



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ODONTOLOGIA (PPGO) - MESTRADO



LEONARDO DE ALMEIDA

Efeito de resinas modeladoras sobre as propriedades de superfície de um  
compósito resinoso

Cascavel-PR  
2023

LEONARDO DE ALMEIDA

Efeito de resinas modeladoras sobre as propriedades de superfície de um  
compósito resinoso

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia

Área de concentração: Odontologia

Orientadora: Prof. Dra. Fabiana Scaparo Naufel

Coorientadora: Prof. Dra. Bianca Medeiros Maran

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

de Almeida, Leonardo

Efeito de resinas modeladoras sobre as propriedades de superfície de um compósito resinoso / Leonardo de Almeida; orientadora Fabiana Scarparo Naufel; coorientadora Bianca Medeiros Maran. -- Cascavel, 2023.

27 p.

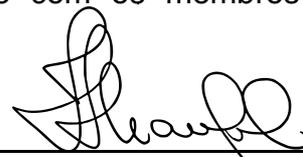
Dissertação (Mestrado Acadêmico Campus de Cascavel) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, 2023.

1. Resina Composta. 2. Propriedades de Superfície. 3. Modeladores de Resina. I. Scarparo Naufel, Fabiana, orient. II. Medeiros Maran, Bianca, coorient. III. Título.

## Programa de Pós-Graduação em Odontologia

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE LEONARDO DE ALMEIDA, ALUNO(A) DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - UNIOESTE, E DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO DO PROGRAMA E O REGIMENTO GERAL DA UNIOESTE.

Ao(s) 8 dia(s) do mês de agosto de 2023 às 13h30min, na modalidade remota síncrona, por meio de chamada de videoconferência, realizou-se a sessão pública da Defesa de Dissertação do(a) candidato(a) Leonardo de Almeida, aluno(a) do Programa de Pós-Graduação em Odontologia - nível de Mestrado, na área de concentração em Odontologia. A comissão examinadora da Defesa Pública foi aprovada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Integraram a referida Comissão os(as) Professores(as) Doutores(as): Maria Daniela Basso de Souza, Eloisa Andrade de Paula, Fabiana Scarparo Naufel. Os trabalhos foram presididos pelo(a) Fabiana Scarparo Naufel. Tendo satisfeito todos os requisitos exigidos pela legislação em vigor, o(a) aluno(a) foi admitido(a) à Defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO, intitulada: "Efeito de resinas modeladoras sobre as propriedades de superfície de resinas compostas". O(a) Senhor(a) Presidente declarou abertos os trabalhos, e em seguida, convidou o(a) candidato(a) a discorrer, em linhas gerais, sobre o conteúdo da Dissertação. Feita a explanação, o(a) candidato(a) foi arguido(a) sucessivamente, pelos(as) professores(as) doutores(as): Maria Daniela Basso de Souza, Eloisa Andrade de Paula. Findas as arguições, o(a) Senhor(a) Presidente suspendeu os trabalhos da sessão pública, a fim de que, em sessão secreta, a Comissão expressasse o seu julgamento sobre a Dissertação. Efetuado o julgamento, o(a) candidato(a) foi **aprovado(a)**. A seguir, o(a) Senhor(a) Presidente reabriu os trabalhos da sessão pública e deu conhecimento do resultado. E, para constar, o(a) Coordenador(a) do Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE - Campus de Cascavel, lavra a presente ata, e assina juntamente com os membros da Comissão Examinadora e o(a) candidato(a).



Orientador(a) - Fabiana Scarparo Naufel

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)



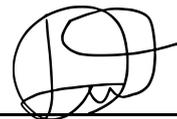
Eloisa Andrade de Paula  
Centro Universitário Integrado

Maria Daniela Basso de Souza

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)

**Programa de Pós-Graduação em Odontologia**

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE LEONARDO DE ALMEIDA, ALUNO(A) DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - UNIOESTE, E DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO DO PROGRAMA E O REGIMENTO GERAL DA UNIOESTE.



---

Leonardo de Almeida  
Aluno(a)

---

Coordenador(a) do Programa de Pós-Graduação em Odontologia

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por ter permitido alcançar mais um objetivo em minha vida, com o mais puro amor, ter me dado sabedoria e muita resiliência, a ele devo tudo que tenho.

Agradeço aos familiares Terezinha e Larissa, pela compreensão em todos os momentos importantes que me ausentei.

Agradeço à Professora Fabiana Scarparo Naufel por ter depositado sua confiança em mim e ser minha orientadora. Por compartilhar seu conhecimento na elaboração da projeto de pesquisa, sanando cada um dos questionamentos que surgiram. Pelo acompanhamento durante o desenvolvimento da pesquisa. Por ser um exemplo de pontualidade e rapidez na correção dos trabalhos ou documentos que enviei e por ter se tornado uma grande amiga.

Aos professores do programa de mestrado que se dedicam a ofertar conhecimento para alunos que anseiam seguir a carreira acadêmica. Obrigada por terem ensinado a didática, mesmo nas adversidades que tivemos nos últimos tempos.

Às professoras que aceitaram fazer parte da banca de defesa, Isabella Favarão e Eloisa de Paula, que contribuíram para a melhora do presente trabalho. Sou grato por cada exigência a mais que vocês direcionaram a mim.

Aos meus amigos, que me fazem cada dia ter mais paciência, carinho e amor pelas minhas conquistas.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná, que oferece educação pública e de qualidade, e por oferecer a oportunidade de obtenção desse importante título de mestre.

