



**CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS
CURSO DE ODONTOLOGIA**

**BRENNA RODRIGUES ALENCAR
EDUARDO DE PAULA VASCONCELOS**

**EFEITO DO USO DOS LÍQUIDOS MODELADORES NAS PROPRIEDADES
FÍSICO-MECÂNICAS DE RESINA NANOHÍBRIDA**

**FORTALEZA
2024**

BRENNA RODRIGUES ALENCAR
EDUARDO DE PAULA VASCONCELOS

EFEITO DO USO DOS LÍQUIDOS MODELADORES NAS PROPRIEDADES
FÍSICO-MECÂNICAS DE RESINA NANOHÍBRIDA

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao Curso de Odontologia do
Centro Universitário Christus, como
requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em Odontologia.

Orientador(a): Profa. Dra. Juliana Paiva
Marques Lima Rolim

FORTALEZA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Centro Universitário Christus - Unichristus
Gerada automaticamente pelo Sistema de Elaboração de Ficha Catalográfica do
Centro Universitário Christus - Unichristus, com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A368e Alencar, Brenna Rodrigues.
Efeito do uso dos Líquidos modeladores nas propriedades físico-mecânicas de resina nanohíbrida / Brenna Rodrigues Alencar, Eduardo de Paula Vasconcelos. - 2024.
36 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário Christus - Unichristus, Curso de Odontologia, Fortaleza, 2024.
Orientação: Profa. Dra. Juliana Paiva Marques Lima Rolim.

1. Resina Composta. 2. Líquidos modeladores. 3. Estabilidade de Cor. 4. Resistência à Flexão. 5. Solubilidade. I. Vasconcelos, Eduardo de Paula. II. Título

CDD 617.601

BRENNA RODRIGUES ALENCAR
EDUARDO DE PAULA VASCONCELOS

EFEITO DO USO DOS LÍQUIDOS MODELADORES NAS PROPRIEDADES
FÍSICO-MECÂNICAS DE RESINA NANOHÍBRIDA

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao Curso de Odontologia do
Centro Universitário Christus, como
requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em Odontologia.

Orientador(a): Profa. Dra. Juliana Paiva
Marques Lima Rolim

Aprovada em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Juliana Paiva Marques Lima Rolim
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Profa. Ms. Flávia Jucá Alencar e Silva
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Profa. Dra. Diana Araújo Cunha
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

A Deus, pelo fôlego de vida e por ter nos abençoado com força e dedicação para lutar e enfrentar todos os desafios e obstáculos.

Às nossas famílias, em especial aos nossos pais, que sempre nos apoiaram e nos incentivaram em todos os momentos dessa trajetória.

Aos nossos amigos, à nossa orientadora e a todos que, de alguma forma, contribuíram para a conclusão deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Brenna Rodrigues Alencar

Primeiramente, gostaria de agradecer a **Deus** que foi meu suporte, minha base, minha força e meu melhor amigo durante todos esses anos da graduação. Deus, me levou a lugares inimagináveis onde nem eu mesmo pensei que poderia chegar, Ele é o autor de toda essa história. Essa conquista, sobretudo, eu dedico a Ele.

Gostaria de agradecer ao meu santo de devoção, **Santo Expedito**, e a **Nossa Senhora da Conceição Aparecida**, que por muitas vezes foram o meu acalanto e o meu alicerce.

Agradeço a minha família, de forma especial, minha mãe **Ana Clessia Rodrigues** que sempre esteve disposta a fazer tudo por mim, e ao meu pai **Valdemberg Alencar**, que nunca me deixou desistir dos meus sonhos. Agradeço por não terem medido esforços para que eu conseguisse sempre me dedicar a faculdade, por serem meus maiores apoiadores e incentivadores e por viverem comigo inúmeros sentimentos da graduação, sempre orgulhosos e dispostos a me ajudar. Sem eles nada disso seria possível.

Agradeço ao meu irmão **Igor Rodrigues**, por ser o melhor irmão que alguém poderia ter, por todos seus conselhos e dicas, por me incentivar e me apoiar, por sempre ter me ajudado a seguir os melhores caminhos e por ser além de um irmão, um amigo.

Agradeço a minha tia **Vanessa Rodrigues**, que confiou em mim para ser minha paciente, por todo apoio que sempre me deu, e por todas as vezes que me ajudou. Ao meu tio **Vinicius Amorim**, por ter acompanhado essa trajetória e por toda sua ajuda nos momentos que o recorri.

Agradeço a minha Vó **Maria Rodrigues**, que sempre me colocou em suas orações e que sempre fez questão de dizer que eu sou o orgulho dela, mesmo na verdade ela sendo o meu. Agradeço em memória de meus avós **Valmir Amorim** e **Sofia Alencar**, os quais gostaria muito que pudessem ter vivenciado essa vitória comigo. Essa conquista é para vocês também.

Agradeço ao meu namorado **Ian Lobo**, que sempre me apoiou, me ajudou, e que acreditou em mim antes mesmo que eu pudesse entrar na graduação. Agradeço por mesmo de longe ser meu porto seguro, por me motivar e se orgulhar por tudo que

sempre fiz e ser a calma que me faltava em muitos momentos. Em suas palavras encontrei muitas vezes a paz que precisava.

Agradeço também aos meus sogros **Geane Lobo** e **Jackson Lobo**, que fizeram parte dessa caminhada e em especial, minha sogra Geane, que como uma segunda mãe fez questão que eu fizesse as fotos de formatura e que sempre me ajudou de diferentes formas.

Agradeço ao meu grupo da graduação “Filepas”, composto por **Airton Jr**, **Eduardo Vasconcelos**, **Fábio Vieira**, **Gabrielle Silveira**, **Giovanna Matos**, **Lara Simões** e **Samara Ellen**, que foram imprescindíveis para que essa trajetória se tornasse muito mais leve e feliz. Tudo que vivenciamos estará sempre gravado em minhas memórias e em meu coração.

Agradeço a minha dupla de atendimentos e iniciação científica, **Eduardo de Paula Vasconcelos**, que esteve comigo durante todos esses anos da graduação, por sempre reavivar minha memória em momentos de esquecimento, por me incentivar, e exigir sempre o melhor de mim. Serei eternamente grata por tudo que juntos fizemos.

Agradeço a todos os **amigos da turma XII** manhã (Parque Ecológico), a qual criei bons laços durante a trajetória acadêmica e que vivi momentos de muita alegria e aprendizado. Agradeço também aqueles que conheci durante a graduação e que se tornaram bons amigos.

Gostaria de agradecer em geral a todos os professores que também fizeram parte dessa história e que contribuíram valiosamente para a minha formação acadêmica e pessoal. Em especial a **Dra. Diana Cunha** e **Ms. Flávia Jucá** pelo aceite da banca. E também ao professor **Dr. Édson Cetira**, por sua humanidade, empatia e partilha de conhecimentos, por ter confiado e acreditado em mim para ser monitora da disciplina de Clínica II e para ser membra da comissão da VI Jornada Odontológica da Unichristus (JOU).

Agradeço a Profa. **Dra. Juliana Paiva**, na qual foi minha orientadora nas seguintes atividades: Disciplina de Clínica II, Monitoria de Microbiologia, Iniciação científica (2 anos) e orientação de TCC. Agradeço por todas as orientações, pela disponibilidade e pela profissional paciente, humana e compreensível; por todos os conhecimentos e vivências de grande importância durante a graduação, pelas oportunidades e, sobretudo, por ter acreditado em mim. Deixo aqui registrado a minha eterna gratidão.

Agradeço a liga de prótese LAPED, em especial, as orientadoras **Bruna Frota** e **Flávia Jucá** que sempre estiveram dispostas a passar seus conhecimentos engrandecendo mais ainda a minha caminhada acadêmica e por sempre ajudarem e auxiliarem em diversos momentos.

Agradeço a **Ana Sousa** e a **Beatriz Bastos** por toda parceria na iniciação científica para realização dos testes. Além disso, agradeço à **Rosalice Machado**, a mestranda **Verónica Cecilia Mejía**, ao Laboratório de Pesquisa da Unichristus e ao Laboratório de Pesquisa da UFC, aos técnicos do laboratório, e a todos aqueles que, de alguma forma, nos auxiliaram dando todo suporte que precisávamos.

E por fim, gostaria de agradecer eternamente ao **Programa Universidade Para todos – PROUNI**, que possibilitou a concretização de um sonho em concluir a graduação em um dos Centro Universitários mais reconhecidos do Ceará.

