

EFEITO DE DIFERENTES LÍQUIDOS MODELADORES NA SORÇÃO E SOLUBILIDADE DAS RESINAS COMPOSTAS: ESTUDO IN VITRO.

Lavínia Prado Hernandes¹, Isabela Rocha de Souza¹, Morgana Thais Gremschi¹, Sabrina Marques Barroso¹, Klissia Romero Felizardo²

ARTIGO ORIGINAL

RESUMO

Tornou-se comum entre os profissionais de Odontologia a utilização de líquidos modeladores entre as camadas de resina composta, para facilitar a escultura e o modelamento durante as restaurações. Uma vez que a qualidade desses parâmetros implica na caracterização final da superfície da restauração, assim como na sua qualidade, longevidade e desempenho clínico, é relevante avaliar e investigar o efeito do uso desses materiais quanto à sorção e solubilidade, quando eles são aplicados entre as camadas de resina composta. O objetivo deste trabalho é avaliar o efeito da presença de diferentes líquidos modeladores entre as camadas de resina composta frente às propriedades de sorção e solubilidade. Foram confeccionados 50 corpos de prova, divididos em 5 grupos de estudo (n=10): G1- Grupo Controle (material restaurador sem modelador), G2- Bond do Adper Scotchbond Multipurpose, G3- Wetting Resin, G4- Resilab, G5- Signum Liquid. Todas as amostras foram confeccionadas utilizando uma resina composta Filtek™ Z350 na cor A2. Foi utilizado um molde de borracha para espécimes em disco com espessura de 1 mm x 10 mm de diâmetro. Um primeiro incremento de resina foi aplicado no molde, condensado e polimerizado por 20 segundos. Em seguida, foi realizada a aplicação do adesivo e dos líquidos modeladores. Estes foram polimerizados juntamente com a resina pelo tempo de 20 segundos. A partir dessa primeira camada, foi inserida outra camada de resina finalizando as amostras. Após 24h, os corpos de prova foram polidos e aferidos a área de cada corpo para a realização do teste de sorção e solubilidade. Os valores de sorção e solubilidade foram calculados, e os dados obtidos foram submetidos à análise de Variância (ANOVA) two-way, seguido do pós-teste de Tukey, com $p < 0,05$. A partir dos resultados observados neste estudo e diante da metodologia utilizada, sugere-se que os adesivos com menor hidrofiliabilidade, no caso o bond do adesivo Scotchbond Multipurpose pode ser utilizado como líquido modelador durante a confecção de restaurações de resina composta.

Palavras-chave: Resinas Compostas, Solubilidade, Cor, Adesivos.



EFFECT OF DIFFERENT MODELING LIQUIDS ON THE SOLUBILITY AND SOLUBILITY OF COMPOSITE RESINS: IN VITRO STUDY.

ABSTRACT

It has become common among dentistry professionals to use styling liquids between layers of composite resin, to facilitate sculpting and modeling during restorations. Since the quality of these parameters implies the final characterization of the restoration surface, as well as its quality, longevity, and clinical performance, it is relevant to evaluate and investigate the effect of using these materials on sorption and solubility, when they are applied between the composite resin layers. The aim of this work is to evaluate the effect of the presence of different modeling liquids between the composite resin layers on the sorption and solubility properties. 50 specimens were made, divided into 5 study groups (n=10): G1- Control Group (restorative material without modeler), G2- Adper Scotchbond Multipurpose Bond, G3- Wetting Resin, G4- Resilab, G5 - Signum Liquid. All samples were made using a Filtek™ Z350 composite resin in color A2. A rubber mold was used for disc specimens with a thickness of 1 mm x 10 mm in diameter. A first increment of resin was applied to the mold, condensed, and polymerized for 20 seconds. Then, the application of adhesive and styling liquids was carried out. These were polymerized together with the resin for a time of 20 seconds. From this first layer, another layer of resin was inserted, finishing the samples. After 24 hours, the specimens were polished, and the area of each specimen was checked for the sorption and solubility test.

RESULTS: Sorption and solubility values were calculated, and the data obtained were submitted to two-way analysis of variance (ANOVA), followed by Tukey's post-test, with $p < 0.05$. Based on the results observed in this study and given the methodology used, it is suggested that adhesives with less hydrophilicity, in this case the Scotchbond Multipurpose adhesive bond, can be used as styling liquids during the fabrication of composite resin restorations.

Keywords: Composite Resins; Solubility; Color; Adhesives.

Instituição afiliada – 1- Discente do curso de Odontologia da Universidade Paranaense - Unipar. 2- Docente do curso de Odontologia da Universidade Paranaense - Unipar.

Dados da publicação: Artigo recebido em 11 de Agosto e publicado em 16 de Setembro de 2023.

DOI: <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2023v5n4p2036-2057>

Autor correspondente: Klissia Romero Felizardo klissia@prof.unipar.br

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



INTRODUÇÃO

As resinas compostas são basicamente constituídas de cargas inorgânicas, matriz orgânica e silano como agente de união. O Bis-GMA é um monômero de base predominante da matriz orgânica da resina¹. Devido à alta viscosidade deste monômero, a manipulação e inserção da resina composta fica dificultada³, bem como a obtenção da escultura desejada⁴. Sendo assim, co-monômeros com menor viscosidade são utilizados como diluentes, tais como TEGDMA e UDMA⁵, compondo a matriz orgânica dos compósitos.