*A dúvida é o preço da pureza, e é inútil  
ter certeza – Humberto Gessinger*

Efeito de resinas modeladoras sobre as propriedades de superfície de um compósito resinoso

## RESUMO

**Objetivo:** Como objetivo, este trabalho propõe avaliar o efeito das resinas modeladoras sobre as propriedades de superfície (estabilidade de cor, rugosidade e dureza) da resina composta.

**Materiais e métodos:** Um total de 56 discos do compósito resinoso Empres Direct – Ivoclar Vivadent) foi confeccionado a partir de um molde de silicone (2mm de altura e 5mm de diâmetro) sendo finalizados com aplicação ou não do modelador [(nenhum/controle (nM), Composite Wetting Resin (Ultradent) (mW), Modeling Resin (Bisco) (mR) e Signum Liquid (Kulzer) (mS)] e realização ou não de acabamento/polimento [(polido (P) e não polido (nP)]. Esses discos foram expostos a solução de café por 15 minutos/dia durante um período de 21 dias consecutivos. Após o armazenamento, os discos foram avaliados em relação a variação ( $\Delta E^*$ ) dos parâmetros de cor; os valores iniciais, finais e a variação da dureza (D, D') e da rugosidade (Ra, Ra'), a partir do programa SigmaPlot 11.0 com nível de significância de 5%.

**Resultados:** Todos os grupos apresentaram um aumento no  $\Delta E$  de 3,3 independente do tratamento de superfície, porém os grupos que foram polidos tiveram menor distância da referência. Para a rugosidade, para os modeladores mS houve uma rugosidade equivalente entre os tempos, já para o grupo mR houve uma rugosidade maior sem polimento, divergindo do resultado do mW que obteve uma rugosidade menor quando não polida. A microdureza alterou em relação ao tipo de modelador, sendo que as maiores durezas foram encontradas no grupo mR e mS após o polimento, mW após a imersão obteve o melhor resultado de dureza. Conclusão: A utilização de líquidos de modelagem para resinas compostas, pode interferir nas propriedades de superfície, sendo necessário um discernimento na escolha e evitar a utilização em excesso.

**Palavras-chave:** Estabilidade de cor, Propriedades de superfície, Resinas Compostas

## Effect of modeling resins on the surface properties of a resin composite

### ***ABSTRACT***

**Objective:** This study aims to evaluate the effect of modeling resins on composite resin surface properties (color stability, roughness, and hardness). **Materials and Methods:** Fifty-six discs of Empress Direct - Ivoclar Vivadent were produced from a silicone mold (2 mm in height and 5 mm in diameter), treated or not in the top layer with a modeling material [(none/control (mN), Composite Wetting Resin/Ultradent (mW), Modeling Resin/Bisco (mR), and Signum Liquid/Kulzer (mS)], and finished/polished or not [(polished (P) and not polished (nP)]. These discs were exposed to a coffee solution for 15 minutes/day for 21 consecutive days. Color variation ( $\Delta E^*$ ) and initial and final hardness (D, D') and roughness (Ra, Ra') values were assessed. **Results:** All groups adopted an increase in  $\Delta E$  of 3.3 regardless of surface treatment, however the groups that were polished had a smaller distance from the reference. For the roughness, for the mS modelers there was an equivalent roughness between the times, while for the mR group there was a greater roughness without polishing, diverging from the result of the mW that obtained a lower roughness when not polished. The microhardness changed in relation to the type of styler, and the highest hardness was found in the mR and mS group after polishing, mW after immersion obtained the best hardness result. **Conclusion:** The use of modeling liquids for composite resins can interfere with the surface properties, requiring discernment in choosing and avoiding excessive use.

**Keywords:** Color stability, Surface properties, Composite resins

Dissertação elaborada e formatada conforme as normas das publicações científicas: European Journal of Dentistry

Disponível em:

[https://www.thieme.com/media/ita/EJD\\_authorinstructions.pdf](https://www.thieme.com/media/ita/EJD_authorinstructions.pdf)

## SUMÁRIO

1. Introdução :.....	11
2. Materiais e Métodos: .....	12
3. Resultados: .....	16
4. Discussão: .....	20
5. Considerações Finais .....	23
6. Referências bibliográficas .....	24

## 1. INTRODUÇÃO

A utilização de líquidos modeladores para esculpir e finalizar restaurações diretas incrementais tem sido proposta para redução da tensão superficial e melhora do manuseio e aplicação do material restaurador<sup>1 7 11 27</sup> bem como para a redução da incorporação de bolhas<sup>15</sup>. Restaurações realizadas com e sem o emprego desse modelador mostrou que o mesmo melhora a resistência de união coesiva de interfaces de compósitos resinosos<sup>14</sup>.

São utilizados em instrumentais, seja espátula de inserção, pincéis ou condensadores, devendo ser aplicados em pequena quantidade, sem o intuito de modificar a viscosidade do compósito resinoso, podendo ser utilizado entre as camadas de material restaurador ou na camada final para reproduzir uma superfície mais lisa, economizando tempo durante o acabamento e polimento da restauração<sup>29 30</sup>.

Basicamente, são materiais sem ou com pouca carga inorgânica, compostos por metacrilatos como o dimetacrilato de uretano (UDMA), metacrilato de bisfenol A-glicidil (Bis-GMA) ou dimetacrilato de trietilenoglicol (TEGDMA)<sup>1 8 15</sup>.

Embora estudos mostrem que o modelador poderia piorar a estabilidade de cor, a dureza e rugosidade da resina composta tratada por ele<sup>29 30</sup>, acredita-se que o acabamento e polimento final da restauração solucionaria esse problema, afinal uma superfície rugosa ou má finalizada tem uma maior influência em retenção de placa, cáries secundárias, inflamação gengival, menor brilho superficial e descolorações<sup>9 14</sup>.

