



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

DANIEL KENJI FUNABASHI

**Efeito da Escovação Simulada sobre a Compatibilidade de Cor de
Compósitos Restauradores com Simplificação de Cores**

**PIRACICABA-SP
2022**

Daniel Kenji Funabashi

**Efeito da Escovação Simulada sobre a Compatibilidade de Cor de Compósitos
Restauradores com Simplificação de Cores**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Mestre em Materiais Dentários.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Giannini

Este exemplar corresponde à versão final da dissertação defendida pelo aluno Daniel Kenji Funabashi e orientada pelo Prof. Dr. Marcelo Giannini.

PIRACICABA-SP
2020

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Marilene Girello - CRB 8/6159

F962e Funabashi, Daniel Kenji, 1989-
Efeito da escovação simulada sobre a compatibilidade de cor de compósitos restauradores com simplificação de cores / Daniel Kenji Funabashi. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2022.

Orientador: Marcelo Giannini.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Cor. 2. Dente. 3. Materiais dentários. 4. Resinas compostas. 5. Microscopia eletrônica de varredura. I. Giannini, Marcelo, 1969-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Effect of simulated toothbrushing on the color matching of restorative composites with simplified shades

Palavras-chave em inglês:

Color

Tooth

Dental materials

Composite resins

Microscopy, electron, scanning

Área de concentração: Materiais Dentários

Titulação: Mestre em Materiais Dentários

Banca examinadora:

Marcelo Giannini [Orientador]

Alessandra Bühler Borges

Lourenço Correr Sobrinho

Data de defesa: 09-06-2022

Programa de Pós-Graduação: Materiais Dentários

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0001-7962-821X>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/6650527027357661>



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
CAMPINAS**

Faculdade de Odontologia de Piracicaba

A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de Mestrado, em sessão pública realizada em 09 de junho de 2022, considerou o candidato DANIEL KENJI FUNABASHI aprovado.

PROF. DR. MARCELO GIANNINI

PROF^a. DR^a. ALESSANDRA BÜHLER BORGES

PROF. DR. LOURENÇO CORRER SOBRINHO

A Ata da defesa, assinada pelos membros da Comissão Examinadora, consta no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da Unidade.

DEDICATÓRIA

Dedico primeiramente à **Deus**, pelas portas abertas na pós-graduação, desde o início até a conclusão. Pela sua companhia e por ouvir sua voz diária.

Aos meus pais, **Gilberto** e **Ana**, que me deram suporte para alcançar essa conquista. Pelos anos de dedicação à instrução e incentivo no caminho da sabedoria. Por me fazer entender e valorizar o ensino e o conhecimento. Sem vocês nada disso seria possível. Toda minha gratidão pelo amor, apoio, carinho e estímulo.

À minha esposa, **Ana Luiza**, por abdicar de todo conforto e estabilidade que tínhamos em Vitória e me apoiar nessa jornada em Piracicaba. Eu sei do preço que você pagou e o valor das sementes que foram semeadas na estrada. Colheremos juntos e alegres num futuro próximo. Obrigado por acreditar e incentivar os meus propósitos e meus sonhos. Te amo.

À minha irmã, **Akemi**, por todo apoio e paciência comigo, independente de quão diferentes somos. Muito obrigado por ter você em minha vida.

Ao meu filho, **Bernardo**, pela saudade do seu abraço e pelo seu amor puro. Por pacientemente entender esse tempo longe e por ter aproveitado cada segundo perto. Você e a sua amizade são as minhas maiores conquistas.

Aos professores, amigos e mentores, **Marco Masioli**, **Ronaldo Hirata** e **Cristian Higashi** por todo apoio, sabedoria e confiança ao longo dessa jornada.

AGRADECIMENTOS

Ao Reitor da UNICAMP, **Prof. Dr. Antônio José Almeida Meirelles**.

Ao Diretor da FOP, **Prof. Dr. Francisco Haiter Neto**.

Ao Coordenador Geral da Pós-graduação da FOP, **Profa. Dra. Karina Gonzales Silvério Ruiz**.

Ao Coordenador do Programa de Pós-graduação em Materiais Dentários, **Prof. Dr. Américo Bortolazzo Correr**.

Ao meu orientador **Prof. Dr. Marcelo Giannini** por ser um profissional exemplar e um grande amigo e conselheiro quando necessário foi. Sou muito grato por tudo que você tem feito por mim. Como dito, tinha grande admiração quando cheguei na FOP e uma consideração muito maior depois de ter trabalhado junto. Obrigado pelas oportunidades.

Ao **Prof. Dr. Ronaldo Hirata** pelo auxílio e aquisição de materiais nesse trabalho. Ele que tem sido um grande mentor e amigo, incentivador da busca pelo conhecimento.

Aos amigos e coautores **Bruna Fronza, Vitaliano Araújo Neto**, pelo suporte nesse trabalho.

Ao **Prof. Dr. Elliot Watanabe Kitajima** da **Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ)** e ao técnico **Renato Barbosa Saralori** por possibilitarem o uso dos microscópios óptico e eletrônico de varredura.

Ao **Prof. Dr. Roberto Ruggiero Braga** da **Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (FOUSP)** e à **Dra. Bruna Marin Fronza** por auxiliarem no uso do espectrofotômetro no infravermelho por transformada de Fourier.

À **Profa. Dr. Regina Guenka Palma Dibb** da **Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto (FORP-USP)** por possibilitar o uso dos microscópios óptico confocal à laser.

A **Coordenação de Aperfeiçoamento Profissional de Nível Superior (Capes)** código de financiamento 001, pela bolsa concedida durante o Mestrado, que permitiu o desenvolvimento deste trabalho.

A todos os professores da área de Materiais Dentários **Américo Bortolazzo Correr, Mario Alexandre Coelho Sinhoretí, Lourenço Correr Sobrinho, Mário Fernando De Góes, Regina Maria Puppín Rontani e Simonides Consani** por todo aprendizado e pelo crescimento profissional que me propiciaram durante o mestrado.

Ao engenheiro mecânico **Marcos Blanco Cangiani** e a funcionária **Selma Segalla** pela disposição e auxílio na condução das etapas laboratoriais deste estudo.

Aos meus colegas de mestrado por todo aprendizado adquirido juntos. Obrigado por todo apoio e desejo muito sucesso na vida profissional de vocês.

Aos colegas de laboratório **Amanda Willers, Beatriz Sahadi Beatriz Romano, Daniela Bandeira, Eduardo Fernandes de Castro, Jorge Soto Montero e Mayara Noronha.**

Aos meus amigos do laboratório de materiais, especialmente ao **Caio Nobre, Aila Maria Cipriano, Marcus Vinicyus e João Marcos Batista.** Obrigado pela amizade, apoio e bons momentos vivenciados diariamente.

Aos meus amigos que conheci durante minha pós-graduação de outros programas adquiridos durante esses dois anos.

RESUMO

Objetivo: Este estudo avaliou a influência da escovação na adaptação de cor de resinas compostas simplificadas em cavidades de diferentes cores. Adicionalmente, a rugosidade e o brilho da superfície foram medidos acompanhando os ciclos de escovação e as partículas de carga dos compósitos foram caracterizadas.

Materiais e Métodos: Matrizes de resina para impressão 3D foram utilizadas nas cores A1 e A3, simulando cavidades Classe I com dimensões de 6 mm de diâmetro x 2 mm de profundidade. As cavidades foram preenchidas com os seguintes compósitos: Beautifil Bulk Restorative A (BTFB/Shofu), Beautifil Enamel T (BTFE/Shofu), Omnicroma (OMNI/Tokuyama), Filtek Universal Restorative (FLTK/3M), Filtek Z350XT (CTRL/3M), SimpliShade (SMPL)/Kerr) e Essentia Universal (ESSE/GC). As superfícies dos compósitos foram polidas e submetidas à escovação por 10.000 e 20.000 ciclos. As diferenças de cores (ΔE_{00} por espectrofotômetro digital e ΔE_{00} da análise por software) ($n = 7$), rugosidade da superfície ($n = 14$) e brilho ($n = 14$) foram mensuradas antes (*baseline*) e após ambos os ciclos de escovação ($n = 7$). Imagens de microscopia confocal à laser, microscopia eletrônica de varredura e energia dispersiva de raios X foram utilizadas para a caracterização das partículas de carga dos compósitos testados. Os dados foram analisados por ANOVA (dois e três fatores) e teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

Resultados: A escovação afetou o ΔE_{00} de todos os compósitos para ambas as análises. Apenas BTFB e ESSE antes da escovação e BTFB após 20.000 ciclos, ambos na cavidade A3, atenderam os limites de aceitabilidade na análise por software. A rugosidade da superfície aumentou e o brilho diminuiu após 10.000 e 20.000 ciclos.

Conclusões: A escovação influenciou a adaptação de cor dos compósitos dependendo do método utilizado para avaliação, sistema simplificado e cor da cavidade. As características da partícula de carga desempenham um papel importante para a obtenção do efeito de percepção da cor dos compósitos.

PALAVRAS-CHAVE: Cor, dente, materiais dentários, resina composta, microscopia eletrônica de varredura.

ABSTRACT

Objective: This study evaluated the influence of toothbrushing on color matching of simplified and single shade restorative composites using cavities with different shades. Additionally, the surface roughness and gloss of tested restorative composites were measured following the brushing cycles and the filler particles of these composites were characterized.

Materials and Methods: Resin-based matrices were printed in A1 and A3 shades, simulating Class I cavities (6 mm diameter X 2 mm height). Cavities were filled with Beautifil Bulk Restorative A (BTFB/Shofu), Beautifil Enamel T (BTFE/Shofu), Omnicroma (OMNI/Tokuyama), Filtek Universal Restorative (FLTK/3M), Filtek Z350XT (CTRL/3M), SimpliShade (SMPL/Kerr) and Essentia Universal (ESSE/GC) and composite surfaces were submitted to toothbrushing for 10,000 and 20,000 cycles. Digital colorimeter ΔE_{00} (n = 7), color software analysis ΔE_{00} (n = 7), roughness (n = 14) and gloss (n = 14) were obtained at baseline and after the brushing cycles (n = 7). 3D images obtained with confocal laser microscopy for illustrating the surface roughness, and the scanning electron microscopy and energy dispersive X-ray analysis were used for the characterization of filler particles of tested composites. Data were analyzed using two and three-way ANOVA and Tukey's test ($\alpha = 0.05$).

Results: Toothbrushing affected the ΔE_{00} of all composites for both analyses. Only BTFB and ESSE prior to brushing and BTFB after 20,000 cycles, both in A3 cavity met the perceptibility thresholds in software analysis. Surface roughness increased and gloss decreased after 10,000 and 20,000 cycles.

Conclusions: Toothbrushing affected the color matching of composites depending on the method used for evaluation, simplified restorative composite, and cavities shade. Filler characteristics plays an important role for blending effect achievement.

KEYWORDS: Color, tooth, dental materials, composite resins, microscopy electron scanning.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Propriedades ópticas do tecido dental.....	14
2.2 Padronização de cor para materiais restauradores.....	15
2.3 Técnicas restauradoras.....	17
2.4 Resinas compostas.....	18
2.4.1 Sistemas de cor convencional.....	18
2.4.2 Sistemas de cor simplificada.....	20
2.4.3 Sistemas de cor única.....	21
2.5 Escovação simulada e características de superfície.....	22
3 PROPOSIÇÃO.....	24
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
4.1 Confeção das amostras.....	26
4.2 Escovação Simulada.....	27
4.3 Medição de Cor.....	27
4.3.1 Análise por Espectrofotômetro Digital.....	27
4.3.2 Análise por Software.....	28
4.4 Rugosidade e Perfil da Superfície.....	29
4.5 Brilho Superficial.....	30
4.6 Caracterização das Partículas de Carga por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Espectroscopia Dispersiva de Raio X (EDX)	30
4.7 Análise Estatística.....	31
5 RESULTADOS.....	32
5.1 Medição de Cor.....	32
5.1.1 Análise por Espectrofotômetro Digital.....	32
5.1.2 Análise por Software.....	33
5.2 Rugosidade.....	36
5.3 Brilho Superficial.....	38
5.4 Características das Partículas de Carga por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Espectroscopia Dispersiva de Raio X (EDX)	39
6 DISCUSSÃO.....	43
7 CONCLUSÃO.....	48

8 AGRADECIMENTOS.....	49
REFERÊNCIAS.....	50
ANEXO 1 - Gráfico de barras das coordenadas ΔL^* , Δa^* e Δb^* entre os compósitos e o a cavidade A1 e A3 de acordo com os ciclos.....	55
ANEXO 2 - Comprovante de similaridade	56

1 INTRODUÇÃO

O sucesso estético de uma restauração com resinas compostas está associado à reprodução da cor e efeitos ópticos do dente hígido. Desta forma, técnicas de estratificação são usadas para mimetizar os tecidos dentais (Ardu and Krejci 2006, Dietschi and Fahl 2016). No entanto, a percepção e habilidades técnicas do clínico são fatores que influenciam no sucesso estético (Iyer, Babani et al. 2021). Os sistemas de resinas convencionais se utilizam misturas de pigmentos e monômeros, que definem a cor final do material (Della Bona 2020). No entanto, novos materiais propõem explorar o seu comportamento óptico, se adaptando à cor da dentina e esmalte (Paravina, Westland et al. 2008, Abdelraouf and Habib 2016). Através da interação com a luz, sistemas de restauradores de resina composta podem facilitar a seleção de cor, reduzindo a sensibilidade técnica do tratamento (Abdelraouf and Habib 2016, Chen, Toida et al. 2020).

A interação da luz com a superfície de um material promove fenômenos óticos que definem a cor de todo os objetos visíveis (Spitzer and Bosch 1975). Novos sistemas de resinas compostas exploram esses fenômenos para se adaptar à cor dos tecidos dentais, favorecendo o resultado final (Durand, Ruiz-Lopez et al. 2020). Esse comportamento presente nos sistemas simplificados foi chamado de “*blending effect*”. Comercialmente esses materiais apresentam sistemas com poucas cores, resumindo toda a escala VITA em apenas algumas cores (de Abreu, Sampaio et al. 2021). Os fabricantes alegam que o “*blending effect*” pode ser alcançado através do comportamento óptico do material (Paravina, Westland et al. 2006, Paravina, Westland et al. 2008, Della Bona 2020, de Abreu, Sampaio et al. 2021, Iyer, Babani et al. 2021). Resinas compostas de “cor única” também foram introduzidas no mercado e apresentam a capacidade de se adaptar à cor do substrato apenas através dos efeitos óticos produzidos pela morfologia das partículas e índice de refração (Bucuta and Ilie 2014, Catel, Angermann et al. 2021, Iyer, Babani et al. 2021). Quando a luz interage com esse material, a superfície das partículas difunde o feixe luminoso em várias direções, ocasionando a reflexão da cor da estrutura ao redor, sendo conhecido como “efeito camaleão” (Paravina, Westland et al. 2006, Paravina, Westland et al. 2006, Paravina, Westland et al. 2008, de Abreu, Sampaio et al. 2021). Portanto, a cor do tecido dental é corresponsável pelo sucesso da restauração, influenciando diretamente no matiz e croma (Paravina, Westland et al. 2008, Pop-Ciutrla, Ghinea et al. 2015, Pecho, Ghinea et al. 2016, Della Bona 2020, Durand, Ruiz-Lopez et al. 2020).

Segundo algumas pesquisas, a rugosidade influencia diretamente na interação da luz, afetando a quantidade refletida, absorvida e transmitida através do material (van Dijken and Ruyter 1987, Dietschi, Campanile et al. 1994). Na reflexão, a rugosidade também influencia o componente especular e difuso, aumentando ou diminuindo o brilho de superfície (Ergucu and Turkun 2007). Estudos relataram que desafios químicos e mecânicos aumentaram a rugosidade, diminuindo o brilho (Kamonkhantikul, Arksornnukit et al. 2016). Além disso, de acordo com a American Society for Testing and Materials (ASTM) D523, o brilho é um método padrão para medir a reflexão especular, avaliando a capacidade de uma superfície refletir a luz. Vários estudos têm investigado a capacidade de adaptação dos sistemas simplificados e suas propriedades ópticas (Paravina, Westland et al. 2006, Paravina, Westland et al. 2008, Abdelraouf and Habib 2016, Chen, Toida et al. 2020, Durand, Ruiz-Lopez et al. 2020, de Abreu, Sampaio et al. 2021, Iyer, Babani et al. 2021, Lucena, Ruiz-Lopez et al. 2021). Entretanto, é importante investigar se existe influência da rugosidade e do brilho na manutenção dessa propriedade dos diferentes sistemas restauradores simplificados.

Desta forma, os objetivos deste estudo foram avaliar o efeito da escovação simulada na cor, rugosidade, brilho de sistemas de resinas compostas simplificadas e de cor única. Foram utilizadas 2 metodologias para avaliar a adaptação à cor da cavidade: (1) espectrofotômetro digital; e (2) análise por software. Com relação às análises de rugosidade da superfície e o brilho das resinas compostas, elas foram medidas inicialmente e após cada período de simulação de escovação. Uma vez que as partículas de carga dos compósitos influenciam no comportamento óptico dos materiais restauradores, imagens representativas de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Energia Dispersiva de Raio-X (EDX) foram realizadas para caracterizar essas partículas quanto ao formato, tamanho e composição química.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Atualmente, as resinas compostas são utilizadas para melhorar a estética do sorriso por meio de uma abordagem minimamente invasiva e menor custo quando comparado à alguns sistemas cerâmicos e com propriedades ópticas que permitem excelentes resultados estéticos (Ardu and Krejci 2006, Dietschi, Ardu et al. 2006, Dietschi and Fahl 2016). O sucesso fica sob a responsabilidade da habilidade manual e conhecimento técnico do clínico para explorar os diversos sistemas disponíveis, mimetizando as características dos tecidos dentais para criar função e estética sem comprometer a biomecânica do sistema estomatognático (Dietschi and Fahl 2016). Dessa forma, o conhecimento morfológico dos dentes é essencial, pois a composição e estrutura histológica dos tecidos envolvidos exibem diferentes comportamentos óticos que definem a cor do dente natural (Joiner 2004).

