

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Odontologia
Colegiado de Pós-Graduação em Odontologia

Fabiana Costa Assis Magalhães

**EFEITO DA IMERSÃO EM PRÓPOLIS VERDE NA ESTABILIDADE DE
COR E MICRODUREZA DE RESINA COMPOSTA: *ANÁLISE IN VITRO***

Belo Horizonte
2024

Fabiana Costa Assis Magalhães

**EFEITO DA IMERSÃO EM PRÓPOLIS VERDE NA ESTABILIDADE DE
COR E MICRODUREZA DE RESINA COMPOSTA: *ANÁLISE IN VITRO***

Dissertação apresentada ao Colegiado de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Odontologia – área de concentração em Clínica Odontológica.

Orientadora: Profa. Dra. Amália Moreno

Coorientadora: Profa. Dra. Thaís Yumi Umeda Suzuki

Belo Horizonte
2024

Ficha Catalográfica

M188e Magalhães, Fabiana Costa Assis.
2024 Efeito da imersão em própolis verde na estabilidade de
T cor e microdureza de resina composta: análise in vitro /
Fabiana Costa Assis Magalhães. -- 2024.

54 f. : il.

Orientadora: Amália Moreno.

Coorientadora: Thaís Yumi Umeda Suzuki.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Odontologia.

1. Mucosite. 2. Própole. 3. Imersão. 4. Resinas compostas. 5. Teste de materiais. I. Moreno, Amália. II. Suzuki, Thaís Yumi Umeda. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Odontologia. IV. Título.

BLACK - D047



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

FACULDADE DE ODONTOLOGIA

COLEGIADO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

FOLHA DE APROVAÇÃO

EFEITO DA IMERSÃO EM PRÓPOLIS VERDE NA ESTABILIDADE DE COR E MICRODUREZA DE RESINA COMPOSTA: ANÁLISE IN VITRO

FABIANA COSTA ASSIS MAGALHÃES

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA, como requisito para obtenção do grau de Mestre em ODONTOLOGIA, área de concentração CLÍNICA ODONTOLÓGICA.

Aprovada em 29 de julho de 2024, pela banca constituída pelos membros:

Profa. Amália Moreno - Orientadora
Faculdade de Odontologia da UFMG

Profa. Thaís Yumi Umeda Suzuki
Faculdade de Odontologia da UFMG

Prof. Paulo Henrique dos Santos
U of T & University of Toronto

Prof. Rodrigo Richard da Silveira
Faculdade de Odontologia da UFMG

Belo Horizonte, 29 de julho de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **Thais Yumi Umeda Suzuki, Professora do Magistério Superior**, em 29/07/2024, às 16:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rodrigo Richard da Silveira, Professor do Magistério Superior**, em 29/07/2024, às 16:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Amalia Moreno, Professora do Magistério Superior**, em 30/07/2024, às 09:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Paulo Henrique dos Santos, Usuário Externo**, em 30/07/2024, às 09:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3372939** e o código CRC **21A3B3A1**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por mais uma etapa concluída e pela oportunidade de ter vivido este sonho. À Nossa Senhora Aparecida, por sempre iluminar meus caminhos e me cobrir de bênçãos.

Agradeço à minha orientadora, Profa. Dra. Amália Moreno, pela orientação e acompanhamento, por ser uma inspiração na Prótese Buco-Maxilo-Facial e na carreira acadêmica desde a graduação. À minha coorientadora, Profa. Dra. Thaís Yumi Umeda Suzuki, pelo suporte no desenvolvimento deste trabalho. Ao Prof. Dr. Igor Studart Medeiros e sua aluna Isabela Vardasca, por me receberem de portas abertas na Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para realizar parte da metodologia deste trabalho. À professora Marcelle Danelon, por proporcionar a parceria com a Universidade Paulista e contribuir na metodologia. Às professoras Francisca Danielle Moreira Jardimino, Amanda Leal Rocha e Cláudia Lopes Brilhante Bhering, por contribuírem tanto na minha trajetória docente durante o mestrado. Vocês foram essenciais na minha formação!

Sou grata também a todos que, de diferentes maneiras, contribuíram para a minha formação. Aos meus pais, por me mostrarem a importância do estudo e da responsabilidade, e por sempre me estimularem a ir além. À minha família, meu porto seguro e exemplo de união, agradeço por estarem presentes mesmo nos momentos mais difíceis. Aos meus irmãos, pela paciência e cumplicidade nos momentos de tensão, em especial à Lílian, por sempre me lembrar do meu potencial. Ao meu namorado, Henrique, pelo companheirismo, amor, e por ser um equilíbrio. Às minhas amigas Thaliny Diniz e Giovanna Lima, companheiras de vida e de pós-graduação, que tanto me ajudaram e compartilharam os desafios da academia.

Ao Prof. Dr. Emerson Santos (Unifesp) pela análise estatística dos resultados. E alunos da Iniciação Científica Júnior (PIBIC- Júnior) em nome da Sophia e Bernardo pela colaboração no estudo.

Finalmente, agradeço à Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais, onde iniciei e concluo mais uma etapa da minha formação acadêmica. Agradeço também o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

RESUMO

O manejo eficaz das complicações orais relacionadas à radioterapia é crucial, destacando-se o uso de enxaguantes bucais à base de própolis verde brasileira. As resinas compostas, comumente utilizadas em restaurações dentárias desses pacientes, podem sofrer alterações de cor e propriedades mecânicas quando expostas a essas soluções antissépticas, cujos efeitos ainda são desconhecidos. O objetivo deste estudo in vitro foi avaliar o efeito da imersão de uma resina composta (Filtek Z350 XT – 3M ESPE) em soluções de extrato de própolis verde brasileiro na cor e microdureza. Foram avaliadas quatro cores da resina: A1B, A1E, CT e A1D. Quarenta espécimes em formato de disco (2×10 mm) de cada cor da resina composta foram aleatoriamente e igualmente divididas em quatro grupos, conforme as soluções propostas. Três grupos foram imersos em soluções de extrato de própolis verde: extrato aquoso a 11% (PAQ 11%), extrato alcoólico a 11% (PAL 11%) e a 20% (PAL 20%), e o grupo controle em água destilada (H₂O). Os espécimes foram submetidos à imersão por 6 horas. A avaliação da cor foi realizada por meio de espectrofotometria de reflexão ultravioleta visível, utilizando o espectrofotômetro (CM-3700D, Konica Minolta). A microdureza (Vickers) foi mensurada com um microdurômetro (Wilson VH1102, Buehler). As diferenças de cor (ΔE) foram calculadas utilizando os sistemas CIELAB e CIEDE2000. A análise de cor e a microdureza foram determinadas no início e após a imersão dos espécimes. Entre as leituras, os espécimes permaneceram em local fechado e escuro, simulando o envelhecimento natural durante 365 dias. Os dados foram analisados por meio de análise de variância paramétrica e não paramétrica, bem como por testes de comparação múltipla ($\alpha=0,05$). Os valores de ΔE de todas os espécimes não foram clinicamente aceitáveis. Os valores de ΔE dos espécimes imersos em PAL 11% e 20% não foram clinicamente aceitáveis para as cores A1B e A1D. A solução e o período de imersão afetaram a microdureza da resina, com exceção da água, que apresentou diminuição após 6 horas. As soluções de extrato de própolis verde brasileira testada apresentou alterações inaceitáveis na cor da resina composta. As resinas imersas em extrato alcoólico de própolis verde 20% apresentaram alterações de cor significativamente maiores para as cores A1D. Os valores de microdureza dos espécimes nas soluções alcoólicas de própolis verde aumentaram significativamente em todas as cores após a imersão.

Palavras-chave: mucosite; própole; imersão; resinas compostas; cor; dureza; teste de materiais.

ABSTRACT

Effect of green propolis immersion on the color stability and microhardness of composite resin: an in vitro analysis

Effective management of oral complications related to radiotherapy is crucial, with a particular emphasis on the use of mouthwashes containing Brazilian green propolis. Composite resins, commonly used in dental restorations for these patients, may undergo changes in color and mechanical properties when exposed to these antiseptic solutions, whose effects are still unknown. This in vitro study aimed to evaluate the effect of immersing a composite resin (Filtek Z350 XT – 3M ESPE) in Brazilian green propolis extract solutions on color change and microhardness. Four shades of the resin were evaluated: A1B, A1E, CT, and A1D. Forty disc-shaped samples (2×10 mm) of each resin shade were randomly and equally divided into four groups according to the proposed solutions. Three groups were immersed in green propolis extract solutions: 11% aqueous extract (PAQ 11%), 11% alcoholic extract (PAL 11%), and 20% alcoholic extract (PAL 20%), while the control group was immersed in distilled water (H₂O). The specimens were subjected to 6 hours of immersion. Color change was assessed using ultraviolet-visible reflection spectrophotometry with a spectrophotometer (CM-3700D, Konica Minolta). Microhardness (Vickers) was measured using a microhardness tester (Wilson VH1102, Buehler). Color differences (ΔE) were calculated using the CIELAB and CIEDE2000 systems. Color and microhardness were determined at the start and after immersion of the samples. Between readings, the samples were kept in a closed, dark place to simulate natural aging over 365 days. Data were analyzed using parametric and non-parametric analysis of variance, as well as multiple comparison tests ($\alpha=0.05$). The ΔE values of all samples were not clinically acceptable. The ΔE values of the samples immersed in PAL 11% and 20% were not clinically acceptable for shades A1B and A1D. The solution and immersion period affected the resin's microhardness, except for water, which showed a decrease after 6 hours. The tested Brazilian green propolis extract solutions caused unacceptable color changes in the composite resin. Resins immersed in 20% alcoholic extract of green propolis exhibited significantly greater color changes to A1D shades. The microhardness values of the specimens in alcoholic solutions significantly increased in all colors after immersion.

Keywords: mucositis; propolis; disinfection; composite resins; color; hardness; materials testing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fabricação de espécimes. A, Matriz metálica para manipulação e inserção da resina composta em suas superfícies internas circulares e fotopolimerização. B, um espécime de cada cor da resina (A1B, A1E, A1D e CT) após desprendimento da matriz e polimerização completa.....	27
Figura 2. Um espécime de cada cor da resina (A1B, A1E, A1D e CT), após a imersão em cada uma das imersões propostas (H ₂ O, PAQ 11%, PAL 11%, PAL 20%).....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Fabricante e composição química da resina composta e soluções de própolis avaliadas.....	27
Tabela 2. Valores de ΔE dos espécimes após 6 horas de imersão nas soluções. Média \pm desvio padrão.....	32
Tabela 3. Valores da coordenada polar (C^* e L^*) de todos os espécimes após imersão de 6 horas nas soluções. Média \pm desvio padrão.....	33
Tabela 4. Teste global dos valores de ΔE e coordenadas polares (C^* e L^*) de todos os espécimes após imersão de 6 horas nas soluções.....	34
Tabela 5. Valores de microdureza superficial dos espécimes após 6 horas de imersão nas soluções. Média \pm desvio padrão.....	35
Tabela 6. ANOVA dois fatores medidas repetidas para microdureza de todos os espécimes após imersão de 6 horas nas soluções.....	36

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

%	Porcentagem
ΔE	Diferença de Cor
3D	Espaço de Cor Tridimensional
AT	Aceitabilidade
FCAM	Fabiana Costa Assis Magalhães
H ₂ O	Água
Mm	Milímetros
PAL	Extrato de Própolis Alcoólico
PAQ	Extrato de Própolis Aquoso
PT	Perceptibilidade

SUMÁRIO

1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	11
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1	Complicações orais no tratamento de câncer de cabeça e pescoço.....	13
2.2	A própolis verde brasileira.....	16
2.3	Soluções para bochecho nas propriedades de resinas compostas.....	17
3	OBJETIVOS.....	19
3.1	Objetivo geral.....	19
3.2	Objetivos específicos.....	19
4	METODOLOGIA EXPANDIDA.....	20
4.1	Confecção dos espécimes de resina composta.....	20
4.2	Tratamento com as soluções propostas no estudo.....	20
4.3	Avaliação das propriedades de cor.....	21
4.4	Avaliação da microdureza superficial.....	22
4.5	Análise estatística.....	23
5	ARTIGO	24
5.1	Resumo.....	24
5.2	Introdução.....	25
5.3	Materiais e métodos.....	26
5.4	Resultados.....	30
5.5	Discussão.....	37
5.6	Conclusões.....	39
5.7	Referências.....	40
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44

REFERÊNCIAS.....	45
APÊNDICE A – Materiais e equipamentos.....	49
APÊNDICE B – Confecção dos espécimes.....	51
APÊNDICE C – Procedimento para leitura de cor e microdureza.....	53
APÊNDICE D – Procedimento de imersão dos espécimes.....	54

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Pacientes submetidos à irradiação na região da cabeça e pescoço enfrentam maior risco de desenvolver algumas complicações orais (Jawad; Hodson; Nixon, 2015). Entre elas, destaca-se a mucosite, uma ocorrência comum consequente do tratamento oncológico, que pode surgir na segunda semana de radioterapia e atingir seu ápice entre a segunda e a sexta semana (Sroussi; Epstein; Bensadoun; Saunders *et al.*, 2017). A dor e o desconforto associados a essa condição podem comprometer significativamente a qualidade de vida, destacando a importância do manejo adequado para melhorar o conforto dos pacientes afetados pela lesão (Sroussi; Epstein; Bensadoun; Saunders *et al.*, 2017). Dentre as estratégias descritas na literatura para prevenção e controle da mucosite, destaca-se o enxaguante bucal à base de própolis, reconhecido por sua segurança e eficácia (Kuo; Wang; Wang; Li, 2018).