Acerca deste tema, ainda não existe consolidado na literatura sobre os efeitos do uso de modeladores nas propriedades de superfícies da resina composta. Portanto, o objetivo do estudo em questão é avaliar a estabilidade de cor, rugosidade e microdureza de dois compósitos resinosos finalizados ou não, com três diferentes modeladores de resina composta com ou sem polimento. As hipóteses nulas testadas foram: 1) O uso de modelador de resina não altera a estabilidade de cor, rugosidade e dureza da resina composta após imersão ao café; 2) A resina composta utilizada não altera as propriedades estabilidade de cor, rugosidade e dureza após imersão ao café; 3) O polimento não interfere na estabilidade de cor, rugosidade e dureza da resina composta após imersão ao café.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1 Cálculo amostral**

O tamanho da amostra e a metodologia da presente pesquisa foi baseada nos estudos<sup>18</sup><sup>25</sup> que empregaram 6 e 7 espécimes por grupo, respectivamente, na análise dos efeitos do líquido de modelagem sobre a mudança de cor da resina composta, no presente trabalho 7 espécimes por grupo foram utilizados.

### **2.2 Delineamento experimental**

O delineamento foi do tipo fatorial 2×4×2. Um total de 56 discos (2 mm altura, 5 mm de diâmetro) foram confeccionados em resina composta, sendo divididos em 16 grupos (n=7) de acordo com I) a resina composta [1 nível: Empress Direct (Ivoclar Vivadent - Liechtenstein, Germany)], II) o modelador [4 níveis: (nenhum/controle (nM), Composite Wetting Resin (mW), Modeling Resin (mR) e Signum Liquid (mS)] e III) o acabamento/polimento [2 níveis: (polido (P) e não polido (nP)], determinando, assim, os seguintes grupos:

Foram analisados os valores iniciais e finais dos parâmetros de cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), e medida a variação de cor ( $\Delta E^*$ ), os valores iniciais e finais de dureza (D) e rugosidade (Ra), antes e após a imersão em solução de café, caracterizando para Dureza e Rugosidade o 4º Fator – Tempo, em parcelas subdivididas, por empregarem as mesmas amostras.

### **2.3 Preparo dos discos**

Cinquenta e seis (56) discos da resina Empress Direct esmaltem cor A1 (Ivoclar Vivadent - Liechtenstein, Germany) (Quadro 1) foram confeccionados. Para tanto, inseriu-se o material em incremento único num molde de silicone de adição (Adsil<sup>®</sup> Coltene Vigodent, Brasil) (2mm altura, 5mm de diâmetro interno); uma vez preenchido, uma fina camada do modelador foi aplicada com pincel sintético chato (Tokuyama Dental Corp, Japan) por 30 segundos, exceto nos grupos controle. Então, uma tira de poliéster (QUIMIDROL, Joinville, Brasil) e uma placa de vidro pesando 560g recobriram o disco por 30 segundos. A placa foi removida, seguida pela fotopolimerização empregando aparelho Valo (Ultradent, USA) operando em potência standard (1.000 mW/cm<sup>2</sup>) por 20s (instruções do fabricante) com a ponta posicionada perpendicularmente ao disco.

A base do disco (não analisada) foi identificada por meio de uma marcação com ponta diamantada esférica 1014 (KG SORENSEN, Cotia, Brasil). Então, os discos foram estocados e permaneceram dentro de uma grade de silicone para mini gelo em cubo (160 furos), em água deionizada por 24 h em estufa a 37°C para a pós-polimerização (VENTURINI ET AL., 2006).

Após esse período, a superfície dos discos dos grupos P receberam acabamento e polimento com o sistema Opti 1 Step Polisher (Kerr Corporation, Orange, CA, USA), durante 10 segundos sendo esse processo realizado por apenas um operador.

**Quadro 1.** Especificações dos materiais utilizados (dados do fabricante):

<b>Materiais utilizados</b>	<b>Composição</b>	<b>Tamanho de partículas</b>	<b>Cor</b>
<b>Empress Direct</b> Ivoclar Vivadent, Liechtenstein	<b>Matriz:</b> Dimetacrilatos, BisGMA, UDMA, TCDMMA, EDMA <b>Carga:</b> Vidro de bário, dióxido de silício e copolímero	Nanohíbrida	A1
<b>Composite Resin</b> Wetting Ultradent, do Sul, Unidos	<b>Matriz:</b> TEGDMA <b>Carga:</b> Silica Amorfa 45%	-	-
<b>Modeling Resin</b> Bisco, Schaumburg, Estados Unidos	<b>Matriz:</b> UDMA, BIS-DMA, BIS-GMA <b>Carga:</b> Sílica Etoxilado 30%	-	-
<b>Signum Liquid</b> Kulzer, São Paulo, Brasil	<b>Matriz:</b> Ó xidodifenil(2,4,6-trimetilbenzoil)fosfina <b>Carga:</b> não possui	-	-
<b>Opti 1 Step Polisher,</b> Kerr Corporation	Ponta de silicone de classe médica impregnada com óxido de alumínio e partículas de diamante e haste de metal (EN 1797/1 - instrumentos rotatórios dentais - haste feita de metal), revestida com ouro de acordo com ASTM B488	-	-

Como orientação para as análises de dureza e rugosidade, uma linha imaginária passando pelo centro fez a divisão dos discos em: lado direito (para dureza) e esquerdo (para rugosidade)<sup>17</sup>. Os discos foram submetidos às análises antes e após o protocolo de imersão descrito a seguir.

