

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO PARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM CLÍNICA ODONTOLÓGICA

MARIANA VIEIRA BALLA

**Avaliação da alteração de cor e rugosidade superficial de resinas bulk fill após
escovação mecânica e envelhecimento**

Belém
2018

MARIANA VIEIRA BALLA

Avaliação da alteração de cor e rugosidade superficial de resinas bulk fill após escovação mecânica e envelhecimento

Versão Final

Dissertação apresentada ao Centro Universitário do Pará, para obter o título de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Mestrado Profissional em Clínica Odontológica.

Área de Concentração: Prótese Dentária

Orientadora: Dra. Renata Antunes Esteves

Belém
2018

BALLA, M. V. Avaliação da alteração de cor e rugosidade superficial de resinas bulk fill após escovação mecânica e envelhecimento. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Clínica Odontológica) – Centro Universitário do Pará, Belém, 2018.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dra. _____

Instituição _____

Julgamento _____

Prof. Dra. _____

Instituição _____

Julgamento _____

Prof. Dra. _____

Instituição _____

Julgamento _____

Dedico este trabalho aos meus pais, **Margareth e Rogério**, que nunca mediram esforços para concretizar os sonhos das suas filhas e sempre as incentivaram a ir em busca das suas realizações profissionais. Obrigada por sempre se fazerem presentes, mesmo que não fisicamente.

À minha irmã, **Marina**, por ser sempre minha companheira e grande incentivadora ao longo de todo caminho profissional percorrido. Por ser minha inspiração e exemplo a ser seguido.

Ao **Lucas**, que é meu grande incentivador à busca por novos conhecimentos e aperfeiçoamento profissional. Pela dedicação que teve em especial, nesta etapa. Obrigada pelo apoio sempre.

AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares que torcem por mim e comemoram cada conquista, principalmente aos meus pais, **Margareth e Rogério**, que sempre estiveram presentes na minha educação e por me apoiarem em mais essa etapa. Obrigada por todo esforço e dedicação!

À minha irmã, **Marina**, que sempre caminhou junto a mim, mesmo que à distancia, me incentivando e dando força para ir em busca dos meus sonhos.

Aos meus tios, em especial, à **tia Marta e tio Moacir**, pelo apoio incansável ao longo de todas as etapas deste caminho.

Aos meus primos, **Laís, Camila, Jamyle, Felipe e Caio** que me acompanharam ao longo da vida e estiveram sempre presentes em cada etapa dessa jornada.

Ao meu namorado, **Lucas**, que exerceu função fundamental para que eu conseguisse concluir esta etapa, pelo apoio e compreensão. Pelo ser incansável no auxílio ao desenvolvimento e escrita deste trabalho.

Às amigas de vida, **Camila Gusmão, Jhenifer, Luiza, Lorrane e Letícia**, por escutar minhas angústias e me acalmarem nos momentos mais estressantes desta caminhada. Vocês foram muito importantes para que eu conseguisse concluir este processo.

Aos amigos de faculdade, **Sávio, Lúcia, Kéury e Fernando**, que fizeram parte do início da minha formação profissional, compartilhando aprendizados e cada etapa desta caminhada.

Em especial, ao meu grande amigo **Sávio**, pelo incentivo nesta vida acadêmica, pelas idéias e parceria de sempre. Por ter aberto as portas da sua “casa” USP e dedicado seu tempo para o desenvolvimento deste trabalho. Sem você esse trabalho não seria o mesmo. Minha eterna dupla.

Aos amigos da especialização, **Aninha, Denis e Rafa**, por terem dividido comigo seus conhecimentos, experiências e amizade. Por fazerem parte dessa caminhada mesmo que distantes geograficamente e por saber que sempre poderei contar com vocês.

Às amigas de Bauru, **Gizelle, Taissa, Paula, Camila, Rodrigo e Verena**, pelos aprendizados, experiências e momentos inesquecíveis. Levarei para sempre tudo o que vivemos e compartilhamos durante aqueles anos.

A todos os **amigos da pós-graduação**, por todos os ensinamentos, pela boa convivência e pela companhia.

Em especial, aos alunos das duas primeiras turmas deste programa de mestrado, MPCO, com quem tive um convívio diário, **Andréia, Carlos, Camila, Erich, Juliana, Larissa, Márcio, Ricardo e Tábata**, e juntos compartilhamos dias de muito aprendizado, dificuldades e risadas. Obrigada por todo apoio.

À minha orientadora, **Prof. Dra. Renata Antunes Esteves**, por ter acreditado em mim desde a graduação, me incentivado à iniciação científica, e ter confiado a mim mais essa tarefa. Por toda a dedicação e atenção à essa “danadinha” mais que querida.

À todos os **professores** do Mestrado Profissional em Clínica Odontológica do CESUPA por participarem da minha formação profissional.

Aos colegas da pós-graduação da FO-USP, **Carlos, Eric e Paula**, pela grande ajuda no desenvolvimento deste estudo.

À Profa Dra. **Tais Scaramussi Folin**, por me receber no Departamento de Dentística da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, para desenvolvimento deste estudo.

Aos funcionários da Clínica Odontológica do CESUPA: **Priscila, Josi, Ana, Sheila**, por toda a ajuda durante o curso.

Ao Centro Universitário do Pará, na pessoa do seu reitor, **João Paulo do Valle Mendes**.

À Universidade de São Paulo.

RESUMO

BALLA, Mariana Vieira. **Avaliação da alteração de cor e rugosidade superficial de resinas bulk fill após escovação mecânica e envelhecimento**. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Clínica Odontológica) – Centro Universitário do Pará, Belém, 2018

O objetivo deste estudo foi avaliar, in vitro, a estabilidade da cor (ΔE) e a rugosidade superficial (R_a) de resinas compostas bulk fill (Filtek Bulk Fill e Tetric N-Ceram Bulk fill) e convencionais (Filtek Z350XT e Filtek Bulk fill), após escovação mecânica e envelhecimento. Foram confeccionados espécimes ($n=5$), com matriz bipartida arredondada (8mm de diâmetro x 4mm de espessura). Os mesmos foram avaliados quanto a alteração de cor (Espectrofotômetro, Color Guide, BYK Gardner) e rugosidade superficial (Perfilômetro ótico 3 PROSCAN 2100 3D; Scantron), inicialmente e após a realização dos testes. Foram divididos em 3 grupos de acordo com os testes: A-escovação (14.600 ciclos, máquina de escovação mecânica, Elquip); B- termociclagem (5.000 ciclos, 5-55°C, 30 segundos, Termocicladora, Nova Ética–Equipamentos Científicos S.A.); C- termociclagem seguida de escovação (mesmo protocolo). Após todas as avaliações, as médias foram calculadas e comparadas por meio de análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey. O nível de significância foi de 5%. E concluiu-se que todas as resinas foram influenciadas pela escovação e termociclagem. Mas a resina que mais sofreu alterações de cor e rugosidade após a escovação mecânica e a termociclagem, foi a resina Tetric N-Ceram Bulk fill.

Palavras-chave: Resina Composta Bulk Fill, Resinas Compostas, Cor, Materiais Dentários, Escovação Dentária.