A própolis é um composto resinoso produzido por abelhas a partir da coleta de brotos e exsudatos de várias plantas, contendo enzimas, pólen, cera, óleos essenciais e outras substâncias. Sua composição varia conforme a diversidade de plantas, a localização geográfica e a estação do ano (Al-Waili; Al-Ghamdi; Ansari; Al-Attal *et al.*, 2012). Entre os componentes da própolis estão o ácido cafeico, flavonoides, ácidos fenólicos, ácidos graxos, estibenos, éster fenílico de ácido cafeico e outros (Kuo; Wang; Wang; Li, 2018). Uma variedade conhecida é a própolis brasileira verde, que demonstra propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias, antioxidantes, antifúngicas e protetoras contra a radiação. Isso sugere seu potencial para o tratamento local de mucosite e úlceras, reduzindo a inflamação e promovendo a cicatrização do tecido (Capistrano; Assis; Leal; Alvarez-Leite *et al.*, 2013; Santos; Gomes; Mesquita; Moura *et al.*, 2008). Além disso, a própolis é um composto acessível, seguro e natural, com poucos efeitos adversos relatados na literatura e raros casos de alergia pós-tratamento (Sforcin, 2016).

Além da mucosite, outra complicação associada ao tratamento oncológico é a doença cárie, conhecida como “cárie de radiação”. Sua progressão está intimamente ligada às alterações na produção, função e composição salivar resultantes da radioterapia (Epstein; Thariat; Bensadoun; Barasch *et al.*, 2012; Jawad; Hodson; Nixon, 2015). A irradiação induz à hipofunção das glândulas salivares e a escassez de saliva promove um desequilíbrio do processo de des-remineralização dentária que culmina na

formação de cavidades. Além disso, afetar o controle do pH bucal e reduzir a ação protetora natural (Sroussi; Epstein; Bensadoun; Saunders *et al.*, 2017).

Nesses casos, as resinas compostas são frequentemente empregadas para restaurar a estrutura dentária perdida. Além de oferecerem uma estética satisfatória e apresentarem boas propriedades, estudos demonstraram que, quando associadas à fluoroterapia em pacientes irradiados, essas resinas apresentam melhor desempenho clínico em comparação com outros materiais restauradores, como o Cimento Ionômero de Vidro (Hong; Hu; Haverman; Stokman *et al.*, 2018). Entretanto, é importante notar que esses materiais podem sofrer alterações de cor e de suas propriedades mecânicas na presença de soluções antissépticas frequentemente prescritas para pacientes irradiados, visando o controle da placa bacteriana e a prevenção de outras complicações relacionadas à oncoterapia (Al-Samadani, 2017; Epstein; Barasch, 2018).

Ao optar pela utilização de resinas compostas para restauração dentária em pacientes oncológicos, é importante considerar as possíveis alterações na cor do material devido a alguns componentes presentes em substâncias utilizadas tanto para tratar a mucosite quanto para controlar a placa bacteriana. Alguns enxaguantes bucais podem degradar a superfície das resinas compostas, levando ao seu manchamento (Al-Samadani, 2017; Sampaio; Peixoto; Neves; Barbosa, 2021). Além disso, substâncias que reduzem o pH bucal, como determinadas soluções para bochecho, podem aumentar a solubilidade e a sorção das resinas compostas, contribuindo para a degradação da sua superfície (Al-Samadani, 2017; Çelik; Çoban; Ülker, 2021).

Assim como outras substâncias presentes nas soluções prescritas para o tratamento da mucosite, aquelas à base de própolis podem interferir nas propriedades mecânicas e na estabilidade de cor das resinas compostas. Isso ocorre devido aos ácidos presentes em sua composição, os quais têm o potencial de alterar o pH bucal (Al-Samadani, 2017; Kuo; Wang; Wang; Li, 2018). Restaurações utilizando esse material são comuns em pacientes irradiados, que podem necessitar de tratamento à base de própolis para lesões na mucosa. Portanto, é crucial estudar os impactos dessas soluções na estabilidade de cor e microdureza das resinas compostas, uma vez que a preservação das características estéticas e propriedades mecânicas é fundamental para a longevidade das restaurações.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Complicações orais no tratamento de câncer de cabeça e pescoço

Segundo estimativas do Estudo de Carga de Doença Global (GBD), em 2017 foram registrados 890 mil casos de câncer de cabeça e pescoço (incluindo lábio e cavidade oral, nasofaringe, laringe e outras faringes) no mundo, correspondendo a 5,3% de todos os casos de câncer. O Carcinoma de Células Escamosas (CCE) foi identificado como o tipo mais predominante (Fitzmaurice; Abate; Abbasi; Abbastabar *et al.*, 2019). Dentre as opções de tratamento para essa doença estão a cirurgia, a radioterapia e a quimioterapia, modalidades que podem acarretar complicações orais como dor, estomatite, infecções orais, fibrose, disfagia, osteoradionecrose, hipofunção das glândulas salivares e mucosite (Epstein; Barasch, 2018). Portanto, é essencial que os pacientes sejam acompanhados de perto pelo cirurgião-dentista antes, durante e após a terapia, com o objetivo de prevenir, minimizar e tratar as adversidades relacionadas (Epstein; Barasch, 2018; Jawad; Hodson; Nixon, 2015). Em pacientes submetidos à radioterapia, por exemplo, os efeitos crônicos dessa modalidade terapêutica incluem a hipossalivação, o que aumenta a susceptibilidade à cárie dentária, além do maior risco de desenvolvimento de lesões na mucosa, condições que afetam negativamente a qualidade de vida e requerem controle adequado (Sroussi; Epstein; Bensadoun; Saunders *et al.*, 2017).

A hipossalivação é causada pelos danos aos tecidos epitelial e conjuntivo das glândulas salivares resultantes do tratamento radioterápico, o que culmina na diminuição da função dessas estruturas, especialmente quando estão dentro do campo de radiação (Epstein; Thariat; Bensadoun; Barasch *et al.*, 2012). Os danos às glândulas são diretamente proporcionais à dose recebida no tratamento e à extensão da área da glândula afetada, resultando na perda de volume e alteração na composição salivar, além do aumento da viscosidade (Epstein; Barasch, 2018). Além disso, essa condição aumenta o risco de desenvolvimento de outras complicações orais associadas à oncoterapia, sendo o principal fator de risco para a cárie dentária (Kielbassa; Hinkelbein; Hellwig; Meyer-Lückel, 2006).

A diminuição do fluxo salivar devido à radioterapia desencadeia um efeito cascata que culmina no desenvolvimento da cárie dentária. A redução no volume salivar compromete funções orais essenciais, como fala, mastigação e deglutição, além de

diminuir a eficácia da saliva na limpeza dos dentes. Isso, combinado com a presença de mucosite e a perda do paladar, leva a uma maior ingestão de alimentos ricos em carboidratos (Jawad; Hodson; Nixon, 2015; Kielbassa; Hinkelbein; Hellwig; Meyer-Lückel, 2006). Em relação às alterações na composição salivar, a capacidade de tamponamento é reduzida, as concentrações de eletrólitos se alteram e o pH bucal diminui, criando um ambiente favorável para o crescimento de bactérias cariogênicas (Kielbassa; Hinkelbein; Hellwig; Meyer-Lückel, 2006). Com esses fatores em conjunto, o ambiente bucal se torna desfavorável ao processo de remineralização dentária, resultando na formação de lesões cáries após a desmineralização (Sroussi; Epstein; Bensadoun; Saunders *et al.*, 2017). Geralmente, essas lesões começam como manchas brancas na região cervical e nas pontas de cúspide, podendo evoluir rapidamente (Sroussi; Epstein; Bensadoun; Saunders *et al.*, 2017).

A incidência de cárie em pacientes após a radioterapia é de aproximadamente 29%, aumentando para 37% nos dois anos seguintes (Moore; Mclister; Cardwell; O'Neill *et al.*, 2020). A restauração da estrutura dentária perdida devido à lesão é comum e deve ser suficientemente satisfatória para evitar sua recorrência e a perda do dente (Moore; Mclister; Cardwell; O'Neill *et al.*, 2020). Nesse sentido, a resina composta é uma escolha adequada, pois, quando associada à fluoroterapia, demonstrou melhor desempenho clínico em comparação com outros materiais restauradores, como o Cimento Ionômero de Vidro. Isso se deve à sua menor incidência de falhas, melhor adaptação marginal e anatomia (Hong; Hu; Haverman; Stokman *et al.*, 2018).

A mucosite é uma condição inflamatória que pode surgir na mucosa oral ou orofaringe durante o início, o curso ou após a conclusão da radioterapia, tendendo a progredir por duas a quatro semanas, em paralelo ao aumento da dose de radiação (Ansari; Zecha; Barasch; Lange *et al.*, 2015; Sroussi; Epstein; Bensadoun; Saunders *et al.*, 2017). Seu primeiro sinal clínico é o eritema na mucosa, evoluindo para ulceração coberta por pseudomembrana, o que está associado a um aumento da dor, uma vez que o tecido conjuntivo altamente inervado fica exposto na cavidade oral (Ansari; Zecha; Barasch; Lange *et al.*, 2015; Kawashita; Soutome; Umeda; Saito, 2020). As lesões são limitadas ao sítio da radiação, mas são mais frequentes em mucosa labial, língua, palato mole e assoalho bucal (Ansari; Zecha; Barasch; Lange *et al.*, 2015; Kawashita; Soutome; Umeda; Saito, 2020).

A sintomatologia da mucosite acarreta comprometimento funcional e uma deterioração na qualidade de vida, com impactos sociais, psicológicos e emocionais

significativos (Kusiak; Jereczek-Fossa; Cichońska; Alterio, 2020). Além disso, devido à dor e à sensação de queimação associadas à condição, o indivíduo afetado enfrenta dificuldades para se alimentar adequadamente, podendo sofrer com déficit nutricional e perda de peso (Sroussi; Epstein; Bensadoun; Saunders *et al.*, 2017). A Escala de Toxicidade Oral desenvolvida pela Organização Mundial da Saúde (OMS) classifica a mucosite em quatro diferentes graus de acordo com as alterações na mucosa e as consequências funcionais. Esses graus são: grau 1 (dor, eritema), grau 2 (com ulcerações, mas capaz de ingerir alimentos sólidos), grau 3 (com ulcerações e apenas capaz de se alimentar de alimentos líquidos) e grau 4 (incapaz de se alimentar) (Kawashita; Soutome; Umeda; Saito, 2020).

Com o objetivo de melhorar a qualidade de vida dos pacientes oncológicos, o manejo da mucosite envolve cuidados preventivos e paliativos que podem incluir: controle de placa, higienização e controle de volume salivar, alívio da dor, suporte nutricional e intervenções terapêuticas (Kusiak; Jereczek-Fossa; Cichońska; Alterio, 2020; Lalla; Sonis; Peterson, 2008). A literatura ainda não estabeleceu um padrão-ouro para a terapia dessa lesão, pois existem diversos protocolos que foram aplicados de maneiras diferentes, muitas vezes combinadas, tornando impossível determinar qual é o mais eficaz (Hong; Gueiros; Fulton; Cheng *et al.*, 2019).

Mesmo sem um consenso na literatura, a Associação Multinacional de Cuidados de Suporte em Câncer, juntamente com a Sociedade Internacional de Oncologia Oral (MASCC/ISOO), atualizou suas diretrizes de Cuidados Oraís Básicos em 2019, fornecendo recomendações para o manejo clínico da mucosite com diversas opções terapêuticas. Entre essas opções estão o gel de hialuronato de sódio de polivinilpirrolidona, a Benzidamina, o spray nasal de fentanil (um analgésico opioide) e enxaguante bucal à base de cloreto de zinco (Hong; Gueiros; Fulton; Cheng *et al.*, 2019). Embora a clorexidina não seja recomendada especificamente para o tratamento da mucosite, é frequentemente prescrita para controle de placa, doença periodontal e infecções fúngicas (Hong; Gueiros; Fulton; Cheng *et al.*, 2019; Sroussi; Epstein; Bensadoun; Saunders *et al.*, 2017).

Além dessas intervenções preconizadas pela MASCC/ISOO, existem evidências sobre outras formas de prevenção e tratamento para a mucosite, como a fotobiomodulação, crioterapia, uso de fosfato de cálcio (Caphosol), fator de crescimento de queratinócitos KGF-1 (Palifermina) e agentes naturais como mel e açafrão (Juras; Brailo; Brzak; Rogulj *et al.*, 2022; Kusiak; Jereczek-Fossa; Cichońska; Alterio, 2020).

Hong, Gueiros, Fulton, Cheng *et al.* (2019) destacam que o trabalho multidisciplinar, bem como a colaboração do paciente, são importantes nesse manejo clínico da mucosite associada à oncoterapia.

Vários produtos naturais têm sido objeto de estudo para o manejo da mucosite, incluindo aqueles à base de mel, camomila, aloe vera, cúrcuma, azeite de oliva, calêndula, alcaçuz e própolis (Eubank; Abreu; Violante; Volpato, 2021; Juras; Brailo; Brzak; Rogulj *et al.*, 2022; Kuo; Wang; Wang; Li, 2018). Produtos contendo própolis têm demonstrado ser uma opção eficaz, segura e promissora para o tratamento e prevenção dessas lesões na mucosa, tanto na forma de gel quanto de soluções para bochecho, reduzindo sintomas como falta de paladar, inflamação, ulcerações e dificuldades para deglutição (Fernandes; Rosalen; Fernandes; Dias-Neto *et al.*, 2022; Javadzadeh Bolouri; Pakfetrat; Tonkaboni; Aledavood *et al.*, 2015; Santos; Gomes; Mesquita; Moura *et al.*, 2008).

