



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de São José dos Campos
Instituto de Ciência e Tecnologia

FERNANDA LABIAPARI SENEFFONTE

**EFEITO DO RESVERATROL NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE UM
SISTEMA ADESIVO MODIFICADO**

2024

FERNANDA LABIAPARI SENEFONTE

**EFEITO DO RESVERATROL NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE UM
SISTEMA ADESIVO MODIFICADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciência e Tecnologia,
Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de São José dos Campos, como parte
das exigências para a obtenção do grau de CIRURGIÃO-DENTISTA.

Orientador: Prof. Dr. César Rogério Pucci
Coorientadora: Profa. Dra. Amanda Guedes Nogueira Matuda

São José dos Campos

2024

Instituto de Ciência e Tecnologia [internet]. Normalização de tese e dissertação [acesso em 2024]. Disponível em <http://www.ict.unesp.br/biblioteca/normalizacao>

Apresentação gráfica e normalização de acordo com as normas estabelecidas pelo Serviço de Normalização de Documentos da Seção Técnica de Referência e Atendimento ao Usuário e Documentação (STRAUD).

Senefonte, Fernanda Labiapari

Efeito do resveratrol nas propriedades mecânicas de um sistema adesivo modificado / Fernanda Labiapari Senefonte. - São José dos Campos : [s.n.], 2024.

32 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Graduação em Odontologia - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos, 2024.

Orientador: César Rogério Pucci

Coorientadora: Amanda Guedes Nogueira Matuda

1. Adesivos dentinários. 2. Dentina. 3. Polifenóis. 4. Resveratrol. 5. Tração. I. Pucci, César Rogério, orient. II. Matuda, Amanda Guedes Nogueira, coorient. III. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos. IV. Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' - Unesp. V. Universidade Estadual Paulista (Unesp). VI. Título.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. César Rogério Pucci (Orientador)

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Departamento de Odontologia Restauradora

Prof. Dr. Renato Sussumu Nishioka

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese

Profa. Dra. Rayana Duarte Khoury

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Departamento de Odontologia Restauradora

São José dos Campos, 05 de março de 2024

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, **Maria Isabel Ferreira Labiapari e Elias Senefonte**, por todo o apoio, amor, abdicação e dedicação nesses cinco anos tortuosos. Cuidam de mim com muito zelo e espero retribuir o máximo que puder. Só tenho a agradecer por tudo que fizeram e continuam fazendo por mim. Sou grandemente sortuda por ser filha de vocês.

Aos meus irmãos, **Iago Labiapari Senefonte e Eduarda Labiapari Senefonte**, que foram muitas vezes meus maiores ouvintes e apoiadores. Não sei o que seria de mim nesse processo todo sem suas companhias. Amo vocês!

A minha cunhada **Hannah Shigutti Lacerda**, por fazer parte desse momento e apoiar minhas decisões. Obrigada por essa troca que me contagia a cada dia mais!

A minha amiga **Gabriela Carvalho Pincer**, que está comigo desde o ensino fundamental e que me faz crescer cada dia mais. A vida sem você não teria graça!

AGRADECIMENTOS

Agradeço à **Escola Estadual Diadema**, instituição que juntamente com os professores me ensinou a ser a pessoa que sou hoje.

Ao **ICT - UNESP** pelas oportunidades e ensinamentos nesses cinco anos de graduação.

Ao meu orientador **Prof. Dr. César Rogério Pucci**, por ter acreditado no meu potencial e me dar a oportunidade de trabalharmos juntos durante esses anos. O levarei com muito carinho para a vida.

A minha coorientadora **Prof. Dra. Amanda Guedes Nogueira Matuda**, por ter sido tão paciente e companheira em nossas tardes no laboratório e fora dele. Tenho um carinho imenso por você!

A minha dupla de clínica e de vida **Danielle Soares Menezes**, que divide todos os momentos, bons e ruins, comigo desde o primeiro mês de graduação. Nos entendemos como ninguém, sinto que ganhei uma irmã. Já estou com saudades da nossa rotina cem por cento juntas.

Aos meus amigos **Gustavo dos Santos Antunes, Vivian Maria Cedotte Ribeiro e Luisa Almeida Passarelli** que foram meus companheiros durante essa trajetória. Amo vocês!

Aos meus amigos e apoiadores **Alisson Lino de Abreu, Isabela Colagrande Mailho e Stephanie Regina Rodrigues de Silva**, que se fazem presentes mesmo que distantes.

Ao **Prof. Dr. Renato Sussumu Nishioka**, pelo companheirismo e pelas oportunidades que me deu durante esses anos. Trabalhar ao seu lado foi muito gratificante e enriquecedor e, mesmo em dias caóticos, o senhor deixava o clima mais ameno. Sentirei falta das suas “piadinhas” de toda sexta-feira de manhã. Levarei o

senhor com muito carinho e respeito.

A **Profa. Dra. Rayana Duarte Khoury**, por me inspirar a ser uma profissional tão humana e atenciosa. Por tornar as clínicas de endodontia mais leves (sim, parece impossível, mas ela consegue). E, por ser essa pessoa incrível dentro e fora da faculdade. Obrigada por todos os momentos juntas.

Ao meu amigo **Rafael Lopes da Cunha**, que me ajudou e me inspirou em diversos momentos. Me apoiou e aconselhou um milhão de vezes, muito obrigada por sempre ter ouvidos para mim.

Ao meu tio **José Paulo Ferreira Labiapari**, pessoa que tenho muito carinho e admiração. Meu companheiro desde sempre, te amo! E, a minha tia **Maria Aparecida de Sousa Labiapari** que se faz presente em todos os momentos possíveis, amo você!

Agradeço ao **Programa Institucional de Bolsas de Iniciações Científicas** (PIBIC) pela concessão da bolsa, através do processo 3742 do edital 42021 PIBIC.

"Quando a caminhada fica dura, só os duros continuam caminhando".

Mano Brown

RESUMO

Senefonte FL. Efeito do resveratrol nas propriedades de um sistema adesivo modificado [trabalho de conclusão de curso]. São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia; 2024.

Objetivo: O objetivo deste estudo foi avaliar as propriedades mecânicas de um sistema adesivo modificado com a incorporação do resveratrol em diferentes concentrações (0,5, 1 e 2%), onde foi avaliada a resistência de união da interface adesiva. **Material e Métodos:** Para a realização do teste, o resveratrol (sigma-Aldrich) em pó foi pesado minuciosamente e incorporado ao sistema adesivo Adper Single Bond II (3M-ESPE) que foi dividido em 4 grupos de acordo com as concentrações da incorporação do resveratrol: ASB – nenhuma incorporação, ASB0,5 – incorporação de 0,5% de resveratrol, ASB1 – incorporação de 1% de resveratrol, ASB2 – incorporação de 2% de resveratrol. Para a realização do teste de resistência de união à microtração foram utilizados 40 molares humanos hígidos (n=10) com a superfície oclusal removida, expondo dentina. O sistema adesivo de diferentes grupos foi aplicado sobre o dente e fotopolimerizado, após essa etapa, depositou-se uma camada de 3mm de resina composta Filtek Z350 XT (3M-ESPE) com a técnica incremental. As amostras foram seccionadas ao longo eixo do dente resultando em palitos de aproximadamente 1x1mm de largura. Esses palitos foram submetidos à microtração. **Resultados:** De acordo com os resultados obtidos, o grupo ASB apresentou uma média de $43,69 \pm 1,38^A$, o grupo ASB0,5 uma média de $43,74 \pm 0,98^A$, o grupo ASB1 uma média de $42,25 \pm 0,49^A$ e o grupo ASB2 uma média de $44,84 \pm 4,88^A$. Não havendo diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. **Conclusão:** Conclui-se que a incorporação do resveratrol no sistema adesivo em diferentes concentrações não interferiu na resistência de união da interface adesiva.

