a manipulação digital com luvas de látex ou nitrílicas, de forma isolada, não comprometeu de maneira consistente as propriedades mecânicas em comparação ao grupo controle. A sorção e a solubilidade em água não foram significativamente afetadas pelas condições experimentais. De modo geral, a incorporação de adesivo durante a modelagem exerceu maior impacto do que o contato com luvas.

5 REFERÊNCIAS

ALVES, Layla Narrely Santos; VASCONCELOS, Marcelo Gadelha; VASCONCELOS, Rodrigo Gadelha. A influência da sorção e solubilidade nas propriedades dos compósitos resinosos: uma revisão de literatura. **Salusvita**, [s. l], v. 41, n. 1, p. 47-70, 25 jan. 2023.

ARAÚJO, Fernanda Santos *et al.* Effects of adhesive used as modeling liquid on the stability of the color and opacity of composites. **Journal Of Esthetic And Restorative Dentistry**, [s. l], v. 30, n. 5, p. 427-433, abr. 2018.

BAUER, Jose *et al.* Physicochemical, Mechanical, and Esthetic Properties of the Composite Resin Manipulated with Glove Powder and Adhesive as a Modeling Liquid. **Materials**, [s. l], v. 15, n. 21, p. 7791, 4 nov. 2022.

BRKANOVÍĆ, Sandra *et al.* Comparison of Different Universal Adhesive Systems on Dentin Bond Strength. **Materials**, [s. l], v. 16, n. 4, p. 1530-1, 12 fev. 2023.

BURITY, Emilly Karolynne Tatajuba *et al.* Alteração de cor das restaurações com resina composta. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, [s. l], v. 23, n. 3, p. e12166, 27 mar. 2023.

CHAGAS, Rafael Martins. **Influência do uso de resinas modeladoras na estabilidade de cor de resinas compostas: Uma revisão sistemática**. 2022. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade de Uberaba, Uberaba, 2022.

DAMASCENO, Rafaela Ferreira *et al.* Efeito da saturação de cor na profundidade de polimerização de resina composta nanohíbrida. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, [s. l], n. 42, p. e2875, 28 fev. 2020.

DUARTE, Bruna Pessanha; PAES, Tathiana Tavares Barreto. Os sistemas adesivos e a nova Odontologia. **Revista Interface –Integrando Fonoaudiologia e Odontologia**, [s. l], v. 1, n. 1, p. 68-84, 2020.

EMERICK, Gabriel Macario; FERNANDES, Leandro Jorg. AVALIAÇÃO DO EFEITO DE DIFERENTES SUBSTÂNCIAS PIGMENTANTES EM RESTAURAÇÕES DE RESINAS COMPOSTAS. **Cadernos de Odontologia do Unifeso**, [s. l], v. 1, n. 6, p. 192-198, 2024.

FROEHLICH, Laís *et al.* Sistemas adesivos: uma revisão da literatura. **Research, Society And Development**, [s. l], v. 10, n. 2, p. e36510212612, 2021.

GARCILAZO-GÓMEZ, Alfredo *et al.* Factores que afectan y mejoran la adhesión en dentina, una puesta al día. Una revisión de la literatura. **Revista Adm**, [s. l], v. 3, n. 76, p. 162-168, 2019.

GAVIOLLI, Emanuela *et al.* Influence of different contaminants and cleansing agents on bond strength and in situ degree of conversion of composite-adhesive interface. **International Journal Of Adhesion And Adhesives**, [s. l], v. 110, p. 102932, out. 2021.

HERNANDES, Lavínia Prado *et al.* Efeito de diferentes líquidos modeladores na sorção e solubilidade das resinas compostas: estudo in vitro. **Brazilian Journal Of Implantology And Health Sciences**, [s. l], v. 5, n. 4, p. 2036-2057, 16 set. 2023.

LEMOES, Miguel Carrington de. **Propriedades mecânicas de resinas compostas diretas e de blocos CAD/CAM de resina: Revisão sistemática**. 2022. 47 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Medicina Dentária, Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra, Coimbra, 2022.