2.2 A própolis verde brasileira

A própolis é um composto resinoso derivado de plantas, produzido e utilizado pelas abelhas para proteção da colmeia, cuja composição varia de acordo com a origem geográfica (Rodrigues, 2012). Amplamente utilizada para fins terapêuticos na medicina e na odontologia, a própolis possui ações antibacteriana, anti-inflamatória, antioxidante e antitumoral (Carvalho; Fernandes; Moutinho; Souza *et al.*, 2019; Rodrigues, 2012). Um dos tipos de própolis identificados no Brasil é proveniente da região sudeste, conhecida como própolis verde, cuja cor e composição são determinadas pela vegetação de origem (Carvalho; Fernandes; Moutinho; Souza *et al.*, 2019).

A própolis verde brasileira é obtida pelas abelhas a partir do material coletado da planta *Baccharis dracunculifolia* D.C. (*B. dracunculifolia*) e possui uma variedade de compostos, tais como flavonoides (com ação antimicrobiana), ácidos fenólicos, álcoois, cetonas, aldeídos fenólicos, além dos ácidos ferúlico e caféico (Carvalho; Fernandes; Moutinho; Souza *et al.*, 2019; Rodrigues, 2012). Um dos principais componentes exclusivos da própolis verde, a artepillina-C, é conhecido por suas propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias e antioxidantes (Carvalho; Fernandes; Moutinho; Souza *et al.*, 2019). Seu uso na odontologia é principalmente atribuído às suas ações antimicrobiana e anti-inflamatória, sendo aplicado na forma de gel ou solução em diversas

áreas, como periodontia, endodontia, cirurgia e dentística (Carvalho; Fernandes; Moutinho; Souza *et al.*, 2019).

A eficácia da própolis verde já foi validada em diversos estudos, e o seu uso é considerado seguro, de baixo custo e não apresenta efeitos colaterais relatados na literatura (Capistrano; Assis; Leal; Alvarez-Leite *et al.*, 2013). Além de ser utilizada para controle de placa, gengivite e doença periodontal, por ser anti-inflamatória e ter efeitos curativos, sugere-se que a própolis verde brasileira possa ser empregada no tratamento de lesões como a estomatite protética e a mucosite (Santos; Pereira; Silva; Silva *et al.*, 2011; Rodrigues, 2012). Especificamente em pacientes oncológicos, as soluções para bochecho à base de própolis são bem toleradas e aceitas, demonstrando eficácia e segurança, além de reduzir a severidade da mucosite associada à radioterapia (Kuo; Wang; Wang; Li, 2018; Ramdhiani; Hidayat; Wahyuni, 2022).

2.3 Soluções para bochecho oral e propriedades mecânicas das resinas compostas

Existe um risco significativo de desenvolvimento de cárie dentária devido à hipossalivação e outros fatores associados ao tratamento radioterápico em pacientes com câncer na região de cabeça e pescoço. Com o objetivo de preservar a dentição, é crucial adotar estratégias como controle de placa, dieta adequada, aplicação tópica de flúor e restauração do tecido dentário perdido (Moor; Stassen; Veldt; Torbeyns *et al.*, 2011). Ao avaliar as opções de material restaurador, é importante considerar não apenas a estética, mas também a preservação da função. Devido ao seu bom selamento marginal e características restauradoras adesivas, as resinas compostas podem ser recomendadas para casos de cárie de radiação (Moor; Stassen; Veldt; Torbeyns *et al.*, 2011). Apesar de o Cimento Ionômero de Vidro ser frequentemente utilizado para lesões de cárie Classe V (região característica de cárie de radiação), em pacientes irradiados, esse material demonstrou uma performance clínica inferior quando comparado à resina composta. Isso ocorre devido ao quadro de hipossalivação, que resulta na desidratação do cimento e, conseqüentemente, em um aumento da retenção de placa e degradação do material (Hong; Hu; Haverman; Stokman *et al.*, 2018; Moor; Stassen; Veldt; Torbeyns *et al.*, 2011).

Apesar de serem amplamente indicadas clinicamente, as resinas compostas podem sofrer alterações de cor clinicamente, influenciadas por fatores intrínsecos e extrínsecos, como as condições bucais do paciente, hábitos alimentares e uso de enxaguantes bucais (Sampaio; Peixoto; Neves; Barbosa, 2021). Já a microdureza, que

se refere à capacidade de um material resistir à penetração, também pode ser afetada por fatores semelhantes aos que influenciam a estabilidade de cor, bem como pela composição das soluções utilizadas para bochechos (Munawar; Febrida; Nurdin, 2018).

Quando se trata das possíveis alterações clínicas nas resinas compostas, é importante considerar que alguns componentes presentes nos enxaguantes bucais, como álcool, emulsificantes e ácidos orgânicos, têm o potencial de degradar e amolecer a superfície desses materiais (Çelik; Çoban; Ülker, 2021). Estudos indicam que o pH ácido do fluido utilizado pode alterar as matrizes poliméricas das resinas e afetar os monômeros constituintes (Al-Samadani, 2017; Sampaio; Peixoto; Neves; Barbosa, 2021). Um pH baixo pode desencadear uma reação de hidrólise na matriz, levando à formação de moléculas que aceleram a degradação da resina, e em níveis ainda mais baixos de pH, a adesão pode ser comprometida (Munawar; Febrida; Nurdin, 2018). Além disso, a diminuição do pH bucal pode resultar em uma expansão higroscópica da resina composta, seguida de degradação superficial e eventual manchamento (Munawar; Febrida; Nurdin, 2018).

No ambiente bucal com pH alterado, é observado um aumento na sorção e solubilidade do material (Çelik; Çoban; Ülker, 2021). A sorção é um fenômeno crucial que influencia a integridade, estética e durabilidade do material, caracterizado pela absorção de umidade e, conseqüentemente, aumento de carga do material devido à infiltração de saliva, líquidos ou outras soluções. Após a entrada de umidade, a degradação da resina tem início (Çelik; Çoban; Ülker, 2021).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar a alteração de cor e a microdureza superficial de uma resina composta variando 4 cores, antes e após a imersão em soluções à base de extrato de própolis verde, usadas no controle de mucosite durante a radioterapia.

3.2 Objetivos específicos

- Avaliar *in vitro* a estabilidade de cor (alteração de cor da transmitância e coordenadas polares) de uma resina composta variando 4 cores, antes e após a imersão em soluções de extrato de própolis verde.
- Avaliar *in vitro* a microdureza superficial de uma resina composta variando 4 cores, antes e após a imersão em soluções de extrato de própolis verde.

4 METODOLOGIA EXPANDIDA

A classificação da resina composta avaliada foi nanohíbrida nas cores A1B (corpo), A1E (esmalte), CT (translúcida) e A1D (dentina), com a confecção de espécimes em formato de disco (2×10 mm), e as soluções de bochecho utilizadas foram a base de extrato de própolis verde brasileira e água destilada como controle (Tabela 1).

4.1 Confecção dos espécimes de resina composta

Para a confecção dos espécimes, foram manipuladas pequenas porções de resina composta, sendo posicionadas sobre placas de vidro e inseridas em incrementos para preencher completamente o interior das superfícies de uma matriz metálica com 10 mm de diâmetro por 2 mm de espessura (Pecho; Martos; Pinto; Baldissera, 2019) (FIGURA 1). Após o preenchimento, uma tira de poliéster e uma lâmina de vidro foram colocadas sobre o conjunto (matriz e placa de vidro), e a pressão digital foi aplicada para garantir o escoamento da porção de resina composta e a planificação da superfície. A polimerização foi realizada em vários pontos do conjunto, conforme as instruções do fabricante, utilizando um fotopolimerizador (Radical CX; SDI, Austrália), em temperatura ambiente de (23 ± 2 °C) e umidade relativa de (50 ± 10%) (APÊNDICE B). Na sequência, os espécimes foram submetidos a um processo de polimento superficial com discos macios (Disco Sof-Lex Espiral – 3M ESPE) por um mesmo indivíduo (FCAM). O processo começou com discos de abrasividade grossa, progressivamente passando para discos de abrasividade fina e superfina. Utilizou-se os discos de óxido de alumínio (cor bege) para remover irregularidades maiores e os diamantados (rosa) para dar acabamento, criando uma superfície lisa e brilhante (3M ESPE).

Após a completa polimerização de todos os espécimes, foi realizada a primeira leitura de cor e microdureza superficial com o auxílio de dispositivo apropriado, e pelo mesmo operador, e depois eles permaneceram em repouso armazenados em local fechado e escuro (caixa preta à prova de luz) sob condições controladas de temperatura, simulando o envelhecimento natural durante 365 dias.

4.2 Tratamento com as soluções propostas no estudo

Após esse período de repouso, quarenta espécimes em formato de disco (2×10 mm) de cada cor da resina composta foram aleatoriamente e igualmente divididos em quatro grupos (n=10), conforme as soluções propostas (Tabela 1). Três grupos foram imersos em soluções de extrato de própolis verde: extrato aquoso a 11% (PAQ 11%), extrato alcoólico a 11% (PAC 11%) e a 20% (PAC 20%), e o grupo controle em água destilada (H₂O) (Miranda; Arruda; Almeida; Santos *et al.*, 2019). A imersão dos espécimes foi realizada em cada solução por 6 horas, equivalendo a 2 minutos de bochecho por dia, ao longo de um período de 6 meses de uso (El-Badrawy; McComb; Wood, 1993; Gürkan; Onen; Köprülü, 1997; Sampaio; Peixoto; Neves; Barbosa, 2021) (APÊNDICE D). Após o procedimento de imersão de 6 horas nestas soluções, foi realizada uma nova leitura de cor e microdureza de todos os espécimes de acordo com o mesmo padrão da leitura anterior.

4.3 Avaliação das propriedades de cor

A avaliação da estabilidade de cor (alteração de cor da transmitância e coordenadas polares) foi realizada por meio de um espectrofotômetro de reflexão ultravioleta visível (CM-3700D; Konica Minolta) na faixa de comprimento de onda de 360-740 nm, com lâmpada D65 e ângulo de 2 graus (Miranda; Arruda; Almeida; Santos *et al.*, 2019) (APÊNDICE A). A transmitância foi mensurada sem meio de acoplamento (APÊNDICE C).

As diferenças de cor (ΔE^*_{ab}) foram calculados por meio do Sistema CIE L*a*b*, estabelecido pela *Comission Internacionale de l'Eclairaga* – CIE, de acordo com a seguinte equação:

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

O cálculo foi realizado com base na variação de cor entre dois pontos em um espaço de cores tridimensional (3D) (Pecho; Martos; Pinto; Baldissera, 2019; Suliman; Mohamed; Rodgers *et al.*, 2021). O eixo “L” referiu-se à luminosidade e variou de 0 (preto) a 100 (branco perfeito), enquanto a coordenada “a” representou a quantidade de vermelho (valores positivos) e verde (valores negativos), e a coordenada “b” representou a quantidade de amarelo (valores positivos) e azul (valores negativos). Para padronizar a área de leitura e evitar possíveis variações, os corpos de prova

foram sempre posicionados na mesma posição no espectrofotômetro (Pecho; Martos; Pinto; Baldissera, 2019).

A métrica CIEDE2000 (ΔE_{00}) para diferenças de cor também foi utilizada, de acordo com a seguinte equação:

$$\Delta E_{00} = \left[\left(\frac{\Delta L'}{K_L S_L} \right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C} \right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H} \right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C} \right) \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H} \right) \right]^{1/2}$$

onde $\Delta L'$, $\Delta C'$ e $\Delta H'$ representam, respectivamente, as diferenças de luminosidade, croma e matiz para um par de espécimes (Silva; Pecho; Bacchi, 2018). S_L , S_C e S_H são funções de ponderação consideradas para ajustar a diferença de cor total para variações na localização de diferença de cor nas coordenadas L' , a' e b' . Os fatores paramétricos K_L , K_C e K_H são termos de correção para condições experimentais (Pecho; Martos; Pinto; Baldissera, 2019). R_T é uma função de rotação que leva em conta a interação entre diferenças de croma e matiz na região azul. Para calcular ΔE_{00} , descontinuidades decorrentes do cálculo de matiz médio e cálculo de diferença de matiz foram consideradas (Pecho; Martos; Pinto; Baldissera, 2019).

As diferenças de cor CIELAB e CIEDE2000 foram avaliadas por comparações com limites de 50:50% de perceptibilidade (PT) e 50:50% de aceitabilidade (AT). Os valores de PT (1,22 para ΔE_{ab} e 0,81 para ΔE_{00}) e de AT (2,66 para ΔE_{ab} e 1,77 para ΔE_{00}) foram obtidos por estudo recente e aceito pela ISO (Paravina; Ghinea; Herrera; Bona *et al.*, 2015).

4.4 Avaliação da microdureza

A avaliação da microdureza (Vickers) foi realizada utilizando um microdurômetro (Wilson VH1102; Buehler, Suíça) calibrado sobre carga de 100g por 10 segundos (Osiewicz; Werner; Roeters; Kleverlaan, 2022; Tărăboanță; Burlec; Stoleriu; Corciovă *et al.*, 2023) (APÊNDICE A). Cada amostra foi submetida a cinco penetrações observadas em um monitor acoplado ao microdurômetro, sendo 100 pontos de distância de uma penetração a outra (Tărăboanță; Burlec; Stoleriu; Corciovă *et al.*, 2023) (APÊNDICE C).

