



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CAMPUS AVANÇADO GOVERNADOR VALADARES
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA VIDA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA**



EFEITO DO USO DE LÍQUIDO MODELADOR NA ESTABILIDADE DE COR E TRANSLUCIDEZ DE RESINA COMPOSTA

ANTONIO OLINTO ALVES CACIQUE

2019

ANTONIO OLINTO ALVES CACIQUE

**EFEITO DO USO DE LÍQUIDO MODELADOR NA ESTABILIDADE
DE COR TRANSLUCIDEZ DE RESINA COMPOSTA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Odontologia, da Universidade Federal
de Juiz de Fora, Campus Governador
Valadares, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Bacharel em
Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Eliseu Aldrighi Münchow

Co-Orientador: Prof. Dra. Werônica Jaernevay Silveira Mitterhofer

Governador Valadares

2019

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Cacique, Antônio Olinto Alves.

Efeito do uso de líquido modelador na estabilidade de cor e translucidez de resina composta / Antônio Olinto Alves Cacique. -- 2019.

30 f. : il.

Orientador: Eliseu Aldrigui Münchow

Coorientadora: Werônica Jaernevay Silveira Mitterhofer

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Avançado de Governador Valadares, Instituto de Ciências da Vida - ICV, 2019.

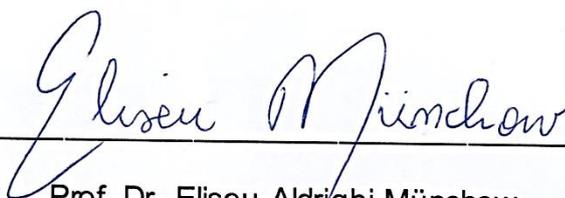
1. Resinas compostas. 2. Líquido modelador. 3. Adesivos dentários. 4. Alteração de cor. 5. Parâmetro de translucidez. I. Münchow, Eliseu Aldrigui, orient. II. Mitterhofer, Werônica Jaernevay Silveira, coorient. III. Título.

ANTÔNIO OLINTO ALVES CACIQUE

**EFEITO DO USO DE LÍQUIDO MODELADOR NA ESTABILIDADE
DE COR E TRANSLUCIDEZ DE RESINA COMPOSTA**

Aprovada em 05 de Julho de 2019, por:

Banca Examinadora



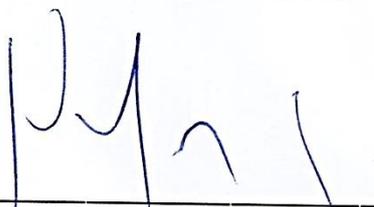
Prof. Dr. Eliseu Aldrighi Münchow

Orientador – UFJF/GV



Profa. Dra. Maria Beatriz Freitas D'Arce

Examinadora – UFJF/GV



Prof. Dr. Hugo Lemes Carlo

Examinador – UFJF/GV

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela oportunidade da vida e vindo me abençoando e iluminando nessa jornada, para que eu pudesse conquistar cada um dos objetivos e esse foi mais um de tantos outros que eu ainda vou buscar.

Agradeço aos meus pais Cláudia Cacique e Renato Cacique por todo apoio e pelo esforço que vocês sempre fizeram para que eu pudesse sempre realizar o sonho de ser cirurgião-dentista e hoje mais uma etapa para que ele se concretize, obrigado por toda educação e amor que vocês me proporcionaram, sendo meu alicerce sempre que encontrei um obstáculo sempre soube que tinha vocês, essa conquista é mais de vocês do que minha, eu amo vocês.

Obrigado meus irmãos João Pedro e Renato Neto por ser meus primeiros e grandes amigos que estão sempre ao meu lado para todas as situações me apoiando essa conquista também é de vocês. A todos meus familiares que mesmo de forma indireta e com a distância sempre que podiam me passavam um carinho enorme.

Queria fazer um agradecimento em especial a minha namorada Franciele que entrou na minha vida, veio para somar e me mostrar que a vida poderia ser melhor, me passando uma confiança e fazendo eu enxergar que poderia conseguir conquistar todos os meus sonhos. Sendo uma grande companheira e amiga, estando comigo em momentos felizes e nos difíceis sempre me apoiando e dando força para continuar.

Obrigado ao meu orientador Eliseu Münchow que sempre me passou confiança, pelos conselhos e orientações; como sempre te disse você é um grande professor que se tornou uma das minhas inspirações. Também queria agradecer a minha co-orientadora Werônica Jaernevey pelo apoio e todos os professores que passaram na minha vida acadêmica desde o fundamental até a universidade.

E a minha dupla de clinica durante toda a faculdade João Francisco por me aturar em vários momentos e por ser sempre esse cara bacana e ao meu amigo Diego que juntos se tornaram os meus irmãos que a faculdade me deu, passamos por todos os momentos da UFJF/GV nos proporcionaram.

E aos meus amigos Bruna e Gutemberg que sempre que eu precisei estavam sempre dispostos a me ajudar, me dando conselhos e força para seguir em frente. E todos os outros meus amigos tanto da minha cidade querida Jampruca e aos que a faculdade me proporcionou.

RESUMO

Um dos grandes desafios de se utilizar resinas compostas é pelo fato de que alguns materiais apresentam grande pegajosidade durante o seu manuseio clínico, e, por isso, os profissionais utilizam técnicas para tentar amenizar essa dificuldade, como por exemplo o uso de resinas fluidas (líquido modelador/LM) para facilitar a modelagem do material no dente. Contudo, pouco se sabe de como o LM pode afetar as propriedades ópticas da restauração. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes líquidos modeladores na cor e translucidez de uma resina composta. Vinte e quatro espécimes da resina Filtek™ Z250 (3M ESPE), na cor A1, foram preparados (5 mm diâmetro × 1,5 mm espessura). Os espécimes foram preparados variando-se o tipo de LM: SBMP – adesivo Scotchbond (3M ESPE); APS – adesivo Ambar APS (FGM); RESILAB – resina para modelar (Wilcos); e Controle – nenhum LM foi utilizado. Nas amostras contendo LM, o mesmo foi utilizado para modelar a resina no molde, onde uma gota de material foi aplicado junto ao incremento de resina. Foto-ativação foi realizada em todas as amostras durante 20 s de cada lado. As amostras foram avaliadas quanto à cor e translucidez utilizando-se um espectrofotômetro digital (Easyshade; VITA) e o sistema de cor CIEL*a*b*. Após, todas as amostras foram imersas em água destilada por 180 dias, sendo a cor e translucidez novamente avaliadas após 1, 7, 30, 90 e 180 dias. Cada LM foi individualmente caracterizado quanto à sua translucidez, índice de refração e ângulo de contato formado com a água. Todos os dados foram analisados estatisticamente usando-se ANOVA e Tukey ($\alpha=5\%$). A translucidez das amostras aumentou significativamente com 1 dia de imersão em água para todos os grupos, exceto o SBMP. Após 180 dias de imersão em água, todos os grupos demonstraram valores de translucidez semelhantes aos iniciais, exceto o grupo Ambar APS que se manteve mais translúcido. Os resultados da alteração de cor demonstraram que com 1 dia imersão somente os grupos controle e o RESILAB tiveram valores igual ou superior a 3,3 (valor referência). Ao final do período de imersão, tanto RESILAB como SBMP apresentaram alteração de cor semelhante entre si ($p=0,499$) e maior do que os demais grupos ($p<0,001$). Cada LM apresentou diferenças quanto às suas características de cor, translucidez, índice de refração e hidrofília. Conclui-se que líquidos modeladores podem ser utilizados durante a confecção de restaurações de resina composta sem prejuízo às propriedades ópticas do material restaurador. No entanto, deve-se priorizar pelas formulações menos hidrófilas.

Palavras chave:

Resinas compostas. Líquido modelador. Adesivos dentários. Alteração de cor. CIEL*a*b*. Parâmetro de translucidez.