Eduardo de Paula Vasconcelos

Em primeiro lugar, a **Deus**, por sempre guiar meus passos e me capacitar nos momentos de dificuldade enfrentados durante esses 5 anos. Agradeço a Ele por todas as oportunidades que tive e por ter permitido que todos meus objetivos fossem alcançados. À Ele todas as minhas conquistas e vitórias.

Agradeço aos meus pais, por todo amor e incentivo. À minha mãe, **Verônica de Paula**, por toda ajuda e apoio em todos os momentos, pelo incentivo e amparo nos momentos difíceis e por sempre reafirmar o quanto era recompensador se manter firme em meio a todos os obstáculos. Ao meu pai, **Edvanir Vasconcelos**, por sempre estar presente e sempre se importar com meus estudos, pelo apoio em meus sonhos e anseios, sem medir esforços.

Agradeço aos meus irmãos, **Edvania Vasconcelos** e **Guilherme Vasconcelos**, por todo amor e apoio. Agradeço aos demais familiares, que com incentivo me fizeram chegar à conclusão do curso e começo de uma nova carreira.

Agradeço à todos meus amigos pelo apoio, força e assistência. Aos meus colegas de turma, por compartilharem comigo tantos momentos de descobertas e aprendizado ao longo deste percurso. Ao grupo “**Filepas**”, com quem convivi intensamente durante os últimos anos, pelo companheirismo e pela troca de experiências e risadas, que me permitiram crescer não só como pessoa, mas também como formando.

Em especial, **Brenna Rodrigues Alencar**, meus sinceros agradecimentos. Agradeço por todo incentivo e companheirismo durante todo o percurso da graduação. Por sempre ter paciência e ajuda durante todos os momentos juntos, seja de clínica, sala de aula ou de pesquisa. Por sempre ser minha dupla e reafirmar o quanto é especial para mim.

Agradeço a minha orientadora, **Dra. Juliana Paiva Marques Lima Rolim**, pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho. Obrigado por toda orientação durante os 2 anos de iniciação científica e por sua dedicação em ajudar no nosso TCC. Agradeço também a **Dra. Diana Araújo Cunha** e **Ms. Flávia Jucá Alencar** e Silva, por aceitar ser nossa banca avaliadora e participar de um dos momentos mais especiais em minha vida.

Ao Centro Universitário Christus. À coordenadora do curso de Odontologia, **Profa. Dra. Renata Mota Rodrigues Bitu Sousa**. Agradeço a todos os professores por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender.

Ao Núcleo de Estudo e Pesquisa em Prótese (NEPP), atualmente chamado como Liga Acadêmica de Prótese e Estética Dentária (LAPED), pela orientação das professoras **Dra. Bruna Marjorie Dias Frota de Carvalho** e **Ms. Flávia Jucá Alencar**, que estive presente durante 2 anos e que me proporcionou grande ganho de experiência acadêmica e profissional.

Aos meus orientadores de monitoria, Dr. **Antonio Ernando Carlos Ferreira Júnior**, na disciplina de Histologia e Embriologia Oral, **Dra. Bruna Marjorie Dias Frota de Carvalho** e **Isabelly Vidal do Nascimento**, na disciplina Pré-clínica III, que sempre estavam presentes a ajudar nessa etapa. Também a todos os colegas de monitoria, em especial ao **Felipe Sucupira**, **Lara Simões** e **Youri Matheus**.

Por fim, agradeço a todos que me proporcionaram a oportunidade de realizar essa pesquisa. Ao Laboratório de Pesquisa da Unichristus e ao Laboratório de Pesquisa da UFC, aos mestrandos, aos técnicos do laboratório, à **Rosalice Machado**, à **Ana Clara Sousa**, à **Beatriz Bastos** e aos demais que de qualquer maneira participaram e nos ajudaram em nossa pesquisa.

RESUMO

Os líquidos modeladores são materiais criados, exclusivamente, para facilitar a manipulação e a escultura das resinas composta, com o intuito de melhorar a técnica já comumente utilizada pelos dentistas na prática clínica. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de líquidos modeladores com diferentes quantidades de carga nas propriedades físico-mecânicas de resina nanohíbrida. Amostras, em formato circulares e de barra contendo líquido modelador, foram preparadas aplicando 3 camadas de líquido modelador entre 3 incrementos de resina nanohíbrida Charisma® Diamond. Foram confeccionados quatro grupos de estudos: 1. Grupo Controle (sem líquido modelador), 2. Grupo com modelador contendo 45% de carga (Composite wetting resin, Ultradent, USA), 3. Grupo com modelador contendo 30% de carga (Modeling resin, Bisco, USA) e 4. Grupo com modelador contendo 0% de carga (Signum liquid, Heraeus Kulzer, Brasil). Foram realizados teste de resistência a flexão, por meio da flexão de três pontos, e teste de estabilidade de cor, a partir da medição dos parâmetros de cor por um colorímetro portátil, antes e após imersão em vinho por 28 dias. Foram realizados testes de sorção e solubilidade de água, pela pesagem das amostras antes e após imersão em água destilada por 7 dias e após a estabilização da massa, e teste de microdureza, por meio de Microdurômetro com ponta Knoop. Os dados foram analisados por meio de ANOVA, seguidos pelos testes de Tukey e Bonferroni ($p < 0,05$). A análise dos dados do teste de resistência à flexão mostrou que não houve diferença estatística entre as médias das cargas em quebra dos grupos analisados ($p=0,07$). Na estabilidade de cor, o vinho não resultou em diferença de alteração de cor entre os líquidos modeladores avaliados ($p=0,410$). Na análise de sorção e solubilidade houve diferença estatística na sorção de água dos grupos analisados ($p=0,012$). Além disso, a análise dos dados do teste de solubilidade mostrou que houve diferença estatística entre a solubilidade dos grupos analisados ($p=<0,001$). Na microdureza de superfície houve diferença estatística entre as médias dos grupos analisados ($p=0,003$). Os líquidos modeladores não causaram alteração significativa na resistência a flexão e estabilidade de cor da resina nanohíbrida. Porém, causou alteração significativa na sorção e solubilidade e na microdureza.

Palavras-chaves: Resina Composta. Líquidos modeladores. Estabilidade de Cor. Resistência à Flexão. Solubilidade.

ABSTRACT

Modeling liquids are materials created exclusively to facilitate the manipulation and sculpting of resin composites, with the aim of improving the technique already commonly used by dentists in clinical practice. The objective of this study was to evaluate the effect of modeling liquids with different amounts of filler on the physical-mechanical properties of nanohybrid resin. Samples, in circular and bar formats containing modeling liquid, were prepared by applying 3 layers of modeling liquid between 3 increments of Charisma® Diamond nanohybrid resin. Four study groups were created: 1. Control Group (without modeling liquid), 2. Group with modeler containing 45% filler (Composite wetting resin, Ultradent, USA), 3. Group with modeler containing 30% filler (Modeling resin, Bisco, USA) and 4. Group with styler containing 0% filler (Signum liquid, Heraeus Kulzer, Brazil). A flexural strength test was carried out, using three-point bending, and a color stability test, based on the measurement of color parameters using a portable colorimeter, before and after immersion in wine for 28 days. Water sorption and solubility tests were carried out, by weighing the samples before and after immersion in distilled water for 7 days and after stabilization of the mass, and microhardness testing, using a Microhardness meter with Knoop tip. Data were analyzed using ANOVA, followed by Tukey and Bonferroni tests ($p < 0.05$). Analysis of data from the flexural strength and flexural modulus test showed that there was no statistical difference between the average breaking loads of the analyzed groups ($p=0.07$). In terms of color stability, wine did not result in any difference in color change between the modeling liquids evaluated ($p=0.410$). In the sorption and solubility analysis, there was a statistical difference in the water sorption of the groups analyzed ($p=0.012$). Furthermore, the analysis of the solubility test data showed that there was a statistical difference between the solubility of the analyzed groups ($p<0.001$). In surface microhardness there was a statistical difference between the means of the groups analyzed ($p=0.003$). The modeling liquids did not cause significant changes in the flexural strength and color stability of the nanohybrid resin. However, it caused significant changes in sorption and solubility and microhardness.