Palavras-chave: adesivos dentinários; dentina; polifenóis; resveratrol, tração.

ABSTRACT

Senefonte FL. Effect of resveratrol on the mechanical properties of a modified adhesive system [graduation final work]. São José dos Campos (SP): São Paulo State University (Unesp), Institute of Science and Technology; 2024.

Objective: The objective of this study was to evaluate the mechanical properties of an adhesive system modified by incorporating resveratrol at different concentrations (0.5, 1, and 2%), where the bond strength of the adhesive interface was evaluated.

Material and Methods: For the test, resveratrol (Sigma-Aldrich) in powder form was carefully weighed and incorporated into the Adper Single Bond II adhesive system (3M-ESPE), which was divided into 4 groups according to the concentrations of resveratrol incorporation: ASB - no incorporation, ASB0.5 - incorporation of 0.5% resveratrol, ASB1 - incorporation of 1% resveratrol, ASB2 - incorporation of 2% resveratrol. To perform the microtensile bond strength test, 40 health human molars ($n=10$) with removed occlusal surfaces, exposing dentin, were used. The adhesive system of different groups was applied to the tooth and light-cured; after this step, a 3mm layer of composite resin Filtek Z350 XT (3M-ESPE) was deposited using the incremental technique. The samples were sectioned along the tooth axis, resulting in sticks approximately 1x1mm in width, which were subjected to microtensile testing.

Results: According to the obtained results, the ASB group showed an average of 43.69 ± 1.38^A , the ASB0.5 group had an average of 43.74 ± 0.98^A , the ASB1 group had an average of 42.25 ± 0.49^A , and the ASB2 group had an average of 44.84 ± 4.88^A .

There were no statistically significant differences between the groups. **Conclusion:** It is concluded that the incorporation of resveratrol into the adhesive system at different concentrations did not interfere with the bond strength of the adhesive interface.

Keywords: dentin; dentin-bonding agents; polyphenols; resveratrol; traction.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	13
2.1 Divisão dos grupos experimentais	13
2.2 Incorporação do resveratrol no adesivo	13
2.3 Seleção das amostras para o teste de resistência de união	14
2.4 Aplicação do adesivo e técnica restauradora.....	17
2.5 Teste de resistência de união.....	19
3 RESULTADOS.....	22
4 DISCUSSÃO	24
5 CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS.....	28
ANEXO.....	31

1 INTRODUÇÃO

As resinas compostas são os materiais mais utilizados para restaurações diretas na odontologia atual, devido em grande parte às suas propriedades estéticas, facilidade de manipulação e modernas tecnologias adesivas [1]

O sucesso da adesão de resinas compostas às estruturas dentárias, está diretamente relacionado com a duração das restaurações na cavidade bucal e interrupção do ciclo restaurador repetitivo, em que restaurações são periodicamente trocadas por outras cada vez maiores e de maior complexidade [2]. Assim, pesquisas sobre estratégias para aumentar a durabilidade da interface adesiva estão em constante crescimento e evolução.

Existem dois grandes desafios associados à durabilidade da interface adesiva, a cárie secundária e a degradação da interface adesiva [3]. A cárie secundária é a causa mais prevalente de substituição de restaurações dentárias, devido a migração de bactérias e seus subprodutos através da interface adesiva [4]. A disponibilidade de oxigênio e nutrientes para as bactérias retidas permitem que elas se proliferem, causando a cárie secundária e dano pulpar ao longo do tempo [4]

O outro grande desafio está associado à degradação da interface adesiva. O sistema adesivo utilizado no processo de adesão deve ser capaz de preencher completamente os espaços ao redor das fibrilas colágenas desmineralizadas, caso isso não ocorra, forma-se uma zona fragilizada dentro da camada híbrida, dando início a nanoinfiltração, hidrólise das fibrilas colágenas e conseqüentemente a degradação da interface adesiva [2,5]. Com a degradação ocorre a diminuição da resistência de união dente-restauração, comprometendo o selamento da cavidade, resultando em manchamento marginal, cárie secundária e perda prematura de restaurações diretas e indiretas[6]. A principal causa da degradação é a presença das enzimas endógenas de matriz extracelular, as metaloproteinases (MMPs), nas fibrilas colágenas expostas da dentina condicionada [1,3,5]. O condicionamento ácido necessário para procedimentos adesivos, desmineraliza a porção superficial da dentina, deixando as fibras colágenas expostas e ativando as metaloproteinases [7]. Quando as MMPs de dentina são expostas e ativadas, estas enzimas degradam o colágeno tipo I [8]

O conteúdo orgânico da dentina é composto principalmente de colágeno tipo I (aproximadamente 90%) [9]. Essa estrutura molecular de hélice tripla consiste em três cadeias polipeptídicas, duas (α 1 e uma (α 2, que são interligadas entre si e dobradas em uma estrutura destra, semelhante a um cordão [10]. Para seu uso como biomaterial ou como substrato para restaurações adesivas em odontologia, são possíveis alterações nas propriedades mecânicas que variam o grau de ligações cruzadas intermoleculares e intramoleculares [11]. Ligações cruzadas são ligações entre as cadeias laterais de aminoácidos presentes nas moléculas de colágeno. Essas ligações aumentam as propriedades mecânicas das fibrilas de colágeno, impedindo que as moléculas longas de colágeno do tipo bastão deslizem entre si sob estresse [12].

Sabe-se que a adição de antioxidantes aos adesivos estabiliza e aumenta a ligação cruzada de tecidos à base de colágeno, incluindo a dentina, diminui a hidrólise das fibrilas colágenas e a degradação da camada híbrida [13]. O uso de um extrato de semente de uva rico em polifenóis melhorou as propriedades mecânicas (módulo de elasticidade e resistência à tração) da dentina desmineralizada [6,10], bem como da interface dentina-resina [6]. Outros agentes polifenóis, como o extrato de sementes de cacau, também demonstraram diminuir bastante a degradação enzimática, aumentar a rigidez e diminuir a taxa de intumescimento da dentina desmineralizada [14,15]. Portanto, extratos naturais apresentam citotoxicidade reduzida quando comparados aos efeitos dos agentes sintéticos [16]

O resveratrol (3,5,4'-trihidroxi-trans-estilbeno) é um polifenol, membro da família dos estilbenos e precursor de outros estilbenos, como viniferinas e pterostilbeno (trans-3,5-dimetoxi-40-hidroxiestilbeno) [17,18]. É um composto vegetal dietético natural que pode ser encontrado em vinhos, frutas vermelhas, chá e principalmente na casca e nas sementes de uvas [19].

Possui inúmeras funções biológicas, como atividade antimicrobiana, antiviral, antioxidante, anti-inflamatória e anticâncer, por isso é amplamente utilizado em aplicações medicinais [19,20]

Esse polifenol tem potencial protetor contra danos oxidativos, protegendo os fibroblastos orais dos indutores de espécies reativas de oxigênio, por esse motivo pode contribuir para a biocompatibilidade dos adesivos [21]. Além disso, tem a

capacidade de inibir a atividade fisiológica de bactérias cariogênicas e, posteriormente, o desenvolvimento de cárie dentária [18].

Efeitos a longo prazo dos agentes baseados em polifenóis nas propriedades mecânicas podem fornecer informações significativas sobre a capacidade da dentina biomodificada em manter sua força e diminuir sua vulnerabilidade à degradação por enzimas endógenas. Novas estratégias para solucionar os dois desafios mencionados podem ser cruciais para aumentar a longevidade das restaurações adesivas [18].

Tendo em vista as qualidades deste polifenol, foi realizada a incorporação do resveratrol em pó em diferentes concentrações (0,5, 1 e 2%) no sistema adesivo convencional Adper Single Bond II (3M-ESPE) para avaliar a resistência de união da interface adesiva.