ABSTRACT

One of the greatest challenges in using resin composites relies on the fact that some materials possess stickiness during their clinical application, so that the professionals are using some methods in order to minimize this task, such as the use of flow resins (modeler liquid/LM) to facilitate the modeling of the material in the tooth. However, little is known about the effects of the LM on the optical properties of the restoration. Hence, the aim of this study was to evaluate the effect of different modeler liquids on the color and translucency of a resin composite. Twenty-four specimens of the resin composite Filtek™ Z250 (3M ESPE), color shade A1, were prepared (5 mm diameter × 1.5 mm thickness). The specimens were prepared varying the LM type: SBMP – Scotchbond adhesive (3M ESPE); APS – Ambar APS adhesive (FGM); RESILAB – commercial modeler resin (Wilcos); and Control – none LM was used. For the specimens containing LM, it was used to model the resin composite into the mold, where one drop of material was applied together with the resin increment. Light-activation was performed in all specimens for 20 s at the top and bottom surfaces. The specimens were evaluated by means of color and translucency analyses using a digital spectrophotometer (Easyshade; VITA) and the CIEL*a*b* color system. Next, all the specimens were immersed in distilled water for 180 days, with new color and translucency measurements being obtained after 1, 7, 30, 90 and 180 days. Each LM was individually characterized with translucency, refractive index and water contact angle analyses. All data were statistically analyzed using ANOVA and Tukey ($\alpha=5\%$). The translucency of specimens increased significantly after 1 day of water storage for all groups, except SBMP. After 180 days of water storage, all the groups demonstrated translucency values similar to baseline, except Ambar APS group, which kept the more translucent one. The color alteration results demonstrated that after only 1 day of immersion, the control and RESILAB groups had values similar or greater to 3.3 (reference value). After the immersion period, both RESILAB and SBMP showed color alteration similar to each other ($p=0.499$) and greater than the others ($p<0.001$). Each LM showed differences regarding their color, translucency, refractive index and hydrophilicity characteristics. In conclusion, modeler liquids may be used during the build-up of resin composite restorations without jeopardizing the optical properties of the restorative material. However, formulations the less hydrophilic as possible should be considered.

Keywords:

Resin composites. Modeler liquid. Dental adhesives. Color alteration. CIEL*a*b*. Translucent parameter.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	01
2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	03
3	RESULTADOS.....	08
4	DISCUSSÃO.....	13
5	CONCLUSÃO.....	19
	REFERÊNCIAS.....	20

1 INTRODUÇÃO

Desde os anos 1960 as resinas compostas passaram por várias modificações, sempre buscando a uma melhoria de suas propriedades e características de aplicação clínica. Contudo, apesar de todas mudanças, este material restaurador ainda sofre considerável contração volumétrica durante a polimerização, podendo repercutir no desenvolvimento de tensões na interface dente-restauração, as quais podem, por sua vez, acarretar em desadaptação da restauração (microinfiltração), sensibilidade dental, até trincamento do esmalte ou fratura (1). Por estes motivos, a técnica incremental é a mais corriqueiramente utilizada para a inserção das resinas compostas, onde pequenos incrementos de no máximo 1,5 a 2,0 mm de espessura são inseridos e foto-ativados individualmente, minimizando os efeitos negativos da tensão de polimerização (1, 2).

Um dos grandes desafios da técnica incremental é que se a resina composta apresentar pegajosidade demasiada, uma maior dificuldade existirá para a inserção e manuseio clínico do material na cavidade dental. De fato, várias resinas compostas presentes no mercado odontológico contemporâneo apresentam aderência às espátulas de inserção, dificultando a confecção da anatomia e forma dental tão necessárias ao procedimento restaurador. Como consequência, falhas no interior da restauração poderão acontecer, como a formação de bolhas ou defeitos coesivos da resina, os quais podem diretamente afetar as propriedades ópticas da restauração, principalmente a translucidez e a estabilidade de cor (3). Assim sendo, dentistas vêm empregando métodos auxiliares para melhorar o manuseio clínico dos incrementos de resina composta. Por exemplo, alguns profissionais preferem aplicar álcool isopropílico na superfície das espátulas de inserção, reduzindo a tensão superficial do instrumento, e, dessa forma, facilitando a acomodação do material na cavidade dental. Além disso, outros profissionais preferem utilizar resinas fluidas costumeiramente denominadas de líquido modelador também com a finalidade de reduzir a tensão superficial entre a resina composta e as espátulas de inserção (4). Apesar de já ser um método conhecido e praticado

entre vários profissionais, pouco se sabe sobre o real efeito destes líquidos modeladores nas propriedades estéticas da restauração.

Dentre os materiais utilizados como líquido modelador, os adesivos odontológicos, que são resinas fluidas por natureza, vêm assumindo um papel protagonista na confecção de restaurações usando-se resinas mais pegajosas. Segundo estudos recentes e pioneiros no uso de líquido modelador em resina composta (3, 5, 6), a translucidez e cor do material podem sofrer menor alteração se uma resina fluida mais hidrófoba for utilizada. Por outro lado, se o líquido modelador for hidrofílico em natureza, a estabilidade de cor e de translucidez poderão ser afetadas negativamente. Existe no mercado odontológico líquidos modeladores específicos para se modelar a resina composta (7); no entanto, muitos profissionais acabam por utilizar adesivos que não são comercialmente indicados para esta finalidade. Levando-se em consideração que a cor do líquido modelador também pode afetar diretamente na estabilidade de cor e de translucidez da resina, torna-se interessante investigar o efeito do tipo de líquido modelador nas propriedades ópticas de resinas compostas.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes líquidos modeladores na cor e translucidez de uma resina composta. Duas hipóteses nulas foram testadas: (i) resina composta modelada com líquido modelador irá resultar em alteração de cor e translucidez semelhante à resina composta aplicada sem o uso de líquido modelador; e (ii) a coloração do líquido modelador não afeta a capacidade de alteração de cor e translucidez da resina composta.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Preparo das amostras de resina composta

Uma matriz de silicone (5 mm diâmetro x 1,5 mm espessura) foi utilizada como molde para a fabricação de vinte e quatro amostras de uma resina composta micro-híbrida (Filtek™ Z250; 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA). Um primeiro incremento de resina foi aplicado no molde com o auxílio de uma espátula de inserção (Figura 1a), seguido da adaptação do material no molde com um condensador de Ward nº 03 (Figura 1b). O incremento de resina foi então modelado usando-se um dos três seguintes líquidos modeladores: SBMP – a resina adesiva (*bond*) do adesivo Scotchbond Multipurpose da 3M ESPE (Figura 1c); Ambar APS – o adesivo incolor Ambar APS da FGM Equipamentos Odontológicos (Joinville, SC, Brasil) (Figura 1d); e RESILAB – o líquido modelador Resilab da Wilcos Produtos Odontológicos (Petrópolis, RJ, Brasil) (Figura 1e). Um grupo sem utilização de líquido modelador foi escolhido como controle do estudo. Cada líquido modelador foi aplicado no incremento de resina com o auxílio de um pincel, seguido da inserção de outro incremento de resina, o qual foi modelado ao primeiro incremento (Figura 1f). Uma matriz de poliéster foi posicionada na superfície do molde a fim de remover-se o excesso de resina aplicada. Então, a foto-ativação da amostra foi realizada por 20 s usando-se um diodo emissor de luz/LED (Emitter C; Schuster, Santa Maria, RS, Brasil), com irradiância de 1250 mW/cm² (Figura 1g). Cada amostra foi inspecionada acerca de imperfeições superficiais e laterais, as quais foram devidamente removidas por meio de acabamento com lixas abrasivas de carbetto de silício (#1200).