Key words: Composite Resins. Modeling liquids. Color Stability. Flexural Strength. Solubility.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	13
2.1	Objetivo geral	13
2.2	Objetivos específicos	13
3	REFERENCIAL TEÓRICO	14
4	MATERIAIS E MÉTODOS	16
4.1	Delineamento experimental e cálculo amostral	16
4.2	Grupos experimentais e confecção dos corpos-de-prova	16
4.3	Análise de resistência à flexão	18
4.4	Análise de estabilidade de cor	19
4.5	Análise de sorção e solubilidade	19
4.6	Análise de microdureza de superfície	20
4.7	Análise estatística	20
5	RESULTADOS	21
5.1	Resistência a flexão	21
5.2	Estabilidade de cor	21
5.3	Sorção e solubilidade	22
5.4	Microdureza de superfície	23
6	DISCUSSÃO	24
7	CONCLUSÃO	29
	REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO:

Os compósitos de resina composta têm sido amplamente utilizados como materiais restauradores dentais, desde meados da década de 1960. Seja como materiais diretos, seja indiretos, sua ampla utilidade se deve por seus avanços mecânicos e físicos alcançados. Com isso, esses compósitos são amplamente utilizados tanto em regiões posteriores quanto em áreas estéticas, apresentando um bom desempenho clínico (MÜNCHOW *et al.*, 2016).

Um compósito dentário consiste basicamente em quatro componentes principais: matriz de polímero orgânico, partículas de preenchimento inorgânico, agente de acoplamento de silano, para ligar o preenchimento à matriz, e produtos químicos, responsáveis por promover ou modular a reação de polimerização. As propriedades físicas e mecânicas de um compósito são altamente dependentes da formulação do material, conforme definido pelo fabricante. Entretanto, também são fortemente influenciados pela extensão da reação de cura e os cuidados tomados durante a inserção, os quais são controlados pelo cirurgião-dentista (TUNCER *et al.*, 2013).

Propriedades mecânicas e ópticas das resinas compostas podem ser afetadas pelas modificações no tamanho das partículas, morfologia e outros componentes. Entretanto, a longevidade das restaurações em resina composta depende principalmente de fatores clínicos e da técnica de manipulação de cada operador. Com o passar dos anos, as restaurações de resina podem sofrer falhas adesivas, fraturas de coesão, alterações de cor, deterioração química ou mecânica, além de perda superficial e aquisição de manchamentos (LIMA *et al.*, 2007).

Uma das desvantagens das resinas compostas está relacionada à dificuldade de manuseio durante sua inserção na cavidade dentária. Cirurgiões-dentistas relatam amplamente a aderência do material ao instrumento de aplicação e "recuo" durante a inserção e condensação. Alguns materiais aderem prontamente aos instrumentos, limitando assim, o restabelecimento da forma e contorno anatômico do dente (PATEL *et al.*, 2017).

Muitos profissionais criaram o hábito de molhar o instrumento de inserção no sistema adesivo, a fim de facilitar a manipulação de resinas compostas. Com o decorrer dos anos, surgiram os líquidos modeladores, com o intuito de diminuir a viscosidade das resinas compostas (MÜNCHOW *et al.*, 2016). Favorecendo, assim,

sua manipulação e escultura com a redução da aderência dos compósitos ao instrumento. (SEDREZ-PORTO *et al.*, 2017).

Os líquidos modeladores são materiais criados, exclusivamente, para facilitar a manipulação e a escultura das resinas composta, com o intuito de melhorar a técnica já comumente utilizada pelos dentistas na prática clínica (MÜNCHOW *et al.*, 2016). Apresentam características semelhantes a constituição das resinas compostas prometem não modificar as propriedades desse material.

Diante do uso clínico cada vez maiores de líquidos modeladores, se faz necessária investigar as possíveis influências que estes materiais poderiam ocasionar nas características mecânicas, físicas e ópticas das resinas compostas (FERRACANE, 2006; MÜNCHOW *et. al.*, 2016). Portanto, este estudo visa investigar a influência de diferentes líquidos modeladores em diferentes propriedades físico-mecânicas em uma resina nanohíbrida.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar o efeito de líquidos modeladores com diferentes quantidades de carga nas propriedades físico-mecânicas de resina nanohíbrida.

2.2 Objetivos Específicos

- a) Avaliar o efeito de líquido modelador com 45% de carga na estabilidade de cor, na resistência à flexão, na sorção e solubilidade e na microdureza de resina nanohíbrida;
- b) Avaliar o efeito de líquido modelador com 30% de carga na estabilidade de cor, na resistência à flexão, na sorção e solubilidade e na microdureza de resina nanohíbrida;
- c) Avaliar o efeito de líquido modelador com 0% de carga na estabilidade de cor, na resistência à flexão, na sorção e solubilidade e na microdureza de resina nanohíbrida.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

LÍQUIDOS MODELADORES

As resinas compostas são o material de predileção para a confecção de restaurações diretas pela maioria dos profissionais. Entre as vantagens de escolha desse material, podemos citar a biocompatibilidade, a semelhança de cor e o baixo custo (ALQUDAIHI *et al.*, 2019). Em contrapartida, diversos métodos e materiais precisaram ser desenvolvidos, ao longo dos anos, para facilitar a inserção e a manipulação da resina composta, o que é dificultado devido à sua alta viscosidade, decorrente de sua composição ter Bisfenol Glicidil Dimetacrilato (Bis-GMA) como monômero base (CAMARGO *et al.*, 2015; FONSECA *et al.*, 2017).

Diante disso, os líquidos modeladores são materiais criados, exclusivamente, para facilitar a manipulação e a escultura das resinas compostas, com o intuito de melhorar a técnica já comumente utilizada pelos dentistas na prática clínica (MÜNCHOW *et al.*, 2016). A utilização desses compósitos aumenta o molhamento superficial da resina composta, deixando-as livres de bolhas ou pequenos defeitos comuns de ocorrerem durante o modelamento do material (FERRACANE, 2011).

Os líquidos modeladores apresentam uma série de vantagens na evolução da técnica de molhamento dos incrementos de resina, uma vez que suas características semelhantes à constituição das resinas compostas prometem não modificar as propriedades desse material. Com isso, podem ser utilizados em restaurações posteriores ou estéticas em resina, não alterando sua resistência, durabilidade ou cor (FERRACANE, 2011; LOOMANS; HILTON, 2016), o que pode acontecer quando se utiliza o sistema adesivo como material de modelagem, devido à canforoquinona presente, que pode deixar a restauração amarelada (MÜNCHOW *et al.*, 2016; SEDREZ-PORTO *et al.*, 2016, 2017; ARAUJO *et al.*, 2018).

O uso dos líquidos de modelagem vem aumentando em larga escala, (FERRACANE 2011; LOOMANS; HILTON 2016) o que se dá, principalmente, pela evolução desses materiais, que ajudam a obter melhor estética, menor tempo clínico em procedimentos restauradores e por não terem contraindicações (FERRACANE, 2011; LOOMANS; HILTON, 2016; MÜNCHOW *et al.* 2016).

A maioria dos líquidos modeladores tem composição semelhante às resinas, entretanto, tem baixa viscosidade (FERRACANE, 2011). Essas resinas 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 das resinas compostas, o que lhe dá características que dificultam sua manipulação (CAMARGO *et al.*, 2015). Contudo, comonômeros com menor viscosidade são utilizados como diluentes nos líquidos modeladores, tais como o Tritetilenol Glicol Dimetacrilato (TEGDMA) e dimetacrilato de diuretano (UDMA) (STANSBURY, 2000), a fim de diminuir essas características.

Os líquidos modeladores são aplicados diretamente nas restaurações de resinas compostas ou utilizados para embeber os instrumentais (espátulas e pinceis) de inserção como lubrificação, auxiliando na escultura dessas restaurações (SEDREZ-PORTO *et al.*, 2017). Com isso, produz-se uma camada superficial de compósito lisa e esteticamente agradável, reduzindo o tempo dos procedimentos de acabamento e polimento (KUTUK *et al.*, 2020).

Apesar de serem novos no mercado odontológico, os efeitos dos líquidos modeladores nas propriedades mecânicas e ópticas das resinas compostas foram previamente investigados. Sedrez-Porto *et al.* (2017) investigaram a influência de diferentes líquidos de modelagem, como resinas umectantes de compósitos ou adesivos dentais, na resistência coesiva dos compósitos. Os autores mostraram que o uso de líquidos modeladores melhorou a resistência de união coesiva, em comparação com amostras preparadas sem líquido de modelagem.

Tuncer *et al.* (2013) investigaram os efeitos dos líquidos modeladores na microdureza de superfície, rugosidade e estabilidade de cor em diferentes marcas de resinas. O líquido modelador afetou negativamente algumas dessas propriedades, embora isso dependesse do tipo de compósito testado. Por outro lado, foi observado que procedimentos adequados de acabamento e polimento podem ser usados para superar os efeitos adversos de resinas de modelagem (SEDREZ-PORTO *et al.*, 2017).