LOPES, Polyana Cristina *et al.* Influência das propriedades dos fotopolimerizadores na polimerização da resina composta: revisão de literatura narrativa. **Research, Society And Development**, [s. l], v. 12, n. 8, p. e5912842875, 14 ago. 2023.

LORENZETTI, Camila Cruz *et al.* Influência de tratamento dentinário com EDTA sobre a resistência de união de sistemas adesivos autocondicionantes. **Revista de Odontologia da Unesp**, [s. l], v. 48, p. e20190007, 2019.

LORENZO, Murilo de *et al.* Influência da polimerização na estabilidade de cor de resinas compostas. **Journal Of Research In Dentistry**, [s. l], v. 8, n. 6, p. 63-66, 22 dez. 2020.

MAASS, Julianne Bartz *et al.* Avaliação do efeito da termociclagem nas propriedades ópticas e na rugosidade superficial de duas resinas compostas comerciais. **Revista Odontológica do Brasil Central**, [S.L.], v. 29, n. 88, p. 43-49, 2020.

MARTINS, N. M. *et al.* Contamination of Composite Resin by Glove Powder and Saliva Contaminants: Impact on Mechanical Properties and Incremental Layer Debonding. **Operative Dentistry**, [s. l], v. 40, n. 4, p. 396-402, 2015.

MESQUITA, Jéssica Jacovetti. **Estabilidade de cor, microdureza, sorção e solubilidade de resina impressa 3D para coroas provisórias**. 2024. 58 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Odontologia, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília, Brasília, 2024.

NASCIMENTO, Danielly Sales Dantas do. **Avaliação in vitro da resistência flexural e do módulo de elasticidade de uma resina composta com adição de diatomita: um estudo piloto**. 2021. 31 f. TCC (Graduação) - Curso de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021.

ÑAUPARI-VILLASANTE, Romina *et al.* Effect of the manual manipulation of composite resin with latex gloves. **Journal Of Oral Research**, [s. l], v. 8, n. 4, p. 310-315, 30 ago. 2019.

RABELO, Zidane Hurtado *et al.* A influência da irradiância dos fotopolimerizadores nas propriedades mecânicas da resina composta microhíbrida. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, [s. l], v. 12, n. 10, p. e4542, 23 out. 2020.

ROMBALDO, Anna Carolina Cenci Matick *et al.* OW CAN PHOTOPOLYMERIZERS AFFECT THE MICROHARDNESS OF COMPOSITE RESIN? **Revista Uningá**, [s. l], v. 58, p. EUJ3963-EUJ3963, 11 mar. 2021.

SANTOS, Alves Layla Narrely *et al.* A influência da sorção e solubilidade nas propriedades dos compósitos resinosos: uma revisão de literatura / The influence of sorption and solubility on the properties of res-in composites: a literature review. **Rev. Salusvita**, [Online], v. 41, n. 1, p. 40-47, 2022.

SCHROEDER, Thaiane *et al.* Factors affecting the color stability and staining of esthetic restorations. **Odontology**, [s. l], v. 107, n. 4, p. 507-512, 28 mar. 2019.

SOUZA, Fernando Isquierdo de *et al.* Fatores determinantes da alteração e estabilidade de cor em resina composta: Revisão de Literatura. **Arquivo Brasileiro de Odontologia**, Araçatuba, v. 14, n. 2, p. 48-53, 2018.

SUAREZ, Alexandre Vicente Garcia *et al.* Avaliação da resistência a flexão após simulação de reparos em resina composta. **Revista da JOPIC**, [s. l], v. 6, n. 10, p. 120-128, 2021.

TANG, Chuliang *et al.* Does the universal adhesive's film thickness affect dentin-bonding effectiveness? **Clinical Oral Investigations**, [s. l], v. 28, n. 2, p. 150, 15 fev. 2024.

VERMUDT, Alef. **Avaliação da resistência mecânica de resinas compostas utilizando diferentes métodos de polimerização**. 2022. 35 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Odontologia, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2022.

ZANETTI, Filippo *et al.* Effects of cigarette smoke and tobacco heating aerosol on color stability of dental enamel, dentin, and composite resin restorations. **Quintessence International**, [s. l], v. 50, n. 2, p. 156-166, 25 jan. 2019.