ABSTRACT

BALLA, M. V. Evaluation of color change and surface roughness of bulk fill resins after mechanical brushing and aging. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Clínica Odontológica) – Centro Universitário do Pará, Belém, 2018

The objective of this study was to evaluate, in vitro, the color stability (ΔE) and the surface roughness (Ra) of bulk fill (Filtek Bulk Fill e Tetric N-Ceram Bulk fill) and conventional (Filtek Z350XT e Filtek Bulk fill) composites, after mechanical brushing and aging. Specimens were made (n=5), with rounded bipartite matrix (8mm diameter x 4mm thickness). They were evaluated for color change (Spectrophotometer, Color Guide, BYK Gardner) and surface roughness (PROSCAN 2100 3D optical profilometer; Scantron), initially and after the tests. They were divided into 3 groups according to the tests: A-brushing (14,600 cycles, mechanical brushing machine, Elquip); B-thermocycling (5,000 cycles, 5-55°C, 30 seconds, Thermocycler, New Ethics-Scientific Equipment S.A.); C- thermocycling followed by brushing (same protocol). After all evaluations, the means were calculated and compared by means of analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test. The level of significance was 5%. It was concluded that all resins were influenced by brushing and thermocycling. But the resin that suffered the most changes in color and roughness after mechanical brushing and thermocycling was Tetric N-Ceram Bulk fill resin.

Keywords: Bulk Fill Resin Based Composites, Composite Resins, Color, Dental Materials, Toothbrushing.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.A – Resinas compostas utilizadas	16
Figura 1.B – Matriz para confecção dos espécimes	16
Figura 1.C – Fotopolimerizador	16
Figura 2.A – Espectrofotômetro	18
Figura 2.B – Perfilômetro ótico	18
Figura 3.A – Termocicladora	19
Figura 3.B – Máquina de escovação	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características e composições dos materiais testados	16
Tabela 2 – Grupos experimentais	17
Tabela 3 – Médias (DP) da ΔRa (μm) e ΔE das resinas após escovação	21
Tabela 4 – Médias (DP) da ΔRa (μm) e ΔE das resinas após termociclagem	21
Tabela 5 – Médias (DP) da ΔRa (μm) e ΔE das resinas após termociclagem e escovação	22

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS E SÍMBOLOS

ΔE	alteração de cor
ΔRa	diferença de rugosidade superficial
Ra	rugosidade
ANOVA	análise de variância
mm	milímetro
μm	micrometros
nm	nanometro
FB	Filtek Bulk Fill
FZ	Filtek Z350XT
TB	Tetric N-Ceram Bulk Fill
TN	Tetric N-Ceram
mW/cm^2	miliwatt por centímetro quadrado
LED	light emitting diode
n ^o	número
Bis-EMA	Bisfenol A diglicidil metacrilato etoxilado
Bis-GMA	Dimetacrilato de glicidila-bisfenol-A
TEGDMA	Dimetacrilato de trietilenoglicol
UDMA	Dimetacrilato de uretano
AUDMA	Uretano dimetacrilato aromático
DDDMA	(1, 12-Dodecanediol dimetacrilato)
%	por cento
wt%	weight percent
vol%	volume percent
n.ag.	não aglomeradas
ag.	Aglomeradas
CIEL*a*b*	Commission Internationale de Éclairage
a*	cor vermelha ou verde
b*	cor amarela ou azulada
L*	luminosidade da cor percebida
°C	grau Celsius
T	tempo
ISO	International Standard Organization

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
3	MATERIAIS E MÉTODOS	15
3.1	CONFEÇÃO DOS ESPÉCIMES	15
3.2	ANÁLISE DE COR	17
3.3	RUGOSIDADE SUPERFICIAL	17
3.4	ESCOVAÇÃO MECÂNICA	18
3.5	TERMOCICLAGEM	19
3.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA	20
4	RESULTADOS	21
5	DISCUSSÃO	23
6	CONCLUSÃO	29
	REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

As restaurações diretas em cavidades profundas são um procedimento amplamente utilizado na rotina clínica. Devido ao extenso uso das resinas compostas para este procedimento, os fabricantes vêm aperfeiçoando cada vez mais o material e algumas propriedades do mesmo, como estabilidade de cor, rugosidade superficial e tempo clínico são constantemente estudadas.¹⁻⁵

A estabilidade de cor da resina composta é uma propriedade importante na sua longevidade clínica, a qual continua sendo um desafio inerente ao material². Alterações significativas de cor foram relatadas em vários estudos, inclusive dos compósitos de resina após polimerização e envelhecimento, sendo que a magnitude desta alteração variou entre as marcas e composição desses materiais^{1,3}. As alterações de cor podem ser causadas por vários fatores etiológicos, que podem ser extrínsecas (coloração na camada superficial de resina composta, absorção de água, rugosidade superficial, tabagismo e dieta)^{2,4} ou intrínsecas (reações físico-mecânicas dentro do material: características de carga e matriz da resina).^{2,5,6}

A translucidez das resinas compostas pode sofrer alterações em função da fotoativação do material e dos efeitos da termociclagem³. No entanto, esta alteração pode estar relacionada com a matriz da resina composta. Por exemplo, o envelhecimento na água pode alterar a cor e translucidez dos compósitos, porém, a magnitude da diferença está relacionada à composição química e à matriz da resina composta, que pode ser clinicamente aceitável para alguns materiais e inaceitável para outros⁷. A maioria dos estudos sobre a função e a sobrevivência de resinas compostas têm-se concentrado nas suas propriedades mecânicas enquanto poucos têm investigado as suas características óticas^{3,7}.

A degradação superficial e a deterioração dos compósitos podem ser aceleradas por tensões térmico/mecânicas e alterações químicas no ambiente oral⁸⁻¹⁰. Estudos *in vitro* utilizam também a termociclagem para examinar o comportamento de envelhecimento de diferentes materiais dentários, e o envelhecimento artificial tem mostrado aceleração da degradação de matrizes orgânicas e inorgânicas, levando à diminuição do desempenho mecânico do material^{1,6}. A degradação superficial também pode ser aumentada quando o material é submetido a escovação mecânica. Assim, qualquer alteração da morfologia superficial refletiria a resistência intrínseca dos materiais à abrasão causada pela escovação¹¹.

Progressivamente, à medida que o desgaste e a aspereza aumentam, o brilho diminui e a cor muda^{12,13}. A magnitude dessa degradação é influenciada pela composição da matriz da resina¹⁴⁻¹⁶ e diversos desafios abrasivos/erosivos relacionados à higiene bucal e à composição

da dieta.^{14,17} Estudos têm demonstrado que, em contato com os agentes de coloração, as resinas compostas sofrem sorção de pigmentos extrínsecos, o que é aumentado quando estes materiais são expostos a meios alcoólicos e ácidos devido à maior degradação da matriz orgânica.^{11,12,14,17}

Em relação ao tempo clínico, os fabricantes sugerem que as resinas convencionais sejam inseridas em incrementos de 2mm para obter uma fotopolimerização completa,² gerando uma redução da contração da polimerização e melhor preenchimento da cavidade.^{2,19} Tendo com desvantagem a demora do procedimento, possibilidade de inclusão de bolhas de ar ou contaminação entre incrementos individuais de restaurações compostas de resina.^{2,20}

Recentemente, uma nova classe de resinas compostas foi introduzida no mercado, a resina de incremento único ou bulk fill. As quais seus fabricantes garantem uma polimerização efetiva em incrementos de 4mm sem influenciar na contração de polimerização, no grau de conversão ou na adaptação à cavidade.^{2,18} Neste sentido, as resinas compostas bulk fill trazem como grande vantagem a redução do tempo clínico, o que é favorável tanto para o profissional, quanto para o paciente. Essa polimerização de incrementos maiores é possível, provavelmente, devido à modificação na composição dessas resinas, na matriz, partículas de carga, fotoiniciadores.¹⁹

Dado que as possíveis alterações de cor e de superfície destas resinas compostas (bulk fill), são uma preocupação do cirurgião-dentista e uma das principais razões para a substituição de restaurações,² se faz necessário averiguar o comportamento destes materiais, devido a existência de poucos relatos na literatura sobre a influência da espessura de incremento das resinas na rugosidade superficial e na alteração de cor destes compósitos.