Kutuk *et al.* (2020) compararam líquidos modeladores com adesivos universais e verificaram que os líquidos modeladores aumentaram a resistência e a estabilidade da cor. Contudo, os profissionais que utilizam os compósitos nas restaurações diretas com modeladores de resina, ainda trabalham de forma empírica, devido à escassez e ao conflito na literatura dos efeitos deste fluido nas propriedades

das resinas compostas (MÜNCHOW *et al.*, 2016; SEDREZ-PORTO *et al.*, 2017; ARAÚJO *et al.*, 2018).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Delineamento experimental e cálculo amostral

O fator do estudo foi a avaliação de líquidos modeladores com diferentes quantidades de cargas em relação à interferência nas propriedades físico-mecânicas da resina. Neste estudo, a resina composta não foi um fator, sendo utilizada apenas a resina composta Charisma® Diamond (Heraeus Kulzer, São Paulo, Brasil), para obtenção dos corpos de prova (n=10) para cada fator de análise. O número da amostra (n=10) tem como referência trabalhos anteriores publicados, como de SEDREZ-PORTO *et al.* (2017) e MÜNCHOW *et al.* (2016), que utilizaram n=7 e n=6, respectivamente. O n=10 utilizado neste trabalho foi para garantir eventuais perdas.

4.2 Grupos experimentais e confecção dos corpos-de-prova

Neste estudo *in vitro*, confeccionaram-se amostras de resina composta (Charisma® Diamond, Heraeus Kulzer, São Paulo, Brasil) com ou sem líquidos modeladores para testar as propriedades físico-mecânicas do compósito. Três modeladores de resina com diferentes quantidades de cargas foram utilizados: 1. Modelador contendo 45% de carga (Composite wetting resin, Ultradent, USA), 2. Modelador contendo 30% de carga (Modeling resin, Bisco, USA) e 3. Modelador contendo 0% de carga (Signum liquid, Heraeus Kulzer, Brasil). O quadro 1 lista os materiais, as composições e seus respectivos fabricantes.

Quadro 1. Materiais, composição básica e fabricantes dos materiais utilizados.

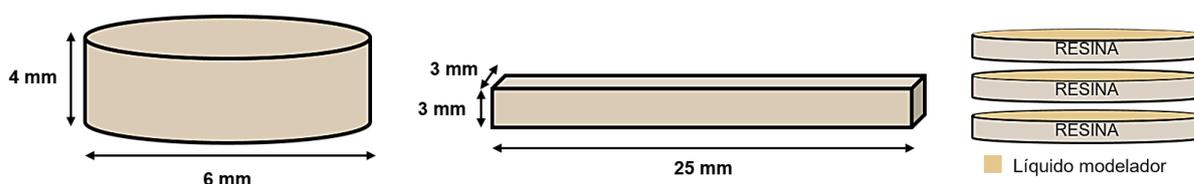
Materiais	Composição	Fabricante
Charisma Diamond	Resina nanohíbrida de matriz orgânica à base de TCD-DIHEA de UDMA	Heraeus Kulzer, São Paulo, SP, Brasil
Composite wetting resin	Matriz: TEGDMA Carga: Silica Amorfa 45%	Ultradent Products, South Jordan, UT, USA
Modeling resin	Matriz: UDMA, Bis-DMA, Bis-GMA Carga: Sílica Etoxilado 30%	Bisco, Schaumburg, IL, USA
Signum liquid	Matriz: óxidodedifenil(2,4,6-trimetilbenzoil)fosfina; Carga: não possui	Heraeus Kulzer, São Paulo, SP, Brasil

Fonte: Dados da pesquisa.

Todos os corpos-de-prova foram confeccionados com três incrementos de resina composta, com ou sem líquido modelador, com formatos de acordo com o teste a ser realizado. Para os testes de estabilidade de cor, de sorção e solubilidade e de microdureza, foram fabricadas amostras em formato cilíndrico de 4mm de altura por 6mm de diâmetro. Para o teste de flexão, espécimes em formato de barra de 25mm de comprimento, 3mm de largura e 3mm de altura foram obtidos (figura 1).

Para a obtenção dos espécimes, obtiveram-se, inicialmente, amostras de aço, produzidas em metalúrgica, seguindo as dimensões descritas acima, sendo utilizadas como padrão para o molde de silicone. Os corpos de prova contendo líquido modelador foram confeccionados da seguinte forma: com a colocação do primeiro incremento de resina no molde de silicone, aplicou-se uma porção do líquido modelador respectivo a cada grupo em uma espátula de resina (Suprafill Millenium, Golgran®, São Caetano do Sul, SP, Brasil), e espalhou-se o fluido sobre a superfície do incremento; em seguida, colocou-se um segundo incremento de compósito, revestido com outra camada do líquido modelador, até a inserção da terceira e última camada de incremento/modelador (Figura 1).

Figura 1 – Formatos, dimensões e forma de confecção dos corpos de prova dos grupos experimentais.



Fonte: dos autores, 2024.

O líquido modelador não foi fotopolimerizado separadamente, uma vez que está misturado e aprisionado aos incrementos de resina composta. A fotopolimerização deu-se de forma separada, 20 segundos a cada incremento, com o aparelho fotopolimerizador *Poly Wireless* (Kavo, Joinville, SC, Brasil), de 1100 mW/cm² de irradiância. Para os espécimes em formato de barra, a fotopolimerização foi em três seções (porção esquerda, centro e direita), enquanto que, nas amostras circulares realizou-se apenas em um único ponto central. Espécimes sem líquido modelador foram preparados como grupo controle. Os grupos de estudos constam no quadro 2.

Quadro 2. Grupos experimentais.

Grupos	Quantidade de carga	Fabricante
Grupo 1	Sem líquido modelador	Não há
Grupo 2	45% de carga	Composite wetting resin, Ultradent
Grupo 3	30% de carga	Modeling resin, Bisco
Grupo 4	0% de carga	Signum liquid, Heraeus Kulzer

Fonte: Dados da pesquisa.

Antes de serem submetidas aos testes de microdureza, os corpos de prova passaram por procedimentos de polimento. Inicialmente, realizou-se uma planificação das amostras, os quais foram fixados em blocos de acrílico pré-fabricados com auxílio de godiva. Após isso, foram levados à Politriz Metalográfica Automet 250 (Arotec, Cotia, SP, Brasil) para planificação e polimento. Utilizaram-se lixas de carbeto de silício (Carbimet, Buehler, Lake Bluff, IL, EUA), sob refrigeração constante, da maior gramatura (#600) para menor (#1200), durante 20 segundos por lixa.

4.3 Análise de resistência à flexão

Seguindo as recomendações da ISO 4049:2009, dez barras de amostra foram obtidas, como descrito anteriormente, para cada grupo de teste. Os corpos de prova foram submetidos à flexão até falha em uma máquina de ensaios mecânicos 4202 (Instron 4411, Instron Inc., Canton, MA, EUA), por meio de plataforma de teste transversal de três pontos com 20 mm entre os dois suportes – flexão de 3 pontos.

Todos os testes foram realizados a uma velocidade da cruzeta constante de 0,75 mm/min, até que ocorra a fratura. A carga e os valores de deflexão correspondentes foram registrados. A resistência à flexão (σ) foi calculado pela seguinte equação:

$$\sigma = \frac{3Fl}{2bh^2};$$

em que F é a carga máxima exercida no ponto de fratura, l é a distância entre os suportes, h e b são a altura e a largura do corpo de prova medidas antes do teste (RODRÍGUEZ; KRIVEN; CASANOVA, 2019).

4.4 Análise de Estabilidade de cor

A cor inicial (linha de base) de todas as amostras do grupo de estabilidade de cor foi avaliada usando um espectrofotômetro digital (Vita Easyshade, Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemanha) e o sistema de cores CIEL*a*b*. Os espécimes foram medidos contra um fundo de Plexiglass branco para eliminar a luz de fundo e os parâmetros de cor L* (branco / preto), a* (vermelho / verde) e b* (amarelo / azul) foram obtidos.

Posteriormente, todas as amostras foram colocadas em placa de 24 poços e imersas em vinho tinto (Miolo Lote 43, Merlot e Cabernet Sauvignon, Vale dos Vinhedos, RS, Brasil; pH 3,6; 15% de álcool por volume) por 28 dias, mantidos em estufa à 37°C. O vinho foi substituído semanalmente. Após o período de armazenamento, cada amostra foi lavada em água destilada, seca ao ar e medida novamente para reavaliação da cor. A mudança de cor após cada ponto de tempo foi calculada, usando a seguinte fórmula:

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

em que ΔL^* , Δa^* e Δb^* são a diferença entre os parâmetros de cor L*, a* e b* final e inicial, respectivamente (AYDIN; KARAOĞLANOĞLU; ERSÖZ, 2022).