4.5 Análise estatística

Todos os dados de cores foram submetidos aos testes de homogeneidade de variância de Levene ($\alpha=0,05$). Os valores de ΔE , após imersão nas soluções, e as coordenadas de cores, L^* e C^* dos valores médios de transmitância da resina após imersão nas soluções e os erros padrão correspondentes foram submetidos à análise de variância multivariada não paramétrica. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software estatístico (R v3.5.1; projeto GNU da Free Software Foundation e R Foundation) (Miranda; Arruda; Almeida; Santos *et al.*, 2019). O pacote `npmv` permite as funções R “`nonpartest`” e “`ssnonpartest`”. O primeiro é utilizado para o teste global (Wilks Lambda) e o segundo para procedimento de comparação múltipla. Para a análise, foram considerados quatro tipos de testes estatísticos não paramétricos: ANOVA, Wilks Lambda, Lawley Hotelling e Bartlett Nanda Pillai que constam no pacote `npmv`. (Miranda; Arruda; Almeida; Santos *et al.*, 2019). Os dados de microdureza foram submetidos à análise de variância de medidas repetidas de dois fatores, devido a medição da variável dependente ter sido realizada em dois momentos.

5 ARTIGO

Avaliação da estabilidade de cor e microdureza de uma resina nanohíbrida submetida a imersão em solução de extrato de própolis verde Brasileiro

5.1 Resumo

Declaração do problema. O manejo eficaz das complicações orais relacionadas à radioterapia é crucial, destacando-se o uso de enxaguantes bucais à base de própolis verde brasileira. As resinas compostas, comumente utilizadas em restaurações dentárias desses Pacientes, podem sofrer alterações de cor e propriedades mecânicas quando expostas a essas soluções antissépticas, cujos efeitos ainda são desconhecidos.

Objetivo. O objetivo deste estudo in vitro foi avaliar o efeito da imersão de uma resina composta (Filtek Z350 XT – 3M ESPE) em soluções de extrato de própolis verde brasileiro na cor e microdureza. Foram avaliadas quatro cores da resina: A1B, A1E, CT e A1D.

Materiais e métodos. Quarenta espécimes em formato de disco (2×10 mm) de cada cor da resina composta foram aleatoriamente e igualmente divididas em quatro grupos, conforme as soluções propostas. Três grupos foram imersos em soluções de extrato de própolis verde: extrato aquoso a 11% (PAQ 11%), extrato alcoólico a 11% (PAL 11%) e a 20% (PAL 20%), e o grupo controle em água destilada (H₂O). Os espécimes foram submetidos à imersão por 6 horas. A avaliação da alteração de cor foi realizada por meio de espectrofotometria de reflexão ultravioleta visível, utilizando um espectrofotômetro (CM-3700D, Konica Minolta). A microdureza (Vickers) foi mensurada com um microdurômetro (Wilson VH1102, Buehler). As diferenças de cor (ΔE) foram calculadas utilizando os sistemas CIELAB e CIEDE2000. A análise de cor e a microdureza foram determinadas no início e após a imersão dos espécimes. Entre as leituras, os espécimes permaneceram em local fechado e escuro, simulando o envelhecimento natural durante 365 dias. Os dados foram analisados por meio de análise de variância paramétrica e não paramétrica, bem como por testes de comparação múltipla ($\alpha=0,05$).

Resultados. Os valores de ΔE de todos os espécimes não foram clinicamente aceitáveis. Os valores de ΔE dos espécimes imersos em PAL 11% e 20% não foram

cl clinicamente aceitáveis para as cores A1B e A1D. A solução e o período de imersão afetaram a microdureza da resina, com exceção da água, que apresentou diminuição após 6 horas.

Conclusão. A solução de extrato de própolis verde brasileira testada apresentou alterações inaceitáveis na cor da resina composta. As resinas imersas em extrato alcoólico de própolis verde 20% apresentaram alterações de cor significativamente maiores para as cores A1D. Os valores de microdureza dos espécimes nas soluções alcoólicas aumentaram significativamente em todas as cores após a imersão.

IMPLICAÇÕES CLÍNICAS

Com base nos resultados deste estudo inicial, em pacientes que apresentam complicações orais que demandam o uso de soluções à base de própolis verde brasileira para tratamento, o clínico deve considerar a substituição das restaurações estéticas anteriores e posteriores em resina composta após o período de radioterapia, devido às alterações nas propriedades de cor e microdureza do material.

5.2 Introdução

Pacientes irradiados na região de cabeça e pescoço têm maior risco de desenvolver algumas complicações dentais, entre elas a cárie, ou mais especificamente “cárie de radiação”, cuja evolução está relacionada às mudanças na produção, função e composição salivar decorrentes do tratamento oncológico (1, 2). Nesses casos, as resinas compostas são comumente utilizadas para restaurar a estrutura dentária perdida, já que, além de serem estéticas e apresentarem boas propriedades, quando associadas à fluoroterapia, demonstram melhor performance clínica nesses pacientes em comparação a outros materiais restauradores, como o Cimento Ionômero de Vidro (3). Entretanto, o material pode sofrer alterações de cor e propriedades mecânicas na presença de soluções antissépticas prescritas para pacientes irradiados, visando o controle de placa e prevenção de outras complicações relacionadas à oncoterapia (4-6).

Além da cárie dentária, a mucosite é um dano secundário comum ao tratamento radioterápico que pode aparecer na segunda semana de radioterapia, atingindo seu pico entre a segunda e a sexta semana (7). A dor e o desconforto associados à

mucosite podem piorar a qualidade de vida, tornando o manejo dessa condição essencial para o conforto e bem-estar dos pacientes (7). Dentre as opções descritas na literatura para prevenção e controle da mucosite, está o uso de enxaguantes bucais à base de própolis, cuja eficácia e segurança são bem documentadas (8). O extrato de própolis verde brasileiro possui ações antimicrobiana, anti-inflamatória e protetiva à radiação, sugerindo seu uso no tratamento local de mucosite e úlceras, diminuindo a inflamação e melhorando a cicatrização do tecido (9-11).

Assim como outras substâncias presentes nas soluções prescritas para mucosite, aquelas à base de própolis podem interferir nas propriedades mecânicas e na estabilidade de cor das resinas compostas devido à presença de ácidos em sua composição, o que pode alterar o pH bucal (8, 12). Como restaurações com esse material são comuns em pacientes irradiados que podem precisar de tratamento à base de própolis para lesões na mucosa, é necessário estudar os impactos dessas soluções na estabilidade de cor e microdureza das resinas, considerando que a preservação das características estéticas e das propriedades mecânicas é crucial para a longevidade das restaurações.

O objetivo deste estudo *in vitro* foi avaliar os valores de alteração de cor da transmitância (ΔE), coordenadas de transmitância L^* e C^* , e a microdureza de uma resina nanohíbrida em quatro cores diferentes, imersas em soluções de extrato de própolis verde, simulando bochechos diários como alternativa ao tratamento de mucosite induzida por radioterapia. A hipótese é que a imersão nas soluções propostas altera a cor e a microdureza da resina composta avaliada neste estudo.

5.3 Materiais e métodos

Quarenta espécimes em formato de disco foram fabricados a partir da resina composta Filtek Z350 XT – 3M ESPE para cada uma das cores: A1B (corpo), A1E (esmalte), CT (translúcida) e A1D (dentina) (Tabela 1). As resinas foram posicionadas sobre placas de vidro e inseridas em incrementos para preencher completamente o interior das superfícies de uma matriz metálica com 10mm de diâmetro por 2mm de espessura (13). Após o preenchimento, uma tira de poliéster e uma lâmina de vidro foram colocadas sobre o conjunto, e a pressão digital foi aplicada para garantir o escoamento da resina composta e a planificação da superfície. A polimerização foi realizada em vários pontos do conjunto, conforme as instruções do fabricante,

utilizando o fotopolimerizador Ralii-Cal CX (SDI, Austrália), em temperatura ambiente de $(23 \pm 2 \text{ }^\circ \text{C})$ e umidade relativa de $(50 \pm 10\%)$ (Figura 1).

Tabela 1. Fabricante e composição química da resina composta e soluções de própolis avaliadas

	Material	Fabricante	Composição química
Resina composta	Filtek Z350 XT	3M ESPE	Matriz: Bis-GMA, TEGDMA, UDMA, Bis-EMA, PEGDMA. Carga: nano partículas de sílica (5-75 nm), zirconia/silica nanoaglomerado (0,6-1,4 μm). Conteúdo de carga: 78,5 w/w%
	11% Propolis aqueous extract	Bee Propolis Brasil	Água deionizada e própolis verde Brasileiro
Soluções de própolis	11% Propolis glycolic extract	Bee Propolis Brasil	Álcool neutro de cereais e própolis verde Brasileiro
	11% Propolis alcoholic extract	Bee Propolis Brasil	Álcool neutro de cereais e própolis verde Brasileiro

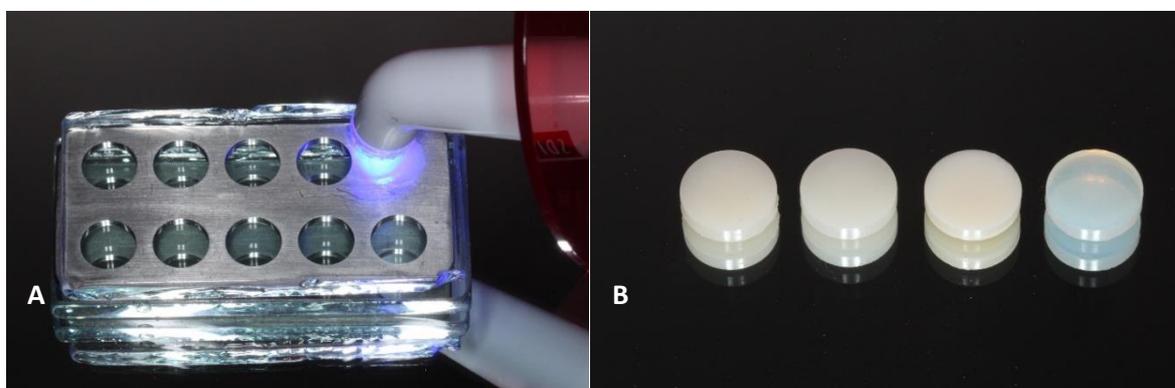


Figura 1. Fabricação de amostras. A, Matriz metálica para manipulação e inserção da resina composta em suas superfícies internas circulares e fotopolimerização. B, um espécime de cada cor da resina (A1B, A1E, A1D e CT) após desprendimento da matriz e polimerização completa.

Após a completa polimerização, os espécimes foram submetidos a um processo de polimento superficial sugerido pelo fabricante. O processo começou com discos de abrasividade grossa, progressivamente passando para discos de abrasividade fina e superfina. Utilizou-se os discos de óxido de alumínio (cor bege) para remover irregularidades maiores e os diamantados (rosa) para dar acabamento, criando uma superfície lisa e brilhante (3M ESPE). Todos os espécimes permaneceram armazenados, em condições controladas de temperatura e local fechado e escuro (caixa preta à prova de luz), simulando o envelhecimento natural durante 365 dias.

Após esse período de repouso, os espécimes de cada cor de resina foram igualmente divididos em 4 grupos de soluções (n=10). Três grupos foram imersos em soluções de extrato de própolis verde: extrato aquoso a 11% (PAQ 11%), extrato alcoólico a 11% (PAL 11%) e a 20% (PAL 20%), e o grupo controle em água destilada (H₂O) (Tabela 1). Os espécimes foram imersos por 6 horas seguidas em cada solução, equivalendo a 2 minutos de bochecho por dia, ao longo de um período de 6 meses de uso, simulando uma duração média de tratamento radioterápico (15, 22, 23). E novas leituras de cor e microdureza foram realizadas em todos os espécimes.

As leituras de cor e microdureza de todos os espécimes foram realizadas em dois momentos: antes e após 6 horas de imersão nas soluções propostas com o auxílio de dispositivo apropriado. Entre as leituras, as amostras permaneceram em local fechado e escuro.

A avaliação dos parâmetros de cor (alteração de cor da transmitância) foi realizada por meio de um espectrofotômetro de reflexão ultravioleta visível (CM-3700D; Konica Minolta) na faixa de comprimento de onda de 360-740 nm, com lâmpada D65 e ângulo de 2 graus (14). A transmitância foi mensurada sem meio de acoplamento. As diferenças de cor (ΔE^*_{ab}) foram calculados por meio do Sistema CIE L*a*b*, estabelecido pela Comissão Internationale de l'Eclairage – CIE, de acordo com a seguinte equação:

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

onde eixo “L” referiu-se à luminosidade e variou de 0 (preto) a 100 (branco perfeito), enquanto a coordenada “a” representou a quantidade de vermelho (valores positivos) e verde (valores negativos), e a coordenada “b” representou a quantidade de amarelo (valores positivos) e azul (valores negativos) (15-17).