2 OBJETIVOS

Avaliar a estabilidade de cor e rugosidade superficial de duas resinas compostas bulk fill (Filtek Bulk fill e Tetric Bulk fill) comparando-as com suas versões convencionais (Filtek Z350XT e Tetric N-Ceram) após escovação mecânica e termociclagem.

Hipóteses deste estudo foram:

Hipótese Nula: Não haverá diferença significativa na alteração de cor e rugosidade das resinas compostas bulk fill, comparadas com as convencionais.

H1: Haverá diferença significativa na alteração de cor e rugosidade das resinas compostas bulk fill, comparadas com as convencionais.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste estudo foram avaliadas duas resinas bulk fill: Filtek Bulk fill (FB) e Tetric N-Ceram Bulk fill (TB); e duas convencionais: Filtek Z350 XT (FZ), nanoparticulada e Tetric N-Ceram (TN), nano-híbrida (Figura 1). A composição dos materiais está descrita na Tabela 1 e Figura 1.

3.1 Confeção dos espécimes

Foram confeccionados 60 espécimes a partir de matriz de teflon arredondada bipartida (8 mm de diâmetro x 4 mm de espessura). Sendo 15 espécimes de cada resina (Figura 1B).

Para a confecção dos espécimes, a matriz foi colocada sobre uma lâmina de vidro transparente e uma tira de poliéster. Em seguida, preenchida com a resina composta, de acordo com o tipo da resina, em incremento único (resinas bulk fill) e técnica incremental, com dois incrementos de 2 mm horizontais (resinas convencionais). Depois do preenchimento da matriz, o material foi coberto com outra tira de poliéster e uma lâmina de vidro, pressionando a mesma para escoar o excesso de resina e manter a superfície lisa. Foi realizada a fotoativação com luz de LED (Fotopolimerizador LED VALO, Ultradent, Indaiatuba, SP, Brasil), com a irradiação de $1.000\text{mW}/\text{cm}^2$ por 20 segundos (Figura 1C). A potência do fotopolimerizador foi aferida por um radiômetro previamente à confecção dos espécimes (SDI LED Radiometer, Bayswater, Victoria, Austrália).

Após a confecção, os espécimes foram polidos na superfície irradiada (topo) seguindo uma sequência de discos de lixa de polimento de óxido de alumínio, grosso, médio, fino e super fino (Sof-Lex Pop-on, Orange Series, 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA), sendo cada disco utilizado por 30 segundos.³ Todos os espécimes foram imersos em água destilada e mantidos por 24 horas em estufa (37° C).

Após as 24 horas, os espécimes foram retirados da água e secos com papel absorvente. E então, distribuídos aleatoriamente em 3 grupos (n=5), de acordo com os testes a serem aplicados: A- escovação; B- termociclagem; C-termociclagem e escovação. Os espécimes foram identificados na sua base inferior através de uma numeração feita com broca diamantada esférica diamantada (n° 1012), sendo identificados quanto ao tipo de resina, grupo teste ao qual pertenciam e superfície a ser testada. Os grupos encontram-se ilustrados na Tabela 2.

Tabela 1 – Características e composições dos materiais testados

Material	Cor	Matriz	Partículas de Carga	Carga (wt%/vol %)	Média de tamanho de partículas	Fabricação/Lote
Filtek Z350 XT (nanoparticulada) FZ	A2E	Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA, TEGDMA	Sílica, zircônia	78.5/63.3	4-20 nm n.ag. 0.6-10 µm ag.	3M ESPE, St. Paul, MN, USA 1710900577
Tetric N-Ceram (nano-híbrida) TN	A2	Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA, Ivocerin	vidro de silicato de alumínio de bário, trifluoreto de itérbio, óxido misto, copolímeros	79/73.5	40 nm 3000 nm	Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein V02034
Filtek Bulk Fill Posterior (nanoparticulada) FB	A2	AUDMA, UDMA, DDDMA	Zirconia, sílica, trifluoreto de itérbio	76.5/58.4	20 nm n.ag. 4-11 nm n.ag. 100nm	3M ESPE, St. Paul, MN, USA 1714000286
Tetric N-Ceram Bulk Fill (nano-híbrida) TB	IVA	Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA, Ivocerin	vidro de silicato de alumínio de bário, fluoreto de itérbio, óxido misto, copolímeros	81/61	0.4-0.7 µm 160-200 nm	Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein V42508

Abreviações: Bis-EMA: Bisfenol A diglicidil metacrilato etoxilado, Bis-GMA: Dimetacrilato de glicidila-bisfenol-A, TEGDMA: Dimetacrilato de trietilenoglicol, UDMA: Dimetacrilato de uretano, AUDMA: Uretano dimetacrilato aromático, DDDMA (1, 12-Dodecanediol dimetacrilato).

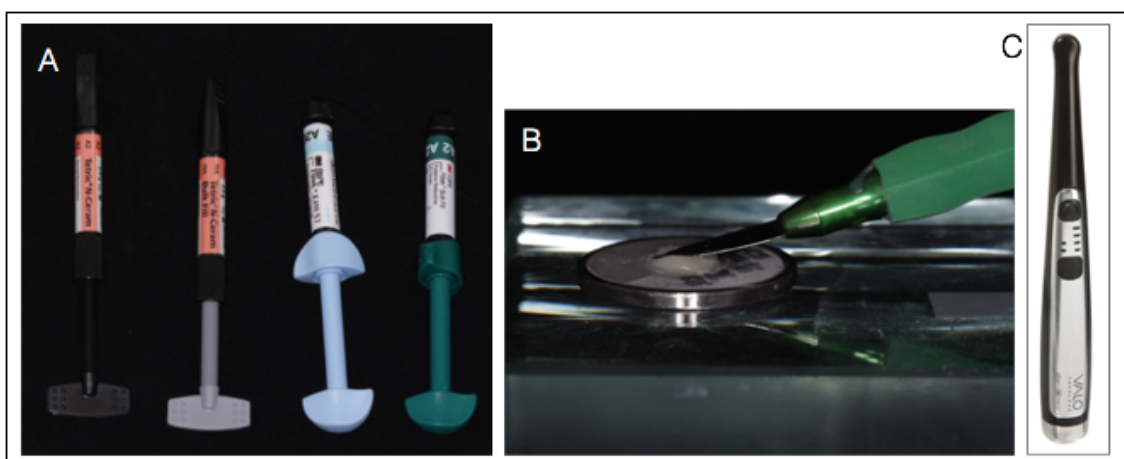


Figura 1: A - Resinas Compostas; B – Matriz para confecção dos espécimes; C – Fotopolimerizador.

Tabela 2 – Grupos experimentais.