4.5 Análise de sorção e solubilidade

O teste de sorção e a solubilidade da água foram realizadas de acordo com a ISO 4049:2000. Os corpos de prova foram armazenados em microtubos (ependorfs®, São Paulo, Brasil) e alocados em dessecador contendo sílica gel (Vetec®). As amostras foram pesadas diariamente em uma balança analítica (AUX-220; Shimadzu, Tóquio, Japão), constituindo um ciclo de pesagem a cada 24 h. O ciclo completo foi repetido até a obtenção da massa constante (m1), quando a perda de massa para cada amostra não foi maior que 0,2 mg por cada ciclo de 24 h. O diâmetro e a espessura de cada espécime foi obtido com um paquímetro digital de precisão de 0,001 mm (Absolute Digimatic; Mitutoyo, Tóquio, Japão) para obtenção do volume (V), expresso em milímetro cúbico (mm³).

Em seguida, as amostras foram armazenadas individualmente em 10 ml de água destilada, por 7 dias, em estufa à 37°C. A troca da água destilada foi realizada em intervalos de 24 horas. Posteriormente, as amostras foram pesadas e limpas suavemente em papel absorvente para obter uma massa constante (m2) e depois

devolvidas ao dessecador. As amostras foram finalmente pesadas, como mencionado acima, até a estabilização da massa (m_3). A sorção de água (WS) e a solubilidade (SL), em $\mu\text{g}/\text{mm}^3$, foram calculadas usando as seguintes fórmulas (SILVA *et al.*, 2020):

$$WS = \frac{m_2 - m_3}{V} \quad (1)$$

$$SL = \frac{m_1 - m_3}{V}; \quad (2)$$

4.6 Análise de microdureza de superfície

Para análise de microdureza superficial, foi utilizado o Microdurômetro Buehler Micromet 5114 (Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) com penetrador tipo Knoop, carga estática de 25g com tempo de 10 segundos, acoplado ao Software para análise de imagem Buehler Omni Met (Buehler, Lake Bluff, IL, EUA). Foram realizadas 5 indentações na superfície separadas entre si por uma distância de 100 μm . As médias das durezas Knoop (KHN) foram calculadas para comparação entre os grupos.

4.7 Análise estatística

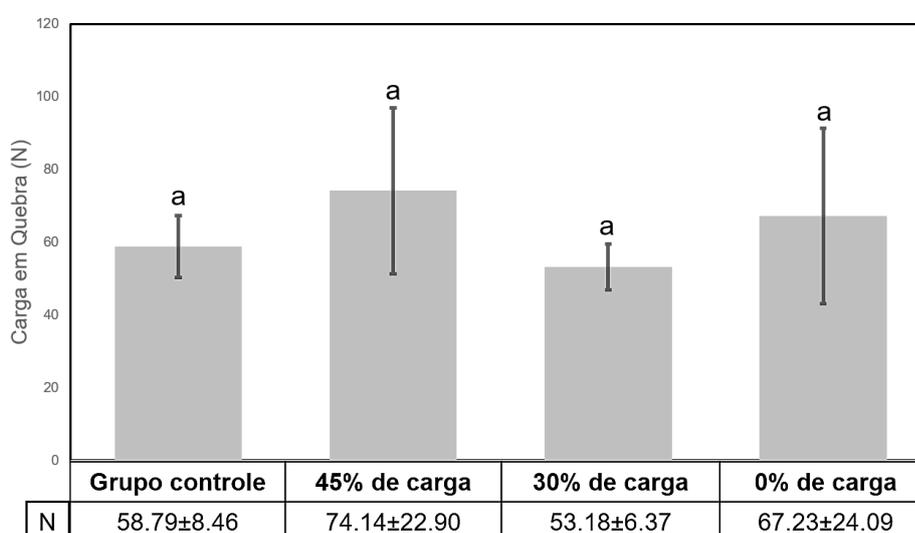
Os resultados das médias e desvios-padrões de cada grupo dos testes de resistência à flexão, de estabilidade de cor, de sorção e solubilidade e de microdureza foram calculados. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, apresentando normalidade e foi realizado o teste ANOVA. Para o teste de sorção e solubilidade foi utilizada ANOVA e no pós-teste os dados foram analisadas pelo método de Bonferroni, enquanto que para os testes de flexão, microdureza e estabilidade de cor foram utilizados ANOVA e pós-teste de Tukey. O programa estatístico utilizado foi o *spss 22.0 software*. A significância estatística fixada foi de $p < 0,05\%$.

5 RESULTADOS

5.1 Resistência à flexão

A tabela 1 apresenta os valores das médias e desvio padrão da carga em quebra (N). A análise dos dados do teste de resistência à flexão mostrou que não houve diferença estatística entre as médias das cargas em quebra dos grupos analisados ($p=0,07$).

Tabela 1. Médias da carga em quebra (N) e desvios-padrão dos grupos experimentais.



Fonte: Dados da pesquisa. Dados expressos em logaritmo. As linhas verticais representam desvios-padrão. Letras minúsculas (a) indicam que não há diferença estatística nas mesmas colunas.

5.2 Estabilidade de cor

As médias e os desvios-padrão do resultado do teste de estabilidade de cor (ΔE) estão exibidos na tabela 2. O fator “material” não foi significativo para o meio de armazenamento, ou seja, o vinho não resultou em diferença de alteração de cor entre os líquidos modeladores avaliados ($p=0,410$).

Tabela 2. Média e desvio-padrão do ΔE da mensuração da estabilidade de cor.

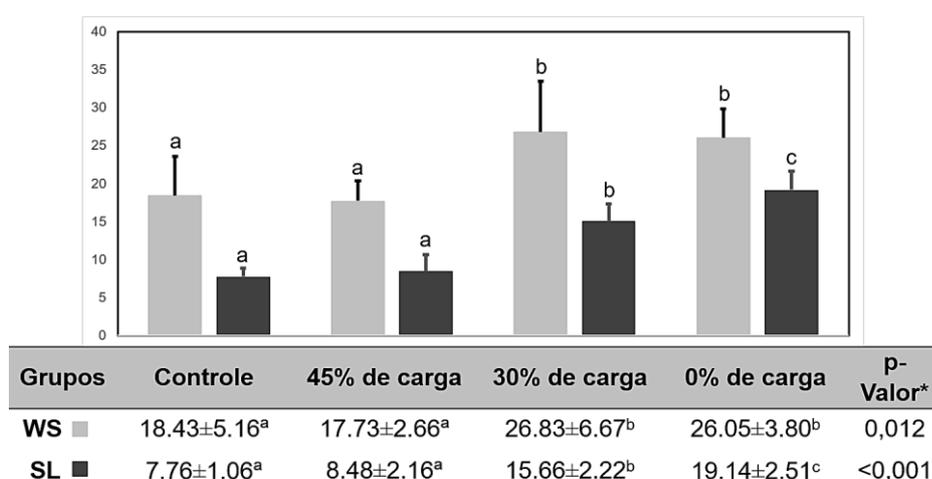
Grupos	Controle	45% de carga	30% de carga	0% de carga	<i>p</i>
ΔE	16.71±6.91 ^a	11.79±5.94 ^a	16.77±7.47 ^a	15.74±9.26 ^a	0.41

Fonte: Dados da pesquisa. Letras sobrescritas indicam que não há diferença estatística entre as colunas.

5.3 Sorção e solubilidade

A tabela 3 apresenta os valores da média e desvio-padrão de sorção de água (WS) e solubilidade (SL). De acordo com a análise dos dados, houve diferença estatística na sorção de água dos grupos analisados ($p=0,012$). Além disso, a análise dos dados do teste de solubilidade mostrou que houve diferença estatística entre a solubilidade dos grupos analisados ($p<0,001$).

Tabela 3. Média (desvio-padrão) de sorção de água e solubilidade dos grupos experimentais.



Fonte: Dados da pesquisa. * $p<0,05$, teste ANOVA/Bonferroni; Letras sobrescritas distintas indicam diferença estatística nas mesmas colunas.