2.2. Caracterização dos líquidos modeladores

Cada líquido modelador utilizado neste estudo foi caracterizado quanto à sua translucidez, índice de refração e tensão superficial. Para a análise da translucidez, o método do parâmetro de translucidez (PT) foi empregado (n=3) usando-se um espectrofotômetro digital (Vita Easyshade; Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemanha) (Figura 2a) e o sistema de cor CIE L*a*b* (CIE; Commission Internationale de L'éclairage, 1976) (8). Cada amostra foi mensurada contra um

fundo branco ($L_W^* = 94,44$; $a_W^* = 0,26$; $b_W^* = 1,69$) e fundo preto ($L_B^* = 1,38$; $a_B^* = 0,00$; $b_B^* = 0,06$) (Figura 2a-b). O PT foi calculado utilizando-se a seguinte fórmula (3): $PT = [(L_W^* - L_B^*)^2 + (a_W^* - a_B^*)^2 + (b_W^* - b_B^*)^2]^{1/2}$

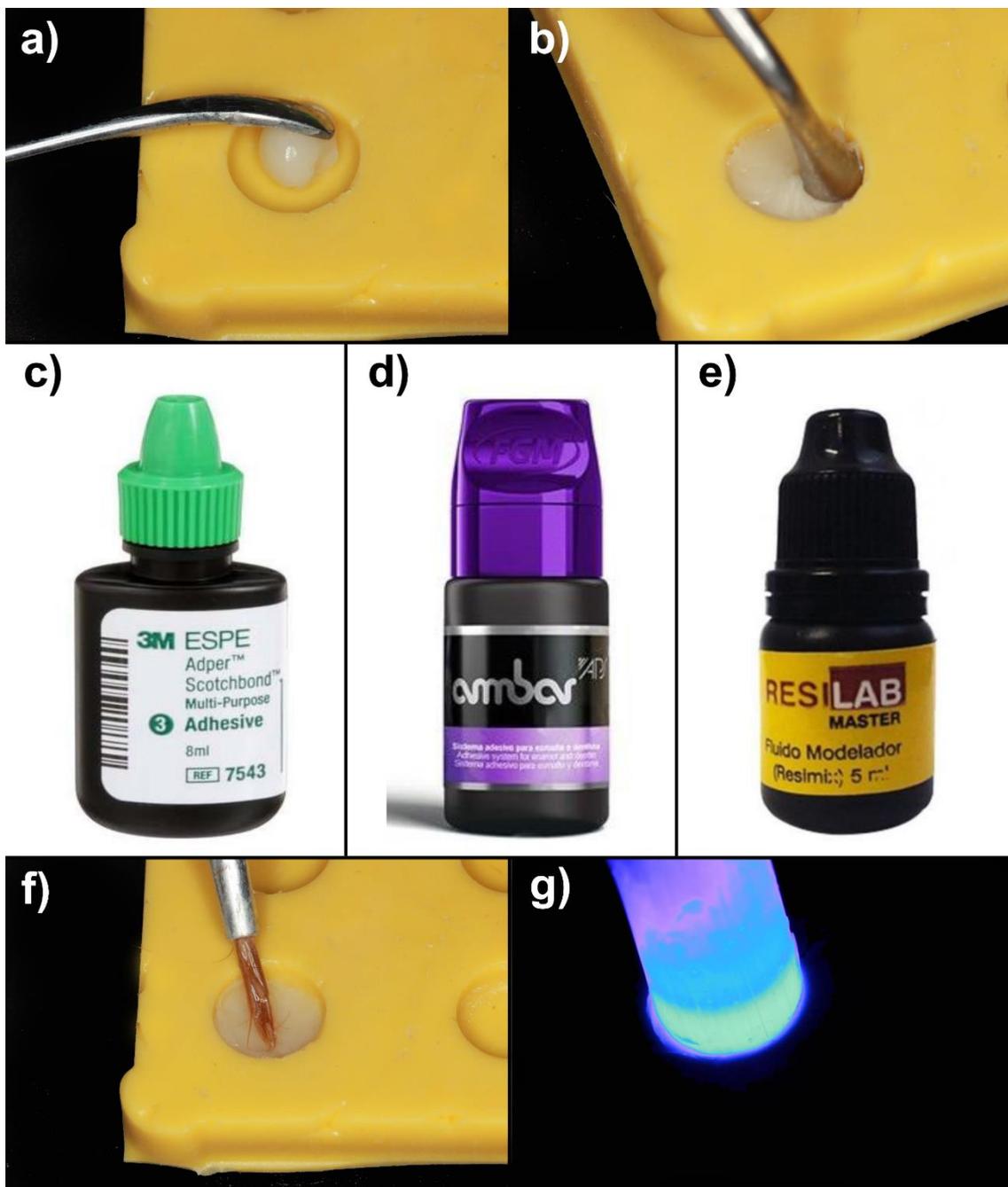


Figura 1 – Imagens representativas do processo de preparo das amostras do estudo e líquidos modeladores utilizados: o *bond* do Scotchbond Multipurpose (SBMP; 3M ESPE), o Ambar APS (FGM) e o Resilab (Wilcos).

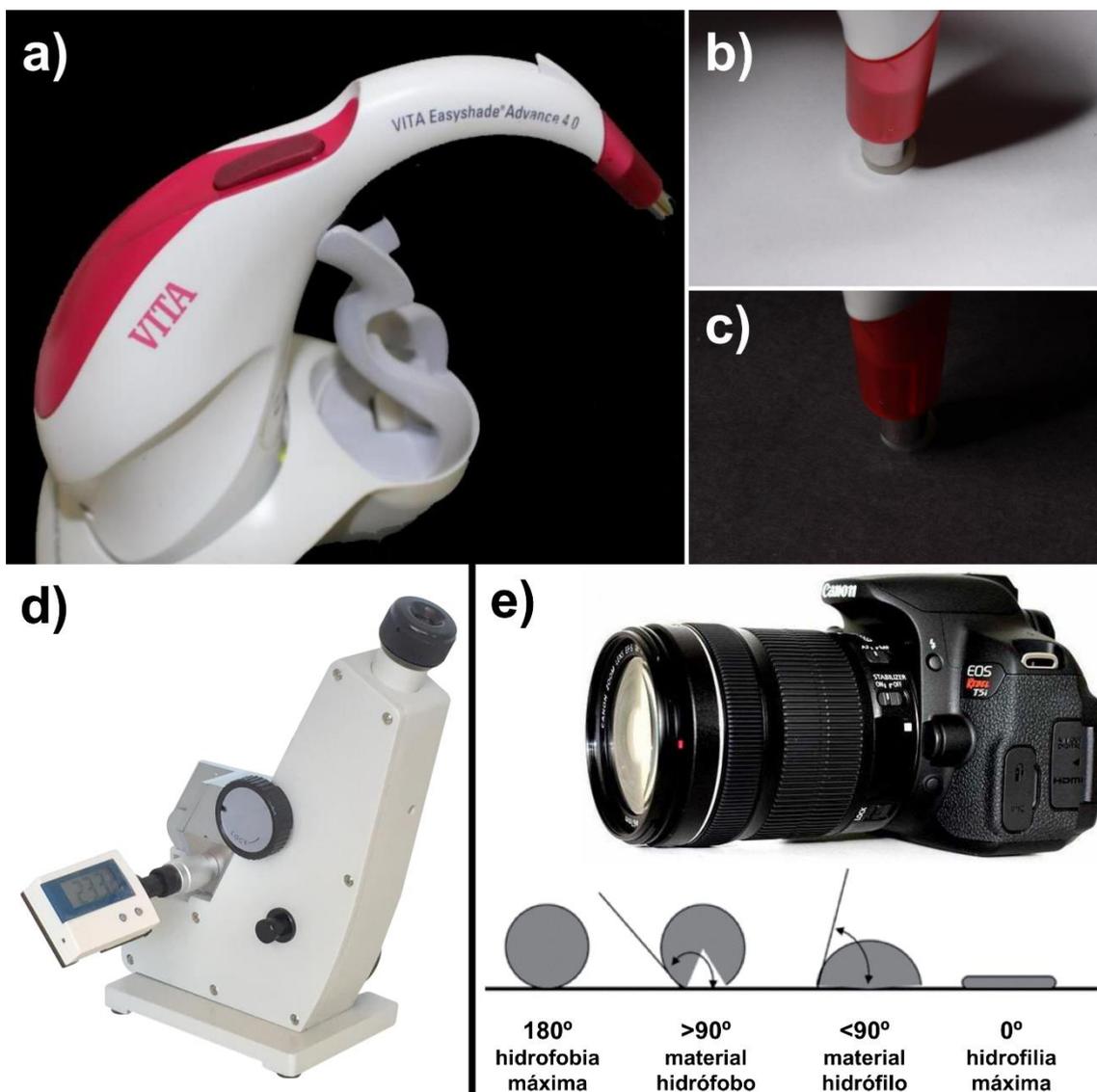


Figura 2 – Imagem representativa do espectrofotômetro digital utilizado no estudo (a) e avaliação dos parâmetros L^* , a^* e b^* em fundo branco (b) e preto (c). Imagens representativas do refratômetro (d) e câmera fotográfica (e) utilizados no estudo para avaliação do índice de refração e do ângulo de contato formado com a água dos líquidos modeladores testados, respectivamente.