Para a realização do estudo, foram dividido grupos de acordo com a concentração de resveratrol, onde ASB é o grupo de sistema adesivo sem incorporação do resveratrol, ASB0,5 é o grupo com a incorporação de 0,5% de resveratrol, ASB1 grupo com a incorporação de 1% de resveratrol e, por fim, ASB2 com a incorporação de 2% de resveratrol.

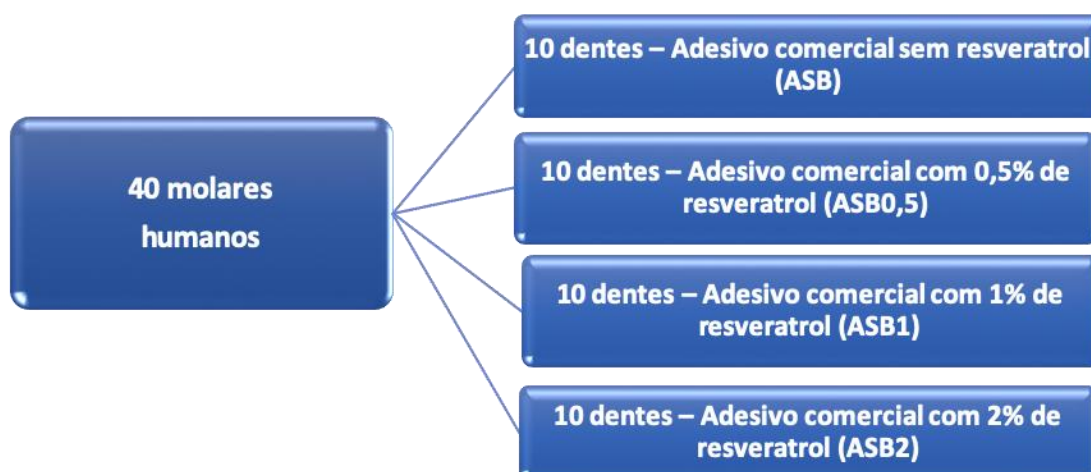
Os resultados deste estudo inicial podem trazer inovações que terão relevância clínica e adicionalmente, considerando seu potencial bioativo, seria positivo acrescentá-lo na composição de adesivos, de resinas, na cimentação ortodôntica e em selantes atuando sobre a prevenção de cáries.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Divisão dos grupos experimentais

Para a realização dos testes, o adesivo Adper Single Bond II (3M-ESPE) foi dividido em 4 grupos levando em consideração a concentração da incorporação do resveratrol (Sigma-Aldrich): ASB – nenhuma incorporação, ASB0,5 – incorporação de 0,5% de resveratrol, ASB1 – incorporação de 1% de resveratrol, ASB2 – incorporação de 2% de resveratrol. O adesivo sem a adição do resveratrol, foi utilizado como grupo controle (Figura 1).

Figura 1 – Delineamento dos grupos de pesquisa



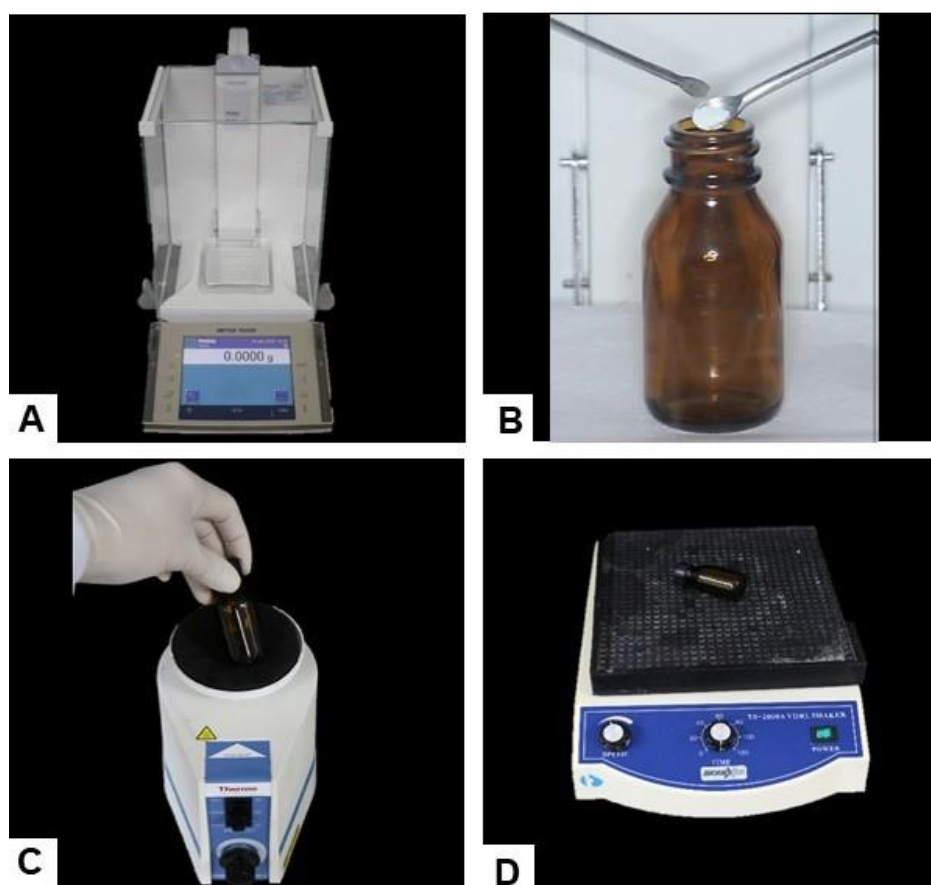
Fonte: Elaborado pela autora.

2.2 Incorporação do resveratrol no adesivo

O resveratrol em pó foi pesado rigorosamente nas concentrações 0,5, 1 e 2% em peso e misturado ao adesivo Adper Single Bond II (3M-ESPE) em um vidro fechado âmbar em ambiente escuro, assim evitando exposição precoce à luz. A mistura foi feita em um misturador do tipo centrífuga (Speedmixer DAC 150, Hauschild Engineering, Hamm, Germany) até que se obteve uma solução homogênea e clara

(transparente), com partículas incorporadas. Após esse processo, os frascos foram mantidos sob agitação constante (Orbit 300, LabNET International Inc., Woodbridge NJ, EUA), por 48 horas. Quando finalizados, os adesivos foram armazenados em frascos escuros sob refrigeração (4°C). No momento do uso foram lavados para agitação novamente (Figura 2).

Figura 2 – Incorporação do resveratrol no adesivo



Legenda: a) balança analítica de precisão; b) representação da pesagem do resveratrol em vidro âmbar; c) representação do adesivo no frasco no agitador; d) representação do frasco sob agitação constante por 48 h.

Fonte: Matuda, 2023 [22].