Segundo a tabela 3, é possível observar que o grupo controle e o grupo de líquido modelador com 45% de carga (Composite wetting resin, Ultradent) não demonstraram diferenças estatísticas entre si, apresentando valores médios de sorção e solubilidade estatisticamente menores. Quanto à sorção de água, os grupos de líquidos modeladores com 30% de carga (Modeling resin, Bisco) e 0% de carga (Signum liquid, Kulzer) não apresentaram diferença estatística entre si, mas mostram ser estatisticamente inferior ao grupo controle e ao grupo com 45% de carga.

Na solubilidade, o grupo de líquido modelador com 0% de carga apresentou os maiores valores de média, sendo estatisticamente inferior ao grupo de líquido modelador com 30% de carga, com 45% de carga e controle. Entretanto, o líquido modelador com 30% de carga também apresentou diferença estatística com os demais grupos, sendo estatisticamente superior ao grupo de líquido modelador com 0% de carga e inferior aos grupos com 45% de carga e sem líquido modelador.

5.4 Microdureza de superfície

Os valores médios de dureza Knoop (KHN) estão exibidos na tabela 4. Segundo a análise dos dados apresentados, houve diferença estatística entre as médias de microdureza de superfície dos grupos analisados ($p=0,003$).

Tabela 4. Média (desvio-padrão) de dureza Knoop (KHN) dos grupos experimentais.

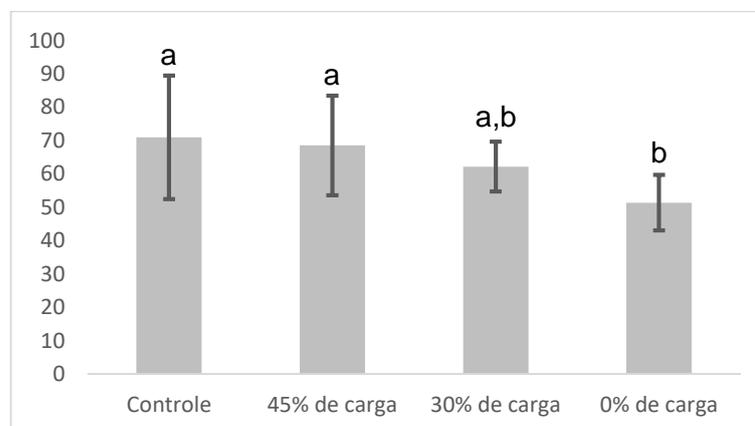
Grupos	Controle	45% de carga	30% de carga	0% de carga	p
KHN	70.90±18.5 ^a	68.50±14.95 ^a	62.17±7.49 ^{a,b}	51.36±8.32 ^b	0.003

Fonte: dados da pesquisa. * $p<0,05$, teste ANOVA/Tukey; Letras sobrescritas distintas indicam diferença estatística nas mesmas colunas.

Analisando os grupos experimentais, é possível observar que o grupo controle, o grupo de líquido modelador com 45% de carga (Composite wetting resin, Ultradent) e o grupo de líquido modelador com 30% de carga (Modeling resin, Bisco) não demonstraram diferenças estatísticas entre si, apresentando valores médios de microdureza Knoop estatisticamente superiores.

O grupo de líquido modelador com 0% de carga (Signum liquid, Kulzer) apresentou menores valores de dureza, sendo estatisticamente iguais ao grupo de líquido modelador com 30% de carga (Tabela 5). Entretanto, verifica-se que o grupo de líquido modelador com 0% de carga demonstrou-se estatisticamente inferior ao grupo controle e ao grupo com 45% de carga ($p=0,003$ e $p=0,012$, respectivamente).

Tabela 5. Diferença estatística entre os valores do teste de dureza Knoop.



Fonte: Dados da pesquisa. * $p<0,05$, teste ANOVA/Tukey; Letras sobrescritas distintas indicam diferença estatística nas mesmas colunas.

6 DISCUSSÃO

A resina composta trabalhada neste estudo não foi o fator da pesquisa, sendo avaliados diferentes líquidos modeladores quanto à presença e à quantidade de carga em testes físico-mecânicos a fim de medir uma série de fatores com objetivo de entender o comportamento do material e sua influência na resina composta.

A composição dos líquidos modeladores se assemelha à resina composta, apresentando componentes como matriz orgânica, partículas de carga, silano e fotoiniciadores. Os líquidos modeladores utilizados no presente estudo diferenciaram-se principalmente em relação à quantidade de carga. O líquido modelador com 45% de carga (Composite Wetting Resin, Ultradent) tem como principais monômeros o TEGDMA. O líquido modelador com 30% (Modeling resin, Bisco) apresenta UDMA, Bis-DMA e Bis-GMA como matriz orgânica. O líquido modelador sem carga (Signum liquid, Kulzer) apresenta em sua composição dimetacrilatos, como o óxidodedifenil(2,4,6- trimetilbenzoil)fosfina.

O teste de resistência à flexão é responsável por detectar alterações estruturais, por meio da sua curvatura, o qual avalia a resistência a uma falha provocada pela tensão do material (BORGES *et al.*, 2019). Segundo Dunn e Strong (2007), ao analisarem o uso de resina sem carga como líquido modelador em comparação com outros modeladores, relataram não ter diferenças significativas na resistência à flexão entre as amostras.

Corroborando isso, o presente estudo revelou que não houve diferença estatística entre as médias das cargas em quebra dos grupos analisados. Possivelmente, os líquidos modeladores não foram capazes de interferir significativamente nas propriedades mecânicas de resistência de uma resina. Barcellos *et al.* (2008) indicaram que os monômeros resinosos presentes nos agentes modeladores não interferiram nas propriedades mecânicas do compósito, não reduzindo a resistência de união coesiva.

A resina composta pode sofrer degradação hidrolítica em virtude da sorção e solubilidade em água, influenciando negativamente nas propriedades mecânicas destes materiais. Devido à absorção de água pela matriz resinosa, a adesão entre a matriz resinosa e as partículas inorgânicas pode sofrer alteração, o que pode diminuir as propriedades mecânicas dos materiais, gerando hidrólise da matriz orgânica (CRUVINEL *et al.*, 2007; ABOUELMAGD; BASHEER, 2022). Diante disso, através da

análise da sorção de água e a solubilidade, permite-se avaliar o grau de conversão de partículas, a densidade da cadeia polimérica formada, o tipo e o tamanho, a porcentagem das partículas de carga e o tipo de solvente (LIMA *et al.*, 2018).

De acordo com os resultados do presente estudo, os líquidos modeladores que possuem as menores cargas e ausência de carga obtiveram um aumento da sorção e da solubilidade, podendo influenciar nas propriedades mecânicas da resina composta. Corroborando isso, Ferracane (2011) e Randolph *et al.* (2016) revelaram que as melhores propriedades mecânicas estão relacionadas a compósitos com maior volume de partículas de carga.

O líquido modelador com menor quantidade de carga (30%) apresenta uma matriz composta por Bis-GMA e UDMA, os quais tornam os compostos umectantes mais hidrofóbicos, promovendo uma rede rígida que resiste a absorção de água. (ANUSAVICE, 2013). Contudo esta característica não foi suficiente em sobrepor à quantidade de carga. Os dados do presente estudo confirmam que o líquido com maior quantidade de carga (45%) tornou o compósito menos propenso a sorção e a solubilidade.

A avaliação da estabilidade da cor são medidas de resultados comumente usadas que avaliam o sucesso e o fracasso das restaurações de resinas compostas na prática clínica. A descoloração da resina composta pode ser de origem endógena ou exógena. A descoloração endógena é devido à alteração da matriz de resina, à carga, à distribuição de tamanho de partícula e ao tipo de fotoiniciador, sofrendo mudanças frente a condições físico-químicas, como mudanças térmicas e umidade. A descoloração exógena pode ser causada por hábitos orais como o consumo de tabaco e certos padrões alimentares, juntamente com a má higiene oral (LLENA; FERNÁNDEZ; FORNER, 2017). A absorção de manchas solúveis em água em toda a matriz de resina podem ser facilmente removidas por polimento, enquanto a descoloração interna é irreversível (TUNCER *et al.*, 2013).

No presente estudo, o vinho não resultou em diferença de alteração de cor entre os grupos experimentais avaliados. Isto se assemelha aos achados de Pereira *et al.* (2021), em que não foram observadas diferenças estatísticas em relação à alteração dos parâmetros de cor (L^* , a^* e b^*) e à alteração total de cor (ΔE) dos grupos investigados ($p > 0,05$). Neste estudo, as amostras foram imersas durante 5 minutos

por 7 dias. Apesar do tempo de imersão divergir com a presente pesquisa, o resultado final foi semelhante.