A métrica CIEDE2000 (ΔE_{00}) para diferenças de cor também foi utilizada, de acordo com a seguinte equação:

$$\Delta E_{00} = \left[\left(\frac{\Delta L'}{K_L S_L} \right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C} \right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H} \right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C} \right) \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H} \right) \right]^{1/2}$$

onde $\Delta L'$, $\Delta C'$ e $\Delta H'$ representam respectivamente as diferenças de luminosidade, croma e matiz para um par de espécimes (18). S_L , S_C e S_H são funções de ponderação consideradas para ajustar a diferença de cor total para variações na localização de diferença de cor nas coordenadas L' , a' e b' . Os fatores paramétricos K_L , K_C e K_H são termos de correção para condições experimentais (13). R_T é uma função de rotação que leva em conta a interação entre diferenças de croma e matiz na região azul. Para calcular ΔE_{00} , descontinuidades decorrentes do cálculo de matiz médio e cálculo de diferença de matiz foram consideradas (12).

As diferenças de cor CIELAB e CIEDE2000 foram avaliadas por comparações com limites de 50:50% de perceptibilidade (PT) e 50:50% de aceitabilidade (AT). Os valores de PT (1,22 para ΔE^*_{ab} e 0,81 para ΔE_{00}) e de AT (2,66 para ΔE^*_{ab} e 1,77 para ΔE_{00}) foram obtidos por estudo recente e aceito pela ISO (19).

Para a avaliação da microdureza (Vickers) foi utilizado um microdurômetro (Wilson VH1102, Buehler) calibrado sobre carga de 100g por 10 segundos (20, 21). Cada amostra foi submetida a cinco penetrações observadas em um monitor acoplado ao microdurômetro, sendo 100 pontos de distância de uma penetração a outra (20).

Todos os dados de cores foram submetidos aos testes de homogeneidade de variância de Levene ($\alpha=0,05$). Os valores de ΔE , após imersão nas soluções e as coordenadas de cores, L^* e C^* dos valores médios de transmitância da resina após imersão nas soluções e os erros padrão correspondentes foram submetidos à análise de variância multivariada não paramétrica. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software estatístico (R v3.5.1; projeto GNU da Free Software Foundation e R Foundation)(14). O pacote nrmv permite as funções R “nonpartest” e “ssnonpartest” (14). O primeiro é utilizado para o teste global (Wilks Lambda) e o segundo para procedimento de comparação múltipla. Para a análise foram considerados quatro tipos de testes estatísticos não paramétricos: ANOVA, Wilks Lambda, Lawley Hotelling e Bartlett Nanda Pillai que constam no pacote nrmv (14).

Os dados de microdureza foram submetidos à análise de variância de medidas repetidas de dois fatores, devido a medição da variável dependente ter sido realizada feita em dois momentos.

5.4 Resultados

Todas as amostras apresentaram valores significativos de ΔE e coordenadas polares L^* e C^* após 6 horas de imersão nas soluções (Tabela 2). A Tabela 3 apresenta o teste global e a comparação múltipla para os valores de ΔE , e coordenadas L^* e C^* . As diferenças nos valores médios foram estatisticamente significativas, entre as soluções para todas as cores da resina. Em geral, todos os valores analisados são clinicamente inaceitáveis (Tabela 2). Os valores de ΔE foram significativamente menores ($P < 0,001$) para a resina das cores: A1B, A1E e CT imersas em PAQ 11% quando comparadas a PAL 11% e 20%. E os valores de ΔE da resina imersa em H_2O para todas as cores, foram significativamente menores ($P < 0,001$) em relação a todas as soluções de própolis. A maior alteração de cor foi relacionada a PAL 20% para as cores A1E (24,33; 23,77) e CT (27,90; 23,92) estatisticamente significativa ($P < 0,001$), em comparação as outras soluções (Tabelas 2 e 4).

Os valores de transmitância para a coordenada polar (L^* and C^*) após 6 horas de imersão nas soluções são apresentadas na Tabela 3. Os valores das coordenadas L^* e C^* da transmitância da resina para todas as cores foram afetados pelas soluções e variação de cor ($P < 0,001$). Os valores de C^* and L^* para a resina imersa em H_2O em todas as cores, foram significativamente diferentes ($P < 0,001$) em relação a todas as soluções de própolis. Para todas as cores, PAQ 11% apresentaram os maiores valores de coordenadas L^* e os menores valores de coordenadas C^* , com diferenças estatisticamente significativas ($P < 0,001$), em comparação a PAL 11% e 20%. Os valores das coordenadas de transmitância L^* e C^* entre os extratos alcoólicos foram similares em todas as cores de resina, exceto para a CT. E os valores de C^* and L^* da resina imersa em H_2O para todas as cores, foram maiores e menores significativamente ($P < 0,001$) e respectivamente, em relação a todas as soluções de própolis (Tabelas 3 e 4).

As Tabelas 5 e 6 apresentam os valores médios e os resultados da ANOVA de microdureza Vickers para as cores de resina, durante o período avaliado. As variáveis solução e período afetaram a microdureza da resina (Tabelas 5 e 6). De forma geral para as soluções de extrato de própolis alcóolico as resinas de todas as cores apresentaram os maiores valores de microdureza após 6 horas de imersão, com diferenças estatisticamente significativas ($P < 0,001$), em comparação ao PAQ 11% e o controle de H₂O. Para as resinas imersas em H₂O os valores médios de microdureza foram 59,22 no início do estudo e 55,05 no final, sendo que houve diminuição após as 6 horas de imersão. Em geral, a microdureza média para as resinas imersas em PAQ 11%, PAL 11% e PAL 20%, respectivamente, foi de 56,97; 56,97 e 55,20 no início do estudo e 59,89; 68,3 e 65,66 após as 6 horas de imersão nas soluções, com diferença estatística significativa ($P < 0,001$) para todas as cores dos extratos alcoólicos (Tabelas 5 e 6).

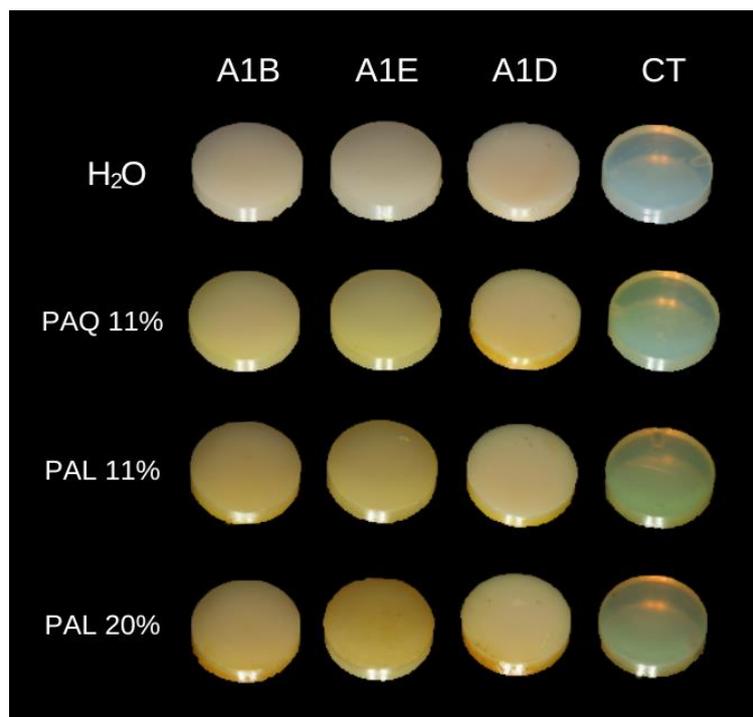


Figura 2. Um espécime de cada cor da resina (A1B, A1E, A1D e CT), após a imersão em cada uma das imersões propostas (H₂O, PAQ 11%, PAL 11%, PAL 20%).

Tabela 2. Valores de ΔE de todas as amostras após 6 horas de imersão nas soluções. Média \pm desvio padrão.

Cores da resina	A1B		A1E		A1D		CT	
	ΔE^*_{ab}	ΔE_{00}						
PAQ 11%	19,27 \pm 0,96 ^a	17,74 \pm 0,78 ^a	21,75 \pm 0,35 ^a	21,62 \pm 0,27 ^a	23,22 \pm 1,81 ^a	15,64 \pm 1,47 ^a	22,23 \pm 0,56 ^a	19,14 \pm 0,40 ^a
PAL 11%	20,34 \pm 1,02 ^b	18,97 \pm 1,09 ^b	22,52 \pm 0,63 ^b	21,99 \pm 0,57 ^a	23,38 \pm 2,15 ^a	16,51 \pm 1,48 ^a	23,83 \pm 1,74 ^b	20,65 \pm 1,91 ^b
PAL 20%	20,77 \pm 1,19 ^b	19,08 \pm 1,16 ^b	24,33 \pm 1,24 ^c	23,77 \pm 1,25 ^b	23,42 \pm 1,20 ^a	16,34 \pm 1,03 ^a	27,90 \pm 2,90 ^c	23,92 \pm 3,12 ^c
H ₂ O	9,90 \pm 1,30 ^c	9,70 \pm 1,34 ^c	10,65 \pm 1,10 ^d	10,17 \pm 1,09 ^c	13,06 \pm 1,41 ^b	7,63 \pm 1,53 ^b	13,84 \pm 0,59 ^d	10,89 \pm 0,47 ^d

Diferentes letras sobrescritas indicam diferenças significativas entre as soluções para cada ΔE para as cores de resina compostas avaliadas ($P < 0,001$, teste múltiplo).

Tabela 3. Valores da coordenada polar (C* and L*) de todas as amostras após imersão de 6 horas nas soluções. Média \pm desvio padrão.

Cores da resina	A1B		A1E		A1D		CT	
	L*	C*	L*	C*	L*	C*	L*	C*
PAQ 11%	34,66 \pm 0,95 ^a	18,52 \pm 0,89 ^a	38,30 \pm 0,95 ^a	16,86 \pm 0,76 ^a	21,95 \pm 1,79 ^a	21,32 \pm 0,67 ^a	50,35 \pm 1,04 ^a	19,55 \pm 1,27 ^a
PAL 11%	33,89 \pm 0,37 ^{ab}	22,47 \pm 0,58 ^b	36,81 \pm 1,09 ^b	21,65 \pm 0,49 ^b	20,13 \pm 1,30 ^b	24,02 \pm 1,39 ^b	48,94 \pm 2,20 ^a	23,09 \pm 0,14 ^b
PAL 20%	33,26 \pm 0,95 ^b	24,84 \pm 1,35 ^c	36,40 \pm 1,03 ^b	22,20 \pm 1,23 ^b	20,14 \pm 1,30 ^b	23,52 \pm 1,10 ^b	46,68 \pm 2,92 ^b	27,09 \pm 1,63 ^c
H ₂ O	44,28 \pm 1,33 ^c	14,87 \pm 0,28 ^d	49,25 \pm 1,12 ^c	13,13 \pm 0,31 ^c	32,80 \pm 1,74 ^c	18,83 \pm 0,72 ^c	60,78 \pm 0,67 ^c	17,15 \pm 0,41 ^d

Diferentes letras sobrescritas indicam diferenças significativas entre as soluções para cada coordenada para as cores de resina composta avaliadas (P<0,001, teste múltiplo).

Tabela 4. Teste global dos valores de ΔE e coordenadas polares (C^* and L^*) de todas as amostras do estudo.

Cores da resina	ΔE^*_{ab}				ΔE_{00}				L^*				C^*			
	Statistical test	df1	df2	P	Statistical test	df1	df2	P	Statistical test	df1	df2	P	Statistical test	df1	df2	P
A1B																
ANOVA type test <i>P</i> -value	24.27	3.00	36	<.001	25.50	3.00	36	<.001	25.93	3.00	36	<.001	148.89	3.00	36	<.001
McKeon approx. for Lawley Hotelling test	24.27	3.00	36	<.001	25.50	3.00	36	<.001	25.93	3.00	36	<.001	148.89	3.00	36	<.001
Muller approx. for Bartlett-Nanda-Pillai test	23.66	3.08	36	<.001	24.86	3.08	36	<.001	25.28	3.08	36	<.001	145.16	3.08	36	<.001
Wilks Lambda	24.27	3.00	36	<.001	25.50	3.00	36	<.001	25.93	3.00	36	<.001	148.89	3.00	36	<.001
A1E																
ANOVA type test <i>P</i> -value	124.64	3.00	36	<.001	62.44	3.00	36	<.001	35.41	3.00	36	<.001	71.41	3.00	36	<.001
McKeon approx. for Lawley Hotelling test	124.64	3.00	36	<.001	62.44	3.00	36	<.001	35.41	3.00	36	<.001	71.41	3.00	36	<.001
Muller approx. for Bartlett-Nanda-Pillai test	121.53	3.08	45	<.001	60.88	3.08	36	<.001	34.52	3.08	36	<.001	69.62	3.08	36	<.001
Wilks Lambda	124.64	3.00	45	<.001	62.44	3.00	36	<.001	35.41	3.00	36	<.001	71.41	3.00	36	<.001
A1D																
ANOVA type test <i>P</i> -value	15.86	3.00	36	<.001	20.39	3.00	36	<.001	27.43	3.00	36	<.001	57.03	3.00	36	<.001
McKeon approx. for Lawley Hotelling test	15.86	3.00	36	<.001	20.39	3.00	36	<.001	27.43	3.00	36	<.001	57.03	3.00	36	<.001
Muller approx. for Bartlett-Nanda-Pillai test	15.47	3.08	36	<.001	19.88	3.08	36	<.001	26.74	3.08	36	<.001	55.60	3.08	36	<.001
Wilks Lambda	15.86	3.00	36	<.001	20.39	3.00	36	<.001	27.43	3.00	36	<.001	57.03	3.00	36	<.001
CT																
ANOVA type test <i>P</i> -value	89.79	3.00	36	<.001	70.78	3.00	36	<.001	35.05	3.00	36	<.001	192.31	3.00	36	<.001
McKeon approx. for Lawley Hotelling test	89.79	3.00	36	<.001	70.78	3.00	36	<.001	35.05	3.00	36	<.001	8.78	3.00	36	<.001
Muller approx. for Bartlett-Nanda-Pillai test	87.54	3.08	36	<.001	69.01	3.08	36	<.001	34.18	3.08	36	<.001	187.50	3.08	36	<.001
Wilks Lambda	89.79	3.00	36	<.001	70.78	3.00	36	<.001	35.05	3.00	36	<.001	192.31	3.00	36	<.001

P<.05 indicam diferença estatística significante.