Mesmo associando co-monômeros à matriz orgânica, alguns materiais apresentam uma pegajosidade demasiada, o que dificulta trabalhar com a escultura anatômica da resina, uma vez que apresentam aderência às espátulas de inserção. Sendo assim, falhas no interior da restauração poderão acontecer, como a formação de bolhas ou defeitos coesivos da resina, os quais podem afetar diretamente as propriedades ópticas da restauração, principalmente translucidez e estabilidade de cor⁵.

Para a resolução dessa pegajosidade, muitos profissionais criaram o hábito de “molhar” a resina entre a inserção de uma camada e outra com líquidos modeladores⁷, a fim de facilitar a manipulação e o modelamento das resinas compostas, diminuindo a pegajosidade⁸.

Os líquidos modeladores são geralmente constituídos por uma resina de baixa viscosidade e de composição semelhante às resinas adesivas utilizadas para unir a resina composta ao dente. Acredita-se que esta técnica aumenta o molhamento superficial da resina composta, facilitando a aplicação de novas camadas do material e que a coesão da restauração seja melhorada, ficando livre de bolhas ou pequenos defeitos comuns de ocorrerem durante o modelamento do material na cavidade dentária⁹. Embora não recomendado pelos fabricantes, adesivos odontológicos têm sido utilizados como líquido modelador, sendo aplicados por meio de pincéis (específicos ou descartáveis) entre as camadas da restauração em construção.

De acordo com Barcellos et al. (2008)⁸, tanto o uso de adesivos dentinários quanto os líquidos modeladores, não reduzem a força de união coesiva nas interfaces do compósito. Além de que, dependendo do tipo e da composição do líquido modelador

e do adesivo utilizado, estes podem influenciar na mudança de cor da resina composta⁴.

Ribeiro et al. (2017)¹⁰, ainda complementam que o uso de adesivos como lubrificantes em restaurações de resina composta pode alterar o grau de conversão desse material e a utilização de uma resina modeladora específica não traz vantagens em sua utilização.

Uma vez que a qualidade desses parâmetros implica na caracterização final da superfície da restauração, assim como na sua qualidade, longevidade e desempenho clínico, é relevante avaliar e investigar o efeito do uso de materiais modeladores quanto à alteração de cor e resistência, quando eles são aplicados entre as camadas de resina composta.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é avaliar o efeito da presença de diferentes líquidos modeladores entre as camadas de resina composta frente às propriedades de sorção e solubilidade.

METODOLOGIA

1. PREPARO DOS CORPOS DE PROVA PARA O TESTE DE SORÇÃO E SOLUBILIDADE

Este trabalho foi realizado no laboratório de Materiais Dentários da Universidade Paranaense (Unipar/Sede), em um estudo quantitativo, experimental *in vitro*. O fator em estudo foi avaliar a sorção (SR) e solubilidade (SL) de cinco materiais usados como modeladores de superfície (Fig.1).



Fig. 1- Materiais utilizados na pesquisa.

Foram confeccionados 50 corpos de prova (N=50), divididos em 5 grupos de estudo (n=10): G1- Grupo Controle (material restaurador sem modelador), G2- Bond do Adper Scotchbond Multipurpose/3M ESPE, G3- Wetting Resin/Ultradent, G4- Resilab Resimix/Wilcos, G5- Signum Liquid/Heraeus Kulzer (Tabela 1). Todas as amostras foram confeccionadas utilizando uma resina composta (Filtek™ Z350-3M/ESPE, Sumaré/SP) na cor A2.

Tabela 1- Grupos de estudo.

Grupos de estudo	Abreviatura	Classificação
G1- Z350/XT	Z350	Resina Composta nanoparticulada
G2- Adesivo (Bond) Adper Scotchbond Multipurpose	Bond	Adesivo
G3-Wetting Resin	Wetting	Líquido modelador
G4-Resilab Resimix	Resilab	Líquido modelador
G5- Signum Liquid	Signum	Líquido modelador

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para a confecção das amostras, foi utilizado um molde de borracha para espécimes em disco (Odeme Dental Research, Luzerna, Santa Catarina, Brasil) com espessura de 1 mm x 10 mm de diâmetro (ISO: 4049/2009)¹⁹, contendo 3 orifícios (Fig. 2).



Fig. 2- Modelo para confecção dos corpos de prova (1mm de espessura x 10 mm de diâmetro).

1.1 CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA DO GRUPO 1: G1- Grupo Controle (Material restaurador sem modelador entre as camadas de resina composta)

Um primeiro incremento de resina foi aplicado no molde com o auxílio de uma espátula de inserção, seguido da adaptação do material no molde com um condensador de Ward nº3 e polimerizado durante 20 segundos. A partir dessa primeira camada, foi inserido outro incremento de resina, o qual foi modelado ao primeiro incremento. Uma matriz de poliéster (Fava Metalúrgica, Pirituba, São Paulo, Brasil) e uma placa de vidro com espessura de 10mm (Golgran Instrumentos Odontológicos, São Caetano do Sul, São Paulo, Brasil) foi posicionada na superfície do molde a fim de remover-se o excesso de resina aplicada, obtendo uma superfície nivelada, lisa e de espessura padronizada. Em seguida, essa camada foi polimerizada por 40 segundos. Nesse primeiro grupo (G1) não foram utilizados modeladores entre as camadas de resina composta (Fig. 3).