A diferença de cor em materiais resinosos é diretamente afetada pelas propriedades químicas, pela estrutura da matriz, pelo tipo e pela quantidade de carga (BAGHERI; BURROW; TYAS, 2005). A matriz de resina que tem maior absorção de água apresenta proporcionalmente maior alteração de cor (GONULOL; OZER; SEN, 2015). Contudo, no presente estudo, o resultado de sorção e solubilidade divergiu, enquanto que os grupos não se diferenciaram quanto à estabilidade de cor.

O líquido modelador com 30% de carga apresenta BIS-GMA e UDMA em sua composição, ambos viscosos com alto peso molecular. Enquanto isso, o líquido com 45% de carga é composto por TEGDMA, de baixo peso molecular, o que pode levar ao aumento da sorção de água e diminuição da estabilidade de cor (ABDELHAMED; METWALLY; SHALABY, 2022). Apesar de o TEGDMA apresentar uma rede polimérica mais compacta, possui maior probabilidade de absorção de água, sendo mais sensível a mudanças no pH e na composição do solvente, podendo potencialmente absorver e reagir com pigmentos (MAIA *et al.*, 2023). Enquanto isso, o monômero UDMA tem menor absorção de água, mas apresenta maior quantidade monômeros residuais (FIDAN; YAĞCI, 2022). Essa união das características de composição, quantidade de carga e tipo de matriz nos líquidos resultou na diferença na sorção e solubilidade, mas uniformizou os resultados estabilidade de cor.

As propriedades ópticas dos materiais não dependem apenas do tipo de matriz orgânica e tipo e quantidade de carga, mas da adição de corantes e outros pigmentos, por estes absorver luz (GONDER; FIDER, 2022). Estudos relatam maior translucidez para materiais resinosos à base de BIS-GMA em comparação aos materiais à base de UDMA/TEGDMA (AZZOPARDI *et al.*, 2009; MILETIC *et al.*, 2017). Este fato enfatiza que, as diferenças nas características dos componentes de um mesmo líquido modelador, foi capaz de uniformizar a estabilidade de cor. Além disso, outra possível resposta para a não diferença entre os grupos em relação à estabilidade de cor, seja decorrente à quantidade de líquido modelador colocada em cada amostra, que não suficiente para levar à estatística diferença na cor.

A dureza superficial de um material é um parâmetro-chave que influencia suas propriedades mecânicas, estando diretamente relacionada à sorção e solubilidade e conseqüente desgaste do material. A microdureza pode ser afetada por

características químicas, bem como pelo tipo, formato e tamanho da carga (TUNCER *et al.*, 2013). No presente estudo, o líquido modelador com 45% de carga apresentou maiores resultados de microdureza, como o grupo sem líquido modelador, quando em comparação aos grupos com 30 % e 0% de carga. Contudo, o grupo de líquido modelador com 30% de carga também apresentou resultados semelhantes ao grupo com 45% de carga e controle. Dados diretamente de acordo com os dados de sorção e solubilidade. Grupos com menores sorção e solubilidade apresentaram maiores resultados de dureza.

Nos estudos de Bayraktar *et al.* (2021), foram comparadas resinas com e sem líquido modelador. As menores durezas foram encontradas nos grupos com líquido modelador variando entre os compósitos, assemelhando-se ao presente estudo no que diz respeito comparando o grupo sem líquido modelador aos de menores cargas. Além disso, Bayraktar *et al.* (2021) expõem que o grupo controle (sem líquido modelador) apresenta o maior valor de microdureza, podendo estar relacionado ao conteúdo de carga da camada final. Como os agentes modeladores constituem uma porcentagem bem menor de carga, comparada à resina composta. Isso corrobora com o presente estudo, no qual o grupo controle (sem líquido modelador) apresentou maior valor de microdureza.

Tuncer *et al.* (2013) avaliaram os efeitos do agente modelador com 30% de carga (Modeling resin, Bisco) na microdureza superficial de diferentes resinas compostas. Como resultados, obtiveram valores de durezas maiores para todos os grupos de resina, exceto para dois tipos de resinas que apresentavam partículas pré-polymerizadas em sua composição. Entretanto, concluíram que os efeitos adversos advindos do uso do modelador poderiam ser removidos pelo acabamento e polimento dos materiais restauradores.

Os estudos afirmam que as diferenças na dureza das resinas compostas dependem da concentração da carga (TUNCER *et al.*, 2013; MUHAMMET & ÖZHAN, 2024). Corroborando os nossos resultados, a presença de maior quantidade de carga nos líquidos modeladores aumentaram diretamente a microdureza. Enquanto isso, o grupo de líquido modelador com ausência de carga reduziu a dureza superficial dos compósitos.

Dentre das limitações metodológicas, as propriedades ópticas e mecânicas podem ser influenciadas pela saliva e envelhecimento. Portanto a análise nessas

condições pode ser incluída em futuros estudos. Aumentar a pesquisa neste campo e comparar com o presente estudo será interessante.

Além disso, pode-se notar que existem poucos estudos avaliando de fato a influência de líquidos modeladores nas propriedades físico-mecânicas das resinas compostas. Existe uma variabilidade significativa nos modeladores utilizados e nos objetivos dos estudos, dificultando assim a atribuição dos resultados a um fator específico ou a um conjunto de elementos. Portanto, mais estudos devem ser realizados com padronização de metodologia, principalmente investigando a quantidade ideal de líquido de modelagem que pode ser utilizada sem prejudicar as propriedades do compósito.

7 CONCLUSÃO

No presente estudo, os líquidos modeladores não causaram alteração significativa na resistência à flexão e à estabilidade de cor da resina nanohíbrida. Porém, causou alteração significativa na sorção e solubilidade e na microdureza, em que os grupos contendo líquidos de modelagem com menor quantidade de carga apresentaram maiores valores médios de sorção e solubilidade e menores valores médios de microdureza de superfície. A quantidade de carga afeta diretamente na absorção de água, mesmo o material em pequena proporção, influenciando rigorosamente na dureza final.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELHAMED, Bassma; METWALLY, Asmaa Abdel-Hakeem; SHALABY, Heba A. Rational durability of optical properties of chameleon effect of Omnichroma and Essentia composite thermocycled in black dark drinks (in vitro study). **Bulletin of the National Research Centre**, [Beni Suef], v. 46, n. 1, p. 184, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s42269-022-00865-2>. Acesso em: 26 mai. 2024.

ABOUELMAGD, Dalia M.; BASHEER, Rasha R. Microhardness evaluation of microhybrid versus nanofilled resin composite after exposure to acidic drinks. **Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry**, [Jeddah], v. 12, n. 3, p. 353-359, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35966915/>. Acesso em: 20 mai. 2024.

ALQUDAIHI, Fatema Sabri et al. Comparison of internal adaptation of bulk-fill and increment-fill resin composite materials. **Operative dentistry**, [s. l.], v. 44, n. 1, p. E32-E44, 2019. Disponível em: <https://meridian.allenpress.com/operative-dentistry/article/44/1/E32/107554/Comparison-of-Internal-Adaptation-of-Bulk-fill-and>. Acesso em: 01 jun. 2024.

ANUSAVICE, Kenneth J.; SHEN, Chiayi; RAWLS, H. Ralph. **Phillips' science of dental materials**. 12. ed. Missouri: Elsevier Health Sciences, 2013.

ARAUJO, Fernanda Santos et al. Effects of adhesive used as modeling liquid on the stability of the color and opacity of composites. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, Aracaju, v. 30, n. 5, p. 427-433, 2018. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jerd.12378>. Acesso em: 10 abr. 2024.

AYDIN, Numan; KARAOĞLANOĞLU, Serpil; ERSÖZ, Bilge. Effect of Modeling Liquid Use on Color and Whiteness Index Change of Composite Resins. **Cumhuriyet Dental Journal**, [s. l.], v. 25, n. Supplement, p. 119-123, 2022. Disponível em: <https://cdj.cumhuriyet.edu.tr/en/pub/issue/69081/1031443>. Acesso em: 05 abr. 2024.

AZZOPARDI, Natasha et al. Effect of resin matrix composition on the translucency of experimental dental composite resins. **Dental Materials**, [Sheffield], v. 25, n. 12, p. 1564-1568, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.07.011>. Acesso em: 01 mai. 2024.

BAGHERI, R.; BURROW, M. F.; TYAS, M. Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. **Journal of dentistry**, [Melbourne], v. 33, n. 5, p. 389-398, 2005. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15833394>. Acesso em: 04 jun. 2024.

BARCELLOS, Daphne Camara et al. Effects of resinous monomers used in restorative dental modeling on the cohesive strength of composite resin. **Journal of Adhesive Dentistry**, [s. l.], v. 10, n. 5, 2008. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19058680>. Acesso em: 05 jun. 2024.