## 2.4 Protocolo de imersão

O protocolo seguirá o método proposto por estudos prévios<sup>6</sup> onde cada disco ficará individualmente imerso em 4mL da solução de café por 15 minutos/dia, porém alterando o período de 28 para 21 dias em estufa a 37°. Após, os discos serão lavados com água destilada e armazenados em água destilada a 37 °C até completar 24 horas diariamente.

O café utilizado foi o do tipo solúvel e 100% puro (Nescafé tradicional, Nestlé, Suíça), sendo preparado na proporção de 15g pó de para 100 ml água.

## 2.5 Análise da cor

Os parâmetros de cor inicial ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) e após ( $L^{*}$ ,  $a^{*}$ ,  $b^{*}$ ) o protocolo de imersão foram analisados por espectrofotômetro Easy Shade' Vita (Vita Easy shade, Vita, Germany) considerando as ordenadas:

- $L^*$ : luminosidade de zero (preto) a 100 (branco);
- $a^*$ : croma no eixo vermelho-verde; positivo (vermelho) ou negativo (verde);
- $b^*$ : croma no eixo amarelo-azul; positivo (amarelado) ou negativo (azulado).

O cálculo da variação de cor ( $\Delta E$ ) seguiu o Padrão *International Commission on Illumination* (CIELAB).

$$\Delta E = \sqrt{[(L_{final} - L_{inicial})^2 + (a_{final} - a_{inicial})^2 + (b_{final} - b_{inicial})^2]}$$

Para tanto, os discos foram posicionados contra uma base de teflon na cor branca com a ponta do aparelho perpendicularmente à superfície dele. O espectrofotômetro foi recalibrado a cada trinta mensurações (especificações do fabricante). A alteração de cor considerou o estudos<sup>26</sup> no qual:  $\Delta E^* < 1$  representa as alterações de cor não detectadas pelo olho humano;  $\Delta E^* < 3.3$  representa alterações de cor clinicamente aceitáveis; e,  $\Delta E^* > 3.3$ , alterações de cor clinicamente inaceitáveis.

## 2.6 Análise da rugosidade de superfície

A rugosidade ( $R_a$ ) de superfície ( $\mu\text{m}$ ) foi determinada antes ( $R_a$ ) e após o protocolo de imersão ( $R_a'$ ) empregando o rugosímetro Surfcometer SE 1700 (Kosaka, Tóquio, Japão) (Anexo 2). Para tanto, no lado esquerdo de cada disco, três leituras foram realizadas da região central à periferia do disco (em diferentes direções) (Esquema número 1) percorrendo 1,25mm em comprimento com *cut-off* de 0,25 mm, em velocidade de 0,1 mm/s. O valor de  $R_a$  e  $R_a'$  se deu por representada pela média das três leituras.

## 2.7 Análise da dureza de superfície

A dureza de superfície (Knoop) foi determinada antes ( $D$ ) e após o protocolo de imersão ( $D'$ ) empregando o microdurômetro Future Tech-FM 800 (Tokyo, Japão) operando com carga de 50g, tempo de endentação de 15s<sup>11</sup>. As leituras foram visualizadas em aumento de 100 $\times$  e realizadas em triplicata no sentido longitudinal do lado direito (esquema número 1) e o valor de dureza será a média delas.

## 2.8 Análise estatística

Foi utilizado o programa SigmaPlot 11.0 com nível de significância de 5%. Serão consideradas como variáveis os valores iniciais ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), finais ( $L^{*'} a^{*'}$ ,  $b^{*'}$ ) e a variação de cor ( $\Delta E^*$ ), os valores iniciais, finais da dureza ( $D$ ,  $D'$ ) e da rugosidade ( $R_a$ ,  $R_a'$ ). Os fatores de variação foram: resina composta, modelador e polimento. A unidade experimental foi o disco. As variáveis foram testadas para normalidade e homogeneidade (Shapiro-Wilk/Kolmogorov-Smirnov) e os dados submetidos a análise de variância a três fatores seguido dos testes complementares de Tukey e Holm-Sidak a 5%.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Avaliação de COR

A análise de variância a dois critérios não mostrou diferenças estatisticamente significantes para o Fator Polimento ( $p=0,07$ ), fator modelador ( $p=0,416$ ) e nem para a interação dupla ( $p=0,434$ ).

Tabela 1- Resultados de  $\Delta E$  para a resina Empress Direct na escala CIELab.

	nM	mR	mW	mS
Sem Polimento	15.36(10,80)	14.66(8,19)	16.42(8,02)	10.97(5,82)
Com Polimento	9.46(6,59)	8.98(5,13)	12.59(4,9)	9.23(2,47)

#### 3.2 Avaliação de Rugosidade

Tabela 2 – Avaliação de rugosidade para os fatores tempo, modelador e polimento

		nM	mR	mW	mS	Tempo/ Polimento
	Sem Polimento	0.28(0.01)	0.28(0.03)	0.29(0.06)	0.37(0.04)	<b>0.31(0.05)Bb</b>
	Com Polimento	0.36(0.12)	0.32(0.07)	0.59(0.11)	0.47(0.10)	<b>0.43(0.14)Aa</b>
INICIAL	Modelador/ Tempo	<b>0.32(0.09)#%</b>	<b>0.30(0.05)#%</b>	<b>0.44(0.18)#@</b>	<b>0.42(0.09)#@</b>	
		Sem Polimento	0.51(0.08)	0.43(0.07)	0.52(0.06)	0.52(0.13)
FINAL	Modelador/ Tempo	<b>0.49(0.09)!@</b>	<b>0.31(0.14)#%</b>	<b>0.59(0.14)!&amp;</b>	<b>0.45(0.14)#@</b>	
		Com Polimento	0.48(0.10)	0.19(0.04)	0.67(0.15)	0.38(0.12)
Modelador/ Polimento	Sem Polimento	<b>0.39(0.13)Aa</b>	<b>0.36(0.09)Aa</b>	<b>0.40(0.13)Ba</b>	<b>0.44(0.12)Aa</b>	
	Com Polimento	<b>0.42(0.12)Ab</b>	<b>0.25(0.08)Bc</b>	<b>0.63(0.13)Aa</b>	<b>0.43(0.11)Ab</b>	

- Diferentes letras minúsculas nas colunas e maiúsculas naslinhas
  - Símbolos (#,!) na primeira posição representando linhas.
  - Símbolos (%,@,&) na segunda posição representando colunas
- Indicam diferenças estatisticamente significantes ( $p<0,05$ ).