O índice de refração dos materiais foi avaliado em triplicata utilizando-se um refratômetro Abbe (modelo 2WAJ; Biobrix Meclab, Jacareí, SP, Brasil) (Figura 2d) com acurácia de leitura de $\pm 0,0002$. Cada líquido modelador foi avaliado em temperatura de 23°C.

Por sua vez, a tensão superficial de cada líquido modelador foi avaliada pelo método do ângulo de contato (θ) formado com a água (Figura 2e). Para isso,

amostras contendo apenas líquido modelador (n=5) foram preparadas usando-se a matriz de silicone descrita anteriormente. O material foi dispensado no molde, seguido do posicionamento de uma matriz de poliéster superficialmente e de foto-ativação por 60 s com o LED. Uma gota de água destilada (~5µl) foi dispensada na superfície de cada amostra e após 5 s uma fotografia foi realizada (Câmera Canon EOS Rebel T5i / 700d Ef-s 18-55mm Is Stm, 18mp) (9). Os ângulos formados entre a amostra e as bordas esquerda e direita da gota de água foram mensurados no software ImageJ (Instituto Nacional de Saúde; Bethesda, MD, EUA). Valores maiores do que 90° indicam que o líquido modelador apresenta hidrofobia, ao passo que valores inferiores a 90° caracterizam o material como hidrófilo (Figura 2e).

2.3. Análise inicial da translucidez e imersão das amostras

O grau de translucidez das amostras de resina contendo ou não líquido modelador foi avaliado usando-se o Easyshade e o sistema CIEL*a*b* descritos anteriormente, em fundo branco e preto. Após, todas as amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C por um período total de 180 dias, sendo a água renovada a cada duas semanas (Figura 3).

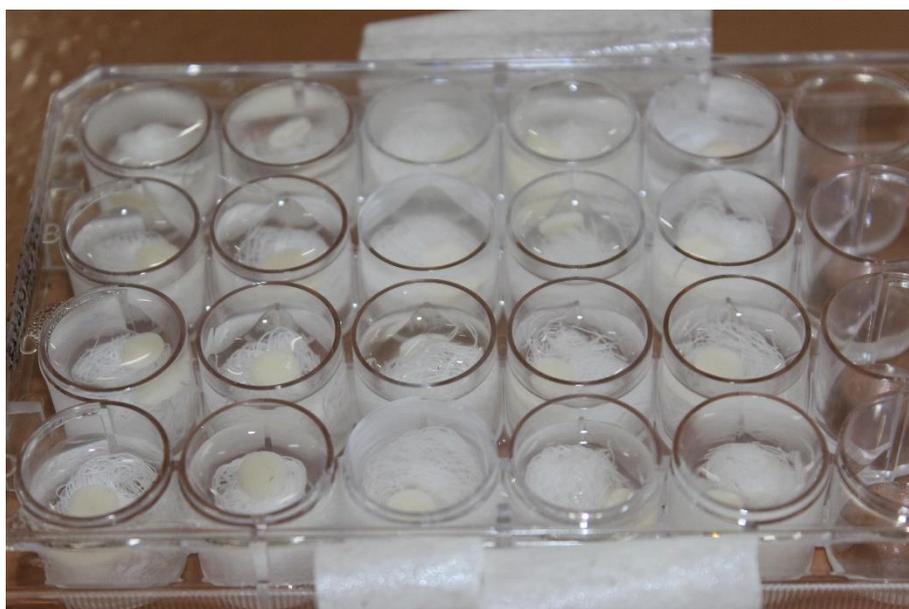


Figura 3 – Imagem representativa mostrando a imersão das amostras deste estudo em água destilada.

2.4. Análise da alteração de cor e translucidez das amostras

Cada amostra foi avaliada quanto à alteração de sua cor inicial e grau de translucidez após diferentes períodos de imersão em água: 1 dia, 7, 30, 90 e 180 dias. A alteração de cor (ΔE^*) foi calculada aplicando-se a seguinte fórmula (8): $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$, onde ΔL^* , Δa^* e Δb^* são a diferença entre os parâmetros de cor L^* , a^* e b^* finais e iniciais, respectivamente. O PT das amostras foi devidamente calculado como já descrito e para cada respectivo período de tempo.

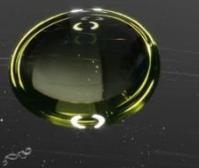
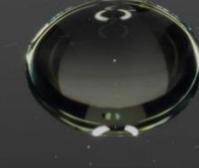
2.5. Análise estatística

Para a realização da análise estatística dos dados, utilizou-se o programa estatístico Sigmaplot 12.0 (Systat Software Inc, Chicago, IL, EUA). Os dados obtidos na caracterização dos líquidos modeladores foram analisados com Análise de Variância (ANOVA) uma via e o teste complementar de Tukey. Por sua vez, os dados de alteração de cor e translucidez após os diferentes períodos de imersão testados foram analisados com ANOVA duas vias e Student-Newman-Keuls. O nível de significância foi o mesmo para todas as análises ($\alpha=5\%$).

3 RESULTADOS

Os resultados referentes ao parâmetro de translucidez, índice de refração e tensão superficial dos líquidos modeladores estão demonstrados no Quadro 1. A aparência visual do SBMP apresentou-se mais amarelada do que os demais materiais, ao passo que o RESILAB demonstrou-se incolor. O Ambar APS demonstrou uma coloração transparente com tendência ao amarelo, tendo coloração intermediária aos outros dois materiais. Relativo ao parâmetro de translucidez, RESILAB apresentou a maior translucidez do estudo, seguido do SBMP e, por fim, do Ambar APS. Todos os líquidos modeladores diferiram estatisticamente entre si quanto à translucidez ($p \leq 0,003$). Ambar APS e RESILAB demonstraram índice de refração semelhante entre si ($p \geq 0,897$), o qual foi menor do que o do SBMP ($p < 0,033$). Quanto ao ângulo de contato formado com a água, SBMP e Ambar APS apresentaram capacidade de molhamento superficial semelhante entre si ($p = 0,951$), porém menor do que a do RESILAB ($p < 0,001$).

Quadro 1 – Aparência visual, parâmetro de translucidez, índice de refração e ângulo de contato com a água dos líquidos modeladores investigados no estudo: SBMP (3M ESPE), Ambar APS (FGM) e Resilab (Wilcos). Letras diferentes para cada propriedade testada indicam diferenças estatisticamente significantes entre os líquidos modeladores ($p < 0,05$).