Resinas	Grupos (n=5)	Testes
Filtek Z350 XT (nano-particulada)	A	Escovação
	B	Termociclagem
	C	Termociclagem + Escovação
Tetric N-Ceram (nano-híbrida)	A	Escovação
	B	Termociclagem
	C	Termociclagem + Escovação
Filtek Bulk Fill Posterior (nano-particulada)	A	Escovação
	B	Termociclagem
	C	Termociclagem + Escovação
Tetric N-Ceram Bulk fill (nano-híbrida)	A	Escovação
	B	Termociclagem
	C	Termociclagem + Escovação

3.2 Análise de Cor

As análises de cor foram feitas antes e após os testes em todos os espécimes através de espectrofotômetro de luz visível ultravioleta (Konica Minolta CM3700A; figura 2A) e os parâmetros de cor foram analisados através do sistema CIEL*a*b* (Commission Internationale de Éclairage). Os eixos a* e b* são coordenadas de cromaticidade, o eixo a* representando a cor vermelha ou verde e o eixo b* representando a cor amarela ou azulada. O eixo L*, perpendicular aos a* e b*, representa a luminosidade da cor percebida. O espectrofotômetro efetuou a leitura dos espécimes, que foi transmitida ao Software CyberChrome OnColor 2006, o qual captou e forneceu os valores absolutos L*, a*, e b*.

Foi utilizada como padrão a medição por reflexão. Onde a fonte de iluminação emitiu uma luz com comprimento de onda de 400-700 nm, iluminante padrão D65, observador padrão de 2 graus, sobre fundo branco. A máscara utilizada tinha medida de 3 mm x 3 mm e foi utilizado 1 flash por medição. As medidas foram feitas pelo mesmo pesquisador treinado. Com os valores pré e pós testes, foi calculado o ΔE . A diferença de cor total (ΔE) entre as duas medidas de cor foi calculada pela seguinte equação: $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$.³ Os valores de $\Delta E \geq 3.3$ são considerados clinicamente inaceitáveis.^{21,22}

3.3 Rugosidade Superficial

A avaliação da rugosidade superficial foi realizada através de escaneamento dos espécimes em um perfilômetro ótico 3D (PROSCAN 2100 3D; Scantron, Taunton, UK), inicialmente no T=1, e ao final de cada teste. A rugosidade de cada espécime foi calculada,

através de um software específico (Proscan Application software version 2.0.17), e registrada (R_a ; μm). Para cada espécime, foram feitas três medidas em diferentes áreas (terço superior, médio e inferior), sendo cada leitura de 4 mm no eixo x e 1 mm no eixo y, e com um corte (*cut-off*) de 0.8 mm (sendo 0.4 mm de cada lado). Após a leitura de cada terço, foi obtida uma rugosidade superficial média para cada espécime. Após os espécimes serem submetidos aos testes, uma nova leitura da rugosidade superficial foi realizada e então obtida uma rugosidade média final. A alteração de rugosidade superficial de cada espécime foi calculada com base na diferença da média da rugosidade nos dois tempos de leitura.

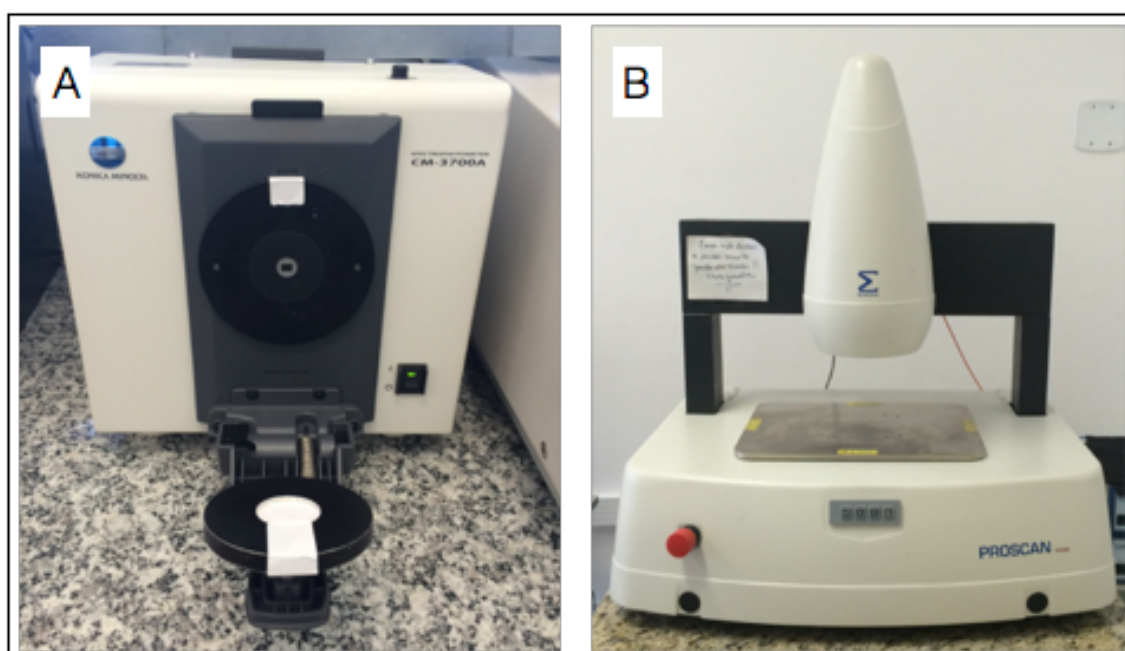


Figura 2: A – Espectrofotômetro; B – Perfilômetro ótico.

3.4 Escovação Mecânica

Os espécimes do subgrupo A e C foram submetidos a um desafio abrasivo, em uma máquina de escovação mecânica (Elquip, São Carlos, SP, Brasil; Figura 4B), onde foram utilizadas escovas macias (Tek; Johnson & Johnson Ind. Com Ltda., São José dos Campos, SP, Brazil). As cabeças das escovas foram cortadas e acopladas no equipamento. Cada espécime foi submetido a 14.600 ciclos de escovação mecânica (correspondente há 1 ano de escovação em um paciente saudável)²³, com carga de 200g, velocidade de 2 ciclos/segundo, sendo considerado cada um movimento de vai-e-vem como um ciclo. Foi utilizado um dentífrício regular (Colgate Total 12, Colgate Palmolive, São Paulo, Brasil) diluído em uma proporção 1:2

em água destilada,¹⁷ e esta suspensão foi renovada a cada 500 ciclos de escovação. Após 10.000 ciclos as escovas foram substituídas por novas.

3.5 Termociclagem

Os subgrupos B e C foram submetidos a um desafio térmico em uma máquina Termocicladora (Nova Ética–Equipamentos Científicos S.A., São Paulo, SP, Brasil) consistindo em um total de 5.000 ciclos térmicos (5-55°C, tempo de permanência de 30 segundos em cada banho, de acordo com o ISO 11405), como simulador de envelhecimento (Figura 4A). Neste ensaio, os espécimes foram colocados em uma cesta e, através dela, imersos em banhos com água destilada a 5°C por 30 segundos, e em seguida, em água a 55°C, por mais 30 segundos, completando então, um ciclo.

O final da termociclagem, os espécimes pertencentes ao grupo C foram submetidos à 14.600 ciclos de escovação mecânica.

Ao final dos desafios todos os espécimes foram lavados abundantemente com água, secos com papel absorvente e avaliados novamente quanto a cor e a rugosidade (T=3).