2.1 PROPRIEDADES ÓPTICAS DO TECIDO DENTAL

Esmalte e dentina se sobrepõem ao longo do dente, produzindo interações que variam de acordo com combinação da espessura de esmalte e dentina (Bazos and Magne 2014). A cor de um dente natural é influenciada pelo matiz da dentina e pela translucidez do esmalte, que tem um efeito sutil, porém perceptível (ten Bosch and Coops 1995, de Moraes Rego Roselino, Tonani Torrieri et al. 2019). Portanto, a translucidez do esmalte influencia na aparência do dente pela interação com o croma da dentina (Ragain and Johnston 2001, He, Park et al. 2020). Um esmalte altamente translúcido permite que o croma da dentina se expresse quase que sem interferência, enquanto um esmalte de baixa translucidez interfere de forma mais intensa, alterando a cor final (Ragain and Johnston 2001, Oguro, Nakajima et al. 2016, de Moraes Rego Roselino, Tonani Torrieri et al. 2019, He, Park et al. 2020). A espessura do esmalte também deve ser levada em conta. Regiões onde esse tecido se apresenta com maior espessura, como terço médio-incisal em vestibulares, terá maior interferência sobre o croma da dentina. Em regiões cervicais, onde a espessura do esmalte é mais delgada, a cor original da dentina pode ser observada quase sem interferência (Ragain and Johnston 2001, Oguro, Nakajima et al. 2016). Também foi demonstrado que o matiz, o croma e a luminosidade do dente são influenciados pela variabilidade na composição mineral do esmalte, ou seja, tamanho e outras características dos cristais de hidroxiapatita do esmalte que interferem em sua translucidez (Eimar, Marelli et al. 2011). Entretanto, foi observado que o conteúdo mineral do esmalte afeta índice de refração local, que está associado às propriedades de

dispersão da luz dentro do tecido. (Hariri, Sadr et al. 2013). Outro fenômeno que afeta a cor do dente e merece destaque é a opalescência, que é definida como a dispersão da luz na faixa de comprimento de onda azul (Ragain and Johnston 2001, Lee and Yu 2007, de Moraes Rego Roselino, Tonani Torrieri et al. 2019). Por esses motivos, diversos sistemas de resinas compostas e técnicas restauradoras foram desenvolvidos tentando reproduzir de forma artificial a aparência do dente natural.

2.2 PADRONIZAÇÃO DE COR PARA MATERIAIS RESTAURADORES

Guias com diferentes tonalidades de dentes são comercializados por diferentes fabricantes por conta da subjetividade da cor. De forma general, a escala VITAPAN *classical* A1-D4 é até hoje amplamente utilizada na seleção de cor de materiais restauradores e na comunicação profissional (VITAZahnfabrik 2015) (Figura 1) . Esse guia de cores foi introduzido em 1983 pela fabricante alemã VITA Zahnfabrik, contendo 16 cores.



Figura 1. Apresentação da escala VITAPAN Classical A1-D4.

Pela facilidade de padronização dos trabalhos, os técnicos adotaram essa escala, que ainda é considerado o padrão ouro mundialmente (VITAZahnfabrik 2015). Essa escala divide a cor em diferentes matizes e cromas. O matiz corresponde a cor característica do dente e foi classificado em A, B, C e D, sendo A “avermelhado-acastanhado”, B “avermelhado-amarelado”, C “cinza” assim como D “avermelhado-acinzentado”. O croma correspondia a intensidade com que essa cor era expressa e foi classificada em ordem numérica crescente (1, 2, 3, 3,5 e 4), sendo o 1 a menor manifestação daquele matiz e aumentando gradativamente até o croma 4 (VITAZahnfabrik 2021). Entretanto, pela crescente demanda estética, novos sistemas de

resinas compostas com características de translucidez/opacidade foram desenvolvidos (Villarroel, Fahl et al. 2011). Dessa forma, a escala VITAPAN *classical* A1-D4 foi se tornando obsoleta, e em 1998 foi substituída pela escala VITA SYSTEM 3D-MASTER, que foi idealizada para dar maior exatidão na determinação e comunicação da cor (VITAZahnfabrik 2015) (Figura 2).



Figura 2. Apresentação da escala VITA 3D Master.

Atualmente, a pluralidade de sistemas restauradores resultou em guias de cor específicos para cada sistema dos fabricantes (Diamantopoulou, Kakaboura et al. 2021). Essa diversidade de termos, marcas, cores e opacidades confundem cada vez o mais o clínico (Figura 3), dificultando a escolha de um sistema de resina composta, a tomada de cor, a utilização da técnica adequada e o sucesso do resultado final.

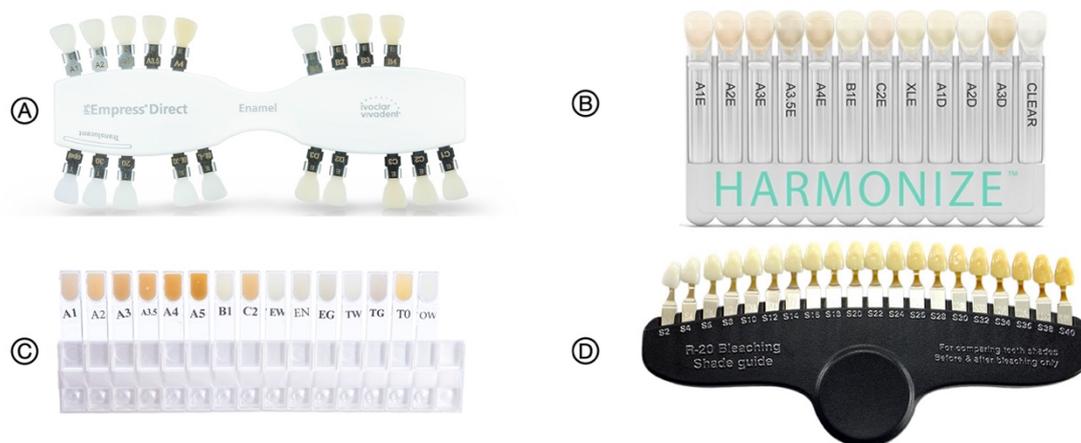


Figura 3. Exemplos de diferentes escalas de cor de acordo com cada sistema restaurador. A - Escala de cor do sistema IPS Empress Direct (Ivoclar Vivadent); B - Escala de cor do sistema Harmonize (Kerr); C - Escala de cor do sistema Amelogen (Ultradent); D - escala de cor genérica;

2.3 TÉCNICAS RESTAURADORAS

O uso das técnicas restauradoras permite que as resinas compostas convencionais mimetizem as características dos dentes naturais. Diversas técnicas de estratificação foram desenvolvidas com intuito reproduzir a cor e efeitos ópticos dos elementos dentais com resinas compostas, embora o sucesso estético ainda dependa da percepção e habilidades técnicas do clínico (Dietschi, Campanile et al. 1994, Ardu and Krejci 2006, Iyer, Babani et al. 2021). A estratificação de restaurações de resina composta começou com desenvolvimento da tecnologia de fotopolimerização nos materiais resinosos (O'Brien 1985, Vanini 1996, Ritter 2001). Resinas compostas com essa tecnologia foram lançados no mercado, como o Herculite XR (Kerr), oferecendo diferentes opacidades e cores para reprodução das características dos elementos dentais. Em 1991, pela primeira vez a fabricante Kerr disponibilizou no mercado um sistema restaurador direto (Herculite XRV) utilizando as cores VITA, facilitando o desenvolvimento de técnicas de estratificação (Ritter 2001, Dietschi and Fahl 2016), porém, a técnica não foi padronizada para gerar uma escala de cores universal até o momento (da Costa, Fox et al. 2010). Dentre essas, algumas se difundiram entre os clínicos, como a técnica da Estratificação Policromática publicada em 2006, onde é apresentado os princípios para seleção do material restaurador e a combinação necessária para melhora do resultado estético das restaurações em dentes anteriores com o uso de diversas camadas de resinas compostas com diferentes cores e translucidez (Fahl 2006). Embora seja aplicada clinicamente por vários profissionais, ela exige apurada habilidade manual, acuidade visual na escolha do material e tempo clínico prolongado. Sendo assim, outros métodos de estratificação mais simplificados foram desenvolvidos.

Outra técnica relativamente popular é a Estratificação Natural, que consiste na substituição do esmalte por uma camada de material mais translúcido, aplicado sobre uma resina composta opaca que reproduz a dentina. Dessa forma, essa técnica reestabelece as estruturas que existiam anteriormente, recriando a profundidade e a cor do dente hígido (da Costa, Fox et al. 2010) (Figura 4). Novas técnicas simplificadas, usando diferentes materiais tem surgido, como a técnica de Reconstrução Histo-Anatômica dos Dentes, onde uma resina composta de baixa viscosidade de média opacidade e com alta quantidade de carga é usada para substituir a dentina e um uma camada de material translucidez média com partículas microhíbridas substitui o esmalte (Peumans, Politano

et al. 2020). O desenvolvimento de novas técnicas só foi possível pela constante evolução do material restaurador, que visa facilitar o uso clínico.

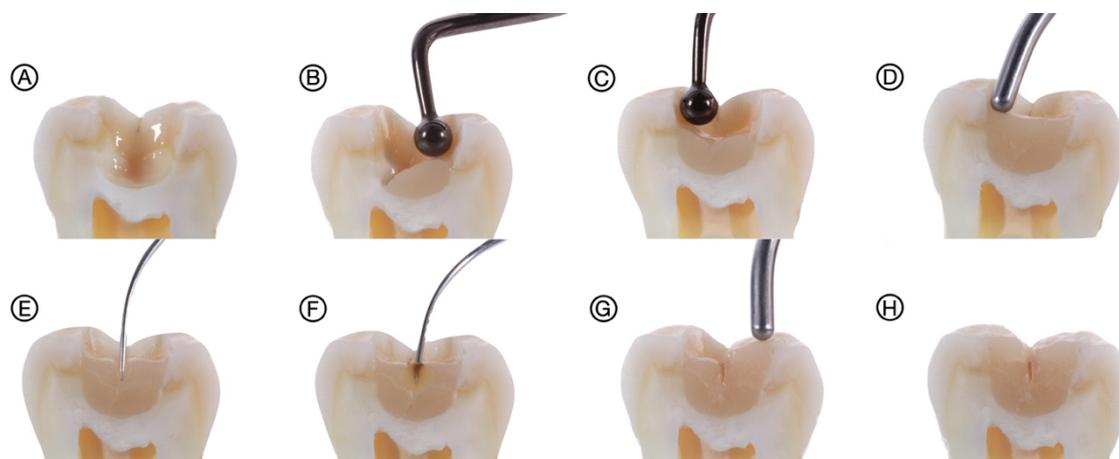


Figura 4. Técnicas de estratificação utilizando camadas de resinas compostas com diferentes cores e translucidez. A - Cavidade vazia; B e C - Inserção de incremento de forma oblíqua com compósito de maior opacidade; D - Inserção da segunda camada com incremento único com compósito de média opacidade; E - Separação do incremento único delimitando as cúspides e desenho do sulco principal; F - Aplicação opcional de corantes e pigmentos; G e H - Inserção da terceira camada com incrementos de forma oblíqua com compósito de baixa opacidade ou efeito. Os passos e cores podem variar de acordo com os sistemas restauradores.

2.4 RESINAS COMPOSTAS

2.4.1 SISTEMAS DE COR CONVENCIONAL

A cor das resinas compostas convencionais é resultado da incorporação de pigmentos que interagem com a luz, produzindo tonalidades compatíveis com os dentes (Brainard, Cottaris et al. 2018). Os pigmentos também podem afetar a difusão da luz através das material (Azhar, Haas et al. 2019). A cor do material restaurador é determinada pelos comprimentos de onda da luz que são absorvidas, refletidas e transmitidas através dele e, em conjunto com outras propriedades ópticas das resinas compostas, permitem resultados altamente estéticos e com previsibilidade (Vanini 1996, Della Bona 2020). Em geral, os sistemas de resinas compostas convencionais são classificados de acordo com o tamanho de partícula, que podem impactar no resultado da restauração dependendo do formato, composição e organização dentro da matriz resinosa (Arikawa, Kanie et al. 2007, Ferracane 2011). Além disso, as características da matriz

orgânica e sua opacidade, as propriedades de opalescência e fluorescência terão impacto no resultado estético. As espessuras das camadas que são aplicadas influenciam a cor e a translucidez e interagem com as estruturas subjacentes (Sharma and Roulet 1999, Dietschi 2001) (Figura 5).

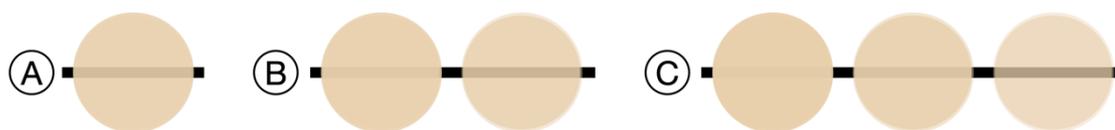


Figura 5. Exemplos de diferentes sistemas de resinas compostas convencionais. A - Sistema convencional com uma opacidade (Tetric N-Ceram, Ivoclar Vivadent); B - Sistema convencional com duas opacidades (Estelite Omega, Tokuyama); C - Sistema convencional com três opacidades (Filtek Supreme XTE, 3M ESPE).

Atualmente, os fabricantes optaram por desenvolver métodos próprios para reproduzir as características naturais dos dentes, com diferentes níveis de complexidade (Villarrol, Fahl et al. 2011, Chandrasekhar, Rudrapati et al. 2017, Della Bona 2020). Existem no mercado sistemas convencionais com uma, duas e três opacidades (Dietschi 1995, Fahl, Denehy et al. 1995) (Figura 6). Compreender a aplicação clínica e indicação de cada uma é um elemento chave para o sucesso da composição do sorriso, entretanto não existe uma padronização das nomenclaturas e translucidez dos materiais, tornando confuso a seleção do material restaurador e o uso de diferentes sistemas de resina composta.



Figura 6. Exemplos de diferentes sistemas de resinas compostas convencionais. A - Sistema convencional com uma opacidade (Tetric N-Ceram, Ivoclar Vivadent); B - Sistema convencional com duas opacidades (Estelite Omega, Tokuyama); C - Sistema convencional com três opacidades (Filtek Supreme XTE, 3M ESPE).

É importante salientar que sucesso da restauração ainda é dependente da aplicação correta da técnica e da compreensão do profissional sobre o sistema de cor da resina composta utilizada (Dietschi and Fahl 2016, Iyer, Babani et al. 2021). Por conta disso erros na seleção de cor e na reprodução da técnica restauradora são comuns por parte do clínico. Essa dificuldade trouxe a tendência de simplificação dos sistemas de resinas compostas para os fabricantes, reduzindo a complexidade dos procedimentos com kits com menor quantidade de variáveis (Iyer, Babani et al. 2021).

2.4.2 SISTEMAS DE COR SIMPLIFICADA

Por conta da dificuldade e complexidade dos diversos sistemas, uma crescente demanda por sistemas mais simples e reduzidos, que possam suprir as necessidades do profissional na rotina clínica surgiu. Em resposta, os fabricantes desenvolveram sistemas simplificados, dispondo de kits com menos matizes, cromas e opacidades, como os sistemas Essentia (GC Dental Inc.), Enamel HRi (Micerium) (Figura 7). Convencionalmente, as tonalidades desses sistemas também são resultantes da reflexão e absorção da luz sobre pigmentos (Spitzer and Bosch 1975, Della Bona 2020), porém novas tecnologias foram desenvolvidas para as resinas compostas simplificadas, a fim de produzir uma adaptação da cor, reduzindo os erros durante o tratamento restaurador (Paravina, Westland et al. 2006, Abdelraouf and Habib 2016, Chen, Toida et al. 2020).



Figura 7. Exemplos de diferentes sistemas de resinas compostas de cor simplificada. A - Sistema Essentia (GC Dental Inc.); B - Sistema Enamel HRi (Micerium).

Essa nova propriedade foi chamada de *blending effect* por promover uma “mistura” da cor do material restaurador com a cor do substrato dental através de efeitos ópticos. Essa “mistura” proporciona ao material restaurador a capacidade de adaptação à

cor do substrato, entretanto esse efeito é limitado. (Paravina, Westland et al. 2006, Paravina, Westland et al. 2006, Paravina, Westland et al. 2008, Paravina, Perez et al. 2019). Nesses sistemas simplificados, todas as 16 cores presentes na escala VITAPAN *classical* A1-D4 podem ser resumidas em apenas algumas cores sem comprometer o resultado estético final (de Abreu, Sampaio et al. 2021). É importante salientar que nesses sistemas as tonalidades e cores presentes podem seguir ou não seguir a escala VITA.