Líquidos modeladores	SBMP	APS	RESILAB
Aparência visual	 <i>L</i> : 81,7 / <i>a</i> : -6,5 / <i>b</i> : 25,8	 <i>L</i> : 82,4 / <i>a</i> : -4,6 / <i>b</i> : 12,9	 <i>L</i> : 83,2 / <i>a</i> : -2,4 / <i>b</i> : 1,4
Parâmetro de translucidez	54,4 ($\pm 1,6$) b	46,7 ($\pm 2,0$) c	83,2 ($\pm 1,3$) a
Índice de refração	1,512 ($\pm 0,001$) a	1,457 ($\pm 0,001$) b	1,459 ($\pm 0,001$) b
Ângulo de contato com a água	69,9° ($\pm 4,5$) a	68,8° ($\pm 4,0$) a	48,5° ($\pm 8,1$) b
			

O parâmetro de translucidez das amostras nos diferentes períodos de imersão investigados estão demonstrados na Tabela 1 e Figura 4. Os fatores “tipo de líquido modelador” e “tempo de imersão em água” não foram significantes ($p > 0,05$), embora a interação entre os mesmos foi significativa ($p \leq 0,001$). Todos os grupos demonstraram o mesmo grau de translucidez antes da imersão em água ($p \geq 0,690$), o qual se manteve semelhante durante os 30 primeiros dias de imersão. Apenas após 90 dias de imersão que diferenças estatísticas foram identificadas, com RESILAB e Ambar APS apresentando parâmetro de translucidez maior do que os demais grupos após 90 e 180 dias de imersão, respectivamente ($p \leq 0,030$). Relativo ao efeito do tempo de imersão na alteração da translucidez de cada grupo testado (Figura 4), todos os grupos tiveram o seu grau de translucidez aumentado significativamente após apenas 1 dia de imersão ($p < 0,001$), exceto SBMP ($p = 0,095$). Após 180 dias de imersão em água, todos os grupos adquiriram translucidez semelhante aos valores iniciais ($p \geq 0,097$), exceto Ambar APS, o qual manteve-se aproximadamente 31% mais translúcido do que quando comparado ao valor inicial ($p < 0,001$). A translucidez do grupo SBMP só foi alterada a partir de 7 dias de imersão ($p < 0,001$).

Tabela 1. Média e desvio padrão (DP) do parâmetro de translucidez dos grupos testados neste estudo após imersão em água por diferentes períodos de tempo.

Tempo de imersão (em dias)	Controle	SBMP	Ambar APS	RESILAB
0	8,4 (1,0) ^A	8,4 (1,4) ^A	8,8 (0,6) ^A	9,0 (0,6) ^A
1	10,2 (1,6) ^A	10,4 (1,4) ^A	10,6 (1,3) ^A	12,1 (0,8) ^A
7	12,3 (2,2) ^A	11,1 (1,3) ^A	11,8 (1,0) ^A	12,9 (2,0) ^A
30	12,3 (2,0) ^A	11,1 (1,8) ^A	11,9 (1,4) ^A	13,0 (1,5) ^A
90	12,1 (1,8) ^B	11,6 (1,7) ^B	12,7 (1,6) ^B	14,7 (1,1) ^A
180	7,7 (1,3) ^C	10,5 (2,4) ^B	12,8 (1,2) ^A	8,1 (0,7) ^C

Letras distintas representam diferenças estatisticamente significantes entre os materiais testados, em um mesmo tempo de imersão ($p < 0,05$).

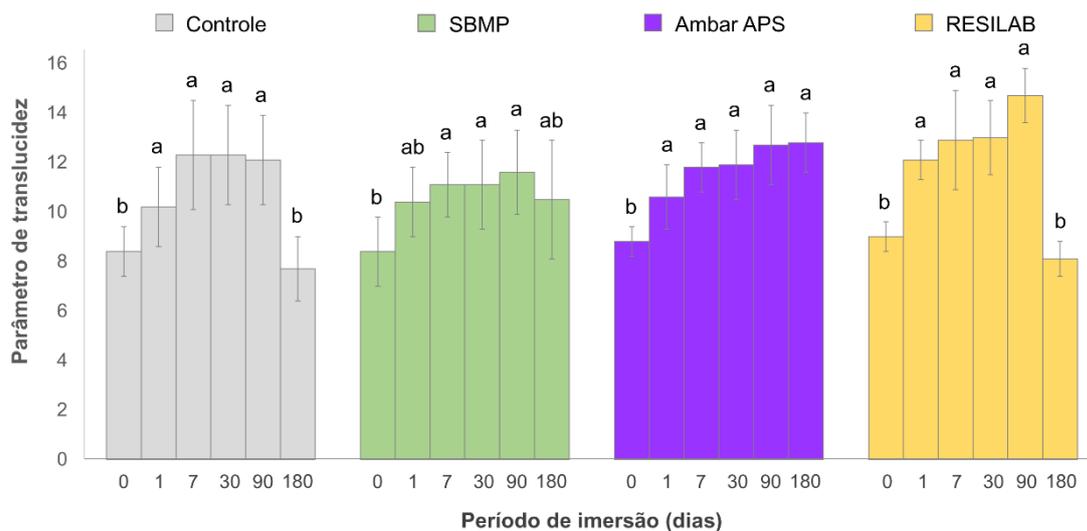


Figura 4 – Gráfico demonstrando os resultados de parâmetro de translucidez dos grupos testados no estudo após diferentes períodos de imersão em água. Em cada grupo, letras diferentes acima das barras de desvio padrão indicam diferenças estatisticamente significantes entre os períodos de imersão ($p < 0,05$).

Os resultados da alteração de cor das amostras de resina estão demonstrados na Tabela 2 e Figura 5. Os fatores “tipo de líquido modelador” e “tempo de imersão em água” não foram significantes ($p > 0,05$), embora a interação entre os mesmos foi significativa ($p \leq 0,001$). Após 1 dia de imersão em água, apenas os grupos Controle e RESILAB apresentaram alteração de cor maior ou igual a 3,3. Durante os 7 primeiros dias de imersão, os grupos não diferiram estatisticamente entre si ($p \geq 0,145$). A partir de 30 dias de imersão em água, RESILAB apresentou alteração de cor superior ao Ambar APS e SBMP ($p \leq 0,019$), mas semelhante ao Controle ($p = 0,452$). Após 90 dias, RESILAB manteve-se com a maior alteração de cor, a qual foi estatisticamente superior aos demais grupos ($p \leq 0,001$). Ao final do período de imersão, RESILAB e SBMP apresentaram alteração de cor semelhante entre si ($p = 0,499$) e maior do que os grupos Controle e Ambar APS ($p < 0,001$). Relativo ao efeito do tempo de imersão na alteração de cor de cada grupo testado (Figura 5), no Controle não houve diferença estatística entre os períodos ($p \geq 0,105$). Por outro lado, os grupos SBMP e Ambar APS obtiveram maior alteração de cor após 90 e 180 dias de imersão quando comparado aos períodos iniciais ($p \leq 0,029$). Quanto ao

RESILAB, a alteração de cor foi maior a cada período avaliado, exceto a partir de 90 dias de imersão, o qual apresentou alteração de cor semelhante ao período de 180 dias ($p=0,172$).

Tabela 2. Média e desvio padrão (DP) da alteração de cor (ΔE^*) dos grupos testados neste estudo após imersão em água por diferentes períodos de tempo.

Tempo de imersão (em dias)	Controle	SBMP	Ambar APS	RESILAB
1	3,3 (0,8) ^A	2,6 (0,8) ^A	2,2 (0,5) ^A	3,6 (1,0) ^A
7	4,1 (0,9) ^A	3,3 (1,1) ^A	3,0 (0,6) ^A	5,2 (1,4) ^A
30	5,4 (1,2) ^{AB}	5,3 (0,7) ^B	3,9 (1,0) ^B	6,7 (1,4) ^A
90	6,2 (1,4) ^B	5,9 (1,9) ^B	7,0 (2,0) ^B	10,5 (2,7) ^A
180	6,5 (1,9) ^B	11,1 (2,9) ^A	7,4 (1,2) ^B	11,8 (2,9) ^A

Letras distintas representam diferenças estatisticamente significantes entre os materiais testados ($p<0,05$).