Tabela 5. Valores de microdureza superficial (Vickers) de todas as amostras antes a após 6 horas de imersão nas soluções. Média \pm desvio padrão.

Cores da resina	A1B		A1E		A1D		CT	
	Inicial	Após 6 horas	Inicial	Após 6 horas	Inicial	Após 6 horas	Inicial	Após 6 horas
PAQ 11%	63,16 \pm 3,36 ^A	66,04 \pm 5,07 ^{Aa}	63,64 \pm 4,97 ^A	66,96 \pm 2,52 ^{Aa}	39,80 \pm 6,47 ^A	46,28 \pm 4,92 ^{Ba}	61,28 \pm 4,70 ^A	60,68 \pm 1,99 ^{Aa}
PAL 11%	65,00 \pm 6,44 ^A	74,92 \pm 4,05 ^{Bb}	64,40 \pm 2,69 ^A	75,20 \pm 5,06 ^{Bb}	41,12 \pm 2,42 ^A	59,04 \pm 4,21 ^{Bb}	57,36 \pm 2,24 ^A	64,04 \pm 1,83 ^{Bb}
PAL 20%	62,36 \pm 6,64 ^A	72,64 \pm 2,67 ^{Bb}	62,96 \pm 4,28 ^A	70,32 \pm 2,03 ^{Bab}	37,12 \pm 3,11 ^A	52,56 \pm 5,82 ^{Bc}	58,36 \pm 2,03 ^A	67,12 \pm 3,82 ^{Bc}
H ₂ O	65,36 \pm 4,16 ^A	55,80 \pm 4,99 ^{Bc}	67,28 \pm 6,85 ^A	58,60 \pm 5,52 ^{Bc}	42,84 \pm 2,87 ^A	43,08 \pm 4,14 ^{Aa}	61,40 \pm 3,08 ^A	62,72 \pm 1,81 ^{Aab}

Diferentes letras maiúsculas sobrescritas indicam diferenças significativas para antes e após a 6 horas e diferentes letras minúsculas sobrescritas indicam diferenças significativas entre as soluções para as cores de resina composta avaliadas ($P < 0,001$, teste múltiplo).

Tabela 6. ANOVA dois fatores medidas repetidas para microdureza de todas as amostras antes e após imersão de 6 horas nas soluções.

Variation Factor	df	Sum of Squares	Mean Squares	F	P
Solução	3	1377	459	26.6	< 0.001
Between subjects	27	465.8	17.3		
Periodo	1	2130	2130	19.77	< 0.001
Soluçãoxperíodo	3	3156	1051.9	9.76	<0.001
Within subjects	276	29741	107.8		

$P < .05$ indica diferença estatística significativa.

5.5 Discussão

Foram observadas neste estudo alterações nos valores de cor das coordenadas polares e na microdureza dos espécimes de resina composta, submetidos a um período de 6 horas imersão nas diferentes soluções propostas. A hipótese de que a imersão em soluções de extrato de própolis verde brasileiro aquoso e alcoólico e solução controle H₂O alterariam a cor e a microdureza da resina composta avaliada foi aceita.

No presente estudo, a pigmentação e alteração na transmitância da resina composta nas soluções alcoólicas propostas, especialmente PAL 20%, podem estar relacionadas à polaridade do extrato e do material restaurador (25-27). Entende-se que a própolis é conhecida por conter substâncias solúveis em óleo, água, ou em ambos os solventes (24, 25). E o álcool etílico é o solvente mais utilizado para a extração de própolis, pois a maioria dos seus componentes são solúveis em óleo. A alteração das propriedades avaliadas nos espécimes pode se estar ligada ao fato da forte interação dos componentes polares do extrato, como ácidos fenólicos e flavonoides, com regiões polares da resina na matriz polimérica, resultando em maior adesão e possível penetração (23-25). Essa aderência pode causar alterações de cor devido à interação química (28).

A degradação dos componentes e a mudança na interação da luz com a resina também podem explicar os valores de ΔE nas cores A1E e CT que se apresentaram maiores que nas cores A1B e A1D imersos em PAL 20%. As resinas translúcidas possuem menor conteúdo de carga e, conseqüentemente, uma matriz orgânica mais exposta, permitindo maior passagem de luz e facilitando a penetração de corantes provenientes de substâncias extrínsecas (29, 30). Também, em resinas mais translúcidas o índice de refração da matriz orgânica e das partículas de carga é mais próximo, resultando em menor dispersão de luz e, conseqüentemente, permitindo maior visibilidade da pigmentação ocorrida (31).

Os resultados apresentaram valores ΔE obtidos para as três soluções de extrato de própolis propostas (PAQ 11%, PAL 11% E PAL 20%) que podem ser considerados clinicamente inaceitáveis. A afinidade da matriz resinosa à pigmentação depende do grau de conversão, propriedades hidrofílicas e físicas da resina, como a capacidade de absorção de água (4, 15). O dimetacrilato de trietilenoglicol (TEGMA), presente na matriz orgânica da resina nanohíbrida usada no estudo, é um monômero

hidrofílico que contribui significativamente para a conversão em polímeros (4). O TEGMA, sendo flexível e heterogêneo, possui espaços entre os polímeros que podem absorver excesso de água. (4, 5). Além disso, a matriz inorgânica também possui porosidades onde a água pode ser absorvida (5). Essa infiltração pode expandir e alterar a matriz, além de hidrolisar os agentes de união, permitindo o manchamento e absorção dos pigmentos presentes nos extratos de própolis (15).

Os valores da coordenada C^* da transmitância dos espécimes imersos na solução PAQ 11%, especialmente nas cores A1B, A1E e CT, foram significativamente menores em comparação com os resultados obtidos nas soluções alcoólicas (PAL 11% e PAL 20%). E o álcool é um solvente que pode penetrar na matriz polimérica mais profundamente que a água, e tem mais afinidade com os monômeros da resina (como bis-GMA e TEGDMA), responsáveis pela propriedade de cor das resinas compostas (30, 32). A degradação e solubilização desses componentes resulta em uma mudança estrutural que afeta a maneira como a luz interage com a resina, alterando a cor e o croma (32, 33). Além disso, o álcool é eficaz na extração de pigmentos extrínsecos (como alimentos e bebidas), potencializando alterações na saturação (33, 34). Estudos prévios já relataram essas consequências do uso de enxaguantes bucais com álcool na cor de resinas compostas (23, 35).

Os valores de ΔE obtidos para a solução controle (água destilada), dados os altos valores na coordenada L^* da transmitância, também foram considerados clinicamente inaceitáveis, apesar de serem menores do que os obtidos para as soluções de extrato de própolis. Isso pode ter ocorrido porque a resina testada já demonstrou ser bastante suscetível ao manchamento em outros estudos, o que também contribuiu para os altos valores de ΔE tanto para o controle, quanto para as soluções de própolis, todos acima dos níveis considerados aceitáveis (5, 36). Além disso, o armazenamento dos espécimes em condições úmidas ou secas influencia a degradação da matriz. Os espécimes envelhecidos em condições secas, como no presente estudo, podem ter se tornado mais propensos à degradação pela água (37) o que até o presente estudo acreditava-se que poderia ser mais conservador. E a água, como discutido anteriormente, pode penetrar na matriz resinosa, levando à expansão e criação de microfissuras, o que altera a maneira como a luz interage com o material, resultando em escurecimento (32).

Apesar de ter afetado as propriedades de cor da resina composta testada, a solubilização e degradação dos componentes, e os espaços entre os polímeros

possivelmente criados pelas imersões nas soluções propostas, não pareceram interferir nos valores de microdureza. Com exceção da solução aquosa (PAQ 11%) e controle (H₂O), nas demais soluções (PAL 11%, PAL 20%), houve um aumento significativo dos valores de microdureza, o que contraria o que já foi relatado na literatura sobre a degradação da superfície e consequente diminuição da microdureza devido à absorção de água e/ou álcool (17, 23, 38, 39). Assim, levando em consideração as propriedades bioativas da própolis, os flavonoides e ácidos fenólicos presentes na composição dos extratos, embora interajam com regiões polares da matriz resinosa e possibilitem maior penetração de pigmentos, esses componentes podem ter contribuído para a estabilização dessa matriz e, conseqüentemente, para o aumento da resistência mecânica. Apesar desse aumento das propriedades mecânicas ser uma vantagem, isso também pode dificultar o polimento e o brilho da superfície de restaurações em resina composta.

Esse estudo teve algumas limitações. O período de imersão simula o uso do extrato de própolis durante seis meses, o que pode diferir do período prescrito pelo cirurgião-dentista para pacientes irradiados na região da cabeça e pescoço, visto a variedade do protocolo utilizado de acordo com cada caso. Outras análises sobre a estabilidade de cor e a microdureza de resinas compostas seriam interessantes para entender melhor o potencial dos extratos de própolis verde brasileira.

5.6 Conclusões

Com base nos resultados deste estudo *in vitro*, foram tiradas as seguintes conclusões:

1. Os espécimes de resina composta imersos em todas as soluções apresentaram alterações de cor clinicamente inaceitáveis.
2. As resinas de coloração para esmalte e translúcida apresentaram maiores valores de alteração de cor, após imersão ao extrato de própolis alcoólico.
3. Para todas as cores, o controle em H₂O e a solução de extrato de própolis aquoso a 11% apresentaram os menores valores de luminosidade e os maiores valores de croma.
4. De forma geral observou-se aumento nos valores de microdureza dos espécimes imersos em ambos os extratos de própolis.

5.7 Referências

1. Jawad H, Hodson NA, Nixon PJ. A review of dental treatment of head and neck cancer patients, before, during and after radiotherapy: Part 1. *British Dental Journal*. 2015;218(2):65-8.
2. Epstein JB, Thariat J, Bensadoun RJ, Barasch A, Murphy BA, Kolnick L, et al. Oral complications of cancer and cancer therapy: From cancer treatment to survivorship. *CA Cancer Journal for Clinicians*. 2012;62(6):400-22.
3. Hong CHL, Hu S, Haverman T, Stokman M, Napeñas JJ, Braber JBD, et al. A systematic review of dental disease management in cancer patients. *Supportive Care in Cancer*. 2018;26(1):155-74.
4. Çelik ACT, Çoban E, Ülker H. Effects of mouthwashes on color stability and surface roughness of three different resin-based composites. *Nigerian Journal of Clinical Practice*. 2021;24(4):555-60.
5. Martínez-Ccahuana L, Álvarez-Vidigal E, Arriola-Guillén E, Aguilar-Gálvez D. Effect of pediatric mouthwashes on the color stability of dental restorations with composite resins. In vitro comparative study. *J Clin Exp Dent*. 2022;14(11):e897-e902.
6. Meurman JH, Grönroos L. Oral and dental health care of oral cancer patients: hyposalivation, caries and infections. *Oral Oncology*. 2010;46(6):464-7.
7. Sroussi HY, Epstein JB, Bensadoun RJ, Saunders DP, Lalla RV, Migliorati CA, et al. Common oral complications of head and neck cancer radiation therapy: mucositis, infections, saliva change, fibrosis, sensory dysfunctions, dental caries, periodontal disease, and osteoradionecrosis. *Cancer Medicine*. 2017;6(12):2918-31.
8. Kuo CC, Wang RH, Wang HH, Li CH. Meta-analysis of randomized controlled trials of the efficacy of propolis mouthwash in cancer therapy-induced oral mucositis. *Supportive Care in Cancer*. 2018;26(12):4001-9.
9. Santos VR, Gomes RT, De Mesquita RA, De Moura MDG, França EC, De Aguiar EG, et al. Efficacy of brazilian propolis gel for the management of denture stomatitis: A pilot study. *Phytotherapy Research*. 2008;22(11):1544-7.
10. Capistrano HM, De Assis EM, Leal RM, Alvarez-Leite ME, Brener S, Bastos EMAF. Brazilian green propolis compared to miconazole gel in the treatment of *Candida* -associated denture stomatitis. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*. 2013;2013.