2.3 Seleção das amostras para o teste de resistência de união

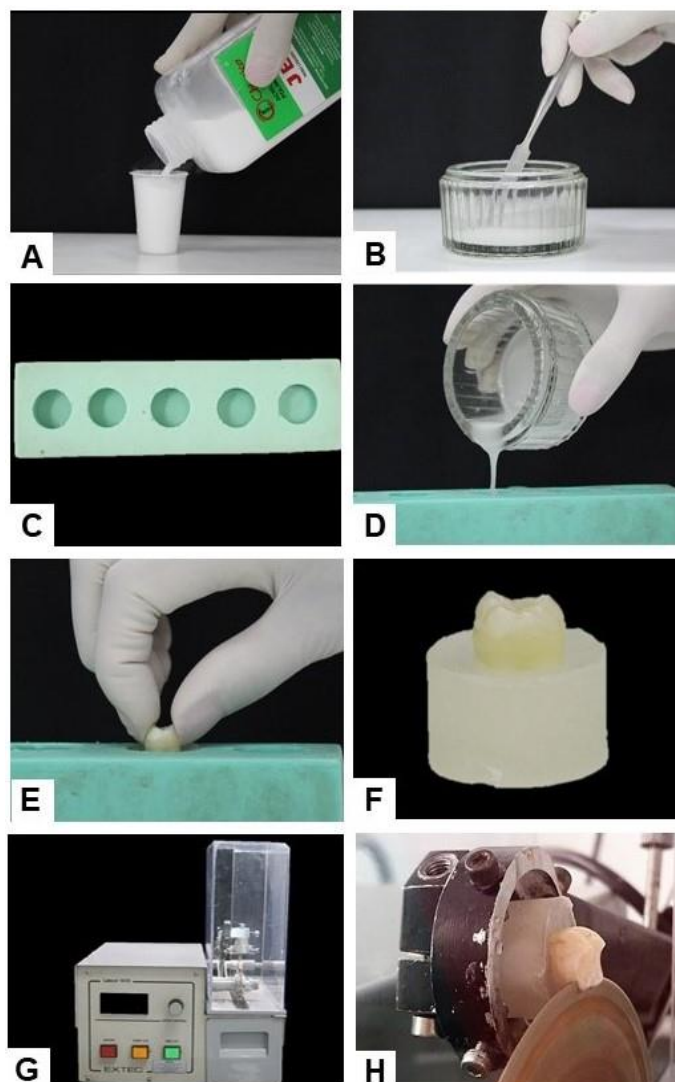
Para a avaliação da resistência de união da interface adesiva, foram utilizados 40 molares humanos hígidos (n=10) que foram fixados pela parte radicular em resina

acrílica autopolimerizável (Jet-Artigos Odontológicos, Clássico, São Paulo, SP, Brasil) em matrizes de silicone com formato circular para aumentar a estabilidade durante a execução do teste e facilitar a fixação nas máquinas de corte (Figura 3).

Esses molares foram extraídos e doados por consentimento livre e esclarecido dos pacientes, através do Comitê de Ética e Pesquisa do Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos – UNESP, na Plataforma Brasil do Ministério da Saúde, CAAE: 02035118.1.0000.0077. Os dentes foram armazenados em água destilada a 4°C até o momento do uso. Para essa pesquisa usou-se o seguinte critério: os espécimes (molares humanos) deveriam ser hígidos e livres de alterações em esmalte e dentina.

Os molares humanos tiveram sua superfície oclusal cortada paralelamente em aproximadamente 4 mm acima da junção amelo-cementária até que a dentina fosse exposta (Figura 3H). A superfície da dentina exposta foi polida com lixas d'água de granulações P320 em politriz circular sob refrigeração abundante de água, mantendo-se o contato do espécime com a superfície da lixa por 30 segundos, para remover a smear layer produzida pelo corte com o disco diamantado e produzir uma nova smear layer padronizada (Figura 4).

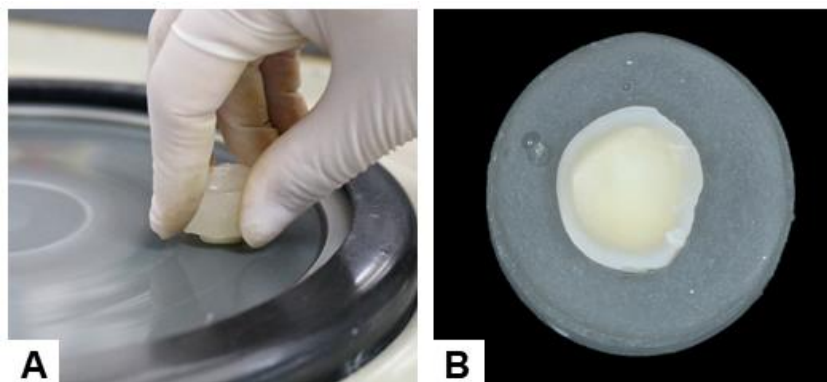
Figura 3 – Preparo das amostras



Legenda: a) resina acrílica autopolimerizável; b) representação do preparo da resina acrílica autopolimerizável; c) molde de silicone; d) representação do preenchimento do molde com a resina acrílica; e) fixação do dente na resina acrílica; f) dente fixado na resina acrílica com a coroa exposta e a superfície oclusal paralela à base da resina acrílica; g) máquina de cortes seriados; h) representação do corte paralelo aproximadamente 4 mm acima da junção amelo-cementária para expor a dentina.

Fonte: Matuda, 2023 [24].

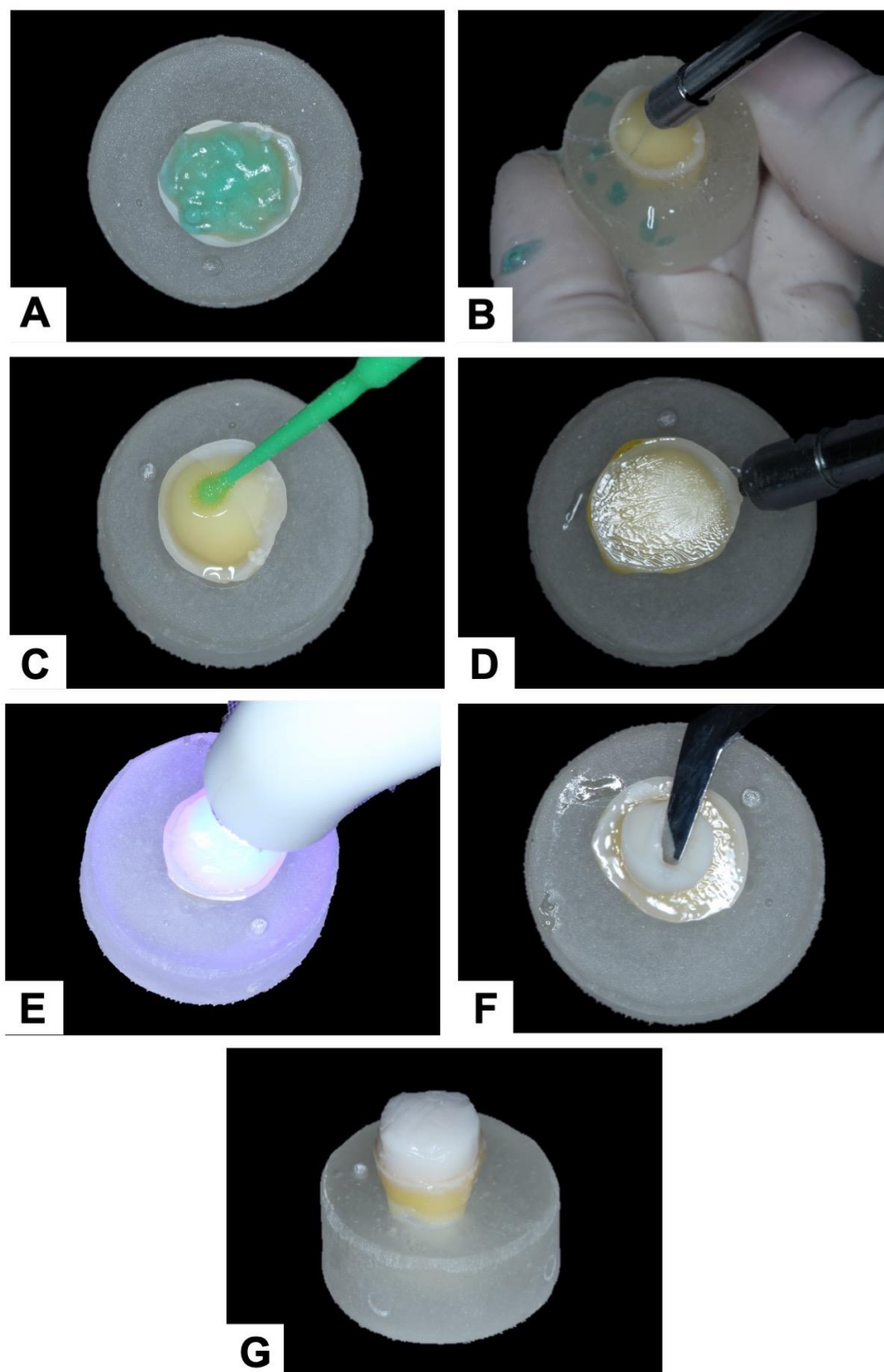
Figura 4 – Finalização do preparo das amostras



Legenda: a) espécime em contato com a superfície da lixa; b) espécime pronto.
Fonte: Matuda, 2023 [22].