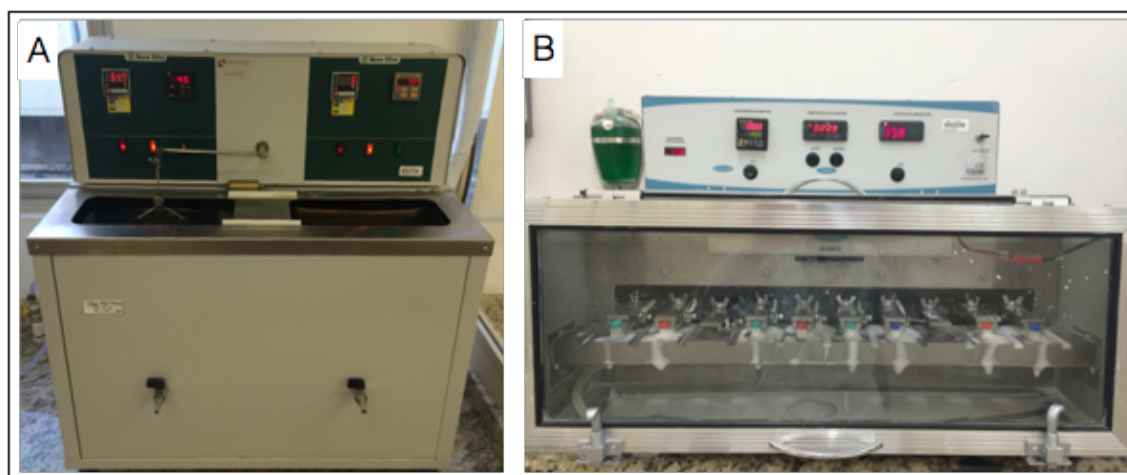


Figura 3: A – Termocicladora; B – Máquina de escovação.

3.6 Análise Estatística

Os dados foram coletados e analisados estatisticamente com o programa Bioestat 5.3 (Instituto Mamirauá, Belém, Pará, Brasil). Inicialmente os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para verificar se a distribuição dos dados ocorria de forma normal. Constatada a normalidade, foram calculadas as médias e desvio-padrão de todas as medidas dos grupos, e as médias foram comparadas por meio de análise de variância (ANOVA) a um critério, seguido pelo teste de Tukey post-hoc para a comparação entre os grupos. O nível de significância adotado foi $\alpha=0.05$. Para testar a correlação entre ΔE e ΔRa , foi realizado o coeficiente de correlação de Pearson.

4 RESULTADOS

As médias, desvio-padrão e análises estatísticas dos grupos de escovação, termociclagem, e, escovação + termociclagem, estão representadas nas tabelas 3, 4 e 5, respectivamente.

Tabela 3: Médias e Desvio-padrão da diferença de Rugosidade (ΔRa) e Alteração de cor (ΔE) das Resinas Compostas do grupo da Escovação.

RESINAS	Espessura	ΔRa	ΔE
Filtek Z350	4mm	-0.015 ± 0.043^b	0.653 ± 0.160^b
Filtek Bulkfill	4mm	0.090 ± 0.064^b	0.828 ± 0.206^{ab}
Tetric N-Ceram	4mm	0.360 ± 0.296^{ab}	0.393 ± 0.147^c
Tetric N-Ceram Bulkfill	4mm	0.853 ± 0.585^a	1.058 ± 0.199^a

Letras minúsculas diferentes nas colunas indicam diferença estatisticamente significante.

Ao analisar a tabela 3 é possível verificar que a escovação causou um aumento de rugosidade superficial em quase todas as resinas estudadas (FB, TN e TB), com exceção da FZ, que teve uma diferença de rugosidade negativa, sendo a resina menos afetada pelo teste. As resinas com maior diferença de rugosidade foram a TB, seguida das TN, FB e FZ. Quando avaliado o ΔE , todas as resinas apresentaram alteração de cor após a escovação, sendo o maior valor encontrado na TB, seguida das FB, TZ e TN (Tabela 3). Não apresentou correlação entre ΔRa e ΔE neste teste.

Tabela 4: Médias e Desvio-padrão da diferença de Rugosidade (ΔRa) e Alteração de cor (ΔE) das Resinas Compostas do grupo da Termociclagem.

RESINAS	Espessura	ΔRa	ΔE
Filtek Z350	4mm	0.027 ± 0.024^a	0.713 ± 0.288^b
Filtek Bulkfill	4mm	0.058 ± 0.118^a	0.687 ± 0.152^b
Tetric N-Ceram	4mm	0.028 ± 0.078^a	0.657 ± 0.275^b
Tetric N-Ceram Bulkfill	4mm	0.008 ± 0.048^a	2.052 ± 0.316^a

Letras minúsculas diferentes nas colunas indicam diferença estatisticamente significante.

O teste de termociclagem isolado provocou maior alteração de cor na resina TB, apresentando diferença estatisticamente significante em relação às outras resinas estudadas.

Porém, não apresentou diferença estatisticamente significativa de rugosidade em nenhuma resina (Tabela 4). Não apresentou correlação entre ΔRa e ΔE neste teste.

Tabela 5: Médias e Desvio-padrão da diferença de Rugosidade (ΔRa) e Alteração de cor (ΔE) das Resinas Compostas do grupo da Termociclagem + Escovação.

RESINAS	Espessura	ΔRa	ΔE
Filtek Z350	4mm	0.093 ± 0.091^b	0.605 ± 0.167^b
Filtek Bulkfill	4mm	0.203 ± 0.171^b	0.703 ± 0.231^b
Tetric N-Ceram	4mm	0.063 ± 0.097^b	0.747 ± 0.131^b
Tetric N-Ceram Bulkfill	4mm	0.980 ± 0.370^a	1.562 ± 0.365^a

Letras minúsculas diferentes nas colunas indicam diferença estatisticamente significativa.

Na análise após termociclagem (5.000 ciclos), seguida de escovação (14.600 ciclos), foi possível observar que houve alteração rugosidade e cor em todas as resinas, sendo maiores na resina TB, com diferença estatisticamente significativamente em relação aos valores das outras resinas (Tabela 5). Observou-se correlação positiva entre ΔRa e ΔE após este teste ($R= 0.9816$, $P= 0.0184$).

5 DISCUSSÃO

As resinas bulk fill tem sido estudadas quanto aos seus aspectos mecânicos e óticos devido as diferenças na sua composição: matriz orgânica, tamanho, formato e quantidade de partículas de carga, fotoiniciadores.¹⁹ Algumas pesquisas têm comparado as características das resinas de incremento único às resinas convencionais^{2,6,22,24,25}. Neste trabalho optou-se por estudar as resinas compostas bulk fill, comparando com resinas controle dos mesmos fabricantes das bulk fill testadas, procurando diminuir as variáveis de composição e melhorar as referências de comparação (Filtek Bulkfill com Filtek Z350XT; e Tetric N-Ceram Bulkfill com Tetric N-Ceram).

Muitos estudos *in vitro* têm feito análises da influência da escovação mecânica e termociclagem na degradação de resinas compostas, para simular o envelhecimento e testar o aumento da rugosidade superficial e alteração de cor. Porém, a maioria desses testes têm sido realizados de forma isolada,^{6,17,23,25} e se sabe que o processo de degradação de resinas é complexo e depende de vários fatores mecânicos e químicos, que acontecem simultaneamente na cavidade oral.^{17,26-28} Neste trabalho, optou-se em realizar os dois testes, escovação mecânica e termociclagem, isolados e em combinação.