A análise de variância a três critérios mostrou diferenças estatisticamente significantes para os Fatores Tempo ( $p<0.001$ ) e Modelador ( $p<0.001$ ), mas não para o Fator Polimento ( $p=0.056$ ); mostrou também diferenças estatisticamente significantes para as interações duplas

Tempo x Modelador ( $p=0.002$ ), Tempo x Polimento ( $p<0.001$ ), e Modelador x Polimento ( $p<0.001$ ), mas não para a interação tripla ( $p=0.292$ ).

Para a Resina Empress, o teste complementar Holm-Sidak a 5% elucidou as diferenças estatisticamente significantes da interação dupla Tempo x Modelador, ficando demonstrado no Tempo final (após imersão), nM e com o mW a rugosidade é maior (médias 0,49 e 0,59, respectivamente) do que no Tempo Inicial (antes da imersão) (médias 0,32 e 0,44, respectivamente), já para os grupos mR e mS a rugosidade não difere significativamente nos tempo final (médias 0,31 e 0,45, respectivamente) ou inicial (médias 0,30 e 0,42, respectivamente).

Para a Resina Empress, o teste complementar Holm-Sidak a 5% elucidou as diferenças estatisticamente significantes da interação dupla Tempo x Polimento, ficando demonstrado que nP a rugosidade é significativamente maior após a imersão (Final) (média 0,49) do que antes da imersão (Inicial) (média 0,31), e com polimento a rugosidade foi equivalente nos tempos Inicial e Final (médias 0,43 e 0,43, respectivamente).

Para a Resina Empress, o teste complementar Holm-Sidak a 5% elucidou as diferenças estatisticamente significantes da interação dupla Modelador x Polimento, ficando demonstrado que nas situações nM e com o mS, as rugosidades do grupo nP (médias 0,39 e 0,44, respectivamente) e P (médias 0,42 e 0,43, respectivamente) foram equivalentes, já para o mR foi observada maior rugosidade nP (média 0,36) do que P (média 0,25), enquanto que para o mW foi o inverso, com menor rugosidade nP (média 0,40) do que P(média 0,63).

### 3.3 Avaliação da Dureza (KHN) da Resina Empress

Tabela 3 – Avaliação de rugosidade para os fatores tempo, modelador e polimento

		nM	mR	mW	mS	Tempo/ Polimento
INICIAL	Sem Polimento	60.09(4.58)	60.59(2.69)	70.64(3.24)	65.30(4.34)	<b>64.15(5.62)Aa</b>
	Com Polimento	56.98(2.00)	57.34(2.70)	64.65(5.50)	64.85(4.00)	<b>60.95(5.27)Bb</b>
	Modelador/ Tempo	<b>58.53(3.76)#%</b>	<b>58.96(3.09)!%</b>	<b>67.65(5.33)#@</b>	<b>65.07(4.03)#@</b>	
FINAL	Sem Polimento	62.78(5.71)	60.64(4.74)	69.03(4.18)	58.54(4.24)	<b>62.75(6.01)Aa</b>
	Com Polimento	58.01(3.30)	66.23(3.60)	67.37(5.80)	67.22(4.10)	<b>64.71(5.68)Aa</b>
	Modelador/ Tempo	<b>60.40(5.10)#%</b>	<b>63.44(5.00)#%</b>	<b>68.20(4.90)#@</b>	<b>62.88(6.00)#*</b>	
<b>Modelador/ Polimento</b>	Sem Polimento	<b>61.43(5.17)Ab</b>	<b>60,61(3.71)Ab</b>	<b>69.84(3.69)Aa</b>	<b>61.92(5.41)Ab</b>	
	Com Polimento	<b>57.50(2,7)Bc</b>	<b>61,79(5.5)Ab</b>	<b>66.01(5.60)Ba</b>	<b>66.03(4.10)Ba</b>	

- Diferentes letras minúsculas nas colunas e maiúsculas naslinhas
- Símbolos (#,!) na primeira posição representando linhas.
- Símbolos (%,@\*) na segunda posição representando colunas

Indicam diferenças estatisticamente significantes (p<0,05).

A análise de variância a três critérios mostrou diferenças estatisticamente significantes para o Fator Modelador ( $p < 0.001$ ), mas não para os Fatores Polimento ( $p = 0.436$ ) e Tempo ( $p = 0,141$ ); mostrou também diferenças estatisticamente significantes para as interações duplas Modelador x Polimento ( $p < 0.001$ ), Modelador x Tempo ( $p = 0.031$ ), e Polimento x Tempo ( $p = 0.002$ ); mas não para a interação tripla ( $p = 0.061$ ).