2.4 Aplicação do adesivo e técnica restauradora

Sobre a superfície exposta foi realizado o condicionamento ácido da dentina com a aplicação de ácido fosfórico a 32% (Uni-Etch, Bisco Inc., Schaumburg, IL, EUA) por 15 segundos, lavagem com água por 15 segundos e secagem com papel absorvente para manter a dentina condicionada visivelmente úmida. E, logo em seguida, aplicado o sistema adesivo de diferentes concentrações por 20 segundos de forma ativa, e, logo em seguida, foi utilizado um jato de ar para remoção do solvente e posteriormente foi fotopolimerizado por 20 segundos. Após a etapa de aplicação do sistema adesivo, foram adicionados 3 incrementos de 1,5 mm de resina composta nanoparticulada Filtek Z350 XT (3M-ESPE – cor A2) em todos os espécimes. Estes foram fotoativados, um de cada vez, por 20 segundos a uma distância padronizada, com o aparelho fotopolimerizador de LED, emissor de luz azul, comprimento de onda que varia de 440 nm a 480 nm com uma densidade de potência de 1200 mW/ cm² (Radii-cal, Victoria, Austrália) (Figura 5).

Figura 5 – Técnica restauradora

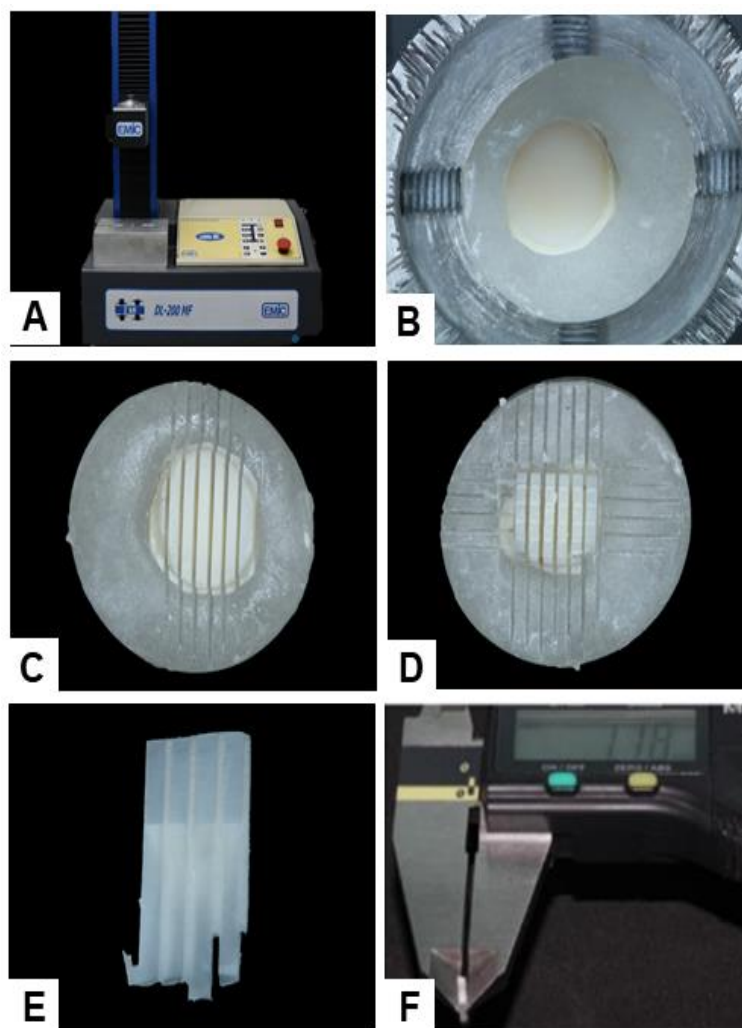
Legenda: a) condicionamento ácido; b) lavagem; c) aplicação do adesivo; d) jato de ar para evaporação do solvente; e) fotopolimerização; f) aplicação de um incremento de resina composta; g) restauração finalizada.

Fonte: Matuda, 2023 [22].

2.5 Teste de resistência de união

O conjunto resina acrílica-amostra foi seccionado paralelo ao longo eixo do dente com o auxílio de uma cortadeira de precisão Isomet (Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, EUA) sob irrigação com água, originando palitos (resina - adesivo - dentina), com aproximadamente 1 x 1 mm de largura, sendo realizada a mensuração da área de adesão antes do teste de microtração com paquímetro digital (Starret Indústria e Comércio Ltda., Itu, SP, Brasil) (Figura 6).

Figura 6 – Confeccção dos palitos para o teste de resistência de união



Legenda: a) máquina universal de ensaios EMIC DL2000; b) conjunto resina acrílica-amostra sendo posicionado na Labcut 1010; c) secções de 1 mm de espessura no sentido mesiodistal; d) secções de 1 mm de espessura no sentido vestibulo-lingual; e) palitos de resina composta e dentina com aproximadamente 1 x 1 mm de largura; f) mensuração da área de adesão dos palitos.
Fonte: Matuda, 2023 [22].

Os dez espécimes de cada grupo foram então submetidos ao teste de resistência da união às tensões de microtração. Este teste foi realizado em uma máquina universal de ensaios EMIC DL2000 (EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brasil) com uma célula de carga de 10 kg à velocidade de 0,5 mm/min para avaliar a força adesiva na interface material restaurador/dentina.

Os palitos foram fixados individualmente pelas suas extremidades com adesivo cianoacrilato em gel (Zapit, Dental Ventures of American, Corona, CA, EUA) no dispositivo de microtração metálico, de modo a posicionar a área adesiva perpendicularmente ao longo eixo da força de tração, para realização do ensaio de microtração na máquina de testes, no momento da fratura, o teste é automaticamente interrompido (Figura 7). A resistência de união será calculada em MPa pela fórmula:

$$\delta = F/A$$

Onde δ é a força de união à microtração. F é a força aplicada e A é a área de união entre resina – adesivo – dentina. Ao final do ensaio, as partes fraturadas foram limpas e secas e então analisadas quanto ao padrão de fratura em estereomicroscópio óptico com aumento de 40 x (Zeiss, stereO Discovery V20, Göttingen, Germany), e classificadas quanto ao tipo de fratura. As falhas pré-testes e fraturas coesivas em resina e dentina não foram consideradas.

Adesiva – Para fraturas em que a falha ocorre na interface adesivo-estrutura denta; ou na interface entre o adesivo e a resina composta, em mais de 75% da área analisada.