A relevância clínica da rugosidade superficial se dá pelo fator facilitador de acúmulo bacteriano²⁹ e pela relação direta com a alteração de cor e brilho.¹⁷ Estudos mostram que o aumento da rugosidade superficial pode reduzir a estabilidade de cor e brilho superficial das resinas compostas.^{13,17,28}

Um estudo que analisou a rugosidade (perfilômetro) de várias resinas, dentre elas, a Filtek Bulk Fill, antes e após a termociclagem (10.000 ciclos), não encontrou diferença estatisticamente significativa no ΔRa ,⁶ o que vem a coincidir com os resultados obtidos neste estudo, onde após o teste de termociclagem isolado, não foi encontrado alteração de rugosidade, mas somente de cor.

Outro estudo que avaliou a alteração de rugosidade após escovação mecânica, observou menor efeito deletério nas resinas compostas nano-particuladas controle e nano-particuladas bulk fill em comparação com resinas bulk fill nano-híbridas.²⁵ Os resultados encontrados foram semelhantes aos do presente estudo, onde os espécimes confeccionados com a resina Tetric N-Ceram Bulk Fill (nano-híbrida), quando submetidos à escovação apresentaram uma alteração significativa de rugosidade, até 9,4 vezes maior do que a Filtek Bulk Fill (nano-particulada).

Enquanto a resina controle nano-particulada (Filtek Z350XT) mostrou diminuição na rugosidade superficial após os 14.600 ciclos de escovação.

De forma similar, outro estudo analisou a alteração de rugosidade após escovação em facetas de porcelana e resinas compostas. O mesmo não observou um aumento de rugosidade estatisticamente significativa em nenhum dos materiais, mostrando que não houve correlação,²⁸ o que contradiz com os resultados do presente estudo. Porém, os resultados de Rosentritt et al²⁸ podem ser explicados pela quantidade de ciclos de escovação de sua metodologia, já que ele submeteu seus espécimes a 7.200 ciclos, metade da quantidade utilizada em nossos ensaios, como também, a geometria côncava dos seus espécimes, o que pode ter influenciado nos efeitos da escovação e no acesso da escova.

Porém, quando comparadas as rugosidades superficiais de ambas as resinas bulk fill com seus respectivos controles, não se observou diferença estatisticamente significativa entre as mesmas, após os ciclos de escovação (grupo A; tabela 3). Concordando com a primeira hipótese nula, a qual dizia que não haveria diferença estatisticamente significativa da rugosidade superficial das resinas bulk fill em comparação às resinas convencionais, após escovação mecânica.

Alguns fatores podem estar diretamente relacionados à degradação das resinas compostas, como a composição da matriz inorgânica, a qual influencia diretamente o aumento da sua rugosidade superficial. Fatores como o tamanho das partículas, formato, dureza e espaço inter-partículas^{17,30,31} podem influenciar na aspereza da superfície após o polimento^{32,33} ou a escovação.^{25,34} As resinas compostas nanohíbridas contêm uma variedade de partículas com tamanhos variando de 40 a 3.000 nm (3 μ m), enquanto a resina nanoparticulada contém partículas de 5 a 20 nm de tamanho, que podem ser aglomeradas alcançando o tamanho de 600 a 1.400 nm. As resinas compostas que contêm cargas puramente esféricas atingem o mais alto brilho após o polimento³⁵ e menor rugosidade superficial.¹⁷

Alguns estudos correlacionam o tamanho das partículas de carga com a rugosidade superficial em resinas compostas, onde espera-se que as resinas nano-híbridas apresentem maior rugosidade após escovação devido apresentarem partículas maiores, que quando são removidas causam maior depressão na superfície.^{23,25} Avaliação da rugosidade superficial de resinas compostas convencional e bulk fill após 15.000 ciclos de escovação, evidenciaram que as resinas nano-híbridas apresentaram um aumento de rugosidade estatisticamente significativo

em relação às resinas nanoparticuladas,²⁵ o que vem a coincidir com os achados deste estudo, onde foi possível observar um aumento de rugosidade significativamente maior na resina bulk fill nano-híbrida em relação à bulk fill nanoparticulada após os testes de escovação (grupos A e C).

É bom ressaltar que alguns metacrilatos que estão presentes na matriz orgânica das resinas compostas do presente estudo (Bis-GMA e TEGDMA), são hidrofílicos, podendo absorver mais água e sofrer degradação por hidrólise.^{24,36} Essa hidrólise pode produzir dissolução da superfície, afetando negativamente o desgaste, a dureza e a integridade da superfície pelo amolecimento da matriz e causando uma perda de íons estruturais, podendo potencializar os efeitos negativos da escovação dentária, aumentando assim a rugosidade das resinas compostas.¹⁷ Quanto maior a absorção de água, maior o espaço entre as partículas de carga, o que gera o fenômeno chamado plasticidade, causando o amolecimento da matriz e aumentando a alteração de cor. Além do que, quanto maior as partículas inorgânicas, maior a suscetibilidade à sorção de água e alteração de cor.^{2,21-23}

Os fatos citados no paragrafo anterior são possíveis explicações dos achados deste estudo, quando a TB mostrou diferença de rugosidade superficial e alteração de cor significativamente maior do que a FB quando submetidas a termociclagem seguida de escovação (grupo C; tabela 5). Já que a TB tem em sua composição Bis-GMA e é uma resina nano-híbrida que possui maiores tamanhos de partículas do que as nanoparticuladas. Esses dados estão de acordo com estudos que, ao avaliar a alteração de cor em resinas compostas, encontraram maior alteração de cor no material cuja matriz continha Bis-GMA e TEGDMA.^{24,37,38}

A resina FB teve um comportamento mais estável, entre as resinas de incremento único estudadas, apresentando resultados estatisticamente semelhantes à resina controle, FZ (Tabelas 3, 4 e 5).

A alteração de cor pode ter origem extrínseca ou intrínseca. A extrínseca está diretamente relacionada à absorção de água e aumento da rugosidade superficial. E a intrínseca à composição da resina, matriz orgânica e inorgânica. Diferenças químicas entre os componentes das resinas, tais como a pureza dos monômeros, e concentração/tipo dos ativadores, iniciadores, inibidores, a oxidação das ligações duplas carbono que não reagiram e partículas de carga podem afetar os resultados da estabilidade da cor das resinas compostas.^{1,2,22}

Um estudo avaliou alteração de cor em várias resinas compostas convencionais (nano-híbridas e nanoparticuladas), analisando-as após um mês imersas em água. Nenhuma diferença estatística foi observada entre os dois tipos de resina supracitados.¹ Diferente do encontrado no presente estudo, onde a resina nano-híbrida apresentou maior diferença de cor após termociclagem em comparação à nanoparticulada. Apesar do resultado negativo à alteração de cor, Celik et al¹ entendem que na cavidade oral o material é submetido a outros fatores que podem influenciar na estabilidade de cor, como bebidas quentes. No presente estudo esse fator foi testado por meio da termociclagem.