Para a Resina Empress, o teste complementar Holm-Sidak a 5% elucidou as diferenças estatisticamente significantes da interação dupla Modelador x Polimento, evidenciando que ao comparar cada situação de modelador nP ou P, apenas para o mR houve equivalência na dureza nos grupos P e nP (medias 60,61 e 61,79, respectivamente nP ou P); situações nM (medias 61,43 e 57,50, respectivamente nP ou P), mW (medias 69,84 e 66,01, respectivamente nP ou P), e mS (medias 61,92 e 66,03, respectivamente nP ou P) foi verificada maior dureza nP. Já ao comparar todos as situações de modeladores dentro da mesma condição de polimento, nP e mW exibiu maior dureza (media 69,84), e nM (media 61,43), mR (media 60,61), e mS (media 61,92) s menores durezes, sem diferirem entre si; enquanto que P as maiores durezas foram verificadas para os mW (media 66,01) e mS (media 66,03), que não diferiram entre si, menor dureza nM (media 57,50), e dureza intermediaria para mR (media 61,79), que diferiu dos demais.

Para a Resina Empress, o teste complementar Holm-Sidak a 5% elucidou as diferenças estatisticamente significantes da interação dupla Modelador x Tempo, demonstrando que ao comparar a dureza em cada situação de Modelador nos Tempos Inicial e Final, apenas o mR resultou em maiores valores de dureza no Tempo final (media 63,44) do que no Tempo Inicial (media 58,96); havendo equivalência de dureza nos dois Tempos na situação nM (medias 58,53 e 60,40, respectivamente Inicial e Final), com mW (medias 67,65 e 68,20, respectivamente Inicial e Final), e mS (medias 65,07 e 62,88, respectivamente Inicial e Final). Ao comparar a dureza em cada tempo, nas diferentes situações de Modeladores, no Tempo Inicial maiores durezas foram verificadas para os mW (média 67,65) e 3 (media 65,07), que não diferiram entre si; e as menores durezas nas situações nM (media 58,53) e mR (media 58,96), que também não diferiram entre si; já no Tempo Final, a maior dureza foi verificada para mW (media 68,20), e as menores durezas observadas nM (media 60,40), mR (media 63,44) e mS (media 62,88), que não diferiram entre si

Para a Resina Empress, o teste complementar Holm-Sidak a 5% elucidou as diferenças estatisticamente significantes da interação dupla Polimento x Tempo, demonstrando que nP, a dureza foi equivalente nos tempos Inicial (media 64,15) e final (media 62,75), e P, no Tempo Final (media 64,71) a dureza foi maior que no Inicial (media 60,95). Dentro do mesmo tempo, no Inicial a maior dureza foi observada nP (média 64,15) do que P (media 60,95), e no Tempo Final, houve equivalência de dureza dos grupos nP (media 62,75) e P (media 64,71).

#### 4. DISCUSSÃO

O presente estudo, teve como finalidade avaliar as diferenças óticas e mecânicas entre os líquidos modeladores em questão. A camada final de um procedimento restaurador exige um efeito determinante na aparência estética, eficácia da cor e rugosidade da superfície, uma vez que uma maior rugosidade pode ocasionar um aumento do risco de cárie e descoloração por conta do acúmulo de placa e retenção de pigmentos consequentemente <sup>5</sup>.

Pela perspectiva do olho humano é possível perceber as diferenças de cor quando esta alteração está menor que  $\Delta E$  3.3 (fácil de discernir, não aceitável clinicamente), valores abaixo desses são clinicamente aceitáveis <sup>2 3 21</sup>.

Quando se utiliza um líquido modelador ou etapas do sistema adesivo como modelador, estudos comprovam que em relação às propriedades mecânicas do compósito, não reduzem a força de união coesiva nas interfaces do compósito<sup>4</sup>. Por outro lado, o tipo e a composição do líquido modelador podem influenciar na mudança de cor da resina composta<sup>19</sup>, sendo que materiais com características hidrofóbicas apresentam melhores resultados <sup>27</sup>.

Apesar de ser observado que o tempo é um fator determinante de maior variação de cor sobre espécimes controle (somente resina) em razão da degradação hidrolítica <sup>27</sup>, este fenômeno não foi constatado neste trabalho todos os grupos tiveram menor variação  $\Delta E$  quando polidos previamente a imersão porém com variação em ambos os casos além de  $\Delta E$  3.3 . Achado este que pode estar ligado à temperatura do líquido que pode alterar a matriz orgânica do compósito.

Mesmo havendo essa alteração do  $\Delta E$  em um espectro insatisfatório clinicamente o modelador que mais obteve resultado não aceitável foi do grupo mW, sendo esse o único modelador que possui em sua composição o TEGUDMA é o do grupo mW, este monômero está associado a maior afinidade por variações em diferentes pHs e/ou alta temperatura na composição da matriz resinosa, portanto pode absorver ou reagir com pigmentos<sup>13</sup>.

Dentre todos os modeladores para a variável rugosidade, não houve muita diferença entre os grupos, além de evidenciar a importância da etapa de polimento de superfície, pois essa, diminui o molhamento da superfície da resina composta, diminuindo a capacidade dela de absorver mais estímulos de substâncias ácidas e variações de temperatura<sup>22</sup>. Em outros estudos<sup>25</sup> (Sedrez-Porto) a resina modeladora apresentou maiores valores de rugosidade superficial em relação aos demais tratamentos. O maior nível de viscosidade dessa resina pode contribuir para esse achado, pois produzia espessura superficial irregular devido às bolhas de

ar presas na camada de revestimento<sup>17 25</sup>, o questionamento é que essa camada superficial pode ser removida ou regularizada com o sistema de polimento de escolha.

A dureza superficial de um material é um parâmetro essencial que influencia diretamente suas propriedades mecânicas, e desta forma, está relacionada ao desgaste e à rugosidade da superfície independente do acabamento e polimento<sup>5 9 10</sup>. Isso, por sua vez, pode levar à suscetibilidade à descoloração, mostrando assim, a importância de se compreender melhor a relação entre todos esses parâmetros.