Fig. 3- Esquema representativo da confecção dos corpos de prova do Grupo 1 (G1).

1.2 CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA DO GRUPO 2, 3, 4 e 5- (G2): Bond (adesivo) do Adper Scotchbond Multipurpose, (G3): Wetting Resin, (G4): Resilab e (G5): Signum Liquid

Um primeiro incremento de resina foi aplicado no molde com o auxílio de uma espátula de inserção, seguido da adaptação do material no molde com um

condensador de Ward nº3 e polimerizado durante 20 segundos. A partir dessa primeira camada, os incrementos de resina foram modelados usando-se um dos 4 seguintes líquidos modeladores: G2- a resina adesiva (bond) do adesivo Scotchbond Multipurpose da 3M/ESPE, G3- uma resina fluida- Wetting Resin da Ultradent, G4- RESILAB – um líquido modelador da Wilcos Produtos Odontológicos (Petrópolis, RJ, Brasil) e o G5- líquido modelador Signum Liquid da Heraeus Kulzer.

Cada líquido modelador foi aplicado no incremento de resina com o auxílio de um pincel do tipo microbrush, seguido da inserção de outro incremento de resina, o qual foi modelado ao primeiro incremento. A quantidade de adesivo (Bond) e líquidos modeladores (Wetting Resin, Resilab e Signum Liquid) foram padronizadas por uma gota, ou seja, foi dispensado em um pote dappen uma gota desses materiais (Fig. 4), e em seguida, o microbrush foi embebido no líquido e dispensado sobre a camada de resina composta no sentido de modelar essa resina e não esfregar, seguida de acomodação do material por meio do Condensador Ward nº3. Após a aplicação do adesivo (Bond) e dos líquidos modeladores (Wetting Resin, Resilab e Signum Liquid), estes foram polimerizados juntamente com a resina pelo tempo de 20 segundos.



Fig. 4- Padronização dos líquidos modeladores.

Uma matriz de poliéster (Fava Metalúrgica, Pirituba, São Paulo, Brasil) e uma placa de vidro com espessura de 10mm (Golgran Instrumentos Odontológicos, São Caetano do Sul, São Paulo, Brasil) foi posicionada na superfície do molde a fim de remover-se o excesso de resina aplicada, obtendo uma superfície nivelada, lisa e de espessura padronizada. Em seguida, essa camada foi polimerizada por 40 segundos (Fig. 5).



Fig. 5- Esquema representativo da confecção dos corpos de prova do Grupo 2, 3, 4 e 5 (G1, G2, G3, G4 e G5).

A polimerização dos corpos de prova foram realizadas com um fotopolimerizador LED de alta intensidade Rádii-cal da SDI ($>1200\text{mW}/\text{cm}^2$) com comprimento de onda entre 440 a 480nm. Para a padronização da distância de fotoativação, o aparelho fotoativador foi posicionado o mais próximo possível da resina, com a ponta do aparelho posicionada perpendicularmente à superfície do material. Cada corpo de prova foi fotoativado de acordo com as recomendações do fabricante.

As amostras foram retiradas do molde e armazenadas durante 24h em potes transparentes de polietileno (10mL) (Adria Laboratórios, Londrina, PR, Brasil) em ambiente livre de luz, para a completa polimerização do material, sendo

os mesmos identificados de acordo com cada grupo de estudo. Ex: G1.1, G1.2 até G1.10; G2.1, G2.2, G2.3 e assim sucessivamente para todos os grupos (Fig. 6).

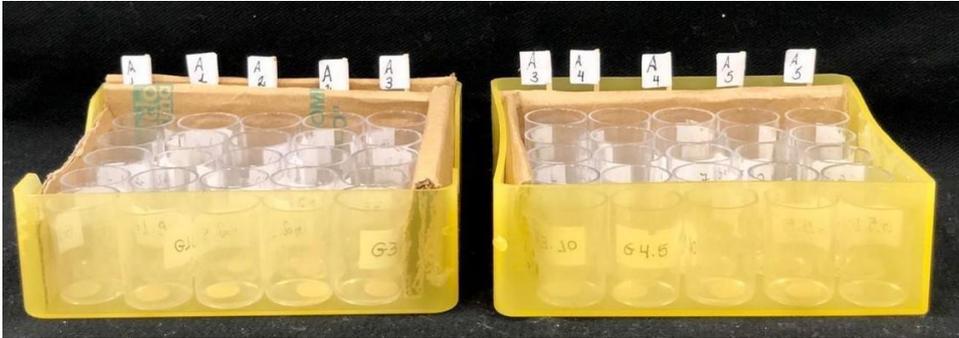


Fig. 6- Corpos de prova armazenados em potes transparentes, identificados de acordo com cada grupo de estudo, em ambiente livre de luz para a completa polimerização do material (24h).

Após 24h, os corpos de prova foram polidos com lixa de granulação média, para remoção dos excessos laterais e regularização das bordas (caso fosse necessário). Em seguida, a área de cada corpo de prova foi aferida com paquímetro a partir da média de 4 pontos equidistantes (largura-comprimento e depois a espessura) (Fig. 7).