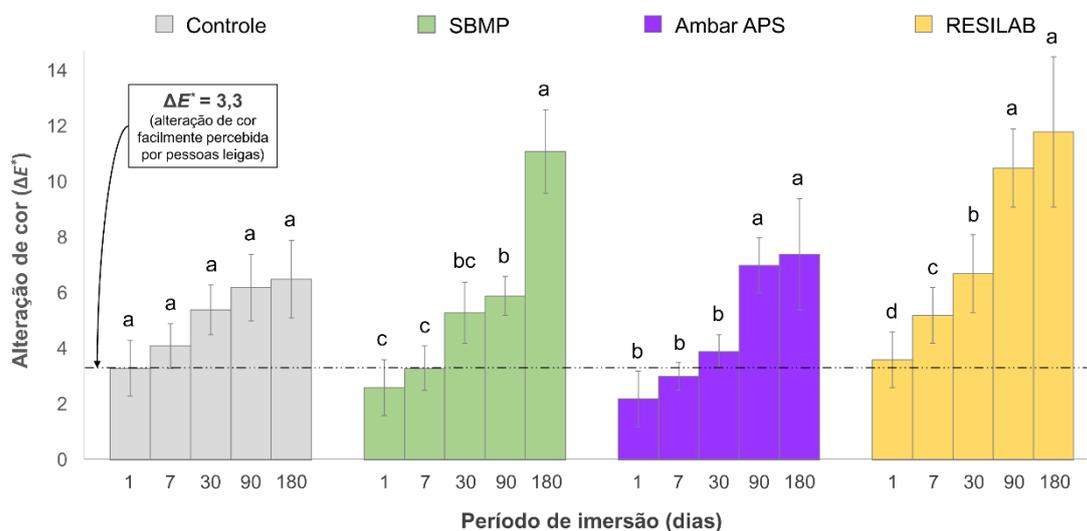


Figura 5 – Gráfico demonstrando os resultados de alteração de cor dos grupos testados no estudo após diferentes períodos de imersão em água. Em cada grupo, letras diferentes acima das barras de desvio padrão indicam diferenças estatisticamente significantes entre os períodos de imersão ($p<0,05$).

Quanto à alteração dos parâmetros L^* , a^* e b^* , ao fim dos 180 dias, a luminosidade (L^*) das amostras diminuiu, os valores de a^* aumentaram e os valores de b^* diminuíram. De maneira geral, SBMP foi o que mais reduziu os valores L^* , RESILAB foi o que mais aumentou os valores de a^* , e o Ambar APS foi o que mais reduziu os valores de b^* .

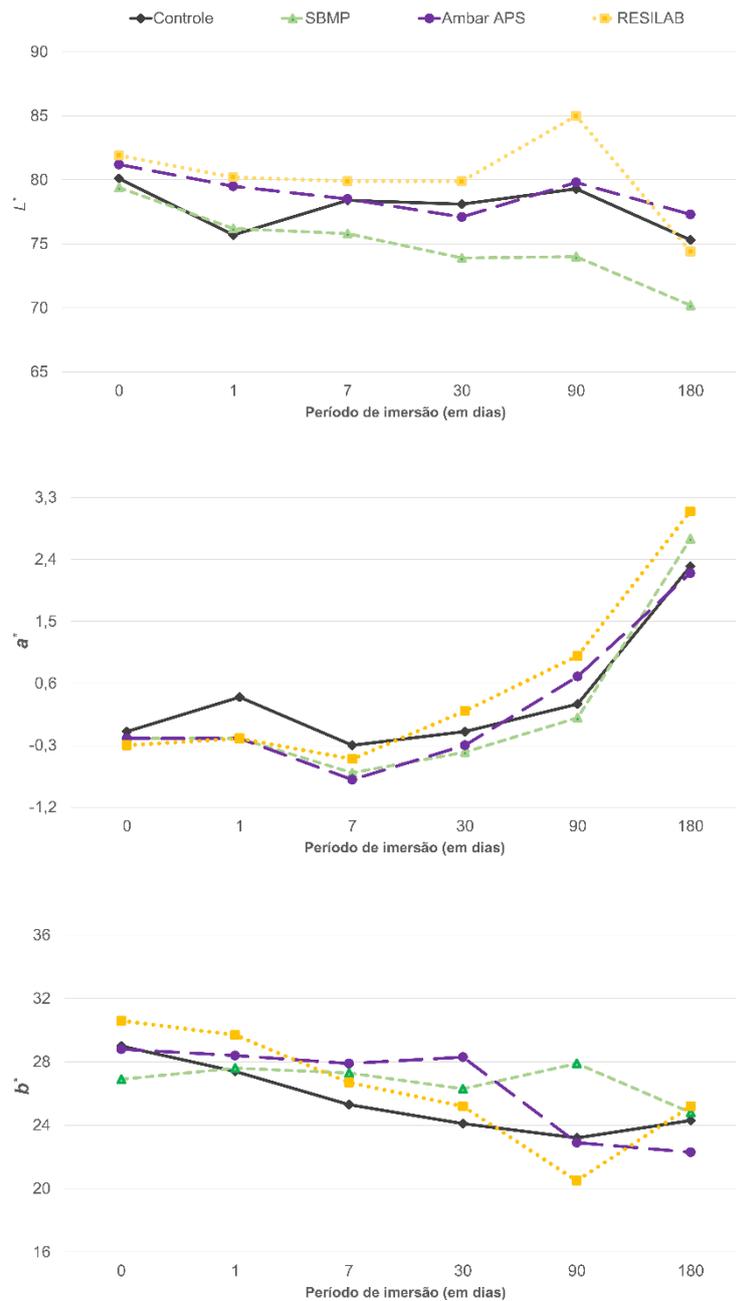


Figura 6 – Gráficos mostrando a alteração dos parâmetros L^* , a^* e b^* , para cada grupo testado no estudo após os diferentes períodos de imersão em água.

4 DISCUSSÃO

Muitos profissionais têm utilizado algum tipo de líquido modelador durante a confecção de restaurações de resina composta, principalmente com o intuito de facilitar o manuseio clínico e inserção do incremento de resina na cavidade dentária, sem que o material se adira descontroladamente nos instrumentos de inserção (3, 4, 7, 10). Contudo, ainda existem poucos relatos na literatura relacionados ao efeito da presença de líquido modelador nas propriedades das resinas compostas, principalmente quanto às características ópticas do material, as quais seriam as mais prováveis de sofrerem alteração e de causar uma falha estética no procedimento restaurador. Sendo assim, este estudo se propôs a investigar o efeito de líquidos modeladores na cor e translucidez de uma resina composta. Três materiais foram escolhidos: um líquido modelador comercial (Resilab), uma resina adesiva que tem sido considerada adequada à modelação de resinas compostas (SBMP), como demonstrado em publicações anteriores (3, 5, 6), e, por fim, uma resina adesiva lançada há pouco tempo no mercado odontológico (Ambar APS), a qual é comercializada como sendo um material incolor (11).

Cada líquido modelador foi testado quanto a algumas características que poderiam afetar mais diretamente as propriedades ópticas da resina composta. Relativo à cor, o SBMP apresentou tons mais amarelados, seguido do Ambar APS (tom levemente amarelado) e do Resilab (praticamente transparente) (Quadro 1). Na percepção de uma cor, o parâmetro b^* do sistema CIE $L^*a^*b^*$ é o responsável pelos tons amarelados (valores positivos), os quais estão de acordo com o observado para cada líquido modelador testado. De fato, o Resilab apresentou o menor valor neste parâmetro (1,4), seguido do Ambar APS (12,9) e do SBMP (25,8). Acredita-se que o SBMP apresente grande quantidade de fotoiniciador cromático (ex.: canforoquinona) (12), ao passo que o Resilab deve apresentar uma quantidade bastante reduzida desta substância (fato sugerido devido à dificuldade de polimerização e endurecimento do material – dado observado pelos autores). Quanto ao Ambar APS, o mesmo é constituído por uma combinação de diferentes fotoiniciadores, os quais somados à tecnologia

APS (*Advanced Polymerization System*) oferecem uma polimerização amplificada para o material, bem como um produto mais incolor (Catálogo Ambar APS da FGM; (11)). No entanto, o Ambar APS apresentou o menor parâmetro de translucidez do estudo, contrapondo a assertiva de que ele seria realmente incolor. Apesar de ser menos cromatizado que o SBMP, a translucidez foi significativamente menor para o Ambar APS. Acredita-se que o índice de refração do material possa ter alguma relação com este resultado, já que esta propriedade mede como a luz se propaga pelo interior de um corpo (13). Contudo, o Ambar APS apresentou índice de refração semelhante ao Resilab, o qual demonstrou quase duas vezes mais translucidez do que o primeiro, indicando então que algum outro fator deve estar mais diretamente relacionado com a translucidez destas resinas fluidas (ex.: a composição da matriz orgânica) (14). Finalmente, relativo à molhabilidade dos líquidos modeladores, o SBMP e o Ambar APS obtiveram valores de ângulo de contato com a água maiores do que o Resilab, sugerindo que os primeiros possuem uma composição química mais apolar/hidrófoba do que o segundo.