2.4.3 SISTEMAS DE COR ÚNICA

Compósitos de cor única que não contêm pigmentos específicos, como Omnicroma (Tokuyama Dental Co. Ltd) e Beautifil UniShade (Shofu Inc.) (Figura 8), exibem propriedade óptica baseadas na morfologia da carga e na proximidade do índice de refração entre matriz resinosa e composição das partículas de cargas (Bucuta and Ilie 2014, Catel, Angermann et al. 2021, Iyer, Babani et al. 2021).



Figura 8. Exemplos de diferentes sistemas de resinas compostas de cor única. A - Sistema Omnicroma (Tokuyama Dental Co. Ltda.); B - Sistema UniShade (Shofu Inc.).

O trabalho de Oivanen e seus colaboradores mostrou que a inclusão de partículas de cargas com índice de refração muito próximo do índice da matriz resinosa resultou na adaptação de cor à estrutura circundante (Oivanen, Keulemans et al. 2021). Essa é uma inovação tecnológica recente onde a capacidade de se adaptar à cor do substrato é alcançada pela absorção e emissão de luz do material restaurador. Essa tecnologia pode ser denominada como “cor estrutural” (Tanaka, Nakajima et al. 2015, Fu, Tippetts et al. 2016, Pereira Sanchez, Powers et al. 2019). Fabricantes usam diferentes estratégias para que seu material possa exibir essa propriedade. A Omnicroma produzida pela Tokuyama se utiliza da interação das partículas de carga supra-nanométricas presentes no material

com a luz por meio de reflexão e refração (Hsiung, Justyn et al. 2017). O mecanismo da “cor estrutural” acontece quando a luz viaja através da resina composta, se espalhando nas superfícies das partículas de carga e se difundindo em múltiplas direções dentro do material. Parte da luz atravessa a resina composta em linha reta até ser refletida pelo substrato dental e voltar através do material restaurador (Arimoto, Nakajima et al. 2010, Fu, Tippetts et al. 2016). Por isso a composição e propriedades das partículas de carga da resina composta podem influenciar as características de transmitância da luz.

Dentre os benefícios dessa tecnologia estão a facilidade da seleção do material, menos passos clínicos, o uso de técnicas simplificadas. Os materiais que exibem tal propriedade provavelmente terão menos mudança de cor ao longo do tempo pela degradação dos fotoiniciadores e amins. Além disso, uma menor distorção de cor é esperada, uma vez que as partículas de carga correspondem aos comprimentos de onda da luz visível (Fu, Tippetts et al. 2016, Pereira Sanchez, Powers et al. 2019).

2.5 ESCOVAÇÃO SIMULADA E CARACTERÍSTICAS DE SUPERFÍCIE

Há uma falta de informação sobre a influência da escovação sobre a estabilidade de cor de resinas compostas. A maioria dos artigos científicos investigaram a escovação associada à outras variáveis, como bebidas ou cremes dentais clareadores. Entre eles, dois estudos não mostraram interferência da escovação na estabilidade de cor de compósitos convencionais (da Silva, Doria et al. 2013, de Moraes Rego Roselino, Tonani Torrieri et al. 2019), principalmente porque nesses materiais os mecanismos de cor são baseados em óxidos metálicos e outros pigmentos (Arikawa, Kanie et al. 2007, Della Bona 2020). No entanto, a cor dos sistemas simplificados é baseada na interação da luz com a superfície e nas características do índice de refração, de acordo com a informação dos fabricantes (TokuyamaDentalAmerica, Paravina, Westland et al. 2006, Paravina, Westland et al. 2006, Paravina, Westland et al. 2008) e até a presente data, não foram encontrados estudos que investiguem o comportamento desse material quando submetido à escovação simulada.

Diversos autores relatam que o principal efeito da escovação é o aumento da rugosidade e alteração das características topográficas do compósito (da Silva, Doria et al. 2013, Kamonkhantikul, Arksornnukit et al. 2016, Daud, Adams et al. 2020). Além disso, também relataram que com o aumento da rugosidade pela escovação produz a diminuição do brilho para a maioria das resinas compostas (da Silva, Doria et al. 2013, Kamonkhantikul, Arksornnukit et al. 2016). De acordo com ASTM D523, o glossímetro

é um método padrão para medir a reflexão especular e é usado para avaliar a capacidade de uma superfície de devolver a luz na normal do ângulo de incidência. A luz responde à rugosidade da superfície, influenciando diretamente na reflexão especular e difusa (Ergucu and Turkun 2007). Dessa forma, o brilho superficial corresponde ao componente especular da reflexão (Hosoya, Shiraishi et al. 2009, Villarroel, Fahl et al. 2011) e sua diminuição resulta no aumento do componente difuso (Ergucu and Turkun 2007, Hosoya, Shiraishi et al. 2009). Isso produz uma maior penetração da luz na superfície, espalhando e refratando em várias direções, ressurgindo novamente na superfície (Nayar, Ikeuchi et al. 1991). Para as resinas compostas convencionais isso pode não produzir nenhuma interferência na cor de acordo com estudos (da Silva, Doria et al. 2013, de Moraes Rego Roselino, Tonani Torrieri et al. 2019). Entretanto, autores relataram que o componente especular da reflexão influenciou significativamente os valores de L^* dos compósitos e a diminuição da reflexão especular pode resultar em cores escurecidas em compósitos convencionais (Hosoya, Shiraishi et al. 2009). Para os sistemas com *blending effect* podem aprimorar a sua adaptação à cor do substrato, já que se aproveitam do componente difuso (Chu, Trushkowsky et al. 2010, Lucena, Ruiz-Lopez et al. 2021). Entretanto é escassa a informação sobre o efeito da escovação sobre as resinas compostas simplificadas na literatura.

3. PROPOSIÇÃO

O estudo teve como objetivo geral avaliar o efeito da escovação simulada sobre a adaptação de cor das resinas compostas de cor “universal” ou sistemas restauradores simplificados de cores. Os seguintes objetivos específicos foram:

1. Avaliar a alteração de cor das resinas compostas antes e após a escovação simulada por 10.000 e 20.000 ciclos em cavidades de diferentes cores;
2. Avaliar a rugosidade das resinas compostas antes e após a escovação simulada por 10.000 e 20.000 ciclos;
3. Avaliar o brilho das resinas compostas antes e após a escovação simulada por 10.000 e 20.000 ciclos;
4. Avaliar se a alteração da rugosidade de superfície provocada pela escovação influencia na determinação da cor por espectrofotômetro digital e por software de análise de cor.
5. Caracterizar os tipos de partículas dos compósitos.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo *in vitro* utilizou dois sistemas de cor única: Omnichroma (OMNI / Tokuyama Dental Co. Ltd, Tóquio, Japão) e Essentia Universal (ESSE / GC Dental Inc., Tóquio, Japão); e quatro sistemas simplificados: Filtek Universal Restorative A1 e A3 (FLTK / 3M Oral Care, St. Paul, MN, EUA), SimpliShade Light e Medium (SMPL / Kerr Corp., Orange, CA, EUA), Beautifil Bulk Restorative A (BTFB / Shofu Inc., Kyoto, Japão) e Beautifil II Enamel T (BTFE / Shofu Inc., Kyoto, Japão). O Controle (CTRL) foi um sistema convencional de resina composta que segue os padrões da escala VITA (Filtek Z350 XT na cor A1B e A3B / 3M Oral Care, St. Paul, MN, EUA). Os detalhes de todos os compósitos envolvidos neste estudo são exibidos na Tabela 1.

Tabela 1. Nome comercial, composição, cor e número de lote dos materiais testados.

NOME COMERCIAL	COR	NÚMERO DE LOTE	COMPOSIÇÃO
Beautifil Bulk Restorative	A	102049	Matriz orgânica: Bis-GMA, UDMA, Bis-MPEPP, TMMGDMA e fotoiniciadores. Partículas: vidro aluminofluoro-borossilicato, óxido de alumínio.
Beautifil Enamel	T	122008	Matriz orgânica: Bis-GMA, TEGDMA e fotoiniciadores. Partículas: vidro aluminofluoro-borossilicato, óxido de alumínio.
Omnichroma	OMNI	018E890	Matriz orgânica: UDMA, TEGDMA, hidroxitolueno butilado e fotoiniciadores. Partículas: dióxido de silício e dióxido de zircônio (260 nm).
Filtek Universal Restorative	A1 e A3	NA98446 e NA96426	Matriz orgânica: UDMA, BISEMA-6, Bis-GMA, PEGDMA, TEGDMA e fotoiniciadores. Partículas: cerâmica, sílica e zircônia tratadas com silano.
Filtek Z350 XT	A1 BODY e A3 BODY	2103200661 e 2029600655	Matriz orgânica: UDMA, BISEMA-6, Bis-GMA, PEGDMA, TEGDMA e fotoiniciadores. Partículas: cerâmica, sílica e zircônia tratadas com silano.
SimpliShade	LIGHT e MEDIUM	7974574 e 7951214	Matriz orgânica: poli(oxi-1,2-etanodiil), a-(2-metil-1-oxo-2-propenil)-w-hidroxi-, C12-14-alquil éteres, TEGDMA, EBADMA e fotoiniciadores. Partículas: óxido de sílica, óxido de zircônia e fluoreto de itérbio.
Essentia Universal	U	1910291	Matriz orgânica: UDMA, dimetacrilato de neopentilglicol, 2-(2H-benzotriazol-2-il)-p-cresol e fotoiniciadores. Partículas: fluoreto de cálcio, de estrôncio e de bário e trifluoreto de itérbio.

4.1 Confeção das amostras

O diagrama esquemático de confecção das amostras está ilustrado na Figura 9. Cinquenta e seis matrizes à base de resina para impressão 3D (12 mm de diâmetro x 5 mm de espessura com uma cavidade centralizada de 6 mm de diâmetro x 2 mm profundidade) foram impressos nas cores A1 e A3 VITA usando uma resina de impressão 3D (Resilab 3D Temporário, Wilcos do Brasil Com. e Ind., Petrópolis, RJ, Brasil) (Figura 9A, 9B e 9C). A espessura das paredes e do fundo da matriz foi projetada para fornecer opacidade suficiente e não ser influenciada pelo ambiente externo (paredes com 3 mm). As cavidades foram tratadas com jato de óxido de alumínio, 50 µm de tamanho, a 2,5 bar de pressão, por 15 segundos, numa distância de 5 cm (Figura 9D).

Em seguida, foram colocados em cuba ultrassônica por 10 minutos, lavados com água corrente e secos (Figura 9E). Uma fina camada de adesivo hidrófobo (Scotchbond Multipurpose, Adhesive, 3M Oral Care, St. Paul, MN, EUA) foi aplicado e fotoativado com o aparelho Valo (1.350 mW/cm² de irradiância, Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA) por 20 segundos (Figura 9F).

Em seguida, as resinas compostas foram inseridas em incremento único utilizando uma espátula (Condesa by Style Italiano, LM Arte, Pargas, Finlândia) na matriz de cor correspondente de acordo com a indicação do fabricante. As amostras foram cobertas com fita de poliéster (MF5020, Fava Indústria, Franco da Rocha, SP, Brasil) e uma lâmina de vidro para microscopia, que foi pressionada digitalmente para remoção de excessos e os compósitos foram fotoativados por 20 segundos.

Todos os grupos foram armazenados em água a 37°C por 24 horas (Figura 9G). Em seguida, com o auxílio de uma máquina de polimento (Aropol VV-PU, Arotec Ind., Cotia, SP, Brasil), todos as amostras foram polidas usando uma sequência de lixas impregnada com carbetto de silício (Norton Abrasivos, Vinhedo, SP, Brasil) nas granulações de 400, 600 e 800 por 15 segundos, até as granulações mais finas de 1.200, 1.500 e 2.000 por 30 segundos, sempre na mesma velocidade (aproximadamente 300 rpm). As amostras também foram polidas com disco de feltro e pasta de óxido de alumínio (Enamelize, Cosmedent, Chicago, IL, EUA) na mesma velocidade (Figura 9H). Os grupos foram compostos pela combinação entre as resinas compostas e as matrizes nas cores A1 e A3 e compósitos.

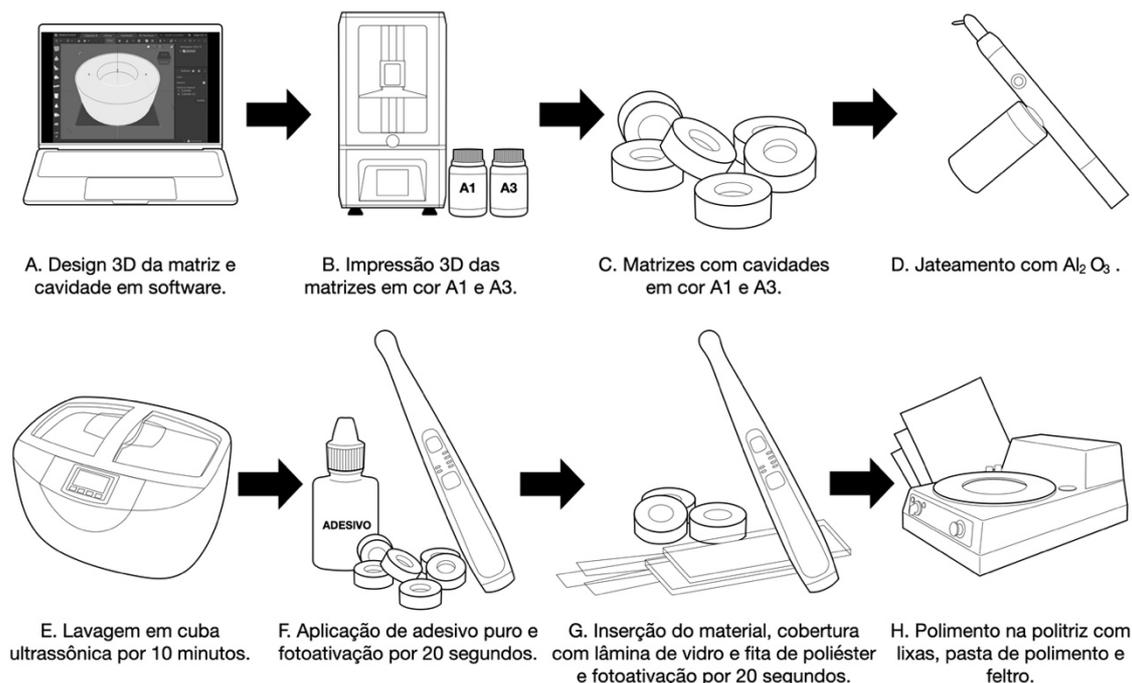


Figura 9. Processo para obtenção das amostras desde (A) o projeto em 3D da matriz e cavidades até (H) o polimento final para primeira aferição de cor, rugosidade e brilho.

4.2 Escovação Simulada

Uma suspensão foi preparada com creme dental (Colgate, Colgate-Palmolive Industrial Ltda, Jaguaré, SP, Brasil) e água destilada (volume 1:2). As amostras foram escovadas em máquina de escovação simulada (Toothbrushing Simulator MEV 4T 10X, Odeme Dental Research, Luzerna, SC, Brasil), com escovas de dentes (Oral B Indicator, Colgate-Palmolive Industrial Ltda, Jaguaré, SP, Brasil) que escovaram a superfície das amostras por 10.000 e 20.000 ciclos (150 ciclos por minuto), com uma carga de 250 gramas. Cada escova foi substituída por uma nova igual a cada 5.000 ciclos.

4.3 Medição de Cor

4.3.1 Análise por Espectrofotômetro Digital

Os valores de $*L$, $*a$ e $*b$ das amostras foram medidos por um espectrofotômetro digital (Easy Shade Advanced, VITA Zhanfabrik, Bad Säckingen, Alemanha) e registrados para todos os materiais testados e para as matrizes (Figura 10A e 10B). Após cada período de escovação, novas medições foram realizadas para ambos, resina composta e matriz (Figura 10C). As diferenças de cor (ΔE_{00}) entre resina composta e matrizes foram calculadas usando os parâmetros CIEDE2000 com a seguinte equação:

$$\Delta E_{00} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L^*}{K_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C^*}{K_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H^*}{K_H S_H}\right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C^*}{K_C S_C}\right) \left(\frac{\Delta H^*}{K_H S_H}\right)}$$

Onde ΔL^* , ΔC^* e ΔH^* são as diferenças de luminosidade, croma e matiz entre os espécimes comparados. R_T é uma função de rotação que explica a interação entre as diferenças de croma e matiz na região azul. S_L , S_C e S_H são as funções de ponderação e K_L , K_C , K_H são os termos corretos a serem ajustados de acordo com as condições experimentais. As medições foram repetidas três vezes para cada espécime, e os valores obtidos foram calculados. As alterações de cor foram determinadas comparando os valores ΔE_{00} da *baseline*, após 10.000 e após 20.000 ciclos (Khashayar, Bain et al. 2014, Paravina, Perez et al. 2019).