Em avaliação de alteração de cor em resinas compostas, dentre elas a Tetric N-Ceram Bulk Fill, após imersão em água e outros líquidos (coca-cola, suco de laranja e chá de anis), por 40 e 60 dias, não foi observada diferença estatística entre as resinas quando imersas em água, somente quando imersas nos outros líquidos. A maior alteração de cor foi observada na TB, em relação as outras resinas,²² o que diverge parcialmente aos achados neste estudo, onde houve alteração de cor mesmo em água. No entanto, Gezawi et al²² observaram como limitação do seu estudo, a não simulação de outros fatores, como a termociclagem, a qual foi simulada no presente estudo, onde ambas as resinas bulk fill apresentaram alteração de cor após termociclagem e termociclagem + escovação (grupos B e C). A resina TB apresentou uma alteração de cor significativa, até 3,1 vezes maior do que a FB. Ambos os espécimes tinham 4mm de espessura, foram polimerizados em incremento único, tendo como variável sua composição, a qual poderia justificar tal diferença de comportamento. A resina TB possui em sua matriz o Bis-GMA, o metacrilato mais hidrofílico, o que pode ter causado maior absorção de água, e maior alteração de cor.^{24,36} Sobretudo, todas as alterações de cor encontradas neste estudo foram consideradas aceitáveis, já que o valor de ΔE foi menor que 3.3.^{2,22}

Estudo realizado evidenciou maior alteração de cor na resina bulk fill (Tetric EvoCeram bulk fill) quando comparada à convencional (Tetric EvoCeram universal) após imersão em água e café, influenciada pela composição do material e a relação desta com a suscetibilidade de pigmentação. Foi observada que a espessura do espécime também influenciou a alteração de cor. Espécimes de 4mm apresentaram alteração significativamente maior do que de 2mm,² o que está de acordo com os resultados deste estudo, onde a resina TB (incremento único) apresentou maior alteração de cor que a convencional, TN, (incrementos de 2mm) após a termociclagem, rejeitando a terceira hipótese nula, a qual dizia que não haveria maior alteração

de cor das resinas bulk fill após a termociclagem, quando comparadas com as resinas convencionais.

A espessura de 4mm dos espécimes deste estudo foi definida com base nas instruções dos fabricantes das resinas bulk fill, os quais garantem a polimerização e eficácia das mesmas com incremento único de até 4mm. Para permitir uma padronização de avaliação de cor por espectrofotômetro, os espécimes das resinas convencionais também foram confeccionados com a mesma espessura, porém, pela técnica do incremento e polimerizados por 20 segundos ($1.000\text{mW}/\text{cm}^2$), de acordo com instrução dos fabricantes. De acordo com os achados de Flury et al³⁹ a profundidade de cura nos espécimes de resina bulk fill com 4mm de espessura foi menor do que os valores citados pelos fabricantes. Essa diferença na profundidade de polimerização e o grau de conversão das resinas compostas podem influenciar a descoloração do material,⁴⁰ tendo como consequência também o comprometimento das propriedades mecânicas. Sendo que foi constatado que para uma melhor polimerização das resinas bulk fill foi necessário a utilização de tempos maiores de polimerização do que o indicado pelos fabricantes.^{41,42}

Par et al⁴³ ressaltam que o Ivocerin, fotoiniciador alternativo presente nas resinas Tetric, não se mostrou tão eficiente em relação à canforoquinona, já que em seu estudo a resina Tetric EvoCeram Bulk Fill necessitou de um tempo de polimerização maior do que a Filtek Bulk Fill.

A polimerização pode ser influenciada pela composição do material, espessura e unidade de polimerização e capacidade de transmissão de luz, sendo a espessura o fator mais influente. Quando se tratam de resinas semelhantes quanto à sua composição, podemos justificar essa diferença pela espessura,² tempo de polimerização⁴²⁻⁴⁴ e fotoiniciador.⁴³ O que pode explicar a alteração de cor estatisticamente maior da TB em comparação à TN após termociclagem, nos grupos B e C (tabelas 4 e 5). Esses achados rejeitam a quarta hipótese nula, a qual dizia que não haveria maior alteração de cor e rugosidade superficial das resinas bulk fill após a termociclagem seguida de escovação mecânica, quando comparadas com as resinas convencionais.

Neste estudo, pôde-se observar através do teste de correlação de Pearson que entre ΔE e ΔRa houve uma correlação direta entre o aumento de rugosidade e aumento da alteração de cor ($R= 0.98$). Esse resultado está de acordo com os achados de O'Neill et al,²⁵ que mostrou

uma forte correlação entre o aumento de rugosidade e a diminuição do brilho de superfície de resinas bulk fill ($R^2= 0.98$).

Este estudo mostrou resultados mais deletérios no grupo C, quando houve associação da termociclagem com a escovação mecânica, o que mais se aproximaria das condições clínicas. No entanto, mais estudos devem ser realizados para avaliar outros aspectos das resinas bulk fill, permitindo a sua aplicabilidade clínica de forma segura.

6 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados deste estudo *in vitro*, pode-se concluir que:

1. A resina Tetric N-Ceram Bulk Fill foi a mais suscetível aos efeitos negativos da escovação e termociclagem.
2. A termociclagem influenciou diretamente na alteração de cor das resinas bulk fill, sendo a Tetric N-Ceram Bulk Fill a que teve aumento significativamente maior.
3. Os testes de escovação influenciaram diretamente no aumento da rugosidade das resinas bulk fill, sendo a Tetric N-Ceram Bulk Fill a mais atingida.
4. As resinas Filtek apresentaram comportamento semelhante entre si, enquanto a Tetric N-Ceram Bulk Fill teve alterações de cor e rugosidade significativamente maiores que a sua convencional, Tetric N-Ceram.

REFERÊNCIAS

- 1- ÇELİK, E. U. et al. **Color changes of dental resin composites before and after polymerization and storage in water.** Journal of Esthetic and Restorative Dentistry, v. 23, n. 3, p.179-88, June 2011.
- 2- SHAMSZADEH, S. et al. **Color Stability of the Bulk-Fill Composite Resins with Different Thickness in Response to Coffee/Water Immersion,** v. 2016, n. 7186140, p. 1-5, June 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1155/2016/7186140>>. Acesso em: 09 abr. 2018.
- 3- SHIRINZAD, M. et al. **Effect of Accelerated Artificial Aging on Translucency of Methacrylate and Silorane-Based Composite Resins.** Journal of Dentistry of Tehran University of Medical Sciences, v. 13, n. 2, p. 92-100, March 2016.
- 4- NASIM, I. et al. **Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins-an in vitro study.** Journal of Dentistry, v. 38, p. e137-142, 2010. Supplement 2.
- 5- SILAMI, F. D. et al. **Color stability of experimental composites containing different photoinitiators.** Journal of Dentistry, v. 41, p. e62-66, August 2013. Supplement 3.
- 6- TEKÇE, N. et al. **The effect of surface sealant application and accelerated aging on posterior restorative surfaces: An SEM and AFM study.** Dental Materials Journal, v. 36, n. 2, p. 182-189, January 2017.
- 7- DIAMANTOPOULOU, S. et al. **Change of optical properties of contemporary resin composites after one week and one month water ageing.** Journal of Dentistry, v. 41, p. e62-69, November 2013. Supplement 5.
- 8- KOOI, T. et al. **Effects of food-simulating liquids on surface properties of giomer restoratives.** Operative Dentistry, v. 37, n. 6, p. 665-671, November-December 2012.
- 9- TUNCER, S. et al. **The effect of a modeling resin and thermocycling on the surface hardness, roughness, and color of different resin composites.** Journal of Esthetic and Restorative Dentistry, v. 25, n. 6, p. 404-419, December 2013.
- 10- MÜNCHOW, E. A. et al. **Effect of acidic solutions on the surface degradation of a micro-hybrid composite resin.** Brazilian Dental Journal, v. 25, n. 4, p. 321-326, 2014.
- 11- MOZZAQUATRO, L. R. et al. **The Effect of Brushing and Aging on the Staining and Smoothness of Resin Composites.** Journal of Esthetic and Restorative Dentistry, v. 29, n. 2, p. E44-E55, April 2017.
- 12- da SILVA, E. M. et al. **Longitudinal evaluation of simulated toothbrushing on the roughness and optical stability of microfilled, microhybrid and nanofilled resin-based composites.** Journal of Dentistry, v. 41, n. 11, p. 1081-1090, November 2013.
- 13- ROSELINO, L. D. R. et al. **Effect of brushing and accelerated ageing on color stability and surface roughness of composites.** Journal of Dentistry, v. 41, p. e54-e61, November 2013. Supplement 5.