Fig. 7- Quatro aferições equidistantes foram realizadas através de um paquímetro, para conferência da espessura e largura dos corpos de prova. Após obtenção das medidas foi calculada uma média para mensuração do volume do corpo de prova (diâmetro 10mm x 1mm de espessura).

2. TESTE DE SORÇÃO E SOLUBILIDADE

2.1 ARMAZENAGEM DOS CORPOS DE PROVA

Os corpos de prova foram pesados em uma balança analítica digital (JK-180, Chyo Balance Corp, Tóquio, Japão) e armazenados em potes individuais, em um dessecador em sílica gel. Esse dessecador foi confeccionado através de uma Tupperware, onde foi inserida sílica gel no fundo do recipiente, coberto com papel toalha, e em cima desse papel, foram colocados os potes de acrílico com os corpos de prova, sendo estes agrupados de acordo com os grupos de estudo (Fig. 8).

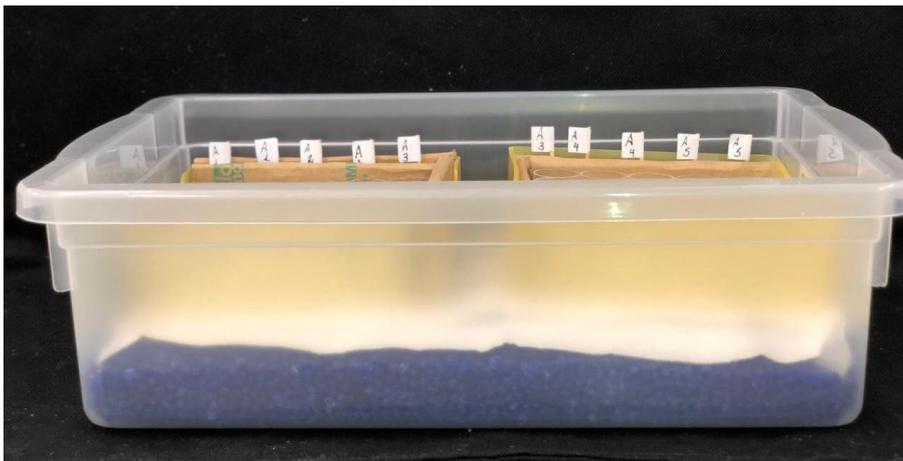


Fig. 8- Dessecador confeccionado através de uma Tupperware, onde foi inserida sílica gel no fundo do recipiente, coberto com papel toalha, e em cima desse papel, foram colocados os potes de acrílico com os corpos de prova, sendo estes agrupados de acordo com os grupos de estudo.

Os potes de acrílico ficaram com as tampas abertas para remoção da água livre. Esse dessecador foi levado ao interior de uma estufa bacteriológica (ECB2, Biodont, Odontobrás, Ribeirão Preto, SP, Brasil) com temperatura controlada em $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ (Fig. 9).



Fig. 9- Os potes de acrílico ficaram com as tampas abertas, para remoção da água livre. Esse dessecador foi levado ao interior de uma estufa bacteriológica (ECB2, Biodont, Odontobrás, Ribeirão Preto, SP, Brasil) com temperatura controlada em $37\pm 1^{\circ}\text{C}$.

Após intervalos de 24h, os corpos de prova eram pesados diariamente em balança analítica digital (JK-180, Chyo Balance Corp, Tóquio, Japão), calibrada para 0,0001g e colocados novamente na dessecadora, repetindo-se o ciclo a cada 24 horas, até se obter uma massa constante (m_1), ou seja, até que a perda de massa total de cada espécime não fosse superior a 0,0001g em um período de 3 semanas.

2.2 AVALIAÇÃO DA SR (SORÇÃO) E SL (SOLUBILIDADE)

Após a obtenção dos valores de m_1 , os corpos de prova foram colocados novamente em seus respectivos frascos identificados e imersos em 1,5 mL de água destilada, tomando-se o cuidado para que os espécimes tivessem a maior área possível em contato com a água. Os frascos foram fechados e armazenados em uma estufa a $37^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 7 dias consecutivos.

Após este período, os espécimes foram removidos da estufa e de seus recipientes, lavados em água corrente, levemente secos com papel absorvente, expostos ao ar por 1 minuto e pesados na sequência, obtendo-se o valor de massa m_2 . Em seguida, os espécimes foram novamente acondicionados em seus

frascos e colocados no dessecador onde permaneceram por 24 horas, repetindo-se o ciclo de dessecação, como feito anteriormente, até obter uma massa constante (m3) (Fig. 10).