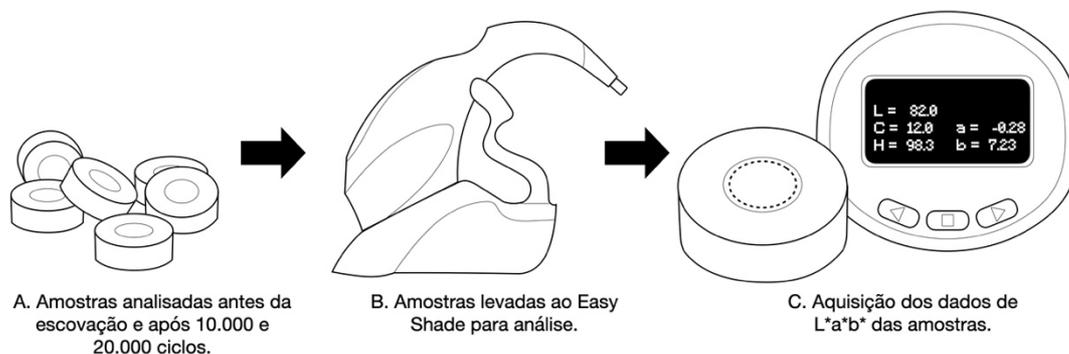


Figura 10. Aquisição do CIEL*a*b* pelo Easy Shade Advanced.

4.3.2 Análise por Software

As amostras foram fotografadas com uma câmera digital DSLR (Canon T6, Canon, Tóquio, Japão) equipada com lente de 60 mm (EF 60 mm, f/2.8L, Macro IS USM, Canon, Tóquio, Japão) e flash *twin* (YN - 24EX Macro Twin Lite Flash, Yongnuo, Shenzhen, China) (Figura 11A e 11B). Utilizando um tripé, a câmera foi estabilizada em posição padrão, com angulação de 90°. Todas as fotografias foram feitas com parâmetros padronizados: Exposição (1/80 segundos, f (32), ISO (200), flash em configuração manual a 1/16 de sua capacidade, distância (~15 cm) em formato JPEG. As imagens foram armazenadas em um cartão de memória SD e transferidos para um computador para serem analisados. Os valores de L^* , a^* e b^* das amostras foram as médias simples das medidas de quatro pontos equidistantes (1 mm do centro da amostra) através de um software (Digital Color Meter, Apple Inc., Cupertino, CA, EUA) (Figura 11C). Os valores de L^* , a^* e b^* da cavidade também foram aferidas em quatro pontos equidistantes e uma média simples foi realizada para se determinar a cor da cavidade. As diferenças de cor

(ΔE_{00}) entre a cavidade e o corpo de resina composta foram calculadas usando os parâmetros CIEDE2000. A alteração de cor foi determinada comparando o ΔE_{00} inicial, após 10.000 e 20.000 ciclos.

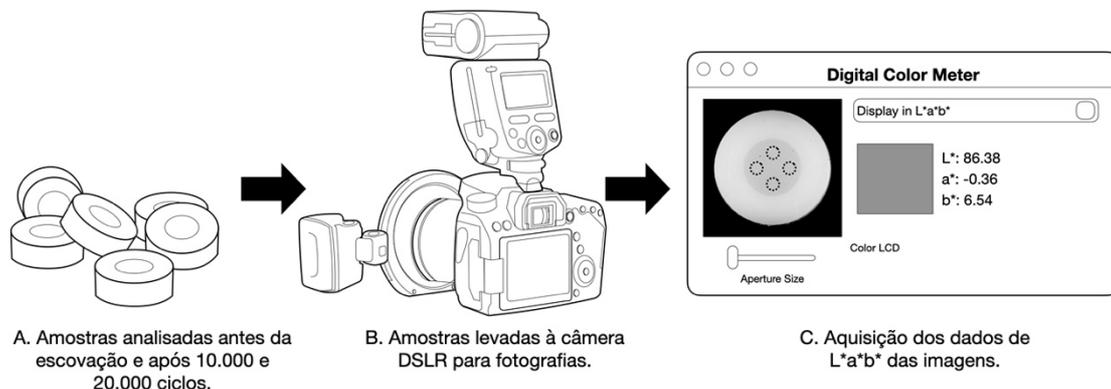


Figura 11. Aquisição do CIEL*a*b* pela análise de software.

4.4 Rugosidade e Perfil da Superfície

Utilizando o microscópio confocal à laser (LEXT OLS4000, Olympus Corp., Shinjuku, Tóquio, Japão), os valores de S_a e imagens 3D da superfície foram obtidos através de um software (LEXT OLS4000, Olympus Corp., Shinjuku, Tóquio, Japão) (Figura 12A e 12B). As alterações foram determinadas comparando os valores de S_a da *baseline*, após 10.000 e após 20.000 ciclos. Além disso, as imagens 3D das superfícies (ampliação de 10x) foram obtidas para ilustrar o perfil da superfície inicialmente e após cada período de ciclagem (Figura 12C).

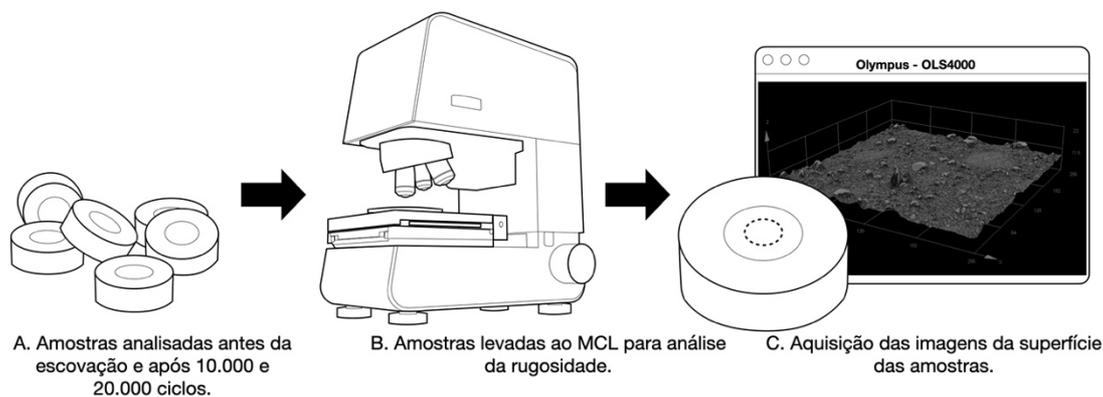


Figura 12. Aquisição da rugosidade superficial pelo MCL.

4.5 Brilho Superficial

As mesmas amostras utilizadas para rugosidade tiveram os dados brilho (GU) obtidos com um medidor de brilho (Novo Curve, Rhopoint Instruments, St Leonards, Reino Unido) (Figura 13A e 13B). Quatro aferições foram realizadas, movimentando a amostra 90° em sentido horário (0°, 90°, 180° e 270°) e pela média simples dos valores, foi determinado o brilho (em GU) de cada amostra (Figura 13C). O brilho foi aferido inicialmente e após cada etapa dos ciclos de escovação.

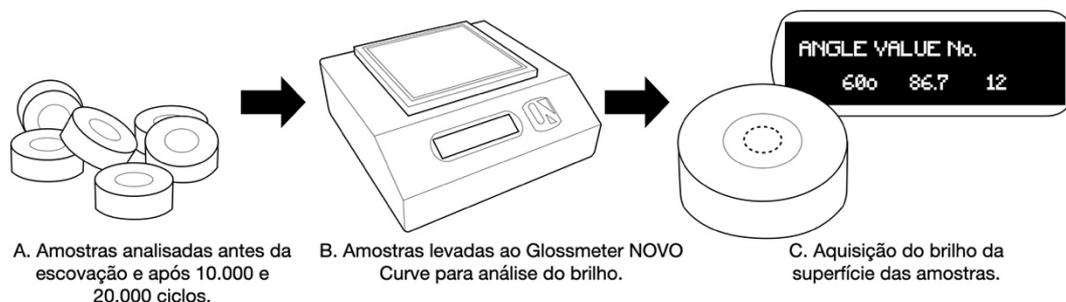


Figura 13. Aquisição do brilho pelo Glossmeter NOVO Curve.

4.6 Caracterização das Partículas de Carga por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Espectroscopia Dispersiva de Raio X (EDX)

Aproximadamente 0,5 g de cada resina composta não polimerizada foi lavada e centrifugado em álcool isopropílico, por 5 minutos (Figura 14A e 14B). Após cada centrifugação, o solvente foi trocado a fim de dissolver os monômeros e isolar as partículas de cargas. O processo foi repetido três vezes com clorofórmio e após com acetona, nessa ordem, para garantir a eliminação completa da porção monomérica não polimerizada. A solução com as partículas de cargas suspensas em acetona foi deixada para secar 24 horas em temperatura ambiente (Figura 14C). Dois *stubs* foram revestidos com fita adesiva de carbono para aplicação das partículas de carga (Figura 14D). Os *stubs* foram cobertos com ouro para a caracterização morfológica das partículas usando MEV (SM IT300, JEOL, Tóquio, Japão), enquanto para análise por EDX (X-Act, Oxford Instruments, Abingdon, Oxfordshire, Inglaterra), foram cobertos com carbono (Figura 14E e 14F). As imagens das partículas de carga foram obtidas em aumentos de 2.500x, 5.000x e 10.000x (Figura 14G).

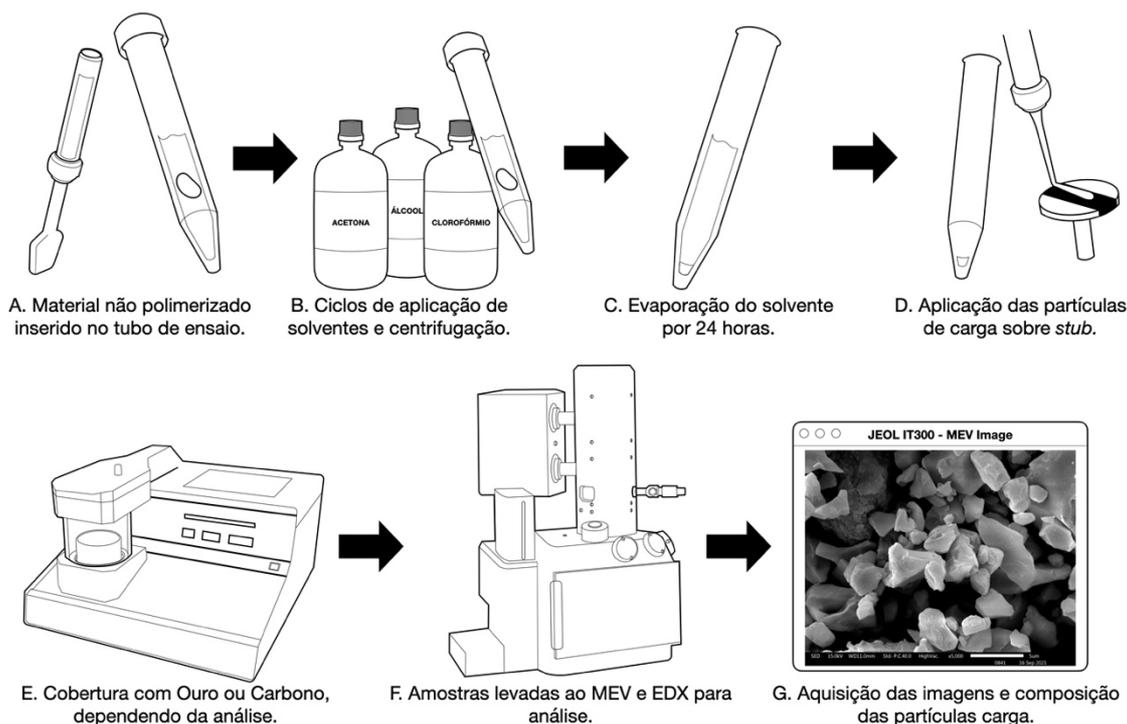


Figura 14. Aquisição das imagens de MEV e composição as partículas de carga dos materiais restados.

4.7 Análise Estatística

Análises exploratórias dos dados coletados foram realizadas para verificar se atendiam aos pressupostos de uma análise paramétrica, como distribuição normal e homoscedasticidade. Os valores de ΔE_{00} dos dados do espectrofotômetro digital e do software foram analisados por ANOVA de três fatores (esquema fatorial: 7 compósitos x 2 cores de cavidade x 3 ciclos de escovação) e teste post-hoc de Tukey ($\alpha = 0,05$). Rugosidade e brilho foram analisados por ANOVA de dois fatores (esquema fatorial: 7 resinas compostas x 3 ciclos de escovação) e teste post-hoc de Tukey ($\alpha = 0,05$) usando o software IBM SPSS Statistics 26.v.

5. RESULTADOS

5.1 Medição de Cor

5.1.1 Easy Shade Advanced

Os resultados de ΔE_{00} do espectrofotômetro digital são apresentados na Tabela 2. A ANOVA (três fatores) revelou diferenças estatísticas significativas entre as resinas compostas ($p < 0,001$), cor da cavidade ($p < 0,001$) e ciclos de escovação ($p < 0,001$). Diferenças estatísticas significativas estavam presentes na interação entre resina composta* cor da cavidade, resina composta *ciclos, cor da cavidade *ciclos. Além disso, houve interação entre eles ($p < 0,001$).

Tabela 2. Média ΔE_{00} (\pm desvio padrão) dos resultados do Easy Shade para os compósitos testados em cavidades A1 e A3 3D, de acordo com os ciclos de escovação ($n = 7$).

CAVIDADE	MATERIAL	INICIAL		10000		20000								
A1	BTFB	6.8	\pm 0.4	B	c	6.0	\pm 0.5	B	b	5.2	\pm 0.6	A	a	
	BTFE	7.5	\pm 0.3	BC	a	7.6	\pm 0.4	D	a	7.4	\pm 0.4	B	a	
	OMNI	7.3	\pm 0.4	BC	a	7.9	\pm 0.7	D	b	7.5	\pm 0.5	B	ab	
	FLTK	5.1	\pm 0.1	A	a	6.7	\pm 0.8	C	b	6.8	\pm 0.3	B	b	
	CTRL	5.0	\pm 0.2	A	a	*	5.3	\pm 0.2	A	a	5.5	\pm 0.2	A	a
	SMPL	7.9	\pm 0.3	C	a	8.2	\pm 0.3	DE	a	8.2	\pm 0.4	C	a	
	ESSE	7.2	\pm 0.3	BC	a	8.8	\pm 0.3	E	c	8.2	\pm 0.7	C	b	
A3	BTFB	14.5	\pm 0.4	E	b	12.9	\pm 0.6	E	a	12.9	\pm 0.3	D	a	
	BTFE	13.9	\pm 0.5	E	b	10.7	\pm 0.3	BC	a	10.3	\pm 0.6	B	a	
	OMNI	13.0	\pm 0.3	D	c	9.8	\pm 0.4	A	b	9.2	\pm 0.3	A	a	
	FLTK	4.1	\pm 0.4	A	a	12.3	\pm 0.5	DE	b	12.6	\pm 0.6	D	b	
	CTRL	5.1	\pm 0.4	B	a	*	11.6	\pm 0.7	CD	b	11.5	\pm 0.3	C	b
	SMPL	5.2	\pm 0.4	B	a	10.5	\pm 0.2	B	b	10.4	\pm 0.2	B	b	
	ESSE	8.4	\pm 0.4	C	a	11.3	\pm 0.2	C	c	10.5	\pm 0.2	B	b	

Letras maiúsculas comparam ΔE_{00} entre compósitos para o mesmo ciclo de escovação e mesma cor de cavidade 3D à base de resina (coluna). As letras minúsculas comparam ΔE_{00} entre os ciclos de escovação para o mesmo composto (linha). * não mostra diferença estatística de ΔE_{00} entre as cores da cavidade à base de resina.

Após 10.000 ciclos de escovação, para a cavidade A1, CTRL apresentou o menor ΔE_{00} , estatisticamente diferente dos demais grupos. BTFB e FLTK apresentaram diferença estatística entre si e foram diferentes de todos os outros grupos. BTFE, OMNI e SMPL não apresentaram diferença estatística. ESSE não apresentou diferença estatística do SMPL, mas diferiu estatisticamente de BTFE e OMNI. Para a cavidade A3, OMNI apresentou o menor ΔE_{00} , estatisticamente diferente dos demais grupos. SMPL e BTFE não apresentaram diferença estatística. ESSE não diferiu significativamente de BTFE e CTRL. FLTK não apresentou diferença estatística de CTRL e BTFB.

Após 20.000 ciclos de escovação, para cavidade A1, BTFB e CTRL não mostraram diferenças estatísticas significantes. FLTK, BTFE e OMNI não apresentaram diferença estatística entre si. SIMP não diferiu de ESSE. Para a cavidade A3, o OMNI foi encontrado com o menor ΔE_{00} , estatisticamente diferente dos demais grupos. BTFE e SMPL não apresentaram diferença estatística em relação ao ESSE. O CTRL foi estatisticamente diferente dos demais grupos. BTFB não diferiu estatisticamente de FLTK.

5.1.2 Software

Os resultados do ΔE_{00} da análise por software são apresentados na Tabela 3. A ANOVA (três fatores) revelou diferenças estatisticamente significativas entre as resinas compostas ($p < 0,001$), cor da cavidade ($p < 0,001$) e ciclos de escovação ($p < 0,001$). Diferenças estatísticas significativas foram observadas na interação de resinas compostas*cor da cavidade, resinas compostas*ciclos, cor da cavidade*ciclos. Além disso, houve interação entre todos os fatores ($p < 0,001$).