Nos estudos<sup>12 31</sup> que investigaram a resistência ao desgaste e a rugosidade superficial de resinas nanohíbridas e resinas microhíbridas, os autores concluíram que não existe diferenças entre as resinas quanto à resistência ao desgaste, porém as resinas nanohíbridas apresentam uma superfície mais lisa. Uma resina microhíbrida, quando se inseridas tanto com modeladores ou adesivos sem solvente essa resina também não tem sua dureza alterada<sup>16</sup>.

Estudos prévios<sup>28 29</sup> avaliaram os efeitos de um líquido modelador na microdureza superficial de diferentes resinas, e a dureza diminuiu devido ao uso de agente de modelagem para as resinas GrandioSO (Voco, Cuxhaven, Alemanha) e Gradia Posterior direto (GC, Corp.). Esse fato foi associado ao alto nível de camada superficial rica em matriz orgânica. Estudo<sup>5</sup> que corroborou com esse resultado, e toda as resinas que receberam agentes de modelagem, tiveram a dureza superficial reduzida. No presente estudo, além de mostrar redução nos valores após a imersão, as amostras que receberam o líquido modelador resinoso apresentaram os menores valores brutos de microdureza exceto pelo grupo mW, inclusive antes do polimento. Além disso, provou-se que a dureza da resina com polimento foi maior no tempo inicial, do que no final, o que pode ser resultado da remoção de boa parte da fase inorgânica na hora de realizar o polimento, diminuindo assim a dureza de superfície e pelo alto valor de carga inorgânica presente neste material.

Alguns estudos<sup>14 23</sup> consideram que monômeros que não participam da reação de polimerização, promovem um efeito negativo direto na microdureza, sendo assim, é fundamental uma conversão adequada tanto da resina quanto do seu modelador.

Apesar de apresentar o maior valor dureza, a resina nanohíbrida também teve a maior queda dos valores brutos de dureza. Esse achado está apoiado nos estudos<sup>20 24 31</sup>, o qual mostraram que mudanças significativas de dureza podem ser encontradas durante a primeira semana de exposição a diversos alimentos, pois vários constituintes não apenas de alimentos, mas de bebidas, podem causar degradação, lixiviação de componentes monômeros, dissolução de

carga, redução da dureza, aumento da rugosidade da superfície e envelhecimento prematuro de restaurações compostas. Esse fenômeno pode se estender e afetar o próprio modelador de resina composta, por criarem um único compósito no final da restauração<sup>20</sup>.

Dentro das limitações deste estudo in vitro, observou-se que o uso de líquidos modeladores não gera efeito significativo prejudicial na cor e rugosidade, entretanto reduz significativamente a dureza de superfície da resina composta testada. Dessa forma, mais estudos são necessários para verificar os prejuízos que essa alteração de dureza pode ocasionar a longo prazo em restaurações estéticas, assim como para melhor compreensão da interação da resina moderadora na superfície das resinas, e ainda, o efeito de uma etapa de polimento nos resultados encontrados, e ciclos de escovação para determinar se há alteração principalmente nos resultados de descoloração.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Todos os grupos apresentaram um aumento no  $\Delta E$  de 3,3 independente do tratamento de superfície, porém os grupos que foram polidos tiveram menor distância da referência.
- Para a rugosidade, para os modeladores Signum Liquid houve uma rugosidade equivalente entre os tempos, já para o grupo Modeling Resin houve uma rugosidade maior sem polimento, divergindo do resultado do Wetting Resin que obteve uma rugosidade menor quando não polida.
- A microdureza alterou em relação ao tipo de modelador, sendo que as maiores durezas foram encontradas no grupo Wetting Resin e Signum Liquid após o polimento, Wetting Resin após a imersão obteve o melhor resultado de dureza também.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Araújo, F.S.; Barros, M.C.R.; Santana, M.L.C.; Oliveira, L.S.D.J.; Silva, P.F.D.; Lima, G.D.S.; Faria-E-Silva, A.L. Effects Of Adhesive Used As Modeling Liquid On The Stability Of The Color And Opacity Of Composites. *J. Esthet. Restor. Dent.* 2018, 30, 427–433.
2. Ardu S. Et Al. A Long-Term Laboratory Test On Staining Susceptibility Of Esthetic Composite Resin Materials. *Quintessence Int, Berlim*, V. 41, No. 8, P.965-702. Sep., 2010.
3. Arregui Et Al. Six-Month Color Change And Water Sorption Of 9 New-Generation Flowable Composites In 6 Staining Solutions. *Braz. Oral Res.*, São Paulo, V. 30, No. 1, P. E123, Aug., 2016.
4. Barcellos, DC Et Al. Effects Of Resinous Monomers Used In Restorative Dental Modeling On The Cohesive Strength Of Composite Resin. *Journal Of Adhesive Dentistry*, V. 10, N. 5, 2008.
5. Bayraktar, E.T.; Atali, P.Y.; Korkut, B.; Kesimli, E.G.; Tarcin, B.; Turkmen, C. Effect Of Modeling Resins On Microhardness Of Resin Composites. *Eur J Dent*, V. 15, N. 3, P. 481-487, 2021)
6. Ceci M, Viola M, Rattalino D, Beltrami R, Colombo M, Poggio C. Discoloration of diferente esthetic restorations materials: a spectrophotometric evaluation. *European Journal of Dentistry* 2017; 11:149-56. DOI: 10.413/ejd\_313\_16
7. Chen, M.-H. Update On Dental Nanocomposites. *Journal Of Dental Research*, V. 89, N. 6, P. 549-560, 2010.
8. De Paula FC, Valentin Rdes, Borges BCD, Medeiros MCS, De Oliveira RF, Da Silva AO. Effect Of Instrument Lubricants On The Surface Degree Of Conversion And Crosslinking Density Of Nanocomposites. *J Esthet Restor Dent* 2016;28(2):85–91
9. Santos TJS, Melo AMS, Tertulino MD, Borges BCD, Silva AO, Medeiros MCS. Interaction between photoactivators and adhesive systems used as modeling liquid on the degree of conversion of a composite for bleached teeth. *Brazil DentSci.* 2018;21(3):270-7
10. Endo T, Finger WJ, Kanehira M, Utterodt A, Komatsu M. Surface Texture And Roughness Of Polished Nanofill And Nanohybrid Resin Composites. *Dent Mater J* 2010; 29: 213-223.
11. Farahat, F, A. R. "The Effect Of Bulk Depth And Irradiation Time On The Surface Hardness And Degree Of Cure Of Bulk-Fill Composites." *Journal Of Dental Biomaterials* 3.3 (2016): 284.
12. Ferracane, Jack L. Resin Composite—State Of The Art. *Dental Materials*, V. 27, N. 1, P. 29-38, 2011.
13. Gajewski VE, Pfeifer CS, Fróes-Salgado NR, Boaro LC, Braga RR. Monomers used in resin composites: degree of conversion, mechanical properties and water sorption/solubility. *Braz Dent J.* 2012;23(5):508-14. <https://doi.org/10.1590/S0103-64402012000500007>
14. Han JM, Lin H, Zheng G, Shinya A, Gomi H, Shinya A, Et Al. Effect Of Nanofiller On Wear Resistance And Surface Roughness Of Resin Composites. *Chin J Dent Res.* 2012; 15(1): 41–7