BAYRAKTAR, Ezgi T. et al. Effect of modeling resins on microhardness of resin composites. **European journal of dentistry**, [s. l.], v. 15, n. 03, p. 481-487, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34041724>. Acesso em: 11 abr. 2024.

BORGES, Alexandre Luiz Souto et al. Avaliação da resistência flexural e módulo de elasticidade de diferentes resinas compostas indiretas. **RPG. Revista de Pós-Graduação**, [São Paulo], v. 19, n. 2, p. 50-56, 2012. Disponível em: http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-56952012000200003. Acesso em: 02 jun. 2024

CAMARGO, Fernanda Missio et al. Influence of viscosity and amine content on CC conversion and color stability of experimental composites. **Dental Materials**, [s. l.], v. 31, n. 5, p. e109-e115, 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25662768>. Acesso em: 26 mai. 2024.

CRUVINEL, Diogo Rodrigues et al. Evaluation of radiopacity and microhardness of composites submitted to artificial aging. **Materials Research**, [São Paulo], v. 10, p. 325-329, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/mr/a/k9QKz9qvkb74H9Q3RXGKrVK>. Acesso em: 26 jan. 2024.

DUNN, William J.; STRONG, Toni C. Effect of alcohol and unfilled resin in the incremental buildup of resin composite. **Quintessence international**, [s. l.], v. 38, n. 1, 2007. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17508071>. Acesso em: 26 Jun. 2024.

FERRACANE, Jack L. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. **Dental Materials**, [Portland], v. 22, n. 3, p. 211-222, 2006. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16087225/>. Acesso em: 05 jun. 2024.

FERRACANE, Jack L. Resin composite—state of the art. **Dental materials**, [Portland], v. 27, n. 1, p. 29-38, 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21093034/>. Acesso em: 26 Jun 2024.

FIDAN, Muhammet; YAĞCI, Özhan. Effect of aging and fiber-reinforcement on color stability, translucency, and microhardness of single-shade resin composites versus multi-shade resin composite. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, [Usak] v. 36, n. 4, p. 632-642, 2024. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jerd.13125>. Acesso em: 12 fev. 2024.

FONSECA, Andrea Soares QS et al. Effect of monomer type on the CC degree of conversion, water sorption and solubility, and color stability of model dental composites. **Dental materials**, [Rio de Janeiro], v. 33, n. 4, p. 394-401, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28245929/>. Acesso em: 26 mar. 2024.

GONDER, H. Y.; FIDAN, M. Effect of different polymerization times on color change, translucency parameter, and surface hardness of bulk-fill resin composites. **Nigerian Journal of Clinical Practice**, [Konya] v. 25, n. 10, p. 1751-1757, 2022. Disponível em:

https://journals.lww.com/njcp/fulltext/2022/25100/effect_of_different_polymerization_times_on_color.22.aspx. Acesso em: 23 jan. 2024.

GONULOL, Nihan; OZER, Sezin; SEN TUNC, Emine. Water sorption, solubility, and color stability of giomer restoratives. **Journal of esthetic and restorative dentistry**, [s.l.], v. 27, n. 5, p. 300-306, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jerd.12119>. Acesso em: 16 mai. 2024.

KUTUK, Zeynep Bilge et al. Influence of modeling agents on the surface properties of an esthetic nano-hybrid composite. **Restorative Dentistry & Endodontics**, [Ankara], v. 45, n. 2, 2020. Disponível em: <https://synapse.koreamed.org/articles/1145614>. Acesso em: 26 mai. 2024.

LIMA, João Paulo Martins de et al. Influência das partículas de carga inorgânica nas propriedades físicas, químicas e mecânicas de resinas compostas—revisão sistemática. **RPG. Revista de Pós-Graduação**, [Araraquara], p. 211-221, 2007. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Beatriz-Panariello/publication/320456747>. Acesso em: 10 mai. 2024.

LIMA, Renally Bezerra Wanderley et al. Water sorption and solubility of glass ionomer cements indicated for atraumatic restorative treatment considering the time and the pH of the storage solution. **RGO-Revista Gaúcha de Odontologia**, [s. l.], v. 66, n. 01, p. 29-34, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rgo/a/fZ7s8MPDJyDgVmpvfGmxmRm/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 26 abr. 2024.

LLENA, Carmen; FERNÁNDEZ, Sarai; FORNER, Leopoldo. Color stability of nanohybrid resin-based composites, ormocers and compomers. **Clinical oral investigations**, [s.l.], v. 21, p. 1071-1077, 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00784-016-1850-z>. Acesso em: 07 jan. 2024.

LOOMANS, B.; HILTON, T. Extended resin composite restorations: Techniques and procedures. **Operative dentistry**, [s.l.], v. 41, n. S7, p. 58-67, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27183827>. Acesso em: 26 abr. 2024.

MAIA, Thaís Souza et al. Effect of modeling liquids on resin composite roughness and color parameters after staining and toothbrushing. **Brazilian Oral Research**, [s. l.] v. 37, p. 24, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bor/a/vXDpn8t8VVqcNzvhWV7qtnq>. Acesso em: 02 abr. 2024.

MILETIC, Vesna et al. Refractive indices of unfilled resin mixtures and cured composites related to color and translucency of conventional and low-shrinkage composites. **Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials**, [s. l.], v. 105, n. 1, p. 7-13, 2017. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/197923546.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2024.

MÜNCHOW, Eliseu Aldrighi et al. Use of dental adhesives as modeler liquid of resin composites. **Dental Materials**, [Pelotas], v. 32, n. 4, p. 570-577, abr. 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26850844>. Acesso em: 26 jan. 2024.

PATEL, Jaymit et al. The effect of instrument lubricant on the diametral tensile strength and water uptake of posterior composite restorative material. **Journal of dentistry**, [London], v. 56, p. 33-38, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27746333>. Acesso em: 05 jan. 2024.

PEREIRA, Pâmela-Leticia et al. Effect of wetting agent coverage on the surface properties of resin composite submitted to brushing and staining cycles. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, [Campinas], v. 13, n. 8, p. 795, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34512919>. Acesso em: 11 jul. 2023.

RANDOLPH, Luc D. et al. Filler characteristics of modern dental resin composites and their influence on physico-mechanical properties. **Dental Materials**, [s. l.] v. 32, n. 12, p. 1586-1599, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27720423>. Acesso em: 17 mar. 2024.

RODRÍGUEZ, Henry A.; KRIVEN, Waltraud M.; CASANOVA, Herley. Development of mechanical properties in dental resin composite: Effect of filler size and filler aggregation state. **Materials Science and Engineering: C**, [s. l.], v. 101, p. 274-282, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31029321/>. Acesso em: 26 jan. 2024.

SEDREZ-PORTO, Jose Augusto et al. Effects of modeling liquid/resin and polishing on the color change of resin composite. **Brazilian Oral Research**, v. 30, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bor/a/Y7NPG37GDZZ7JVPVxLHz7kK>. Acesso em: 26 Jun. 2024.

SEDREZ-PORTO, Jose Augusto et al. Translucency and color stability of resin composite and dental adhesives as modeling liquids – A one-year evaluation. **Brazilian Oral Research**, [s. l.], v. 31, n. 54, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bor/a/9CyWbN68X9bgYX9CgrYZ5rc/?lang=en>. Acesso em: 06 Jun. 2024.

SILVA, Paulo et al. Antimicrobial evaluation, degree of solubility, and water sorption of universal dental adhesive incorporated with epigallocatechin-3-gallate: An in-vitro study. **European Journal of General Dentistry**, [Fortaleza], v. 9, n. 2, p. 79-83, 2020. Disponível em: <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/pdf/10.4103>. Acesso em: 06 Jun. 2024.

STANSBURY, Jeffrey W. Curing dental resins and composites by photopolymerization. **Journal of esthetic and restorative dentistry**, [s. l.], v. 12, n. 6, p. 300-308, 2000. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14743525/>. Acesso em: 06 Jun. 2024.

TUNCER, Safa 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** [Istanbul] v. 25, n. 6, p. 404-419, 2013. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24172016/>. Acesso em: 06 Jun. 2024.

YOSHIKAWA, Takako; BURROW, Michael F.; TAGAMI, Junji. A light curing method for improving marginal sealing and cavity wall adaptation of resin composite restorations. **Dental Materials**, [Melbourne], v. 17, n. 4, p. 359-366, 2001. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11356214/>. Acesso em: 06 Jun. 2024.