Imagens representativas das amostras de resinas compostas antes e após os ciclos de escovação são apresentadas na Figura 15. A cor da cavidade afetou o ΔE_{00} para todos os grupos, exceto para CTRL antes da escovação, BTFB, BTFE e SMPL após 10.000 ciclos e FLTK após 20.000 ciclos. Os ciclos de escovação afetaram o ΔE_{00} para todos os grupos. Previamente à escovação, para a cavidade A1, o BTFB apresentou o menor ΔE_{00} , estatisticamente diferente de todos os grupos. BTFE, OMNI e CTRL não apresentaram diferença estatística. FLTK não apresentou diferença estatística do ESSE. SMPL apresentou o maior ΔE_{00} , estatisticamente diferente de todos os grupos. Para cavidade A3, BTFB não apresentou diferença estatística de ESSE, BTFE e OMNI. ESSE, BTFE e OMNI não diferiram do SMPL. CTRL não mostrou diferença estatística de FLTK.

Tabela 3. Média ΔE_{00} (\pm desvio padrão) da análise de software para compósitos testados em cavidades A1 e 3D, de acordo com os ciclos de escovação ($n = 7$).

CAVIDADE	MATERIAL	INICIAL				10000				20000			
A1	BTFB	2.9	\pm 0.5	A	a	2.9	\pm 0.3	A	a *	5.8	\pm 1.1	A	b
	BTFE	4.2	\pm 0.6	B	a	3.8	\pm 0.6	AB	a *	5.8	\pm 1.0	A	b
	OMNI	4.5	\pm 0.5	B	a	4.9	\pm 0.2	B	a	6.4	\pm 0.7	A	b
	FLTK	6.7	\pm 0.6	C	a	7.0	\pm 0.4	C	a	9.1	\pm 1.0	C	b *
	CTRL	4.7	\pm 0.3	B	a *	4.6	\pm 0.3	B	a	7.7	\pm 0.6	B	b
	SMPL	9.0	\pm 0.6	D	a	8.2	\pm 0.4	C	a *	11.1	\pm 1.0	D	b
	ESSE	6.9	\pm 0.5	C	a	7.4	\pm 0.7	C	a	10.1	\pm 0.8	CD	b
A3	BTFB	1.5	\pm 0.5	A	a	2.6	\pm 0.8	A	b *	1.7	\pm 1.0	A	ab
	BTFE	2.3	\pm 0.3	AB	a	3.4	\pm 1.5	A	b *	3.0	\pm 1.3	B	ab
	OMNI	2.7	\pm 0.5	AB	a	5.8	\pm 0.8	B	b	3.4	\pm 0.8	B	a
	FLTK	5.2	\pm 0.6	C	a	9.2	\pm 1.1	D	b	9.0	\pm 1.3	E	b *
	CTRL	4.6	\pm 0.5	C	a *	8.3	\pm 1.2	CD	b	8.3	\pm 0.5	DE	b
	SMPL	2.9	\pm 0.3	B	a	7.8	\pm 0.6	C	b *	7.1	\pm 0.5	D	b
	ESSE	1.9	\pm 0.7	AB	a	5.2	\pm 0.7	B	b	5.2	\pm 1.4	C	b

Letras maiúsculas comparam ΔE_{00} entre compósitos para o mesmo ciclo de escovação e mesma cor de cavidade 3D à base de resina (coluna). As letras minúsculas comparam ΔE_{00} entre os ciclos de escovação para o mesmo composto (linha). * não mostra diferença estatística de ΔE_{00} entre as cores da cavidade à base de resina.

Após 10.000 ciclos de escovação, para cavidade A1, BTFB e BTFE não apresentaram diferenças estatísticas entre si. BTFE não apresentou diferença estatística de CTRL e OMNI. FLTK e ESSE não apresentaram diferença estatística com relação ao SMPL. Na cavidade A1, BTFB e BTFE não diferiram entre si. ESSE não apresentou diferença da OMNI. SMPL e CTRL não diferiram entre si. FLTK não mostrou diferença estatística de CTRL. Após 20.000 ciclos de escovação, para cavidade A1, BTFB, BTFE e OMNI foram estatisticamente diferentes de todos os grupos. CTRL apresentou diferença estatística de todos os grupos. FLTK e ESSE não diferiram significativamente entre si. Para a cavidade A3, o BTFB apresentou o menor ΔE_{00} , estatisticamente diferente dos demais grupos. O BTFE não apresentou diferença estatística do OMNI. ESSE foram diferentes de todos os grupos. SMPL e CTRL não diferiram entre si. O CTRL também não apresentou diferença estatística do FLTK.

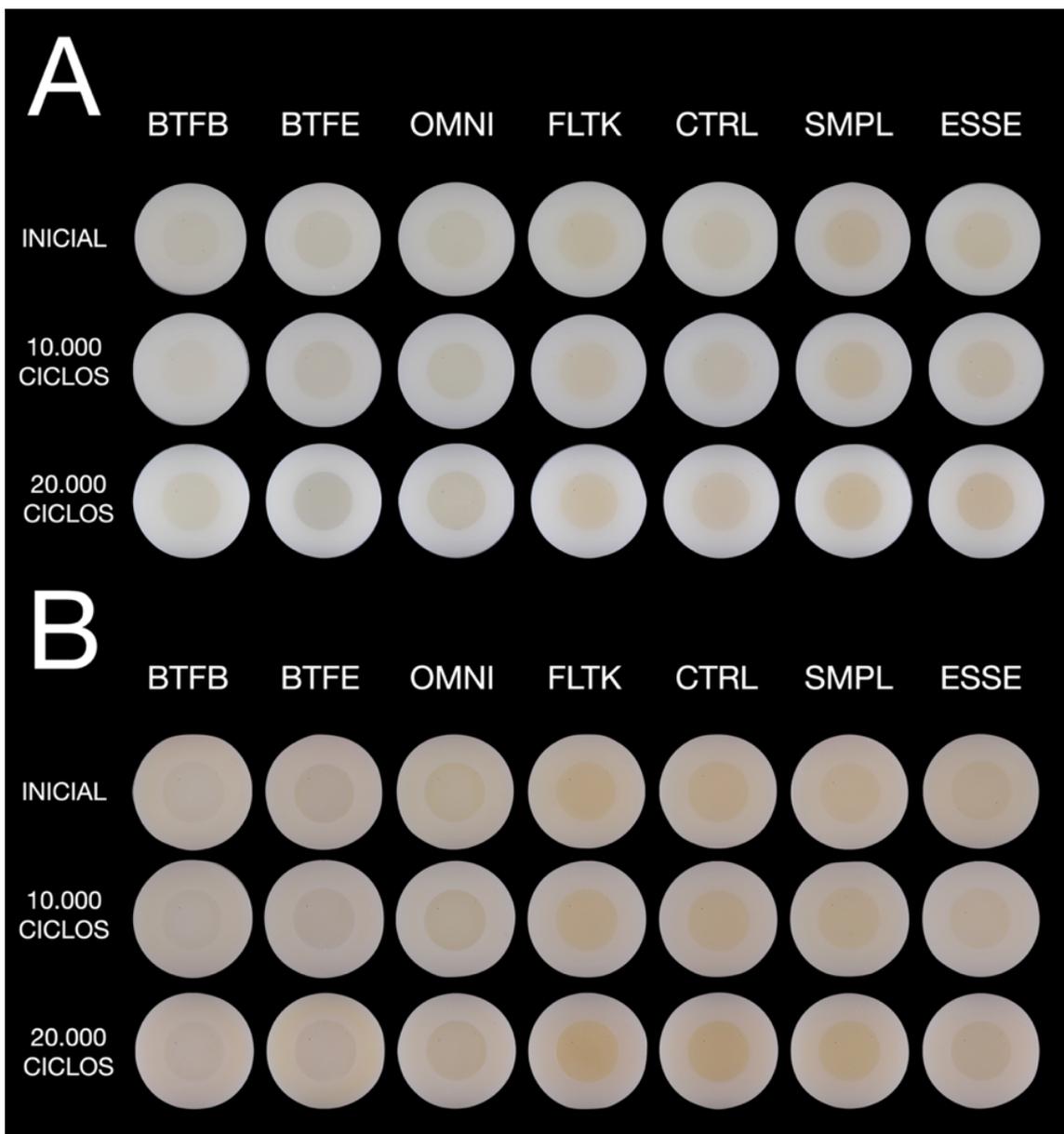


Figura 15. Imagens representativas das amostras da avaliação por software em cavidades A1 (A) e A3 (B). A - Imagens representativas de todos os grupos confeccionadas em cavidade cor A1 previamente à escovação simulada, após 10.000 e 20.000 ciclos. Nessa imagem percebe-se a aparência “amarelada” de FLTK, CTRL, SMPL e ESSE após 20.000 ciclos. Também fica evidente o “escurecimento” de BTFE após 20.000 ciclos; B - Imagens representativas de todos os grupos confeccionadas em cavidade cor A3 previamente à escovação simulada, após 10.000 e 20.000 ciclos. Na figura fica representado a aparência “amarelada” de FLTK, CTRL, SMPL previamente a escovação e mais evidente após 20.000 ciclos.

5.2 Rugosidade

Os resultados da rugosidade superficial são apresentados na Tabela 4. A ANOVA (dois fatores) revelou diferenças estatisticamente significativas entre as resinas compostas ($p < 0,001$) e os ciclos de escovação ($p < 0,001$). Diferenças também foram observadas para interação entre ciclos de escovação*resina composta ($p < 0,001$).

Tabela 4. Média (\pm desvio padrão) de S_a da rugosidade superficial (em nm) dos compósitos testados, de acordo com os ciclos de escovação ($n = 14$).

MATERIAL	INICIAL		10000		20000				
BTFB	391.8	± 82.3	c_a	672.2	± 113.3	D_b	796.1	± 111.7	E_c
BTFE	100.0	± 28.9	A_a	404.1	± 63.3	BC_b	497.9	± 132.4	C_c
OMNI	238.1	± 36.5	B_a	233.8	± 27.6	A_a	306.9	± 36.6	A_b
FLTK	79.6	± 16.5	A_a	360.9	± 53.1	B_b	419.4	± 24.6	B_c
CTRL	69.6	± 15.3	A_a	287.9	± 72.5	A_b	289.2	± 57.4	A_b
SMPL	89.7	± 18.8	A_a	253.4	± 49.5	A_b	255.6	± 39.4	A_b
ESSE	108.6	± 51.8	A_a	452.0	± 28.8	C_b	577.0	± 45.2	D_c

Letras maiúsculas comparam o S_a entre compósitos para o mesmo ciclo de escovação (coluna). As letras minúsculas comparam o S_a entre os ciclos de escovação para o mesmo composto (linha).

Os ciclos de escovação afetaram a rugosidade (em S_a) para todos os compósitos. Imagens representativas mostraram variações na superfície entre resinas compostas e ciclos de escovação (Figura 16). Inicialmente, CTRL, FLTK, SMPL, BTFE e ESSE não exibiram diferenças significativas entre si. OMNI foi estatisticamente diferente de todos os grupos, assim como o BTFB. Após 10.000 ciclos, OMNI, SMPL e CTRL não diferiram estatisticamente entre si. FLTK não mostrou diferença de BTFE. ESSE não diferiu de BTFE. O BTFB apresentou os maiores valores de S_a , estatisticamente diferentes de todos os grupos. Após 20.000 ciclos, SMPL, CTRL e OMNI não diferiram entre si e foram diferentes dos demais grupos. FLTK diferiu significativamente de todos os grupos. O BTFB apresentou os maiores valores de S_a , estatisticamente diferentes de todos os grupos.

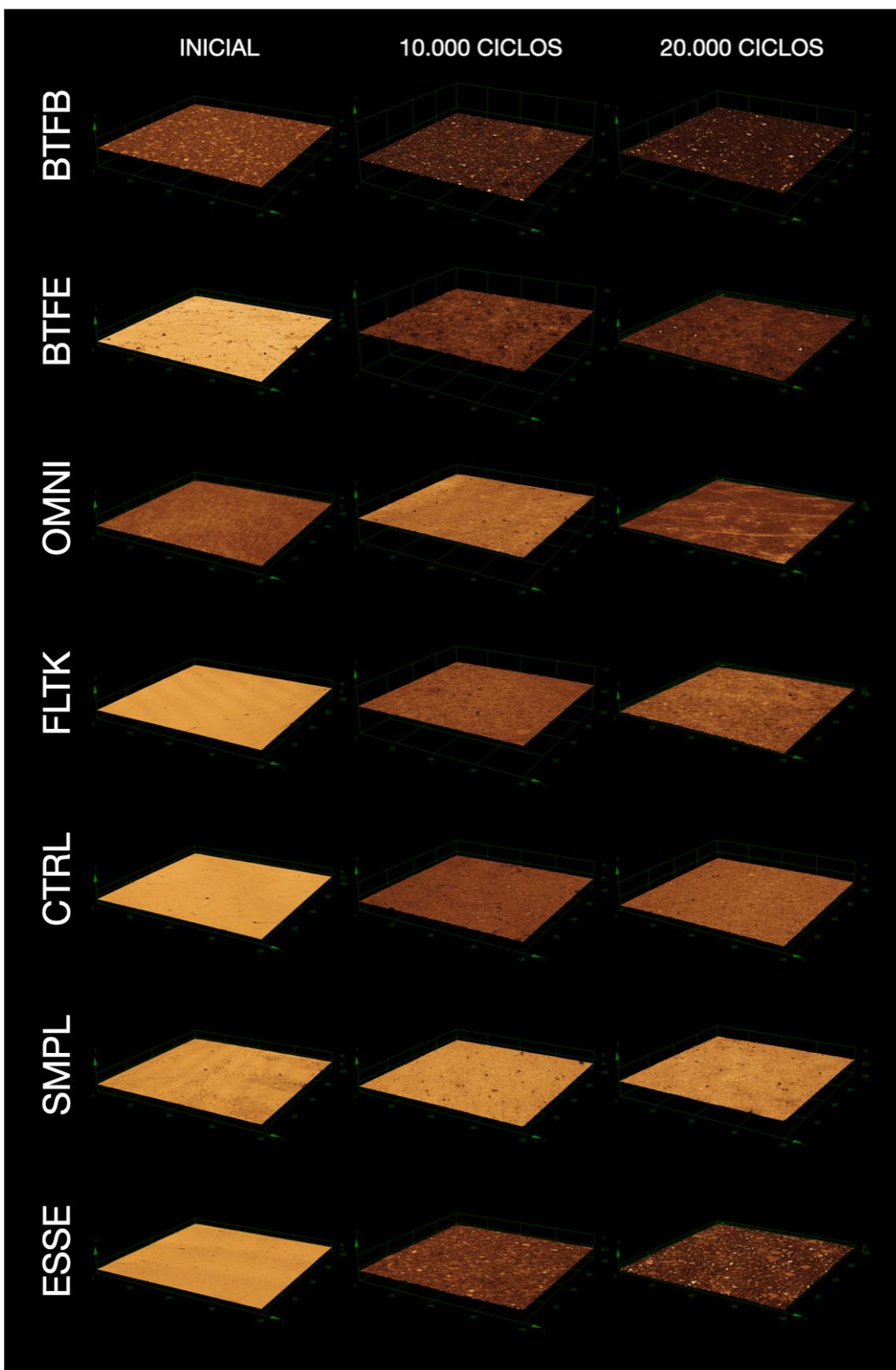


Figura 16. Imagens 3D representativas mostrando variações na morfologia da superfície dos compósitos testados, de acordo com o ciclo de escovação.

5.3 Brilho

Os resultados de brilho estão apresentados na Tabela 5. A ANOVA (dois fatores) revelou diferenças estatisticamente significativas entre as resinas compostas ($p < 0,001$) e os ciclos de escovação ($p < 0,001$). Diferenças estatisticamente significativas estavam presentes na interação dos ciclos de escovação*resina composta ($p < 0,001$).

Tabela 5. Média (\pm desvio padrão) do brilho (em GU) dos compósitos testados de acordo com os ciclos de escovação ($n = 14$).

MATERIAL	INICIAL		10000		20000							
BTFB	38.0	± 1.3	D	a	6.5	± 0.5	D	b	4.5	± 0.3	E	b
BTFE	88.5	± 0.8	A	a	24.6	± 1.5	C	b	16.4	± 2.0	D	c
OMNI	43.9	± 3.2	C	b	50.3	± 4.5	A	a	31.6	± 2.7	C	c
FLTK	88.3	± 1.2	A	a	19.1	± 1.6	C	b	15.8	± 1.0	D	b
CTRL	88.8	± 1.1	A	a	37.1	± 1.3	B	c	42.8	± 1.7	B	b
SMPL	87.8	± 1.5	AB	a	52.1	± 3.7	A	b	51.5	± 4.0	A	b
ESSE	82.4	± 0.8	B	a	19.6	± 1.6	C	b	13.8	± 0.7	D	c

Letras maiúsculas comparam o GU entre os compósitos para o mesmo ciclo de escovação (coluna). Letras minúsculas comparam o GU entre os ciclos de escovação para o mesmo composto (linha).

Os ciclos de escovação afetaram o brilho (em GU) para todos os compósitos. Previamente à escovação, CTRL, BTFE e FLTK não diferiram de SMPL. ESSE não diferiu estatisticamente do SMPL. OMNI e BTFB foram diferentes de todos os grupos e entre si. Após 10.000 ciclos, SMPL e OMNI não mostraram diferença estatística um do outro. CTRL apresentou diferença estatística de todos os grupos. BTFE, ESSE e FLTK não foram estatisticamente diferentes entre si. BTFB foi diferente de todos os grupos. Após 20.000 ciclos, SMPL, CTRL e OMNI foram diferentes de todos os grupos e entre si. BTFE, FLTK e ESSE não apresentaram diferenças estatísticas. BTFB diferiu de todos os grupos.