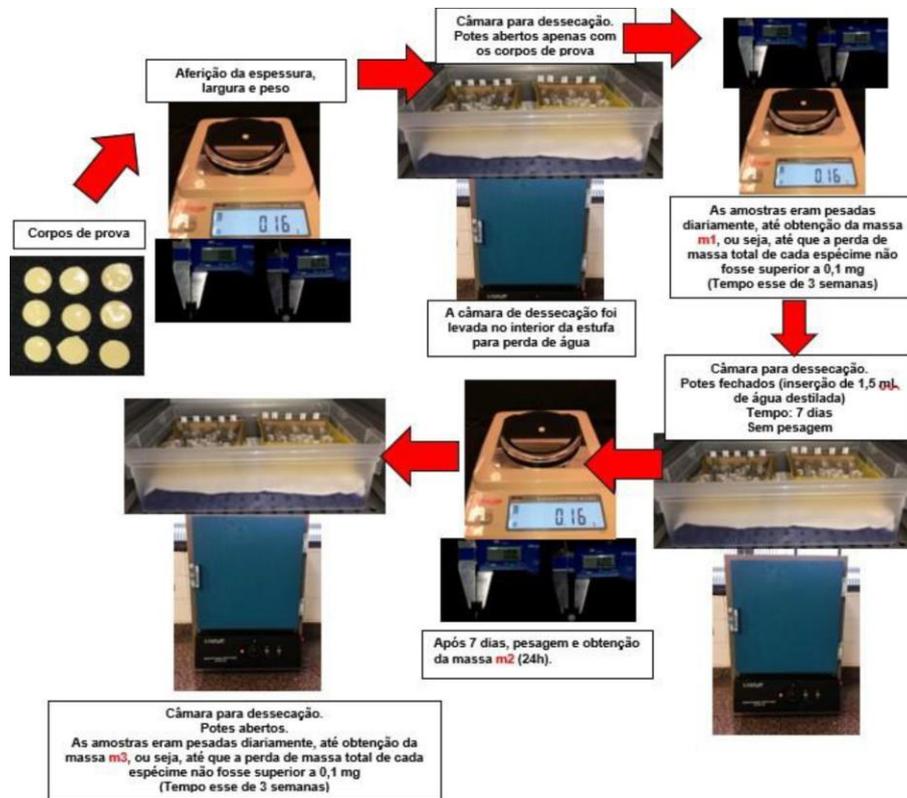


Fig. 10- Esquema do teste de sorção e solubilidade.

Os valores de SR (sorção) e SL (solubilidade) foram calculados em micrograma por milímetro cúbico ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$), utilizando as seguintes equações:

$$W_{sr} = \frac{m_2 - m_3}{V} \qquad W_{sl} = \frac{m_1 - m_3}{V}$$

Onde:

Wsl- corresponde à solubilidade ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$). Wsr- corresponde à sorção ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$).

m1- à massa da amostra antes da imersão em água.

m2- à massa da amostra após imersão em água.

m3- à massa da amostra após a imersão em água e segunda dessecação.

O volume (V) de cada amostra foi determinado através da fórmula de $V = x^2 \cdot h$, em que x^2 corresponde à área da amostra e h é o valor médio da altura (espessura) que foi aferida em 3 pontos diferentes da amostra, com um especímetro.

RESULTADOS

Os valores de sorção e solubilidade foram calculados e os dados obtidos foram submetidos à análise de Variância (ANOVA) two-way, seguido do pós-teste de Tukey, com $p < 0,05$. Os resultados referentes ao parâmetro de sorção=Wsl e solubilidade=Wsr estão demonstrados na Tabela 2.

Tabela 2- Média e desvio padrão da Wsl e Wsr (n=10, por grupo) -Valores em $\mu\text{g}/\text{mm}^3$

Grupos de estudo	Sorção (Wsr)	Solubilidade (Wsl)
G1 -Z350/XT	*20,46 ($\pm 4,44$) A	11,08 ($\pm 4,12$) A
G2 -Adesivo (Bond) Adper Scotchbond Multipurpose	*15,13 ($\pm 4,12$) A	10,85 ($\pm 3,59$) A
G3 -Wetting Resin	90,04 ($\pm 4,24$) B	11,21 ($\pm 4,39$) A
G4 -Resilab Resimix	101,86 ($\pm 3,78$) B	10,04 ($\pm 5,38$) A
G5 -Signum Liquid	121,04 ($\pm 6,88$) C	78,20 ($\pm 4,75$) B

Fonte: Elaborado pelos autores.

Legenda:*De acordo com a ISO 4049:2009, valores de Wsr (Sorção) $\leq 40 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ são considerados satisfatórios para um material resinoso de base polimérica.

****** De acordo com a ISO 4049:2009, valores de Wsl (Solubilidade) $\leq 7,5 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ são considerados satisfatórios para um material resinoso de base polimérica.

-Os números seguidos por letras maiúsculas iguais representam que não há diferenças estatisticamente significativas em cada coluna ($p > 0,05$).

Com base na análise de variância pelo teste de ANOVA, se comparar os modeladores, pode-se observar que não houve diferença estatística entre o controle (G1) e o G2-bond do Adper Scotchbond Multipurpose quanto ao teste de sorção. O grupo 3 (Wetting Resin) e o grupo 4 (Resilab Resimix) não apresentaram diferença estatística entre ambos, porém quando comparados ao



grupo controle (G1) foi observada diferença estatística para sorção. O grupo 5 (Signum Liquid) apresentou diferença estatística quando comparado com todos os outros grupos para o teste de sorção.

Quanto à solubilidade, se compararmos os modeladores entre si, houve diferença estatística apenas para o grupo (G5)- Signum Liquid. Não foram observadas nenhuma diferença estatística entre os grupos (G1)-controle, (G2)-bond do Adper Scotchbond Multipurpose, (G3)-Wetting Resin e (G4)-Resilab Resimix.