- 14- KAIZER, M. R. et al. **Ageing of silorane-based and methacrylate-based composite resins: effects on translucency.** Journal of Dentistry, v. 40, p. e64-e71, July 2012. Supplement 1.
- 15- KAIZER, M. R. et al. **Do nanofill or submicron composites show improved smoothness and gloss? A systematic review of in vitro studies.** Dental Materials, v. 30, n. 4, p. e41-e78, April 2014.
- 16- JASSE, F. F. et al. **Influence of filler charge on gloss of composite materials before and after in vitro toothbrushing.** Journal of Dentistry, v. 41, p. e41-e44, November 2013. Supplement 5.
- 17- da SILVA, E. M. et al. **Effect of toothbrushing-mouthrinse-cycling on surface roughness and topography of nanofilled, microfilled, and microhybrid resin composites.** Operative Dentistry, v. 39, n. 5, p. 521-529, September-October 2014.
- 18- ILIE, N.; BUCUTA, S.; DRAENERT, M. **Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance.** Operative Dentistry, v. 38, n. 6, p. 618-625, November-December 2013.
- 19- BUCUTA, S.; ILIE, N. **Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. conventional resin based composites.** Clinical Oral Investigations, v. 18, n. 8, p. 1991-2000, November 2014.
- 20- TARLE, Z. et al. **Influence of irradiation time on subsurface degree of conversion and microhardness of high-viscosity bulk-fill resin composites.** Clinical Oral Investigations, v. 19, n. 4, p. 831-840, May 2015.
- 21- MUNDIM, F. M.; GARCIA, L. DA F.; PIRES-DE-SOUZA, F. de C. (2010) **Effect of staining solutions and repolishing on color stability of direct composites.** Journal of Applied Oral Science, v. 18, n. 3, p. 249-254, May-June 2010.
- 22- EL GEZAWI, M. **Degradation Potential of Bulk Versus Incrementally Applied and Indirect Composites: Color, Microhardness, and Surface Deterioration.** Operative Dentistry, v. 41, n. 6, p. e195-e208, November-December 2016.
- 23- ROSELINO, L.de M. et al. **Effect of Brushing Time and Dentifrice Abrasiveness on Color Change and Surface Roughness of Resin Composites.** Brazilian Dental Journal, v. 26, n. 5, p. 507-513, October 2015.
- 24- BARUTCIGIL Ç. et al. **Color of bulk-fill composite resin restorative materials.** Journal of Esthetic and Restorative Dentistry, v. 28, September 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/jerd.12340>>. Acesso em: 09 abr. 2018.
- 25- O'NEILL, C. et al. **Effect of tooth brushing on gloss retention and surface roughness of five bulk-fill resin composites.** Journal of Esthetic and Restorative Dentistry, v. 30, n. 1, p. 59-69, January 2018.

- 26- VOLTARELLI, F. R. et al. **Effect of chemical degradation followed by toothbrushing on the surface roughness of restorative composites.** Journal of Applied Oral Science, v. 18, n. 6, p. 585-590, December 2010.
- 27- BAGHERI, R. et al. (2010) **Comparison of the effect of storage media on shear punch strength of resin luting cements.** Journal of Dentistry, v. 38, n. 10, p. 820-827, October 2010.
- 28- ROSENTRITT, M. et al. **Effect of tooth brush abrasion and thermo-mechanical loading on direct and indirect veneer restorations.** Clinical Oral Investigations, v. 19, n. 1, p. 53-60, January 2015.
- 29- BOLLEN, C. M.; LAMBRECHTS, P.; QUIRYNEN, M. **Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: A review of the literature.** Dental Materials, v. 13, n. 4, p. 258-269, July 1997.
- 30- TURSSI, C. P.; FERRACANE, J. L.; VOGEL, K. **Filler features and their effects on wear and degree of conversion of particulate dental resin composites.** Biomaterials, v. 26, n. 24, p. 4932-4937, August 2005.
- 31- MORAES, R. R. et al. **In vitro tooth-brushing abrasion of dental resin composites: packable, microhybrid, nanohybrid and microfilled materials.** Brazilian Oral Research, v. 22, n. 2, p. 112-118, April-June 2008.
- 32- RYBA, T. M.; DUNN, W. J.; MURCHISON, D. F. **Surface roughness of various packable composites.** Operative Dentistry, v. 27, n. 3, p. 243-247, May-June 2002.
- 33- BORGES, A. B. et al. **Surface roughness of packable composite resins polished with various systems.** Journal of Esthetic and Restorative Dentistry, v. 16, n. 1, p. 42-47, 2004.
- 34- da COSTA, J. et al. **The effect of various dentifrices on surface roughness and gloss of resin composites.** Journal of Dentistry, v. 38, p. e123-128, 2010. Supplement 2.
- 35- TAKANASHI, E. et al. **Influence of abrasive particle size on surface properties of flowable composites.** Dental Materials, v. 27, n. 6, p. 780-786, November 2008.
- 36- KALACHANDRA, S.; TURNER, D. T. **Water sorption of polymethacrylate networks: bis-GMA/TEGDM copolymers.** Journal of Biomedical Materials Research, v. 21, n. 3, p. 329-338, March 1987.
- 37- BARUTCIGIL, C.; YILDIZ, M. **Intrinsic and extrinsic discoloration of dimethacrylate and silorane based composites.** Journal of Dentistry, v. 40, p. e57-63, July 2012. Supplement 1.
- 38- LLENA, C.; FERNANDEZ, S.; FORNER, L. **Color stability of nanohybrid resin-based composites, ormocers and compomers.** Clinical Oral Investigation, v. 21, n. 4, p. 1071-1077, May 2017.

- 39- FLURY, S. et al. **Depth of cure of resin composites: is the ISO 4049 method suitable for bulk II materials?** Dental Materials, vol. 28, no. 5, p. 521–528, May 2012.
- 40- JANDA, R. **Color stability of resin matrix restorative materials as a function of the method of light activation.** European Journal of Oral Sciences, vol. 112, no. 3, p. 280–285, June 2004.
- 41- TARLE, Z. et al. **Influence of irradiation time on subsurface degree of conversion and microhardness of high-viscosity bulk-fill resin composites.** Clinical Oral Investigations, v. 19, n. 4, p. 831-840, May 2015.
- 42- ZORZIN, J. et al. **Bulk-fill resin composites: Polymerization properties and extended light curing.** Dental Materials, v. 31, n. 3, p. 293-301, March 2015.
- 43- PAR, M. et al. **Real-time Light Transmittance Monitoring for Determining Polymerization Completeness of Conventional and Bulk Fill Dental Composites.** Operative Dentistry, v. 43, n. 1, p. e19-e31, January-February 2018.
- 44- ILIE, N.; STARK, K. **Effect of different curing protocols on the mechanical properties of low-viscosity bulk-fill composites.** Clinical Oral Investigations, v. 19, n. 2, p. 271-279, March 2015