5.4 Características das Partículas de Carga por MEV e EDX

Imagens representativas de MEV mostraram variações no tamanho, forma e morfologia das partículas de carga entre os materiais testados (Figura 17). O BTFB apresentou uma mistura de partículas com tamanhos diferentes (1 a 20 μm) com superfícies irregulares e formatos variados, muito semelhante ao BTFE, que apresentou partículas maiores (20 μm) circundadas por partículas menores com tamanhos diferentes (0,5 a 2 μm).

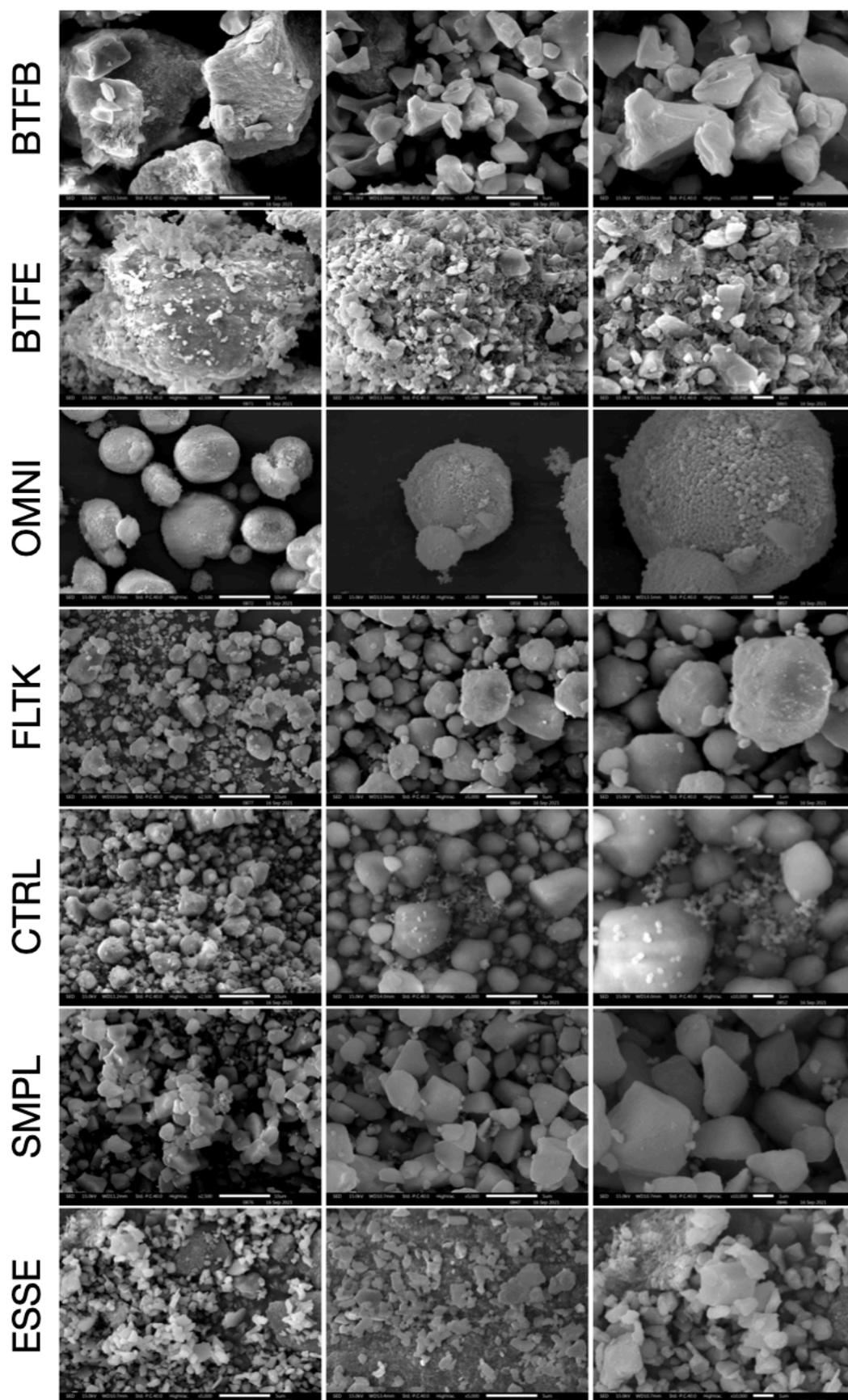


Figura 17. Imagens representativas de MEV das partículas de carga dos compostos testados, mostrando variações de tamanho e morfologia.

OMNI apresentou o padrão mais uniforme de partículas de carga arredondadas (em torno de $0,2 \mu\text{m}$) organizadas em aglomerados (2 a $15 \mu\text{m}$ de diâmetro). FLTK também apresentou partículas arredondadas com superfície regular variando o tamanho ($0,2$ a $8 \mu\text{m}$), muito semelhante ao CTRL e SMPL. ESSE apresentou partículas irregulares com superfície variada (em torno de $0,5$ a $5 \mu\text{m}$).

A análise de EDX revelou variações na composição e da porcentagem em peso das partículas de cargas entre os compósitos (Figura 18). A quantidade de SiO_2 (cerca de 44% em peso) em todas as partículas compostas foi semelhante. Além do SiO_2 , BTFB e BTFE apresentaram composição semelhante com SrF_2 (cerca de 14,8% em peso), CaF_2 (cerca de 9,7% em peso) e Al_2O_3 (cerca de 8,25% em peso). A análise EDX de OMNI, FLTK e CTRL mostrou aumento da porção de SiO_2 (cerca de 66,5% em peso) e Zr (cerca de 6,9% em peso). SMPL apresentou Yb (10,4% em peso), Zr (5,2% em peso) e oligoelementos de BaF_2 (2,2% em peso) e Cu (0,3% em peso). ESSE mostrou CaF_2 (11,9% em peso), SrF_2 (7,4% em peso) e BaF_2 (0,3% em peso).

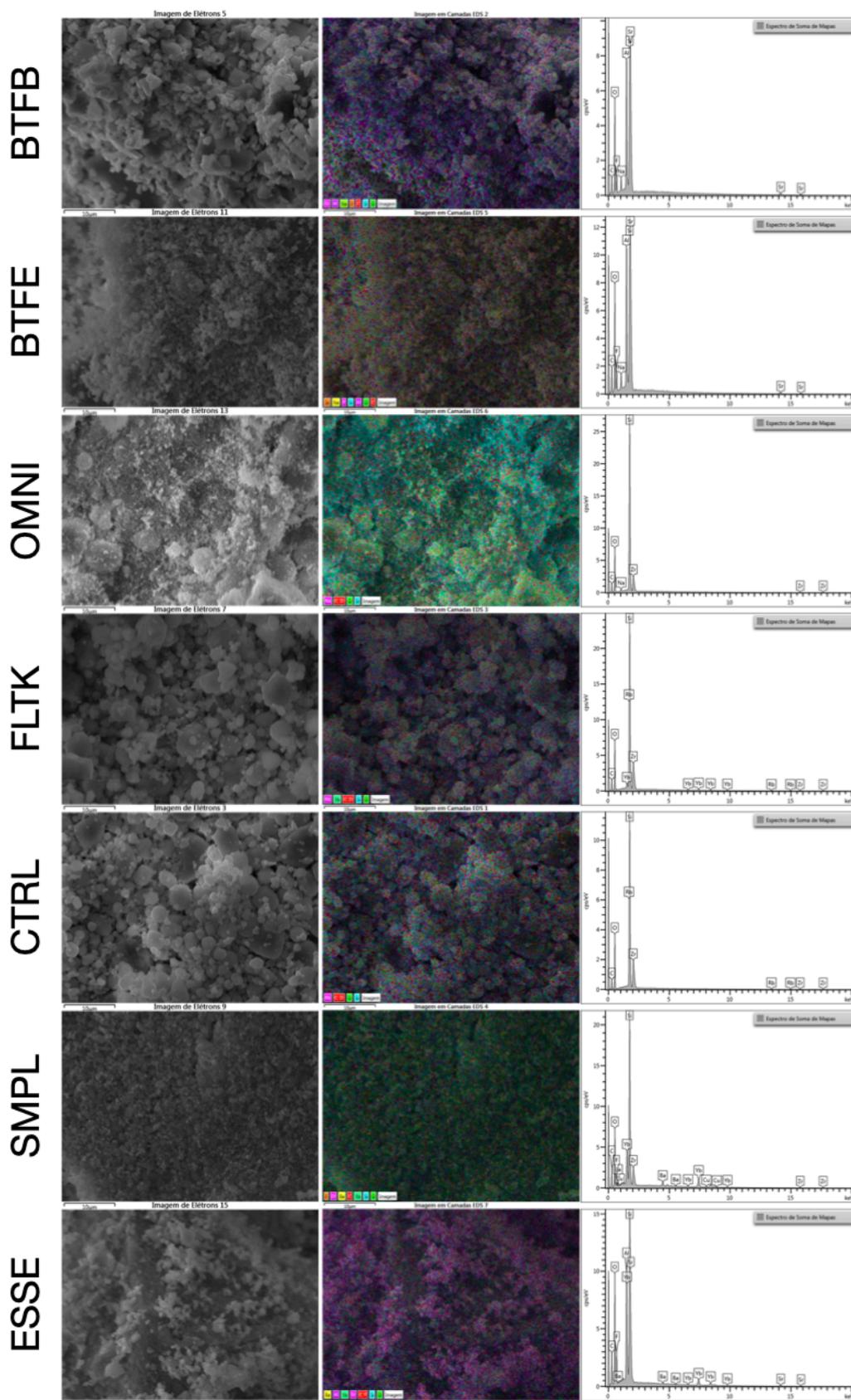


Figura 18. Imagens representativas de EDX das partículas de carga dos sistemas simplificados testados, mostrando a composição química e os elementos encontrados.

6. DISCUSSÃO

A cor é uma característica importante da restauração estética e também define a satisfação do tratamento do paciente (Paolone, Orsini et al. 2014). A percepção da cor é resultado de diversos fatores: o primeiro são as propriedades físicas (absorção, reflexão e transmissão do objeto, composição espectral da luz e o meio pelo qual ela passa) e o segundo é o sistema visual do observador. Além disso, a proximidade de outros objetos e a experiência adquirida do observador podem influenciar na percepção das cores. (Mokrzycki and Tatol 2001). Neste estudo foram usados instrumentos digitais, pois não há influência humana, são mais precisos e apresentam um resultado confiável com unidade de medida comparável (Snow 2009, AlGhazali, Burnside et al. 2011). Considerando estudos anteriores, o CIEDE2000 tem melhor ajuste que a fórmula CIELab para avaliação da alteração de cor. Foram definidos os limites de 50%:50% para percepção de diferença de cor ($\Delta E_{00} = 0,8$) e aceitabilidade ($\Delta E_{00} = 1,8$) (Paravina, Ghinea et al. 2015).

Os resultados do equipamento Easy Shade para este estudo mostraram que houve diferenças significativas do ΔE_{00} previamente e após os ciclos de escovação simulada, exceto para BTFE, OMNI, CTRL e SMPL em cavidade A1. Desse modo, percebemos que a cor da cavidade afetou significativamente o ΔE_{00} dos sistemas simplificados, exceto para CTRL previamente à escovação, que não teve diferença estatística. SMPL e FLTK foram os únicos sistemas que apresentaram o ΔE_{00} no *baseline* menor em A3.

Mudanças de cor espontâneas podem ocorrer devido ao envelhecimento da resina composta convencional (Nasim, Neelakantan et al. 2010). Em nosso estudo CTRL, FLTK e SMPL foram os únicos compósitos que recomendavam diferentes cores de resinas para cavidade em A1 e A3. Autores reportaram a tendência de materiais convencionais de sofrerem amarelamento, mesmo quando envelhecidos em água destilada, comprometendo sua estabilidade de cor (Nasim, Neelakantan et al. 2010, Ardu, Duc et al. 2017). Esse mesmo comportamento foi observado pelo aumento dos valores de a^* em compósitos testados nesse estudo (Figura 19 e 20). Outro estudo relatou a queda do brilho (componente especular da reflexão) influenciou significativamente os valores de L^* , deixando um aspecto de escurecido no material (Hosoya, Shiraishi et al. 2009) e essas alterações podem ter aumentado o ΔE_{00} nesses materiais em cavidade A3 após os 10.000 e 20.000 ciclos (Figura 19 e 20).

Sensi et al., mostraram que os sistemas de cor única apresentaram estabilidade de cor superior e a menor mudança de cor no geral (Sensi, Winkler et al. 2021), corroborando

com os resultados de BTFE e OMNI em cavidade A1. Já o ΔE_{00} após a escovação de BTFB em cavidade A1 e A3 e os compósitos BTFE e OMNI em cavidade A3, apresentou um efeito benéfico. Como explicado, a escovação impacta no aumento do componente difuso (Ergucu and Turkun 2007, Hosoya, Shiraishi et al. 2009), produzindo maior penetração da luz na superfície, espalhando e refratando em várias direções, ressurgindo novamente na superfície (Nayar, Ikeuchi et al. 1991). Isso pode ter favorecido a adaptação de cor desses sistemas à cavidade. Entretanto, no nosso estudo não existe um comportamento uniforme dos materiais testados para Easy Shade. Um fator que pode ser causa disso é a intensidade, distância e direção da fonte de luz integrada, que podem ter interferido nas leituras pela da reflexão intensa para o sensor do dispositivo (AlGhazali, Burnside et al. 2011).

O VITA® Easy Shade Advanced foi usado para medir as coordenadas L^* , a^* , b^* das amostras, sendo um método usado na clínica odontológica e também para pesquisa, porém apresentando essas algumas limitações (AlGhazali, Burnside et al. 2011). Este dispositivo está equipado com uma fonte de luz própria, para que a luz do dia deixe de ser um fator relevante (Czigola, Roth et al. 2021). Mesmo que isso seja visto como uma vantagem pela padronização da fonte luminosa, a direção do feixe de luz na superfície pode influenciar o comportamento óptico das resinas compostas que possuem o *blending effect* ou efeito camaleão. Também é importante ressaltar que duas cores distintas podem apresentar o mesmo ΔE_{00} quando comparadas com uma cor de referência. Isso acontece porque o ΔE_{00} representa uma diferença matemática entre duas cores, não a cor em si (Luo, Cui et al. 2001). Nota-se que quando esses resultados são comparados com a outra metodologia, tanto a aceitabilidade quanto a perceptibilidade não foram atendidas em nenhum material, mesmo no CTRL, que era um compósito de cor convencional (segue a escala clássica VITA® e dispõe de 3 opacidades diferentes: Dentina, Corpo e Esmalte) utilizando-se o espectrofotômetro digital. Portanto, mesmo sendo amplamente utilizado para avaliação de cor de compósitos convencionais com sucesso, este estudo sugere que o Easy Shade não foi um método adequado para avaliação da cor de resinas compostas que possuem o *blending effect*.

Por apresentar alta precisão e confiabilidade (Borse and Chaware 2020), a análise por software foi realizada e forneceu as mesmas coordenadas ($L^*a^*b^*$) usando as imagens que foram adquiridas por uma câmera DSLR com fontes de luz *twin flash* à aproximadamente 15 cm de distância e 45° da superfície da amostra (Sampaio, Atria et al. 2019). Exceto para o FLTK e CTRL antes da escovação (*baseline*), todos as resinas

compostas apresentaram menor ΔE_{00} em cavidades A3 quando comparados com A1 e isso pode ser resultado da opacidade “universal” de FLTK, que apresenta uma translucidez intermediária (Ryan, Tam et al. 2010). O ΔE_{00} CTRL em cavidades A1 e A3 foi estatisticamente semelhante e isso pode ser explicado por esse material ser uma resina convencional e necessitar de cores específicas para as respectivas cavidades (Della Bona 2020).

Após a escovação por 10.000 ciclos, ΔE_{00} para todos os compósitos em cavidades A3 foi mais afetado pelos ciclos de escovação, enquanto para cavidades A1 não apresentaram diferenças estatísticas. Um estudo de Saegusa et al., mostrou que a cor de fundo influenciou nos valores de L^* , a^* , b^* , produzindo menores valores para essas coordenadas das resinas compostas estudadas por eles (Saegusa, Kurokawa et al. 2021), corroborando com os resultados do nosso trabalho. O aumento do ΔE_{00} em cavidades A3 após 10.000 ciclos, produziu resultados estatisticamente não diferentes para BTFB, BTFE e SMPL.

Após 20.000 ciclos, todos os materiais mostraram aumento significativo do ΔE_{00} em cavidades A1. O aspecto “amarelado” de FLTK, CTRL, SMPL e ESSE (Nasim, Neelakantan et al. 2010, Ardu, Duc et al. 2017) e um “escurecimento” de BTFB, BTFE, OMNI (Saegusa, Kurokawa et al. 2021) (Figura 19), pode justificar esse aumento, concordando com os achados de estudos anteriores. Também após 20.000 ciclos a escovação diminuiu os valores de ΔE_{00} para BTFB e OMNI em cavidade A3. Nessa análise, apenas BTFB em cavidade A3, previamente à escovação e após 20.000 ciclos, atendeu os limiares de perceptibilidade. Utilizando o CIEDE2000, este método apresentou valores de ΔE_{00} diferentes em comparação ao Easy Shade e podem ser explicados pela distância e direção das fontes de luz (Snow 2009). Nesta pesquisa, a intensidade e a direção do feixe da fonte de luz podem ter afetado a alteração de cor, favorecendo ou não a adaptação de cor para diferentes períodos de ciclo de escovação, compósitos e cavidades (Snow 2009, AlGhazali, Burnside et al. 2011, Saegusa, Kurokawa et al. 2021).