De acordo com a ISO 4049:2009¹⁹, apenas o grupo controle (G1)- resina Filtek Z350/XT sem modelador entre as camadas de resina e o grupo (G2)- aplicação do bond do Adper Scotchbond Multipurpose entre as camadas de resina apresentaram valores de sorção inferiores à 40 mg/mm³. Quanto à solubilidade, tais grupos apresentaram valores superiores a 7,5 mg/mm³. Por outro lado, os demais grupos (G3-líquido modelador Wetting Resin, G4-líquido modelador Resilab e G5-líquido modelador Signum Liquid) apresentaram valores superiores a 40 mg/mm³ (quanto à sorção) e 7,5 mg/mm³ (quanto à solubilidade).

DISCUSSÃO

A facilidade no manuseio das resinas compostas quando incorporadas a líquidos modeladores induziu vários profissionais ao uso dessa técnica. Além dos líquidos modeladores, muitos clínicos durante a finalização de uma restauração em resina composta utilizam alternativamente adesivos com o intuito de dar uniformidade, lisura e brilho à resina, mesmo não sendo para esta finalidade.

Tendo em vista, a preocupação com a estética e longevidade das restaurações em resina composta, foi proposto neste estudo avaliar diferentes líquidos modeladores e adesivo de superfície, a fim de descobrir falhas nas propriedades de sorção e solubilidade quando os mesmos são aplicados sobre a superfície dos compósitos, uma vez que alguns defeitos como a degradação da superfície, aumento da rugosidade e manchamento podem ser vistos nas restaurações diretas ao longo de sua permanência na cavidade bucal¹¹.



A composição do material desempenha um papel primordial em suas propriedades. O grau de conversão, o sistema iniciador da polimerização, seja ele químico ou físico, a densidade da cadeia polimérica formada, o tipo, tamanho, porcentagem das partículas de carga e o tipo de solvente, são fatores a serem avaliados nos processos de sorção e solubilidade^{12,13}.

Ferracane (2011)⁹, Randolph et al (2016)¹⁴, Esteban et al (2016)¹⁵ e Sideridou, Karabela (2011)¹⁶, alegam que as melhores propriedades mecânicas estão relacionadas ao maior volume das partículas de carga nos materiais, bem como a uma proteção para a matriz orgânica que lhe cerca, já que, dependendo do monômero que lhe compõe, este poderá ser deteriorado por fenômenos, tais como, a sorção de água e conseqüentemente a hidrólise da matriz orgânica. Além dessa hidrólise, a susceptibilidade das resinas ao manchamento pode ser resultado do tipo de matriz e absorção de água da matriz resinosa. O TEGDMA absorve maior quantidade de água do que o Bis-GMA. O Bis-GMA leva à formação de uma rede mais rígida e, portanto, absorve menos água do que a resina composta que apresenta TEGDMA em sua composição, mas absorve mais água do que as resinas compostas que contêm UDMA e Bis-EMA em sua formulação. Pôde-se observar neste estudo um aumento na sorção dos grupos 3, 4 e 5 em relação ao grupo controle (G1) e G2, o que corrobora com os relatos apresentados. Ao analisar a composição de tais materiais, é possível verificar a presença de monômeros TEGDMA.

Segundo Toledano et al. (2003)¹⁷, os polímeros absorvem água em diferentes quantidades, dependendo dos seus aspectos moleculares e microestruturais como a polaridade da estrutura molecular, presença de hidroxilas capazes de formar ligações de hidrogênio com a água, presença de água atraindo outras moléculas de água, dimensão, volume e difusividade das partículas de carga. Portanto, ocorrem dois mecanismos distintos: o primeiro é a sorção de água, o que faz com que haja um intumescimento e aumento de peso do material (em massa). O segundo é a dissolução de materiais na água (lixiviação), ou seja, dissolução de componentes não reagidos, o que leva a uma redução de peso em relação ao peso inicial após a dessecação (perda de massa

por volume), e redução das propriedades mecânicas e alteração nas propriedades físico-químicas.

Sedrez-Porto et al (2017)¹⁸ e Münchow et al (2016)⁴ avaliaram o impacto do uso da técnica de adesivos entre os incrementos de resina quanto às propriedades físicas, translucidez e estabilidade de cor a longo prazo. A resina utilizada foi a Filtek Z350 (3M/ESPE) e como líquidos modeladores o bond do Adper Scotchbond Multipurpose (3M/ESPE)=SBMP, como material hidrofóbico e o Adper™ Single Bond 2 (3M/ESPE)=SB, como material hidrofílico. Os resultados da pesquisa demonstraram que o grupo SBMP apresentou menor sorção de água e solubilidade e um desempenho mecânico geral semelhante em testes imediatos ou superior em longo prazo.

A presença de adesivo em incrementos de resina composta aumentou a estabilidade física do material, sendo este efeito mais evidente com a utilização do adesivo hidrofóbico (SBMP), evidenciando resultados positivos do uso de adesivos como modelador líquido de resina composta comum em prática clínica, provavelmente devido à melhor coesão entre os incrementos. Tais dados corroboram com os estudos realizados, os quais mostraram menor sorção de água ao utilizar o bond do Adper Scotchbond Multipurpose (3M/ESPE) como líquido modelador^{18,4}.