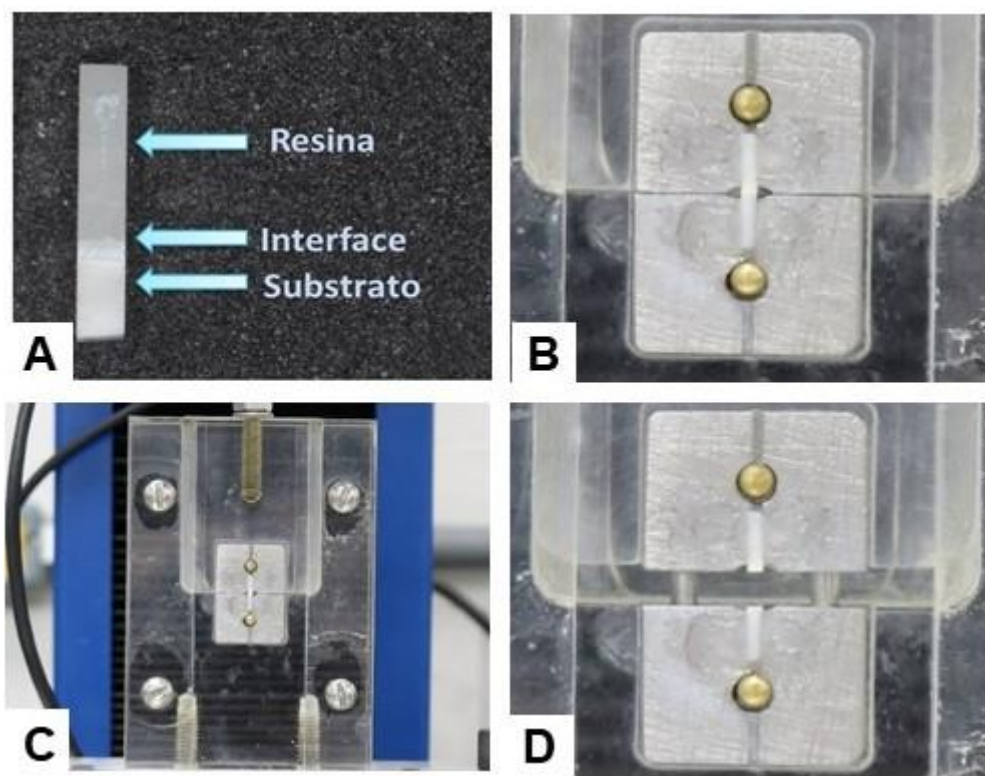
Coesiva em resina – Para fraturas em que a falha ocorre predominantemente no interior da resina composta, cerca de 75%.

Coesiva na estrutura dental – Para fratura em que a falha ocorre predominantemente no interior da estrutura dental, cerca de 75%.

Mista – Para fraturas nas quais não existiu uma predominância maior que 75% de qualquer tipo de falha.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e homogeneidade e, também, ao teste ANOVA, seguido do Teste de Tukey para análise de comparações múltiplas, com nível de significância de 5% para tomada de decisões.

Figura 7 –Teste de resistência de união



Legenda: a) palito pronto; b) palito fixado no dispositivo de microtração metálico; c) máquina EMIC com a carga de célula; d) palito fraturado após o teste de microtração.
Fonte: Matuda, 2023 [22].

3 RESULTADOS

Para efeito de análise estatística, foi realizada uma média calculada com os espécimes (palitos de 1 x 1 mm) testados para cada dente humano preparado. As médias em MPA foram submetidas à análise estatística por meio dos programas computacionais: MINITAB (Minitab, version 14.12, 2004) e STATISTIX (Analytical Software, version 8.0, 2007).

De acordo com os resultados obtidos, o grupo ASB (nenhuma incorporação de resveratrol) apresentou uma média de $43,69 \pm 1,38^A$. Já o grupo ASB0,5 (incorporação de 0,5% de resveratrol) apresentou média de $43,74 \pm 0,98^A$. Enquanto o grupo ASB1 (incorporação de 1% de resveratrol) apresentou uma média de $42,25 \pm 0,49^A$. E, por fim, o grupo ASB2 (incorporação de 2% de resveratrol) apresentou uma média de $44,84 \pm 4,88^A$. Com esses dados e resultados, foi possível constatar que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos com as diferentes concentrações de resveratrol.

Tabela 1. Análise descritiva para diferentes grupos quanto a resistência de união.

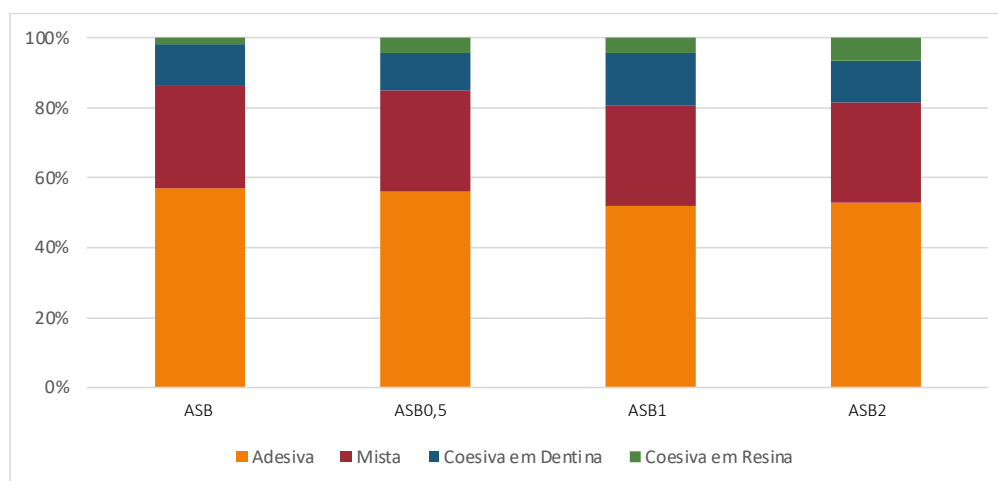
Adesivo Comercial	Valores em MPa $\pm$ Dp
Sem partículas (ASB)	$43,69 \pm 1,38^A$
0,5% partículas (ASB0,5)	$43,74 \pm 0,98^A$
1% partículas (ASB1)	$42,25 \pm 0,49^A$
2% partículas (ASB2)	$44,84 \pm 4,88^A$

Legenda: ^A : não houve diferença estatística significativa.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 8 mostra a porcentagem de tipos de fratura dos palitos após o teste de microtração para cada grupo. Observa-se que houve predominância dos tipos de fratura adesiva e mista, sobre os tipos coesivas.

Figura 8 –Porcentagem de tipos de fraturas após teste de microtração



Fonte: Matuda, 2023 [22].

4 DISCUSSÃO

Essa pesquisa teve como principal objetivo avaliar as propriedades mecânicas de um sistema adesivo modificado pela adição do resveratrol em diferentes concentrações (0,5, 1 e 2%), para que fosse verificada sua resistência de união da interface adesiva através de testes de microtração.

Os molares foram divididos entre eles em grupos de 10 molares para cada tipo de sistema adesivo modificado. Ou seja, 10 molares para o grupo ASB – nenhuma incorporação de resveratrol, 10 molares para o grupo ASB0,5 - incorporação de 0,5% de resveratrol, 10 molares para o grupo ASB1 – incorporação de 1% de resveratrol e, por fim, 10 molares para o grupo ASB2 – incorporação de 2% de resveratrol.

Para o preparo dos grupos com a incorporação de resveratrol (ASB0,5, ASB1 e ASB2) foi utilizada sua forma em pó que foi pesado rigorosamente nas concentrações 0,5, 1 e 2% em peso e misturado ao adesivo Adper Single Bond II (3M-ESPE) em um vidro fechado âmbar em ambiente escuro para evitar possível exposição precoce à luz.