11. Devequi-Nunes D, Machado BAS, Barreto GA, Rebouças Silva J, da Silva DF, da Rocha JLC, et al. Chemical characterization and biological activity of six different extracts of propolis through conventional methods and supercritical extraction. *PLoS One*. 2018;13(12):e0207676.
12. Al-Samadani KH. The effect of preventive agents (mouthwashes/gels) on the color stability of dental resin-based composite materials. *Dentistry Journal*. 2017;5(2).
13. Pecho OE, Martos J, Pinto KVA, Baldissera RA. Effect of hydrogen peroxide on color and whiteness of resin-based composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2019;31(2):132-9.
14. Miranda NB, de Arruda JAA, de Almeida SBM, dos Santos EG, Medeiros IS, Moreno A. Optical parameters and hardness of two maxillofacial elastomers after immersion in different solutions of Brazilian green propolis extract. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2019;122(2):168-75.
15. Morais Sampaio GAD, Rangel Peixoto L, Vasconcelos Neves GD, Nascimento Barbosa DD. Effect of mouthwashes on color stability of composite resins: A systematic review. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2021;126(3):386-92.
16. Huang W, Ren L, Cheng Y, Xu M, Luo W, Zhan D, et al. Evaluation of the Color Stability, Water Sorption, and Solubility of Current Resin Composites. *Materials (Basel)*. 2022;15(19).
17. Bahbishi N, Mzain W, Badeeb B, Nassar HM. Color Stability and Micro-Hardness of Bulk-Fill Composite Materials after Exposure to Common Beverages. *Materials (Basel)*. 2020;13(3).
18. Alberton Da Silva V, Alberton Da Silva S, Pecho OE, Bacchi A. Influence of composite type and light irradiance on color stability after immersion in different beverages. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2018;30(5):390-6.
19. Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linninger M, et al. Color difference thresholds in dentistry. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2015;27(S1):S1-S9.
20. Osiewicz MA, Werner A, Roeters FJM, Kleverlaan CJ. Wear of bulk-fill resin composites. *Dent Mater*. 2022;38(3):549-53.
21. Tărăboanță I, Burlec AF, Stoleriu S, Corciovă A, Fifere A, Batir-Marin D, et al. Influence of the Loading with Newly Green Silver Nanoparticles Synthesized Using *Equisetum sylvaticum* on the Antibacterial Activity and Surface Hardness of a Composite Resin. *J Funct Biomater*. 2023;14(8).

22. el-Badrawy WA, McComb D, Wood RE. Effect of home-use fluoride gels on glass ionomer and composite restorations. *Dent Mater.* 1993;9(1):63-7.
23. Gürgan S, Onen A, Köprülü H. In vitro effects of alcohol-containing and alcohol-free mouthrinses on microhardness of some restorative materials. *J Oral Rehabil.* 1997;24(3):244-6.
24. SFORCIN JM. Biological Properties and Therapeutic Applications of Propolis. Wiley Online Library: PHYTOTHERAPY RESEARCH; 2016. p. 894–905.
25. Wieczorek PP, Hudz N, Yezerska O, Horčinová-Sedláčková V, Shanaida M, Korytniuk O, et al. Chemical Variability and Pharmacological Potential of Propolis as a Source for the Development of New Pharmaceutical Products. *Molecules.* 2022;27(5).
26. Pizzolotto L, Moraes RR. Resin Composites in Posterior Teeth: Clinical Performance and Direct Restorative Techniques. *Dent J (Basel).* 2022;10(12).
27. Cho K, Rajan G, Farrar P, Prentice L, Prusty BG. Dental resin composites: A review on materials to product realizations. *Composites Part B: Engineering.* 2022;230:109495.
28. Hamdy TM, Abdelnabi A, Othman MS, Bayoumi RE, Abdelraouf RM. Effect of Different Mouthwashes on the Surface Microhardness and Color Stability of Dental Nanohybrid Resin Composite. *Polymers [Internet].* 2023; 15(4).
29. Ferracane JL. Resin composite--state of the art. *Dent Mater.* 2011;27(1):29-38.
30. Ruyter IE, Nilner K, Moller B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dent Mater.* 1987;3(5):246-51.
31. Oivanen M, Keulemans F, Garoushi S, Vallittu PK, Lassila L. The effect of refractive index of fillers and polymer matrix on translucency and color matching of dental resin composite. *Biomater Investig Dent.* 2021;8(1):48-53.
32. Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dent Mater.* 2006;22(3):211-22.
33. Calheiros FC, Kawano Y, Stansbury JW, Braga RR. Influence of radiant exposure on contraction stress, degree of conversion and mechanical properties of resin composites. *Dent Mater.* 2006;22(9):799-803.
34. Villalta P, Lu H, Okte Z, Garcia-Godoy F, Powers JM. Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins. *J Prosthet Dent.* 2006;95(2):137-42.
35. ElEmbaby Ael S. The effects of mouth rinses on the color stability of resin-based restorative materials. *J Esthet Restor Dent.* 2014;26(4):264-71.

36. Souza LS, Donato TR, Cerqueira GA, Cavalcanti AN, Mathias P. Color stability of an artificially aged nanofilled composite resin post-cured with different techniques. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2021;15(1):53-8.
37. Gauthier R, Abouelleil H, Boussès Y, Brulat-Bouchard N, Colon P, Chenal JM, et al. Experimental Investigation of Dental Composites Degradation After Early Water Exposure. *J Biomech Eng*. 2023;145(5).
38. Tanthanuch S, Kukiattrakoon B, Naiyanart C, Promtong T, Yothinwatthanabamrung P, Pumpua S. Effect of Mouthwashes for COVID-19 Prevention on Surface Changes of Resin Composites. *Int Dent J*. 2023;73(4):511-7.
39. Manzoor S, Arooj Z, Waqas MA, Irshad N, Saeed A, Malik A, et al. Surface Microhardness Of Microhybrid And Nanocomposite After Storage In Mouth Washes. *J Ayub Med Coll Abbottabad*. 2022;34(3):540-7.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados deste estudo *in vitro*, pode-se concluir que os espécimes de resina composta imersos em todas as soluções apresentaram alterações de cor clinicamente inaceitáveis. As resinas de coloração para esmalte e translúcida apresentaram maiores valores de alteração de cor, após imersão ao extrato de própolis alcoólico. Para todas as cores, o controle em H₂O e a solução de extrato de própolis aquoso a 11% apresentaram os menores valores de luminosidade e os maiores valores de croma.

Além disso, pode-se verificar que houve aumento nos valores de microdureza dos espécimes imersos em ambas as concentrações de soluções de extratos de própolis. Portanto, pode-se sugerir que para os pacientes que necessitam de soluções à base de própolis verde brasileira para tratamento de mucosite induzida por radioterapia, o clínico deve considerar e/ou reavaliar a substituição das restaurações em resinas compostas, principalmente anteriores já existentes, avaliando em conjunto com a necessidade estética, a adequação do meio bucal, devido às alterações observadas neste estudo, que o própolis pode ocasionar nas propriedades físicas e mecânicas da resina composta.

REFERÊNCIAS

- AL-ANSARI, S.; ZECHA, J. A. E. M.; BARASCH, A.; LANGE, J. *et al.* Oral Mucositis Induced By Anticancer Therapies. **Current Oral Health Reports**, 2, n. 4, p. 202-211, 2015. Review.
- AL-SAMADANI, K. H. The effect of preventive agents (mouthwashes/gels) on the color stability of dental resin-based composite materials. **Dentistry Journal**, 5, n. 2, 2017. Article.
- AL-WAILI, N.; AL-GHAMDI, A.; ANSARI, M. J.; AL-ATTAL, Y. *et al.* Synergistic effects of honey and propolis toward drug multi-resistant *Staphylococcus Aureus*, *Escherichia coli* and *Candida Albicans* isolates in single and polymicrobial cultures. **International Journal of Medical Sciences**, 9, n. 9, p. 793-800, 2012. Article.
- BOLOURI, A.; PAKFETRAT, A.; TONKABONI, A.; ALEDAVOOD, S. A. *et al.* Preventing and Therapeutic Effect of Propolis in Radiotherapy Induced Mucositis of Head and Neck Cancers: A Triple-Blind, Randomized, Placebo-Controlled Trial. **Iran J Cancer Prev**, 8, n. 5, p. e4019, Oct 2015.
- CAPISTRANO, H. M.; ASSIS, E. M.; LEAL, R. M.; ALVAREZ-LEITE, M. E. *et al.* Brazilian green propolis compared to miconazole gel in the treatment of Candida-associated denture stomatitis. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, 2013, 2013. Article.
- CARVALHO, C. D.; FERNANDES, W. H. C.; MOUTTINHO, T. B. F.; SOUZA, D. M. D. *et al.* Evidence-Based Studies and Perspectives of the Use of Brazilian Green and Red Propolis in Dentistry. **European Journal of Dentistry**, 13, n. 3, p. 459-469, 2019. Review.
- ÇELİK, A. C. T.; ÇOBAN, E.; ÜLKER, H. Effects of mouthwashes on color stability and surface roughness of three different resin-based composites. **Nigerian Journal of Clinical Practice**, 24, n. 4, p. 555-560, 2021. Article.
- EL-BADRAWY, W. A.; MCCOMB, D.; WOOD, R. E. Effect of home-use fluoride gels on glass ionomer and composite restorations. **Dent Mater**, 9, n. 1, p. 63-67, Jan 1993.
- EPSTEIN, J. B.; BARASCH, A. Oral and Dental Health in Head and Neck Cancer Patients. *Cancer Treatment and Research*. Springer International Publishing. 174: 43-57 p. 2018.
- EPSTEIN, J. B.; THARIAT, J.; BENSADOUN, R. J.; BARASCH, A. *et al.* Oral complications of cancer and cancer therapy: From cancer treatment to survivorship. **CA Cancer Journal for Clinicians**, 62, n. 6, p. 400-422, 2012. Review.
- EUBANK, P. L. C.; ABREU, L. G.; VIOLANTE, I. P.; VOLPATO, L. E. R. Medicinal plants used for the treatment of mucositis induced by oncotherapy: a systematic review. **Supportive Care in Cancer**, 29, n. 11, p. 6981-6993, 2021. Review.

FERNANDES, P. M.; ROSALEN, P. L.; FERNANDES, D. T.; DIAS-NETO, E. *et al.* Brazilian organic propolis for prevention and treatment of radiation-related oral acute toxicities in head and neck cancer patients: A double-blind randomized clinical trial. **Front Pharmacol**, 13, p. 973255, 2022.

FITZMAURICE, C.; ABATE, D.; ABBASI, N.; ABBASTABAR, H. *et al.* Global, Regional, and National Cancer Incidence, Mortality, Years of Life Lost, Years Lived With Disability, and Disability-Adjusted Life-Years for 29 Cancer Groups, 1990 to 2017: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study. **JAMA Oncol**, 5, n. 12, p. 1749-1768, Dec 1 2019.

GÜRGAN, S.; ONEN, A.; KÖPRÜLÜ, H. In vitro effects of alcohol-containing and alcohol-free mouthrinses on microhardness of some restorative materials. **J Oral Rehabil**, 24, n. 3, p. 244-246, Mar 1997.

HONG, C. H. L.; GUEIROS, L. A.; FULTON, J. S.; CHENG, K. K. F. *et al.* Systematic review of basic oral care for the management of oral mucositis in cancer patients and clinical practice guidelines. **Supportive Care in Cancer**, 27, n. 10, p. 3949-3967, 2019. Article.

HONG, C. H. L.; HU, S.; HAVERMAN, T.; STOKMAN, M. *et al.* A systematic review of dental disease management in cancer patients. **Supportive Care in Cancer**, 26, n. 1, p. 155-174, 2018. Article.

JAWAD, H.; HODSON, N. A.; NIXON, P. J. A review of dental treatment of head and neck cancer patients, before, during and after radiotherapy: Part 1. **British Dental Journal**, 218, n. 2, p. 65-68, 2015. Review.

JURAS, D. V.; BRAILO, V.; BRZAK, B. L.; ROGULJ, A. A. *et al.* Novel approach to the therapy of oral mucositis: a review. **Medicina Fluminensis**, 58, n. 3, p. 204-213, 2022. Review.

KAWASHITA, Y.; SOUTOME, S.; UMEDA, M.; SAITO, T. Oral management strategies for radiotherapy of head and neck cancer. **Japanese Dental Science Review**, 56, n. 1, p. 62-67, 2020. Review.

KIELBASSA, A. M.; HINKELBEIN, W.; HELLWIG, E.; MEYER-LÜCKEL, H. Radiation-related damage to dentition. **Lancet Oncology**, 7, n. 4, p. 326-335, 2006. Review.

KUO, C. C.; WANG, R. H.; WANG, H. H.; LI, C. H. Meta-analysis of randomized controlled trials of the efficacy of propolis mouthwash in cancer therapy-induced oral mucositis. **Supportive Care in Cancer**, 26, n. 12, p. 4001-4009, 2018. Review.

KUSIAK, A.; ALICJAJERECZEK-FOSSA, B.; CICHONSKA, D.; ALTERIO, D. Oncological-therapy related oral mucositis as an interdisciplinary problem—literature review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 17, n. 7, 2020. Review.

LALLA, R. V.; SONIS, S. T.; PETERSON, D. E. Management of Oral Mucositis in Patients Who Have Cancer. **Dental Clinics of North America**, 52, n. 1, p. 61-77, 2008. Review.

MIRANDA, N. B.; ARRUDA, J. A. A.; ALMEIDA, S. B. M.; SANTOS, E. G. *et al.* Optical parameters and hardness of two maxillofacial elastomers after immersion in different solutions of Brazilian green propolis extract. **Journal of Prosthetic Dentistry**, 122, n. 2, p. 168-175, 2019. Article.

MOOR, R. J.; STASSEN, I. G.; VELDT, Y.; TORBEYNS, D. *et al.* Two-year clinical performance of glass ionomer and resin composite restorations in xerostomic head- and neck-irradiated cancer patients. **Clin Oral Investig**, 15, n. 1, p. 31-38, Feb 2011.

MOORE, C.; MCLISTER, C.; CARDWELL, C.; O'NEILL, C. *et al.* Dental caries following radiotherapy for head and neck cancer: A systematic review. **Oral Oncology**, 100, 2020. Review.

MUNAWAR, A. H.; FEBRIDA, R.; NURDIN, D. Influence of alcohol-containing mouthwash and alcohol-free mouthwash towards the hybrid composite restoration materials surface hardness. **Padjajaran Journal of Dentistry**, 25, n. 3, 2018.