Outro resultado deste estudo mostrou que a rugosidade e o brilho da superfície dos materiais testados antes, durante e após a escovação simulada foram afetados. Os dados obtidos pela análise com MCL da rugosidade superficial em conjunto com as imagens representativas mostraram que a rugosidade aumentou com os ciclos de escovação para todos os compósitos (Figura 16), como o esperado. Após 10.000 ciclos, apenas OMNI não apresentou diferença estatística. Previamente à escovação simulada,

os valores de rugosidade de OMNI e BTFB já se apresentavam elevados quando comparado aos outros grupos. Isso pode ser explicado pelo tamanho e forma das partículas de carga de BTFB (Figura 17) (Oliveira, Mondelli et al. 2012). Os elevados valores de rugosidade para OMNI são contrários aos descritos na literatura (Mizutani, Takamizawa et al. 2021). Entretanto, outra pesquisa descreve valores próximos para resinas nanoparticuladas e nanohíbridas após o polimento (Zhang, Yu et al. 2021).

De 10.000 até 20.000 ciclos, apenas os compósitos CTRL e FLTK não foram afetados pela escovação simulada. Esse resultado sugere que o efeito da escovação simulada parece chegar a um limiar na rugosidade onde ela não apresenta diferenças estatísticas. Para CTRL e FLTK esse limiar parece ser atingido após 10.000 ciclos. Como descrito anteriormente, alguns autores relatam o aumento da rugosidade e a alteração das características da superfície após a escovação (da Silva, Doria et al. 2013, Kamonkhantikul, Arksornnukit et al. 2016, Daud, Adams et al. 2020) e a diminuição do brilho para a maioria das resinas compostas (da Silva, Doria et al. 2013, Kamonkhantikul, Arksornnukit et al. 2016). Em concordância com esses autores, o brilho de todos os materiais foi alterado após 10.000 ciclos de escovação simulada em nosso estudo. Curiosamente, OMNI apresentou um aumento do brilho estatisticamente significativo. De 10.000 até 20.000 ciclos, apenas BTFB, FLTK e SMPL não tiveram o brilho afetado pela escovação e esse resultado sugere o mesmo que a rugosidade: a escovação simulada parece chegar à um limiar do brilho onde ela não produz mais efeitos com diferenças estatísticas. Para BTFB, FLTK e SMPL esse limiar parece ser atingido após 10.000 ciclos.

Neste estudo foram caracterizadas as partículas de carga dos materiais testados. Segundo o fabricante, CTRL é um compósito nano-particulado contendo partículas arredondas de SiO_2 e ZrO_2 , além da mistura de Bis-GMA, BISEMA-6, UDMA e PEGDMA. Este estudo utilizou as cores A1B e A3B, que apresentam uma opacidade média e atendem à indicação do fabricante para as cores das cavidades utilizadas neste estudo. Oriundo do mesmo fabricante, FLTK é um sistema simplificado contendo nove tonalidades e apresentando “opacidade universal”. Este estudo utilizou as cores A1 e A3, que também atendem à recomendação do fabricante para cavidades A1 e A3. Este material contém monômeros UDMA e DDDMA com cargas arredondadas de SiO_2 e ZrO_2 , com diferentes tamanhos. BTFB é uma resina composta simplificada do tipo *bulkfill* de cor “A” (âmbar). Este material possui uma mistura Bis-GMA, UDMA, Bis-MPEPP e TMMGDMA. Já o BTFE também é um composto simplificado de cor “T” (transparente) e sua porção monomérica contém Bis-GMA e TEGDMA. Ambos os

compósitos contêm aproximadamente 70% de partículas de vidro de fluoro-alumino-silicato em volume com tecnologia GIOMER®. A avaliação do EDX revelou que o BTFB e o BTFE têm uma composição de carga de partículas muito semelhante, embora a forma e o tamanho sejam diferentes um do outro.

OMNI é um compósito de cor única, que apresenta uma mistura de UDMA e TEGDMA com partículas supra-nano esféricas de tamanho uniforme (SiO_2 e ZrO_2 esféricas de 260 nm) de acordo com a descrição do fabricante e conforme observado nas imagens MEV obtidas neste estudo (Figura 17). Além disso, o fabricante afirma que esta combinação de partículas de cargas esféricas e mistura de monômeros permite que OMNI se adapte a todas as 16 cores da escala VITAPAN *classical* A1-D4, que é chamada de “Smart Chromatic Technology”. Os resultados desse estudo sugerem que os aglomerados de partículas de carga supra-nano esféricas (Figura 17) podem ser capazes de aglomerar e formar as grandes partículas de carga com superfícies irregulares e serem afetadas pela luz, assim como as cargas dos compósitos BTFB e BTFE. ESSE é um compósito de cor única que apresenta uma mistura de UDMA e NPGDMA. Suas partículas de carga apresentam diferentes formas e tamanhos com vidros à base de SiO_2 e Al_2O_3 , mas BrF_2 e SrF_2 são encontrados em menor quantidade, de acordo com a análise EDX. O sistema simplificado denominado SMPL apresenta apenas três tonalidades (*Light*, *Medium* e *Dark*), mas neste estudo foram utilizados apenas os tons *Light* e *Medium*. A fabricante da SMPL afirma que com esses três tons, a adaptação de cor pode ser alcançada através da “Tecnologia de Resposta Adaptativa”. O conteúdo orgânico é majoritariamente composto por EBADMA e TEGDMA, e o conteúdo de carga é a base de vidros de SiO_2 e YbF_3 que apresentaram forma e tamanho uniformes.

Neste trabalho sugere-se que BTFB, BTFE e OMNI parecem apresentar um verdadeiro efeito camaleão, não dependente de pigmentos, opacidade “universal”, alta translucidez ou outro efeito que tente favorecer o ajuste óptico de cor através da dispersão da luz. Além disso, a fonte de luz parece ter um papel importante nos valores de ΔE_{00} por instrumentos digitais, como esperado.

7. CONCLUSÃO

Segundo os resultados deste estudo, pode-se concluir que:

1. As resinas compostas testadas apresentaram comportamento diferente, dependendo do método utilizado para avaliação da cor, características das partículas de carga e a cor da cavidade, que afetou a adaptação de cor dependendo da resina composta, metodologia de teste e ciclos de escovação.

2. A rugosidade foi afetada com o aumento dos ciclos de escovação simulada para a maioria dos materiais

3. O brilho foi afetado e diminuiu após a escovação simulada por 10.000 e 20.000 ciclos para todos os materiais;

4. Para ambos os métodos de avaliação de cor a rugosidade da superfície influenciou positiva ou negativamente o efeito camaleão, dependendo do compósito restaurador.

5. As características das partículas de carga e sua composição podem desempenhar uma função importante para se atingir o efeito camaleão para os sistemas simplificados.

8. AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) pelo suporte financeiro (AUX CAPES-PROEX Code 001).

Declarações de interesse: nenhuma.

REFERÊNCIAS

- Abdelraouf, R. M. and N. A. Habib (2016). "Color-Matching and Blending-Effect of Universal Shade Bulk-Fill-Resin-Composite in Resin-Composite-Models and Natural Teeth." *Biomed Res Int* **2016**: 4183432.
- AlGhazali, N., G. Burnside, R. W. Smith, A. J. Preston and F. D. Jarad (2011). "Performance assessment of Vita Easy Shade spectrophotometer on colour measurement of aesthetic dental materials." *Eur J Prosthodont Restor Dent* **19**(4): 168-174.
- Ardu, S., O. Duc, E. Di Bella and I. Krejci (2017). "Color stability of recent composite resins." *Odontology* **105**(1): 29-35.
- Ardu, S. and I. Krejci (2006). "Biomimetic direct composite stratification technique for the restoration of anterior teeth." *Quintessence Int* **37**(3): 167-174.
- Arikawa, H., T. Kanie, K. Fujii, H. Takahashi and S. Ban (2007). "Effect of filler properties in composite resins on light transmittance characteristics and color." *Dent Mater J* **26**(1): 38-44.
- Arimoto, A., M. Nakajima, K. Hosaka, K. Nishimura, M. Ikeda, R. M. Foxton and J. Tagami (2010). "Translucency, opalescence and light transmission characteristics of light-cured resin composites." *Dent Mater* **26**(11): 1090-1097.
- Azhar, G., K. Haas, D. J. Wood, R. van Noort and K. Moharamzadeh (2019). "The Effects of Colored Pigments on the Translucency of Experimental Dental Resin Composites." *Eur J Prosthodont Restor Dent* **27**(1): 3-9.
- Bazos, P. and P. Magne (2014). "Bio-Emulation: biomimetically emulating nature utilizing a histoanatomic approach; visual synthesis." *Int J Esthet Dent* **9**(3): 330-352.
- Borse, S. and S. H. Chaware (2020). "Tooth shade analysis and selection in prosthodontics: A systematic review and meta-analysis." *J Indian Prosthodont Soc* **20**(2): 131-140.
- Brainard, D. H., N. P. Cottaris and A. Radonjic (2018). "The perception of colour and material in naturalistic tasks." *Interface Focus* **8**(4): 20180012.
- Bucuta, S. and N. Ilie (2014). "Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. conventional resin based composites." *Clin Oral Investig* **18**(8): 1991-2000.
- Catel, Y., J. Angermann, P. Fassler, U. Fischer, T. Schnur and N. Moszner (2021). "High refractive index monofunctional monomers as promising diluents for dental composites." *Dent Mater* **37**(2): 351-358.
- Chandrasekhar, V., L. Rudrapati, V. Badami and M. Tummala (2017). "Incremental techniques in direct composite restoration." *J Conserv Dent* **20**(6): 386-391.
- Chen, F., Y. Toida, R. Islam, A. Alam, A. Chowdhury, M. Yamauti and H. Sano (2020). "Evaluation of shade matching of a novel supra-nano filled esthetic resin composite employing structural color using simplified simulated clinical cavities." *J Esthet Restor Dent*.
- Chu, S. J., R. D. Trushkowsky and R. D. Paravina (2010). "Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects." *J Dent* **38 Suppl 2**: e2-16.
- Czigola, A., I. Roth, V. Vitai, D. Feher, P. Hermann and J. Borbely (2021). "Comparing the effectiveness of shade measurement by intraoral scanner, digital spectrophotometer, and visual shade assessment." *J Esthet Restor Dent* **33**(8): 1166-1174.
- da Costa, J., P. Fox and J. Ferracane (2010). "Comparison of various resin composite shades and layering technique with a shade guide." *J Esthet Restor Dent* **22**(2): 114-124.
- da Silva, E. M., J. Doria, J. da Silva Jde, G. V. Santos, J. G. Guimaraes and L. T. Poskus (2013). "Longitudinal evaluation of simulated toothbrushing on the roughness and optical stability of microfilled, microhybrid and nanofilled resin-based composites." *J Dent* **41**(11): 1081-1090.

- Daud, A., A. J. Adams, A. Shawkat, G. Gray, N. H. F. Wilson, C. D. Lynch and I. R. Blum (2020). "Effects of toothbrushing on surface characteristics of microhybrid and nanofilled resin composites following different finishing and polishing procedures." J Dent **99**: 103376.
- de Abreu, J. L. B., C. S. Sampaio, E. B. Benalcazar Jalkh and R. Hirata (2021). "Analysis of the color matching of universal resin composites in anterior restorations." J Esthet Restor Dent **33**(2): 269-276.
- de Moraes Rego Roselino, L., R. Tonani Torrieri, C. Sbardelotto, A. Alves Amorim, C. Noronha Ferraz de Arruda, C. Tirapelli and F. de Carvalho Panzeri Pires-de-Souza (2019). "Color stability and surface roughness of composite resins submitted to brushing with bleaching toothpastes: An in situ study." J Esthet Restor Dent **31**(5): 486-492.
- Della Bona, A. (2020). Color and Appearance in Dentistry.
- Diamantopoulou, S., A. Kakaboura, V. Margaritis and E. Papazoglou (2021). "Color comparison of three layered resin composite systems with three shade guides." J Esthet Restor Dent **33**(2): 323-340.
- Dietschi, D. (1995). "Free-hand composite resin restorations: a key to anterior aesthetics." Pract Periodontics Aesthet Dent **7**(7): 15-25; quiz 27.
- Dietschi, D. (2001). "Layering concepts in anterior composite restorations." J Adhes Dent **3**(1): 71-80.
- Dietschi, D., S. Ardu and I. Krejci (2006). "A new shading concept based on natural tooth color applied to direct composite restorations." Quintessence Int **37**(2): 91-102.
- Dietschi, D., G. Campanile, J. Holz and J. M. Meyer (1994). "Comparison of the color stability of ten new-generation composites: an in vitro study." Dent Mater **10**(6): 353-362.
- Dietschi, D. and N. Fahl, Jr. (2016). "Shading concepts and layering techniques to master direct anterior composite restorations: an update." Br Dent J **221**(12): 765-771.
- Durand, L. B., J. Ruiz-Lopez, B. G. Perez, A. M. Ionescu, F. Carrillo-Perez, R. Ghinea and M. M. Perez (2020). "Color, lightness, chroma, hue, and translucency adjustment potential of resin composites using CIEDE2000 color difference formula." J Esthet Restor Dent.
- Eimar, H., B. Marelli, S. N. Nazhat, S. Abi Nader, W. M. Amin, J. Torres, R. F. de Albuquerque, Jr. and F. Tamimi (2011). "The role of enamel crystallography on tooth shade." J Dent **39 Suppl 3**: e3-10.
- Ergucu, Z. and L. S. Turkun (2007). "Surface roughness of novel resin composites polished with one-step systems." Oper Dent **32**(2): 185-192.
- Fahl, N., Jr. (2006). "A polychromatic composite layering approach for solving a complex Class IV/direct veneer-diastrama combination: part I." Pract Proced Aesthet Dent **18**(10): 641-645; quiz 646.
- Fahl, N., Jr., G. E. Denehy and R. D. Jackson (1995). "Protocol for predictable restoration of anterior teeth with composite resins." Pract Periodontics Aesthet Dent **7**(8): 13-21; quiz 22.
- Ferracane, J. L. (2011). "Resin composite--state of the art." Dent Mater **27**(1): 29-38.
- Fu, Y., C. A. Tippetts, E. U. Donev and R. Lopez (2016). "Structural colors: from natural to artificial systems." Wiley Interdiscip Rev Nanomed Nanobiotechnol **8**(5): 758-775.
- Hariri, I., A. Sadr, S. Nakashima, Y. Shimada, J. Tagami and Y. Sumi (2013). "Estimation of the enamel and dentin mineral content from the refractive index." Caries Res **47**(1): 18-26.
- He, W. H., C. J. Park, S. Byun, D. Tan, C. Y. Lin and W. Chee (2020). "Evaluating the relationship between tooth color and enamel thickness, using twin flash photography,