Os molares humanos tiveram suas superfícies oclusais cortadas paralelamente em aproximadamente 4 mm acima da junção amelo-cementária até que a dentina fosse exposta. A superfície da dentina exposta foi polida com lixas d'água de granulações P320 em politriz circular sob refrigeração abundante de água, para remover a smear layer produzida pelo corte com o disco diamantado e produzir uma nova smear layer padronizada. A partir dessa etapa, foi realizado o condicionamento ácido com ácido fosfórico a 32% por 15 segundos e lavado com água por, também, 15 segundos e secado com papel absorvente. E, em seguida, o sistema adesivo dos diferentes grupos (ASB, ASB0,5, ASB1, ASB2) foi aplicado e fotopolimerizado. E, com a técnica incremental, concentrou-se uma camada de 3 mm de resina composta Filtek Z350 XT (3M-ESPE).

Para a realização do teste de microtração, os molares humanos hígidos que foram submetidos à aplicação dos sistemas adesivos e da resina composta, foram seccionados ao longo eixo do dente originando palitos de aproximadamente 1x1 mm de largura.

A partir dessas amostras, os palitos de 1x1mm foram fixados com cola de cianoacrilato em um dispositivo específico para ser encaixado em uma máquina de

ensaio universal EMIC DL2000 (EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brasil) com uma célula de carga de 10 kg a velocidade de 0,5 mm/min.

De acordo com os resultados obtidos através desse teste, o grupo ASB (nenhuma incorporação de resveratrol) apresentou uma média de $43,69 \pm 1,38^A$. Já o grupo ASB0,5 (incorporação de 0,5% de resveratrol) apresentou média de $43,74 \pm 0,98^A$. Enquanto o grupo ASB1 (incorporação de 1% de resveratrol) apresentou uma média de $42,25 \pm 0,49^A$. E, por fim, o grupo ASB2 (incorporação de 2% de resveratrol) apresentou uma média de $44,84 \pm 4,88^A$.

Com isso, constatou-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos com as diferentes concentrações de resveratrol. Esse resultado mostrou-se positivo para que a linha de pesquisa sobre a incorporação do resveratrol nos sistemas adesivos seja continuada tendo em vista suas propriedades biológicas satisfatórias, que a partir de 1992 começou a ser estudo por tais razões, principalmente em relação aos seus benefícios em doenças cardíacas. Os estudos revelaram ao longo do tempo que o resveratrol possui uma ampla gama de propriedades biológicas, incluindo atividade antiglicante, antioxidante, antiinflamatória, antibacteriana, neuroprotetora, anticancerígena e antienvhecimento em vários modelos experimentais *in vitro* e *in vivo* [3,23–26].

A pesquisa do resveratrol engloba um amplo espectro de áreas e é objeto de considerável atenção científica, principalmente, investigações de sua atividade biológica e os efeitos da administração de resveratrol em inúmeras doenças em ensaios clínicos e não clínicos.

A atividade de *S. mutans* pode ser restringida pelo resveratrol ao afetar a produção de ácido glicolítico. Com isso, avaliou-se o efeito do resveratrol nas propriedades de virulência de *S. mutans*. Foi relatado que o resveratrol em níveis sub-MIC diminuiu significativamente a produção de ácido e a tolerância a ácidos, inibiu a síntese de polissacarídeos solúveis em água e polissacarídeos insolúveis em água, comprometendo a formação de biofilme. A expressão gênica de virulência relacionada (ldh, relA, gtfC, comDE) foi regulada negativamente com concentrações crescentes de resveratrol. Foi concluído então que o resveratrol tem um efeito inibitório nas propriedades de virulência cariogênica de *S. mutans* e representa um promissor agente anticariogênico [18]

A aplicação de adesivo incorporado com resveratrol pode efetivamente preservar a força de união e reduzir a nanoinfiltração após termociclagem ou envelhecimento da colagenase. Além disso, a capacidade inibitória na formação de biofilme *S.mutans* e atividade de proteases endógenas com biocompatibilidade aceitável foram alcançadas. Esses achados demonstraram que o adesivo incorporado com resveratrol desenvolvido sugere potencial para melhorar a durabilidade da união e gerenciar cáries secundárias, implicando uma tática promissora para aumentar a vida útil das restaurações adesivas [27].

Tendo em vista o resultado desse estudo, no qual não houve diferença estatística entre os grupos com a incorporação de resveratrol e o grupo controle e, as propriedades biológicas do polifenol, é de se afirmar a possibilidade de desenvolvimento de novas estratégias a fim de manter a resistência de união da interface adesiva ao longo do tempo, aumentando assim a durabilidade de restaurações adesivas, sendo um indicador para novas pesquisas sobre o assunto.

5 CONCLUSÃO

A partir dos dados obtidos pela pesquisa, foi possível observar que a incorporação do resveratrol no sistema adesivo nas diferentes concentrações (0,5, 1 e 2%) não interferiu na resistência de união da interface adesiva. Assim, não afetou mecanicamente o empenho do sistema adesivo.

REFERÊNCIAS

- [1] Huang B, Cvitkovitch DG, Santerre JP, Finer Y. Biodegradation of resin-dentin interfaces is dependent on the restorative material, mode of adhesion, esterase or MMP inhibition. *Dent Mater.* 2018;34(9):1253–62. doi: 10.1016/J.DENTAL.2018.05.008
- [2] Spencer P, Ye Q, Park J, Topp EM, Misra A, Marangos O, et al. Adhesive/Dentin interface: the weak link in the composite restoration. *Ann Biomed Eng.* 2010;38(6):1989–2003. doi: 10.1007/S10439-010-9969-6
- [3] Gou Y ping, Meghil MM, Pucci CR, Breschi L, Pashley DH, Cutler CW, et al. Optimizing resin-dentin bond stability using a bioactive adhesive with concomitant antibacterial properties and anti-proteolytic activities. *Acta Biomater.* 2018;75:171–82. doi: 10.1016/J.ACTBIO.2018.06.008
- [4] Nedeljkovic I, Teughels W, De Munck J, Van Meerbeek B, Van Landuyt KL. Is secondary caries with composites a material-based problem? *Dent Mater.* 2015;31(11):e247–77. doi: 10.1016/J.DENTAL.2015.09.001
- [5] Hashimoto M, Nagano F, Endo K, Ohno H. A review: Biodegradation of resin–dentin bonds. *Jap Dent Sci Rev.* 2011;47(1):5–12. doi: 10.1016/J.JDSR.2010.02.001
- [6] Al-Ammar A, Drummond JL, Bedran-Russo AK. The use of collagen cross-linking agents to enhance dentin bond strength. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2009;91(1):419–24. doi: 10.1002/JBM.B.31417
- [7] Tezvergil-Mutluay A, Agee KA, Hoshika T, Uchiyama T, Tjäderhane L, Breschi L, et al. Inhibition of MMPs by alcohols. *Dent Mater.* 2011;27(9):926–33. doi: 10.1016/J.DENTAL.2011.05.004
- [8] Loguercio AD, Uceda-Gomez N, Carrilho MRDO, Reis A. Influence of specimen size and regional variation on long-term resin-dentin bond strength. *Dent Mater.* 2005;21(3):224–31. doi: 10.1016/j.dental.2004.03.012
- [9] Veis A, Schlueter RJ. The macromolecular organization of dentine matrix collagen. i. characterization of dentine collagen. *Biochemistry.* 1964;3(11):1650–7. doi: 10.1021/BI00899A009