A partir da compreensão mais aprofundada das propriedades de cada líquido modelador avaliado no estudo, percebe-se que os mesmos possuem características distintas um do outro, o que poderia ajudar a demonstrar qual tipo de formulação química afetaria menos negativamente as propriedades ópticas de uma restauração de resina composta. Imediatamente após a confecção das amostras, não houve diferença significativa quanto à translucidez da resina, independente da presença ou não de líquido modelador (Tabela 1). Este padrão se manteve por até 30 dias de imersão, demonstrando que a presença de líquido modelador não interfere nas propriedades ópticas da resina composta, pelo menos a curto prazo. Porém, a partir de 30 dias de imersão em água, as amostras modeladas com Resilab adquiriram parâmetro de translucidez maior do que os demais grupos. Sugere-se que a maior hidrofiliabilidade deste líquido modelador tenha sido incorporada à estrutura da resina, acelerando a degradação do material, e, assim, repercutindo em um aumento de translucidez (3, 15, 16). Não menos importante, sugere-se ainda que as amostras preparadas com Resilab não adquiriram uma coesão perfeita, já que este líquido modelador

parece não polimerizar com a mesma efetividade que os demais. Ainda, parece que o potencial de molhamento deste líquido modelador não é compatível quimicamente com a resina composta avaliada, visto que os valores de ângulo de contato formado com a água ($\text{Resilab} = 48,5^\circ \pm 8,1$) são menores do que os obtidos para a resina Filtek™ Z250 testada aqui ($61,2^\circ \pm 2,0$), indicando que este líquido modelador não possui afinidade plena para agir na modelagem desta resina composta (17, 18). Este fato pode ter potencializado a degradação acelerada da resina, repercutindo na alteração significativa de translucidez observada no estudo. É importante salientar que os outros líquidos modeladores testados obtiveram uma tensão superficial (ângulo de contato com a água que variou de $68,8$ a $69,9^\circ$) mais próxima à da resina composta, indicando uma melhor afinidade superficial destes materiais.

Após o período máximo de imersão em água investigado no presente estudo (180 dias), apenas as amostras preparadas com Ambar APS apresentaram uma translucidez significativamente diferente da inicial (Figura 4). Este resultado é curioso pois o Ambar APS é um material comercializado como sendo incolor, e, por isso, esperava-se que ele desencadeasse mínimas alterações ópticas na resina. Contudo, parece que algum fator relacionado à sua composição química tenha ocasionado esse aumento acentuado na translucidez do material após longa imersão em água. Na verdade, é sabido que o etanol tem capacidade de produzir hidrólise de resinas compostas (15, 19, 20), e, levando-se em consideração que o Ambar APS tem etanol como solvente base de sua formulação, acredita-se que a ação hidrolítica deste solvente tenha ocasionado maior lixiviação da resina, e, conseqüentemente, uma alteração mais acentuada da sua translucidez. Além disso, moléculas de etanol podem ficar aprisionadas no corpo da resina, intensificando a degradação conforme maior o tempo de imersão no meio úmido; por sua vez, zonas descontínuas vão surgindo na resina, favorecendo a absorção de mais moléculas de água do meio e a continuidade dos ciclos de degradação (15, 21). Quando um adesivo contendo solvente é aplicado com finalidades adesivas, o solvente deve ser sempre volatilizado antes da polimerização do material; caso contrário, a polimerização será prejudicada, favorecendo a ocorrência de fenômenos higroscópicos e hidrolíticos de

degradação (22). Sendo assim, parece que a utilização do Ambar APS como líquido modelador de uma resina deve ser desencorajada, devido à maior dificuldade de se realizar a etapa de volatilização do solvente, já que o intuito de um líquido modelador é auxiliar no processo de confecção da restauração, e não aumentar as etapas do protocolo restaurador (volatilização do material a cada nova aplicação do líquido modelador).

Relativo à cor, todas as amostras preparadas no estudo resultaram, após os 180 dias de imersão em água, em uma alteração de cor superior ao valor referência ($\Delta E^* = 3,3$), caracterizando uma alteração clinicamente significativa, ou seja, perceptível até mesmo por pessoas leigas (23-25). De fato, a cor das amostras foi modificada já a partir do primeiro dia de imersão em água, provavelmente devido à adsorção e absorção de umidade (moléculas de água) pela resina, o que modifica o seu índice de refração, e, por sua vez, a maneira como a luz penetra pelo corpo do material. Além disso, a entrada de água na estrutura semipermeável de uma resina composta pode induzir na rápida expansão higroscópica dos monômeros da matriz orgânica (plasticização), interferindo diretamente nos fenômenos de dispersão e reflexão de luz pelo material (15). O espectrofotômetro utilizado neste estudo (Easysshade) funciona a partir da emissão de uma luz que primeiro atravessa o material, depois mensura a quantidade de luz refletida/dispersada pelo mesmo, e, por fim, transforma estas medidas em valores numéricos; no presente caso, valores de L^* , a^* e b^* (26). Quanto maior a densidade do material, maior tende a ser a absorção de luz e menor a sua reflexão, e, considerando-se que uma resina imersa em meio úmido adquire maior densidade, a mesma passa a refletir menos luz, e, por isso, a cor do material se modifica, geralmente tornando-se mais escura (opaca).

Apesar da alteração de cor inicial decorrente da incorporação de umidade pela resina, as amostras contendo líquido modelador não diferiram significativamente das amostras controle (Tabela 2). Somente a partir de 30 dias de imersão em água que a presença de líquido modelador passou a ser um fator determinante na maior alteração de cor pela resina composta. Após 90 dias de imersão, as amostras modeladas com Resilab apresentaram alteração de cor

superior ao controle e os demais grupos; após 180 dias de imersão, as amostras modeladas com Resilab e com SBMP demonstraram alteração de cor mais intensa do que o controle e aquelas modeladas com Ambar APS. Aqui, acredita-se que a tecnologia APS do Ambar APS tenha contribuído para aumentar o grau de polimerização da resina composta, tornando o material mais resistente à hidrólise, e, com isso, menos susceptível à alteração de cor acelerada (27). Estudos focando no efeito da presença de líquido modelador no nível de polimerização de resinas compostas devem ser realizados futuramente, a fim de se averiguar possíveis ganhos ou perdas na polimerização do material pelo uso destas substâncias modeladoras.

Conforme demonstrado na Figura 5, a alteração de cor da resina aumentou progressivamente com o tempo de imersão em água. Curiosamente, a alteração de cor foi mais intensa para as amostras modeladas com líquido modelador, sendo este resultado mais evidenciado quando do uso do Resilab. Sugere-se, novamente, que a maior hidrofiliabilidade deste material, bem como a sua menor possibilidade de “molhar” a resina testada, sejam os motivos responsáveis por esta menor estabilidade de cor. Por outro lado, torna-se importante salientar que as amostras modeladas com SBMP e Ambar APS mantiveram uma alteração de cor clinicamente aceitável durante os primeiros dias de imersão em água (valores de ΔE^* inferiores a 3,3 nos períodos de 1 e 7 dias), diferindo das amostras controle e daquelas modeladas com Resilab, as quais demonstraram alteração de cor clinicamente inaceitável já a partir dos primeiros momentos de imersão em água. Parece que líquidos modeladores podem contribuir para uma maior estabilidade de cor da resina, pelo menos a curto prazo, contanto que apresentem características mais hidrófobas. Este achado corrobora o estudo de Münchow et al. (3), muito provavelmente ao ganho em coesão dos incrementos de resina composta quando do uso de uma resina hidrófoba como líquido de modelagem, o que torna a resina mais resistente à hidrólise.