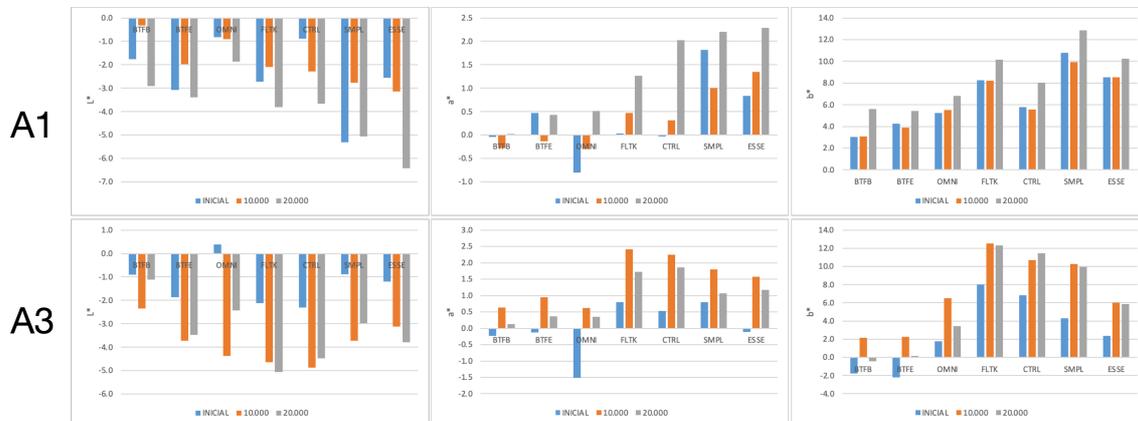
- cross-polarization photography, and spectrophotometer." J Esthet Restor Dent **32**(1): 91-101.
- Hosoya, Y., T. Shiraishi, M. Oshiro, S. Ando, M. Miyazaki and J. M. Powers (2009). "Effects of specular component on color differences of different filler type resin composites after aging." J Dent **37**(8): 585-590.
- Hsiung, B. K., N. M. Justyn, T. A. Blackledge and M. D. Shawkey (2017). "Spiders have rich pigmentary and structural colour palettes." J Exp Biol **220**(Pt 11): 1975-1983.
- Iyer, R. S., V. R. Babani, P. Yaman and J. Dennison (2021). "Color match using instrumental and visual methods for single, group, and multi-shade composite resins." J Esthet Restor Dent **33**(2): 394-400.
- Joiner, A. (2004). "Tooth colour: a review of the literature." J Dent **32** **Suppl 1**: 3-12.
- Kamonkhantikul, K., M. Arksornnukit, S. Lauvahutanon and H. Takahashi (2016). "Toothbrushing alters the surface roughness and gloss of composite resin CAD/CAM blocks." Dent Mater J **35**(2): 225-232.
- Khashayar, G., P. A. Bain, S. Salari, A. Dozic, C. J. Kleverlaan and A. J. Feilzer (2014). "Perceptibility and acceptability thresholds for colour differences in dentistry." J Dent **42**(6): 637-644.
- Lee, Y. K. and B. Yu (2007). "Measurement of opalescence of tooth enamel." J Dent **35**(8): 690-694.
- Lucena, C., J. Ruiz-Lopez, R. Pulgar, A. Della Bona and M. M. Perez (2021). "Optical behavior of one-shaded resin-based composites." Dent Mater.
- Luo, M. R., G. Cui and B. Rigg (2001). "The development of the CIE 2000 colour-difference formula: CIEDE2000." Color Research and Application **26**(5): 340-350.
- Mizutani, K., T. Takamizawa, R. Ishii, S. Shibasaki, H. Kurokawa, M. Suzuki, A. Tsujimoto and M. Miyazaki (2021). "Flexural Properties and Polished Surface Characteristics of a Structural Colored Resin Composite." Oper Dent **46**(3): E117-E131.
- Mokrzycki, W. and M. Tatol (2001). "Color difference Delta E - A survey Colour difference ΔE - A survey Faculty of Mathematics and Informatics." Machine Graphics and Vision **20**(4): 383-411.
- Nasim, I., P. Neelakantan, R. Sujeer and C. V. Subbarao (2010). "Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins--an in vitro study." J Dent **38** **Suppl 2**: e137-142.
- Nayar, S. K., K. Ikeuchi and T. Kanada (1991). "Surface reflection: physical and geometrical perspectives." EEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence **13**: 611-634.
- O'Brien, W. J. (1985). "Double layer effect and other optical phenomena related to esthetics." Dent Clin North Am **29**(4): 667-672.
- Oguro, R., M. Nakajima, N. Seki, A. Sadr, J. Tagami and Y. Sumi (2016). "The role of enamel thickness and refractive index on human tooth colour." J Dent **51**: 36-44.
- Oivanen, M., F. Keulemans, S. Garoushi, P. K. Vallittu and L. Lassila (2021). "The effect of refractive index of fillers and polymer matrix on translucency and color matching of dental resin composite." Biomater Investig Dent **8**(1): 48-53.
- Oliveira, G. U., R. F. Mondelli, M. Charantola Rodrigues, E. B. Franco, S. K. Ishikiriama and L. Wang (2012). "Impact of filler size and distribution on roughness and wear of composite resin after simulated toothbrushing." J Appl Oral Sci **20**(5): 510-516.
- Paolone, G., G. Orsini, J. Manauta, W. Devoto and A. Putignano (2014). "Composite shade guides and color matching." Int J Esthet Dent **9**(2): 164-182.
- Paravina, R. D., R. Ghinea, L. J. Herrera, A. D. Bona, C. Igiel, M. Linninger, M. Sakai, H. Takahashi, E. Tashkandi and M. Perez Mdel (2015). "Color difference thresholds in dentistry." J Esthet Restor Dent **27** **Suppl 1**: S1-9.

- Paravina, R. D., M. M. Perez and R. Ghinea (2019). "Acceptability and perceptibility thresholds in dentistry: A comprehensive review of clinical and research applications." J Esthet Restor Dent **31**(2): 103-112.
- Paravina, R. D., S. Westland, F. H. Imai, M. Kimura and J. M. Powers (2006). "Evaluation of blending effect of composites related to restoration size." Dent Mater **22**(4): 299-307.
- Paravina, R. D., S. Westland, W. M. Johnston and J. M. Powers (2008). "Color adjustment potential of resin composites." J Dent Res **87**(5): 499-503.
- Paravina, R. D., S. Westland, M. Kimura, J. M. Powers and F. H. Imai (2006). "Color interaction of dental materials: blending effect of layered composites." Dent Mater **22**(10): 903-908.
- Pecho, O. E., R. Ghinea, E. A. do Amaral, J. C. Cardona, A. Della Bona and M. M. Perez (2016). "Relevant optical properties for direct restorative materials." Dent Mater **32**(5): e105-112.
- Pereira Sanchez, N., J. M. Powers and R. D. Paravina (2019). "Instrumental and visual evaluation of the color adjustment potential of resin composites." J Esthet Restor Dent **31**(5): 465-470.
- Peumans, M., G. Politano, P. Bazos, D. Severino and B. Van Meerbeek (2020). "Effective Protocol for Daily High-quality Direct Posterior Composite Restorations: Layering and Finishing." J Adhes Dent **22**(6): 597-613.
- Pop-Ciutrla, I. S., R. Ghinea, M. D. M. Perez Gomez, H. A. Colosi, D. Dudea and M. Badea (2015). "Dentine scattering, absorption, transmittance and light reflectivity in human incisors, canines and molars." J Dent **43**(9): 1116-1124.
- Ragain, J. C., Jr. and W. M. Johnston (2001). "Accuracy of Kubelka-Munk reflectance theory applied to human dentin and enamel." J Dent Res **80**(2): 449-452.
- Ritter, A. V. (2001). "Posterior resin-based composite restorations: clinical recommendations for optimal success." J Esthet Restor Dent **13**(2): 88-99.
- Ryan, E. A., L. E. Tam and D. McComb (2010). "Comparative translucency of esthetic composite resin restorative materials." J Can Dent Assoc **76**: a84.
- Saegusa, M., H. Kurokawa, N. Takahashi, T. Takamizawa, R. Ishii, K. Shiratsuchi and M. Miyazaki (2021). "Evaluation of Color-matching Ability of a Structural Colored Resin Composite." Oper Dent **46**(3): 306-315.
- Sampaio, C. S., P. J. Atria, R. Hirata and G. Jorquera (2019). "Variability of color matching with different digital photography techniques and a gray reference card." J Prosthet Dent **121**(2): 333-339.
- Sensi, L., C. Winkler and S. Geraldeli (2021). "Accelerated Aging Effects on Color Stability of Potentially Color Adjusting Resin-based Composites." Oper Dent **46**(2): 188-196.
- Sharma, S. J. and J. F. Roulet (1999). "Adhesion: the silent revolution. 2nd European Symposium on Adhesive Dentistry: 7-9 May 1999." J Adhes Dent **1**(3): 285-287.
- Snow, S. R. (2009). "Assessing and achieving accuracy in digital dental photography." J Calif Dent Assoc **37**(3): 185-191.
- Spitzer, D. and J. T. Bosch (1975). "The absorption and scattering of light in bovine and human dental enamel." Calcif Tissue Res **17**(2): 129-137.
- Tanaka, A., M. Nakajima, N. Seki, R. M. Foxton and J. Tagami (2015). "The effect of tooth age on colour adjustment potential of resin composite restorations." J Dent **43**(2): 253-260.
- ten Bosch, J. J. and J. C. Coops (1995). "Tooth color and reflectance as related to light scattering and enamel hardness." J Dent Res **74**(1): 374-380.
- TokuyamaDentalAmerica Omnichroma technical report.

- van Dijken, J. W. and I. E. Ruyter (1987). "Surface characteristics of posterior composites after polishing and toothbrushing." Acta Odontol Scand **45**(5): 337-346.
- Vanini, L. (1996). "Light and color in anterior composite restorations." Pract Periodontics Aesthet Dent **8**(7): 673-682; quiz 684.
- Villarroel, M., N. Fahl, A. M. De Sousa and O. B. De Oliveira, Jr. (2011). "Direct esthetic restorations based on translucency and opacity of composite resins." J Esthet Restor Dent **23**(2): 73-87.
- VITAZahnfabrik (2015). VITA INFO. VITA INFO. https://www.vita-zahnfabrik.com/datei.php?src=portal/netpaper/dateien/93408/728_52POR_VITA_INFO_01-15_PS_DE_V01.pdf, VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG. **1.15**.
- VITAZahnfabrik. (2021). "This is how prosthetics are made! ." from <https://www.vita-zahnfabrik.com/en/History-67>.
- Zhang, L., P. Yu and X. Y. Wang (2021). "Surface roughness and gloss of polished nanofilled and nanohybrid resin composites." J Dent Sci **16**(4): 1198-1203.

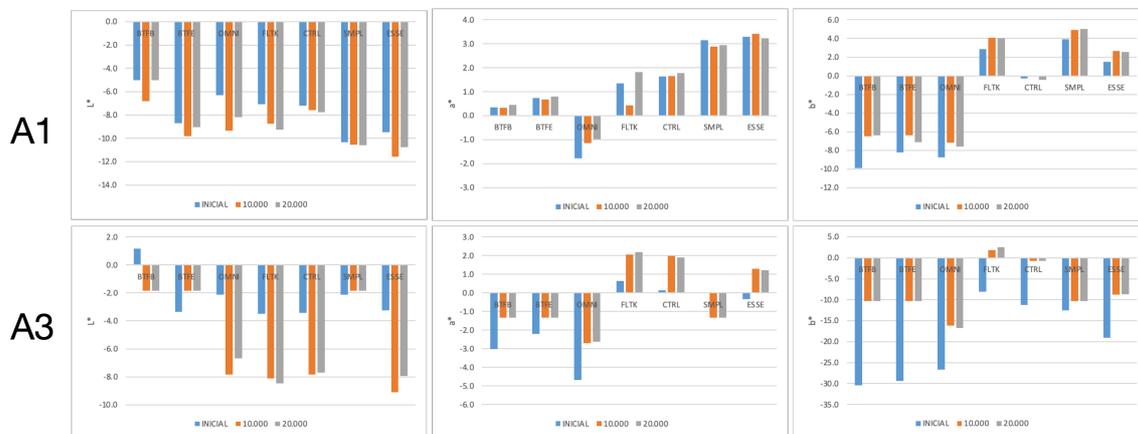
ANEXO 1

Figura 19. Gráfico de barras das coordenadas ΔL^* , Δa^* e Δb^* entre os compósitos e o a cavidade A1 e A3 de acordo com os ciclos de escovação utilizando o espectrofotômetro digital (n = 7).



Barras de cor azul correspondem aos materiais previamente a escovação. Barras de cor laranja correspondem aos materiais após 10.000 ciclos. Barras de cor cinza correspondem aos materiais após 20.000 ciclos.

Figura 20. Gráfico de barras das coordenadas ΔL^* , Δa^* e Δb^* entre os compósitos e o a cavidade A1 e A3 de acordo com os ciclos de escovação utilizando o software (n = 7).



Barras de cor azul correspondem aos materiais previamente a escovação. Barras de cor laranja correspondem aos materiais após 10.000 ciclos. Barras de cor cinza correspondem aos materiais após 20.000 ciclos.

ANEXO 2

Efeito da Escovação Simulada sobre a Compatibilidade de Cor de Compósitos Restauradores com Simplificação de Cores

RELATÓRIO DE ORIGINALIDADE



FONTES PRIMÁRIAS

1	repositorio.unicamp.br Fonte da Internet	5%
2	Submitted to Universidade Estadual de Campinas Documento do Aluno	1%
3	hdl.handle.net Fonte da Internet	1%
4	Kelli Nunes Monteiro. "Caracterização óptica e mecânica pós desgaste de zircônias monolíticas translúcidas", Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de Gestao da Informacao Academica (AGUIA), 2021 Publicação	<1%
5	Eman H. Ismail, Rade D. Paravina. "Color adjustment potential of resin composites: Optical illusion or physical reality, a comprehensive overview", Journal of Esthetic and Restorative Dentistry, 2021 Publicação	<1%
	união de contenção intrarradicular à parede dentinária em canais radiculares achatados de raízes distais de molares inferiores", Universidade de Sao Paulo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBiUSP, 2019 Publicação	
16	Lourenço de Moraes Rego Roselino, Michelle Alexandra Chinelatti, Carla Cecilia Alandia-Román, Fernanda de Carvalho Panzeri Pires-de-Souza et al. "Effect of Brushing Time and Dentifrice Abrasiveness on Color Change and Surface Roughness of Resin Composites", Brazilian Dental Journal, 2015 Publicação	<1%
17	issuu.com Fonte da Internet	<1%
18	repositorio.ufrn.br Fonte da Internet	<1%
19	repositorio.unb.br Fonte da Internet	<1%
20	www.nlm.medscape.idmu.unboundmedicine.unbound Fonte da Internet	<1%
21	www.thieme-connect.com Fonte da Internet	<1%
22	repositorio.pgskroton.com Fonte da Internet	<1%

6	sbppo.org.br Fonte da Internet	<1%
7	tede2.uepg.br Fonte da Internet	<1%
8	www.cinematography.net Fonte da Internet	<1%
9	pesquisa.bvsalud.org Fonte da Internet	<1%
10	repositorio.unesp.br Fonte da Internet	<1%
11	docplayer.com.br Fonte da Internet	<1%
12	Submitted to Universidad Estadual Paulista Documento do Aluno	<1%
13	www.teses.usp.br Fonte da Internet	<1%
14	Lucas dos Santos Cortopassi. "Avaliação da alteração de cor e rugosidade utilizando diferentes sistemas adesivos e selantes de superfície sobre a resina composta", Universidade de Sao Paulo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBiUSP, 2019 Publicação	<1%
15	Fernanda Plotegher. "Influência da geometria da ponta ativa de carga na resistência de	<1%
23	www.engesolda.ufc.br Fonte da Internet	<1%
24	Beatriz Curvello de Mendonça, William Matthew Negreiros, Marcelo Giannini. "Effect of aluminum oxide sandblasting, plasma application and their combination on the bond strength of resin cement to zirconia ceramics", Brazilian Dental Science, 2019 Publicação	<1%
25	espace.library.uq.edu.au Fonte da Internet	<1%
26	openpub.fmach.it Fonte da Internet	<1%
27	repositorio.utfpr.edu.br Fonte da Internet	<1%
28	Sávio José Cardoso Bezerra. "Efeito de uma película híbrida experimental aditivada com fluoreto de sódio e cloreto de estanho no desgaste erosivo", Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de Gestao da Informacao Academica (AGUIA), 2020 Publicação	<1%
29	da Silva Roque, Joao Carlos. "Propriedades óticas De Sistemas ceramicos De Alta resistencia: Estudo Laboratorial.", Universidade de Lisboa (Portugal), 2021 Publicação	<1%

30	livros01.livrosgratis.com.br Fonte da Internet	<1 %	37	Murilo De Lorenzo, Paula Ribeiro de Araújo, Rebeca Marjorie Alves Mendes, Lucas Pizzolotto et al. "INFLUÊNCIA DA POLIMERIZAÇÃO NA ESTABILIDADE DE COR DE RESINAS COMPOSTAS", Journal of Research in Dentistry, 2020 Publicação	<1 %
31	bv.fapesp.br Fonte da Internet	<1 %	38	lume.ufrgs.br Fonte da Internet	<1 %
32	www.cotil.unicamp.br Fonte da Internet	<1 %	39	repositorio.ufjf.br Fonte da Internet	<1 %
33	doaj.org Fonte da Internet	<1 %	40	repositorio.ufpel.edu.br:8080 Fonte da Internet	<1 %
34	www.univille.edu.br Fonte da Internet	<1 %	41	www.repositorio.unicamp.br Fonte da Internet	<1 %
35	Carvalho, Marcela Batista Pereira de(Garcia, Fernanda Cristina Pimentel). "Efeito do tempo de fotoativação na resistência de união ao cisalhamento de bráquetes metálicos e cerâmicos à superfície cerâmica", RIUnB, 2013. Publicação	<1 %	42	"Full Issue PDF", Operative Dentistry, 2017 Publicação	<1 %
36	Gabriel Gripp Fernandes. "Avaliação do nicho neurogênico hipocampal adulto em camundongos machos geneticamente modificados para a não expressão de fatores pro-inflamatórios (iNOS) ou anti-inflamatórios (IL-10) submetidos a um protocolo de estresse crônico", Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de Gestao da Informacao Academica (AGUIA), 2021 Publicação	<1 %	43	repositorio.cespu.pt Fonte da Internet	<1 %
47	www.revodontolunesp.com.br Fonte da Internet	<1 %	44	teses.usp.br Fonte da Internet	<1 %
48	Amanda Cavalcante Pereira Pinheiro. "O efeito do uso de uma fonte de luz LED violeta sobre resinas compostas em diferentes técnicas clareadoras", Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de Gestao da Informacao Academica (AGUIA), 2022 Publicação	<1 %	45	uninga.br Fonte da Internet	<1 %
49	Fabiane Carneiro Lopes. "Efeito da cabodiimida e da clorexidina na longevidade da resistência de união de cimento resinoso à dentina radicular e na composição química e estrutura do colágeno dentinário após radioterapia", Universidade de Sao Paulo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBIUSP, 2019 Publicação	<1 %	46	www.dental-research.com Fonte da Internet	<1 %
50	Juliana Pereira Rodrigues. "Intervalo de tempo decorrido para alteração da cor da estrutura dental quando submetida à desidratação e reidratação em duas faixas etárias", Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de Gestao da Informacao Academica (AGUIA), 2020 Publicação	<1 %		Molares Com compositos: Estudos Comparativos, in Vivo e in Vitro, De Duas tecnicas Restauradoras.", Universidade Fernando Pessoa (Portugal), 2021 Publicação	
51	Veloso de Faria, Patricia Manarte Monteiro. "Restauracao Directa De Classes Ii Em pre-	<1 %			

Excluir citações Em Excluir correspondências Desligado

Excluir bibliografia Em