- [10] Bedran-Russo AKB, Pereira PNR, Duarte WR, Drummond JL, Yamaychi M. Application of crosslinkers to dentin collagen enhances the ultimate tensile strength. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2007;80(1):268–72. doi: 10.1002/JBM.B.30593
- [11] Stenzel KH, Miyata T, Rubin AL. Collagen as a biomaterial. *Annu Rev Biophys Bioeng*. 1974;3(0):231–53. doi: 10.1146/ANNUREV.BB.03.060174.001311
- [12] Goh KL, Meakin JR, Aspden RM, Hukins DWL. Stress transfer in collagen fibrils reinforcing connective tissues: effects of collagen fibril slenderness and relative stiffness. *J Theor Biol*. 2007;245(2):305–11. doi: 10.1016/J.JTBI.2006.10.008
- [13] Erhardt MCG, Osorio R, Viseras C, Toledano M. Adjunctive use of an anti-oxidant agent to improve resistance of hybrid layers to degradation. *J Dent*. 2011;39(1):80–7. doi: 10.1016/J.JDENT.2010.10.013
- [14] Castellan CS, Pereira PNR, Viana G, Chen SN, Pauli GF, Bedran-Russo AK. Solubility study of phytochemical cross-linking agents on dentin stiffness. *J Dent*. 2010;38(5):431–6. doi: 10.1016/J.JDENT.2010.02.002
- [15] Castellan CS, Pereira PN, Grande RHM, Bedran-Russo AK. Mechanical characterization of proanthocyanidin-dentin matrix interaction. *Dent Mater*. 2010;26(10):968–73. doi: 10.1016/J.DENTAL.2010.06.001
- [16] Han B, Jaurequi J, Tang BW, Nimni ME. Proanthocyanidin: a natural crosslinking reagent for stabilizing collagen matrices. *J Biomed Mater Res A*. 2003;65(1):118–24. doi: 10.1002/JBM.A.10460
- [17] Atalayin C, Tezel H, Ergucu Z, Unlu N, Armagan G, Dagci T, et al. The improvement of biocompatibility of adhesives: The effects of resveratrol on biocompatibility and dentin micro-tensile bond strengths of self-etch adhesives. *Clin Oral Investig*. 2019;23(8):3213–8. doi: 10.1007/S00784-018-2745-Y
- [18] Li J, Wu T, Peng W, Zhu Y. Effects of resveratrol on cariogenic virulence properties of *Streptococcus mutans*. *BMC Microbiol*. 2020;20(1):99. doi: 10.1186/S12866-020-01761-3

- [19] Ferreira S, Domingues F. The antimicrobial action of resveratrol against *Listeria monocytogenes* in food-based models and its antibiofilm properties. *J Sci Food Agric*. 2016;96(13):4531–5. doi: 10.1002/JSFA.7669
- [20] Kolouchová I, Mařátková O, Paldrychová M, Kodeš Z, Kvasničková E, Sigler K, et al. Resveratrol, pterostilbene, and baicalein: plant-derived anti-biofilm agents. *Folia Microbiol (Praha)*. 2018;63(3):261–72. doi: 10.1007/S12223-017-0549-0
- [21] San Miguel SM, Opperman LA, Allen EP, Zielinski J, Svoboda KKH. Bioactive polyphenol antioxidants protect oral fibroblasts from ROS-inducing agents. *Arch Oral Biol*. 2012;57(12):1657–67. doi: 10.1016/J.ARCHORALBIO.2012.04.021
- [22] Matuda AGN. Avaliação das propriedades físico-químicas e mecânicas de um sistema adesivo bioativo pela incorporação do resveratrol [tese]. São José dos Campos: Instituto de ciência e Tecnologia; 2023.
- [23] Öztürk E, Arslan AKK, Yerer MB, Bishayee A. Resveratrol and diabetes: A critical review of clinical studies. *Biomed Pharmacother*. 2017;95:230–4. doi: 10.1016/J.BIOPHA.2017.08.070
- [24] Rauf A, Imran M, Sulera HAR, Ahmad B, Peters DG, Mubarak MS. A comprehensive review of the health perspectives of resveratrol. *Food Funct*. 2017;8(12):4284–305. doi: 10.1039/C7FO01300K
- [25] Jardim FR, de Rossi FT, Nascimento MX, da Silva Barros RG, Borges PA, Prescilio IC, et al. Resveratrol and Brain Mitochondria: a Review. *Mol Neurobiol*. 2018;55(3):2085–101. doi: 10.1007/S12035-017-0448-Z
- [26] Salehi B, Mishra AP, Nigam M, Sener B, Kilic M, Sharifi-Rad M, et al. Resveratrol: A Double-Edged Sword in Health Benefits. *Biomedicines*. 2018;6(3):91. doi: 10.3390/BIOMEDICINES6030091
- [27] Guo R, Peng W, Yang H, Yao C, Yu J, Huang C. Evaluation of resveratrol-doped adhesive with advanced dentin bond durability. *J Dent*. 2021;114:103817. doi: 10.1016/J.JDENT.2021.103817

ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética

UNESP - INSTITUTO DE
CIÊNCIA E TECNOLOGIA -
CAMPUS DE SÃO JOSÉ DOS
CAMPOS

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Efeitos do resveratrol no pH, grau de conversão, propriedades antibacterianas e resistência de união da interface adesiva

Pesquisador: AMANDA GUEDES NOGUEIRA MATUDA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 32339520.2.0000.0077

Instituição Proponente: Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos - UNESP

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.098.623

Apresentação do Projeto:

Título: "Efeitos do resveratrol no pH, grau de conversão, propriedades antibacterianas e resistência de união da interface adesiva".

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo desse estudo será verificar os efeitos da adição do resveratrol em sistemas adesivos, onde serão avaliados: pH, grau de conversão, propriedades antibacterianas e resistência de união da interface adesiva.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Como serão utilizados dentes já extraídos, não haverá riscos diretos aos pacientes, podendo ocorrer a perda ou quebra dos mesmos quando de sua manipulação.

Benefícios: Os resultados deste estudo inicial podem trazer inovações que terão relevância clínica, com a possibilidade de patentear esse novo material.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O Projeto de Pesquisa apresenta boa fundamentação científica que dá embasamento para o desenvolvimento da Metodologia proposta. O Projeto está muito bem escrito e as informações estão bem claras e elucidadas.

Endereço: Av. Engº Francisco José Longo 777
Bairro: Jardim São Dimas **CEP:** 12.245-000
UF: SP **Município:** SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
Telefone: (12)3947-9078 **Fax:** (12)3947-9010 **E-mail:** ceph.ict@unesp.br

**UNESP - INSTITUTO DE
CIÊNCIA E TECNOLOGIA -
CAMPUS DE SÃO JOSÉ DOS
CAMPOS**



Continuação do Parecer: 4.098.623

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos de apresentação obrigatória foram apresentados e estão em consonância com as diretrizes da CONEP.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto de Pesquisa é relevante e poderá trazer inovações para aprimorar a prática clínica.

Considerações Finais a critério do CEP:

O Colegiado acata o parecer do(a) Relator(a).

O (a) pesquisador(a) irá receber e-mail da Secretaria do CEPH-ICT-CAMPUS DE SJCAMPOS-UNESP, para envio de relatórios parciais/final, para não incorrer na penalidade de não o fazendo, em não ter novas submissões avaliada pelo Comitê de Ética, até que sane a pendência de envio do relatório, na forma de notificação através do sistema da Plataforma Brasil. Obs:- No site <https://www2.ict.unesp.br/> – Sobre o ICT – Comissões e Comitês - Comitê de Ética Envolvendo Seres Humanos, encontrará o formulário para envio do Relatório parcial/final.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1555697.pdf	15/05/2020 17:03:23		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo.pdf	15/05/2020 17:02:17	AMANDA GUEDES NOGUEIRA MATUDA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	15/05/2020 16:49:58	AMANDA GUEDES NOGUEIRA MATUDA	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	15/05/2020 16:04:20	AMANDA GUEDES NOGUEIRA MATUDA	Aceito
Outros	Metodologia.docx	12/05/2020 17:39:51	AMANDA GUEDES NOGUEIRA MATUDA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Endereço: Av. Engº Francisco José Longo 777
Bairro: Jardim São Dimas **CEP:** 12.245-000
UF: SP **Município:** SAO JOSE DOS CAMPOS
Telefone: (12)3947-9078 **Fax:** (12)3947-9010 **E-mail:** ceph.ict@unesp.br