De acordo com a (ISO 4049:2009)¹⁹, valores de sorção e solubilidade menores ou iguais a 40 mg/mm³ e 7,5 mg/mm³, respectivamente são considerados satisfatórios para um material resinoso de base polimérica. Sendo assim, os valores obtidos neste estudo usando a fórmula padrão, foram consideravelmente inferiores quanto à sorção, apenas para o grupo controle (G1)- resina Filtek Z350/XT sem modelador entre as camadas de resina e para o grupo (G2)- aplicação do bond do Adper Scotchbond Multipurpose (3M/ESPE)-G2 entre as camadas de resina. Quanto à solubilidade, tais grupos apresentaram valores superiores a 7,5 mg/mm³. Por outro lado, os demais grupos (G3-líquido modelador Wetting Resin, G4-líquido modelador Resilab e G5-líquido modelador Signum Liquid) apresentaram valores superiores a 40 mg/mm³ (quanto à sorção) e 7,5 mg/mm³ (quanto à solubilidade).



Estudos de sorção e solubilidade em água geralmente revelam que os valores de W_{sp} e W_{sl} mudam da mesma forma²⁰, ou seja, materiais com baixa sorção demonstram baixa solubilidade^{21,11,22,23}. Em contrapartida, alguns estudos, como o de Chaves et al (2012)²³, no entanto, sugerem que materiais com sorção de água baixo não necessariamente demonstram baixa solubilidade, o que corrobora com os dados do presente estudo.

Münchow et al (2016)⁴ sugere que os líquidos modeladores podem ser utilizados durante a confecção de restaurações de resina composta sem prejuízo significativa às propriedades ópticas do material restaurador; porém ao se utilizar um líquido modelador, formulações menos hidrófilas devem ser priorizadas, a fim de se reduzir a alteração das propriedades ópticas do material. Dentre os materiais utilizados neste estudo, os adesivos parecem ter uma atuação mais interessante.

Segundo Münchow et al (2016)⁴, o líquido modelador Resilab apresenta uma grande hidrofiliabilidade, o que parece incorporar a estrutura da resina, acelerando a degradação do material. De acordo com seus dados, sugere-se que as amostras preparadas com Resilab não adquiriram uma coesão perfeita, visto que, os valores de ângulo de contato formado com a água (Resilab = $48,5^\circ \pm 8,1$) são menores do que os obtidos para a resina Filtek/TM Z250 (grupo controle) ($61,2^\circ \pm 2,0$), indicando que este líquido modelador não possui afinidade plena para agir na modelagem da resina composta.

Apurou-se nos estudos em questão, os valores de sorção e solubilidade do líquido modelador Resilab foram superiores ao preconizado pela (ISO 4049:2009)¹⁹, o que corrobora com a justificativa de Münchow et al (2016)⁴ quanto à hidrofiliabilidade deste material, bem como para os grupos G3, G4 e G5. Sendo assim, a sorção e a solubilidade dos materiais poliméricos estão intimamente relacionadas ao tipo de matriz resinosa, à sua composição e às características do solvente.

Mortier et al (2005)²⁴ avaliou a solubilidade de diferentes materiais, com e sem ciclo de dessecação inicial, concluindo que há um aumento de até 8 vezes na solubilidade, em espécimes não desidratadas. Sendo assim, a metodologia adotada neste estudo utilizou-se de desidratação inicial e final dos espécimes,



sendo necessárias 3 semanas para a dessecação inicial, estando de acordo com a norma da (ISO 4049:2009)¹⁹, que sugere duas a três semanas para esse processo.

Ainda de acordo com a norma (ISO 4049:2009)¹⁹, utilizamos a água destilada para o teste de sorção e solubilidade. A água é um solvente recomendado para materiais restauradores resinosos, pois simula o ambiente úmido intraoral, resultante da presença de saliva e água. Quando a água penetra na rede polimérica provoca uma expansão da estrutura polimérica, permitindo a liberação de monômeros residuais e causando a dissolução da cadeia linear do polímero. Sendo assim, a degradação química dos materiais poliméricos pode ocorrer em consequência da difusão de moléculas e de íons dos monômeros residuais. Quando a resina é imersa em uma solução aquosa, a sorção de água ocorre entre polímeros, e, mesmo sendo utilizados silanos para melhorar sua propriedade mecânica, ocorre degradação e prejuízo à resistência adesiva entre a matriz resinosa e a carga inorgânica²⁵.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados observados neste estudo e diante da metodologia utilizada, sugere-se que os adesivos com menor hidrofiliabilidade, no caso o bond do adesivo Scotchbond Multipurpose (Grupo 2), podem ser utilizados como líquidos modeladores durante a confecção de restaurações de resina composta, uma vez que apresentaram valores de sorção menores ou iguais a 40 mg/mm³, considerado satisfatório para um material resinoso de base polimérica.