A partir de todo o exposto, pode-se rejeitar a primeira hipótese nula do estudo, pois dependendo do tipo de líquido modelador utilizado, a cor e a translucidez da resina composta pode ser significativamente modificada. Em

relação à segunda hipótese nula, a qual propôs que a coloração do líquido modelador não afetaria a capacidade de alteração de cor e translucidez da resina composta, a mesma deve ser rejeitada, pois o material mais incolor e translúcido do estudo (Resilab) foi também aquele que promoveu as maiores alterações de cor e translucidez da resina. De acordo com a Figura 6, que mostra a mudança nos parâmetros L^* , a^* e b^* ao longo dos diferentes períodos de imersão em água, o único parâmetro que parece ter sido mais afetado pela presença e coloração mais intensa do líquido modelador foi a luminosidade (L^*) da resina modelada com SBMP, a qual a partir de 7 dias de imersão reduziu progressivamente a sua luminosidade, mais do que para os outros grupos, ou seja, a sua capacidade de refletir luz foi reduzida. Mesmo assim, esta redução não afetou o parâmetro de translucidez da resina, mas apenas a sua cor final. Vale ressaltar que a resina modelada com Resilab, a qual demonstrou luminosidade bem semelhante à resina controle, também apresentou alteração de cor maior do que o controle, mais uma vez indicando que a cor do líquido modelador não parece ser a variável mais relevante neste aspecto, e sim a sua polaridade e molhabilidade.

5 CONCLUSÃO

Apesar das limitações do presente estudo, pode-se concluir que:

- i. Líquidos modeladores podem ser utilizados durante a confecção de restaurações de resina composta sem prejuízo significativo às propriedades ópticas do material restaurador;
- ii. Ao se utilizar um líquido modelador de resina composta, formulações o menos hidrófilas devem ser priorizadas a fim de se reduzir a alteração das propriedades ópticas do material restaurador;
- iii. A coloração do líquido modelador não parece ter influência direta na maior alteração de cor e translucidez da resina composta modelada;
- iv. Dentre os materiais utilizados neste estudo como líquido modelador de resina composta, os adesivos dentários parecem ter uma atuação mais interessante do que o produto comercial testado.

REFERÊNCIAS

1. Cramer NB, Stansbury JW, Bowman CN. Recent advances and developments in composite dental restorative materials. *J Dent Res*. 2011;90(4):402-16.
2. Petrovic LM, Drobac MR, Stojanac I, Atanackovic TM. A method of improving marginal adaptation by elimination of singular stress point in composite restorations during resin photo-polymerization. *Dent Mater*. 2010;26(5):449-55.
3. Munchow EA, Sedrez-Porto JA, Piva E, Pereira-Cenci T, Cenci MS. Use of dental adhesives as modeler liquid of resin composites. *Dent Mater*. 2016;32(4):570-7.
4. Barcellos DC, Pucci CR, Torres CR, Goto EH, Inocencio AC. Effects of resinous monomers used in restorative dental modeling on the cohesive strength of composite resin. *J Adhes Dent*. 2008;10(5):351-4.
5. 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. *Braz Oral Res*. 2016;30(1).
6. Sedrez-Porto JA, Munchow 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;31:e54.
7. Goelzer AM. Efeito do líquido modelador na estabilidade de cor da resina composta. Trabalho de Conclusão de Curso. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2018.
8. CIE. Recommendations on uniform colour spaces, colour difference equations and psychometric colour terms. *Comission Internationale de l'Eclairage*, 1978.
9. Valente LL, Silva MF, Fonseca AS, Munchow EA, Isolan CP, Moraes RR. Effect of diamond bur grit size on composite repair. *J Adhes Dent*. 2015;17(3):257-63.

10. Sedrez-Porto JA, Munchow EA, Valente LL, Cenci MS, Pereira-Cenci T. New material perspective for endocrown restorations: effects on mechanical performance and fracture behavior. *Braz Oral Res.* 2019;33:e012.
11. Catálogo de produtos - FGM Estética. 2018. p. 13. Data de acesso: 23 de junho de 2019. Fonte: https://issuu.com/fgmprodutosodontologicos/docs/catalogo_final_novo.compressed__1_.
12. de Oliveira DC, Rocha MG, Gatti A, Correr AB, Ferracane JL, Sinhoret MA. Effect of different photoinitiators and reducing agents on cure efficiency and color stability of resin-based composites using different LED wavelengths. *J Dent.* 2015;43(12):1565-72.
13. Hegedus G, Sarkadi T, Czigany T. Analysis of the light transmission ability of reinforcing glass fibers used in polymer composites. *Materials.* 2017;10(6).
14. Miletic V, Jakovljevic N, Manojlovic D, Marjanovic J, Rosic AA, Dramicanin MD. Refractive indices of unfilled resin mixtures and cured composites related to color and translucency of conventional and low-shrinkage composites. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2017;105(1):7-13.
15. Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dent Mater.* 2006;22(3):211-22.
16. Fonseca AS, Labruna Moreira AD, de Albuquerque PP, de Menezes LR, Pfeifer CS, Schneider LF. Effect of monomer type on the CC degree of conversion, water sorption and solubility, and color stability of model dental composites. *Dent Mater.* 2017;33(4):394-401.
17. Cao D, Zhang Y, Li Y, Shi X, Gong H, Feng D, et al. Fabrication of superhydrophobic coating for preventing microleakage in a dental composite restoration. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl.* 2017;78:333-40.
18. Manso IS, Valente LL, Münchow EA, Isolan CP, Lima FG, Moraes RR. União à resina composta, dentina e interface compósito-dentina no reparo de restaurações. *J Clin Dent Res.* 2019;16(2):54-68.

19. MacAulay M, Tam LE, Santerre JP, Finer Y. In vivo biodegradation of bisGMA and urethane-modified bisGMA-based resin composite materials. *JDR Clin Transl Res.* 2017;2(4):397-405.
20. Munchow EA, Zanchi CH, Ogliari FA, Silva MG, de Oliveira IR, Piva E. Replacing HEMA with alternative dimethacrylates in dental adhesive systems: evaluation of polymerization kinetics and physicochemical properties. *J Adhes Dent.* 2014;16(3):221-8.
21. Vermeersch G, Leloup G, Vreven J. Fluoride release from glass-ionomer cements, compomers and resin composites. *J Oral Rehab.* 2001;28(1):26-32.
22. Loguercio AD, Loeblein F, Cherobin T, Ogliari F, Piva E, Reis A. Effect of solvent removal on adhesive properties of simplified etch-and-rinse systems and on bond strengths to dry and wet dentin. *J Adhes Dent.* 2009;11(3):213-9.
23. Abu-Bakr N, Han L, Okamoto A, Iwaku M. Color stability of compomer after immersion in various media. *J Esthet Dent.* 2000;12(5):258-63.
24. Fontes ST, Fernandez MR, de Moura CM, Meireles SS. Color stability of a nanofill composite: effect of different immersion media. *J Appl Oral Sci.* 2009;17(5):388-91.
25. Nasim I, Neelakantan P, Sujeer R, Subbarao CV. Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins--an in vitro study. *J Dent.* 2010;38(Suppl 2):e137-42.
26. Kalantari MH, Ghoraishian SA, Mohaghegh M. Evaluation of accuracy of shade selection using two spectrophotometer systems: Vita Easyshade and Degudent Shade Pilot. *Eur J Dent.* 2017;11(2):196-200.
27. Oliveira OF, Jr., Kunz PVM, Baratto Filho F, Correr GM, Cunha LFD, Gonzaga CC. Influence of pre-curing different adhesives on the color stability of cemented thin ceramic veneers. *Braz Dent J.* 2019;30(3):259-65.