OSIEWICZ, M. A.; WERNER, A.; ROETERS, F. J. M.; KLEVERLAAN, C. J. Wear of bulk-fill resin composites. **Dent Mater**, 38, n. 3, p. 549-553, Mar 2022.

PARAVINA, R. D.; GHINEA, R.; HERRERA, L. J.; BONA, A. D. *et al.* Color difference thresholds in dentistry. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, 27, n. S1, p. S1-S9, 2015. Article.

PECHO, O. E.; MARTOS, J.; PINTO, K. V. A.; BALDISSERA, R. A. Effect of hydrogen peroxide on color and whiteness of resin-based composites. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, 31, n. 2, p. 132-139, 2019. Article.

RAMDHIANI, A. N.; HIDAYAT, W.; WAHYUNI, I. S. MECHANISM OF ACTION, EFFICACY, AND SAFETY OF PROPOLIS FOR THE MANAGEMENT OF ORAL MUCOSITIS: A SYSTEMATIC REVIEW. **International Journal of Applied Pharmaceutics**, 14, n. ThematicSpecial Issue, p. 66-71, 2022. Article.

RODRIGUES, S. Propolis: Alternative Medicine for the Treatment of Oral Microbial Diseases. In: HIROSHI, S. (Ed.). **Alternative Medicine**. Rijeka: IntechOpen, 2012. p. Ch. 7.

SAMPAIO, G. A. D.; PEIXOTO, L.; NEVES, G. D.; BARBOSA, D. D. *et al.* Effect of mouthwashes on color stability of composite resins: A systematic review. **Journal of Prosthetic Dentistry**, 126, n. 3, p. 386-392, 2021. Review.

SANTOS, V. R.; GOMES, R. T.; MESQUITA, R. A.; MOURA, M. D. G. *et al.* Efficacy of brazilian propolis gel for the management of denture stomatitis: A pilot study. **Phytotherapy Research**, 22, n. 11, p. 1544-1547, 2008. Article.

SANTOS, V. R.; PEREIRA, E. M. R.; SILVA, J. L. D. C.; SILVA, F. F. *et al.* Clinical evidence of the efficacy of a mouthwash containing propolis for the control of plaque and gingivitis: A phase II study. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, 2011, 2011. Article.

SFORCIN, J. M. Biological Properties and Therapeutic Applications of Propolis. Wiley Online Library: **Phytotherapy Research**. 30: 894–905 p. 2016.

SILVA, V.; SILVA, S.; PECHO, O. E.; BACCHI, A. Influence of composite type and light irradiance on color stability after immersion in different beverages. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, 30, n. 5, p. 390-396, 2018. Article.

SROUSSI, H. Y.; EPSTEIN, J. B.; BENSADOUN, R. J.; SAUNDERS, D. P. *et al.* Common oral complications of head and neck cancer radiation therapy: mucositis, infections, saliva change, fibrosis, sensory dysfunctions, dental caries, periodontal disease, and osteoradionecrosis. **Cancer Medicine**, 6, n. 12, p. 2918-2931, 2017. Review.

TĂRĂBOANȚĂ, I.; BURLEC, A. F.; STOLERIU, S.; CORCIOVĂ, A. *et al.* Influence of the Loading with Newly Green Silver Nanoparticles Synthesized Using *Equisetum sylvaticum* on the Antibacterial Activity and Surface Hardness of a Composite Resin. **J Funct Biomater**, 14, n. 8, Jul 28 2023.

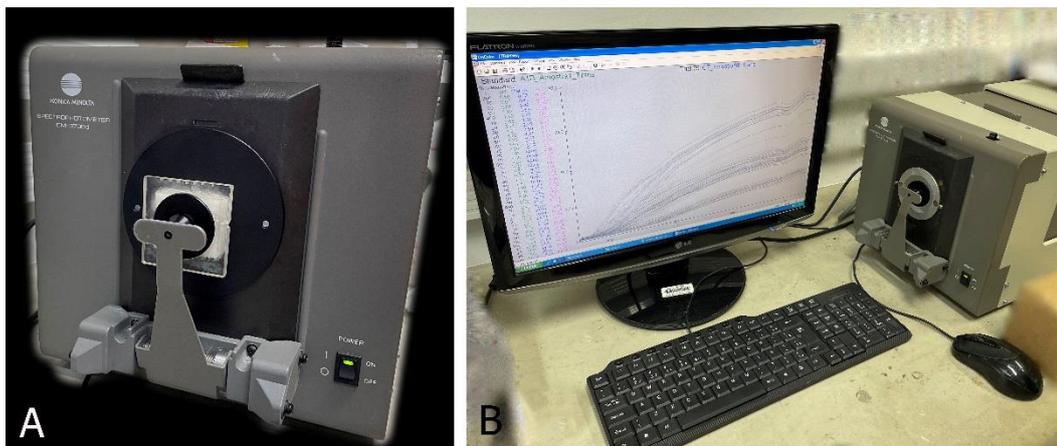
APÊNDICE A – Materiais e equipamentos

Figura 1 — Resina composta Filtek Z350 XT (3M ESPE).



Fonte: Da autora, 2023.

Figura 2 — Espectrofotômetro de reflexão ultravioleta visível.



Legenda: Espectrofotômetro modelo CM-3700D, Konica Minolta (A) e computador acoplado à máquina (B).

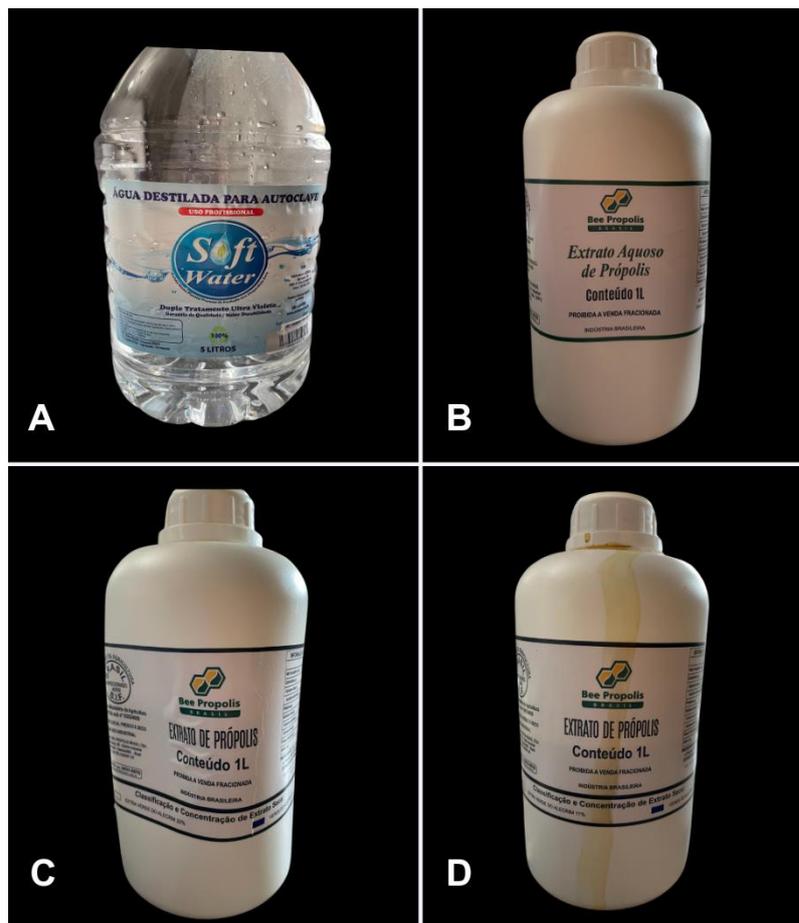
Fonte: Da autora, 2023.

Figura 3 — Microdurômetro.



Legenda: Microdurômetro modelo Wilson VH1102, Buehler, Suíça
Fonte: Da autora, 2023.

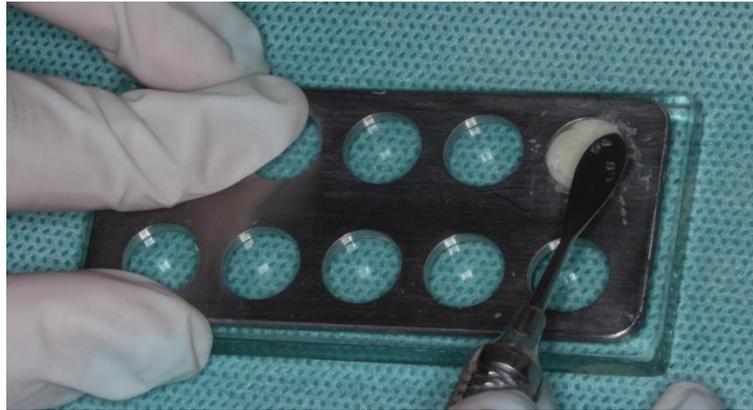
Figura 4 — Soluções propostas no estudo.



Legenda: Água destilada (A), Extrato de própolis verde brasileiro aquoso 11% (B), alcóolico 11% (C) e alcóolico 20% (D).
Fonte: Da autora, 2023.

APÊNDICE B – Confeção dos espécimes

Figura 5 — Inserção dos incrementos da resina composta em matriz metálica 10x2mm.



Fonte: Da autora, 2023

Figura 6 — Pressão digital para escoamento da resina e planificação da superfície.



Fonte: Da autora, 2023

Figura 7 — Fotopolimerização do conjunto.



Fonte: Da autora, 2023

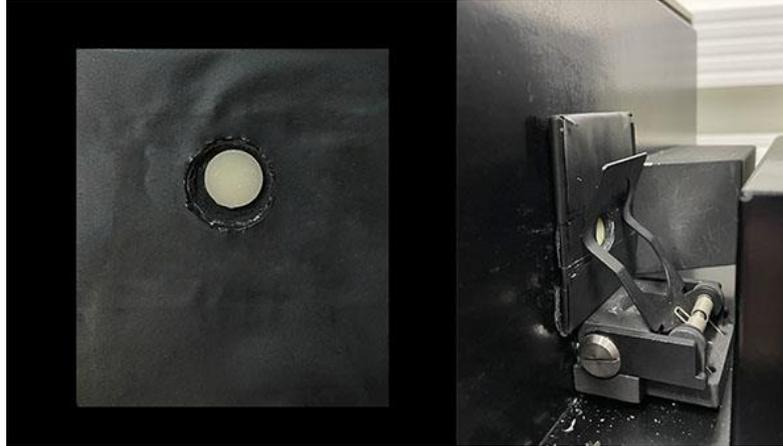
Figura 8 — Espécimes de resina composta.



Legenda: Espécimes confeccionados em quatro cores diferentes (da esquerda para direita): A1D, A1E, A1B e CT.

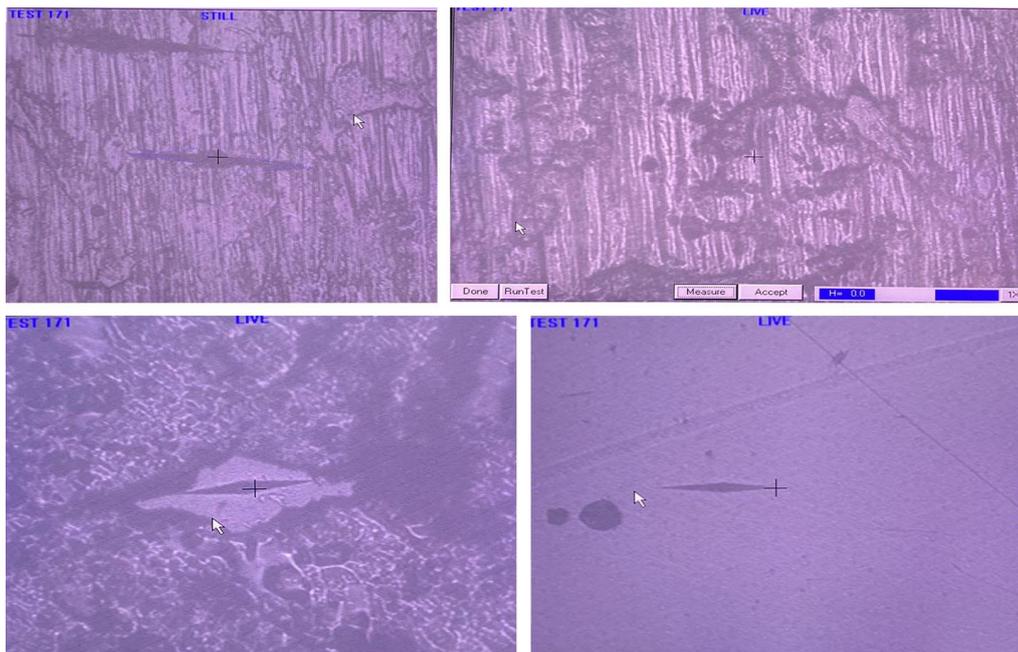
APÊNDICE C – Procedimento para leitura de cor e microdureza

Figura 9 — Matriz para posicionamento do espécime e leitura de transmitância.



Fonte: Da autora, 2023.

Figura 10 — Penetrações da avaliação da microdureza Vickers.



Fonte: Da autora, 2023.

APÊNDICE D – Procedimento de imersão dos espécimes

Figura 11 — Imersão dos espécimes de resina nas soluções propostas.



Legenda: Da esquerda para direita, imersões em água destilada, extrato de própolis aquoso 11%, extrato de própolis alcoólico 11% e extrato de própolis alcoólico 20%.

Fonte: Da autora, 2023.