REFERÊNCIAS

1. Camargo FM, Bona AD, Moraes RR, De Souza CRC, Schneider LF. Influence of viscosity and amine content on C=C conversion and color stability of experimental composites. Kindlington, Oxford: Dent. Mater. 2015 May;31(5):109-115.
2. Fonseca ASQS, Moreira ADL, Albuquerque PPAC, Menezes LR, Pfeifer CS, Schneider LFJ. Effect of monomer type on the C=C degree of conversion,



- water sorption and solubility, and color stability of model dental composites. Kindlington, Oxford: Dent. Mater. 2017 May;33(4):394-401.
3. Sedrez-Porto JA, Munchow EA, Brondani LP, Cenci MS, Pereira-Cenci T.. Effects of modeling liquid/resin and polishing on the color change of resin composite. São Paulo: Braz Oral Res; 2016 Aug;30(1).
 4. Munchow EA, Sedrez-Porto JA, Piva E, Pereira-Cenci T, Cenci MS . Use of dental adhesives as modeler liquid of resin composites. Kindlington, Oxford: Dent. Mater. 2016 Apr;32(4):570-577.
 5. Stansbury JW. Curing dental resins and composites by photopolymerization. Hamilton Ont: J. Esthet. Dent; 2000. 12(6):300-308.
 6. Jakubiak J, Allonas X, Fouassier JP, Sionkowska A, Andrzejewska E, Linden LA, et al. Camphorquinone-amines photoinitiating systems for the initiation of free radical polymerization. New York: Polymer. 2003 Aug;44:5219-5226.
 7. Pereira SG, Osorio R, Toledano M, Nunes TG. Evaluation of two bis-GMA analogues as potencial monomer diluents to improve the mechanical properties of light-cured composite resins. Kindlington, Oxford: Dent. Mater. 2005 Sep;21:823-830.
 8. Barcellos DC, Pucci CR, Torres CRG, Goto EH, Inocencio AC. Effects of resinous monomers used in restorative dental modeling on the cohesive strength of composite resin. New Malden, Surrey: J Adhes Dent. 2008 Oct;10(5):351-354.
 9. Ferracane JL. Resin composite--state of the art. Kindlington, Oxford: Dent. Mater. 2011 Oct;27(1)29-38.
 10. Ribeiro LS. Efeito de uma resina modeladora sobre o grau de conversão de um compósito nanoparticulado. [Monografia (Graduação)]. Natal (RN): Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Odontologia; 2017.
 11. Palaniappan S, Elsen L, Lijnen I, Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P. Three-year randomised clinical trial to evaluate the clinical performance, quantitative and qualitative wear patterns of hybrid composite restorations. Clin Oral Investig. 2010 Aug; 8;14(4):441–58.
 12. Lima RBW, Farias JFG, Andrade AKM, Silva FDSCM, Duarte RM. Water sorption and solubility of glass ionomer cements indicated for atraumatic



- restorative treatment considering the time and the pH of the storage solution. *RGO*, 2018 Jan;66(1):29-34.
13. Mese A, Burrow MF, Tyas MJ. Sorption and solubility of luting cements in different solutions. *Dent Mater J*. 2008 Sep;27(5):702-9.
 14. Randolph LD, Palin WM, Leloup G, Leprince JG. Filler characteristics of modern dental resin composites and their influence on physico-mechanical properties. *Dent Mater*. 2016 Dec;32(12):1586–99.
 15. Esteban Florez FL, Hiers RD, Smart K, Kreth J, Qi F, Merritt J, et al. Real-time assessment of *Streptococcus mutans* biofilm metabolism on resin composite. *Dent Mater*. 2016 Oct;32(10):1263–9.
 16. Sideridou ID, Karabela MM. Sorption of water, ethanol or ethanol/water solutions by light-cured dental dimethacrylate resins. *Dent Mater*. 2011 Oct;27(10):1003–10.
 17. Toledano M, Osorio R, Osorio E, Fuentes V, Pratic C, Gargia-Godoy F. Sorption and solubility of resin-based restorative dental materials. *J Dent*. 2003 Jan;31(1):43-50.
 18. Sedrez-Porto JA, Münchow EA, Cenci MS, Pereira-Cenci T. Translucency and color stability of resin composite and dental adhesives as modeling liquids - A one-year evaluation. *Braz Oral Res*. 2017 Jul 3; 31:54.
 19. International Organization for Standardization, Technical Committee. ISO/TC 106/SC 1. Dentistry-polymer-based restorative materials (ISO 4049). 4th ed. Geneva: ISO; 2009.
 20. Nishitani Y, Yoshiyama M, Hosaka K, Tagami J, Donnelly A, Carrarrilho M et al. Use of Hoy's solubility parameters to predict water sorption/solubility of experimental primers and adhesives. *Eur J Oral Sci* 2007;115(1):81-6.
 21. Sideridou I, Tserki V, Papanastasiou G. Study of water sorption, solubility and modulus of elasticity of light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials*. 2003;24(4):655-65.
 22. Ortengren U, Wellendorf H, Karlsson S, Ruyter IE. Water sorption and solubility of dental composites and identification of monomers released in an aqueous environment. *J Oral Rehabil*. 2001;28(12):1106-15.



23. Chaves LP, Graciano FM, Júnior OB, Pedreira AP, Manso AP, Wang L. Water interaction with dental luting cements by means of sorption and solubility. *Braz Dent Sci.* 2012;15(4):29-35.
24. Mortier E, Gerdolle DA, Dahoun A, Panighi MM. Influence of initial water content on the subsequent water sorption and solubility behavior in restorative polymers. *Am J Dent.* 2005; 18 (3): 177-81.
25. Cattani-Lorente MA, Dupuis V, Moya F, Payan J, Meyer JM. Effect of water on the physical properties of resin-modified glass ionomer cements. *Dent Mater.* 1999; 15(1):71-8.