15. Jefferies SR. Abrasive Finishing And Polishing In Restorative Dentistry: A State-Of-The-Art Review. *Dent Clin North Am* 2007; 51: 379-397.
16. Kutuk ZB, Erden E, Aksahin DL, Durak ZE, Dulda AC. Influence Of Modeling Agents On The Surface Properties Of An Esthetic Nano-Hybrid Composite. *Restor Dent Endod* 2020;45(2):E13
17. Lee YK. Influence Of Filler On The Difference Between The Transmitted And Reflected Colors Of Experimental Resin Composites. *Dent. Mater.*, Kindlington, Oxford, V. 24, No. 9, P. 1243-1247, Jan., 2008.
18. Lima, RBW Et Al. Avaliação Da Rugosidade Superficial E Análise Morfológica De Cimentos De Ionômero De Vidro: Influência Do Armazenamento Em Saliva Artificial. *Revista De Odontologia Da UNESP*, V. 46, P. 116-123, 2017.
19. Munchow EA, Sedrez PJA, Piva E, Pereira T; CENCI MS. Use Of Dental Adhesives As Modeler Liquid Of Resin Composites. *J Elsevier*. Universidade Federal De Pelotas, 2016.
20. Munksgaard, E.C.; Freund, M. Enzymatic Hydrolysis Of (Di)Methacrylates And Their Polymers. *European Journal Of Oral Sciences*, V. 98, N. 3, P. 261–267, 1990.
21. Nasim I. et al. Color Stability Of Microfilled, Microhybrid And Nanocomposite Resins— An In Vitro Study. *J. Dent*. Kinglington, Oxford, V. 38, No. 2, P. E137-E142, 2010.
22. Ozera, EH Et Al. Color Stability And Gloss Of Esthetic Restorative Materials After Chemical Challenges. *Brazilian Dental Journal*, V. 30, P. 52-57, 2019.
23. Perdigão, J.; Gomes, G. Effect Of Instrument Lubricant On The Cohesive Strength Of A Hybrid Resin Composite. *Quintessence Int*. 2006, 37, 621–625.
24. Peutzfeldt a. Resin Composites In Dentistry: The Monomer Systems. *European Journal Of Oral Sciences*, V. 105, N. 2, P. 97–116, 1997.
25. Rizzante FA, Bombonatti JS, Vasconcelos L, Porto TS, Teich S, Mondelli RF. Influence of resin-coating agents on the roughness and color of composite resins. *J Prosthet Dent*. 2019 Sep;122(3):332.e1-5. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2019.05.011>
26. Ruyter IE, Nilner K, Moller B. Color Stability Of Dental Composite Resin Materials For Crown And Bridge Veneers. *Dent Mater* 1987;3:246–251.
27. Sedrez-Porto , JA Et Al. Effects Of Modeling Liquid/Resin And Polishing On The Color Change Of Resin Composite. *Brazilian Oral Research*, V. 30, 2016.
28. Sharma, G; Wu, W; Dalal, E. The CIEDE2000 Color-Difference Formula: Implementation Notes, Supplementary Test Data, And Mathematical Observations. *Color Research And Application*, 30(1): 21-30, 2005.
29. Tuncer S, Demirci M, Tiryaki M, Unlü N, Uysal Ö. The Effect Of A Modeling Resin And Thermocycling On The Surface Hardness, Roughness, And Color Of Different Resin Composites. *J Esthet Restor Dent* 2013;25(6):404–419
30. Tuncer, S Et Al. The Effect Of A Modeling Resin And Thermocycling On The Surface Hardness, Roughness, And Color Of Different Resin Composites. *Journal Of Esthetic And Restorative Dentistry*, V. 25, N. 6, P. 404-419, 2013.
31. Venturini, D Et Al. Effect Of Polishing Techniques And Time On Surface Roughness, Hardness And Microleakage Of Resin Composite Restorations. *Operative Dentistry*, V. 31, N. 1, P. 11-17, 2006.